

ROBOT DEVRELERİ

- *Robotiğin Temelleri
- *Hareket Kontrolü
- *Motor, Röle Kontrolü ve Solenoid
- *H-Köprüler
- *Lineer ve PWM Güç Denetimleri
- *Tristör Kullanılan Güç Kontrolü
- *Solenoid, Servomotor, SMA'lar
- *Step Motorlar
- *Aç – Kapa Sensörler
- *Dirençli Sensörler
- *Op-Amp ve Komparatör Devresi
- *Uzaktan Kontrol ve Algılama
- *Mantık Şemaları
- *Zeka ve Bilgisayar
- *Işık ve Ses Devreleri
- *Parallax Basic Stamp'le Robotlar
- *PIC'lerle Kontrol Edilen Robotlar
- *İş Emniyeti





1954

TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası

ROBOT DEVRELERİ

1.Baskı, Ankara-Aralık 2011

ISBN: 978-605-01-0249-9

EMO Yayın No: EK/2011/30

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

İhlamur Sokak No:10 Kat:2 06640 Kızılay Ankara

Tel: (312) 425 32 72 Faks: (312) 417 38 18

<http://www.emo.org.tr> E-Posta: emo@emo.org.tr

Kütüphane Katalog Kartı

629.892 20 ROB 2011

Robot Devreleri Kitabı; Yayına Hazırlayan: EMO Genel Merkez, --1. bs.--Ankara. Elektrik Mühendisleri Odası, 2011

435 s.:24 cm (EMO Yayın No:EK/2911/30; ISBN:978-605-01-0249-9)

Robot

Dizgi

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

Baskı

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

Robot

Devreleri:

Robot Devreleri:	1
BAŞLARKEN	8
1 Robotiğin Temelleri	9
1.1 Amaç	9
1.2 Robotların Tarihi	9
1.3 Robotik ve Mekatronik Projeler	11
1.3.1 Kontrol	12
1.3.2 Aktuatörler	13
1.4 Projelerde Temel Şemalar	18
1.5 Proje Önerileri	19
1.6 Diğer Bilgiler	23
2 Hareket	25
2.1 Amaç	25
2.2 Teorik Temeller	25
2.2.1 Yön	25
2.2.2 Hız	25
2.3 Nitelikler	26
2.3.1 Voltaj	26
2.3.2 Akım	26
2.3.3 Güç	26
2.3.4 Hız	28
2.4 Temel Şemalar	28
2.5 Proje Önerileri ve İlave Bilgiler	42
3 Motor - Röle ve Solenoitler	44
3.1 Amaç	44
3.2 Teorik Temeller	44
3.2 Röle	44
3.2.2 Röle Kullanan Temel Şemalar	45
3.3 Anahtarlı Transistör	51
3.3.1 Bipolar transistörler	51
3.3.2 Alan Etkili Transistör veya FET ler	53
3.4 Pratik Şemalar	54
3.5 Röle ve Transistör Kullanılan Başka Devreler	59
3.5.1 Şemalarla Çalışma	64
3.6 Proje Önerileri	67
3.7 Diğer Bilgiler	67
3.7.1 Röleler hakkında bilgi	67
3.7.2 Transistörler hakkında Bilgiler	68
4 H – Köprüler	69
4.1 Amaç	69
4.2 Teorik Temel	69
4.2.1 Yarım Köprü	69
4.2.2 H-Köprü veya Tam Köprü	70

4.3 Pratik Devreler	73
4.4 Entegre H- Köprüler	87
4.5 Diğer Bilgiler	90
4.6 Özel Tavsiyeler	91
4.6.1 Köprüleme Kondansatörleri (Dekuplaj Kondansatörleri)	91
4.6.2 Transistör Koruması	92
4.6.3 Akım Algılama	92
4.6.4 Sigortalar	93
4.7 Proje Önerileri	93
5 Lineer ve PWM Güç Kontrolü	95
5.1 Amaç	95
5.2 Teorik Temeller	95
5.2.1 İki Tip Denetim	96
5.2.2 Linear Denetimler	96
5.2.3 Puls Genişlik Modülasyonu	96
5.2.4 PWM Denetimlerin İki Şekli	99
5.3 Temel Şemalar	100
5.3.1 Linear Denetimler	100
5.3.2 Sabit Akım Kaynakları	104
5.3.3 PWM Şemaları	106
5.4 Diğer Bilgiler	112
5.5 Proje Önerileri	113
6 Tristör Kullanılan Güç Kontrolü	115
6.1 Amaç	115
6.2 Teorik Temeller	115
6.2.1 Silikon Denetimli Rektifiyeler	115
6.2.2 Triyaklar	118
6.2.3 Tristör Ailesinin Diğer Aygıtları	118
6.3 SCR'leri Kullanan Temel Şemalar	122
6.3.1 AC Devrelerde SCR'ler	129
6.3.2 Triyakları Kullanan Şemalar	133
6.4 Diğer Bilgiler	134
6.4.1 İndükleyen Yükleri Kullanırken Dikkat	134
6.4.2 Bazı Yaygın SCRlerin ve Triyakların Nitelikleri	135
6.5 Proje Önerileri	136
7 Solenoid-Servomotor ve SMA'lar	137
7.1 Amaç	137
7.2 Teorik Temeller	137
7.2.1 SMA-Biçim Bellek Alaşımları	137
7.2.2 Solenoid	139
7.2.3 Servomotor	141
7.3 Pratik Şemalar	143
7.3.1 Elektronik Kaslar (SMA'ler) için Şemalar	143

7.3.2 Solenoitler için Şemalar	147
7.3.3 Servolar için Şemalar	154
7.4 Diğer Bilgiler	155
7.5 Proje Önerileri	156
8 Step Motorlar	157
8.1 Amaç	157
8.2 Teorik Temeller	157
8.2.1 Nasıl Çalışır?	158
8.3 Aşamalı Motorların Kullanımı	161
8.3.1 Voltaj ve Akım	161
8.3.2 Sıralama	162
8.3.3 Aşama/adım Açısı	162
8.3.4 Puls Hızı	162
8.3.5 Tork	163
8.3.6 Frenleme Etkisi	163
8.4 Aşamalı Motor Kullanılan Şemalar	163
8.4.1 IC'lerin Kullanımı	170
8.5 Diğer Bilgiler	174
8.6 Proje Önerileri	175
9 Aç – Kapa Sensörler	177
9.1 Amaç	177
9.2 Teorik Temeller	177
9.2.1 İleri Sıçrama	179
9.2.2 Sensör Anahtarlar	180
9.2.3 Lamlı (manyetik) Anahtarlar	180
9.2.4 Ev-Yapımı Sensörler	182
9.2.5 Programlı veya Sıralamalı Mekanik Sensörler	182
9.3 Sensör Kullanılan Temel Şemalar	182
9.3.1 Uyumlu Şemalar Üzerine Notlar	189
9.3.2 Motorların ve Yüklerin Denetimi	189
9.4 Proje Önerileri	196
9.5 Diğer Bilgiler	196
10 Dirençli Sensörler	199
10.1 Amaç	199
10.2 Teorik Temeller	199
10.1.1 LDR ve CdS Hücreleri	199
10.1.2 NTC Dirençler	200
10.1.3 Basınç Sensörleri	201
10.1.4 Pozisyon Sensör olarak Potansiyometreler	201
10.1.5 Dokunmatik Sensörler	202
10.3 Dirençli Sensörler Nasıl Kullanılır?	203
10.4 Pratik Şemalar	204
10.5 Diğer Bilgiler	218

10.6 Proje Önerileri	219
11 Op-Amp ve Komparatörler	220
11.1 Amaç	220
11.2 Teorik Temeller	220
11.2.1 İşlem Amplifikatörleri ve Karşılaştırma Devresi	220
11.2.2 Pencere Karşılaştırma Devresi	222
11.2.3 İşlem Amplifikatörleri ve Karşılaştırma Devreleri Nasıl Kullanılır	224
11.2.4 Bir İşlem Amplifikatörün Seçimi	225
11.2.5 Güç Kaynakları	226
11.3 Pratik Şemalar	227
11.4 Diğer Bilgiler	239
11.5 Proje Önerileri	241
12 Uzaktan Kontrol ve Algılama	242
12.1 Amaç	242
12.2 Teorik Temeller	242
12.2.1 Kablolar	242
12.2.2 Işık	242
12.3 Kızıl Ötesi	243
12.3.1 Ses	243
12.3.2 Radyo	244
12.3.3 Elektromanyetik Karışmalar	244
12.4 Bir Uzaktan Denetimin Seçimi ve Kullanımı	245
12.5 Şemalar	246
12.6 Diğer Bilgiler	264
12.7 Proje Önerileri	265
13 Mantık Şemaları	267
13.1 Amaç	267
13.2 Teorik Temeller	267
13.2.1 Kapılar, Evireçler ve Devre Ayırıcılar	268
13.2.2 Monostabil / Bistabil	269
13.2.3 Sayıcılar ve Kod Çözücüler	270
13.2.4 Voltaj – Denetimli Osilatörler	270
13.2.5 Bellek	271
13.3 Mantık Şemaları Nasıl Kullanılır	271
13.4 Şemalar	271
13.5 Faydalı Bilgiler	288
13.6 Proje Önerileri	289
14 Zeka ve Bilgisayar	292
14.1 Amaç	292
14.2 Teorik Temeller	292
14.2.1 Zeka nedir?	292
14.2.2 Donanım ve Yazılım ile Zeka	293

14.2.3 Elektronik Nöronlar ve Nöronsal Ağ İletişim (Network)	293
14.2.4 Bulanık Mantık ve Zeka Yazılımı	294
14.2.5 Mikrokontrolörler ve Mikroişlemciler	294
14.2.6 Kişisel Bilgisayarlar	295
14.3 Donanımın Kullanımı	296
14.4 Şemalar	296
14.4.1 Bir Bilgisayara Bağlanma	305
14.5 Diğer Bilgiler	309
14.6 Diğer Mikrokontrolörler	310
14.7 Proje Önerileri	310
15 Işık ve Ses Efektleri ile Şemalar	312
15.1 Amaç	312
15.2 Teorik Temeller	312
15.2.1 Işık Efektleri	312
15.2.2 Ses Efektleri	313
15.2.3 Diğer Şemalar	313
15.2.4 Kendini Koruma	314
15.2.5 Güç Kaynakları	314
15.2.6 Şarj Dolum Cihazları	314
15.3 Şemalar	315
15.4 Diğer Bilgiler	327
15.4.1 Müzikal Modüller	328
15.4.2 Diğer Devreler	328
15.5 Proje Önerileri	329
16 Parallax Basic Stamp'le Robotlar	330
16.1 Amaç	330
16.2 Kurma ve Sınama	330
16.2.1 Robotun parçaları ve aletler	331
16.2.2 Robot mekanik kuruluşu	332
16.2.3 BASIC Stamp'ın Programlanması	339
16.2.3 Her bir servonun tek tek sınanması	342
16.2.3 Servoların ayarı – Kalibrasyon	347
16.2 Robotu Harekete Geçirmek	348
16.3.1 Komutların Harekete Çevrilmesi	349
16.3.2 "Pil Zayıf" göstergesinin yapımı	349
16.3.2 Mesafe Kontrolü	352
16.3.4 Manevralar - Robotu döndürmek	356
16.3.5 Manevralar - Yumuşak geçiş	357
16.3.6 EEPROM kullanımında unutulmaması gerekenler	359
16.3.7 Alt-rutinlerle seyrüsefer	363
16.3.8 Programın bütünü	366
16.3 Genel Program	367
16.4.1. Genel Program Nasıl Çalışır?	368

16.4.2 Günlük yaşama ilişkin uygulama örnekleri	369
17 PIC'lerle Kontrol Edilen Robotlar	370
17.1 Robotun Şasesi	372
17.2 Servolar	377
17.3 Tekerlekler	378
17.4 Regülatör Devresi	378
17.5 Proje Önerileri	380
18 İş Güvenliği	431
18.1 Emniyetin Önemi	431
18.2 Deneysel ve Endüstriyel Robotlar	432
18.3 Emniyet Kuralları	433

BAŞLARKEN

Robot projeleri üzerine derlenen bu notlar, Newton Braga'nın, Bileşim Yayınları tarafından Türkçe'ye de çevrilen “*Robotik, Mekatronik ve Yapay Zeka*” kitabı ile Popular Electronics’de yazdığı makaleleri, Parallax Inc. BOE-BOT isimli BasicSTAMP mikrokontrolü ile yönlendirilen robotunun tanıtımı ve çalışması hakkında yazılan kitapçık ve yine Prof. Doğan İbrahim’in, kaleme aldığı “*Robot Projeleri*” kitaplarından derlenmiştir. Notlar, sadece elektrik/elektronik mühendisleri dikkate alınmaksızın, elektroniğe ve robotiğe ilgi duyan herkese yönelik olarak derlenmiştir. Kitaba katkılarından dolayı, EMO Yayın Kurulunda görev alan Orhan Örüçü, Emre Metin ve Hakkı Ünlü’ye ve desteklerini esirgemeyen tüm EMO Yönetimine teşekkür ederiz.

Aydın Bodur

1 Robotiğin Temelleri

1.1 Amaç

İlk bölümünün amacı; robotiğin (elbette mekatroniğin ve yapay zekanın da) esaslarını açıklamak ve temel devreleri/şemaları kullanarak pratik projelerin nasıl yapıldığını anlatmak. Robotların, otomatik sistemlerin, mekatronik projelerin ve akıllı makinelerin nasıl yapıldığını kavramak suretiyle, çok pratik olarak oldukça işlevsel bir proje yaratabilir, alışılmış bir robot sistemi oluşturabilirsiniz.

Bu notlarla, elektroniğin teorik kısmı ile çokça ilgilenmeyeceğiz. Elektroniğin teorisi yerine pratik ve çoğu zaman deneysel projeler geliştirmek üzere şemalar üzerine odaklanacağız. Bileşenlerin ve mekanik parçaların doğru olarak yerleştirilmesi tecrübeyle de mümkün olacaktır.

1.2 Robotların Tarihi

Robotik, mekatronik, ve yapay zeka kelimeleri artık gündelik hayata bile girdi. Tüm ihtiyaçlarımızı karşılayan, bizi zorluklardan kurtaran, defalarca kullanılabilen, tehlikeli işleri bizim adımıza yapabilen makineler; çalışanların protestoları, grevleri veya basit yorgunlukları olmadan bizim için durmadan çalışabilecek elektronik uşaklar kavramı, gerçek olmadan önce bilim kurgu romanlarında ve filmlerinde derinlemesine tartışıldı.

Hugo Gernsback, Isaac Asimov ve diğer birçok bilim kurgu yazarları, robotların, otomatik makinelerin ve yapay zekanın temalarını araştıranlar arasında çok tanınmışlar ve dikkate değer eserler vermişlerdir. Mesela, öykülerinin çoğunda elektroniği kullanan Hugo Gernsback'ın çalışmaları bu konuyla ilgilenen okuyuculara tavsiye edilir (web sitesini <http://www.hugogernsback.com> da ziyaret edebilirsiniz).

Robotiğin kökenini izlemek için mermer heykellerin yapıldığı yer olan Antik Yunanistan'a kadar varıncaya kadar zamanda geri gitmeliyiz. M.Ö. 3. yüzyılda Hero de Alexandria mekanik kuşlarla deneyler yaptı. M.Ö. 270 dolaylarında hareket eden su saatleri ve orglar yapan Cresibus'un kayıtlarına rastlıyoruz.

Yine M.S. 770'de İsveç'li bir saat yapımcısı, bir org üzerinde boru üfleyen ve trampet çalabilen üç mekanik oyuncak bebek yaptı; bu oyuncakların basit resimlerini çizdi ve nasıl gerçekleştirdiğini sayfalara geçirdi. Böylelikle robotiğin belki de tarihte ilk kitabını yazmış olsa gerek. Robotiğin tarihinde önemli isimlerden biri, uzaktan kontrol edilebilen, radyo kontrollü denizaltıyı yapan Nicola Tesla'dır

Robot kelimesi 1921’de Çekoslovak romancı Karel Kapec tarafından kullanılmış; *R.E.R—Rassum’un Evrensel Robotları*. Bu kitapta, insanların yapabildiği her şeyi yapabilen mekanik köleler anlatılıyor. *Robot* kelimesi Çek dilinde *işçi* anlamına geliyor. Kelime, o zamandan beri normalde insanlarca yapılan işleri yapabilen tüm mekanik varlıkları belirtmek üzere kullanılan bir terim halini aldı. Daha yakın zamanlarda, yazarlar *Yıldız Savaşları* filmi serisinde görülen ünlü *R2-D2* ve *C-3PO*’u da içeren mekanik varlıklar fikrini keşfettiler.

Bilim kurgu öykülerinde rastlanan robotların ilk tasarlanan görünüşleri, normal olarak insanlara benzemekte ve davranışları da insanlar gibi. Dolayısıyla insana benzer robotların çoğu durumda kolları, bacakları ve düşünebilen bir kafası var ve hatta bazen “güçlü duygulara” bile sahipler! Oysa robotik projeleri ile ilgili çalışan bilim adamları ve mühendisler için çalışan bir robotun pratik görüntüsü bambaşkadır.

Pratik bir robot için temel fikir, yinelemeli, tehlikeli veya yorucu işlerde insanların yerini almalarıdır. Çünkü bugünkü gerçek dünyada bulunan en fazla tekrarlamalı ve yorucu iş, bir üretim hattında olan malzeme imalatıdır; pratik robotiğin ilk fikri endüstri ile birlikte gelişir. *Endüstriyel robotlar*, çalışan makineler olarak, bizim için bir şeyler yapan, modern dünyamıza bu kategoride girebilecek ilk gerçek “varlıklar”dır. Bir üretim hattındaki sıradan işçinin yerini alan otomatik makineler veya “robotlar” tarafından üretilen arabalar, elektronik aygıtlar ve ev aletleri vasıtasıyla, “insanüstü” bir biçimde daha çok ve daha hızlı üretebiliriz; üstelik hastalanmadan, kazaya uğramadan.

Endüstriyel üretim hattında olan çalışan bir robotun dikkate şayan görüntüsü ile insanın görüntüsü arasında ciddi farklar vardır. Bu aygıtların bacakları ve kafaları yoktur; ancak belirli işler için uygun ebatlarda ve biçimlerde tasarlanmışlardır. Bunlara insana benzeyen ilaveler yapmanın pratik bir gereği yoktur.

Tabii ki, hizmetkar olarak evinizde çalışan veya diğer pratik işleri gerçekleştiren insan-benzeri robot fikri yok olmadı. Bu fikirden, geniş bir alanda işleri otomatik olarak gerçekleştiren makineleri üretmek için elektroniğin ve mekaniğin birleşmesi sonucu *mekatronik* denilen yeni bir bilime ulaşıldı.

Mekatronik için bir çok tanım önerildi. Temel fikir, mekaniğin ve elektroniğin bir *sinerjik entegrasyonu*’nunu (birlikte çalışıp birbirini kuvvetlendiren bütünleşmesini) ve değeri artan ürünler veya sistemler üretmek için bilgisayar teknolojisini kullanmaktır. Mekatronik, bunun için *sibernetiğin* (canlılarda ve makinelerde denetim, iletişim ve işleyiş inceleyen bilim) bir alt kümesidir. Yani mekatronik kısaca: elektronik, mekanik ve bilgisayar dünyasının kesişimidir.

Mekatronik ve robotik, birbirlerine paralel şemalar olarak yerleştirilebildiğinden uygulamalarını ve devrelerini çalıştırırken, bir çok

ortak noktayı paylaşırlar. Bunun içindir ki, mekatronikte bir çok eğitim müfredatını analiz ederken, bunlar robotların yapılarını ve çalışmalarını kapsarlar. Aynı şekilde robotik eğitimlerinin müfredatını analiz ederken, bunların mekanik ve elektronik bütününe aygıtların yapılarıyla iş yaptıklarını anlıyoruz.

Bu çalışmalarla ilgili başka bir konu da *yapay zeka*dır. Modern robotik ve mekatronik tasarımlar, genelde biraz *akıl-zeka* içerirler. Dolayısıyla *zeka*nın tanımı hangi kriterde kullanılması gerektiği sorusu ve makede hangi seviyede bulunmasının belirlenmesi kendisini bir çok yaklaşımlara götüren bir meseledir.

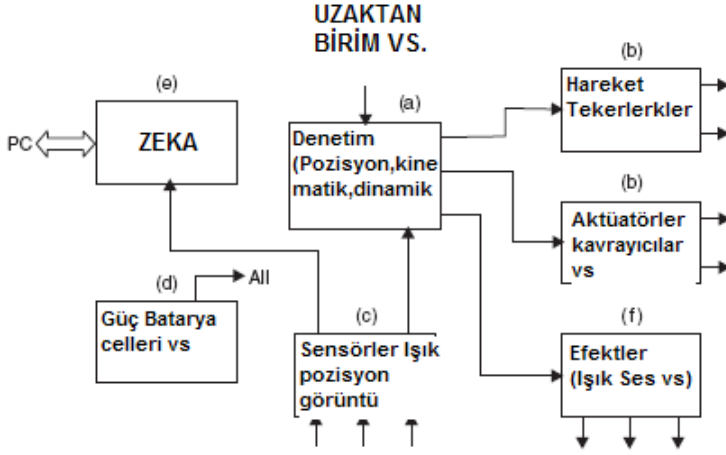
Örneğin bir İngiliz matematikçi, bir makinenin zeki olup olamayacağını belirlemek için ilginç bir deney yapmış (Alan Turing). Makineyi denemek için bir insan kullanmış. Adam, hattın diğer ucunda kim olduğunu bilmeksizin bir tür modem kanalıyla karşısındaki makineye bağlanmış. Bu bağlantı üzerinden karşılıklı haberleşmişler. Adamın karşısındaki makine, insanın bunun bir insan mı yoksa makine mi olduğundan emin olamayacak kadar iyi iletişim kuruyorsa, makinenin zeki olabileceği varsayılmış.

Bugün mühendisler, araştırmacılar ve öğrenciler robotik, mekatronik veya yapay zeka hakkında üzerinde tartışılacak bir çok ortak konu buluyorlar. Hepsi elektronik ve mekanik kullandıklarından bu alandaki projelerin birçok yapısal benzerlikleri var (nitekim bu kitabın amacı da bu projeler için elektronik şemalar sağlamak, bu alana aslında hidrolik ve pnömatiği de pekala katmak mümkün, ama bu notlarda şimdilik onlar hariç tutulmakta). Bunun anlamı aynı temel şemalar, bu farklı disiplinlerin herhangi birinde kullanılabilir. Şemaların düzenlenme şekli, makinenin ne yapacağını belirleyen tek faktördür. Bir sonraki bölümde robotiğin, mekatroniğin ve yapay zeka şemalarının pratik projelerde nasıl kullanıldıklarını göreceğiz.

1.3 Robotik ve Mekatronik Projeler

Harekete geçme noktamız, robot ve mekatronik aygıtların elektroniği ve mekanik birlikte kullanan makineler oldukları ve normal olarak insanlar tarafından gerçekleştirilen işleri gerçekleştirmeleri için yaratıldıkları fikridir. Bu temel kanıdan istenilen fonksiyonları şemalara dökebiliriz. Genel yapı Şekil 1.1 de gösterilmiştir.

Belli bir projede kullanılan şemaların seçimi ve adedi tasarımcının gözlem sonucuyla belirlenir. Örneğin; hazır bir kol veya otomatik bir asansörün tekerleklerle veya bacaklara ihtiyaçları olmaz. Varlıkları belirleyen ve “görmeye” programlı elektronik gözlü bir kafanın kollara ihtiyacı yoktur. Tüm projelerde kullanılan ortak şemalar aşağıda tanımlanmıştır.



Şekil 1.1 Mekatronik veya robotik bir projede temel düzenleme

1.3.1 Kontrol

Bu robotik veya mekatronik sistemdeki her projenin “beynidir”. Bir robotun veya herhangi başka bir projenin tüm elektrik parçaları elektronik devrelerle denetlenir. Robot veya mekatronik projeler için temel denetimler aşağıdakiler gibidir.

(a) Pozisyon kontrolü. Kavramalı kolların veya diğer nesnel manipulelerin

bunları doğru pozisyonlara yerleştirmek için kusursuz denetim yapması gerekir. Gözleri olan bir kafanın hareketi tek-eksenli denetim şeması ile denetlenir.

(b) Kinematik kontrol. Hareket eden parçaları olan her projenin böyle bir denetime ihtiyacı vardır. Hareket eden her parçanın hızı, kusursuz olarak devreler tarafından belirlenmeli ve denetlenmelidir. Bu gruptaki en önemli denetimlerden birisi, bir robotu hareket ettiren motorun hızını yönetmektir.

(c) Dinamik kontrol. Bir robot veya mekatronik projenin bir çok parçası çalışma esnasında denetlenmesi gereken güçleri birleştirir. Bir robotun kavraması bir nesneyi yokladığında, nesneyi kırmadan sıkı kavrayacak gücün derecesinin ne olması gerektiğini belirleyecek bir tür kontrolün kullanılması gereklidir. Bir proje yapımcısı için en uğraştırıcı şey, bir yumurtayı bir sepetten kırmadan alıp, diğerinin yanına kırmadan koyacak bir robot kavraması yapmaktır. Bu tür işler kusursuz dinamik kontrol ister.

(d) Uygunluk kontrolü. Uygunluk denetimine, bir işlemin yapılması esnasında bir robot veya mekatronik cihazının bir fonksiyonunun değiştirilmesinde ihtiyaç duyulur. Bir yay parçasına kuvvet uygulandığında kavrama gücünde artışa olan ihtiyaç bir örnektir. Yay sıkıştırıldıkça daha çok kuvvet istenir. Uygunluk denetimine başka bir örnek de; sabit bir hızı sağlamak için motora daha fazla güç uygulanmasıdır, bir robotun zemin seviyesinden bir yokuşa hareket etmesi veya ağır bir nesneyi hareket ettirmesi gibi.

(e) Harici kontrol: Harici denetimler, bir robotun tüm görevlerini yönlendirmek için bir insan operatör kullanıldığında ortaya çıkar. İnsan aslında “beyin”dir ve kontrol esnasında, robotun çalışması için sensörlerin yardımıyla izleyerek robotu kullanır.

Bir robot veya mekatronik cihaza komut transferi için, operatör, bir dizi değişik “arabirim” kullanabilir. Ana tercihler; radyoyu çalıştıran bağlantılar, kızıl ötesi (IR), kablolar ve hatta ses komutlarıdır. Modern projeler emirlerin doğrudan bir operatörden alınması için ses tanıma devreleri içerir. Denetleme birimini ve robotu veya mekatronik aygıtı ara yüzeylemek için bir bilgisayar da kullanılabilir.

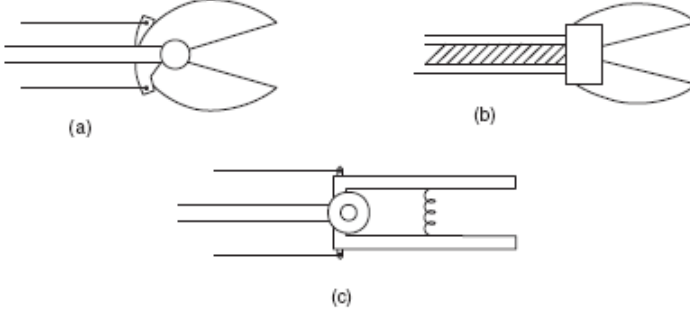
Bu aşamada bir robotta var olabilecek zeka derecesini dikkate almak önemlidir. Karışık kontroller, bir gözlemciye robotun “zeki” olduğu gibi bir yanlış izlenim verebilir. Bununla beraber, bir çok fonksiyonu çalıştıran bir denetim devresi zeki bir devre değildir. Kendi sensörlerinden veya belli bir veri giriş devresini/şemasını çalıştıran bir operatörden gelen girdiye bağlı olarak eğer robot kararlar alabiliyorsa zeka ilave edilebilir.

1.3.2 Aktuatörler

Robotların ve mekatronik makinelerin nesneleri kavrayacak, hareket ettirecek veya dış dünyada bir tür işi gerçekleştirebilecek bir çeşit yolları olmalıdır. Aşağıda özetlendiği gibi, pratik projelerde bir çok çeşit aktuatör bulunur.

Hareket. Robotlar bir yerden diğerine bacaklar, tekerlekler, paletler, raylar kullanarak hareket edebilirler. Bacaklar; motorlar, solenoitler veya SMA’lar (biçim bellek alaşımları) kullanılarak hareket ettirilebilir (Biçim bellek alaşımları-SMA; *martenstik dönüşüm* olarak bilinen bir işlem üzerinden ısıtıldıklarında daha önceden belirlenmiş bir şekle dönen titanyumlu malzemeler gibi olağandışı malzemelerdir.). Bir SMA soğukken (dönüşüm sıcaklığının altında) yeni bir biçime kolaylıkla geçebilir. Malzeme dönüşüm sıcaklığının üstünde ısıtıldığında orijinal biçimine geri dönmesine neden olan kristal bir yapı değişikliğine uğrar. Eğer bir SMA dönüşümünde direnç ile karşılaşırsa, çok kuvvetli güçler

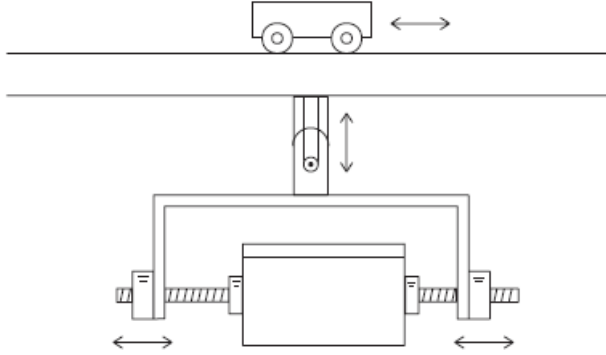
oluşturabilir. Nitinol denilen en sıradan biçim hafızalı malzeme bir 50:50 nikel ve titanyum alaşımıdır.



Şekil 1.2 Çeşitli kavrama türleri

Manipulasyon. Robotların ve mekatronik aygıtların elleri yoktur. Nesneleri manipule etmek için kavramalar kullanılır ve bu kavramalar elektronik devrelerle denetlenirler. Kavramalar; hareketleri solenoitler, motorlar veya SMA'larla çalıştırılabilir. Şekil 1.2 bazı kavrama türlerini gösteriyor.

Manipulasyon, bir çok endüstriyel robotlarda gördüğümüz gibi belli bir iş için özellikle tasarlanan donatı kullanarak da başarılabılır. Bir çok uygulamada mekanik olarak birleştirilmiş parçalar, manipule edilecek nesnenin biçimine ve ebadına uyacak şekilde uyarlanabilir. Bu şekil 1.3 ile önerilir.



Şekil 1.3 Nesnenin biçim ve ebadına göre uyarlanmış manipulatörler

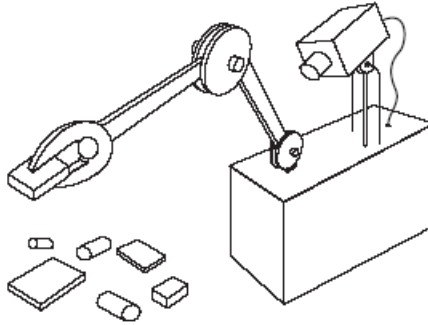
Sensörler (algılayıcılar) Robotlar ve mekatronik aygıtlar, sensör kullanarak gerçek dünyada ne varsa ortaya çıkarırlar. Sensörler, bir robotun veya bir kolun pozisyonu, manipule edilen bir nesnenin ebadı veya biçimi hakkında, engellerin varlıklarını (eğer hareket eden bir robot ise) ve bazı

“zeki” projelerde bulunan nesneyi biçim ve ebadıyla tanımayı da içeren bilgileri ilettiklerinden dolayı çok önemlidirler.

Bit TV kamerası zeki bir devreye bağlanabilir, böylece Şekil 1.4 de gösterildiği gibi bir çok karışık parçanın arasından belirli ebada ve biçime sahip olan parçaları seçmek için otomatik bir kol sağlar.

Robotik ve mekatronik projelerde bulunan temel sensörler aşağıdaki gibidir:

- *Işık*: Işık-bağımlı dirençler (LDRler, CdS hücreleri veya fotodirençler), foto - diyotlar, fotoseller, ve fototransistörler
- *Basınç*: İletken köpük, elektromekanik sensörler, yarı-iletken sensörler



Şekil 1.4 Bir görüntü sensörü (kamera) kullanan TV kamerası

- *Sıcaklık*: NTC, PTC, diyotlar veya transistörler
- *Görüntü*: Şarj bağlantılı aygıtlar (CCDler), fotodiyotlar veya fototransistör matrisler (kalıplar)
- *Pozisyon*: Potansiyetreler, sonar, radar, kızılötesi (IR) sensörler
- *Temas*: Mikroanahtarlar, sarkaçlar
- *Yakınlık*: Kapasiteli, indükleyen veya IR

Güç. Hareketli parçalar ve elektronik içeren her projenin bir tür elektrik güç kaynağına ihtiyacı vardır. Eğer proje hareketli bir robot ise güç kaynağını içine koymanız idealdir. Bataryalar ve hücresel piller bu yolla kullanılabilir. Bataryanın boyutu ve türü, robotun ihtiyacı olan güce bağlıdır, yapması gereken işler için ve tekrar şarjdan önce ne kadar süre çalışmalıdır.

Eğer aygıt sabitse (mesela robotik bir kol) veya nispeten sabitse (mesela bir asansör) ac güç hattı ile elektrik gücü sağlanabilir. Projede elektronik devreler ve elektromekanik aygıtlar kullanıldığından genellikle redresörlü

(doğrultmaç), filtreli devreler olan dc güç kullanırlar ve eğer aç güç kaynağı kullanılıyorsa voltaj dengeleyicisi de olmalıdır. Solar (güneş) hücresel pilleri, içten yanmalı motorlara bağlı jeneratörler, yakıt hücreleri içeren alternatif güç kaynakları bazı projelerde çalıştırılabilir.

Zeka. Bu, birçok mekatronik ve robotik projelerde kullanılan önemli bir şematur. Zeka, genelde bağımsız bir şema olarak düşünülebilir.

Zeka şemaları, sensörler tarafından toplanan bilgiyi veya harici kaynaklardan alınan bilgiyi (mesela bir bilgisayar veya operatör - insan) işler ve sistemin gerçekleştirmesi gereken görevler için karar verir. Zeka bloğu, basit bir nöronsal komparatör kadar basit olabilir, örneğin; çevredeki ışığı algılar ve robotun ışık kaynağına veya duvara olan uzaklığını belirler. Daha fazla karışık düzenlemeleri, yüksek seviye kararları da kapsayarak çevreler.

Robotik ve mekatronik uygulamaları için uygun iki tür yapay zeka vardır.

NTC = negatif sıcaklık katsayısı, PTC = Pozitif sıcaklık katsayısı. Bir NTC aygıtı ile, sıcaklık arttıkça direnç aşağı iner. A PTC aygıtı zıt durumda çalışır.

Zeka Yazılımı. Zeka yazılımı, kendisinde herhangi bir yapay zekayı çalıştıran bir bilgisayar, mikroişlemci veya mikrokontrolör tarafından sağlanır. Donanım bağlantıları, işlemcinin kararlar alması için gereken veriyi sağlar ve denetim bloğu ile haberleşir.

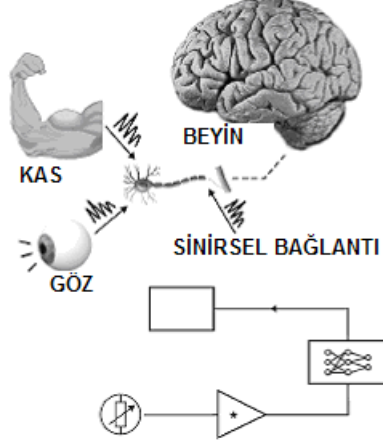
Kararlar temel bir yapıda programlanır ve bazı durumlarda gelen veriye göre değiştirilebilir. Böyle bir durumda, program zeki sistemlerin temel bir niteliyesi olduğu düşünülen deneyim ile “öğrenebilir”.

Nöronsal ağ iletişimlerini simule (taklit) eden programlar, yapay zeka alanındaki öğrenciler, araştırmacılar ve geliştiriciler tarafından tercih edilir. Zeki sistemlerin tasarımında diğer bir önemli aleti ise *fuzzy (bulanık-ayrık)* mantıktır.

Zeka yazılımı, mikroişlemciler ve mikrokontrolörler kullanıldığında robotun kendi içine veya mekatronik makineye yerleştirilebilir. Mesela, BASIC Stamp® çipi (BASIC Stamps, PBASIC programlarını çalıştıran küçük bilgisayarlardır. Bunlar Parallax, Inc (www.parallaxinc.com)’dan temin edilebilir. Bu notların devamında parallax tarafından seneler önce geliştirilen BOE-BOT robotu hatta yine bu BOE-BOT örnek alınarak ama BasicSTAMP yerine 16F84 ile geliştirilmiş kimi robot uygulamalarına da yer vereceğiz) bir makineye bazı zeka derecelerini ilave etmek için basit bir yöntem sağlar. Harici denetimin sensör girişlerinden bazı kararları almak için programlanabilir.

Deney yapan, nöronsal ağ iletişimlerini ve fuzzy mantığını taklit etmek için bir çok program bulabilir. Bunlardan bir çoğu bilgisayarlara, otomasyonlara ve diğer makinelere zeka eklemek için kullanılabilir.

Zeka Donanımı. Makinelere zeka ilave etmenin başka bir yolu da, öğrenebilen devreleri kullanmaktır. Temel fikir, yaşayan varlıkların duyumları üzerinden alıp işlettikleri bilgileri, örneğin., sinir sistemlerini kullanarak taklit etmektir. Analog, Şekil 1.5 de gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Sinirsel bir ağ iletişim üzerinden zeka ilavesi.

Yaşayan bir canlı varlık, dış dünyadan bilgileri sinir hücreleri ile birleşik sensörleri (algılayıcı) yoluyla (gözü, kulağı, parmağı, burnu vb ile) alır. Hücreler bilgileri, işlemin yapıldığı hücrelerin ağ iletişiminden oluşan beyne gönderirler. Netice, sinir hücrelerinin başka bir ağ iletişimi ile efektörlere (etkileyen) geri gönderilir.

Yapay nöronların kullanımıyla, tasarımcı bir robota bazı zeka derecelerini de ilave ederek canlı varlığın bilgi işlem sisteminin çalışmasını taklit eden nöronsal ağ iletişimlerini oluşturan elemanları birbirine kablolayabilir.

Tabii ki, tek bir elektronik nöron, zeki bir davranış olarak nitelendirebileceğimizi yapamaz. Bu bir amipsel davranıştır. Hatta, binlerce veya milyonlarca nöron kullanarak projenize ilave edebileceğiniz zeka bir solucaninkini geçmeyecektir.

Nöronsal bir ağ iletişimi, öğrenebilir ve kararlar alabilir ki: bu da makineyi bir şekilde zeki yapar. Entegre devreler şeklindeki nöronsal ağ iletişimler komponent satıcılarından satın alınabilir. Bu türün IC'leri ile başlayarak tasarımcılar, öğrenme, karar alma ve daha fazlası gibi yetenekler ile karışık nöron ağ iletişimleri yaratabilirler (Accurate Automation Corp.'dan NNP® çipi bir örnektir., www.accurate-automation.com).

Eftkler (etkiler) Uygulamaya bağlı olarak, robot veya mekatronik aygıtının, insanların dikkatini gerçek anlamda çeken veya insan davranışını

taklit eden özel bir şeyi olmalıdır. Pratik projelerde; sesler çıkarması, sözcükler konuşması veya sorulara yanıtlar vermesi, ışık efektleri yapması veya hatta kendini koruma mekanizması sağlamasını yapan şemaları düşünebiliriz.

Temel olarak, robotiği ve mekatroniği içeren bu projelerde kullanılabilecek efektler aşağıda verilmiştir:

- Sesler: sirenler, ses sentezleri, kalp atışı, nefes alma, vs. (Kalp atışı ve nefes alma bazı oyuncaklarda bir parça gerçekçilik eklemek için kullanılır)
- Işık efektleri: flaşörler, yanıp sönen ışıklar, stroboskopik sinyal, vs.
- Savunma: yüksek voltaj

1.4 Projelerde Temel Şemalar

Başlangıçta söylediğimiz gibi, bu kitabın ana fikri, robotları ve mekatronik aygıtları içeren projelerde kullanılabilen bir çok fonksiyonun her biri için temel elektronik yapı devrelerini anlatmaktır. Her temel şemanın nasıl görev yaptığı ve bunların diğer devrelerle nasıl birleşebildiğini anlayarak, okuyucu ortaya çıkan bir mekanizmanın çalışmasını tümüyle kavrayabilir veya orijinal bir makine yaratabilir.

Belirtildiği gibi, devrelerin/şemaların sayısı ve bunların görevleri, okuyucunun gerçekleştirecek makineyi planlaması işine bağlıdır. Temel şemaları kullanırken, tasarımcı bazı önemli noktaları aklında tutmalıdır.

Bağlanabilirlik. Robotik ve mekatronik projeleri tasarımcısı, belirli bir iş

için kullanmaya niyetlendiği devrenin/şemanın o işi gerçekten yapabilecek kabiliyete sahip olmasına dikkat etmesi gerekir. Bir şema, sadece bir yükün karşısındaki 1 A'yı denetleyebilir, 2 A'lık yükü denetlemek için kullanılamaz. Tasarımcı, bir kavramayı denetlemek için kullanılan bir bloğun bunu yapması için gerekli akımı çekeceğinden emin olmalıdır.

Güç akışı. Eğer proje bir batarya veya bir hücresel pille ile enerjilendirilmişse, bataryanın tüm şemalar için yeterli akımı gerçekten sağlayacağını belirlemenin önemlidir. Motorlar, aktuatörler ve diğer güç çeviriciler, mekatronik ve robotik projelerde enerji akışının çoğundan sorumludurlar.

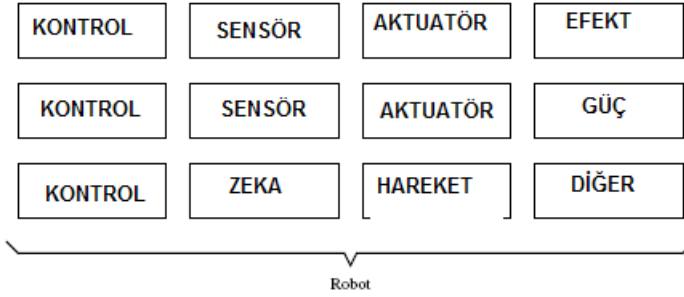
Ana sorun, tüm aktuatörlerin ve güç çeviricilerin aynı zamanda çalışmaya başladıklarında oluşur. Yüksek akım akışı, sistemin tamamının çalışmasını etkileyecek yeterli büyüklükte voltaj düşmesine neden olur. Yüksek akım yükleri (motorlar, kavramalar ve aktuatörler gibi) ve elektronik devreler için bağımsız güç kaynakları kullanmak iyi bir fikirdir.

Eğer devre ac güç hattından güç alıyorsa, aynı tedbirler geçerlidir: Güç verilmesi gereken tüm aygıtları desteklemek için yeterli büyüklükte bir güç

kaynağı kullanın. Motorlar, aktuatörler ve diğer ağır iş yükleri için tek güç kaynağı ve elektronik devrelere güç vermek için de başka bir güç kaynağı kullanmak da iyi bir fikirdir.

1.5 Proje Önerileri

Bu aşamada, siz mekatronik ve robotikte ilk projeyi tasarlamaya ve fikri kağıda dökmeye hazırsınız. Makinenizde olacak fonksiyonlar ve yapmak istediğiniz şey, zaten tartıştıklarımız gibi olan temel şemaları kullanarak planlanır. Şekil 1.6 da gösterilen temel şemaları kullanarak işleyen bir makine tasarlayabiliriz. Aşağıdaki paragraflarda bazı projeler önerilmiştir.

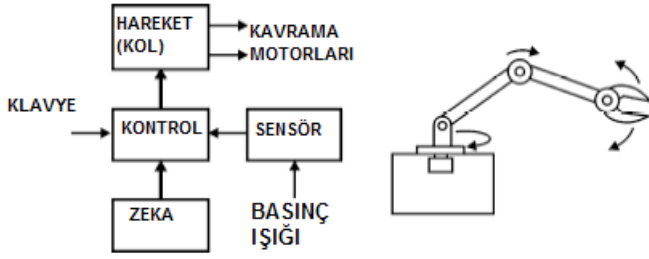


Şekil 1.6 Bütün bir proje oluşturmak için şema takımı

Otomatik Kol

Basit bir mekatronik projesi, Şekil 1.7 ile önerildiği gibi nesneleri bir yerden alıp ve bunları bir sepete veya başka bir yere koyabilen bir robot kol veya mekanizması içerir. Şemalardaki temel düzenleme aynı şekilde gösterilmiştir ve aşağıdaki fonksiyonları içerir:

- *Denetim:* Bilgiyi klavyeden veya kumanda kolundan (joystik)'den alır.
- *Aktuatör:* Kolu ve kavramayı hareket ettirir. Basitleştirilmiş bir projede eğer hareket ettirilecek nesneler bununla çekilebilecek ise kavramaya bir alternatif de bir elektromıknatıs kullanımıdır.
- *Sensör:* Tercihen, operatöre sepetin boş veya dolu olduğu, engeller olup olmadığı ve nesnenin sepete konmadan önce düşüp düşmediği gibi bilgileri gönderebiliriz.
- *Güç Kaynağı.*
- *Efektler:* Işık veya ses efektleri ilave edilebilir; bir ışık birden parlayabilir veya nesne sepete düştüğünde bir sayıcı diş çarkı atabilir.

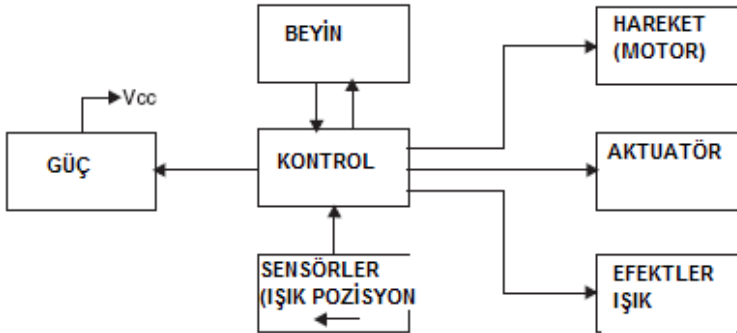


Şekil 1.7 Otomatik kol ve şema (şema diyagram)

Yürüyen Robot

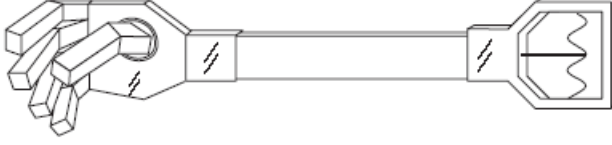
Tasarımcının robotik ve mekatronik projeleri arasında benimsenecek en çekici proje, yürüyen (ayakları yada tekerlekle) robot projeleridir. Şekil 1.8, bu tür robotu oluşturacak temel şemaları gösteriyor. Fonksiyonları şöyledir:

- *Denetim.* Bu şema için sinyaller operatör tarafından (radyo denetimi, IR bağlantısı veya bir kablo üzerinden) gönderilebilir veya bunlar hareket eden sistemle (motor, tekerlekler, paletler, raylar veya bacaklar) çalışan sensörler tarafından oluşturulabilirler. Eğer robotun başka hareket eden parçaları varsa (mesela kollar veya kafa) bunlar da bu şemala denetlenebilir.
- *Beyin.* Sensörlerin yardımıyla biraz zeka ilave edilebilir. Bu iş için eğer bir mantık bloğu kullanırsak, robot operatörden bağımsız olarak bazı kararlar alabilir.
- *Sensörler.* Sensörler, engellerin mevcudiyetleri hakkında operatörü bilgilendirebilir ve beyine gerekli kararları alması için talimat verebilir.
- *Aktuatörler.* Bu robot, nesneleri hareket ettirmek için bir kavrama veya aktuatör ile donatılabilir. Şekil 1.9 da gösterildiği gibi “yapay bir el” oyuncaklardan uydurulabilir.



Şekil 1.8 Yürüyen robot, temel yapılandırma şeması

- *Efektler.* Bu robota ışık ve ses efektleri eklenebilir. Bazı sözcükleri konuşmasını sağlamak veya ortalıkta yürürken bir tür uyarı mesajı göndermek için bir ses kayıt cihazı kullanılabilir.
- *Güç.* Bu tür robota bataryalardan güç verilir.



Şekil 1.9 Plastik robot kolu, kavrama bir çok projede kullanılabilir.

Yol İzleyen-Robot

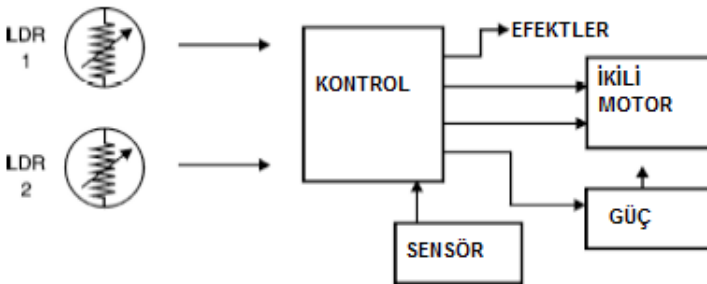
“Yol izleyen”- robot, ilginç ve klasik bir projedir. Şekil 1.10 da gösterildiği gibi, diferansiyel bir “zeka” içine sensörler gibi fototransistörler veya LDR’lerle donatılmıştır.

Işık sensörleri, yere çizilen beyaz bir çizgi’den ışık yansıması ile harekete geçirilir; böylece, Şekil 1.11’de önerildiği gibi robot devresi çizgiyi izlemesi için yönlendirir.

Temel versiyonda çizgi kapalı bir eğri oluşturur, ancak tasarımcı, çizgiyi araması için ve bulduğunda izlemesi için bazı başka şemalar ilave edebilir.

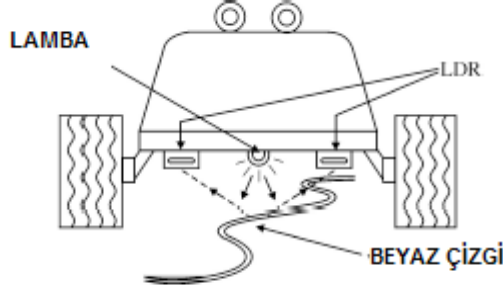
Bu robot için temel şemalar:

- *Sensör:* LDR leri veya fototransistörleri kullanabilirsiniz.
- *Denetim:* Bu şema doğrudan sinyallerden veya zeka bloğundan çalışır.
- *Zeka:* Bu şema, algılayan nöronsal bir komparator ile oluşur ve sensörler tarafından alınan ışığı kıyaslar.
- *Güç:* Bir batarya en iyi çözümdür ancak, bir hafif yük prototipinde deneysel amaçlar için sıradan celler uygundur.



Şekil 1.10 “Yol izleyen”- robot düzenlemesi

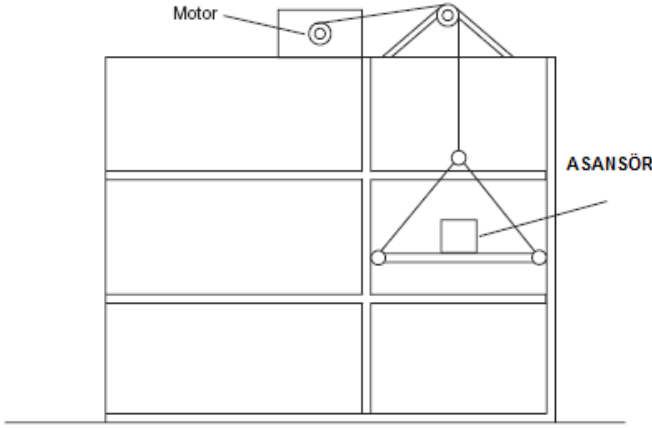
- *Efektler:* Eğer siz önemli olduklarını düşünüyorsanız ışık ve ses efektleri ilave edilebilir.



Şekil 1.11 Robotu denetleyen çizgi sensörleri çizgiyi “görüyor”.

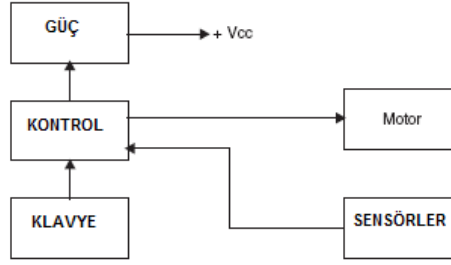
Otomatik Asansör

Otomatik asansör, mekatronik ve otomasyonda başka bir klasik projedir. Şekil 1.12’de gösterildiği gibi asansörlü bir binanın modelini yapmakla oluşur. Tipik bir projede katların sayısı onlarca olabilir.



Şekil 1.12 Otomatik asansör

Projenin amacı, her katta sensörler kullanan otomatik çalışmadır. Asansörü belli bir kata çağırmak için bir tuş takımı kullanılır ve eğer özel kararlar almak istiyorsak zeki bir şema da ilave edilebilir. Bu şema, eğer aynı anda iki çağrı yapılmışsa, asansörün ilk önce hangi kata “karar” vereceğini sağlar. Bu karar, asansörün o anda hangi katta bulunduğuyla bağlıdır. Otomatik asansör Şekil 1.13’de gösterilen şemaları kullanarak tasarlanabilir.



Şekil 1.13 Otomatik asansörün yapılandırma şemaları

1.6 Diğer Bilgiler

Bu kitap, mekatronik ve robotik makinelerin tasarımı için, elektronik şemalar halinde temel kavramları vermeğe planlıdır. Tabii ki, bu aygıtları yapmaya niyetlenen okuyucunun bazı temel elektronik bilgisine ve bazı ana aletlere sahip olması gerekir. Aşağıdaki paragraflar önceden olması gereken zorunlulukları ortaya koyuyor.

Elektronikte Ana Mevzular

Robotik ve mekatronikte projeler tasarlamak için mühendis olmanıza aslında çok ta gerek yok. Bu alanda üretilen projelerin çoğunun yüksek okul ve kolej öğrencileri ve hatta bir teknik okula bile hiç gitmemiş hobi olarak ilgilenen kişiler tarafından üretildiğini not etmek önemlidir. Artık ülkemiz dahil bir çok ülkede lise öğrencileri arasında gelişkin robotların yarışırıldığı, robot yarışmaları yapılmaktadır. Hatta 10 yaş ve üzeri çocuklar için geliştirilen oyuncak robot kitleri satılmaktadır (örneğin LEGO oyuncak firması tarafından geliştirilen Mindstorm gibi programlanabilir robot oyuncaklar satılmaktadır)

Bu projeleri gerçekleştirmek için, elektronik aletler ve elektronik komponentlerin birleştirilmesinde becerili olmanız yetecektir. Ve elbette

- Komponentler hakkında temel bilgiler ve ana devrelerin nasıl çalıştığı
- Şematik bir diyagramın okunması
- Bir şematik diyagramdan bir baskılı devrenin oluşturulması bilgisi
- Devreler eğer istenildiği gibi görev yapmıyorlarsa temel aletler (mesela, multimetre) nasıl kullanılır ve belirli bir iş için parametrelerine nasıl ayarlandığı bilgisi
- Komponentlerin nerelerden tedarik edileceği bilgisi gibi mevzuları da bilmeniz gerekir:

Ve elbette temel elektronikle ilgili mevcut kitapların çoğunun istenilen beceri ve bilgiye sahip olmayan kişilere faydası olacaktır. Deneyimi az olan yeni başlayanlar için, ilk önce basit projelerle başlamasını, daha sonra daha karışık olanlara devam etmeleri tavsiye edilir.

Kullanılan Aletler

Şemaların yapılandırılmalarında gösterilen, okuyucunun ilgili elektrik devrelerini yapması için ihtiyacı olan temel aletler ise şunlar olacaktır:

- Lehim tabancası
- Pense; yan keski ve kargaburun.
- Çeşitli uçlarda tornavidalar
- Kıvrırma, bükme aletleri; kablolar için sıyırıcı ve kesiciler
- Altıgen, düz ve yıldız türünden küçük tornavida takımları
- Lehim sökme aletleri
- Komponentleri ve baskılı devreleri tutmak için ekstra kavramalar
- Minyatür el matkabı vb...

Cihazlar

- Basit bir analog multimetre (1 k Ω /V veya daha fazla). Eğer daha gelişmiş alet aygıtların kullanımıyla daha fazla tecrübeliyseniz, masanızda dijital bir multimetre ve bir osiloskopunuz da olabilir.
- Tasarımcılar için bir bilgisayar da bir gelişme aygıtı olarak düşünülebilir. Veri edinimi için olan arayüzleri, devrelerden gelen sinyalleri analiz etmek ve bunları denetlemek için kullanılabilir.

2 Hareket

2.1 Amaç

Bu bölümün amacı, anahtarların (röleler ve sensörler dahil) dc motorları denetlemek için nasıl kullanılacaklarını ve kondansatörlerin, diyotların ve diğer pasif bileşenlerin dc motorlara performans eklemek için nasıl kullanılacaklarını göstermektir.

2.2 Teorik Temeller

Robotlara, mekatronik aygıtlara ve diğer otomasyon teçhizatlarına hareket eklemenin en basit yolu bir dc motor kullanmaktır. Bunlar ucuz, ufak, verimli ve boyut, biçim, güç oranlarıyla piyasada bolca bulunabilir.

Geleneksel bir dc motor, elektrik gücü için hareket yaratan sargıların ve mıknatısların düzenlenmeleriyle olur. Şekil 2.1, küçük bir dc motorun tipik yapısını gösterir.

Bu motorları; herhangi bir mekanizmayı doğrudan veya hızı düşürmek, gücü arttırmak için dişli veya palet, ray ekleyerek hareket ettirmek için kullanabiliriz. Dc motorun temel özellikleri; aşağıda tartışıldığı gibi bunları robotik ve mekatronik projelerde kullanırken dikkate alınmalıdır.

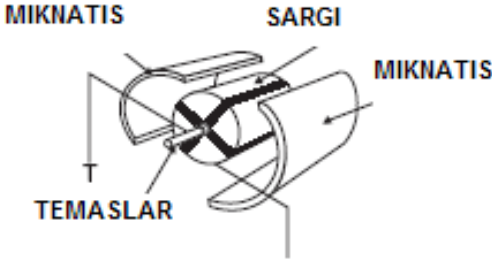
2.2.1 Yön

Bir dc güç kaynağından güç verildiğinde (batarya veya başka kaynak), shaft dönüşünün yönü, motordan gelen akımın yönüne bağlıdır; akımın yönünü değiştirmek suretiyle (çok basitçe bağlantıları değiştirmek suretiyle) bir dc motorla çalıştırılan herhangi bir aygıtın hareket yönünü tersine çevirebiliriz.

2.2.2 Hız

Dakika devir olarak (rpm-dd) ifade edilen bir dc motorun hızı, çektiği akıma ve yüke bağlıdır. Bir dc motoru kullanırken iki durumu dikkate almalıyız. İlk durumda motor yüksüz çalışır. (veya sabit bir yük). Uygulanan voltaja bağlı olarak hız maksimuma kadar çıkar.

İkinci durumda motor değişken bir yük ile çalışır. (ör., Momente veya işe bağlı olarak motor, bir tür mekanizmaya güçlerle güç vermelidir).



Şekil 2.1 Kalıcı mıknatıslar kullanan küçük dc motor

2.3 Nitelikler

Belli bir uygulama için bir dc motor ararken, tasarımcı niteliklerini belirlemelidir. Seçimde aşağıdakiler önemli etmenlerdir.

2.3.1 Voltaj

1.5 – 48 V arası küçük dc motorlar kullanılabilir. Açıkça belirtilen voltaj, normal olarak uygulamada çalışmasını sağlayacak olan voltajın *nominal* değerini belirtir. (mesela maksimum güç üretip, nominal akım tüketen) Pratikte, nominal voltaj önemlidir; çünkü motora uygulanabilecek ve önerilmekte olan maksimum voltajı belirtir.

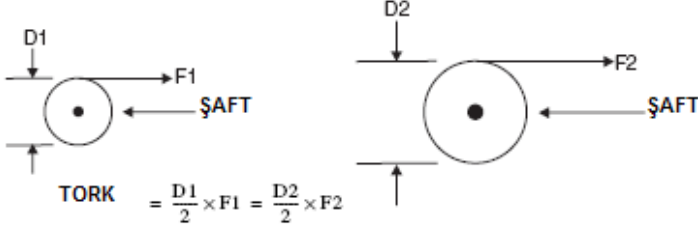
2.3.2 Akım

Nominal voltaj gücündeyken, bir motordan akım akışı yüke bağlıdır. Yükteki artışa bağlı olarak, akım da artar. Bir motorun kendisini durdurabilecek aşırı yükte çalışmasını önlemek önemlidir. Durması durumunda, motorda akım için bir kısa devre olur ve uygulanan tüm güç, ısıya dönüşür. Motor bu durumda çabucak yanabilir. Sıradan dc motorların 50 mA ve 2 A arasında çalışma erimleri vardır.

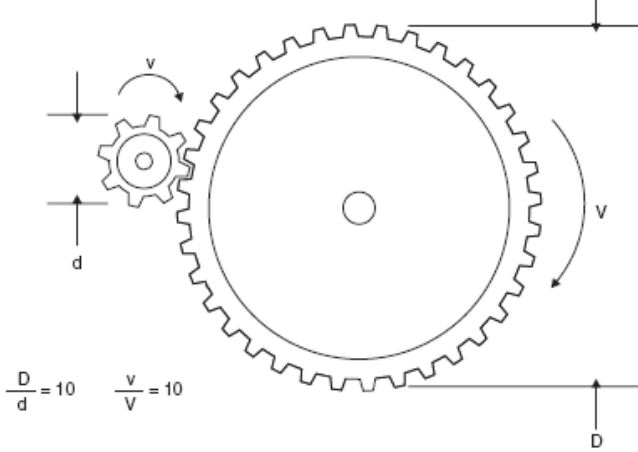
2.3.3 Güç

Güç, voltaj $\times$ akım sonucu ortaya çıkar. Robotları ve mekatroniği içeren projelerde, bir motorun kendisinin *tork* (dönme momenti, gücü) terimlerinde oluşturabildiği güç miktarını oranlamak normaldir. Şekil 2.2 de gösterildiği gibi, tork şaft tarafından salınan güçtür ve sadece motorun elektrik ve mekanik niteliklerine bağlı değil; aynı zamanda şaft çapına da bağlıdır. Bir dc motorun sağlayabildiği, mekanizma güçlendirmeli bir

kuvvetin sadece motorun kendisine bağlı olmadığı, aynı zamanda buna birleşik mekanizmaya da bağlı olduğu belirtmesi önemlidir. Öyleyse Şekil 2.3 de gösterildiği gibi dişli kutusu ilave edilirse, hız düşürülebilir ve güç aynı faktörden dolayı artmış olacaktır.



Şekil 2.2 Bir motor için tork (dönme gücü, momenti) sabittir.



Şekil 2.3 Dişlilerle hızın azaltılması ve gücün çoğaltılması

Mesela eğer bir dişli kutusu, motor sürme dişlisinin çapının on katında bir azaltma dişlisi kullanırsa hız on kat düşer; fakat güç 10'un bir faktörü ile artar.

Robotik ve mekatronikte, dişli kutularının tüm ebatlarının kullanımı ve oranların düşürülmesi, seçilen bir motorun niteliklerini arzu edilen işle karşılaştırmak için sık sık kullanılır. Öyleyse bir motor kullanırken tork oranını bilmek önemlidir çünkü, hareket ettirilecek mekanizmanın oran düşürülmesini bilerek ve o şekilden başlayarak, bir sistem tarafından üretilebilecek son gücü kolaylıkla bulabiliriz.

2.3.4 Hız

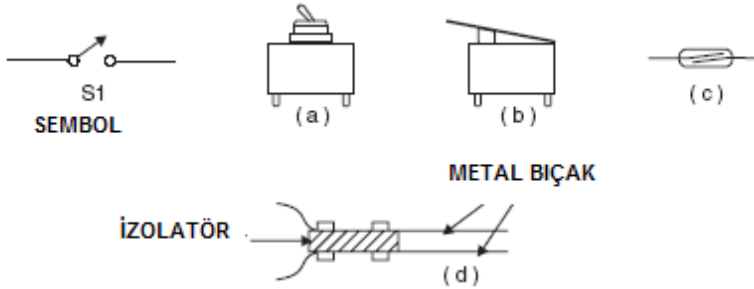
Bir dc motorun açık veya yüksüz durumlarının hızını açıkça belirtmek normaldir. Bir dc motorun tipine, boyutuna ve diğer genel karakteristiklerine göre hızı 500 ile 10,000 dd (dakika devir) eriminde olabilir. Bu hızın, motor yüklü durumda çalışırken önemli bir faktör tarafından düşürüleceğini hatırlayın.

2.4 Temel Şemalar

Bir dc motorun kendisine uygulanan voltaj ile denetlendiği ve

- yönün, akım akışına bağlı olduğu
 - hızın uygulanan voltaja veya akım akışına bağlı olduğu
- fikrinden başlayarak, aşağıda tanımlanan temel bileşimlerin kullanıldığı uygulamaları planlayabiliriz.

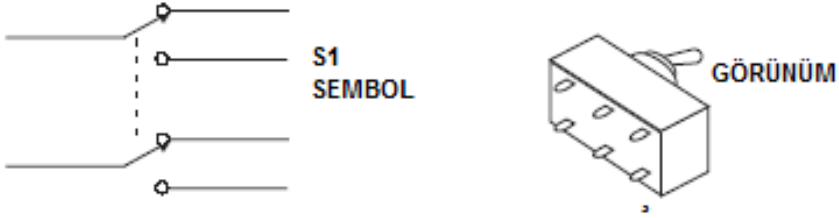
SPST anahtarı. Bir SPST (tek kutup, tek bıçaklı) anahtar (şalter), Şekil 2.4 de gösterildiği gibi bir devrede akımı açıp kapayabilen bir aygıttır. Aynı fonksiyon bir röle ile de gerçekleştirilebilir (sonraki paragraflarda göreceğimiz gibi).



Şekil 2.4 SPST anahtar düzenlemeleri

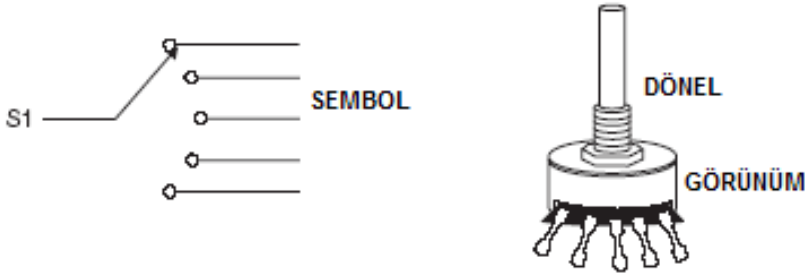
Şekilde de gösterildiği gibi SPST bir çok biçimde bulunabilir. Çapraz anahtarlar (b) az güçlerle çalıştırılabilir ve sensörlere bağlanabilir. Manyetik anahtarlar veya lamalı (dilli) anahtarlar (c) ufak mıknatıslarla çalıştırılır ve (d) bu notlarda söz ettiğimiz bir çok şemada kullanılabilen, bir SPST gibi kullanılan, iki kablonun teması ile yapılan bir sensör gösteriyoruz.

DPDT anahtarı. Sıradan bir DPDT (çift kutuplu, çift bıçaklı) anahtar Şekil 2.5 de gösteriliyor. Bu cihazda olan kutupların birleştirilmesiyle, bir yükün bir devreye bağlanış şeklini değiştirebiliriz. Bu anahtarın esas uygulaması, bir yük çalışmasının paralel/seri modlarını seçmek için akım akışını tersine çevirmesidir. Bir rölenin de, bir DPDT anahtarın fonksiyonlarını gerçekleştiren bağlantıları vardır.



Şekil 2.5 DPDT anahtarı

Tek kutup, çok bıçaklı anahtarlar. Bu tür bir cihaz, Şekil 2.6 da gösterildiği gibi bir kaynaktan güç alarak, operatöre bir çok devreden birini seçme hakkını verir. Bu tip anahtar, rotatif (döner) anahtar da dahil bir çok şekilde bulunabilir.



Şekil 2.6 Tek kutuplu, çok bıçaklı anahtar

Yarı iletken diyotlar. Yarı iletken bir diyotta, bir akım sadece tek yönde tesis edilebilir. *İleri polarizasyon geriliminde* olduğu zaman, diyot düşük direnç sergiler ve akım geçer. *Tersine polarizasyon geriliminde* olduğunda, diyot, yüksek direnç sergiler ve akım geçmez. Bu durum, Şekil 2.7 de bu örneklenmiştir.

Diyotlar, maksimum akım ve voltajlarıyla tam olarak belirlenirler. Bunlar, IN4002 (bir çok uygulamalarda kullanılır ve 50 V $\times$ 1 A sınıfı içindir) gibi imalatçının parça numarası ile de belirlenebilir.

Bu diyotlar, mantık fonksiyonlarında ve koruyucu devrelerde alternatif akımları doğru akımlara çevirmek için kullanılabilir. Diyotların *polarlanmış* (kutuplanmış) cihazlar olduklarına dikkat edin. Devre içindeki doğru pozisyonlarına dikkat edilmelidir. Genelde, şekilde gösterildiği gibi diyotların (anot ve katot) olarak tanımlanan kendi kutupları vardır: anot tarafında bir kapalı bir eğri çizilmiştir.

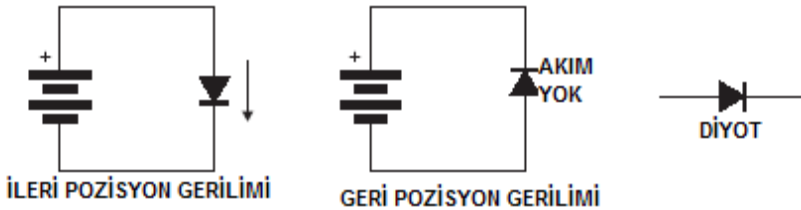
Kondansatörler. Kondansatörler, elektrik enerjisini depolamak için kullanılan aygıtlardır. Aralarındaki *dielektrik*, metal levhalarla oluşur.

Bir kondansatörün depolayabileceği enerji miktarı Farad (F) (1 voltluk elektromanyetik kuvvet altında, kulombluk yükü olan kondansatörün kapasitesi, elektrik kapasitesi birimi) cinsinden kapasitans derecesi ile verilir. Pratikte, bu kapasitansları simgeleyip göstermek için faradın alt çarpımlarını kullanırız. Genel ölçüm birimleri 0.000,001 F'i gösteren mikrofara (μF); 0.000,000,001 F'i gösteren (nF); ve 0.000,000,000,001 F'i gösteren pikofara

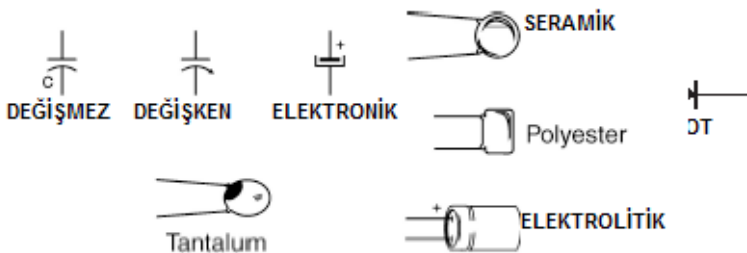
Şekil 2.8, değişik tip kondansatörlerin sembol ve görünümelerini gösteriyor.

Kondansatörler bir çok durumda, kullandıkları dielektrik türüyle gösterilirler. Örneğin seramik bir kondansatör dielektrik olarak bir parça seramik kullanır.

Bir kondansatör için diğer önemli şart; levhalara karşı uygulayabildiği maksimum voltajdır. Bu *çalışma voltajıdır*, bazen WVDC (çalışma voltaj dc'si) olarak kısaltılır.



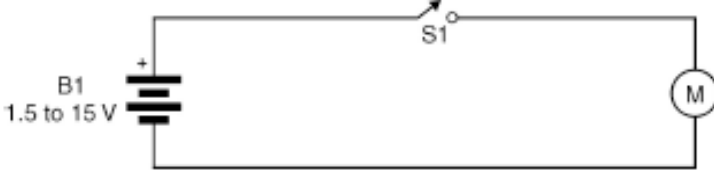
Şekil 2.7 Bir diyotun polarizasyon gerilimi.



Şekil 2.8 Değişik kondansatör tipleri için görünüm ve semboller.

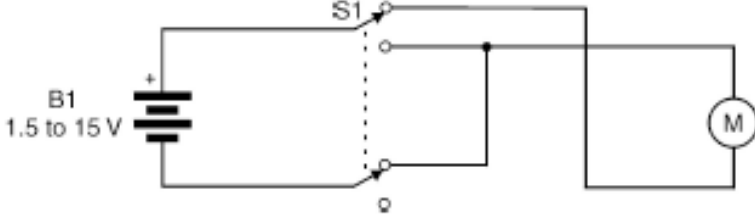
Şema 1 Doğrudan DC Motor Kontrolü

Bir dc motoru (veya başka bir motoru) denetlemenin en kolay yolu Şekil 2.9 da gösterildiği gibi bir SPST anahtarı eklemektir. Anahtar açık olduğu zaman akım geçmez ve motor kapalıdır. Anahtar kapalı olduğu zaman akım motora geçer ve motor açıktır. Anahtar seri olarak devre ile pozitif veya negatif hatta bağlanabilir.



Şekil 2.9 Şema 1: basit dc denetimi

Şema 2 Tersine Dönüşler



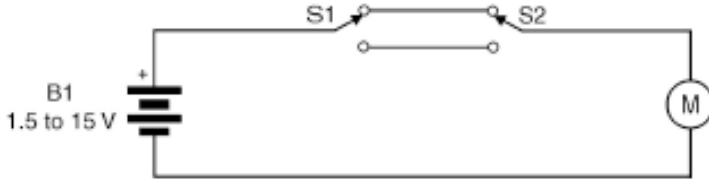
Şekil 2.10 Şema 2: tersine devre

Bir motorun şaftının yönü akımın yönüne bağlı olarak hareket eder. Şekil 2.10 da gösterildiği gibi akımın yönü bir DPDT anahtarı ile tersine çevrilebilir. Bu durumda güç kaynağı batarya oluyor; fakat herhangi bir dc voltaj kaynağı da kullanabilirsiniz.

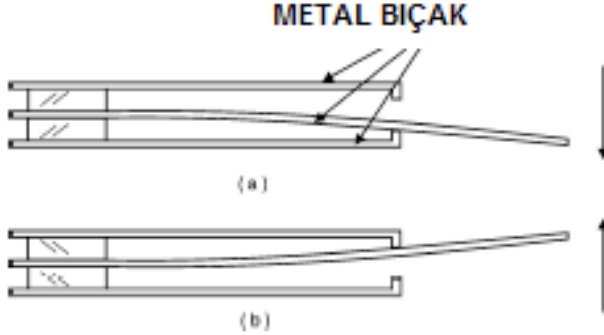
Şema 3 İki Yönlü Kontrol

Şekil 2.11 de gösterilen temel devre robotik ve mekatronik uygulamalar için çok ilginçtir. Bu şemayla bir motoru iki farklı noktadan veya sensörden denetleyebiliriz. Anahtarlardan (röleler veya sensörler) herhangi bir tanesi motoru bağımsızca açıp kapatabilir.

Devre, ışıkların denetlemesinde kullanılan duvardaki ikili anahtar ile aynıdır. Bu uygulamada özel iki yönlü anahtar kullanılmalıdır. Bir mobil robotta öne bir ve arkaya başka bir sensör konulabilir. Bunlar engelleri belirlemek için ve karar bloğuna bilgi beslemek için kullanılabilirler.



Şekil 2.11 Şema 3: iki yönlü denetim



Şekil 2.12 iki bıçaktan yapılan anahtar

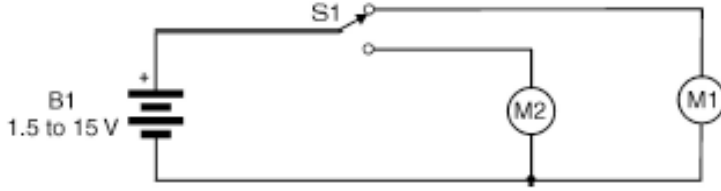
Şema 4 Tek Anahtarla İki Motor Denetimi (I)

Bu şema, tek anahtar veya sensörden iki motorun kontrolü için kullanılabilir. A pozisyonunda bir anahtar ile M1 motoru açılır ve B pozisyonunda bir anahtarla M2 motoru güç alır.

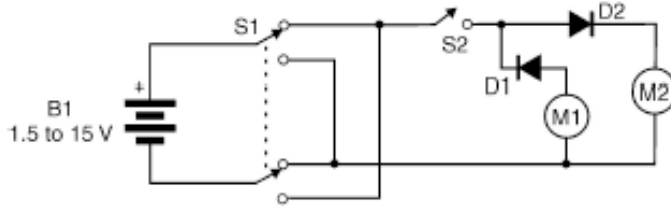
Bu devrenin, 1. ve 2. şemanın birleşmesinden oluştuğunu görüyoruz; ve bu devre ile iki motorun-yönlerinin çevrilmesini, bunların açılıp, kapanmasını ve hangisinin çalışacağını seçmeyi denetleyebiliriz. Şema 4, Şekil 2.13 de gösterildiği gibi tek bir kutup, çift bıçaklı anahtar kullanır.

Şema 5 Tek Anahtarla İki Motor Denetimi (II)

Önceki devre ile 4. şemanın arasındaki fark, motoru denetlemek için diğer düzenlemede olduğu gibi üç yerine bir çift kablo kullanılmasıdır. Şekil 2.14 de gösterilen devre, akım akış yönüne doğru güç verilmesi gereken motorları seçerek diyot kullanır. S1 anahtarı, 1 pozisyonundayken, D1 ileri polarizasyon gerilimlidir ve M1 motoru açık olur. S1, 2 pozisyonundayken, D2 ileri polarizasyon gerilimlidir ve M2 motoru açıktır. Diyotlar motorların yanına monte edilir ve pozisyonları, motorun arzu edilen dönme yönüne göre seçilmelidir. IN4002 ve aynı serinin diğerleri, 1 A'e kadar olan motorlar için uygundur.



Şekil 2.13 Şema 4: tek anahtarla iki motorun denetimi (I)

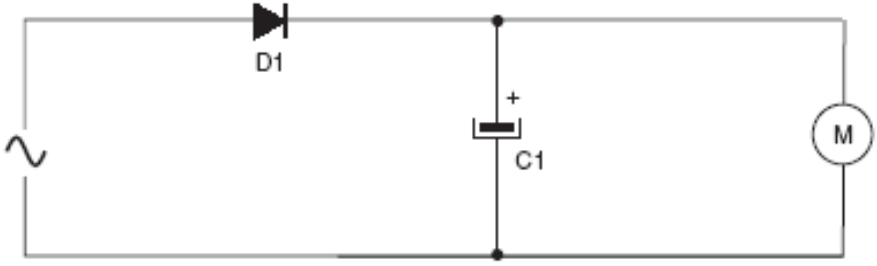


Şekil 2.14 Şema 5: tek anahtarla iki motorun denetimi (II)

Şema 6 Yarım-Dalga Redresörü

Bir dc motora, bir ac güç kaynağından güç verirken (mesela düşük voltajlı bir transformatörün sekonderi), devreye bir *redresör* (doğrultmaç) ilave etmek gereklidir. Filtreli bir yarım-dalga redresörün tam şema diyagramı Şekil 2.15 de gösterilmiştir.

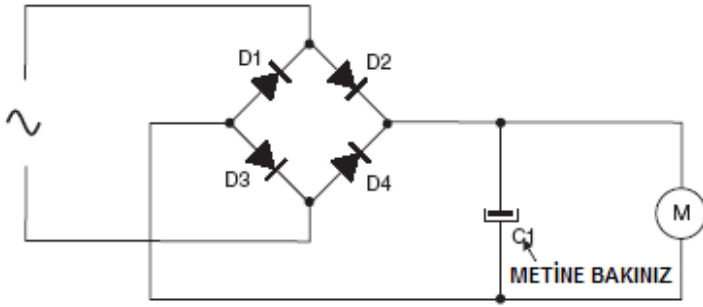
Diyot, ac güç hattı voltajın yarım devirlerinin sadece yarısını idare eder. Kondansatör, motora uygulanan voltaj seviyesini mümkün olduğu kadar sabitlikte tutarak voltaj pulslarını filtre eder (düzgünleştirir). Bu uygulamalarda kondansatörün değeri, motordan geçen akıma bağlıdır. 3 ile 15 V arasında güç alan motorlar için basit bir kural, akımın her bir amperi için $1,000 \mu\text{F}$ 'in benimsenmesidir. Örneğin, bir 500 mA motor için $470 \mu\text{F}$ ($500 \mu\text{F}$) kullanın. Bu devreyi kullanmakla, böyle ac kaynaklarından ufak transformatörler olarak uygulamanıza güç verebilirsiniz.



Şekil 2.15 Şema 6: yarım-dalga redresörü

Şema 7 Tam-Dalga Denetimi

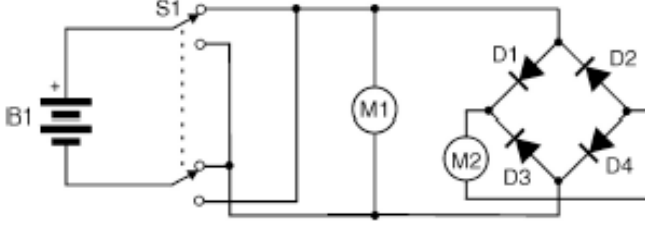
6. Şemada gösterilen devre, ac voltajın yarım devirlerinin sadece yarısını kullanır. Siz eğer diğer yarım devirleri devrenin başka bir bölümünde kullanmazsanız (örneğin başka bir motoru denetlemek için), Şekil 2.16 da gösterilen düzenlemeyi kullanmak daha iyi olacaktır.



Şekil 2.16 Şema 7: tam-dalga denetimi

Filtre kondansatörü, 6. şemada anlatıldığı gibi aynı durumda seçilir. Bu devre, Şekil 2.17 de gösterildiği gibi bir motorun yönünü, voltaj kaynağının kutbiyetinden bağımsız olarak tutmak için dc devrelerde de kullanılabilir.

Bu şekilde, dc güç kaynağını tersine çevirmek için kullanılan içinde tek bir anahtar olan, M2 nin değil de M1 motorunun yönünü tersine çeviren bir devreyi gösteriyor. M2 aynı hatta kablo ile bağlıdır ancak sadece bir yönde çalışır.

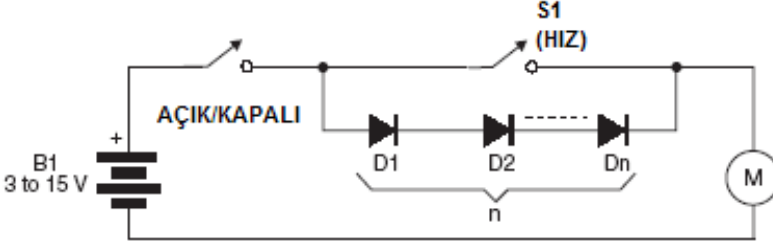


Şekil 2.17 *M2 yönüne etki olmadan M1'in bağımsız denetimi*

Şema 8 Diyet Kullanan İki-Hızlı Devre

Tek diyet kullanımı 0.7 V civarında bir voltaj düşmesine neden olur. (bundan akan akım miktarından bağımsız) 6 ile 15 V arası kaynakları arası güç alan motorları denetlerken eğer, daha büyük voltaj düşüşleri istiyorsak, birden fazla diyet kullanılabilir. Diyetler, Şekil 2.18 de gösterildiği gibi seri olarak bağlanmalıdır.

Her diyet 0.7 V civarında bir voltaj düşmesine neden olur. Bu, üç diyetin uygulanan voltajı 2,1 V azaltacağı anlamındadır. Bir, 6 V güç kaynağı ile başlayarak, bir motora iki-hızlı sistemde 6 veya 3.9 V ile güç verebilirsiniz. Diyetler, 1 A lik motorlara kadar uygun olan IN4002 dir.

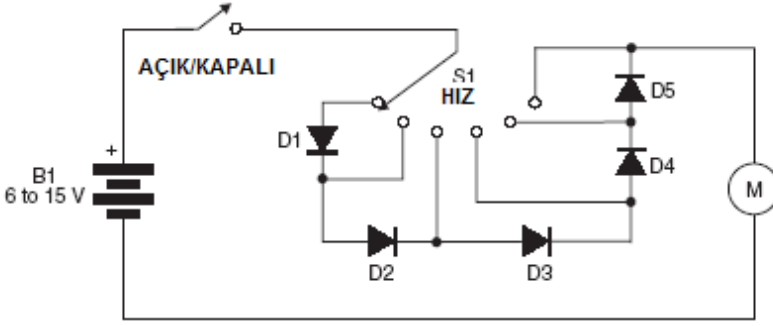


Şekil 2.18 *Şema 8: diyet kullanan iki-hız bloğu*

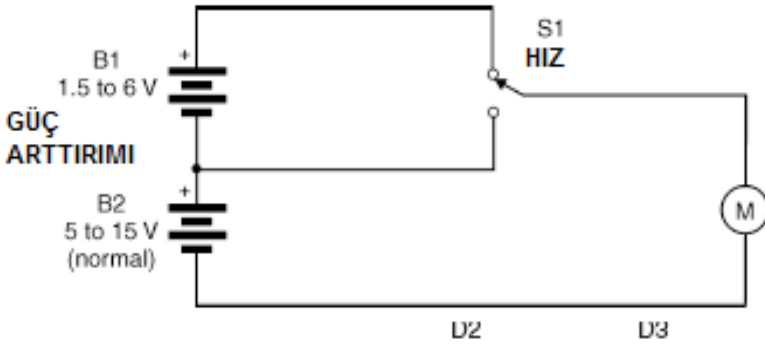
Şema 9 ve Şema 10 Çoklu-Hız Denetimi

Eğer çoklu-diyetler, bir motora seri olarak bağlanırsa; devre içindeki bir anahtar veya sensörlerden hız düşürme faktörü seçilebilir. Bu Şekil 2.19 da gösteriliyor. Devrenin her bir bölümünde kullanılan diyet sayısı sistemin düşürme aşamasını belirler. Eğer her aşamada üç diyet kullanırsanız, örneğin; 2 V un aşamalarında voltajı değiştirerek hızı denetleyebilirsiniz.

Anahtar, 1 kutuplu $\times n$ fırlatma, ki n denetlemek istediğiniz hızların sayısıdır (anahtar pozisyonları). İlk pozisyonda, devrenin çalışan bölümünde hiç diyet olmadan motorun maksimum hızında çalıştığına dikkat edin.



Şekil 2.19 Şema 9: diyot kullanan çoklu-hız denetimi

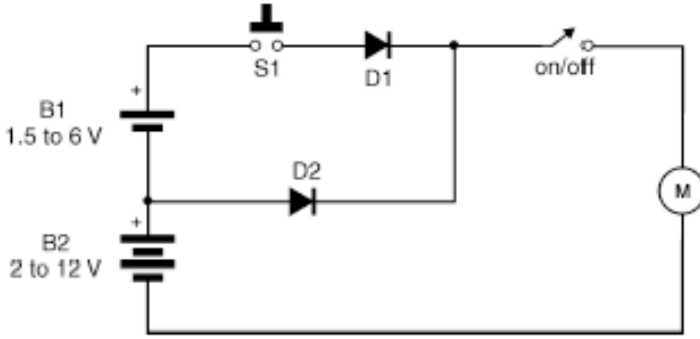


Şekil 2.20 Şema 10: iki batarya kullanan iki-hız çalışması

Şema 11 Güç Busteri

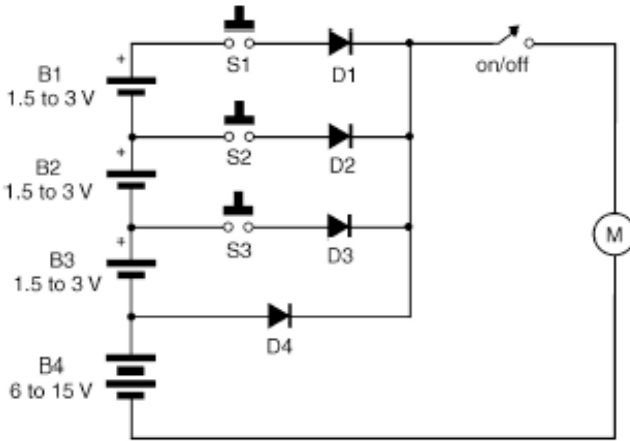
Uygulamalarımızın bazılarında, yük tarafından belirlenen bir hızda bir motor çalışıyor. Fakat eğer, herhangi bir nedenle yük artarsa (ör., robot bir engelle karşılaşır), motor durabilir. Güçte bir anlık artış, robotun önündeki engeli kaldırmasını sağlayabilir. Böyle bir güç, nominalden daha yüksek olan anlık bir voltaj üretilerek uygulanabilir. Şekil 2.21 de gösterilen 11 no'lu şema bunu başarabilir.

Çalıştırılmayan S1 ile beraber, güç motora B2 bataryasından uygulanır. Eğer S1 e anlık geçici basılırsa, motora uygulanan voltaj, B2 tarafından belirlenen bir aşamayla artar. Güç artırımı, robota veya başka aygıta engeli kaldırmaya veya geçmeye yardım etmek için yeterli olabilir. Denetimde robot içindeki “güçlendirme” fonksiyonlu bir röle bu projelerde kullanılabilir. Sensörler ve hatta bir mikroişlemci bile, bu güçlendirici bloğun çalışmasını denetlemek için kullanılabilir. D2 diyotunun fonksiyonu, S1 e basıldığında B1 in bir kısa devre ile karşılaşmasını engellemektir.



Şekil 2.21 Şema 11: güç artırımı

Şema 12 Çok-Aşamalı Güç Busteri



Şekil 2.22 Şema 12: çok aşamalı güç artırıcı

11.Devre, devreye veya operatöre değişik voltaj artışlarını denemesini sağlayarak çoklu buster (güç artırıcı) bataryaları kullanmak için değiştirilebilir. Bu Şekil 2.22 de gösterildiği gibi başarılabilir. Buster bataryaları, motorun nominalden daha yüksek bir voltaj çekmesine izin verdiklerinden uzun zaman aralıkları için bağlanmamalıdır. Bu, kısa süreli çalışmalar (birkaç saniye) için kabul edilebilir ancak daha uzun süreçlerde motorun aşırı ısınmasına neden olur.

Şema 13 Hareketsizlik İlavesi

Bir dc motoru açtığınızda, maksimum güçle başlar ve tüm torkunu (moment) hareket ettirilmesi gereken yüke uygulamaya yönelir. Bu ani

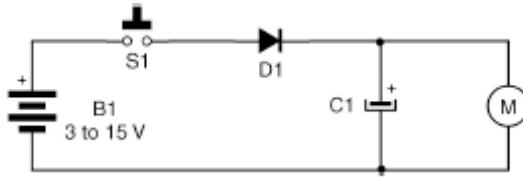
hareket, bazı pozisyonlarda sistemin dengesine etki ederek, pozisyonda ani değişimleri üretmek için bir eğilimdir. Aynı nedenden dolayı, motoru kapattığınızda doğal eğiliminden dolayı aynı etkilerle hemen durdurur. Örneğin, eğer motor bir robotu hareket ettirmek için kullanılıyorsa, bu ani duruş onun düşmesine neden olabilir.

Şekil 2.23 de gösterilen şemata, bir dc motora biraz hareketsizlik ilave edebiliriz. Bunun anlamı, devreye güç verdiğinizde, kondansatörün dolması gerektiğinden motorun “hafif” bir başlama yapmasıdır. Bu Şekil 2.24 de eğrilerle gösterilmiştir.

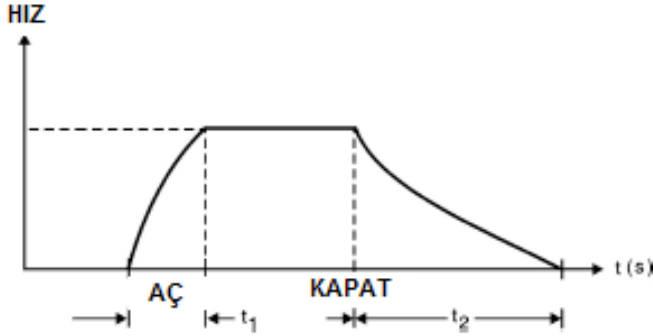
Aynı prensiple, motor kapatıldığında kondansatör içinde biriken enerji, birkaç saniyeden fazla motorun gücünü azaltarak bırakılır. Kondansatör ne kadar büyükse, o kadar fazla hareketsizlik ilave edilir.

Bir robotta, örneğin, bu bir motor kapatıldığında mekanizma ani bir durmayla karşılaşmıyor demektir: hareketsizliğe uygun olarak, duruş hafiftir.

100 ve 4,700 μF arasında kapasitanslı kondansatörlerle 1 A ve 15 V a kadar motorlar kullanırken, uygulamaya bağlı kalarak deney yapabilirsiniz.



Şekil 2.23 Şema 13: hareketsizlik ilavesi



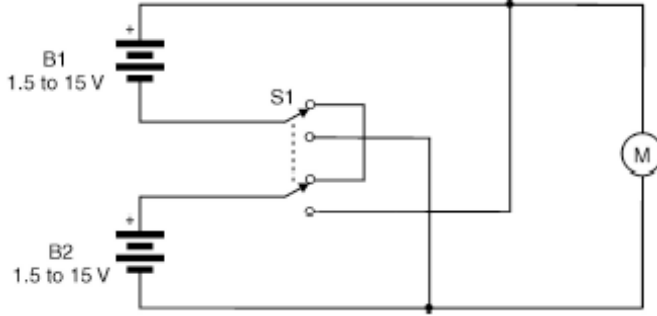
Şekil 2.24 bir kondansatörle hareketsizlik ilavesi

Şema 14 Seri-Paralel Anahtar

Bir motora uygulanan gücü arttırmanın bir başka yolu da, iki batarya kullanmaktır. Bunlar paralel bağlandıklarında daha fazla akım elde edilir; fakat voltaj daha düşüktür. Bunlar seri bağlandıklarında daha fazla voltaj uygulanır, fakat akım düşüktür. Anahtarlama işlemi Şekil 2.25 de

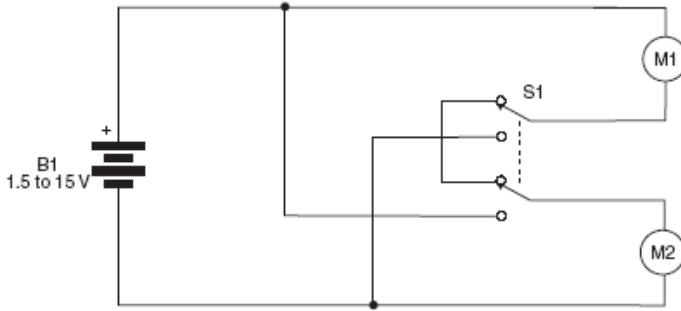
gösterildiği gibi başarılabilir. Bir DPDT anahtarı kullanılır. Tabii ki, anahtar bir rölenin bağlantıları ile değiştirilebilir.

Bu devrede gözlenmesi gereken önemli bir faktör, bataryaların aynı voltajda olmalarıdır. Eğer değişik olurlarsa, paralel olduklarında akım düşük voltajlı olan bataryaya akma eğilimine girer. Devrede bunu sınırlayacak hiçbir şey olmadığından, bataryalar tahrip olabilir. Aynı devrenin, herhangi başka bir voltaj kaynağına (veya sinyale) seri veya paralel olarak bağlamak için kullanılabileceğini aklınızda tutun.



Şekil 2.25 Şema 14: seri-paralel anahtar

Şema 15 Seri ve Paralel Motorlar



Şekil 2.26 Şema 15: seri ve paralel motorlar

Başka bir önemli seri ve paralel anahtar uygulaması ise, Şekil 2.26 da gösterildiği gibi iki motorun denetimindedir. Bu uygulamada kullanılan motorların aynı niteliklere sahip olmaları gerekir (voltaj ve akım).

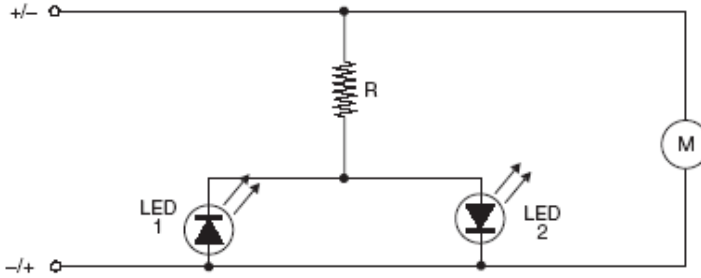
Bunlar paralel bağlandıklarında, her biri ana güç kaynağı voltajından güç alır. Bunlar seri bağlandıklarında, voltaj ikiye bölünür, ve düşük hız modunda çalışırken, her biri sağlanan voltajın yarısını alır.

Ancak, devre her zaman böyle davranmaz. Eğer bir motor, bir diğerinden daha fazla yüklenmişse, voltaj artık ikiye bölünmez. Ağır yüklü motor, daha düşük bir voltajdan güç alacaktır, ve diğeri daha yüksek bir

voltajla çalışacaktır. Başka bir deyişle, bu devrede, her motorda olan voltaj yüke bağlıdır.

Şema 16 LED Yön Göstergesi

Şekil 2.27 de gösterilen şema, 3 V kaynaktan güç alan dc motorlarla kullanılabilir. Hangi LED in yandığı devreden akan akımın yönüne bağlıdır. İleriyi belirtmek için yeşil bir LED, geriye belirtmek için sarı bir LED kullanabilirsiniz. Direnç R nin değeri, aşağıdaki tabloya göre, devreye güç vermek için kullanılan voltaja bağlıdır.



Şekil 2.27 Şema 16: LED yön göstergesi

Voltaj	R
3 V	47 Ω
4.5 V	150 Ω
6 V	390 Ω
9 V	680 Ω
12 V	1.2 k Ω
15 V	1.8 k Ω
18 V	2.7 k Ω
24 V	3.3 k Ω
36 V	4.7 k Ω
48 V	6.8 k Ω

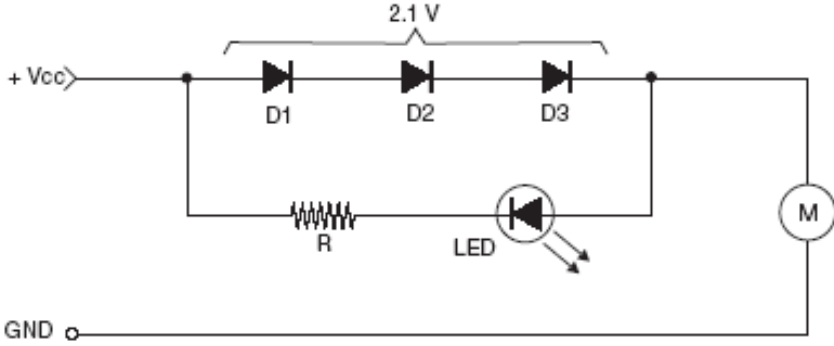
Eğer motor, bir hız denetimi üzerinden voltaj erimlerinde çalışıyorsa; uygulanan en yüksek voltaj için olan uygun direnci kullanın. Tüm dirençler; $\frac{1}{4}$ W $\times$ %20 dir.

Şema 17 Akım Göstergesi

Şekil 2.28 de gösterilen şemadaki LED, akım motora akarken parlar. Parlaklığı, akan akım miktarından oldukça bağımsızdır.

Üç diyot, 2.1 V civarında bir voltaj düşmesine neden olur. Kırmızı Led in ileri polarizasyon gerilimine ve yanması için 1.6 V a ihtiyacı vardır. Eğer başka bir tür LED kullanıyorsanız (1.8 V a ihtiyacı olan sarı veya 2.1

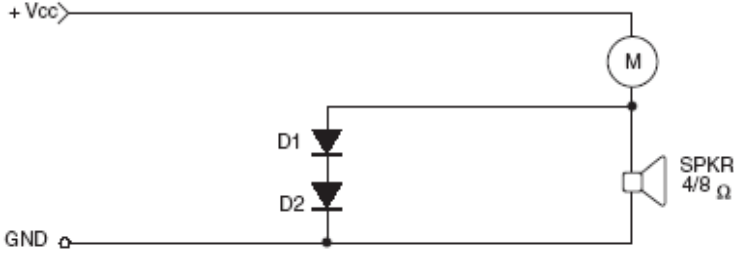
V a ihtiyacı olan yeşil gibi) voltaj düşmesi için devreye bir veya iki diyot ilave etmek ihtiyacınız olabilir. Her durumda, diyotlar motora uygulanacak olan voltajı düşüreceklerdir.



Şekil 2.28 Şema 17: akım göstergesi

Şema 18 Ses İlavesi (I)

Bir dc motor içinde oluşan anahtarlama işlevi, motorun çalışma frekansında bir ses üretir. Eğer küçük bir hoparlör bir dc motora seri olarak bağlanırsa, anahtarlama işlevi ile üretilen voltaj bir sinyal gibi düşünülebilir ve çoğaltılabilir. Bu Şekil 2.29 da gösterilen bloğun amacıdır.



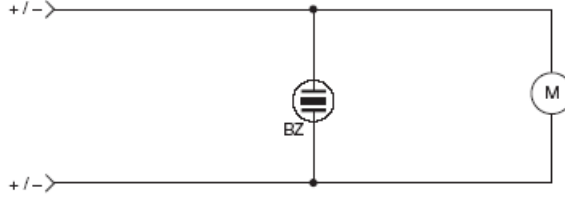
Şekil 2.29 Şema 18: ses ilavesi (I)

Hoparlörle paralel olarak yerleştirilmiş bir veya iki diyot, torku ve hızı sabit tutarak bu bileşendeki (empedanstan “iç direnç” dolayı) voltaj düşmesini önler. Burada herhangi bir küçük hoparlör (2 – 4 inç ve 4 – 8 Ω arası) kullanılabilir. Bu devre, akan akımın sadece tek yönde olduğunda belirtildiği gibi olur ve iki diyot kullanır.

Şema 19 Ses İlavesi (II)

Dc motorlarla paralel olarak yerleştirilmiş küçük piezoelektrik güç çeviricileri, Şekil 2.30’da gösterildiği gibi anahtarlama işleminde üretilen sinyalleri çoğaltacaktır. Motor sargılarınca üretilen indüktans tarafından

anahtarlama işleminde ortaya çıkan tersine çevrilmiş voltajdan güç alan bazır (zil) olduğundan diyot gereklidir.



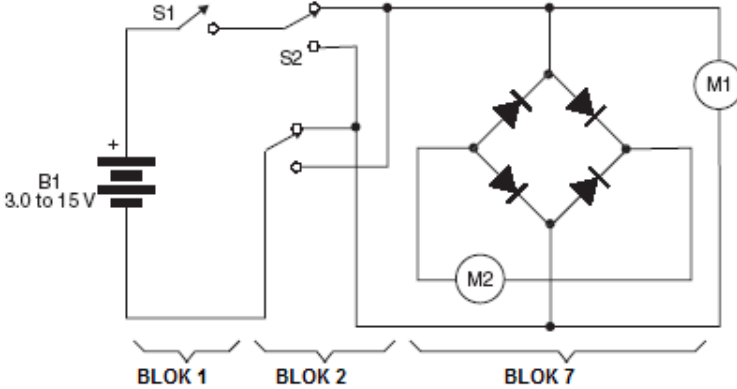
Şekil 2.30 Şema: 19 ses ilavesi (II)

Şema 20 İki-Kablo × İki Motor Denetimi

Şekil 2.31 de örneklenen devre, 1.- 2. ve 7. devreleri/şemaları, robotik ve mekatronikler açısından tek bir kompleks devre uygulaması altında birleştiriyor. 1. Şema, iki motor için (M1 ve M2) aç/kapa denetimi içindi. S2 anahtarı, M1 ve M2 nin yerleştikleri yerde, uzak devredeki akımın yönünü denetler.

Bu düzenlemede, M1 akıma duyarlıdır ve akım akışı değiştiğinde yönünü tersine çevirir. Fakat M2, 7. Şemanın varlığına uygun olarak akım akışına duyarlı değildir ve akım tersine olduğu zaman yönünü tersine çevirmez.

Bu devre için bir uygulama da, sevk motoruna güç veren aynı devreden güç alan bir fanın olduğu robottur. Fan Motoru, M2dir. Eğer devredeki akım tersine çevrilirse, fan aynı yönde çalışmaya devam eder.

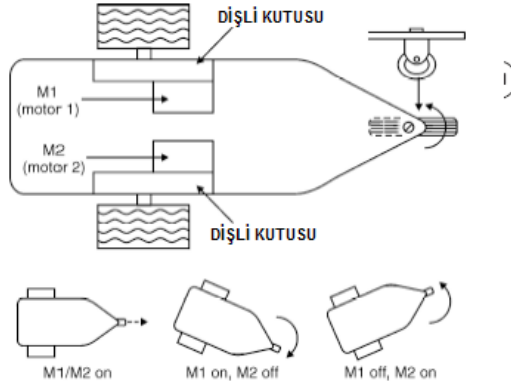


Şekil 2.31 Şema 20: üç farklı devre/şema kullanan iki-kablo×iki motor denetimi

2.5 Proje Önerileri ve İlave Bilgiler

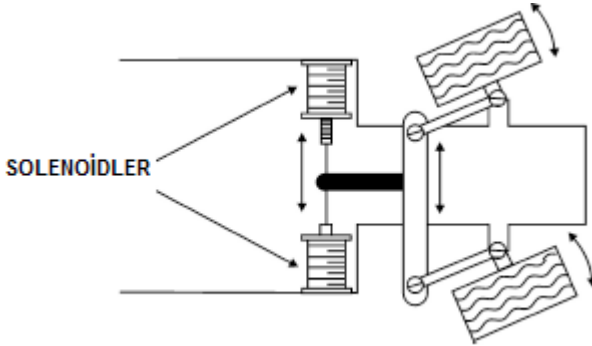
Bir robota yön kontrolü ilave etmenin en basit yolu, Şekil 2.32 de gösterildiği gibi iki motor kullanmaktır. Eğer iki motor da açıksa, robot

düz bir çizgide gider. Eğer bir motor açık ve diğer motor kapalı ise, robot kapalı olan motorun yönüne döner. Aynı denetim, motorların farklı hızda çalışmalarıyla da sağlanabilir.



Şekil 2.32 *iki motor kullanan yönlü sistem*

Şekil 2.33 de gösterildiği gibi, basit mekanik sistemler, bir dişli kutusuna bağlı tek bir dc motorla da düzenlenebilir. Yukarı, aşağı hareket ve hız, doğrudan motor tarafından denetlenebilir.



Şekil 2.33 *solenoidlerin kullanımıyla yön denetimi*

Bu genel düşünceden çıkarak, bir çok projeler geliştirilebilir. Küçük HE (yüksek-verim) ve LE (düşük-verim) dc motorlar ve dişli kutuları bir çok komponent tedarikçisinden alınabilir. En tutulanları, 1.5 ile 3 Volt'luk DC motorlardır. Bunların 12 Voltluk yüksek hızlı mesela dakikada 15.200 devre çıkan ya da yine 9-18 voltluk dakikada 24.000 devre kadar çıkan küçük motorları, tedarikçilerden edinmek mümkündür. Yine farklı hız ve torklar için çift çıkışlı shaft ve dişli kutularını da bir çok tedarikçiden (katalogla satış yapan uluslararası tedarikçilerin yanında Ankara Konya

Sokak ve İstanbul Karaköy vb yerlerdeki tedarikçiler dahil temin etmek mümkündür.

3 Motor - Röle ve Solenoitler

3.1 Amaç

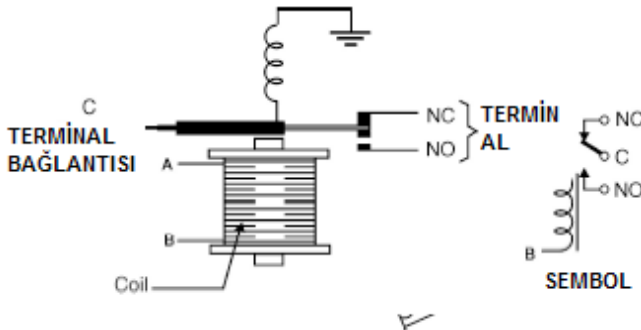
Bu bölümde, motorlar, solenoitler ve röleler gibi yüklerin denetiminde transistorlerin nasıl (çift kutuplu ve güç FET'leri) kullanılacağını gösterilecektir. Hareket ve devre denetiminin ikisini de kapsayan pratik şemalar projelerde kullanılabilir.

3.2 Teorik Temeller

2.Bölüm'de, akım akışının yönünü değiştirerek bir dc motoru ve uygulanan voltajı nasıl denetlenebileceği incelendi. Projelerimize, sadece motorların denetimine izin veren değil, solenoitler, elektromıknatıslar, lambalar ve elektronik devreler gibi diğer yüklere de izin veren iki yeni eleman ilave edilebilir. Aşağıdaki şemalar, bu iki yeni elemanı nasıl kullanacağınızı gösteriyor: röle ve transistör.

3.2 Röle

Röleler elektromekanik anahtarlardır. Temel olarak Şekil 3.1 de gösterildiği gibi bir sargıdan ve bir veya daha fazla çift bağlantıdan oluşmuştur. Sargıya bir voltaj uygulandığında, akım akışı bağlantıları çeken ve bunları kapatan bir manyetik alan yaratırlar. Eğer sargıdaki akım kesilirse, manyetik alan kaybolur ve bağlantılar açılır. Bu bağlantılar tarafından denetlenen bir harici devre, sargıdaki akım tarafından açılıp, kapatılabilir.



ŞEKİL 3.1 Röle yapısı ve sembolleri

Bu düzenlemede iki önemli özelliğe dikkat edilmelidir.

- Denetlenen devre, kontrol edilen devreden tamamen yalıtılmıştır.
- Yüksek-voltaj ve/veya yüksek-akım devrelerini denetlemek için rölenin sargısına düşük voltaj ve düşük akım uygulayabiliriz.

Röleler, verilen uygulamaya uygun olarak değişik boyutlarda ve değişik elektrik nitelikleri ile elde edilebilir.

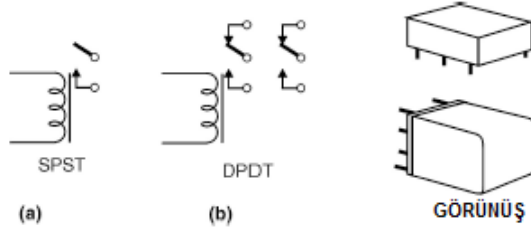
Bu projelerde röleleri kullanırken aşağıdaki niteliklere dikkat etmeliyiz:

- *Nominal* veya *sargı* voltajı. Bu öyle bir voltajdır ki, sargıya uygulandığında bağlantılar kapanır. Pratikte; bir röle, bağlantısını belirtilenden daha düşük voltajlarla bağlantılarını kapatır ve hatta *histerezis* niteliğini göstererek nominal değerin altına bile düşse kapalı tutar. 3 ile 48 V arası nominal voltajlı röleler, robotik ve mekatronik uygulamalarda yaygındır.
- Sargı akımı. Bu, nominal değer uygulandığında sargıda akan akımdır. 20 ve 100 mA arası akımlar rölelerde yaygındır.
- Sargı direnci. Direnç; nominal değeri sargı akımına bölerek kolaylıkla bulunabilir. 50 ile 500 Ω arası değerler yaygındır.
- Bağlantı akımı. Bu; bir röle tarafından denetlenebilen maksimum akımdır. Tipik değerler 1 ile 10 A arası erimdedir.

Röleler Nasıl Kullanılır. Şekil 3.2 sıradan rölelerin görünüş ve sembollerini gösteriyor. Bir röle, bir elektrik sinyali ile çalışan bir anahtar gibi düşünülmelidir. Şekil 3.2a bir SPST rölesini ve 3.2b bir DPDT rölesini gösteriyor. Çoklu bağlantılı olan diğer türler de elde edilebilir.

3.2.2 Röle Kullanan Temel Şemalar

Aşağıdakiler, röle ve diyot, direnç, kondansatör gibi bazı pasif bileşenleri kullanan şemalardır. Rölelerle birleşen diğer elemanları da içeren daha kompleks uygulamalar bu kitabın sonraki bölümlerinde tartışılacaktır.

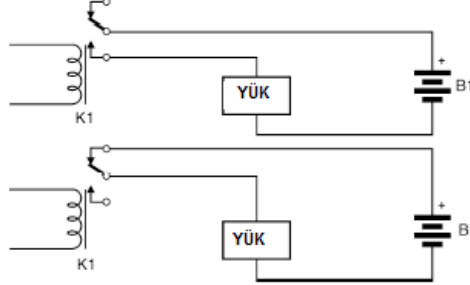


Şekil 3.2 röle çeşitleri

Şema 21 Bir Yükün Açılması ve Kapanması

Bu rölelerde dikkat edilecek önemli bir detay da, sembollerde gösterildiği gibi normal olarak açık olan (NO) veya normal olarak kapalı olan (NC) bağlantıları olmalıdır. Bir röleden bir yükü denetlemenin en basit yolu, bu bağlantılardan birini ve Şekil 3.3 de gösterildiği gibi bilinen (C) yi kullanmaktır.

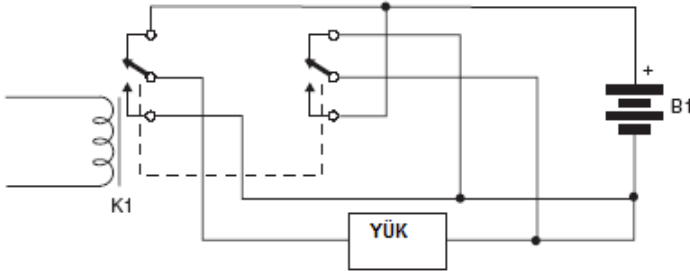
Eğer NO ve C bağlantıları kullanılırsa, röle bağlantıları kapattığı zaman (sargısında enerji olduğu zaman) yük güç alır. Eğer NC ve C bağlantıları kullanılıyorsa, rölede enerji olduğu zaman yük kapanır. Bunun anlamı; yükleri açmak ve kapatmakta röleleri kullanabilirsiniz demektir. Rölelerin sadece akımın sargıdan akarken kapalı olduğunu hatırlayın.



Şekil 3.3 Şema 21: bir yükün açılması ve kapanması

Şema 22 Akım Revizyonu

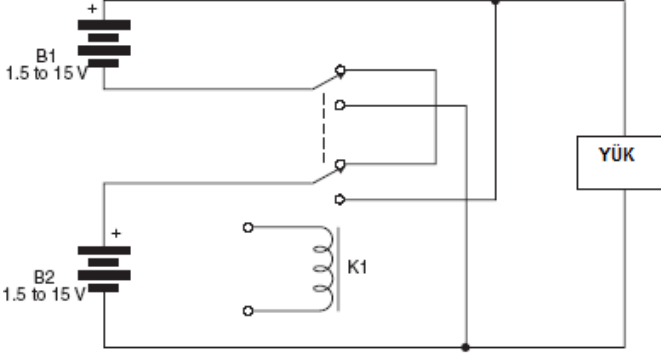
Rölenin başka bir kullanımı da 2.Bölüm’de gösterildiği gibi DPDT anahtarını kullanırken akımı tersine çevirmesidir. Röle, Şekil 3.4’de gösterildiği gibi kullanılır.



Şekil 3.4 Şema 22: akımı bir röle ile tersine çevirme

Şema 23 Seri-Paralel Anahtarlama (I)

Bu 14 no'lu şemada açıklanan uygulamanın aynısıdır ancak, anahtar bir röle ile değiştirilmiştir. Şekil 3.5 de gösterilen bloğun fonksiyonları şöyledir:



Şekil 3.5 Şema 23: seri-paralel anahtarlama (I)

- Röle kapalı olduğu zaman (sargıdan akım geçmez), bataryalar seri bağlıdır.

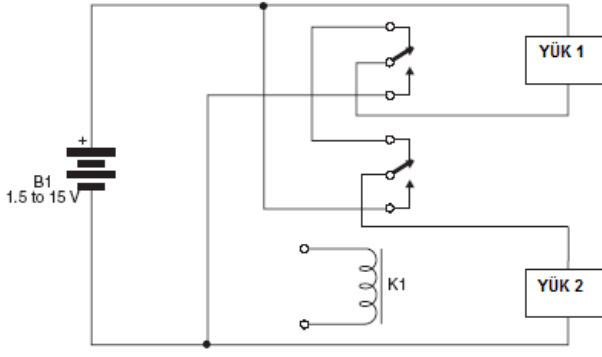
Rölede enerji olduğu zaman, bataryalar paralel bağlanmış olur. Bataryalar

başka devrelerle değiştirilebilir (örneğin, bir sinyal kaynağı),

- Yüklerin denetimi için röleye uygulanan voltajın, bataryaların voltajından farklı olabileceğine dikkat edin.

Şema 24 Seri-Paralel Anahtarlama (II)

Şekil 3.6 ile gösterilen devre, iki yükü bir güç kaynağına seri veya paralel olarak bağlayarak anahtarlar. Röle açık olduğu zaman, yükler seri olarak voltaj kaynağına bağlanırlar. Röle kapalı olduğu zaman paralel bağlanırlar. Devre, robotik ve mekatronik aygıtlarda dc motorların gücünü arttırmak için kullanılabilir. Aynı devre, röle açık olduğu zaman yükleri paralel olarak anahtarlarken bir ters modda kullanılabilir.



Şekil 3.6 Şema 24: seri-paralel anahtarlama (II)

Şema 25 Zamanlı Röle

Röleye enerji vermek için kısa bir voltaj pulsu kullanılır. Bununla beraber, kondansatörün kapasitesine bağlı olarak, puls gittikten sonra, bir süre için kondansatör röleyi enerjili tutar. Şekil 3.7 de gösterilen şemata, puls, anlık bir anahtarla uygulanıyor, ancak robotik ve mekatronik uygulamalarda, herhangi

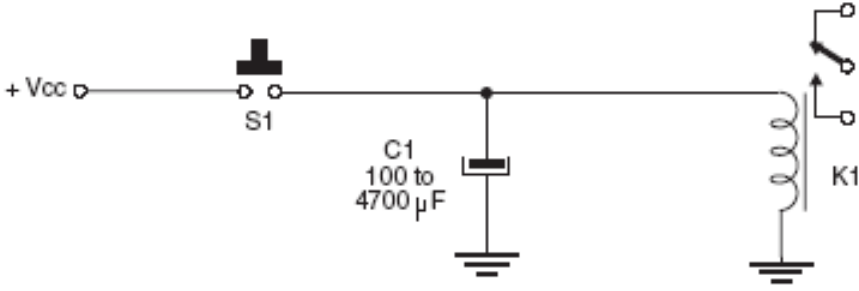
bir sensör kullanılabilir.

Sensör örnekleri; lamalı (dilli) anahtarlar ve çok kısa pulslarla çalıştırılabilen mikroanahtarlar içerirler. Bu; devrenin güç aldığı anda, verimli çalışması için daha uzun bir sürede kalması ihtiyacında faydalıdır.

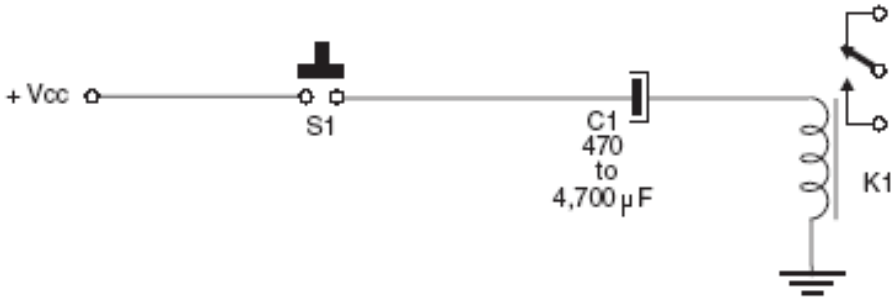
Kondansatörün uygun değeri, rölenin açık olduğu zamana ve hatta rölenin direncine de bağlıdır. Röleler için 50 ile 1,000 Ω arası tipik değerler 100 ile 4,700 μF erimindedir. Rölenin, S1 e basıldığında başlayan ve bağlantıları kapalı tutacak (0 V a düştüğü zaman değil), voltajın en az seviyeye düştüğü zamanki bir zaman aralığında açık olacağına dikkat edin.

Şema 26 Kısa-Etkimli Röle

Şekil 3.8 de gösterilen devreyi kullanırken; S1 basılı olduğu zaman (veya bir sensör çalıştığında) röle kısa süreli kapalıdır. Röle açık olduğundaki zaman aralığı, kondansatör değerine ve röle sargısının direncine bağlıdır. Devrenin zaman sabitliği; bağlantıları kapalı tutan (tutan voltaj) sargıdaki voltajın en aza düştüğü yer olan S1 basımında hemen ölçülür. 470 ile 4.700 μF arası röleler yaygın uygulamalarda kullanılabilir.



Şekil 3.7 Şema 25: zamanlı röle



Şekil 3.8 Şema 26: kısa-etkimeli röle

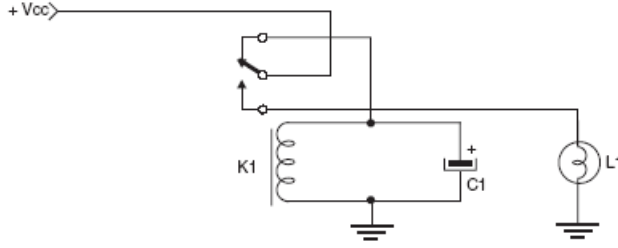
Şema 27 Flaşör

Röle, bağlantılarını sargı direncinin ve kondansatör değerinin belirlediği bir frekansta açıp, kapayacaktır. Bu frekansa göre bir lamba yanıp sönecektir.

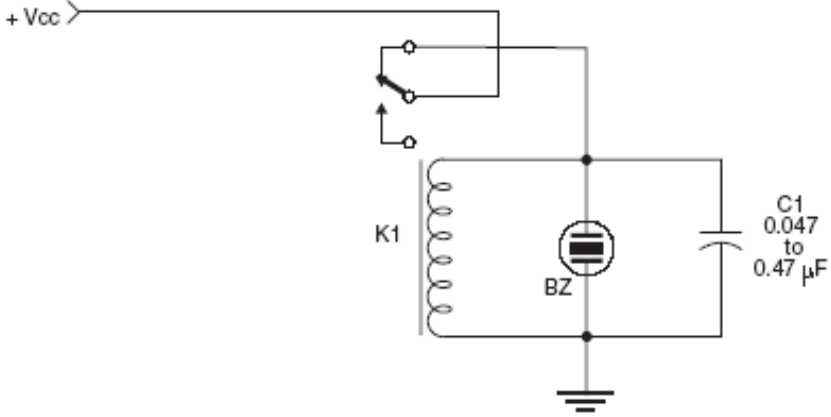
Şekil 3.9 da gösterilen devre 50 ile 500 Ω arası sargılarla röle kullanılabilir ve kondansatör ise, 100 ile 4,700 μF arası bir erimde açıkça belirlenir. Bu düzenleme, robotlar için ve hatta dekoratif lambaları ışılatmak için sinyalleme sisteminde kullanılabilir.

Şema 28 Pasif Bazır

Şekil 3.10 da gösterilen ilginç uygulama, küçük bir hoparlörde sürekli bir ses tonu üretmekte ve hatta bu ses bir piezoelektrik transducerde bile üretilebilir. Frekans; rölenin sargısı ve C kapasitans indüktansı ile verilen sabit zamanla belirlenir. 0.047 ve 470 nF arası ayarlı kondansatörler özel bir uygulamada deneysel olarak uygulanabilir. Herhangi küçük bir hoparlör seri olarak röle ile bağlanabilir. Piezoelektrik bazır lar sargı ile paralel olarak bağlanmalıdır.



Şekil 3.9 Şema 27: flaşör

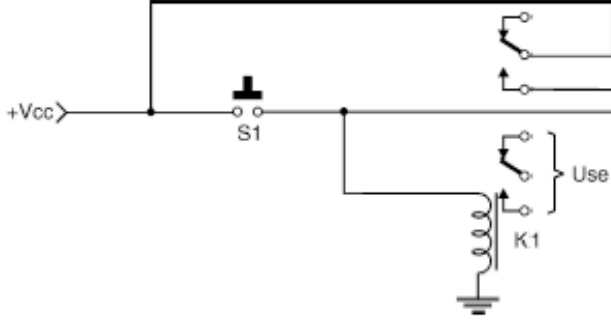


Şekil 3.10 Şema 28: pasif buzır (ses sinyali)

Şema 29 Kilitli Röle

S1'e anlık geçici olarak basıldığında, röle bağlantılarını kapatır ve kaynak voltaj kesilene kadar bu durumda kalır. S1, uygulamaya uygun olabilecek herhangi bir sensör, mikroanahtar veya başka bir anlık temas anahtarı olabilir. Eğer bir DPDT rölesi yerleştirilmişse; şekil 3.11 de önerildiği gibi ikinci çift bağlantılar, herhangi harici bir devreyi denetlemek için kullanılabilir.

Devreyi kapatmak için, güç kaynağı voltajını kesebilirsiniz, fakat başka olası yaklaşımlar da vardır. Bunlardan biri de, sargı ile beraber paralel bir anahtar kullanarak anlık bir kısa devre yaratmaktır. Başka bir çözümse, bir sonraki şemata verilmiştir.



Şekil 3.11 Şema 29: kilitli röle

3.3 Anahtarlı Transistör

Röleler, bir elektrik sinyali ile bir yükü denetlemekte kullanılan yegane bileşenler değildirler. Transistör de bu fonksiyon için uygulanabilir ve böyle yapılmasının da bir çok avantajı vardır. Robotik ve mekatronik uygulamaların bir çoğunda idealdirler. Temel avantajlar şunlardır:

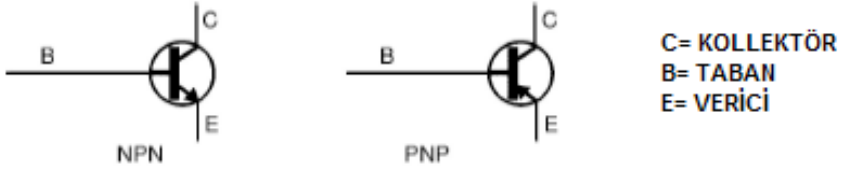
- Düşük maliyet
- Küçük boyut
- Yüksek hız
- Yüksek algılama

İki tür ana transistör vardır: bipolar (çift kutuplu) ve alan etkili. Şimdi bunların anahtar olarak nasıl kullanıldıklarını görelim.

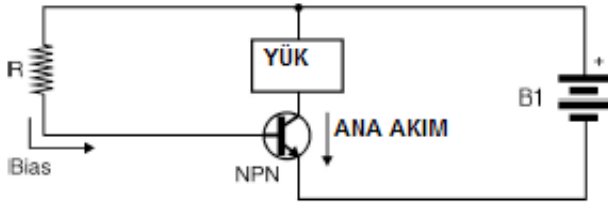
3.3.1 Bipolar transistörler

Şekil 3.12 de gösterildiği gibi, imal edildikleri yarı iletken malzemenin iç yapısına göre sınıflandırılmışlardır. İki tür arasında ana farklılık, fonksiyon anında oldukları zaman akımın yönüdür. Şekil 3.13 de gösterildiği gibi, NPN transistörü, verici polarizasyonuna uygun olarak taban pozitif olduğunda, kolektör ve verici polarizasyonu arasında büyük bir akımı harekete geçirir.

Tipik bir transistor de, kolektör ve verici polarizasyonu arasındaki akım; bu aygıtların $100 \times$ veya daha fazlası kazanım üretebilme anlamına gelen, tabana uygulanan akımdan 100 kere daha fazla olabilir. Bir NPN transistörün çalışmasında kolektör voltaj kaynağının artı kutbuna ve verici polarizasyon voltaj kaynağının eksi kutbuna bağlı olmalıdır.

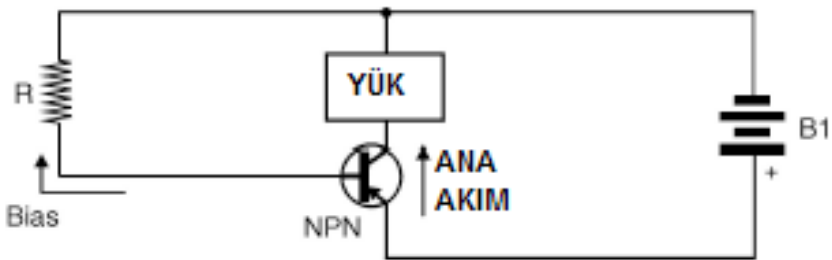


Şekil 3.12 Bipolar transistör çeşitleri

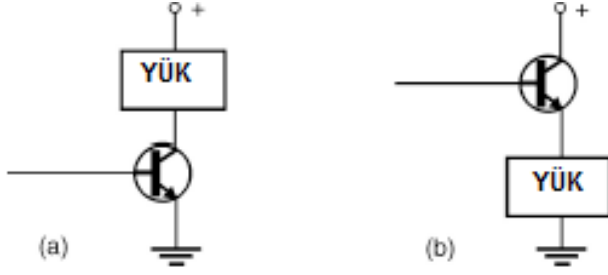


Şekil 3.13 Bir NPN transistörünün çalışması

Diğer yandan, bir PNP transistörü, Şekil 3.14 de gösterildiği gibi verici polarizasyona uygun olarak, taban negatif olduğunda verici polarizasyon ve kolektör (bir NPN transistörü ile kıyaslandığında) arasındaki büyük bir akıma yardımcı olur. Voltaj kaynağının pozitif tarafı verici polarizasyona ve negatif tarafı kolektöre bağlı olmalıdır. Bir transistör tarafından denetlenecek olan yük, kolektör ve güç kaynağı arasına veya Şekil 3.15 de gösterildiği gibi verici polarizasyon ile güç kaynağı arasına yerleştirilebilir.



Şekil 3.14 Bir PNP transistörün çalışması



Şekil 3.15 Yüklere bir NPN transistöre kablolanması

Bir bipolar transistörü bir proje tasarımında kullanırken dikkat edilmesi gereken ana nitelikler şunlardır:

- Vce. Bu, transistörü yakmadan kolektör ve verici polarizasyon arasında uygulanabilecek maksimum voltajdır. Tipik değerler 20 ile 500 V arasındadır.
- IC. Bu, kolektör terminalinden akabilecek maksimum akımdır; transistör tarafından denetlenebilecek maksimum akımdır. Tipik değerler 100 mA ile 10 A arasındadır. 500 mA üzerindeki akımları denetleyebilen transistörler, *güç transistörleri* olarak anılırlar ve soğutma plakasına monte edilmelidirler.
- Pd. Bu, maksimum güç gidermesi ile ilgilidir, ör., transistör tarafından ısıya çevrilebilen maksimum güç miktarı. 1W lık bir Pd'li transistörler veya daha fazla olanları *güç transistörleri* olarak sınıflandırılırlar ve soğutma plakasına monte edilmelidirler.

Robotik ve mekatronik devrelerde, bipolar bir transistör bir çok işi gerçekleştirmek için kullanılabilir. Bir tanesi, sonraki şemalarda göreceğimiz gibi, tabana az bir akım uygulayarak yükü veya herhangi bir devreyi açıp kapatmaktır. Yük; sonraki şemalarda göreceğimiz gibi bir röle, motor, lamba veya herhangi bir başka elektronik devre olabilir.

3.3.2 Alan Etkili Transistör veya FET ler

Şekil 3.16 da gösterildiği gibi alan etkili transistörler dört ana çeşitte üretilir. 3.16a da FET (J-FET) birleşmesini görüyoruz ve 3.16b de metal-oksit yarı-iletken alan etkili transistörleri (MOSFETler) gösteriyoruz.

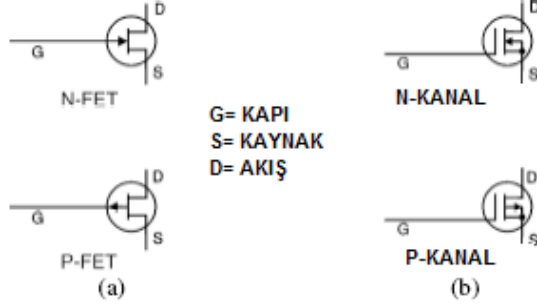
Bu transistörlerin çalışma prensibi aynıdır: kaynak ve akış arasındaki akım, kapıya uygulanan bir voltaj ile denetlenebilir. Akımın yönü ve kapıya (G) uygulanan voltajın kutbiyeti türe bağlıdır.

N-kanalı, kaynağa bağlı olarak, kapı pozitif yapıldığında akımı taşır. Şekil 3.17; transistörün akış (d) ve güç kaynağı arasına yerleştirilen yükün

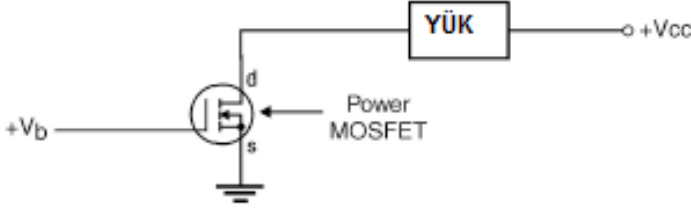
bir uygulamasını gösteriyor. Bu bölümde sunulacak olan şemalarda göreceğimiz gibi bipolar transistörlerde olduğu gibi, FET'ler aynı fonksiyonlar için kullanılabilir.

FET'lerde dikkat edilmesi gereken ana nitelikler şunlardır:

- V_{ds} . Bu, akış ve kaynak arasında uygulanabilecek maksimum voltajdır. Tipik değerler 50 ile 1000 V arası erimdedirler.



Şekil 3.16 alan etkili transistör çeşitleri



Şekil 3.17 Güç MOSFET

- I_d . Bu, aygıtın karşısındaki maksimum akımdır. 50 mA ve 100 A arası değerler yaygındır. Güç FET lerle veya güç-MOSFET lerle ilgili olan özel transistörler 1 A üzeri akımları denetleyebilirler. Bunlar, soğutma plakalarına monte edilmesi gereken güç transistörleridir.
- P_d . Bu, transistörün, çalışırken ısıya çevirebileceği maksimum güç miktarıdır.

3.4 Pratik Şemalar

Aşağıdaki, bipolar ve güç-MOSFET transistörler kullanan ana devreler robotik ve mekatronikte faydalı olabilirler.

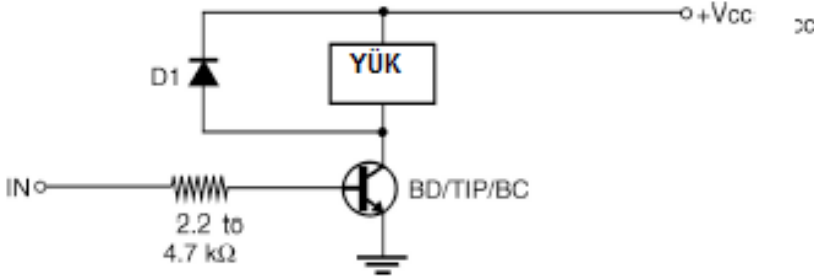
Şema 30 Bir NPN Transistörü ile Anahtarlama

Şekil 3.18’de gösterilen şema, bipolar bir NPN transistörün bir yükü denetlemekte nasıl kullanılabileceğini gösteriyor. Yük; bir röle, solenoid veya lamba olabilir. Eğer motorlar ve solenoidler gibi indükleyici yükler çalıştırılmışsa; diyot (IN4002 veya eşdeğeri) gereklidir.

Eğer, bir röle (50-500 Ω arası ve 100 mA e kadar) veya 100 mA e kadar herhangi bir yükü denetliyorsanız, transistör bir BC547, BC548 veya eşdeğeri olabilir. BD135, 1 A e kadar ve TIP31, 2 A e kadar olan yükleri denetleyebilirler. Bu transistörler bir soğutma paneline monte edilirler.

R1 taban akımının sınırlandırılmasında kullanılır. 1 ile 12 arası bir voltaj girişe uygulandığı zaman devre açılacaktır. BC458 kullanırken bu devreyi çalıştırmak için 100 μ A civarında bir akım gereklidir.

Aynı şekilde, bir anahtarın bu devreyi denetlemesi için nasıl kullanılabileceğini gösteriyoruz. Anahtarı değiştirerek, LDR ler gibi sensörler de kullanılabilir.

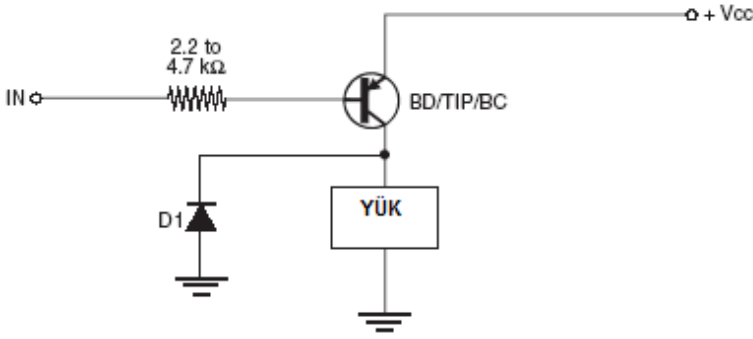


Şekil 3.18 Şema 30: bir NPN transistörü ile anahtarlama

Şema 31 Bir PNP Transistörü ile Anahtarlama

Şekil 3.19 ile gösterilen devre, önceki devreler gibi aynı yükleri çalıştırabilir. 100 mA a kadar olan yükler için kullanılan PNP transistörü, BC558 olabilir. 1 A e kadar olan yükler için BD136 veya BD138, 3 A e kadar olan yükler için TIP32 ve hatta TIP42 kullanın.

Giriş toprağa bağlandığında veya negatif voltaj uygulandığında yük açılır. 100 μ A civarında bir giriş akımı ile beraber, transistör kazanıma bağlı olarak 100 mA a kadar olan yükler çalıştırılabilir. Bu duyarlılık, LDR ler gibi dirençli sensörlerin kullanımına izin verecek yeterliliktedir. İndükleyen yükleri çalıştırırken diyot gereklidir.

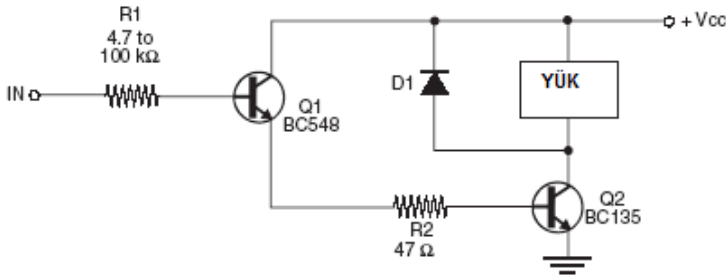


Şekil 3.19 Şema 31: bir PNP transistörün anahtarlanması

Şema 32 Bir NPN Darlington Çiftinin Kullanımı

Doğrudan bağlı iki NPN transistörü, Şekil 3.20’deki devrede gösterildiği gibi bir çalıştırma aşamasındaki kazanımı artırabilir. Aşamadaki kazanım, Q2 kazanımının Q1 kere kazanımıdır. Birkaç miliamper ile, motorlar, solenoidler ve röleler gibi yüksek akımlı yükleri çalıştırmak mümkündür.

Q1; BC548 veya 2N2222 gibi herhangi bir NPN genel-amaçlı silikon transistör olabilir. Hassas röleler için (50mA e kadar), BC548 veya 2N2222 kullanılabilir. 1A’e kadar yükleri doğrudan çalıştırırken BD135 veya BD137 kullanın ve 3A’e kadar olan daha büyük yükleri çalıştırırken soğutma paneline montajlı TIP31 veya TIP41 kullanın. Diyot D1, indükleyen yükler ile çalışırken gereklidir.



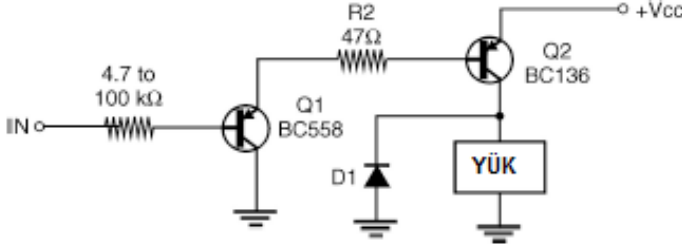
Şekil 3.19 Devre 31: bir NPN transistörün anahtarlanması

Giriş direnci, sinyal kaynağına bağlıdır. Giriş, 2 ve 12 V arası pozitif bir voltaj aldığı zaman yük açılır. Devreyi çalıştırmak için birkaç mikroamper gereklidir. Bir LDR bu aşamayı görmek için kullanılabilir.

Şema 33 Bir PNP Darlington Çiftinin Kullanımı

PNP transistörleri kullanan bir önceki devrenin eşdeğer düzenlemesi Şekil 3.21’de gösterilmiştir. 50 mA e kadar olan yükler için, BC558 veya genel amaçlı silikon PNP transistörü kullanın. 1A’e kadar olan yükler için BD136 veya BD138 kullanın ve 3A’e kadar olan yükler için TIP32 veya TIP42 kullanın.

Giriş toprağa bir anahtarla, herhangi bir dirençli sensörle veya harici bir devre ile bağlandığında devre çalışır. Yükü açmak için birkaç mikroamper gerekir. İndükleyen yükleri çalıştırırken bir diyot gereklidir.

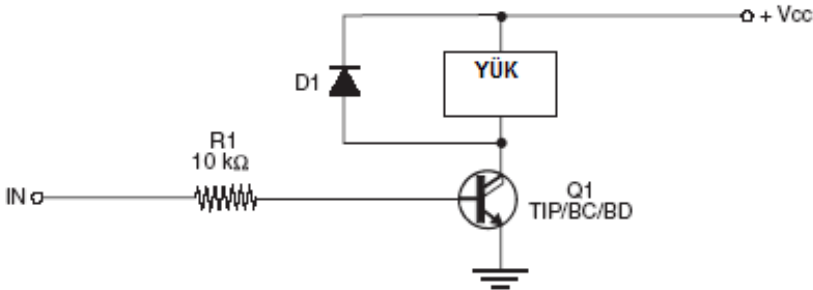


Şekil 3.21 Şema 33: bir PNP Darlington çiftinin kullanımı

Şema 34 Bir NPN Transistörün Kullanımı

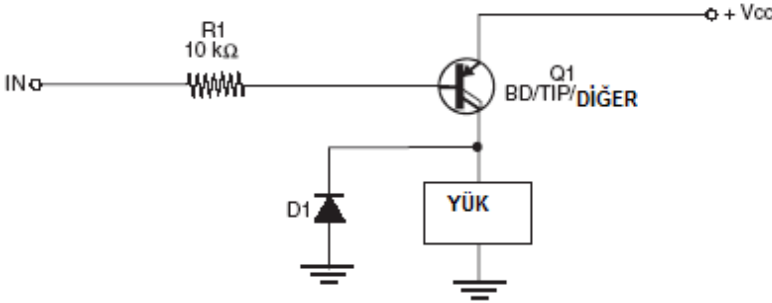
Bir Darlington çiftini oluşturmak için ayrı olarak iki transistör kullanımı yerine bir Darlington transistörü gibi sarılı iki transistör içeren bir aygıt kullanmak mümkündür. Bu aygıtlara Darlington transistörleri denir ve PNP şeklinden ziyade bir NPNde bulunabilir. Şekil 3.22, daha önceki şemalarda gösterildiği gibi bir yükü çalıştırmak için nasıl kullanılabileceğini gösteriyor.

Gösterilen transistör, 1 A e kadar olan akımları denetleyebilen bir TIP111 dir. 1,000 kadar yüksek bir akım kazancı vardır. Bunun anlamı, girişteki 1 μ A akım yükte 1 A akıma neden olur demektir. NPN şema eşdeğerinde, girişe pozitif voltaj uygulandığında yük açılır.



Şekil 3.22 Şema 34: bir Darlington NPN transistörün kullanımı**Şema 35 Bir PNP Darlington Transistörün Kullanımı**

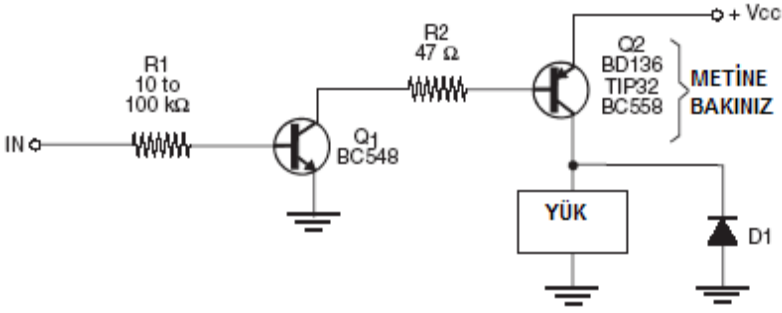
PNP Darlington transistörü için eşdeğer devre Şekil 3.23 ile gösterilmiştir. Nitelikleri; giriş toprağa bağlandığı zaman devrenin açılması hariç, önceki devreler ile aynıdır.

**Şekil 3.23 Şema 35: bir PNP Darlington transistörün kullanımı****Şema 36 Katmalı Sürücü (I)**

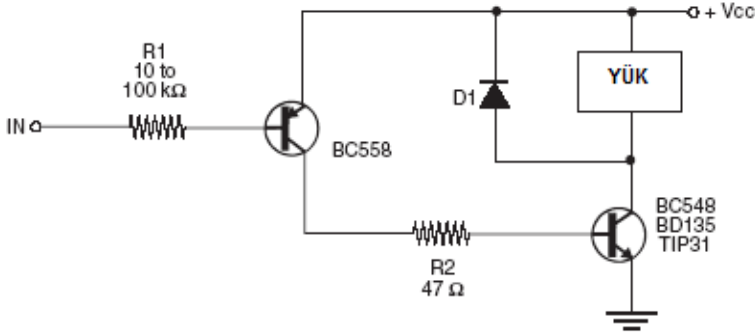
Şekil 3.24 de gösterilen şemata, önceki şemalarda olduğu gibi yüklerin çalıştırılmasında bir yüksek-kazanım aşamasını oluşturmak için doğrudan bağlanan iki transistörümüz var (biri NPN, diğeri PNP). Q1, bir NPN transistördür. BC548, 2N3904, 2N2222 gibi herhangi bir genel-amaçlı NPN silikon transistörü ve diğerleri bu iş için kullanılabilir. Q2, yükün karşısındaki yüke bağlıdır. 50 mA e kadar olan küçük röleler, mıknatıslar, solenoidler, lambalar ve motorlar gibi böyle yükler için bir BC558 kullanılabilir. Büyük akımlar için, BD136 (1A) veya TIP32 (3A) kullanabilirsiniz. Yükleri çalıştırmak için girişte birkaç mikroamper gereklidir. Giriş pozitif olduğunda giriş açılır.

Şema 37 Katmalı Sürücü (II)

Bu şema (Şekil 3.25), da katmalı transistör kullanır, fakat giriş (Q1) bir PNP ve çıkış (Q2) bir PNP dir. Q1 için, BC558 veya herhangi bir eşdeğerini kullanabilirsiniz. Q2 için, BD135 (1A) veya TIP32/TIP42 (3A'e kadar) kullanabilirsiniz. Giriş düşük olduğu zaman (toprağa) yük açıktır. LDR'ler gibi dirençli sensörlerin kullanımına izin veren yükleri çalıştırılmaları için sadece birkaç miliamper gereklidir.



Şekil 3.24 Şema 36: Katmalı sürücü (I)



Şekil 3.25 Şema 37: katmalı sürücü (II)

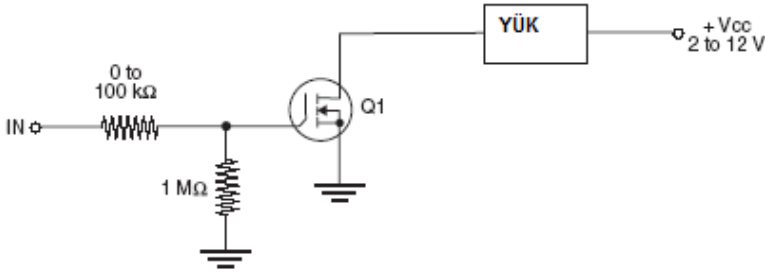
Şema 38 Güç FET Sürücüsü

Şekil 3.26'da gösterilen devre, güç kaynağı voltajına bağlı olarak tipik olarak 2 ve 12V arası bir güç kaynağından birkaç amper kadar olan yükleri çalıştırabilir. Giriş pozitif olduğu zaman, güç FET harekete geçer ve yük güç alır. Bu bloğun en önemli niteliği, düşük R_{ds} nin açık oluşudur. R_{ds} , bir güç FET in kaynağı ve akışı (çekim) arasındaki dirençtir. Direnç, 1 ohmun kesri kadar düşük değerlere inebilir. (0.01 Ω bazı aygıtlarda bulunur). Bunun anlamı, yüksek akımları kolaylıkla denetleyebilen transistörde pratik olarak gücün giderilmediğidir.

Yine de, düşük R_{ds} 'nin oluşunun sadece yüksek denetim voltajlarının kullanıldığı zaman geçerli olduğunu aklınızda tutmalısınız. Düşük-voltajlı kaynaklar ile çalışıldığında, akıma yardım ederken, güç FET de bipolar (çift kutup) transistörün aynı nitelikleri vardır ve gücün birazı ısıya çevrilir. Bu devrenin başka bir önemli niteliği ise, çok yüksek giriş empedansıdır.

3.5 Röle ve Transistör Kullanılan Başka Devreler

Bir rölenin çalıştırılması için bir transistör kullanıldığı zaman, robotik ve mekatronik tasarımcısına bazı özel düzenlemeler önerilebilir. Transistör bir



Şekil 3.26 Şema 38: güç FET sürücüsü

röleye hassalık ilave edebilir ve ek olarak eğer bir projede kullanılacaksa bazı özel nitelikler özel işlerde çok ilginç olabilir. Aşağıdaki şemalar, öncekinin değişimleridir ve transistörün bir anahtar olarak kullanımı teoride açıklanmıştır. Her şema değiştirilebilir, adapte edilebilir veya başka bir düzenleme için bir başlangıç noktası olarak kullanılabilir.

Şema 39 Gecikmeli Röle

Özel tür mekanizmalar içeren projelerde, tasarımcının gücün anahtarlandığı anda değil de, birkaç saniyelik bir gecikmeden sonra bir röleyi kapatan bir devreyi çalıştırmaya ihtiyacı vardır. Örneğin; bir robot, bir durdurma mekanizmasının harekete geçmesinden önce belirli bir hareketi tamamlamak ihtiyacı olabilir. Şekil 3.27 de gösterilen devre, bu iş için kullanılabilir.

Röle; 6 ile 15 V arası ayarlı bir voltajla ve 50 mA den fazla çekmeyen bir sargıda herhangi bir türde olabilir. Transistör; bir 2N2222, BC548 veya herhangi bir genel-amaçlı NPN transistör olabilir.

Gecikme, zaman sabitli R_c tarafından verilir ve 0.5 ile 10 saniye civarı arasındaki değerleri üstlenmesi için ayarlanabilir. Kondansatör sızmasına ve transistör kazanımına bağlı olduklarından daha geniş aralıklar eleştireldir.

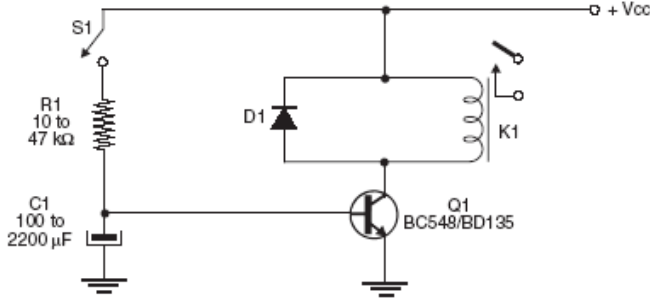
Şema 40 Zaman Rölesi

Bir projede ihtiyacınız olabilecek başka bir devre de; bir sensörün veya bir anahtarın açılmasından birkaç saniye sonra bir devreyi kapatandır. Bu iş için Şekil 3.28 de gösterilen devre kullanılabilir.

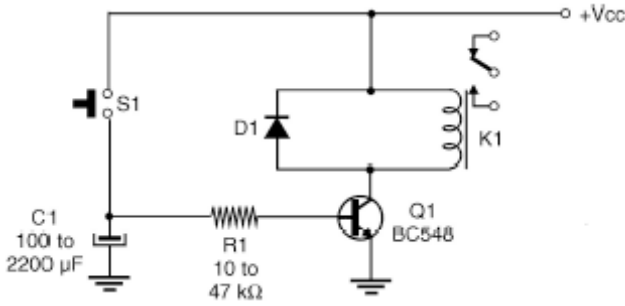
S1 hareket geçtiğinde kondansatör C1 şarj olur ve röle açılır. Anahtar S1 bırakıldığında kondansatör R1 den boşalır ve transistör yükü bir süre çalışır tutar. Zamanın genişliği C ve R değerlerine bağlıdır ve 0.5 ile 10 saniye civarı arası ayarlanabilir. Kondansatörün sızmasına bağlı olarak daha yüksek aralıklar tavsiye edilmez. Daha geniş aralıklar için diğer düzenlemeler başka yerde verilmiştir.

Şema 41 Uzun-Aralıklı Gecikme Rölesi

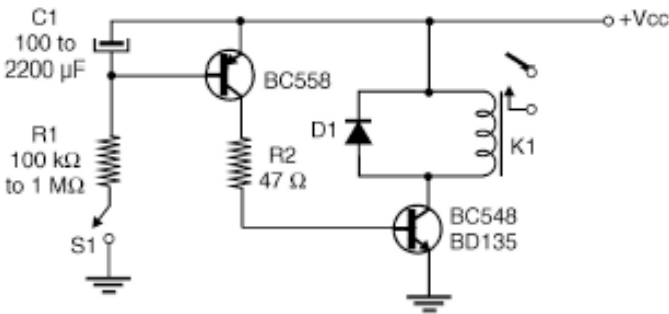
Bu devre, 39 no'lu devre gibi aynı durumda kullanılabilir; fakat C ve R'nin değerlerine bağlı olarak 10 saniyeye kadar gecikme aralıkları sağlayabilir. Şekil 3.29, bu devrenin tam diyagramını veriyor.



Şekil 3.27 Şema 39: gecikmeli röle



Şekil 3.28 Şema 40: zaman rölesi



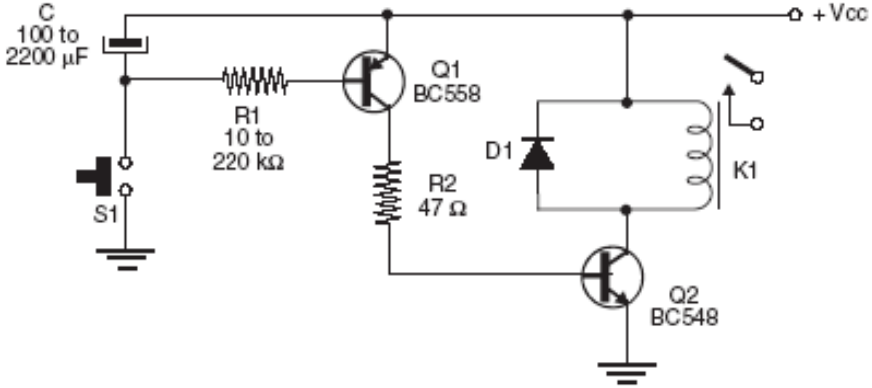
Şekil 3.29 Şema 41: uzun-aralı gecikmeli röle

Röle, 5 mA e kadar akımlı bir sargı ile herhangi bir tür olabilir ve devre; röle ve uygulamalara göre 6 – 15 V arasından güç alabilir. Q1; BC548 veya 2N2222 gibi bir genel-amaçlı NPN transistördür ve Q1; BC558 gibi bir genel-amaçlı PNP transistördür.

Şema 42 Uzun-Aralıklı Zaman Rölesi

Devre, 40. şemada gösterilen devrenin eşleniğidir ancak daha uzun zaman aralıkları içindir. Birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar olan zaman aralıkları Şekil 3.30'da gösterildiği gibi başarılabilir.

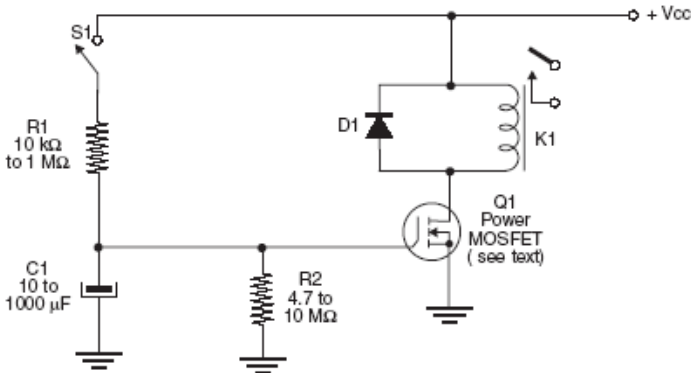
S1 harekete geçtiği zaman (S1; bir anahtar veya herhangi bir sensör olabilir), röleyi harekete geçiren kondansatör C şarj olur. Anahtar bırakıldığı zaman, kondansatör röleyi açık tutarak devreyi boşaltır. Röle, C ve R nin değerlerine bağlı olarak bir süre açık kalır.



Şekil 3.30 Şema 42: uzun-aralıklı zaman rölesi

Şema 43 Güç FET'i Kullanan Gecikmeli Röle

Bir güç MOSFET in yüksek giriş empedansı, Şekil 3.31 de gösterildiği gibi gecikmeli bir rölede geniş zaman aralıklarını başarması için tasarımcıya yardım edebilir. Sensör veya anahtar S1 kapalı olduğu zaman, kapıdaki voltajın bunu açması için gereken yüksekliğe gelmesine kadar, kondansatör C1; R1 karşısında şarj olmaya başlar. FET girişinin yüksek empedansı, bu devrede daha uzun aralıklar anlamına gelen yüksek-değer dirençlerin kullanımına olanak sağlar. Bir 1,000 µF kondansatör ve bir 1,000,000 Ω direnç ile zaman gecikmesi birkaç dakikaya kadar uzatılabilir.



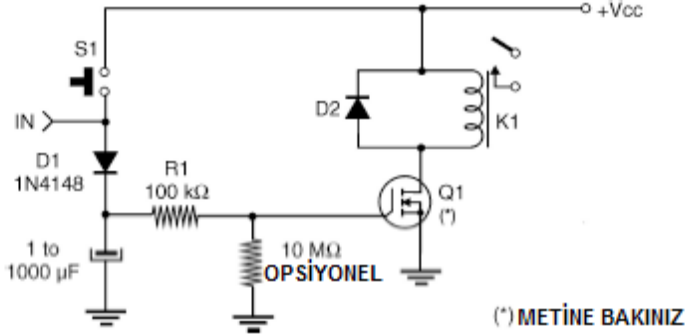
Şekil 3.31 Şema 43: bir güç MOSFET kullanan gecikmeli röle

Diğer şemalar gibi bu devre de, başka aygıtları denetlemekte kullanılabilir fakat; devre çalışmaya başladığı zaman (veya durduğu zaman) yükteki voltajın yavaş olarak değiştiğini tasarımcı aklında tutmalıdır. Şemaların; solenoitleri, motorları ve diğer devreleri denetlemekte kullanıldıkları zaman, bu dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır.

Şema 44 Tutucu Devre

Bu devre, bir rölenin çok uzun zaman aralıklarında kapalı kalmasını sağlamak için kullanılabilir. Robotik ve mekatronikte birçok uygulamaya uygun olan bir kilitleme veya tutucu devre olarak bunu düşünebiliriz. Örneğin devre; belirli bir sensör, güç kaynağını veya itici güç sistemini etkisiz hale getirerek harekete geçtiği zaman bir sistemi veya bir robotu durdurması için kullanılabilir. Devre bir güç MOSFET kullanır ve sadece röleleri değil, motorlar, solenoitler ve devreler gibi diğer yükleri de çalıştırır. Devre, Şekil 3.32 de gösterilmiştir.

S1 çalıştırıldığında veya giriş IN e pozitif bir puls uygulandığında, kondansatör C1 şarj olur. Güç MOSFET girişinin çok yüksek giriş empedansına uygun olarak, kondansatör, bunun şarjını sürdürür. (C1 in boşal

**Şekil 3.32 Şema 44: tutucu devre**

masını engelleyerek, girişe eğer harici bir devreye bağlanırsa D1 kullanılır). Kondansatör şarjına devam ettiği sürece devre çalışır olarak kalmaya devam edecektir. Devreyi etkisiz hale getirmek için, kondansatör ile paralel olarak ikinci bir anahtar yerleştirilebilir.

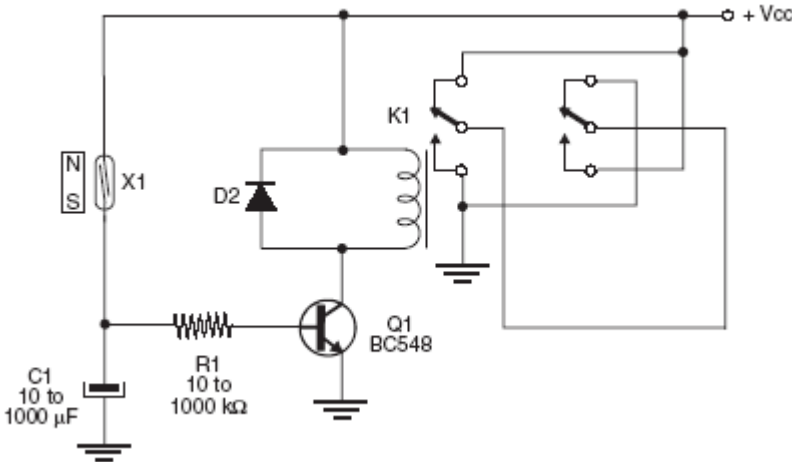
3.5.1 Şemalarla Çalışma

Bu bölümde gösterilen şemaları ve 2. Bölümde açıklanan diğer şemaları kullanarak, mekatronik ve robotikte projeler için birçok başka ilginç öneriler geliştirebiliriz. Yukarda verilen örnek devrelerden yola çıkılarak yeniden düzenlenmiş olan aşağıdaki örnek şemalar, tasarımcılar tarafından keşfedilebilecek sadece üç tanesidir. Bu şemalar, karışık projeleri oluşturmak için değiştirilebilir, genişletilebilir ve hatta diğer şemalarla takım haline getirilebilirler. Devreleri (elbette gereklilikler yerine getirildiği ölçüde) sınırsız kombinasyonlarda düzenlemek mümkündür

Şema 45 Bir Motoru Birkaç Saniye için Geri Çalıştırma

Şekil 3.33 de gösterilen devre; biraz “zeka” ile az hareketi içeren bir projede kullanılabilir. X1, engelleri belirlemek için bir “anten” olarak kullanılan hareketli bir sensördür. Sensör, bir engelin varlığında anlık olarak çalıştığında, motor birkaç saniye için geri çalışır. (RC devresi tarafından belirlendiği gibi). Motorun tekrar geriye çevrilmesinden sonra, bunu birkaç santimetre geri hareket ettirmek yeterlidir. Robotun yönünü değiştirmek için eğer bir tür mekanizma kullanılırsa, açık bir geçit bulmaya kalkışarak artık başka yönde ileri doğru ilerleyebilir.

Görüleceği üzere 40 no’lu şemadaki bu uygulama, geri hareket için birkaç saniye veriyor. 44 no’lu şemada verilen mandal da, harici bir etkinin bu durumu değiştirene kadar devam etmesini sağlamak için devreye adapte edilebilir. Devrede gösterilen bileşen değerleri tipik uygulamalar içindir ve talebe göre değiştirilebilir.



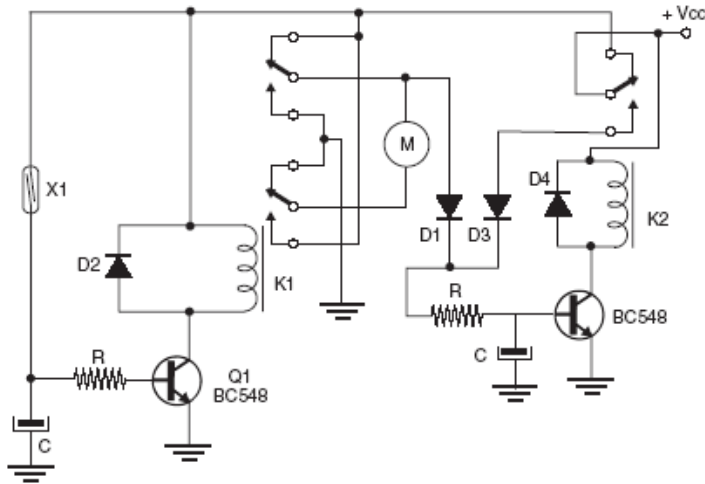
Şekil 3.33 Şema 45: bir motoru birkaç saniye için geri çalıştırma

Şema 46 Bir Motoru Geri Çalıştırma ve Durdurma

Şema 40 ve 43'teki devreleri kullanarak yapılan bu uygulama devresi, zeki bir robotta kullanılabilir. Şekil 3.34 de gösterilen devre, bir sensör ile çalıştırıldığı zaman (önceki uygulamada olduğu gibi) itici sistemi tersine çevirerek röleyi kapatır. Fakat aynı zamanda, röleyi kapatarak transistör Q1 iletken oluncaya kadar C2, R2 tarafından şarj olur. Bu anda güç kaynağı voltajı kesilir ve tüm sistem durur.

Bu uygulama; bir robotun bir engel ile karşılaşmasında hareketini birkaç saniyeliğine geri çevirmek için kullanılabilir. Engelden birkaç santimetre uzağa bir kere hareket ettiğinde (güvenli bir pozisyona) durur.

Devrenin zamanlamasını belirleyen R1, R2, C1 ve C2 nin değerlerinin bu uygulamaya uymaları için deneysel olarak doğrulukları kanıtlanmalıdır. Diyagramda verilen değerler, 6 ve 12 V arası kaynaklardan güçlenen uygulamalar için tipiktir.



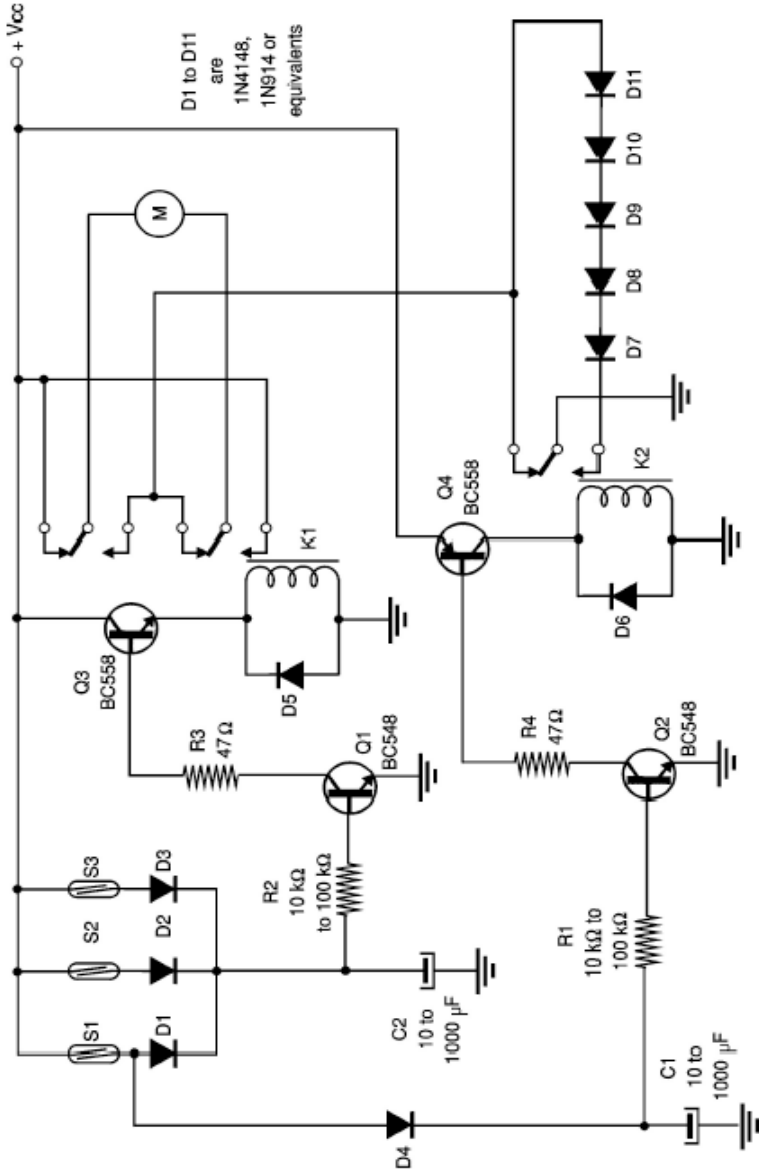
Şekil 3.34 Şema 46: bir motoru geri çalıştırma ve durdurma

Şema 47 Bir Motorun Geri Çalıştırılması ve Hızının Düşürülmesi

Şekil 3.35'de gösterilen bu değişik devre, robotik ve mekatronik içeren birkaç projede kullanılabilir. Eğer, S1, S2 ve S3 (sensörler) anlık

kapatılırlarsa röle K1 motorun yönünü tersine çevirir. Fakat çalışan sensör S1 ise, röle K2 de çalışır ve motor yönünü tersine çevirir ve hızını düşürür.

İndirme faktörü D4 ten D7 ye kadar kullanılan bir dizi diyottan verilir. Bu durumda, dört diyot motora uygulanan voltajda 2.8 V civarında bir voltaj düşmesine neden olur. Şema 35 ve 39'daki devreler. Devre, aynı uygulama için diğer şemalara adapte edilebilir.



Şekil 3.35 Şema 47: bir motorun geri çalıştırılması ve hızının düşürülmesi

3.6 Proje Önerileri

Denetimdeki rölelerin, bipolar transistörlerin ve güç FET'lerinin kullanımları ve zaman devreleri, robotik ve mekatronik tasarımcılarına birçok olasılıklar sunar. Aşağıda şimdiye kadar sunduğumuz şemaları kullanan projeleri geliştirmek üzere bazı fikirler geliştirebiliriz. Gereken aletleri kullanmak suretiyle bu çalışan robotik veya mekatronik aygıtların bazılarını yapmayı deneyebiliriz, mesela:

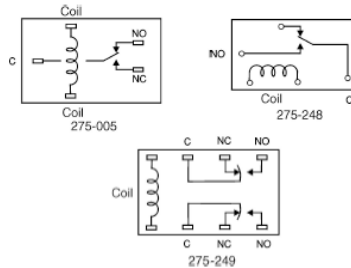
- Sensör ve anahtarlar kullanarak, bir robottaki iki motorun hareketini denetleyebilen bir devre tasarlayabilirsiniz;
- Her katta birkaç saniyeliğine durabilen otomatik bir asansör tasarlayabilirsiniz;
- Anahtar veya lamalı (dilli) anahtarlar ve sensör olarak mıknatıslar kullanabilirsiniz;
- Halının altına konulan bir anahtar kullanarak bir kişinin varlığını algılayan otomatik bir kapı tasarlayabilirsiniz; Gelen kişinin kapıdan geçerken kapının kapanmaması vs gibi bazı “zeki kararlar” alması için tasarımlar geliştirebilirsiniz.

3.7 Diğer Bilgiler

3.7.1 Röleler hakkında bilgi

Tedarikçilerden temin edilecek (bu notlarda uygulanan) röleler için çok çeşitli öneriler verilebilir mesela bazıları:

- 2A akım için Mini SPDT. Böyle bir rölenin çalışması için sadece 18 mA'e ihtiyaç duyulur ve 7-9 V arası voltaj eriminde çalışır.
- 10 A akım için mini SPDT. Bu rölenin 12V × 30mA sargısı (400 Ω) vardır.
- 5 A için mini DPDT. Bu rölenin bağlantılarını kapatması için 12V'luk bir güç kaynağından 60 mA ihtiyacı vardır.



3.7.2 Transistörler hakkında Bilgiler

Aşağıdaki tablolar, daha önce açıklanan şemalarda anahtar olarak kullanımları için uygun olan bazı transistörleri anlatıyor.

NPN

Tipi	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BD135	45 V	1.5 A	40-250
BD137	60 V	1.5 A	40-250
BD139	80 V	1.5 A	40-250
TIP31	40 V	3 A	10-50
TIP41	40 V	6 A	15-75

PNP

Tipi	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BD136	45 V	1.5 A	40-250
BD138	60 V	1.5 A	40-250
BD140	80 V	1.5 A	40-250
TIP32	40 V	3 A	10-50
TIP42	40 V	6 A	15-75

Darlington NPN

Tipi	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BD331/333/335	60/80/100 V	6 A	750
TIP110/111/112	60/80/100 V	1.25 A	500
TIP120/121/122	60/80/100 V	3 A	1,000
TIP140/141/142	60/80/100 V	5 A	1,000

Darlington PNP

Tipi	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BD336/338/340	60/80/100 V	6 A	750
TIP115/116/117	60/80/100 V	1.25 A	500
TIP125/126/127	60/80/100 V	3 A	1,000
TIP145/146/147	60/80/100 V	5 A	1,000

Güç FET'leri (P-Kanalı)

Tipi	Vds (max)	Id (max)
IRF511	60 V	4 A
IRF522	100 V	7 A
IRF540	100 V	27 A
IRF611	150 V	2.5 A
IRF620	200 V	5 A
IRF630	200 V	9 A
IRF640	200 V	18 A

4 H – Köprüler

4.1 Amaç

Bu bölümde, dc motorların denetiminde yarım ve tam H-köprülerin nasıl kullanıldığı anlatılıyor; rölelere veya daha önceki bölümlerde açıklanan diğer mekanik parçalara ihtiyaç olmadan dc motorların doğrudan elektrik sinyalleri ile denetimine izin vererek, devre sistemlerini basitleştirdiklerinden, H- köprüler robotik tasarımcıları için çok önemlidir. Bu bölümün amacı, H-köprü çalışmalarının nasıl olduğunu ve bunun nasıl kullanılacağı hakkında tasarımcılara pratik şemalar vermektir. Bu devreler, solenoidler ve elektromıknatıslar gibi diğer polarite (kutupsallık) duyarlı yüklerin denetimlerinde de kullanılabilirler.

4.2 Teorik Temel

2 no'lu şemada gösterilen devrede gözlemlediğimiz gibi, DPDT bağlantıları ile bir röle kullanarak bir motorun ters çalıştırılması basit bir iştir. Fakat rölelerin kullanımı, bazı sıkıntılar sergiler: röleler nispeten pahalıdır, bazıları büyük ve ağırdır ve üstelik bozulabilen mekanik parçalar kullanırlar. Ek olarak, arzu edilen niteliklerde modeller bulmak zor olabilir.

3.şemada gösterildiği gibi transistörlerin anahtar gibi kullanımları, dc yüklerin denetimi için tasarımcıya yeni öz kaynaklar sunar. Fakat maalesef, bir motorun böyle bir yolla tersine çalıştırılması, bir transistörün bir anahtar olarak çalıştığı- bir SPST birimi olduğundan, bir DPDT anahtarı ister. Peki bu sorunu nasıl çözelim?

İki veya dört transistör beraber olarak bir DPDT anahtarı gibi, aynı durumda bir dc motorun denetimine izin vererek bazı özel düzenlemelere yerleştirilebilir. Bu iş için iki özel düzenleme kullanılır: yarım köprü ve H-köprü. Şimdi nasıl çalıştıklarını, robotiği ve mekatroniği içeren projelerde bunları nasıl kullanabileceğimizi görelim.

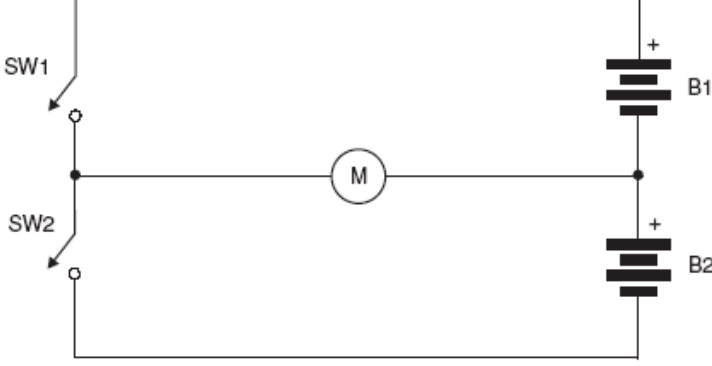
4.2.1 Yarım Köprü

Şekil 4.1'in devresinde iki batarya ve iki SPST anahtarı kullanılmıştır. Normal çalışmada iki durum mümkündür:

1. Eğer SW1 kapatılırsa, akım S1'den sağlanır ve motor ileri çalışır.
2. Eğer SW2 kapatılırsa, akım, motor karşısında aksi yönde akar, artık B2

den sağlandığı için geri çalışır.

SW1 ve SW2'nin aynı zamanda kapalı olmaları, iki bataryanın çalışması bir kısa devreye neden olacağından *yasak bir durum* olduğu okuyucu için net ve açık olmalıdır.



Şekil 4.1 Anahtarlar kullanan yarım köprü

Eğer anahtarları transistörler ile (bipolar veya FET) değiştirirsek, Şekil 4.2 de gösterildiği gibi harici voltaj kaynaklarından transistörlere polarizasyon gerilimi vererek motoru denetleyebiliriz.

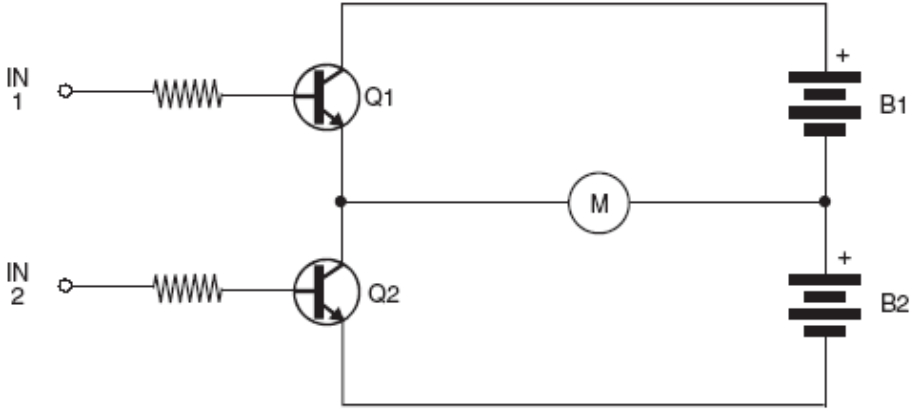
Denetim voltajının polarizasyonu transistörün tipine bağlıdır. NPN ve P-kanal güç FET'ler, tabanlarına veya kapılarına pozitif voltajlar uygulandığında iletken olurlar. Alternatif olarak, PNP transistörler negatif voltaj uygulandıklarında (veya toprağa bağlandıklarında) iletken olurlar.

Bu düzenlemenin ana dezavantajı (sadece iki transistör kullanımı), bir çiftli veya simetrik güç kaynağına ihtiyacımız oluşudur. Bu düzenleme, çalıştırma devrelerini tasarlarken karışıklığın derecesini artırır. Bir sonra gösterildiği gibi, çözüm dört transistör kullanan bir düzenlemeyle verilmiştir.

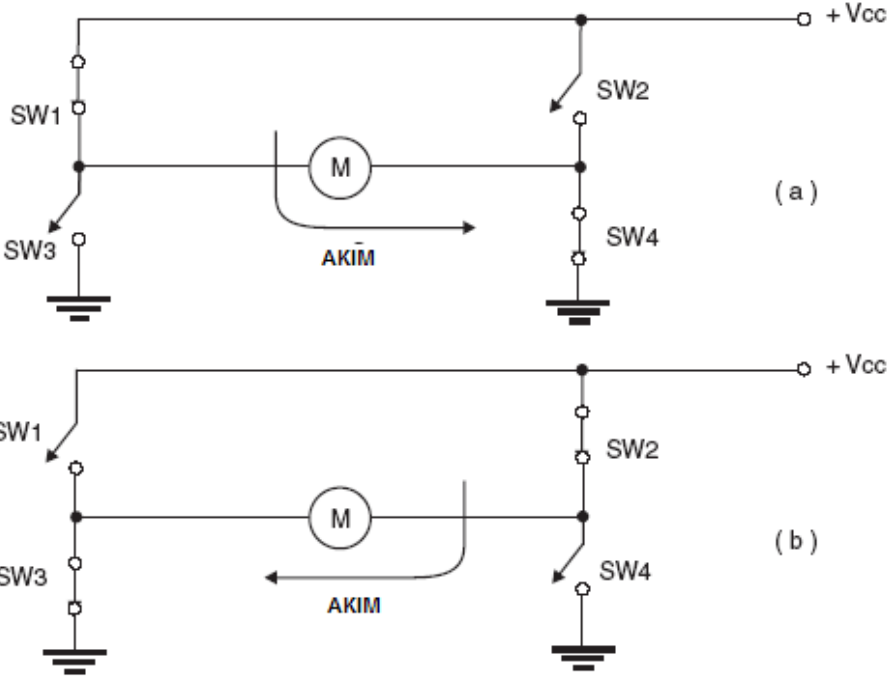
4.2.2 H-Köprü veya Tam Köprü

Şekil 4.3 de gösterildiği gibi, artık dört SPST anahtar kullandığımız bir temel devreden başlayalım. Çalışmasında iki durumu düşünebiliriz.

1. Şekil 4.3a da, SW1 ve SW4 ü kapattığımız zaman akım tek yönde akar ve motor ileri çalışır.



Şekil 4.2 NPN transistörlerini kullanan yarım köprü

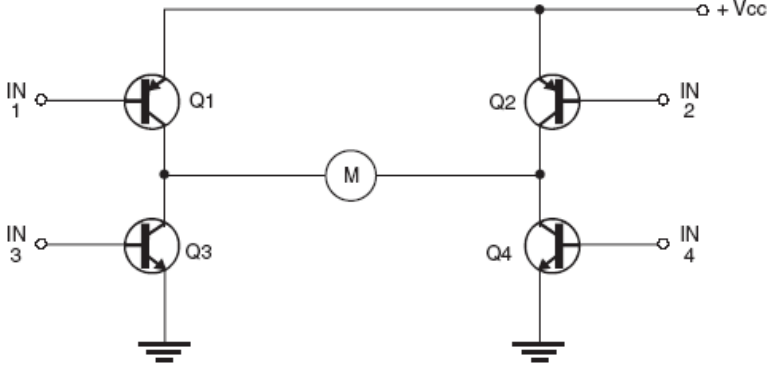


Şekil 4.3 Anahtar kullanan tam köprü

2. Şekil 4.3b de, SW2 ve SW3 ü kapadığımız zaman akım ters yönde akar ve motor geri çalışır.

Bu işlemin bataryalarda bir azalmaya neden olacağından SW1 ve SW3 ün aynı anda kapalı olamayacağı apaçık belli. Aynı nedenden dolayı SW2 ve SW4 de aynı anda kapalı olamaz.

Şekil 4.4 de gösterildiği gibi anahtarları şimdi bipolar veya FET transistör ile değiştirelim. Polariteye (bias) bağlı olarak, akımı taşıyıp taşımadıkları anlamak için transistörlerin anahtarlar gibi çalışmalarını sağlayabiliriz.



Şekil 4.4 Transistörlü tam köprü

Bu durumda, batarya çalışmasında azalma yapan Q1 ve Q2 iletiminin geçerli olmadığı durumu görüyoruz, aynı durum Q2 ve Q4 için de vardır.

Bu köprü'nün uygun denetimine ulaşmak için, iki olasılığımız var:

1. Transistörlerde doğrudan veya yasaklanmış durumları engellemeye yeterli "zeki" olan bir düzenlemede başka bir devreden; sensörlerden, veya anahtarlardan elektrik akımı oluşturabiliriz.
2. Yasaklanmış durumları engelleme suretiyle köprüye "zeka" düzenlemesi veya mantık ilave edebiliriz.

İkinci durumda, "zeki" düzenlemesi, kullanılan transistörlerin tipine bağlıdır. Eğer, örneğin PNP ve NPN transistörleri kullanılıyorsa; çalışması gereken motorun yönüne göre polarize ederek, her transistör çiftinin tabanlarını birbirlerine kablolamak yeterlidir. Eğer sadece tek tip transistör kullanıyorsak, yasaklı durumları engellemekte gerekli mantığı sağlamak için devreye NPN bipolar transistörler veya güç MOSFET P-kanal, dalgalı redresörler (akım değiştirici) ilave edilmelidir. Bütün bu durumlarda, transistörlere sinyallerin uygulanması gerekiyor, böylece Q1 ve Q2 aynı anda iletmeyeceklerdir. (aynı şekilde Q2 ve Q4)

Bu iki olasılık bizi, sinyal kaynaklarına veya voltaj kaynaklarının denetimine bağlı olarak bir yarım köprü veya tam köprü ile bir dc motorun denetimi için birkaç farklı devre tipine getiriyor.

Şekil 4.5a da, sadece tek girişimiz var ve motor; giriş yüksek olduğu zaman (pozitif voltaj) tek yönde çalışır. Giriş düşük olduğu zaman (toprak) zıt yönde çalışır. Bu düzenlemenin, TTL ve CMOS gibi mantık aygıtları ile uyum içinde bir arada olabileceğine dikkat edin.

Şekil 4.5b de gösterilen diğer seçenek, iki sinyal kaynağı kullanır. Bu durumda, çalışması için aşağıdaki tabloda verildiği gibi dört olasılığımız var:

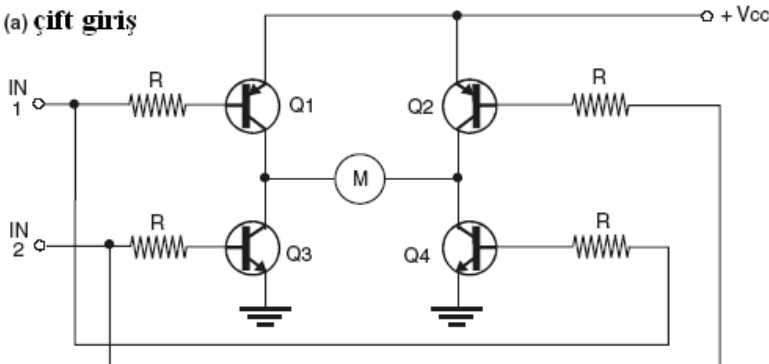
IN1	IN2	Motor
Yüksek	Düşük	İleri çalışır
Düşük	Yüksek	Geri çalışır
Düşük	Düşük	Durur
Yüksek	Yüksek	Yasak durum

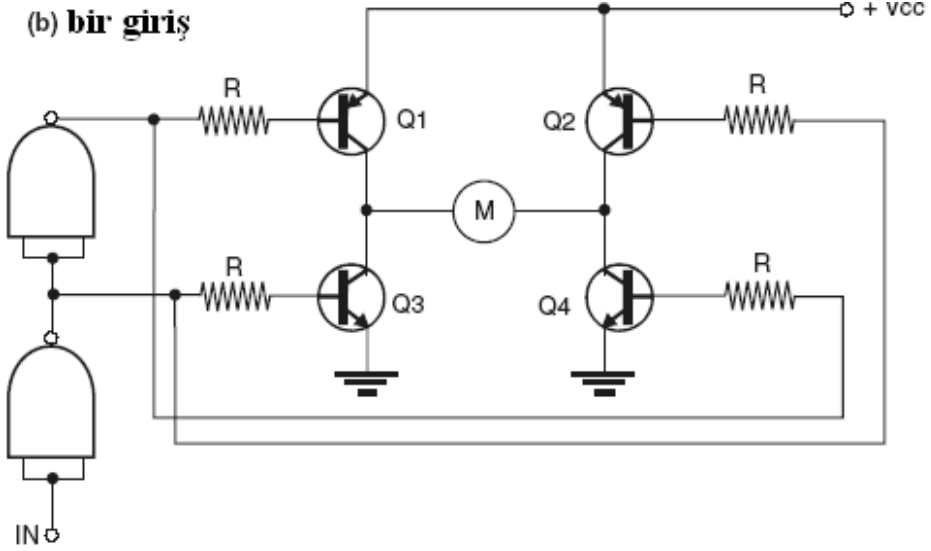
Girişlerin böyle birleşmesi, aynı köprü üstünde sadece NPN transistörler, sadece PNP transistörler veya hem NPN ve PNP kullandığımız düzenlemeye göre değişebilir. Sonraki sayfalarda verilen pratik şemalar, okuyucuya düzenlemenin nasıl değişebileceğini gösterecek.

4.3 Pratik Devreler

Bu notların diğer bölümlerinde olduğu gibi pratik şemalar, robotik ve mekatronik içeren projelerde yalnız veya birleşik olarak kullanılabilirler. DC motorların, değerleri çok geniş bir uzaklığa uzanan elektriksel niteliklere sahip olduklarına dikkat etmeliyiz. Farklı imalatçılarda, modeller arasında ve hatta, aynı türdeki birimleri arasında, aynı imalatçının imal yönteminde gözlenen nispeten dağınık toleranslı değişimler görüyoruz. Sonuç olarak, devrenin belli amacına uyacak olan komponentlerin değeri bir çok durumda deneysel olarak değiştirilmelidir. Özellikle, polarizasyon (bias) direnç değeri; transistörlerin kazanımına esas olarak devre aşamalarının doğru çalışmalarını elde etmek için değiştirilmelidir.

(a) iki giriş



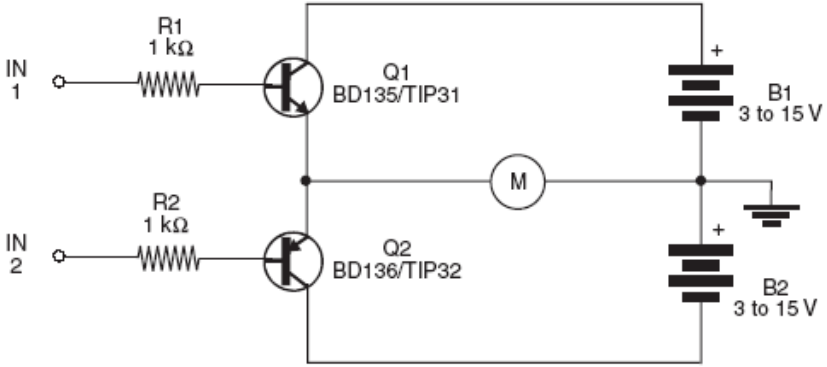
(b) Bir giriş

Şekil 4.5 *bipolar transistörler kullanan tam H-köprüler için temel düzenlemeler*

Şema 48 Simetrik Kaynağı Kullanan Basit Yarım Köprü

Şekil 4.6'nın bloğunda gösterildiği gibi eğer dual veya simetrik güç kaynağı kullanılmışsa, bir dc motor için bir yarı köprü denetiminde sadece iki bipolar transistör gereklidir. Toprak bu devrede referanstır. IN1 pozitif olduğu zaman, Q1 doygundur ve motor B1 den güç alır. IN2 negatif olduğu zaman, Q2 gücü B2 den iletir ve motor ters yönde çalışır. Sinyaller için olan referansın toprak (0 V) ve iki voltajlı olduğuna dikkat edin (köprüyü denetlemek için negatif ve pozitif gereklidir). Aşağıdaki tablo bu devrenin nasıl çalıştığını gösteriyor:

IN1	IN2	Durumu
Pozitif	Açık veya toprak	İleri (B1)
Açık veya toprak	Negatif	Geri (B2)
Açık veya toprak	Açık veya toprak	Durur
Pozitif	Negatif	Yasak



Şekil 4.6 Şema 48: basit yarım köprü

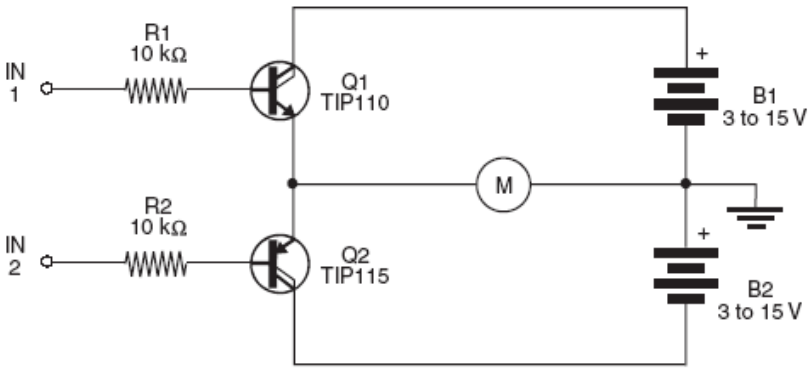
Transistörler, bir motorun akım taleplerine uyacak şekilde seçilir. Kısım 4.5 de bir tablo verilmiştir. İlave bilgiler, bazı olasılıkları gösteriyor.

R1 ve R2; transistör kazanıma bağlıdır. Eğer, BD veya BD aygıtları kullanılıyorsa, bu dirençler 1 kΩ olabilir. Eğer TIP veya başka düşük-kazanım transistörleri kullanılıyorsa, bu dirençleri 470 Ω a ve hatta 330 Ω a düşürün. Devreyi CMOS veya TTL kapılarından çalıştırdığınız zaman özen gösterin. Bazı durumlarda, TIP lar, bu mantık devrelerinin sağlayabildiğinden daha fazla akıma ihtiyaç duyarlar. BD ve TIP transistörleri soğutma plakalarına monte edilmelidirler.

Motora bağlı olarak, bir 0.47 µF kondansatör paralel olarak ilave edilmelidir. Robot veya mekatronik uygulamasındaki diğer devrelere güç vermek için aynı bataryalar kullanılıyorsa, iki büyük dekaplaj kondansatörü bataryalar ile (1,000 µF tipik olandır) paralel olarak ilave edilmelidir.

Şema 49 Darlington Transistörleri Kullanan Yarım Köprü

Darlington transistörün daha yüksek kazanımı olduğundan, Şekil 4.7’de gösterildiği gibi devreyi çalıştırmak için daha az güç gereklidir. Transistörlere bağlı olarak, birkaç ampere kadar akımlarla motoru çalıştırmak için devrenin mikroamper eriminde akımlara ihtiyacı vardır.



Şekil 4.7 Darlington transistörleri kullanan yarım-köprü

Şema 3’de, bu uygulamada kullanılabilecek Darlington transistörlerini yeniden inceledik. TIP110 ve TIP115 çifti 1A’e kadar olan motorlar ile kullanılabilir. Bu durumda, denetim sinyalleri için olan referanslar da topraktır. Motor ile paralel olan bir $0.47 \mu\text{F}$ kondansatör bir çok durumda gerekli olabilir. Transistörler soğutma plakasına bağlı olmalıdırlar. Son şemata verilen mantık denetimi için tablo, bu devre için de geçerlidir.

Şema 50 Katmalı Çift Kutuplu Transistörleri Kullanan Tam Köprü

Bu devre, gerçek veya tam H-köprüdür ve bir dc motoru ileri ve geri çalıştırmak için dört bipolar transistör kullanır. Bloğun tamamı Şekil 4.8 de gösteriliyor.

Hassaslık, devrede kullanılan transistörlere bağlıdır. BD135/136 çifti ile 1A e kadar olan motorlar denetlenebilir. Transistörün kazanımı, 5 mA veya daha azı civarındaki kaynak akımlarından denetimi mümkün kılar.

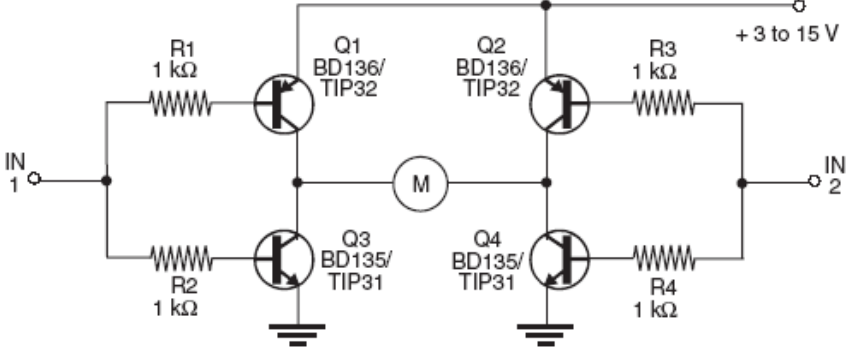
Kazanım düşük olduğundan, TIP31 ve TIP32 kullanımında bir 1 A motoru denetlemek için daha fazla akıma ihtiyacınız olacaktır. Bazı durumlarda, direnç değeri 470Ω a düşürülmelidir. Size, uygulamada en iyi değeri bulmanız için dirençle deney yapmanızı öneriyoruz. Sinyal kaynağı bir TTL veya CMOS mantık devresi olduğu zaman belirtilen değerler (R1 ve R2 için $1 \text{ k}\Omega$) uygundur.

Aşağıdaki tablo, bu şema için mantık denetimini veriyor:

IN1	IN2	Durumu
Pozitif (YÜKSEK)	Toprak (DÜŞÜK)	İleri
Toprak (DÜŞÜK)	Pozitif (YÜKSEK)	Geri
Pozitif (YÜKSEK)	Pozitif (YÜKSEK)	Durur*
Toprak (DÜŞÜK)	Toprak (YÜKSEK)	Durur*

*Q1/Q2 veya Q3/Q4 iletimde olduklarında , motor kısa devre olur. Eğer motor çalışıyorsa, bu hemen durmasına neden olur.

Daha önceki şemalarda verilen tablolar, motor tarafından çekilen akıma göre NPN ve PNP transistörleri kullanılırken geçerlidir. Motora bağlı olarak, kondansatörün de paralel olmasına ihtiyaç vardır ve transistör doğru çalışmayı başarmak için değiştirilmelidir.



Şekil 4.8 Şema 50: katmalı çift kutuplu transistörleri kullanan tam köprü

Şema 51 Geri Beslemeli Tam H-Köprü

Şekil 4.9'da gösterilen şemadaki devre, yasaklı durumları engellemek için bir geri beslemeli devre kullanıyor. Q1 ilettiği zaman, R1 voltajı pozitif olur ve transistör Q4 doygun bir duruma zorlanır. Q1 ve Q4 iletim yapar ve motor ileri çalışır. Q2 ilettiği zaman, R2 voltajı, doygun duruma Q3 ü polarize ederek pozitif olur ve motor geri çalışır.

Motor tarafından çekilen akıma bağlı olarak, transistörler daha önceki şemalarda belirtildiği gibi aynı olabilir. Aşağıdaki tablo, bu devre için mantık denetimini gösteriyor:

IN1	IN2	Durumu
Toprak	Pozitif	İleri
Pozitif	Toprak	Geri
Toprak	Toprak	Yasak
Pozitif	Pozitif	Durur

Transistörler, motor tarafından çekilen akıma bağlıdır. Kısım 4.5'de, bu iş için yaygın tipleri gösteren tablodaki ilave bilgilere bakın. Güç transistör lerinin soğutma plakalarına bağlı olmaları gerektiğini hatırlayın.

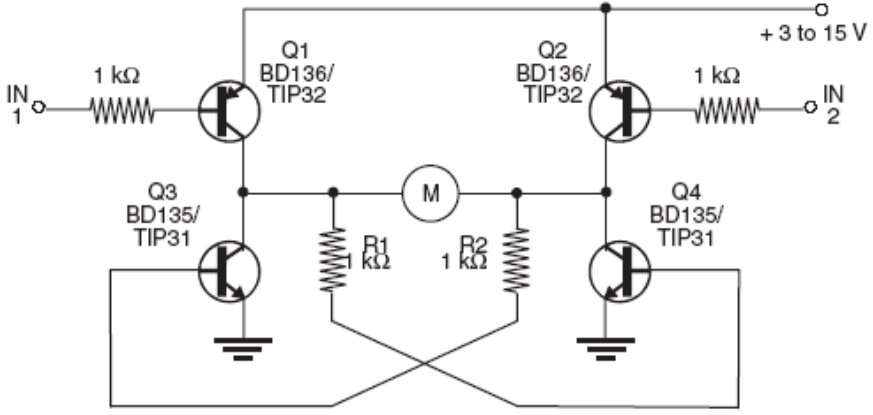
Şema 52 NPN Transistörleri Kullanan Tam Köprü

Şekil 4.10'da gösterilen devre, sadece NPN transistörlerini kullanır ve iki mantık sinyalinden denetlenebilir. Güç kaynağı tektir ve motorlar 1.5-12 V

arası erimde denetlenebilirler. Kısım 4.5'deki tabloyu ilave bilgi referansı olarak kullanın. Güç transistörlerinin soğutma plakalarına monte edilmeleri gerektiğini hatırlayın.

Devre, mantık seviyeleri veya girişe uygulanan voltajlar ile denetlenir. Transistörlerden bataryaları kısa devre yapabilen ve böylece bunları yakan yasak durumları önlemekte dikkatli olun.

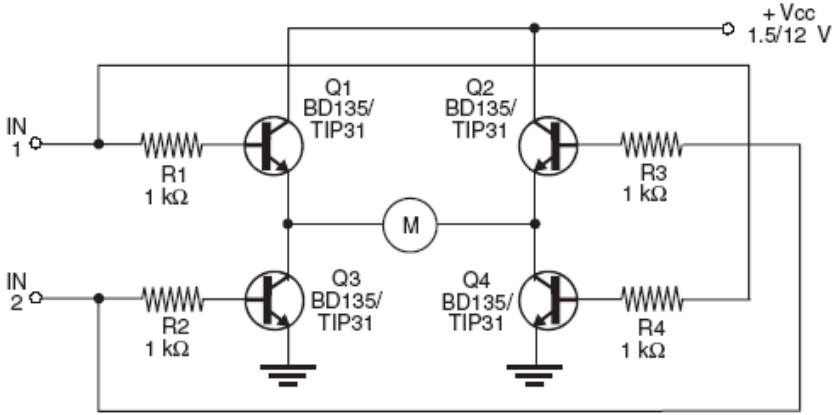
Düşük-güç transistörlerini (BC ve BD) kullanırken devre, doğrudan TTL veya CMOS çıkışlarından denetlenebilir. Eğer güçlü motorlar kullanılıyorsa (1-2 A), devrenin ilave bir tampona (devre ayırıcı) ihtiyacı olur.



Şekil 4.9 Şema 51: Geri-beslemeli H-köprü

Aşağıdaki tablo bu devre için mantık denetimini gösteriyor.

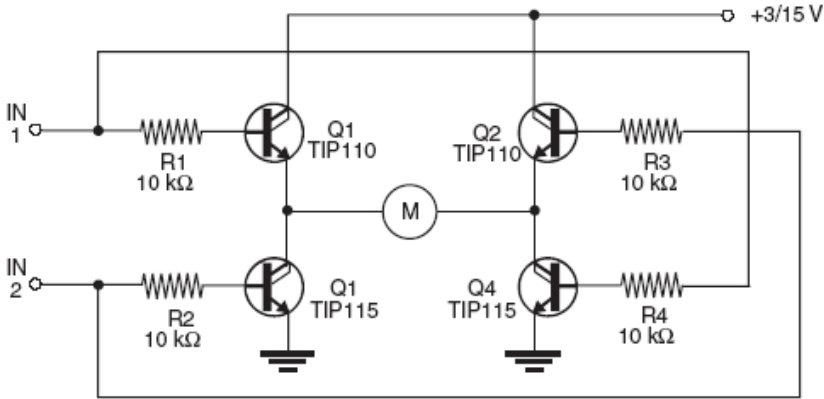
IN1	IN2	Durumu
Pozitif (YÜKSEK)	Toprak (DÜŞÜK) veya açık	İleri
Toprak (DÜŞÜK) veya açık	Pozitif (YÜKSEK)	Geri
Pozitif (YÜKSEK)	Pozitif (YÜKSEK)	Yasak
Toprak (DÜŞÜK) veya açık	Toprak (DÜŞÜK) veya açık	Durur



Şekil 4.10 Şema 52: NPN transistörleri kullanan tam köprü

Şema 53 NPN Darlington Transistörleri Kullanan Tam Köprü

Eğer düşük güç denetim voltajlarından yüksek güce ihtiyaç varsa, köprüde bir yüksek kazanım transistörü kullanmaya ihtiyacınız var. Şekil 4.11’de gösterilen devre, TTL veya CMOS çıkışları gibi düşük güç kaynaklarından yüksek gücün (2 A e kadar veya transistöre bağlı olarak daha fazlası) denetimine izin verir.



Şekil 4.11 Şema 53: NPN Darlington Transistörü kullanan tam köprü

Darlington transistörleri, motora bağımlıdır. Şekil 4.5’de verilen tablo, diğer bilgiler, arzu edilen uygulama için ideal transistörü seçmenize yardım edebilir.

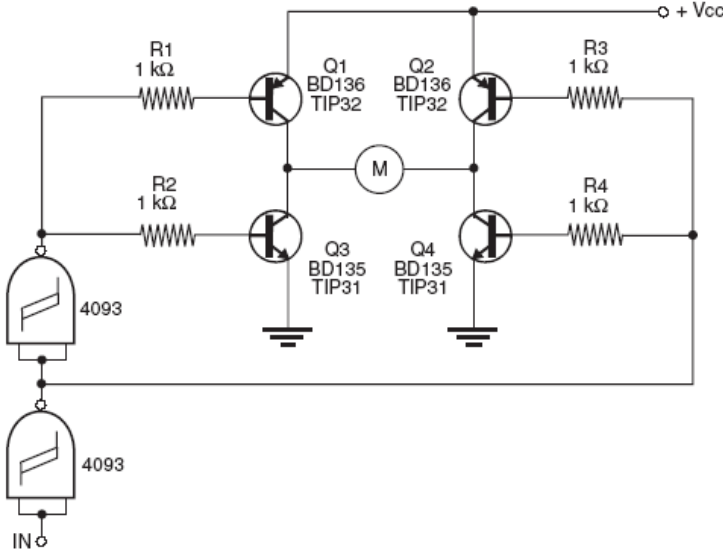
Mantık denetimi, önceki şemada olduğunun aynısıdır. Temel fark ise, transistörün yeterli kazanımıdır; yüksek veya pozitif mantık

seviyelerindeyken devreyi çalıştırmak için, sadece birkaç miliampere veya hatta mikroamperlere ihtiyacınız olacak.

Transistörlere ve motorun gücüne (akım çekimi) bağlı olarak, direnç 2.2 k Ω ve 22 k Ω arası erimde değişmelidir. En iyi performansı elde etmek için deneyler gerçekleştirin.

Şema 54 Mantık Denetimli Tam Köprü

Önce gördüğümüz gibi, bir H-köprüde olan motor karşısındaki akımın yönü iki giriş sinyaline bağlıdır: eş zamanlı olarak biri pozitif, diğeri negatif olmalıdır. Bir giriş için gerekli ters çevirme fonksiyonunu sağlamak için, Şekil 4.12 de gösterildiği gibi bir H-köprüye bir mantık devresi ilave edilebilir.

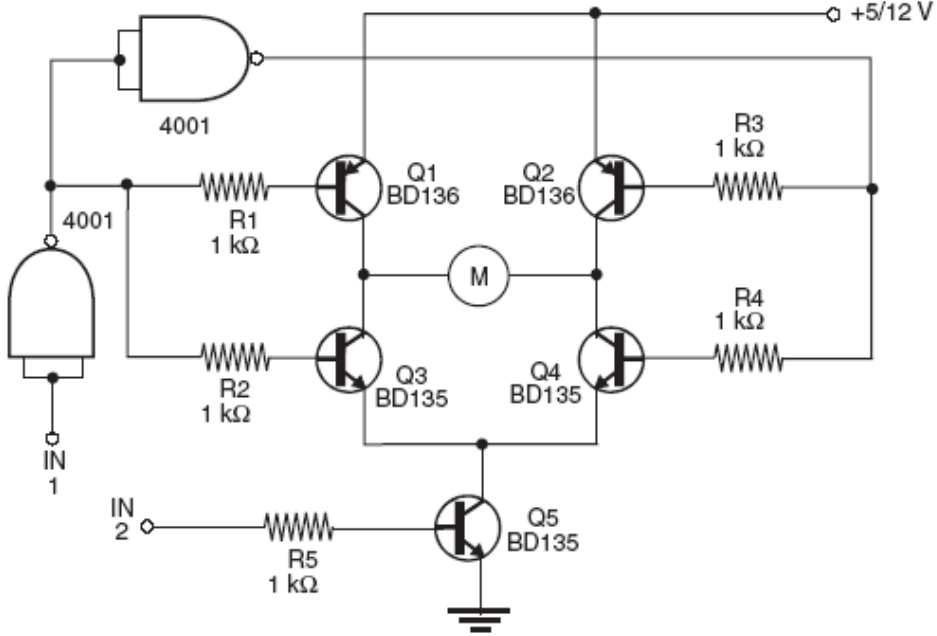


Şekil 4.12 Şema 54: Mantık denetimli tam köprü

Devre, bir CMOS 4093 IC'nin dört kapısından ikisini kullanır. TTL dahil olmak üzere diğer mantık fonksiyonları da kullanılabilir (Bu iş faydalı olan bazı entegre devreler için Kısım 4.5 e bakın, Diğer Bilgiler).

Giriş sinyali, bir yüksek mantık seviyesi (pozitif) olduğu zaman, ilk kapının çıkışı düşüktür ve Q2 iletim yapar. Aynı zamanda, ikinci bloğun çıkışı yüksektir ve Q3 iletim yapar. Akım, motoru ileri çalıştırarak Q2 den Q3 e akabilir. Eğer giriş düşük mantık seviyesine geçerse, Q1 ve Q4 iletim yapar ve akım motoru geri çalıştırarak Q1 den Q4 e akar. Geçersiz durumun engellendiğini, fakat transistörün sadece ileri ve geri çalışabildiğine dikkat edin. Durma şartı ortaya çıkmaz ve belki bir ilave bir devre şeması ile tamalanabilir.

1A'ye kadar olan motorlar için tavsiye edilen transistörler, soğutma plakalarına monte edilen BD135'lerdir. Diğer transistörler ve bu devre ile ilgili meseleler için Kısım 4.5 deki Diğer Bilgilere bakın.



Şekil 4.13 Şema 55: Etkili girişli tam köprü

Şema 55 Mantık Denetimli ve Harici Etkili Tam Köprü

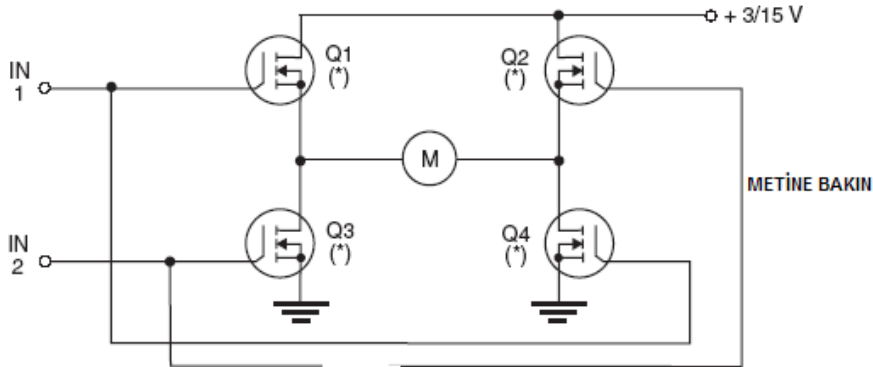
Bu devrede, harici bir etkimenin ilave kaynağını buluyoruz. Etkime girişi IN2 dir. Bu girişi, yüksek mantık seviyesine hazırlayarak veya ona bir pozitif voltaj uygulayarak devre etkili hale gelir ve IN1 e uygulanan mantık seviyesine bağlı olarak motor ileri veya geri çalışır. Şekil 4.13 de devre gösterilmiştir ve önceki şemalarda olduğu gibi Kısım 4.5 deki tablo kullanılarak, İlave Bilgiler, transistör seçilebilir.

Motordaki akıma bağlı olarak, Q5; Q3 ve Q4 gibi aynı olmalıdır. Motor açık olduğunda, üç transistor deki voltaj düşmesini dikkate almalıyız. Voltaj düşmesi, güç kaynağı voltajında bir arttırma ile telafi edilmelidir. Bu telafi etme, düşük-voltajlı motorlarla (9 V un altında) çalışırken özellikle önemlidir.

Şema 56 Güç MOSFET H-Köprü

Güç MOSFET lerin düşük Rds (açık özelliği- açıldığında çekim ve kaynak pinleri) arasındaki direncin açık olması) özelliği, H-köprüler durumunda

olduğu gibi bu aygıtları özellikle güç denetimleri için uygun hale getirir. Şekil 4.14 de gösterilen devre, N-kanal güç MOSFET leri kullanan temel düzenlemedir.



Şekil 4.14 Şema 56: Güç MOSFET'lerle tam köprü

1 Ω altındaki Rds (açık)'li güç MOSFET'leri yaygındır. Bu transistörler, bunun gibi devrelerde 1 A ve 20 A arası erimlerde akımları denetleyebilirler.

Özel bir uygulamanın transistörleri, motordaki akıma göre seçilirler. Özellikle, yüksek güçlü motorları (2A üstünde) denetliyorsanız bunlar, soğutma plakalarına monte edilmelidirler.

Devre aynı Şema 62'deki gibi çalışır. Aşağıdaki tablo denetim mantığını veriyor:

İN1	İN2	Durumu
Yüksek (pozitif)	Düşük (toprak veya açık)	İleri
Düşük (toprak veya açık)	Yüksek (pozitif)	Karşılık
Yüksek (pozitif)	Yüksek (pozitif)	Yasak
Düşük (toprak veya açık)	Düşük (toprak veya açık)	Durur

Güç kaynağını kısa devre yapan, yasak durumu engellerken dikkat edin. Seri bağlantılı bir sigorta devrenizin bir duman fabrikası olmasından koruyan iyi bir yoldur.

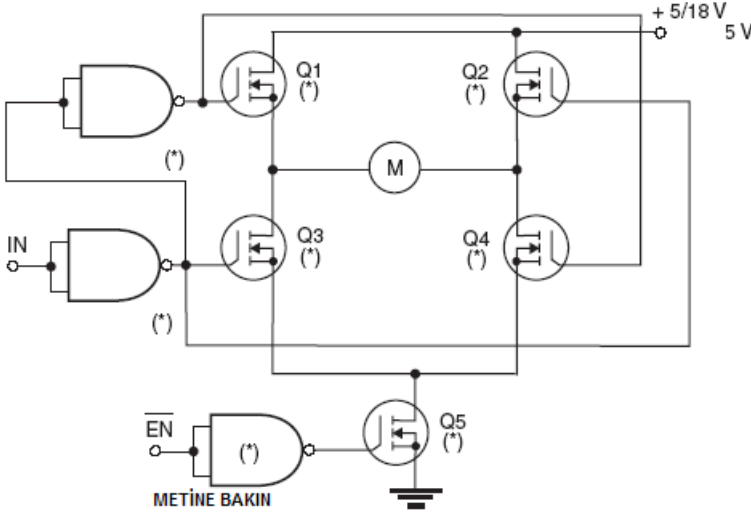
Şema 57 Güç MOSFET'leri Etkili Kullanan H-Köprü

Şekil 4.15’de gösterildiği gibi bir güç MOSFET ilavesi, güç MOSFET kullanan H-köprü harici bir mantık sinyali ile etkili hale getirilebilir. Q5, köprü karşısı tüm akımı denetler; giriş IN3 düşükse açıktır ve giriş yüksekse kapalıdır. Mantık denetimi aşağıdaki tabloda verilmiştir:

IN1	IN2	Durumu
-----	-----	--------

Yüksek	Düşük	İleri
Düşük	Düşük	Karşılık
İlgisiz	Yüksek	Durur

Q5, köprüdeki diğer tüm transistörler gibi aynıdır ve motor tarafından çekilen akıma göre seçilirler.

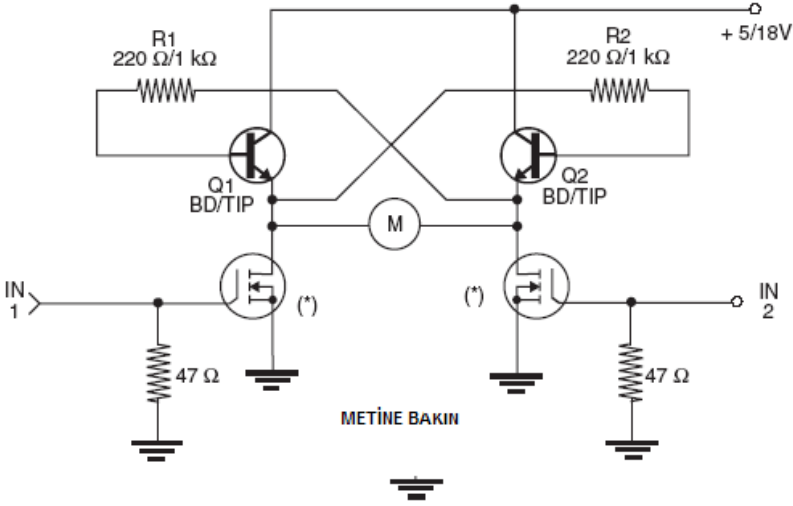


Şekil 4.15 Şema 57: Etkili girişli tam köprü

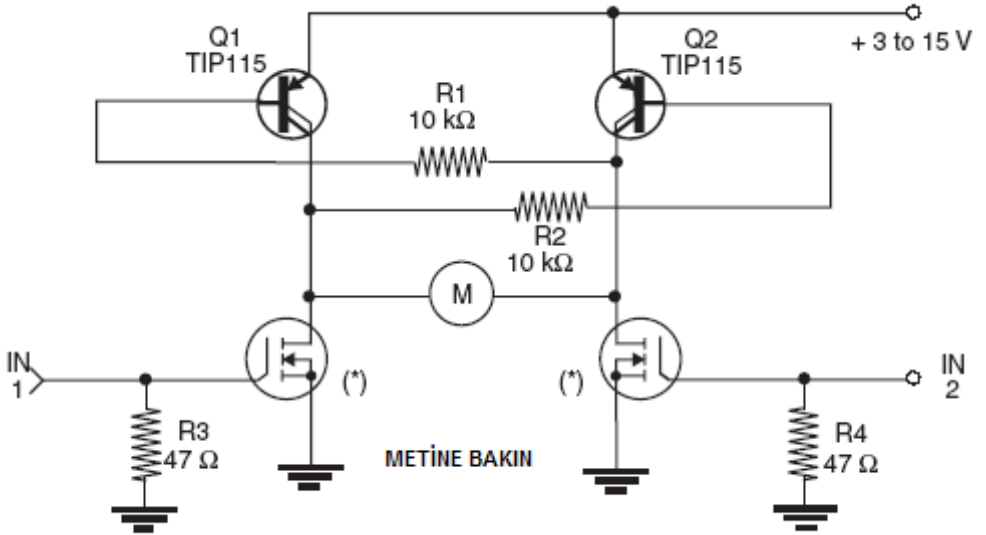
Şema 58 Birleşik Bipolar + MOSFET H-Köprü

Şekil 4.16 ile gösterilen düzenleme çift kutuplu (bipolar) transistörleri, güç MOSFET'leri ile birleştirilir. R1 ve R2; güç MOSFET'ler tetiklendikleri zaman hangi bipolar transistörün iletim yapacağını belirleyen bir geri besleme ağ iletişimi oluştururlar. Bu dirençlerin değerleri kazanımlarına bağlıdır. Bd136, BD138 veya bir başkası gibi yüksek-kazanımlı transistör kullanımında, 1 k Ω bir direnç kullanabilirsiniz. TIP32 veya TIP42 gibi daha az kazanımlı transistörler için 220 Ω dirençlere ihtiyacınız olacak.

Tüm transistörlerin soğutma plakalarına ihtiyaçları vardır. Devre, Şema 52 de gösterildiği gibi aynı mantık denetimine sahiptir.



Şekil 4.16 Şema 58: Birleşik çift kutuplu (bipolar) + güç MOSFET



Şekil 4.17 Şema 59: Darlington + MOSFET H-köprü

Şema 59 Birleşik Darlington + Güç MOSFET H-Köprü

Şekil 4.17’de gösterilen devre, MOSFET’leri çift kutuplu (bipolar) Darlington transistörleri ile birleştiriyor. Bu şema, önceki şemata açıklanan aynı durumda çalışır. Geri besleme dirençleri bu durumda daha yüksek

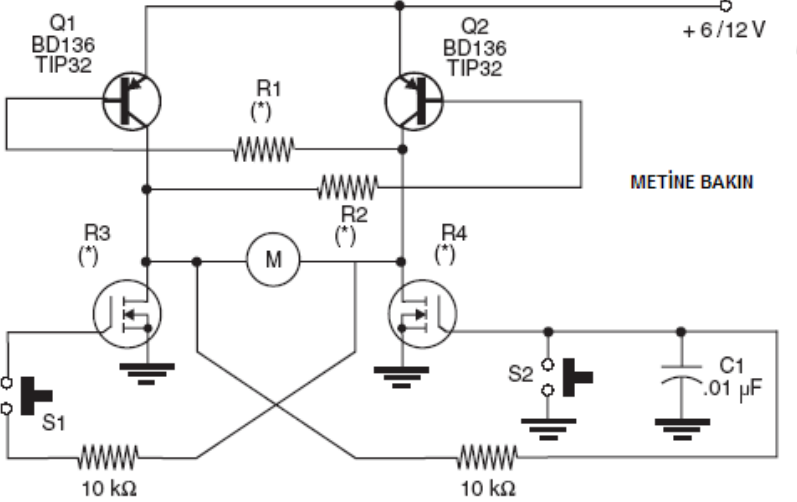
değerlere sahip olabilirler. Kısım 4.5 de, verilen tabloyu kullanarak transistörler seçilebilirler, İlave Bilgiler.

Şema 60 R-S Flip-Flop (iki durumlu) H- Köprü

Şekil 4.18 ile gösterilen düzenleme bir flip flop olarak çalışan tuşlarla veya sensörler ile denetlenen bir H-köprüdür. SW1 e dokunmak motorun ileri çalışmasını sağlar. SW2 ye anlık süreyle basmak motoru geri çalıştırır. Motorun yönünü tekrar tersine çevirmek için, SW1 e anlık süre ile basmak yeterlidir.

R1 ve R2; Q1 ve Q2 nin kazanımlarına göre seçilirler. Daha fazla detay için 58 no'lu devreye bakın.

Çift kutuplu (bipolar) transistör ve güç MOSFET ler, motor tarafından çekilen akıma göre seçilirler. Eğer, ağır-iş motorların denetlenmeleri gerekiyorsa, transistörlerin soğutma plakalarına monte edilmeleri gerekir. Devreye 9-15 V arası erimindeki kaynaklardan güç verilebilir.

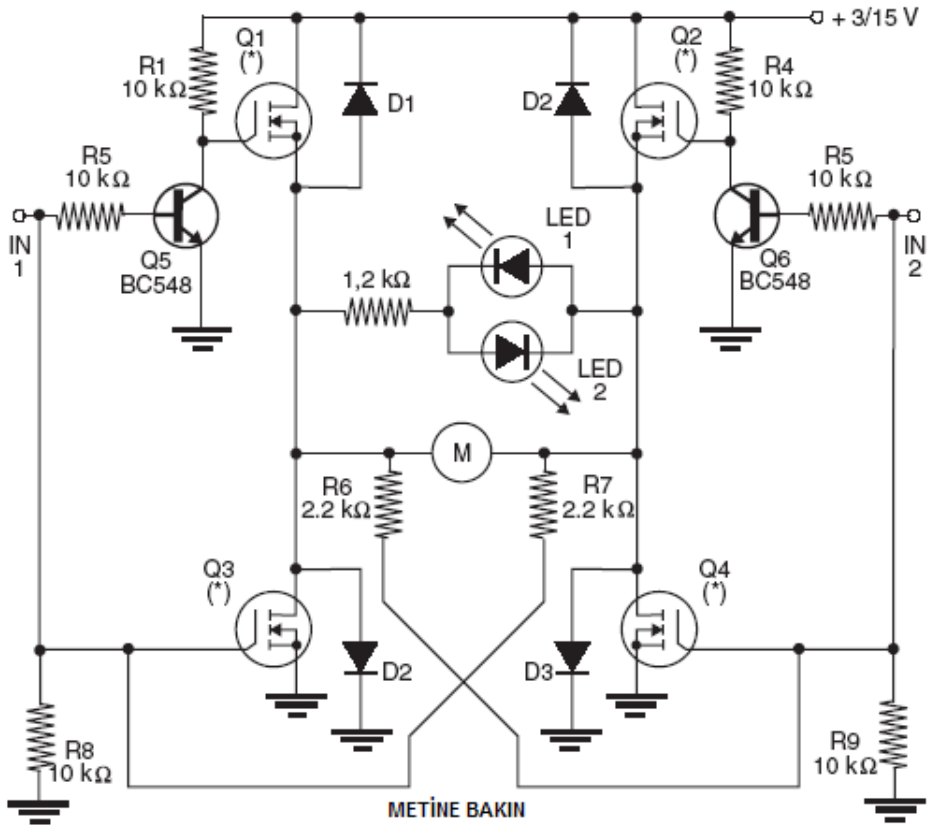


Şekil 4.18 Şema 60: Flip-Flop (iki taraflı) köprü

Şema 61 Tam H-Köprü

Bu şema (Şekil 4.19), güç MOSFET leri sıradan çift kutuplu (bipolar) NPN transistörleri ile birleştirir ve iki giriş ile çalıştırır. Bir geri besleme devresi yasak durumlara karşı koruma sağlar. Bu durum girişler ile zorlandığında, Q3

ve Q4 ün tabanlarına olan geri besleme, bunların aynı zamanda iletken olmalarına izin vermez.



Şekil 4.19 Şema 61: Tam H-köprü

Güç MOSFET'ler, motorun Kısım 4.5'deki tablodan kullanımına göre seçilebilir. Çift kutuplu (bipolar) transistörler, BC548 veya herhangi bir başka genel-amaçlı NPN silikon transistörlerdir.

İki LED in hareketi yön belirtme gibidir. R3 direncinin değeri, aşağıdaki tabloya göre olup devreye güç vermek için kullanılan voltaja bağlıdır:

Vcc	R1
6 V	470 Ω
9 V	680 Ω
12 V	1 kΩ
15 V	1.8 kΩ
18 V	2.2 kΩ
24 V	2.7 kΩ

Denetim voltajı, sıradan TTL veya CMOS kapılarından veya çalışan amplifikatörlerden sağlanabilir.

4.4 Entegre H- Köprüler

Önceki şemalarda gösterilen devreler, ayrı bileşenler kullandılar (ör., transistörler, dirençler, diyotlar ve diğer bileşenler). Bu kullanımın, eğitim amaçlı çalışmalarda yararlı olduğu düşünülebilir. Ancak bu alandaki projeler için tek çözüm değildir.

Robotik ve mekatronik devrelerin çağdaş tasarımcıları, IC'ler şeklinde birçok H-köprüler bulabilirler. Birçok imalatçı, IC hatlarında, yüksek-güç motorlarını denetleyebilen tam H-köprü devreleri sunuyorlar ve bunlar hiçbir (veya birkaç) ilave harici bileşen olmadan kullanılabilirler.

En çok tutulan IC H-köprülerde ikisi aşağıda verilmiştir, sonra size bazı uygulama şemaları sunacağız.

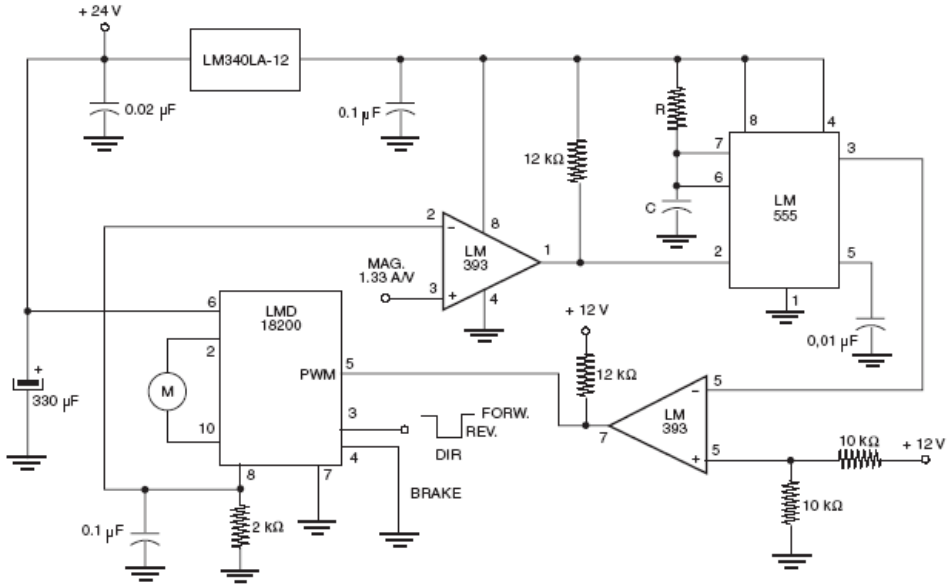
Tipi	Niteliği	İmalatçı
LMD18200	3 A, 55 V	National Semiconductor
LMD18201	3 A, 55 V	National Semiconductor

İnternet arama motorları, bunlar ve diğer IC ler hakkında daha fazla bilgi bulmak için size yardım edebilir.

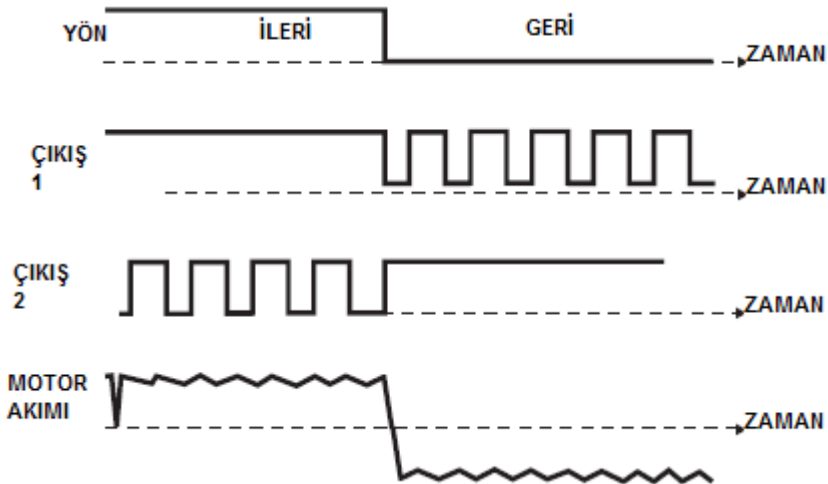
Şema 62 LMD18200 Kullanan H-Köprü

National Semiconductor tarafından üretilen LMD18200, hareket denetim uygulamaları için tasarlanmış bir 3A, 55V köprüdür. Bu IC; aynı yonga üstünde DMOS güç aygıtları ile bipolar ve CMOS denetim devrelerini birleştiren çoklu-teknoloji işlemini kullanır. Bu devre, hem dc motorların hem de aşamalı motorların çalıştırılmalarında faydalıdır.

Şekil 4.20 ile gösterilen şemada, verilen akımın her geçmesinde, belirlenmiş bir zaman sürecinde sıfıra eşit olan ortalama bir voltajı motor bağlantılarına uygulayarak motordan geçen akımı denetlemekte kullanılan LM18200 ün olduğu National Semiconductor tarafından önerilen bir uygulamamız var. Bu hareket, harici denetimli ortalama seviye hakkında motor akımının hafifçe değişmesine neden olur.

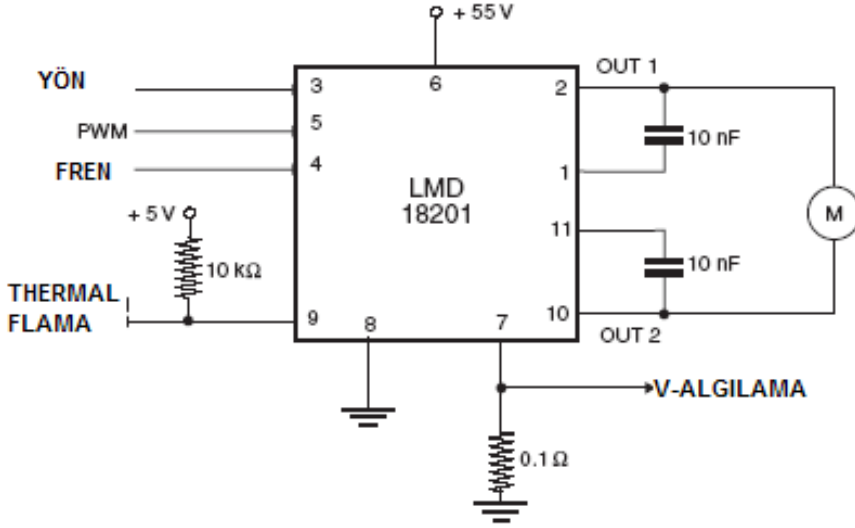


Şekil 4.20



Şekil 4.21 *Dalga şekillerinin anahtarlama*

Süreç dışı süre 555 de RC ağ iletişim ile belirlenir. Bu devrede işaret/önem çalışma modu tamamlanmıştır. [diğer kısımda puls (darbe) genişlik modülasyonunun (PWM) çalışmayı nasıl denetlediğine bakın]. Bu devredeki anahtarlama dalga boyları Şekil 4.21 de gösterilmiştir.



Şekil 4.22 Şema 63: LM18201 li H-köprü

Şema 63 LM18201 Kullanan H-Köprü

National Semiconductor'ın LM18201 i, denetim kısmındaki ve çıkıştaki güç DMOS transistörlerindeki bipolar ve CMOS aygıtları birleştiren tek bir yonga üstünde 3 A, 55V bir H-köprüdür. Şekil 4.22'de gösterilen şema, takometreleri veya hız regülatörlerini çalıştırmak için kullanılabilen bir akım-duyarlı çıkış içerir.

PWM girişi (sonraki bölüme bakın) motorun hızını denetlemek için kullanılır. Giriş freni, bağlantılarını kısa devre yaparak hızlı bir durma sağlar. PWM sinyalleri, işaret/önem veya basit olabilirler, kilitli antifaz PWM.

İlk tipte (işaret/önem), denetim pulsarı, ayrı yön (işaret) ve genişlik (önem) içerir. Mutlak önem sinyali iş-çevrim modülasyonludur (puls-darbe periyot) ve bir puls sinyalinin yokluğunda (mantık seviyesi düşük) sıfır çalışma sergiler.

İkinci tipte (basit, kilitli antifaz PWM), denetim pulsu (darbe), hem yönün hem de genişlik bilgisinin kodlandığı tek bir değişken iş-çevrim (puls-darbe periyot) sinyali içerir. Bir %50 iş-çevrim (puls-darbe periyot) PWM sinyali; voltajın net değerinin yüke teslimatı sıfır olduğu sürece sıfır çalışma sergiler.

4.5 Diğer Bilgiler

Bir yarım veya tam köprüde kullanılacak olan transistörler, denetlemeleri gereken akıma bağlıdır. Akım motor tarafından belirlenir ve birkaç miliamperden 2A'ın üstüne kadar değişebilirler. Aşağıdaki tablolarda, köprü uygulamalarına uygun bazı transistörleri size sunuyoruz.

NPN Çift Kutuplu (bipolar) Transistörler

Tip	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BC547/548/549	45/30/30 V	100 mA	100-800/110-800/200-800
2N3903/3904	40 V	200 mA	20-200
BD135/137/139	40/60/80 V	1.5 A	40-250
BD433/435/437	22/32/45	4 A	85-475/85-475/85-375
TIP31/A/B/C	40/60/80/100 V	3 A	10-50
TIP41/A/B/C	40/60/80/100 V	6 A	15-75

PNP Çift Kutuplu (bipolar) Transistörler

Tip	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BC557/558-559	45/30/30 V	100 mA	75-800/75-800/125-800
2N3905/3906	40 V	200 mA	20-200
BD136/138/140	40/50/80 V	1.5 A	40-250
BD434/436/438	22/32/45 V	4 A	85-475/85-475/85-375
TIP32/A/B/C	40/60/80/100 V	3 A	10-50
TIP42/A/B/C	40/60/80/100 V	6 A	15-75

NPN Darlington Transistörleri

Tip	Voltaj (Vce)	Akım(Ic)	Kazanım (hFE)
BD331/333/335	60/80/100 V	6 A	750
TIP110/111/112	60/80/100 V	1.25 A	500
TIP120/121/122	60/80/100 V	5 A	1.000
TIP140/141/142	60/80/100 V	10 A	1.000

PNP Darlington Transistörleri

Tip	Voltaj (Vce)	Akım (Ic)	Kazanım (hFE)
BD332/333/335	60/80/100 V	6 A	750
TIP115/116/117	60/80/100 V	1.25 A	500
TIP125/126/127	60/80/100 V	5 A	1.000
TIP145/146/147	60/80/100 V	10 A	1.000

Güç MOSFETler (N-Kanal)

Tip (açık)	Voltaj (Vds)	Akım (Id)	Rds
IRF222	200 V	4.0 A	1.2 Ω
IRF230	200 V	9.0 A	0.4 Ω
IRF250	200 V	30 A	0.085 Ω
IRF223	150 V	4.0 A	1.2 Ω
IRF231	150 V	9.0 A	0.4 Ω
IRF122	100 V	7.0 A	0.4 Ω
IRF142	100 V	24 A	0.11 Ω
IRF123	60 V	7.0 A	0.4 Ω
IRF143	60 V	24 A	0.11 Ω
IRF151	50 V	40 A	0.055 Ω

4.6 Özel Tavsiyeler

4.6.1 Köprüleme Kondansatörleri (Dekuplaj Kondansatörleri)

İndükleyen bir yük (ör., bir dc motor) açılıp kapandığı zaman, devre karşısında çoğalan ve potansiyel sorunlara neden olan yüksek-voltaj ve yüksek akım ekserleri üretilir. Zarar verici ekserleri önlemek için, robotik ve mekatronik tasarımcıları çok özen göstermelidir.

Köprüleme (dekuplaj) kondansatörleri, akım veya voltaj ekserlerinin var olabileceği ve devrenin istikrarını tehlikeye sokabilecek her noktada olmalıdırlar. Bir dekuplaj kondansatörünü ilave etmek için bir yer arandığında devrenin bazı yerleri çok önemlidir.

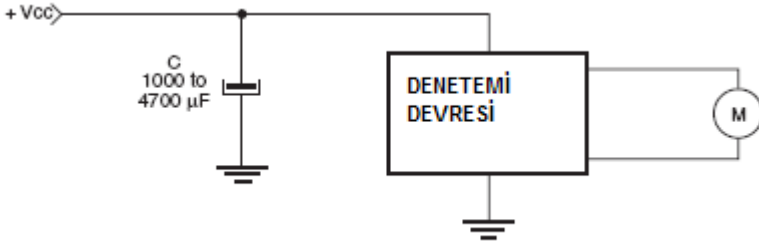
Güç kaynağı ile paralellik. Büyük elektrolitik kondansatörler, Şekil 4.23 de gösterildiği gibi güç kaynağı ile paralel olarak ilave edilmelidir. Bu kondansatörler enerji depolarlar, motorun açılıp yüksek akımlar çektiği zaman, bunu kaynak tarafından sağlanan akıma ilave ederler. Yaygın uygulamalar için, 1,000 ve 10,000 μ F arası değerler uygundur. Eğer motor başlatmada çok yüksek akımlar çekerse ve güç kaynağındaki voltaj düşmesi önlenemiyorsa, buna güç vermek için ayrı bir batarya kullanmanız tavsiye edilir.

Motor ile paralel. 0.1 ve 1 μ F arası erimde olan kondansatörler (polyester tipler), motorun iletişim sistemi ile üretilen ekserleri soğurmaları için tavsiye edilirler. Bu kondansatörler, motor çalışırken üretilen yüksek voltaj ekserlerine karşı anahtarlama aygıtlarını koruyacaktır

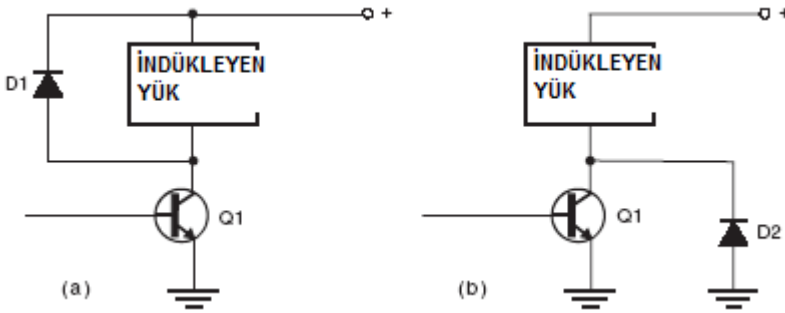
4.6.2 Transistör Koruması

Transistörler, indükleyen yükler tarafından üretilenler gibi voltaj ekserlerine çok duyarlıdır. Anahtarlama kullanılan birçok tür transistör, dahili koruyucu diyotlar içerir. Fakat eğer yoksa, Şekil 4.24 de gösterildiği gibi bir tane ilave etmeniz tavsiye edilir.

Bu amaç için ideal bileşenler, dc motorlar tarafından üretilen kısa pulslara yeteri kadar hızlı tepki veren aygıtlar olduklarından Schottky diyotlarıdır. Fakat, yaygın uygulamalar için, devreleriniz IN4002 ve bu seriden olan diğerleri gibi yaygın diyotlar ile korunabilir.



Şekil 4.23 Dekuplaj kondansatörü



Şekil 4.24 Transistörün korunması

4.6.3 Akım Algılama

Bazı uygulamalarda, motor tarafından çekilen akımı denetlemek için bir tür devrenin ilave edilmesi önemlidir. Bu devre, hızı denetlemek veya batarya

ömrünü uzatan güç kullanımını idare etmek için kullanılabilir. Şekil 4.25, bu devrenin nasıl ilave edilebileceğini gösteriyor.

0.1 Ω luk bir direnç, bir motor tarafından çekilen her amper için 100 mV luk bir voltaj düşmesine neden olur. 10 kazanımlı kullanıma hazır bir amplifikatör ilave edilmesi ile, örneğin; bir denetleme devresini veya idare devresini doğrudan çalıştıran 1 V/A ya sahip olacaksınız. Bu direncin değeri, motordan enerji “çalmamamız” için mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır.

4.6.4 Sigortalar

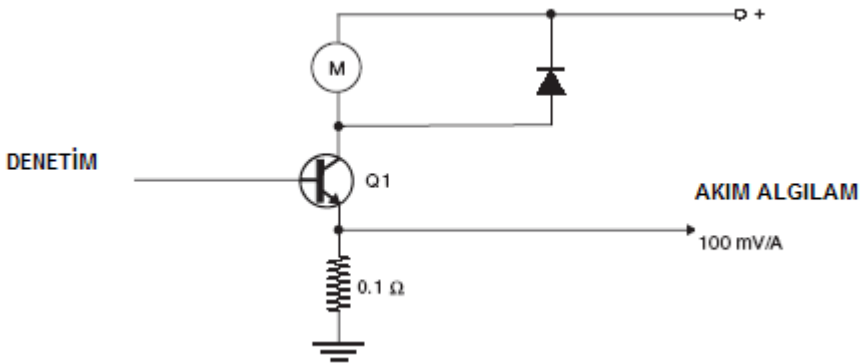
Bu bölümde gösterilen birçok şema, kısa devre yapacak güç kaynağına neden olabilecek “yasak durumlara” sahiptir. Bu şartlarda transistörlerin karşısından geçen yüksek akım geçişleri bunları yakabilir.

Bu durumlara karşı devreyi korumak için, sigortalar tavsiye edilir. Sigortalar, güç kaynağı ile seri olarak yerleştirilir ve değerleri motorlara ve transistörlere bağlıdır. Motorlar tarafından çekilen normal akımdan 2.5-3 kere daha büyük olan sigorta kullanmak, yapılabilecek iyi bir kuraldır.

4.7 Proje Önerileri

Bu notların tamamında gösterilen robotik ve mekatronik projelerde birçok şema birbirine bağlanabilir. Birleşik şemalar için bazı öneriler aşağıdadır:

- 39 ve 40 no’lu şemalarla verilen gecikmeli veya zamanlı röleler, herhangi bir H - köprü ile birleştirilebilir. Belirli bir süreden sonra motorlar açılıp, kapanacak veya tersine çevrilecektir.



Şekil 4.25 Akım algılama

- 11 ve 12. Şemalar, bir H-köprü ile denetlenen motorlara hız eklemek için kullanılabilir (sonraki şemata, transistörlerin kullanımıyla hızın nasıl denetlendiğini anlayacağız).
- 15 ve 24. Şemalar, herhangi bir H-köprü ile sadece bir motorun değil, harici bir denetimle seçilen iki motorun da. yönünün değiştirilmesi için kullanılabilir.
- 30 ve 37 no'lu şemalar, arasındaki şemalar bir etkileme denetimi olarak bir H-köprü ile seri bağlanmayla kullanılabilir.

5 Lineer ve PWM Güç Kontrolü

5.1 Amaç

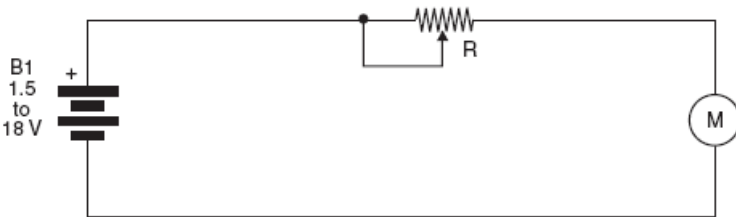
Önceki bölümlerde, tasarımcının ihtiyaçlarına göre değişik düzenlemeler kullanarak bir motor yönünün nasıl değiştirildiğini gördük. Fakat bir motorun yönünü tersine çevirmek, robotik ve mekatronik projeler için ihtiyacımız olan tek denetim tipi değildir. Bir motorun hız denetimi, birçok projede olduğu gibi daha önemlidir. Bu bölümde, bir dc motorun hızını denetlemekte kullanılabilecek bazı teknikleri inceleyeceğiz. Aynı prensipler, bir mıknatısın veya solenoidin gücü, bir ısıtıcının derecesi veya bir akkor ampulün parlaklığı gibi diğer yüklerin denetiminde uygulanabilir.

5.2 Teorik Temeller

Bir yüke uygulanan gücü denetlemenin en basit yolu, Şekil 5.1’de gösterildiği gibi seri olarak bağlı bir reostanın (ayarlı direnç) kullanımı ile olur. Reosta ve yük değişkeni bir voltaj böleni oluşturur. Reostanın direncini değiştirerek, motora uygulanan voltaj da değişir ve bu nedenle hızı da değişir.

Her ne kadar kolay da olsa, denetimin türü bazı zorluklar çıkarır:

1. Motor tarafından çekilen aynı akım reostanın karşısından geçer. Motorun boyutuna ve gücüne bağlı olarak, bunun anlamı: reostada üretilen büyük ısı miktarıdır. Bileşenin boyutunu ve maliyetini arttırarak özel ısı dağıtma yöntemleri uygulanmalıdır.
2. Bir dc motoru denetlerken, motor da değişken bir yük sergilediğinden (karşısındaki akım yüke ve hıza bağlıdır), devre kararsızdır; torku (dönme momenti) sabit tutarak motoru hafifçe başlatmak kolay değildir. Robotu veya başka mekanizmayı ileri silkeleyerek sert başlatmak tercihtir.



Şekil 5.1 *En basit motor denetimi*

Bu zorluklardan ikisi, bu bölümde açıklanacak olan özel düzenlemeleri kullanarak giderilebilir. Diğer bölümlerde olduğu gibi, şemalar temeldir ve özel uygulamalara ve motorlara niteliklerinin uyması için ayarlanmalıdırlar. Bu işi başarmak için gerekli tüm veri sonraki sayfalarda verilmiş olacaktır.

5.2.1 İki Tip Denetim

Aşağıda açıklanan iki devre düzenlemesi; bir motora uygulanan gücü veya daha önce açıklanan sorunları engellemek için modern bileşenleri kullanan başka yükü denetlemekte kullanılabilir (Sonraki bölümde üçüncü bir tür denetim açıklanmıştır. Detayları ile açıklanan özel bileşenler kullanır).

5.2.2 Linear Denetimler

Linear (doğrusal) denetim, Şekil 5.2 de gösterildiği gibi tipik bir düzenlemede değişken bir direnç gibi bir transistör (çift kutuplu veya FET) kullanır. Taban akımı, kolektör (akım toplayıcı) ile yayıcı (verici) arasındaki direnci ve bu suretle devrede akan akımı da değiştirir.

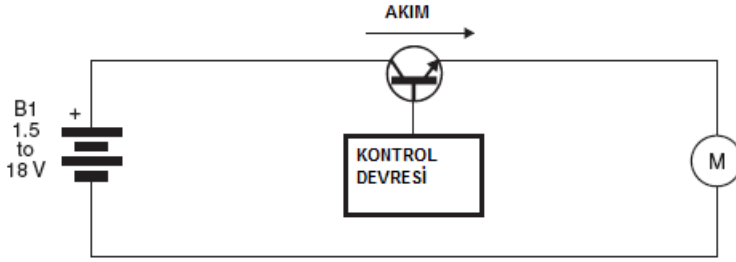
Bu devrenin ana avantajı; bileşenin fazla güç harcamasına ihtiyacı yok anlamına gelen, transistör karşısında akan akıma kıyaslandığında taban akımının düşük olduğudur. Transistör gücü israf eden bir elemandır. Bu; yaygın karbonun, yüksek akım yüklerini denetlemek için düşük israfli potansiyometrelerin kullanıma izin verir.

Dezavantajı daha önce tartıştık: transistörün yük karşısındaki akımı denetlerken önemli miktardaki gücü ısıya çevirdiği gibi güç kaybına tanık olmuştuk. Isıya çevrilen güç, Şekil 5.3 de gösterildiği gibi transistör karşısında akım denetlemesi kadar voltaj düşüşü ile verilmiştir.

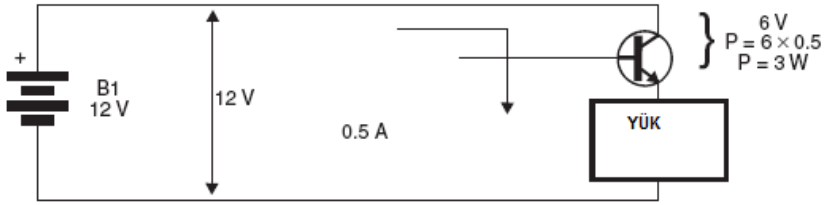
Örneğin, şekilde gösterildiği gibi bir transistör; bir 12 V luk güç kaynağından 0.5 A lik bir motora 6 V uygulaması için ayarlanmışsa, transistördeki akım kadar (0.5 A) olan 6 V luk voltaj düşmesi 3 W lık bir ısının üretilmesi ile sonuçlanacaktır.

5.2.3 Puls Genişlik Modülasyonu

Puls genişlik modülasyonu (PWM) çok daha verimli güç denetim teknolojisidir. Öyleyse, sadece dc yüklerin denetimlerinde değil, birçok başka uygulamalarda da kullanılır (mesela, güç kaynakları gibi).



Şekil 5.2 Bir bipolar transistör kullanan linear denetim



Şekil 5.3 Büyük miktarlarda güç, transistör tarafından ısıya çevrilir

Temel fikir, Şekil 5.4'de gösterildiği gibi kare voltaj pulslarının (darbe) bir yüke güç vermek için kullanılmasıyla başlar. Yüke uygulanan gücün miktarı her pulsun (darbenin) süresine veya sinyalin *iş-çevrimine* (puls-darbe periyot) bağlıdır.

Eğer pulsun (darbe) süresi, pulslar arası ara gibi aynıysa (şekil 5.4a da gösterildiği gibi, %50 lik bir iş-çevrim “puls-darbe periyot” sunarak), motora uygulanan ortalama güç %50 dir. Eğer pulsun süresini uzatırsak, yüke uygulanan güç ortalaması da Şekil 5.4b de gösterildiği gibi aynı oranda yükselir.

Pulsların *genişliklerini* denetleyerek, yüke uygulanan gücü denetleyebiliriz. Puls genişliğinin denetimi için kullanılan işleme *modülasyon* denir ve bu tür bir devreye *PWM* veya *puls genişlik modülasyonu* güç denetimi denir.

Bir Pratik PWM Denetim Devresi Nasıl Çalışır. Şekil 5.5 de gösterilen düzenlemeyle başlayalım. Bir güç transistörü (MOSFET veya çift kutuplu), bir değişken-iş-çevrim (PWM) osilatörün çıkışına bağlıdır. Osilatör çalıştığı zaman, transistör bir kare dalga voltajı yüke uygulayarak aynı frekansta açılıp kapanır. Gördüğümüz gibi, yükteki ortalama voltaj, pulsların sürelerine bağlıdır. Bu tip bir devrenin büyük avantajı, gücün transistör tarafından sifıra yakın olarak sarf edilmesidir.

Transistör açık olduğu zaman, direncinin sıfır olduğu düşünülebilir ve karşısında hiç güç üretilmez. (Güç, voltaj düşüşünün ve akımın ürünüdür

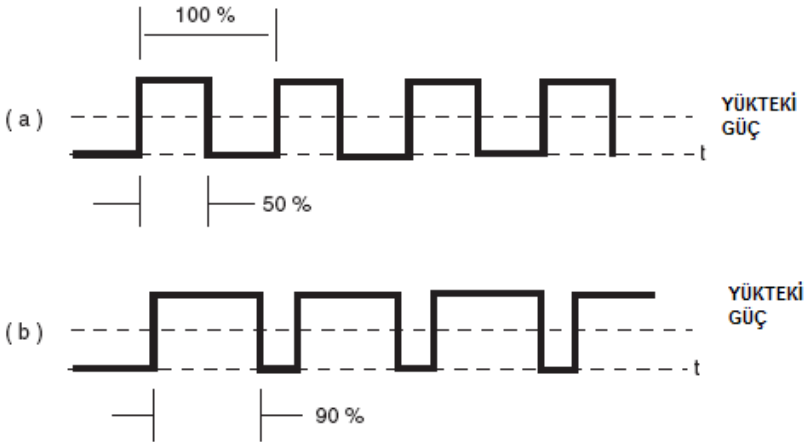
ve voltaj düşüşü pratik olarak sıfır olduğundan, sonuç da sıfır güçtür). Diğer yanda, transistör kapalı olduğu zaman, bundan hiç akım geçmez ve tekrar güç sıfıra dağılır.

“Gerçek dünya” bileşenleri ile çalışırken; olaylar, oldukça farklıdır. Transistör açık durumdan kapalı duruma geçemez veya sorunların dağılmasında hemen yeterli olamaz. Transistörün bu durum değişikliği için sınırlı zamana ihtiyacı vardır.

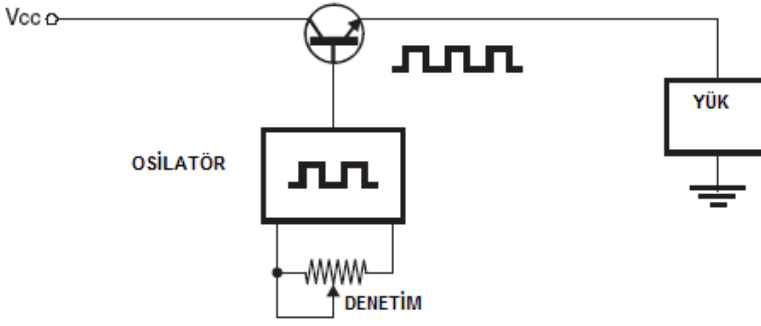
Şekil 5.5 de gösterildiği gibi, transistörün bir durumdan başka bir duruma anahtarlandığı esnada, aygıt tarafından verilen direnç değişir, akım ve voltaj düşüşleri devrede eş zamanlı olarak görülür. Bunlar, ortaya çıkacak bazı ısılara neden olacak kadar büyüktür.

Anahtarlama işlemi ile üretilen ısı, bu tür bir devrede önemli olabilir, fakat linear (doğrusal) denetimlerle ortaya çıkan ısıya nazaran çok düşüktür. Dc motorları denetlerken PWM devrelerinin bir diğer önemli avantajı ise, hız eriminin tamamı üzerinde daha fazla sabit tork (dönme momenti) durumunu korurlar.

Gördüğümüz gibi, bir linear denetim kullanıldığı zaman, dc motor, hareketsizliğin üstesinden gelmek için yeterli güç çektiği zaman ileri doğru ani çekiş yapmaya yönelir. Bir PWM denetimi kullanımıyla, pulslar her zaman toplam devre voltajını içerirler, sadece puls süresi değişir. Bunun anlamı; çok düşük hızlarda bile motor hareketsizliğin üstesinden gelmek için yeterli yüksek bir voltaj elde etmesi ve dönmeye başlamasıdır. Öyleyse, bir linear (doğrusal) denetimle mümkün olmayan, hız eriminin başından sonuna kadar “hafif” ayarlamalar elde etmek mümkündür.



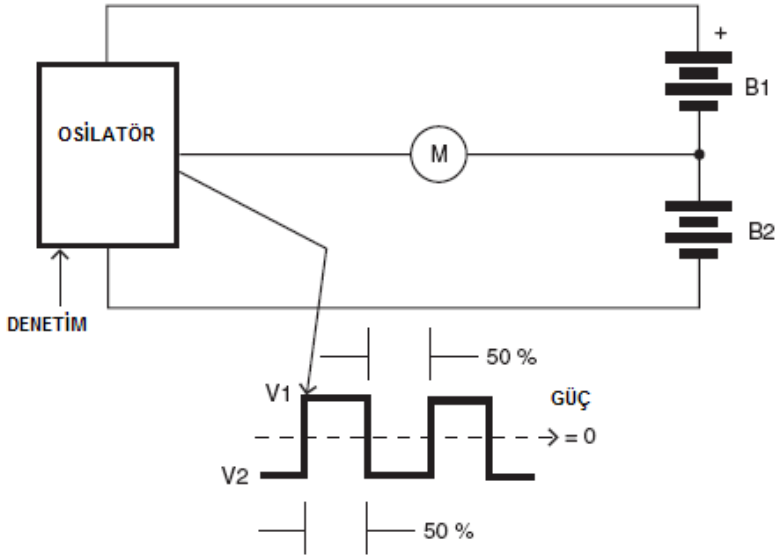
Şekil 5.4 Güç darbe genişliğine bağlıdır.



Şekil 5.5 Temel PWM denetimi

5.2.4 PWM Denetimlerin İki Şekli

PWM denetimlerin iki şekli, robotik ve mekatroniği de içerecek pratik uygulamalarda bulunabilir. Bunlar aşağıda açıklanmıştır.

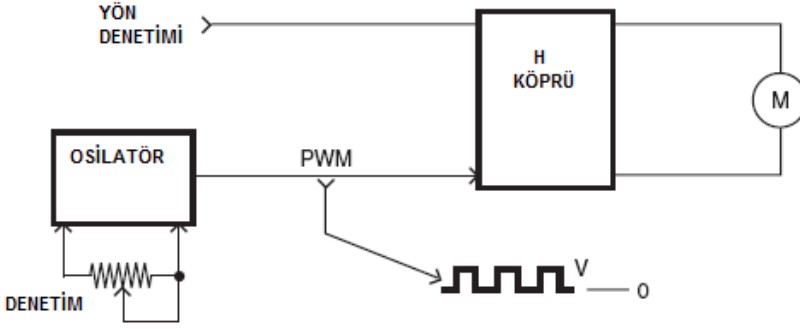


Şekil 5.6 Kilitli anti-faz denetimi

Kilitli anti-faz denetimi. Basit kilitli anti-faz denetimi, Şekil 5.6'da gösterildiği gibi hem yön hem de genişlik (hız) bilgisinin kodlandığı bir tek, değişken iş-çevrim (puls-darbe periyot) sinyal osilatörü içerir. Bir %50 iş-çevrim sinyali, voltajın (bir periyot üzerine tümleşik) net değerinin yüke (motor) teslimi sıfır olduğundan sıfır çalışma verir.

Bu tür denetimin büyük dezavantajı ise, uygulanan güç sıfır olduğu zaman güç kaynaklarının zamanın %50 gücünü dağıtmasıdır. Bu güç ısıya dönüşür. Bundan dolayı, bu tür denetim yüksek-güç motorlarının denetimleri için tavsiye edilmez.

İşaret/genlik denetimi. Bu denetim, ayrı yön (işaret) ve amplitüd (genlik) sinyallerini çalıştırır. Genlik sinyali iş-çevrim modülasyonludur ve bir puls sinyalinin yokluğunda (yüksek mantık seviyesi) sıfır çalışma verir. Şekil 5.7, bu denetimde ne olduğunu gösteriyor. Yüke verilen akım, puls genişliği ile orantılıdır.



Şekil 5.7 İşaret (yön) / genlik PWM denetimi

5.3 Temel Şemalar

5.3.1 Linear Denetimler

Linear (doğrusal) ve PWM güç denetimleri, birçok yaygın bileşenler ile tasarlanabilir. Aşağıdaki şemalar, robotik, mekatronik ve otomasyonun başka şekillerini içeren projelerde kullanılabilecek düzenlemelerin örnekleridir.

Tüm bu şemalar yaygın parçalar kullanırlar ve özel işlere adapte edilebilirler. Bir çok durumda bileşenler, denetlenecek olan yüklerin nitelikleri ile devreye uyması için değiştirilebilirler. Her durumda en iyi performansı elde etmek için bileşenleri değiştirerek, bu devre şemalarını denemeye davet ediyoruz. Eleştiri niteliğindeki bileşenlere uygun değerlerin erimleri hakkında öneriler her şemada verilmiştir.

Şema 64 Elektronik Reosta

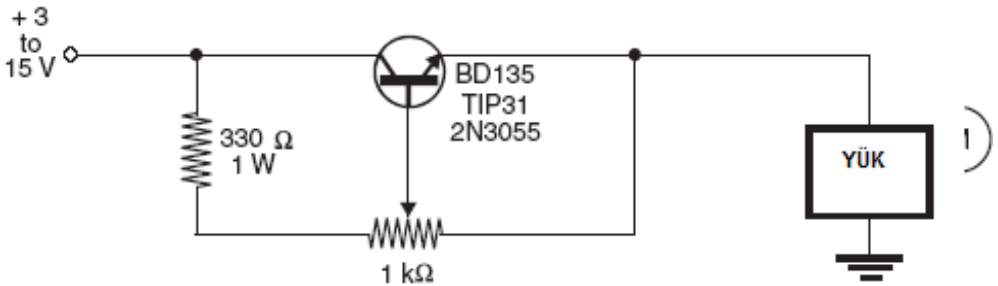
Şekil 5.8’de gösterilen şema, bir dc motora, bir akkor lambaya, herhangi bir başka indükleyen veya dirençli yüke uygulanan gücü denetlemek için kullanılabilir. Transistör, potansiyometre tarafından verilen polarizasyona bağlı olan değişken bir direnç gibi kullanılabilir. Transistör kullanmanın avantajı potansiyometredeki düşük akımdır. Yaygın karbon potansiyometreler, yüke bağlı olarak birkaç ampere kadar ağır-iş yüklerinin denetlenmesinde kullanılabilir.

Transistör soğutma plakalarına monte edilmelidir. 4. Bölüm, Kısım 4.5 deki transistör tablosu, uygun transistörün seçiminde kullanılabilir. 1A’ye kadar olan motorlar için, BD135 veya TIP31 i tavsiye ederiz. Daha büyük motorlar için, 2N3055 kullanılabilir.

Potansiyometre tamamen açık olduğu zaman toplam gücü vermek için direnç değeri değiştirilebilir. Fakat direncin değerini 220 Ω ın altına indirmeniz tavsiye edilmiyor. Eğer 2N3055 kullanılmışsa ve güç kaynağı voltajı 12 V veya daha fazla ise, direncin en az 1W sarfi olmalıdır.

3 ve 18V arası erimdeki voltajlardan güç alan yükler, bu devre ile denetlenebilir. Bunun bir linear (doğrusal) denetim olduğunu ve Kısım 5.2 de tartışıldığı gibi yüke uygulanan voltaj erimi boyunca tork (dönme momenti) linear (doğrusal) olmayacaktır.

Bir dc motor gibi eğer indükleyen yükler denetlenirse, yüke güç verildiği zaman üretilen voltaj ekserlerine karşı transistörü korumak için bir diyot paralel bağlanmalıdır.



Şekil 5.8 Şema 64: Reosta (ayarlı direnç)

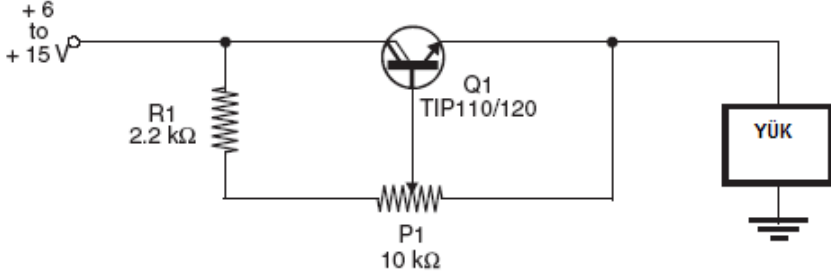
Şema 65 Bir Darlington Transistör Kullanımıyla Lineer Denetim

Linear (doğrusal) denetim tasarımı, Şekil 5.9’da gösterildiği gibi bir Darlington Transistör kullanımıyla basitleştirilebilir. Bu notlarda daha önce tartışıldığı gibi, Darlington transistörleri, benzersiz bir paket içinde doğrudan bağlı bir kademede iki transistörden meydana gelir. Birkaç

amperlik akımları denetleyebilen Darlington transistörleri ucuzdur ve herhangi bir komponent satıcısından kolaylıkla elde edilebilir.

Bölüm 4.5'deki transistör tablosu, uygulamanız için uygun olan Darlington NPN transistörünü seçmek için kullanılabilir. Transistörün soğutma plakalarına monte edilmesi gerektiğini hatırlayın.

Direnç R1 in değeri, arzu edilen denetim erimi ile transistörün kazanımına uyması için denenerek bulunmalıdır. 4.7 ve 1 mΩ erimler arası değerler iyi örneklerdir.



Şekil 5.9 Şema 65: Bir Darlington transistör kullanan linear denetim

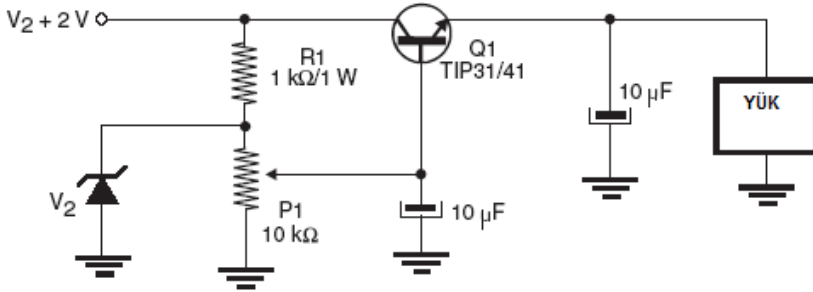
Şema 66 Bir Zener Diyot Kullanan Linear Güç Denetimi

Gördüğümüz gibi, bir motorun hızını, akkor bir lambanın parlaklığını veya bir yüke uygulanan gücü denetlemek için, hiçbir şeyin bir güç kaynağından veya değişken bir voltaj kaynağından daha fazla olmayacağından linear (doğrusal) bir denetim kullanabiliriz. Farklı parçalar veya entegre (tümleşik) devreler kullanan değişken güç kaynakları için birçok düzenlemeler vardır. Robotik ve mekatronik çalışmalarda ihtiyaç olduğu gibi, gücü içeren uygulamalarda tasarımcı bunları faydalı bulacaktır.

Şekil 5.10 da gösterilen değişken güç kaynağı, voltaj referansı gibi bir zener diyot kullanan geleneksel bir düzenlemedir. 1A e kadar akım isteyen aygıtlarda ve devreleri denemek için kullanılan bir çalışma tezgahı güç kaynağı gibi uygulamalarda da bu şema kullanılabilir. Şekil 5.11 de gösterildiği gibi, bir redresör (doğrultmaç) kademesini ve bir transformatörü, bunu tam bir güç kaynağına çevirmek için ilave edebilirsiniz.

Devre tarafından sağlanan voltaj eriminin tanımlanması için zener diyotun varlığı önemlidir. Bu erim 0V da başlar ve zener diyot voltajı tarafından belirlenen 0.6V gibi daha üst limite sahiptir (transistörün verici-taban birleşimindeki voltaj düşmesi). Örneğin, eğer bir 12V zener diyot kullanırsanız, kaynağınız 0V ve 12.6V arası erimde voltaj sağlayacaktır.

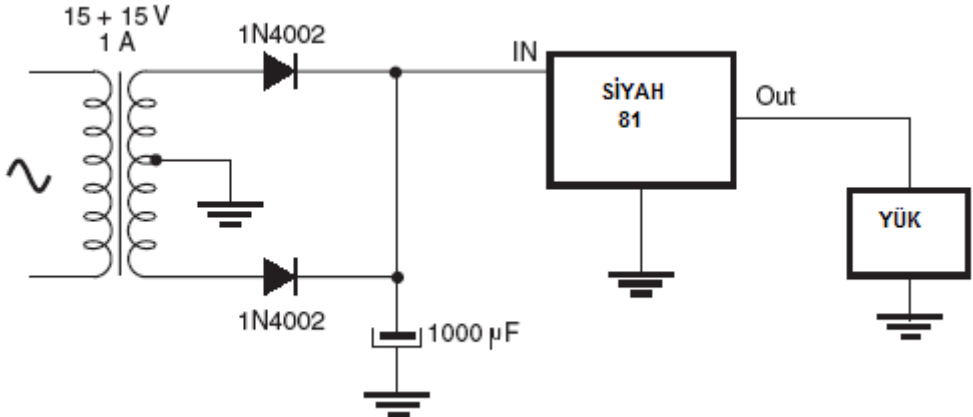
Bir $6V \times 400 \text{ mW}$ diyot kullanımıyla, aşırı voltaj ile motorun yanma riski olmadan hatta eğer giriş $6V$ dan çok daha fazla bile olsa $6V$ luk yüklerin hızlarını denetleyebilirsiniz. Bu düzenleme için tavsiye edilen giriş voltajı, çıkış nominal voltajından en az $2V$ daha yüksektir ve bu voltajın iki katıdır. Örneğin eğer yük, bir $6V$ dc motor ise; bu uygulama için tavsiye edilen giriş 8 ve $12V$ arasındadır.



Şekil 5.10 Şema 66: Referans olarak bir zener diyot kullanan linear denetim.

Transistör; Bölüm 4.5 'eki tablo kullanılarak seçilir ve $1A$ e kadar olan çıkış akımları için herhangi bir 400 mW veya $1W$ diyot kullanılabilir. Transistör soğutma plakasına monte edilmelidir.

$3V$ ve $12V$ arası erimdeki zenerler kullanılabilir. Devrenin arzu edilen voltaj erimini kapsaması için 470Ω ve $2.2 \text{ k}\Omega$ arasında değerlerle, $R1$ direnci denenerek değerlendirilebilir.



Şekil 5.11 Şema 66'nın bir güç kaynağına çevrilmesi

5.3.2 Sabit Akım Kaynakları

Linear (doğrusal) güç denetim şemalarının önemli bir grubu sabit akım kaynaklarıdır. Bunlar; harici nedenlerden dolayı dirençleri değiştiği zaman bile bir yük karşısında sabit bir akımı koruyabilen devrelerdir. Bu; yükleri arttığı zaman dirençleri düşen ve voltaj kaynağından daha fazla akım çekmeye eğilim veren motorlarla ilgili durumdur. Bazı durumlarda, bu devreyi sınırlama, devreyi aşırı yüklemeyi önlemek için önemli olabilir.

Başka bir durumda, şekil bellek alaşımlarına (SMA'ler) güç verildiğinde ortaya çıkar ve bunların karşısındaki akım, voltaj denetimi değiştiği zaman bile değerlerin kısa bir bandında muhafaza edilmelidirler.

Nihayet, giriş voltajının değiştiği zaman bile akkor ampullerin sabit parlaklıklarını korumaya ihtiyaçları olduğu ve ısıtıcıların dirençlerinin dereceyle değiştiği (derece düşerse direnç iner) ve böylece robotik, otomasyon ve mekatronik uygulamalara uyabilecek bir tür ayarlama isteyen durumları dikkate alabiliriz.

Sabit akım kaynağı; bir yükte önceden kararlaştırılmış bir akım değerini korumak için, hatta yükün direncinin değiştiği zaman veya devrenin giriş voltajının değiştiği zaman bile kullanılabilir. Aşağıdaki şemalar bu iş için kullanılabilir. Buradaki sabit *voltaj* kaynaklarının normal olarak robotlara ve diğer aletlere güç vermek için kullanılan bataryalar olduklarını hatırlayalım. Bunlar akım kaynaklarından farklıdır. Bazı sabit voltaj kaynakları da bu notlarda yer almaktadır.

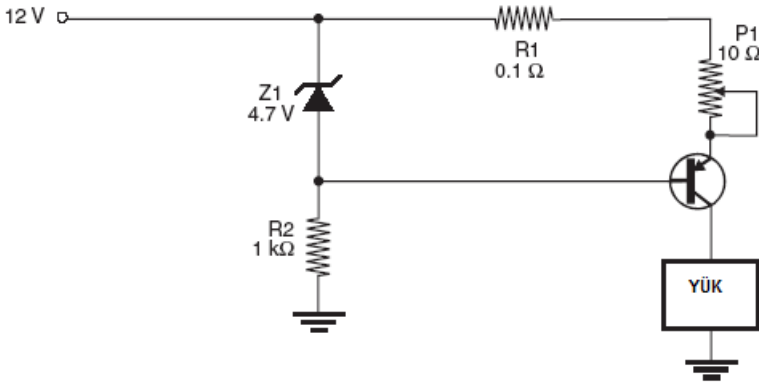
Şema 67 Transistör Kullanan Sabit Akım Kaynağı

Robotik ve mekatronik tasarımcıları için ilginç bir şema, Şekil 5.12'de gösterilmiştir. Bu devre, sabit bir akımın bir yük karşısında akmasını sağlar.

Bu; yükü değişse bile motorun hızını sabit tutmak için veya direncinin değişmesine neden olan ısısının değiştiği zaman bile bir ısıtıcıda akımı sabit tutmakta önemli olabilir.

Zener diyot, 400 mW veya 1W tipindedir ve P1 yük karşısındaki yükü ayarlamak için kullanılır. Bu devre, 500 mA e kadar olan sabit akımları devam ettirmek için kullanılabilir. Eğer daha büyük akımlar içeriliyorsa, bir Darlington transistörü kullanılabilir.

P1, bir tel-sargı potansiyometre olmalıdır ve eğer daha büyük yükler denetleniyorsa dağılma oranı önemlidir. Akım ayarlaması, yükte seri bağlı bir akım-metre kullanılarak yapılabilir.

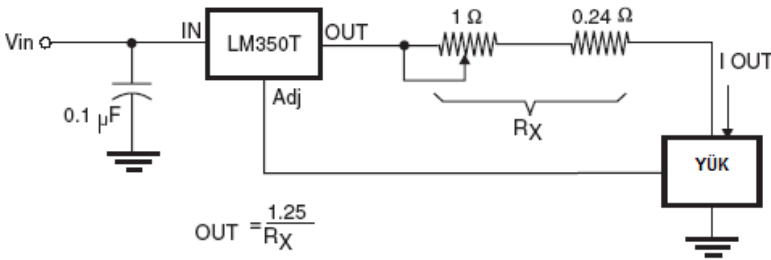


Şekil 5.12 Şema 67: Transistör kullanan sabit akım kaynağı

Eğer girişte daha yüksek voltajlar kullanılıyorsa, 1 kΩ direnci değer olarak arttırılmalıdır ve zenerin daha büyük dağıtma (sarf) gücü olmalıdır. Eğer yük bir motorsa, paralel olarak bağlı bir köprüleme (dekuplaj) kondansatörün ilavesi uygundur. 1 ve 470 µF arası elektrolitik kondansatörler bu iş için tavsiye edilmiştir.

Şema 68 LM350T (3A) Kullanan sabit Akım Kaynağı

3A e kadar olan bir akım, Şekil 5.13 de gösterilen şemayı kullanarak bir yük karşısında sabit tutulabilir. LM350T; 3 A e kadar çıkış akımları ile değişken bir voltaj regülatörü içeren üç-kurşunlu bir TO220 paketli IC'dir. Şekilde gösterilen düzenlemeyi kullanarak, bir yük karşısında akımı sabit tutarak, devre; bir akım regülatörü (düzenleyici) olarak çalışır.



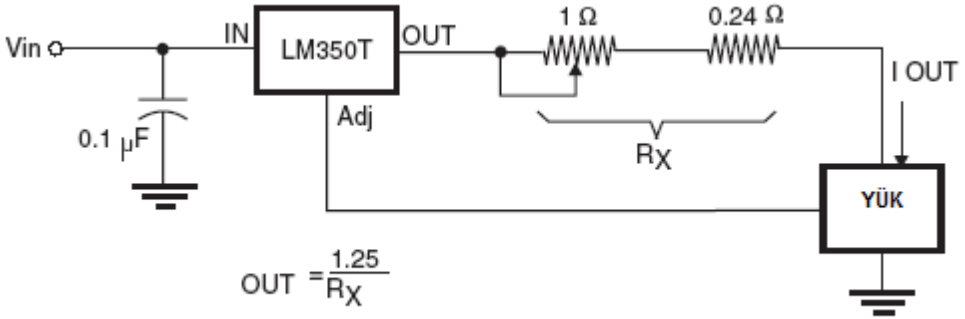
Şekil 5.13 Şema 68: LM350T (3A) kullanan sabit akım kaynağı

Potansiyometre, yük karşısındaki akımı ayarlamak için kullanılır ve direnç kendisinin en yüksek değerini sınırlar. IC, soğutma plakasına monte edilmelidir ve giriş voltajı tipik olarak 12 ve 24 V arası erimde olmalıdır. LM150T ve LM250T gibi aynı seriden olan diğer IC'ler bu şemata kullanılabilir.

Şema 69 LM338 (5A) Kullanılan Değişken Sabit Akım Kaynağı

Bu şema, yükteki akımı ayarlamak için bir potansiyometre çalıştırır. Devre, Şekil 5.14 de gösterilmiştir.

LM338, bir yüke 5A e kadar kaynak olabilir. Akım, diyagramdaki formül ile direnç R_X in fonksiyonu gibi hesaplanabilir. IC, güç limitine yakın çalıştığından bu uygulama için büyük bir soğutma plakasına ihtiyaç vardır.



Şekil 5.14 Şema 69:

5.3.3 PWM Şemaları

Aşağıdakiler, birkaç bileşen kullanan ve birkaç ampere kadar olan motorlara uygun PWM denetimlerinin şemalarıdır. Şemalar; hız ve yükün devre üzerinde bazı etkileri olacağından, motorların ve uygulamaların niteliklerine uyması için değiştirilebilirler.

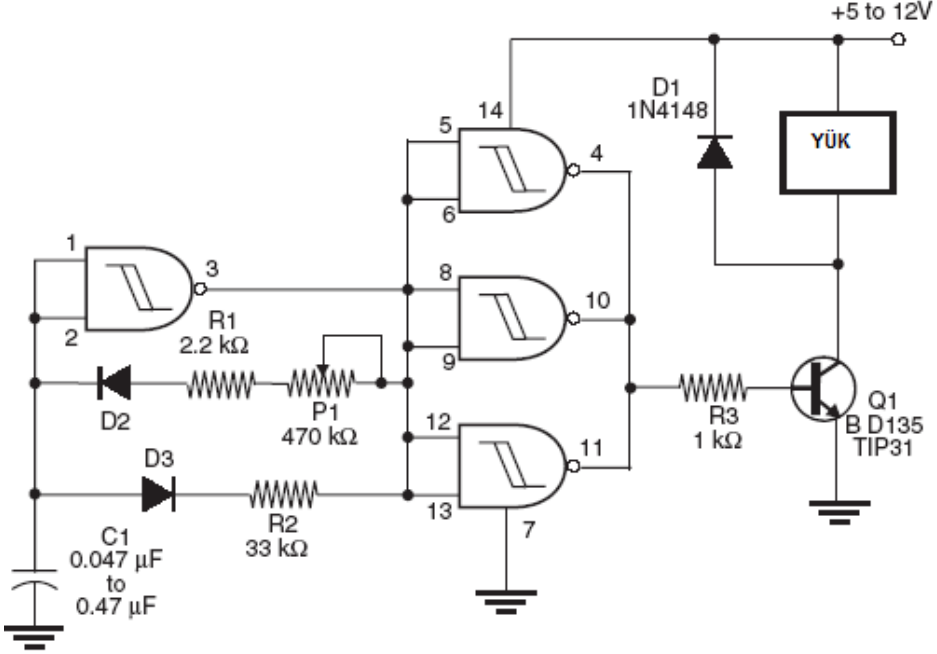
Şema 70 4093 CMOS IC Kullanan PWM Temel Denetimi

Şekil 5.15 de gösterilen şema, Q1 için seçilen transistöre bağlı olarak birkaç ampere kadar olan dc motorlar için basit bir PWM denetimidir (Bölüm 4.5 deki tablolara bakın). Devre; bir 4093 IC nin dört kapısından birisini kullanan bir düşük-frekans osilatörden meydana gelmiştir. Diğer üç kapı, transistörün çıkışını çalıştırmak için bir tampon/amplifikatör olarak kablolanmıştır.

Kondansatör C1, frekans erimini belirler ve motora uyacak şekilde seçilmelidir. Bazı durumlarda, eğer uygun olmayan bir kondansatör kullanılmışsa bazı motor titreşimleri oluşabilir.

Direnç R1, motora uygulanan en küçük puls genişliğini ve denetimin maksimum iş-çevrimini hazırlayan P1 ve R2 arasındaki oranı belirler. R1 ve R2 ile, herhangi bir motor için en iyi çalışma erimini bulmak için denemeler yapılmalıdır.

D1 ve D2; IN914, IN4148, ve hatta IN4002 gibi herhangi bir genel-amaçlı silikon diyot olabilir. IC'nin ilk pini, harici etkileme girişi olarak kullanılabilir. Eğer R3'ü bir 4.7 k Ω direnç ile değiştirirseniz devre, Darlington transistörü ile kullanılabilir.

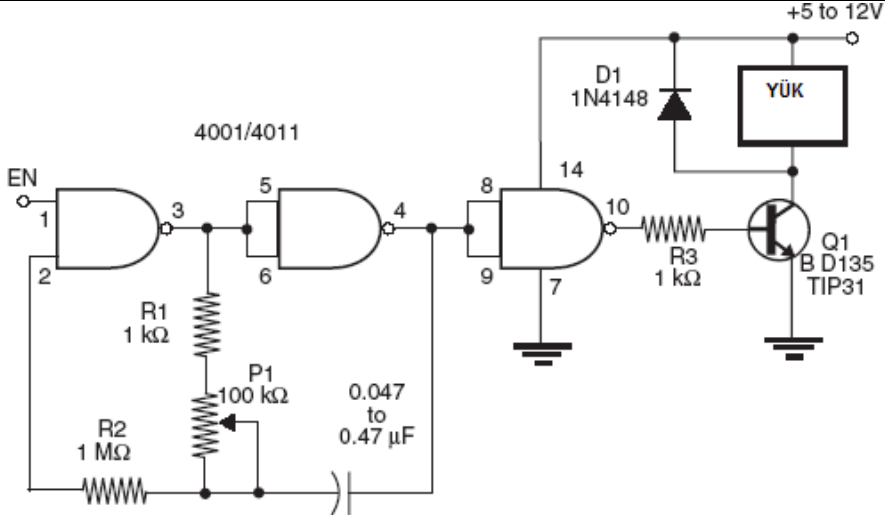


Şekil 5.15 Şema 70: Temel PWM denetimi

Şema 71 4001/4011 CMOS IC Kullanan PWM Denetimi

Şekil 5.16 da gösterilen şema, bir 4001 veya 4011 CMOS IC'nin dört kapısında ikisini kullanan bir düşük-frekans osilatörden oluşur. Çıkış transistörü (Q1); denetlenecek dc motorun niteliklerine uyması için seçilmiştir (Bölüm 4.5 deki tablolara bakın). Eğer bir Darlington transistörü kullanılıyorsa, R3; 4.7 k Ω a yükseltilebilir.

P1, güç erimini belirler. Arzu edilen güç erimini vermesi için R1 ve R2 seçilmelidir. C1 de motora bağlıdır ve motorun çalışması esnasında titreşimleri engellemek için seçilmiştir.



Şekil 5.16 Şema 71: 4001/4011 CMOS IC kullanan PWM denetimi

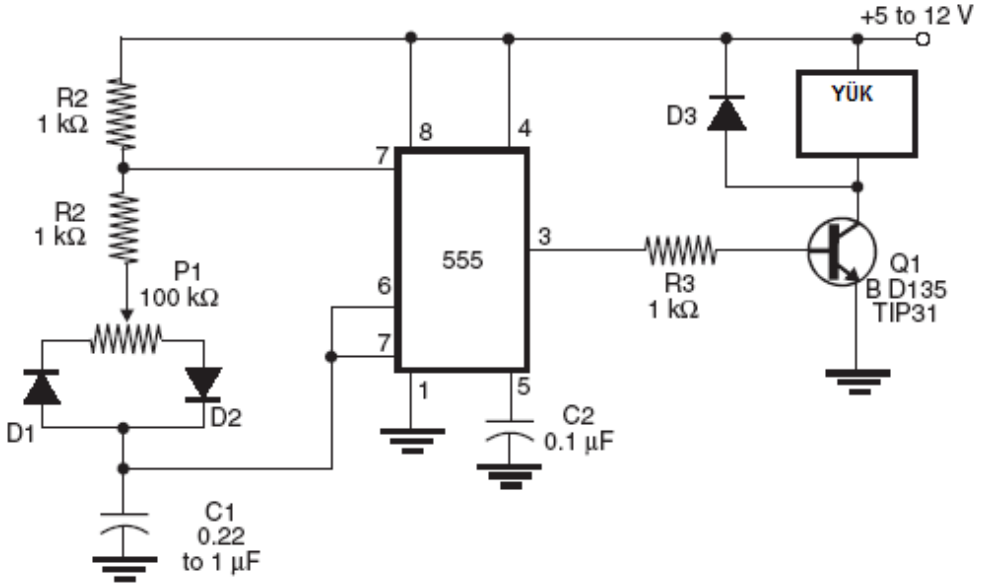
4011 veya 4001 IC nin diğer iki kapısı, fonksiyonel olarak bağımsız olduklarından diğer uygulamalarda kullanılabilirler. Bu devre, Q1 i değiştirmek için bir güç MOSFET kullanımına da değiştirilebilir. Transistörün kapısı o zaman IC nin üç kapısının çıkışına doğrudan bağlanabilir.

Şema 72 555 IC Kullanan Orta/Yüksek-Güç PWM Denetimi

Bir bipolar güç transistörü ilave ederek, Şekil 5.17 deki şemata gösterildiği gibi, birkaç amper kadar olan yükleri denetleyebiliriz. NPN transistörü, motorun taleplerine uyması için seçilmiştir. Motorunuza doğru transistörü bulmak için Bölüm 4.5 deki tabloya bakın.

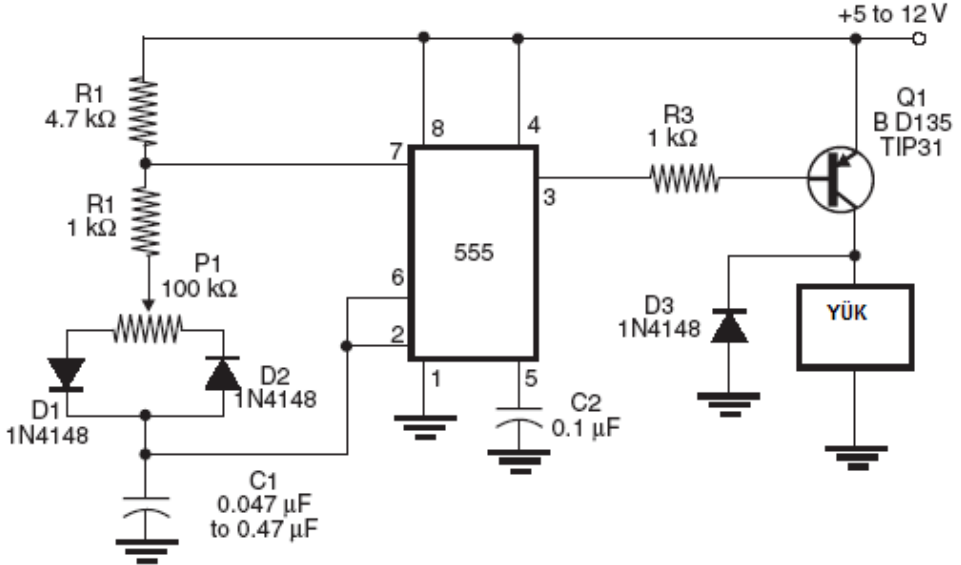
Önceki şemalarda olduğu gibi, R1 ve R2 dirençlerinin değeri, motorun niteliklerine bağlı olarak deneyerek bulunmalıdır. C1 içinde aynısı geçerlidir.

Bu şemada Darlington NPN güç transistörleri kullanılabilir. Bu durumda, R3 ün değerini, kendisini bir 4.7 kΩ ile hatta bir 10 kΩ direnç ile değiştirerek yükseltin. Transistör, bir soğutma plakasına bağlanmalıdır.



Şekil 5.17 Şema 72: Orta/yüksek-güç PWM denetimi.

Şema 73 555 IC ve bir PNP Transistör Kullanan Orta-Güç PWM



Şekil 5.18 Şema 73: Bir PNP transistör kullanan orta-güç PWM.

Önceki şemada, IC'nin çıkışı yüksek mantık seviyesindeyken motor açıktır. Biz bu işlevsel prensibi, Şekil 5.18 de gösterildiği gibi bir PNP transistörü kullanarak tersine çevirebiliriz.

Motorun akım isteklerine göre, Bölüm 4.5 deki tabloyu kullanarak transistör seçilir. Motorun nitelikleri ile doğru bir uyumu başarmak için aynı bileşenler denenerek değerlendirilmelidirler. Bu devrede Darlington PNP transistörleri kullanılabilir. Bir 4.7 veya 10 k Ω direnç ile R3 ü değiştirin.

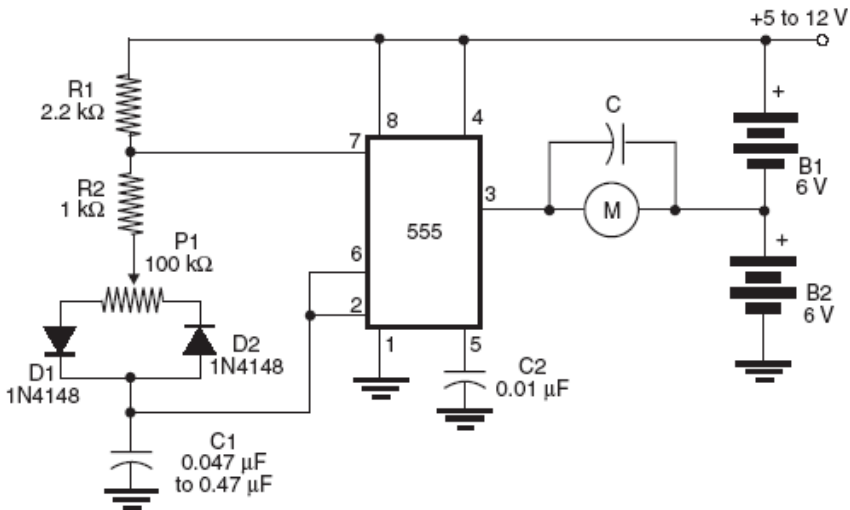
Şema 74 555 IC Kullanan Anti-faz PWM Güç Denetimi

Şekil 5.19 da gösterilen devre, bir küçük dc motorun hem hızını hem de yönünü denetlemek için kullanılabilir. 100 mA akıma kadar olan motorlar bu devre ile denetlenebilirler. Bu devrenin bir simetrik güç kaynağına veya önceden açıklandığı gibi bir 6+6 V güç kaynağına ihtiyacı vardır.

555 in çıkışı yüksek mantık seviyesinde olduğu zaman, B1 akımı yüke sağlar. Çıkış düşük olduğu zaman, akımı B2 sağlar.

İş çevrim %50 ve yüke uygulanan net güç sıfır olduğu zaman, her iki kaynağın (B1 ve B2) akım sağladığına ve çekilen gücün sıfır olmadığına dikkat edin. Bu gerçek, bu şema kullanıldığında dikkate alınmalıdır.

Bu devreyi kullanırken dikkat edilmesi gereken başka bir nokta da, uygulanan güç sıfır olduğu zaman (açıklanan durumun altında), motor osilatör frekansında titremeye yönelir. Bu, motora paralel bağlanan bir kondansatör kullanımı ile veya osilatör için uygun bir frekans seçimi ile önlenabilir. Bu; motora bağlı olarak C1'in doğru değerini bulmak için denemeler yapılması gerektiği anlamındadır.



Şekil 5.19 Şema 74: Anti-faz PWM, düşük güç.

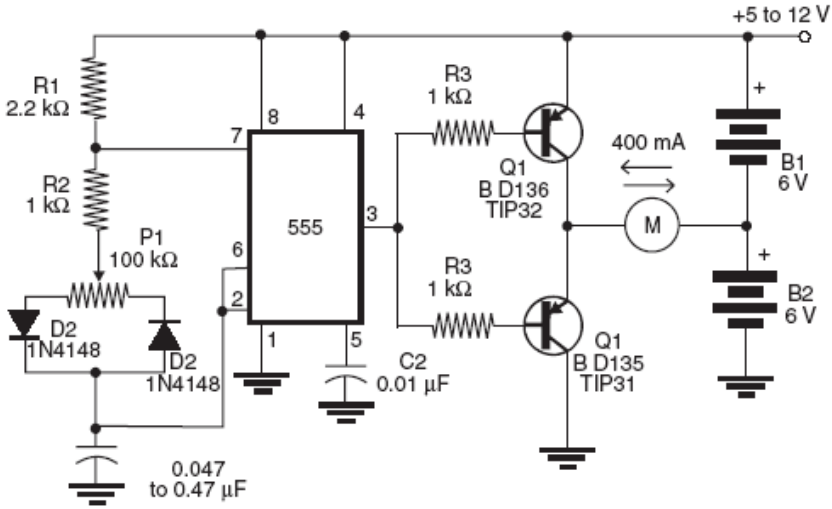
Şema 75 555 IC Kullanan Güç Anti-faz PWM Denetimi

Şekil 5.20’de gösterilen şema ile birkaç ampere kadar akımlı olan dc motorları denetleyebiliriz. 555’in çıkışı yüksek mantık seviyesinde olduğu zaman, NPN transistörü B2 tarafından sağlanan akımı iletir, ve IC nin çıkışı düşük mantık seviyesinde olduğu zaman, PNP transistörü B1 tarafından sağlanan akımı iletir.

Transistörler önceki projelerde olduğu gibi seçilir (Bölüm 4.5 deki tabloya bakın). Siz, transistörlerin tabanlarındaki dirençlerin değerini 1 k Ω dan 4.7 ye veya 10 k Ω ye arttırarak bu denetimde Darlington transistör lerini de kullanabilirsiniz.

C1 için doğru değerleri seçerken dikkat edilmelidir. Motorun niteliklerine uyması için kondansatörün değeri deneyerek alınabilir, böylece, sıfır-güç çalışma durumundayken titreşim engellemesi, 0.01 ve 1 μ F arası değerde bir kondansatör, bu titreşimi engellemek için motor ile paralel bağlanabilir.

Bu tür denetlemenin büyük dez-avantajının, sıfır-güç çalışma durumunda, güç kaynakları tarafından verilen akımların sıfır olmadığını ve motorda büyük bir ısı üretildiğini hatırlayın. Bu tür bir devre, ısıtıcılar, SMAler ve diğerleri gibi dirençli yüklerin denetimi için uygun değildir.



Şekil 5.20 Şema 75: Anti-faz güç

Şema 76 LM350 Kullanan PWM Denetimi

Şekil 5.21’de gösterilen alışılmamış düzenleme; 3A e kadar olan dc yükler için bir PWM denetimi gibi bir LM350C IC (linear voltaj regülatörü)

kullanır. Bu devre ile, küçük dc motorlar, lambalar, ısıtıcılar ve SMA'lar denetlenebilir.

Bir 555 IC kullanan değişken bir iş-çevrim osilatörü, kare dalga sinyalini LM350 nin ayar girişine verir. Osilatörün çıkışı düşük olduğu zaman LM350 nin çıkışındaki voltaj 1.25 V'a düşer (dahili zener referansı). 555 in çıkışındaki voltaj yüksek olduğu zaman, LM350 nin çıkışındaki voltaj P1 in ayarlanması ile verilir. 555 IC tarafından üretilen sinyalin iş çevrim denetlenmesi ile, yüke uygulanan gücün denetlenmesi mümkündür.

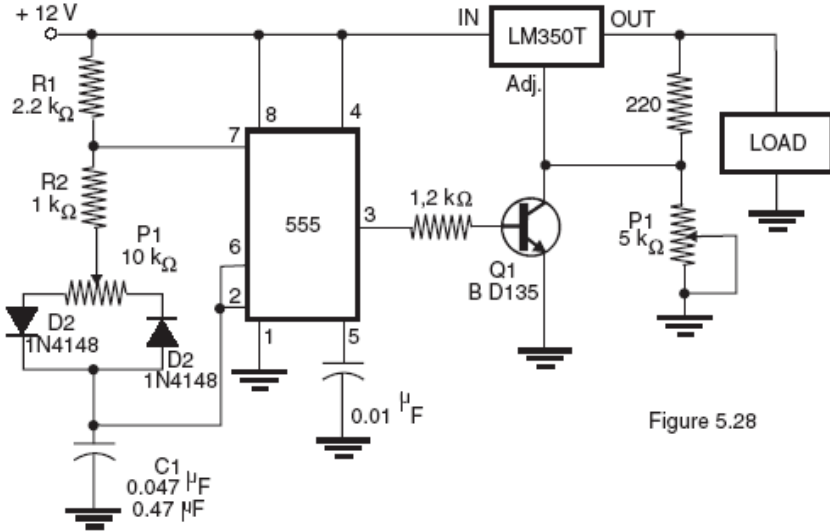


Figure 5.28

Şekil 5.21 Şema 76: LM350 kullanan PWM

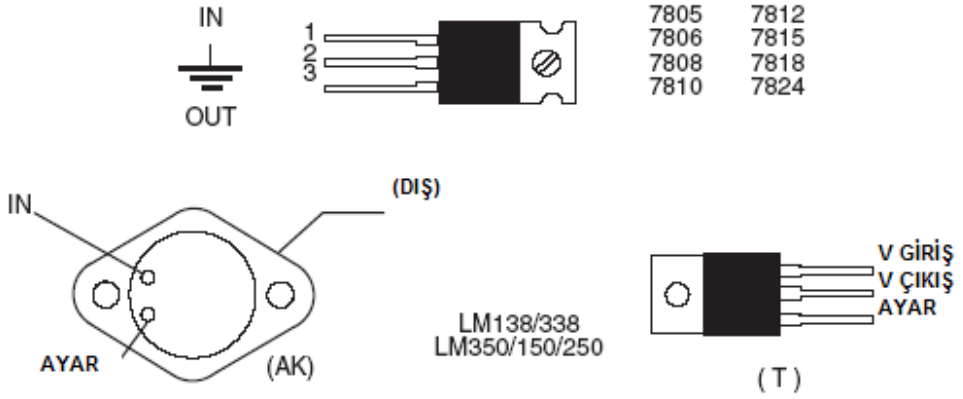
LM350, soğutma plakasına monte edilmelidir. 555 nin frekansının motora uyması için denemeler yapılmalıdır. Bu devre yüksek frekanslarda çalışmaz. Sınırlama LM350T'nin nitelikleri ile belirlenir.

5.4 Diğer Bilgiler

Aşağıdaki tablo, bu bölümde açıklanan düzenlemeler için uygun bazı üç-terminalli, pozitif voltaj regülatörleri hakkında bilgiler sağlıyor. Şekil 5.22, bu entegre devreler için pin çıkışlarını gösteriyor.

Tip	Çıkış Voltajı	Akım	Giriş Voltajı	Uyarılar
LM7805	5 V	1 A	7-35 V	Sabit
LM7806	6 V	1 A	8-35 V	Sabit
LM7808	8 V	1 A	10-35 V	Sabit
LM7810	10 V	1 A	12-35 V	Sabit
LM7812	12 V	1 A	14-35 V	Sabit
LM7815	15 V	1 A	17-35 V	Sabit
LM7818	18 V	1 A	20-35 V	Sabit
LM7824	24 V	1 A	26-40 V	Sabit
LM217/317	1.2 - 37 V	1.5 A	40 V*	Değişken
LM150/250/350	1.2 - 33 V	3 A	20 V*	Değişken
LM138/238/338	1.2 - 32 V	5 A	40 V*	Değişken

*Giriş ve çıkış arasındaki diferansiyel



Şekil 5.22 Değişik regülatör düzenlemeleri için pin çıkışları

5.5 Proje Önerileri

PWM veya lineer denetimler ve H-köprüler; robotik veya mekatronik uygulamalarda dc motorlar için tam bir denetim oluşturmak için beraberce takım olabilirler. Bunun nasıl başarılabilceği üzerine bazı öneriler aşağıdadır:

- 58 ve 59. şemalar, benzersiz bir Darlington PWM denetimi oluşturmak için adapte edilebilirler.
- Röleli olan şemalar; bir düşük-akımın beklemede kalması durumuna ihtiyaç duyulduğunda herhangi bir H-köprü ve/veya PWM denetiminin gücünü kesmekte kullanılabilirler. Şemaları rölelerle kullanarak, bir sıfır akım durumlu bir H-köprü ile bir PWM denetimi tasarlamayı deneyebilirsiniz.
- Yukarıdaki genel düşünce, eğer siz hareketsizlik veya bir gecikme faaliyeti ilave etmek isterseniz geçerlidir. Bu yeni özelliği ilave

etmek isterseniz şemaları rölelerle, PWM ile ve H-köprülerle birleştirebilirsiniz.

- Hareketsizlik, hız ve yön denetimli bir asansör, daha önce gördüğümüz tüm şemaların kullanımı ile tasarlanabilir.

6 Tristör Kullanılan Güç Kontrolü

6.1 Amaç

Tristör (kontrollü yarı iletken) ailesinin yarı iletken aygıtları, güç denetim amaçları için kullanılabilirler. Bunlar, silikon denetimli rektifiyeleri (SCR'ler) (redresör, doğrultmaç), triyakları, çift yanlı silikon anahtarları (SBS'ler), tek yanlı silikon anahtarları (SUS'ler), diyakları (iki yollu alternatif akım anahtarlı yarı iletken) ve diğerlerini içerirler. Bu bölümde, SCRlerin, triakların ve diğer tristörlerin (kontrollü yarı iletken); robotiklerde, mekatroniklerde ve motorlar, lambalar, solenoitler ve bunlar gibi yüksek-güç yüklerinin denetimlerini içeren diğer projelerde nasıl kullanılacakları gösterilecek.

6.2 Teorik Temeller

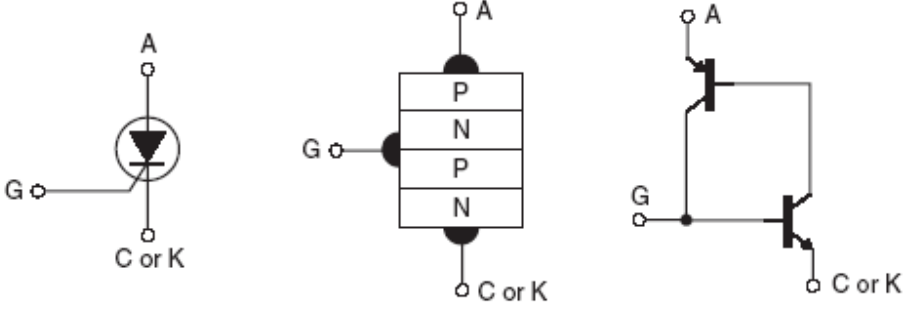
Tristörler, güç denetim uygulamaları için tasarlanmış dört-katmanlı yarı iletken aygıtlardır. Tristörlerin ailesi, hem ac hem de dc devrelerde kullanılabilen cihazlar birleşimidir.

Temel uygulamalar, bir yüke uygulanan güç miktarının değerlerin lineer (doğrusal) bir erim içinde ayarlanabildiği faz denetimini ve açma-kapama denetiminin her ikisini de içerir. Aşağıdaki paragraflarda, tristörlerin nasıl çalıştıklarını, robotik ve mekatroniklerde nasıl kullanılabildiklerini göreceğiz

6.2.1 Silikon Denetimli Rektifiyeler

Silikon denetimli rektifiye (doğrultmaç, redresör), tristör ailesinin dört katmanlı bir aletidir. Sembölü, yapısı ve denk devresi Şekil 6.1 de gösterilmiştir.

Sembölün de önerdiği gibi SCR, bir kere tetiklendiğinde akımı sadece tek yönde ileten diyot ile kıyaslanabilir. Bir SCR yi tetiklemek için, kapıya pozitif bir voltaj uygulanması gerekir. Bu, denk devrenin NPN transistörünü doygun duruma polarize eder. Bu, PNP transistörü doygun bir duruma zorlayan bir geri beslemeye neden olur. Tetikleme voltajı yok olsa bile, transistörler geri beslemeden dolayı açık kalır. SCR yi kapatmak için, iki olasılık vardır:



Şekil 6.1 SCR: *sembol, yapı ve denk devre*

1. Anot ve katot arasında bir anahtar ile bir kısa devre yaratalım; bu elemanlar arasındaki voltaj sıfıra düşecektir. Anlık aralıkla anahtara basmak SCR yi kapatır.
2. Devrenin gücünü kapatın. Güç tekrar açıldığında, eğer kapıda tetikleme taji yoksa, SCR kapalı kalır.

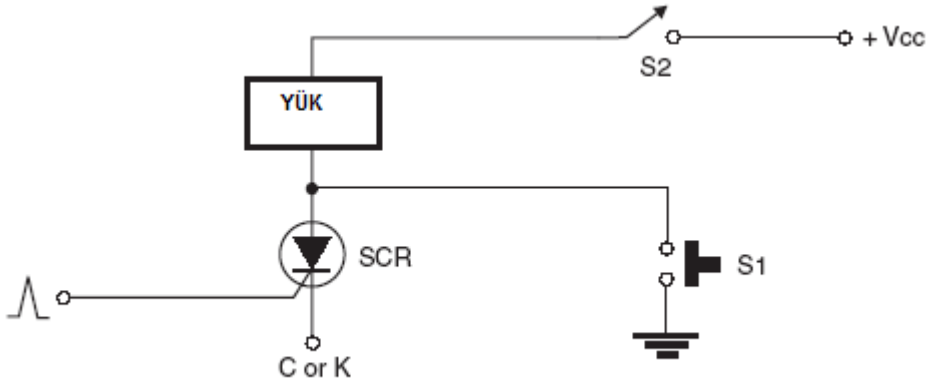
Şekil 6.2, bir denetim devresindeki bir SCRnin temel uygulamasını gösteriyor. S1 ve S2, devreyi kapatmak için kullanılıyor.

Sıradan SCR ler çok hassastırlar ve birkaç yüz miliamper kadar düşük akımlarla tetiklenebilirler. TIC106, MCR106; IR106, vs gibi örnekleri içerir. Bu aygıtlar için tetikleme voltajı, 1-2 V erimindedir. Anot ve katot arasındaki ana voltaj, tipik olarak 100 mA'den 100 A'den fazlasına kadardır.

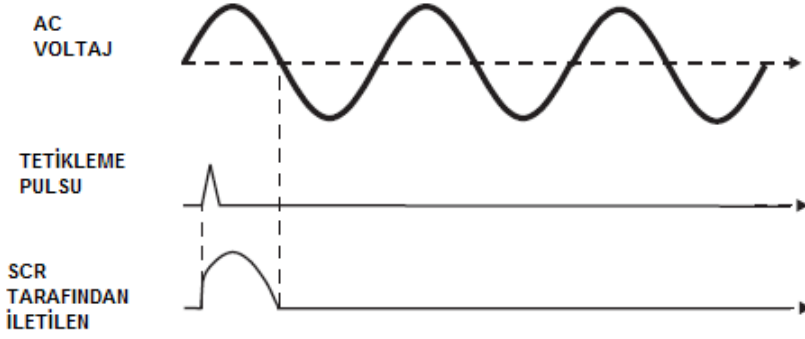
SCR Kullanımı:

SCR'ler hem ac hem de dc devrelerde kullanılabilirler. Dc devrelerde, hatırlamamız gereken tek şey, tetikleme sinyali kaldırıldıktan sonra aygıtın açık kalacağıdır. Ac devrelerde, Şekil 6.3'de gösterildiği gibi her yarım-çevrim sonunda voltaj sıfır noktasını geçtiği zaman SCR kapanır.

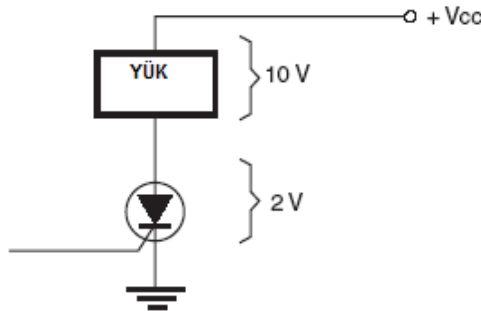
SCR açıldıktan sonra, devam edebilmesi için akımın en az bir miktarının geçmesini sağlamalıyız. Bu akıma *tutucu akım* denir ve sıradan akımlar için birkaç miliamper erimi içindedir.



Şekil 6.2 Bir SCR kullanan devre



Şekil 6.3 SCR tetiklendiğinde yarım-çevrimde iletir.



Şekil 6.4 SCR karşısında voltaj düşmesi

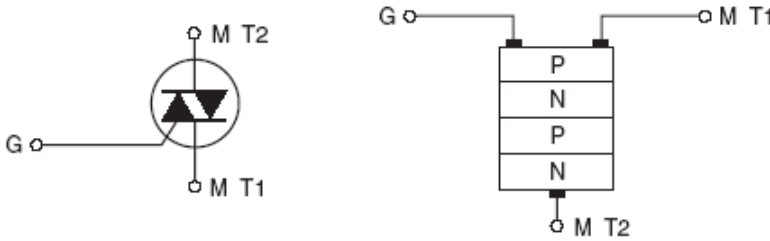
Dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli nokta da; Şekil 6.4’de gösterildiği gibi SCR leri düşük-voltajlı devrelerde kullanırken, açık olduklarında 2 V civarında bir voltaj düşmesi ürettikleridir.

Bazı robotik ve mekatronik uygulamalarda, bu voltaj düşmesi, güç kaynağı voltajında bir artış ile telafi edilir. Yüksek voltaj uygulamalarında (örn., ac güç hattına bağlı), bu voltaj düşmesi önemsenmeyebilir. Bu voltaj, çalışırken aygıt tarafından bir miktar gücün ısıya çevrildiğini de saptar.

6.2.2 Triyaklar

Triyak, tristör ailesinin bir başka yarı iletkenidir veya ac ya da dc yükleri anahtarlamak için kullanılabilirler. SCR ve triak arasındaki fark, triakın akımı her iki yönde de iletebilmesidir. Triakı, kapı için ortak bir elektrod ile anti – paralel mod ile bağlı iki SCR olarak düşünebiliriz. Şekil 6.5, bir triakın sembolünü ve yapısını gösteriyor.

Triyaklar, çift yanlı aygıt olduklarından öncelikle ac devrelerde bulunurlar. Dc uygulamalarda, SCR tercih edilir. Sıradan triyakların 1 ve 2 V arası erimde voltajları ve 10 50 mA arası erimde akımları vardır. Ana akım 1 veya 2 A den 100 A üstüne çıkabilir.



Şekil 6.5 Triyak, sembol ve yapısı.

Triyak kullanımı. Şekil 6.6 bir triakın temel uygulamasını gösteriyor. Yük, ana terminal 2 (MT2) ile seri olarak bağlıdır ve ana terminal 1 toprağa çalışır. Şekil 6.7 de gösterildiği gibi bir triakı tetiklemenin dört yolu vardır. Temel uygulamalarda, ilk 90 derecelik açı bölümünde olan tetikleme modu, daha fazla hassaslık sağladığından tercih edilendir.

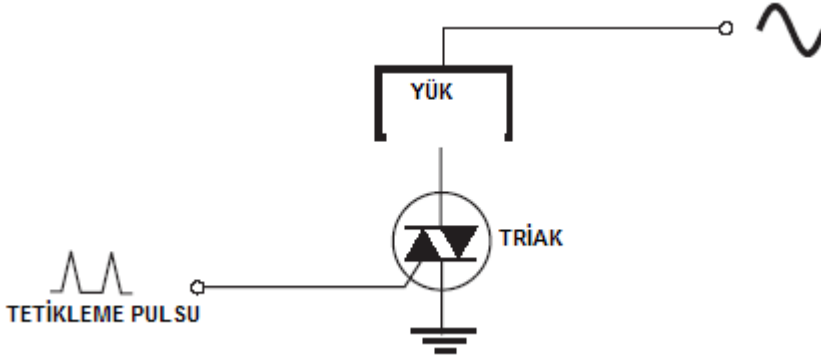
Açıldığında, aygıtta 2 V civarında bir voltaj düşmesi oluşur. Bu voltaj düşmesi, aygıt tarafından üretilen ısı miktarını belirler (voltaj düşmesi×akım = dağılan “yok olan”güç)

6.2.3 Tristör Ailesinin Diğer Aygıtları

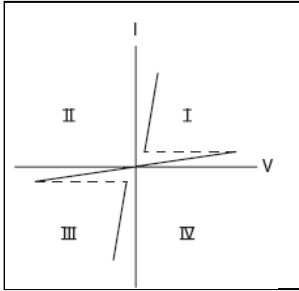
Tristör ailesinin diğer birçok aygıtı robotik ve mekatronik içeren projelerde kullanılabilir. Aşağıdakiler en önemli olanlardır.

UJT. Tek birleşimli transistör (UJT), negatif bir giriş direnci sunan bir aygıttır. Bu nitelik, düşük-frekanslı uygulamalarda bir osilatör gibi kendisini faydalı kılar. Şekil 6.8, bu aygıtın sembolünü, yapısını karakteristik çıkışını gösteriyor.

UJT; Şekil 6.9 da örneklendiği gibi, düzenlemede bir gevşetme osilatörü olarak kullanılabilir. Bu devre; bir hertz ve 100 kHz kesri arasındaki frekans



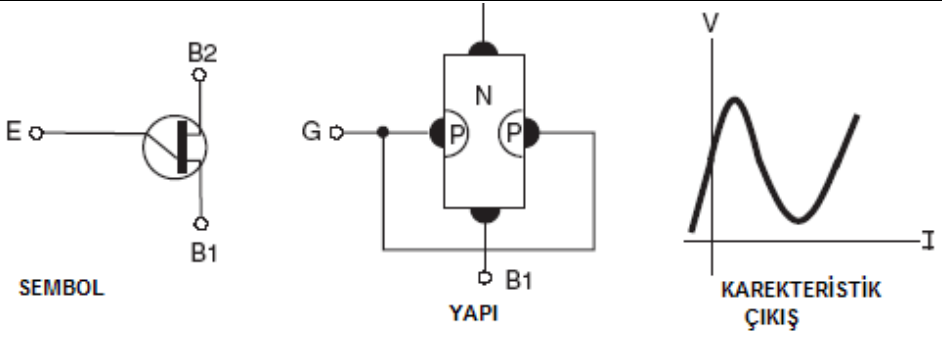
Şekil 6.6 Triyak kullanımı



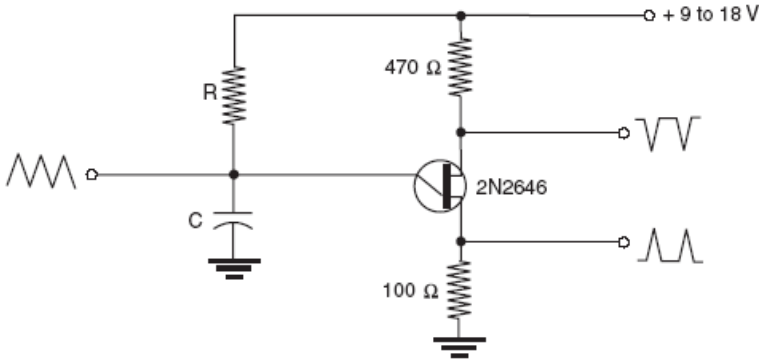
Triyak çalışması için
90 derecelik açı bölümleri

MT2	90 derecelik	
	Kapı	Açı Modu
+	+	I+
+	+	I-
-	+	III+
-	-	III-

Şekil 6.7 Triyak tetikleme modları



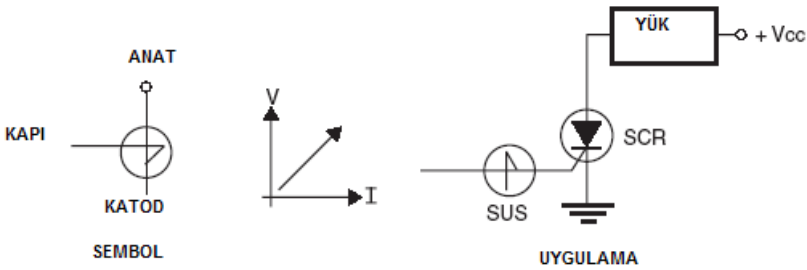
Şekil 6.8 UJT



Şekil 6.9 Gevşetme osilatörü

eriminde testere dişi dalgaları üretmek için kullanılabilir. Tek birleşimli transistörlerde en tutulana 2N2646 dır.

SUS. SUS, *silikon tek yanlı anahtar* ın kısaltmasıdır. Bu aygıt, SCR ler için bir tetikleme aygıtı olarak faydalı kılan negatif bir direnç niteliği de gösterir. Şekil 6.10, bu aygıtın sembolünü ve SCR lerle beraber devrelerde nasıl kullanıldıklarını gösteriyor.



Şekil 6.10 SUS

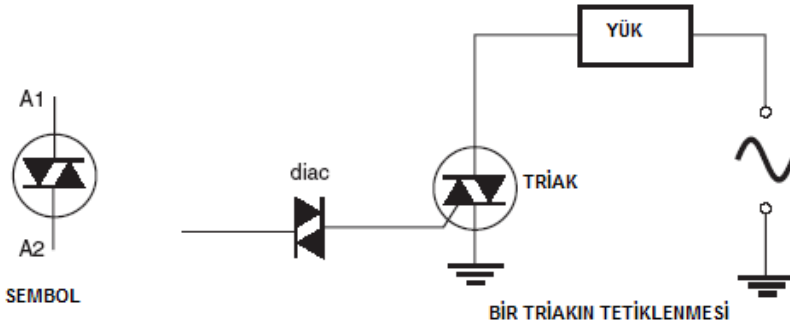
Diyak (İki yöllü alternatif akım anahtarlı yarı iletken). Diyak, triaklar için bir tetikleme aygıtıdır. Yarı iletken aygıt, karşısındaki voltaj belli bir değere (sıradan türler için 27 V civarı) yükseldiği zaman çok kısa bir sürede kapalı durumdan açık duruma geçer. Diyak triyakları, pozitif veya negatif voltajlar ile açık olduklarından şekil 6.11 de gösterildiği gibi triyakları tetiklemede kullanılabilirler.

Bazı durumlarda, diyak ve triyak aynı paket içine monte edilirler. Bu iki elemandan oluşan aygıt *kuadrat* (90 derecelik açılı modu) da denir.

SBS. *Silikon çift yönlü anahtar*, bir tristör kullanan devreler için bir başka tetikleyicidir. Şekil 6.12 de bu bileşenin sembolü ve görünümü verilmiştir. Bu aygıt ve diyak arasındaki fark, tetikleme voltajının denetim elektrodu tarafından programlanabilmesidir.

Neon Lambası. Neon lambası tabii ki, gerçekte katı durumda bir aygıt değildir. Ancak bu aygıt, kendisini negatif direnç niteliğinden dolayı bir tetikleyici eleman olarak birçok devrede faydalıdır. Şekil 6.13, bir neon lambasının sembolünü ve görünümünü veriyor.

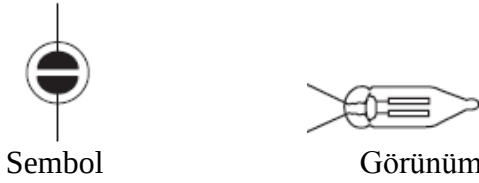
Neon lambası terminallerinin karşısındaki voltaj 80 V civarına yükseldiği zaman akımı ileterek kapalı durumdan açık duruma geçer. Birçok uygulamada diyakların ve triaklar ve SCR ler gibi SBS tetikleme tristörlerinin yerine geçerler.



Şekil 6.11 Diyak



Şekil 6.12 SBS



Şekil 6.13 Neon lambası

6.3 SCR'leri Kullanan Temel Şemalar

Artık bazı tristörlü şemaların, robotik, mekatronik ve genel otomasyonda nasıl kullanılabileceklerini gösterebiliriz.. Şemalar, TIC serisinde olan sıradan SCR'ler ve triyaklar kullanıyorlar. Bileşen tertibindeki değişimler, diğer tristörlerin kullanılmasında bu devrelere adapte olmaları için tamamlanabilir. Böyle deneyler yapmak için kendinizi rahat hissetmelisiniz.

Şema 77 Bir SCR ile bir Yüğü Açma ve Kapatma

Şekil 6.14'de gösterilen temel şema, 3A'e kadar yükleri açıp kapatmada tetikleme için kullanılabilir. Robotik ve mekatronik uygulamalarda anahtarlar sensörler (manyetik veya sarkaç) ile değiştirilebilirler. S1 anlık süreyle kapatıldığı zaman SCR açılır ve hatta S1 bırakıldığı halde açık kalır. Devreyi kapatmak için, S2'yi anlık süreçte kapatmak gereklidir.

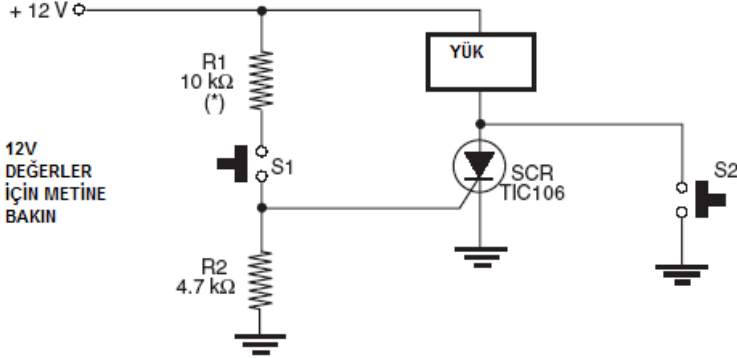
Açma akımının çok düşük (R1 tarafından belirlenir) olduğuna, fakat kapatma akımının yüksek (yükün nominal akımı) olduğuna dikkat edin. Bu gerçeğe, uygun anahtarların seçimlerinde ve kullanımlarında dikkate alınmalıdır.

Açık olduğu zaman, SCR deki 2 V civarındaki voltaj düşüşünü dikkate almalısınız. R1 ve R2 nin değeri SCR ye bağlıdır. Şemada verilen değerler 106 serisindeki herhangi bir SCR için tavsiye edilmiştir. Devreye 6 ve 150 V arası erimde voltajla güç verilebilir. (SCR nin işareti bakın)

Aşağıdaki tablo, güç kaynağı voltajına göre R1 ve R2 için önerilen değerleri veriyor.

Güç Kaynağı Voltajı	R1	R2
6 – 12 V	1 – 10 kΩ	150 Ω – 2.2 kΩ
12 – 24 V	4.7- 47 kΩ	1 – 10 kΩ
24 – 48 V	10 – 47 kΩ	1 – 22 kΩ
48 – 100 V	22 – 100 kΩ	4.7 – 22kΩ

Bu devrenin ilginç bir uygulaması, bir-bitlik bellek gibi olmasıdır. Akkor bir ampul yük olarak kullanılır. Eğer sensör hep kapalı kalırsa ampul, durumu belirterek yanık kalır.

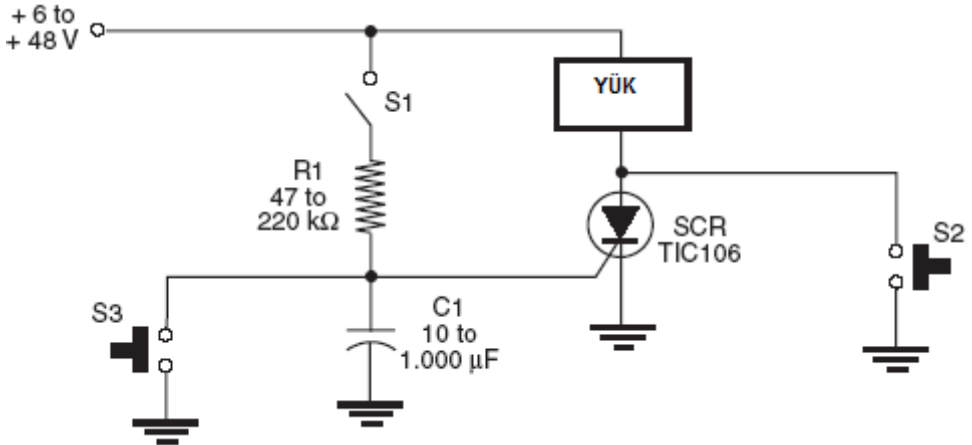


Şekil 6.14 Şema 77: Bir SCR ile, bir yükü açma ve kapatma

Şema 78 SCR ile Gecikmeli Açma Anahtarı

Yüksek- hassasiyetli SCR'ler (TIC106, MCR106 ve diğerleri) çok düşük akımlardan tetiklenebilirler. Bunun anlamı, RC devrelerindeki yüksek-değerli dirençlerin, bir SCR nin açılmasını geciktirmede kullanılabilecekleridir.

Şekil 6.15 de gösterilen devrede bir 100 kΩ direnç kullanarak, bir SCR nin açılma anlığını birkaç dakikaya kadar geciktirebiliriz. Eğer zaman gecikmesini ayarlamak isterseniz direnç, bir 1 kΩ direnci seride bir 100 kΩ değişken direnç ile değiştirebilirsiniz. Devreyi kapatmak için S2 kullanılır. Devre, güç kaynağı voltajının kesilmesi ile de kapatılabilir.



Şekil 6.15 Şema 78: Gecikmeli açma anahtarı.

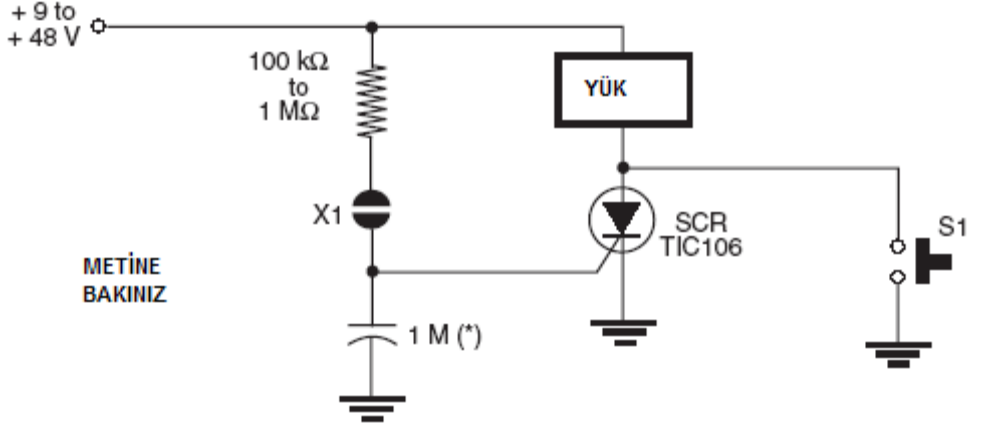
Şema 79 Bir SCR Kullanan Dokunmatik Anahtar

Bir insanın parmaklarından geçen düşük akım bile, TIC106 (daha fazla detay için Bölüm 10'a bakın) gibi hassas SCR leri tetiklemeye yeterlidir. Şekil 6.16 da örneği verilen devre, iki metal plakaya tek bir dokunma ile 3 A e kadar olan yükleri tetiklemekte kullanılabilir.

Devreyi kapatmak için, S2 ye anlık sürede basılır. Sensördeki akım 1 mA den azdır ve R1 tarafından düzenlenir. Sensör, iki küçük metal plakadan (1×2cm) meydana gelir ve vızıltıyı önlemek için kısa tutulan kablo bunu devreye bağlamak için kullanılır. Kapı ve toprak arasındaki 1 MΩ potansiyometre, bir hassaslık denetimi olarak ilave edilebilir.

Bu düzenleme, diğer dirençli sensörler için kullanılabilir, fakat sensör şemalarının açıklandığı Bölüm 10'da özel düzenlemeler verilmiştir.

DİKKAT: Bu devreye, transformatörsüz güç kaynakları kullanan ac güç hattından güç vermeyin. Sensöre dokunmak şiddetli şok riski olabilir.

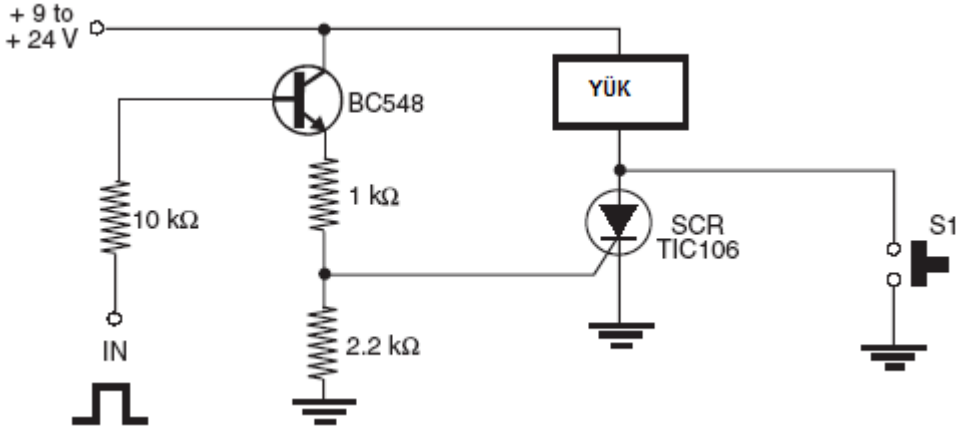


Şekil 6.16 Şema 79: Dokunmatik anahtar.

Şema 80 Pozitif Pulslar (Darbe) ile bir SCR nin Tetiklenmesi

Düşük-hassasiyetli SCR ler, Şekil 6.17'de gösterilen CMOS mantık kullanan şemadan veya TTL den pozitif pulslar ile tetiklenebilirler. R1 ve R2, SCR yi tetiklemek için gerekli olan akıma göre seçilirler.

Devrede gösterilen değerler, TIC126 SCR ler içindir. Bu devreyi tetiklemek için gereken akım düşük olsa da, voltaj değildir. Eğer SCR, TIC106 ise, direnç R1 in değeri de 1 M Ω a, R2 ve R3 ise 10k Ω a ve 2.2 k Ω a yükseltilebilir. Bu durumda, devrenin tetiklemek için 1 μ A dan aza ihtiyacı olacaktır.



Şekil 6.17 Şema 80: Pozitif pulslar ile bir SCR nin tetiklenmesi.

Şema 81 Negatif Pulslar (darbe) ile SCR lerin Tetiklenmeleri

Şekil 6.18’de gösterilen devre, SCR yi tetiklemesi için sadece birkaç mikroampere ihtiyacı olduğundan TTL ve CMOS mantığı ile bir arada olabilir. Giriş, SCR yi kapalı durumda tutması için yüksek mantık seviyesinde tutulmalıdır. Giriş yüksek mantık seviyesine bir anlık geçerse, transistör kapanır ve SCR direnç R3 den akan akım ile tetiklenir.

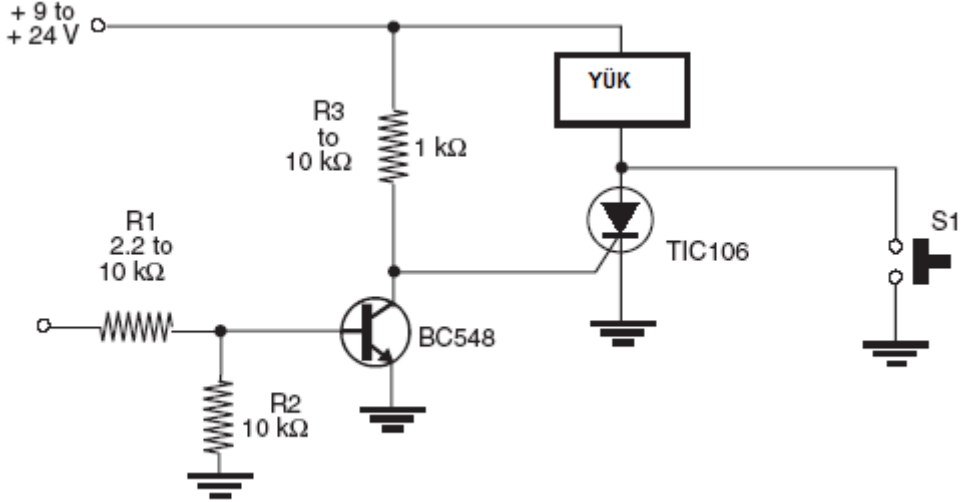
Devre çok hassastır ve TIC 126 gibi SCR’ler ve diğeri de kullanılabilir. Bu devreyi AND (VE) ve OR (VEYA) kapılarına dönüştürmek için diyotlar ilave edilebilir.

Devreyi kapatmak için, giriş yüksek mantık seviyesine dönmelidir ve devre gücü, SCR nin anot ve katodu arasında bağlı anahtara anlık bir temas ile kesilebilir.

Şema 82 Manivela Koruması

Bu devre, akımın daha önce belirlenen değerın üstüne çıktığı zaman bir sigortanın yanmasını hızlandırmak için kullanılır. SCR nin enerjik hareketi, çok kısa bir zaman aralığında akımı keserek yanma işlemini hızlandırır. Şekil 6.19 da gösterilen devre, hassas devreleri büyük voltaj değişimlerinden veya kısa devrelerden korumak için çok önemlidir.

Direnç R1 deki voltaj düşmesi akıma bağlıdır. Eğer voltaj düşmesi, SCR nin tetikleme noktasına yükselirse güç kaynağını kısa devre yaparak SCR açılır. Bu sigortanın patlamasına neden olur ve akım akışı durur.



Şekil 6.18 Şema 81: Negatif pulslar ile bir SCR in tetiklenmesi

R1 in değeri, sigortanın patlaması için tasarımcının belirlediği akıma bağlıdır. Değer aşağıdaki formül ile bulunur:

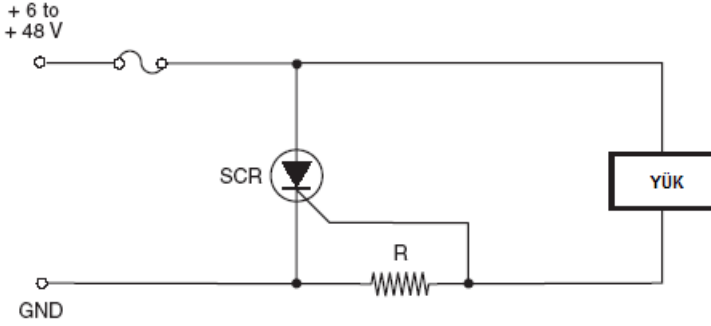
$$R = \frac{V}{I}$$

R = ohm olarak direnç

V = SCR tetikleme voltajı (TIC106 için tipik olarak 0.8 ve 1.2 V arası)

I = tetikleme akımı

SCRnin sigortayı patlatmak için gerekli akımı kaldırması gerektiğini bilin.



Şekil 6.19 Şema 82: Manivela

Şema 83 Aşırı Akım Koruması

Bu koruma, yıkıcı olmayan bir devre içerir; eğer bir aşırı akım durumu oluşmazsa hiç sigorta patlamaz. Şekil 6.20 de görebileceğiniz gibi, eğer akım önceden belirlenmiş değerin üstüne yükselirse, yüke uygulanan voltajı röle kapatır.

Aşırı akım durumu yok olsa bile röle açık kalır. Devreyi başlangıç durumuna getirmek için güç kaynağını kapatıp açmak veya SCR nin anot ve katodu arasına bir anahtar bağlamak gerekir.

SCR de 2 V civarında bir voltaj düşmesi oluşumunu hatırlayın. Eğer devre düşük voltajlar ile çalışıyorsa bunu telafi edebiliriz. Direnç R, 82. Devre şemasında gösterilen formül ile hesaplanır.

Şema 84 Bir SCR Kullanan R-S Flip-Flop

SCR'nin; sadece paralel bir anahtar ile veya güç kaynağını kapatıp açmayla kapatılabileceği önceki şemalarda bulunan ortak bir sorundur. Eğer yerleştirilmiş ise, anahtar; birçok durumlarda elverişsiz olabilen SCR akımını kontrol edebilmelidir.

Bir sinyal üzerinden SCR yi kapatma yeteneği veya düşük-güç anahtarlar kullanımı birçok robotik ve mekatronik projelerde önemli olabilir. Şekil 6.21 de gösterilen şema bunu başarabilir.

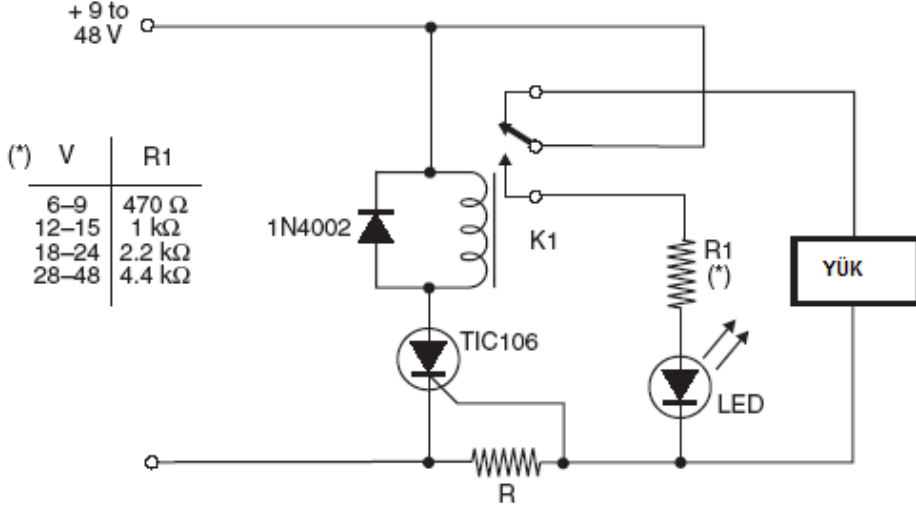
SCR, S1'e anlık basım süresiyle açılır. (ki, herhangi bir sensör ile değiştirilebilir) Devreyi kapatmak için, S2 ye anlık süreli basmak yeterlidir.

SCR1 açık olduğu zaman, SCR1 in tarafı toprak potansiyelinde ve SCR2 nin tarafı pozitif voltajda olduğundan kondansatör şarjlı kalır.

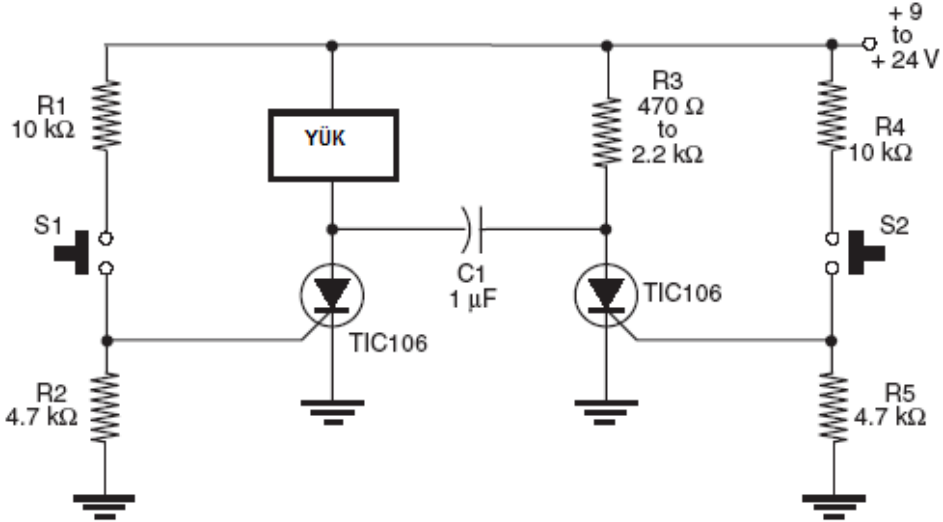
S2 ye basıldığı zaman, SCR2 açılır ve kondansatör boşalır. Boşalma akımı, SCR1 in anot ve katodu arasında, bunu kapatarak bir kısa devre gibi

hareket eder. Açmak için, S1 e basın. Artık, SCR1 açıktır ve C1 in boşalma akımı SCR2 için onu kapatarak bir kısa devre gibi hareket eder.

Kondansatörün değeri uygulamaya bağlıdır ve genelde, 1 ve 10 μF arası erimdedir. Polarize türler bu fonksiyonda kullanım için gerekli değildir. Bu devreyi kapatmak için kullanılan aynı prensip diğer şemalarda kullanılabilir.



Şekil 6.20 Şema 83: Aşırı akım koruması



Şekil 6.21 Şema 84: Bir SCR kullanan R-S Flip-Flop

6.3.1 AC Devrelerde SCR'ler

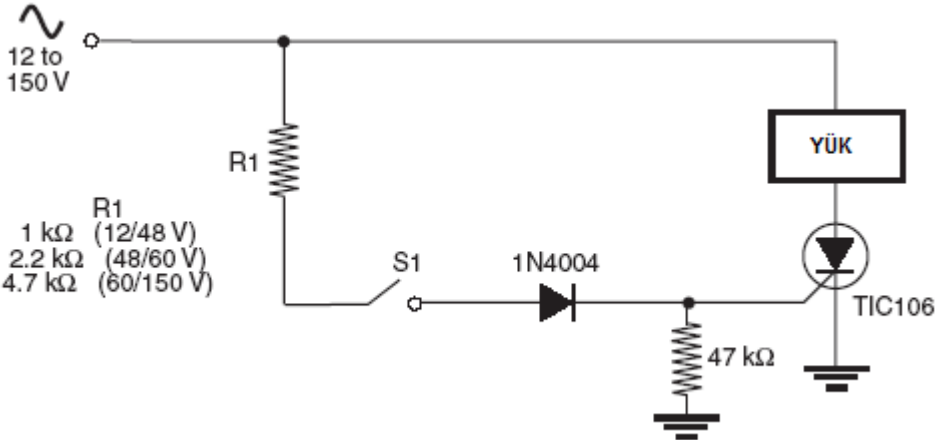
SCR'ler ac devrelerde de kullanılabilirler. Tasarımcıya sadece bir ac kaynaktan güç verildiğinde, her yarım çevrimin sonunda voltaj sıfır geçtiği zaman SCRnin kapandığını hatırlatmalıyız.

Aşağıdaki şemalarda açıklanan düzenlemelerde, devreye transformatörün sekonderinden, bazı durumlarda, doğrudan ac güç hattından güç verilebilir. Sadece şunları gözlemlemek önemlidir:

1. SCR, devrede olan akımı ve maksimum voltajı kontrol edebilmelidir.
2. Ac güç hattından güç alan düzenlemelerde, şok riskleri için önlem alınmalıdır.
3. Eğer sadece bir SCR kullanılıyorsa, yarım çevrimlerin sadece yarısı iletilir

Şema 85 Basit AC Anahtar

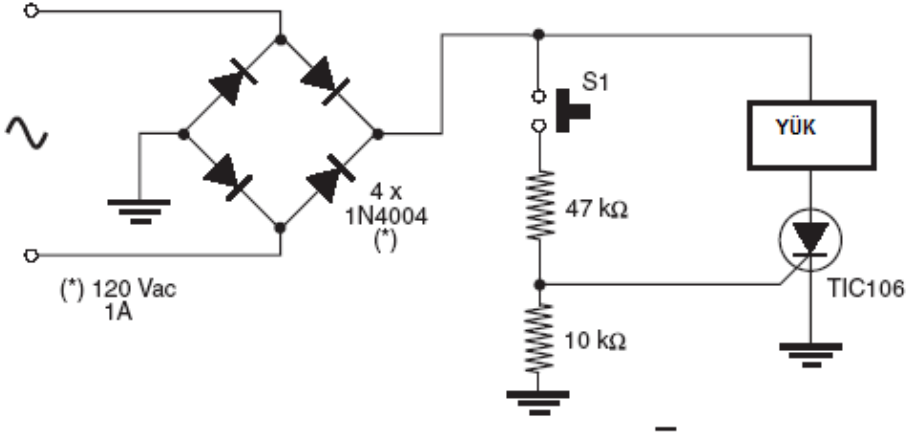
Şekil 6.22 de gösterilen devre, bir ac yükün açılıp kapanmasında kullanılabilir. Devrenin sadece, güç kaynağı voltajının pozitif yarım çevrimlerini ilettiğine dikkat edin. Bu, toplam gücün yaklaşık yarısının yüke uygulandığı anlamındadır. Düşük-güç yükler için, yükteki güç kaybını büyük değerde bir kondansatörün paralel olarak bağlanmasıyla telafi etmek mümkündür.



Şekil 6.22 Şema 85: Basit ac anahtar

Şema 86 Tam-Dalga AC Anahtar (I)

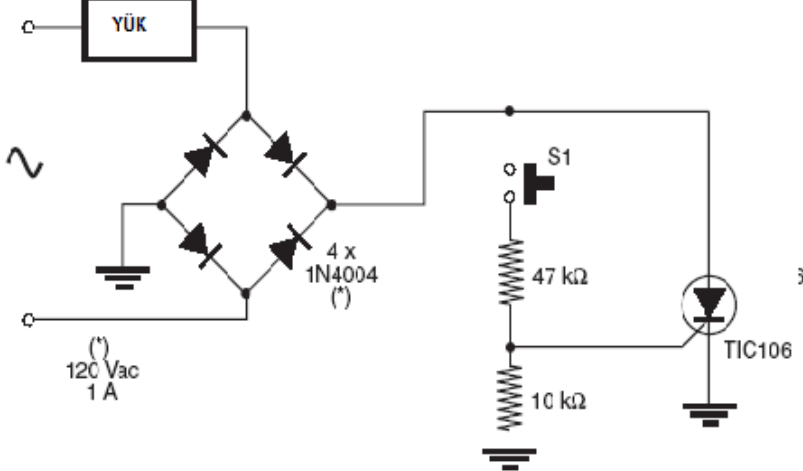
Bu şema, Şekil 6.23 de gösterildiği gibi 85. Devre Şemasının (gücün yarısının kaybı) sakıncasını giderir. Girişteki tam köprü, güç kaynağı voltajının hem negatif hem de pozitif yarı-çevrimleri ile SCR nin çalışmasını etkiler. Diyotlar, yük tarafından istenen akım ve voltaj için sınıflanmalıdır. Anahtar bir sensör ile değiştirilebilir.



Şekil 6.23 Şema 86: Tam-dalga ac anahtar I

Şema 87 Tam-Dalga AC Anahtar (II)

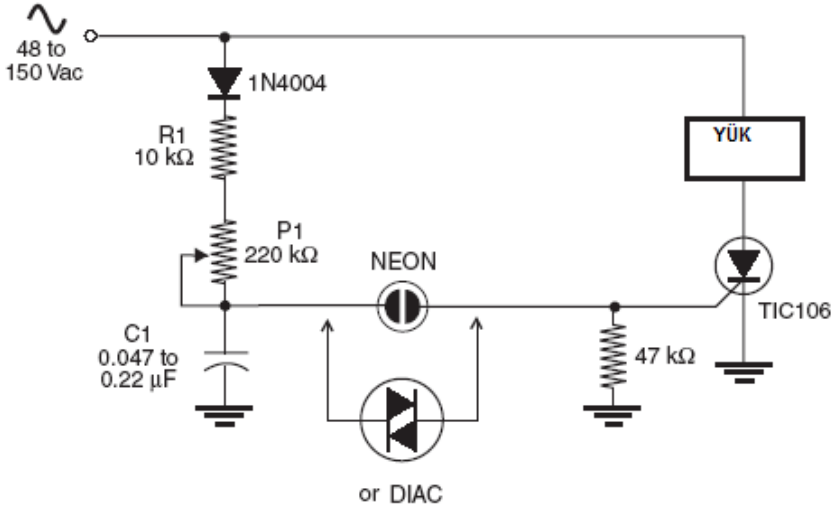
Şekil 6.24 de gösterilen şema, bir SCR kullanımıyla yükü bir tam-dalga anahtara bağlamanın başka bir yolunu gösteriyor. Devre, önceki gibi aynı durumda çalışıyor.



Şekil 6.24 Şema 87: Tam-dalga ac anahtarı (II)**Şema 88 Dimmer (Ayarlı Direnç Anahtarı) ve Hız Denetimi**

Şekil 6.25 de gösterilen şema, bir SCRnin, ac yükler için bir faz denetleyicisi gibi daha geleneksel bir düzenlemesini açıklıyor. Devre, bir akkor ampulün parlaklığını, bir ısıtıcının derecesini veya bir ac motorun hızını denetlemekte kullanılabilir.

Ac güç voltajının bir yarım çevrimi başladığı zaman, potansiyometre P1 ve direnç R1 karşısında C1in şarj olduğu aynı anda voltaj yükselir. Bu bileşenlerin zaman sabitliği, bir yarım çevrime uygun zaman aralığı içine düşmesi için seçilmiştir. Bunun anlamı, P1 in ayarına bağlı olan bir yarım çevrim noktasında SCRnin tetikleyeceğidir. Eğer P1, düşük dirence ayarlanmış ise zaman sabitliği kısadır ve SCRyi tetikleyecek olan voltaja çabuk ulaşılır. SCR, neredeyse tüm gücün yüke gitmesine izin vererek yarım çevrimin başında açılır.

**Şekil 6.25** Şema 88: Ac dimmer (ayarlı direnç anahtarı) ve hız denetimi

Diğer yandan, eğer P1 yüksek bir dirence ayarlanmış ise, SCRyi açacak olan tetikleme voltajına, sadece yarım çevrimin sonunda erişilmiş olacak ve yüke geçen güç düşük olacaktır. SCRnin güç kaynağı voltajının her yarım çevriminin sonunda tekrar kapanır.

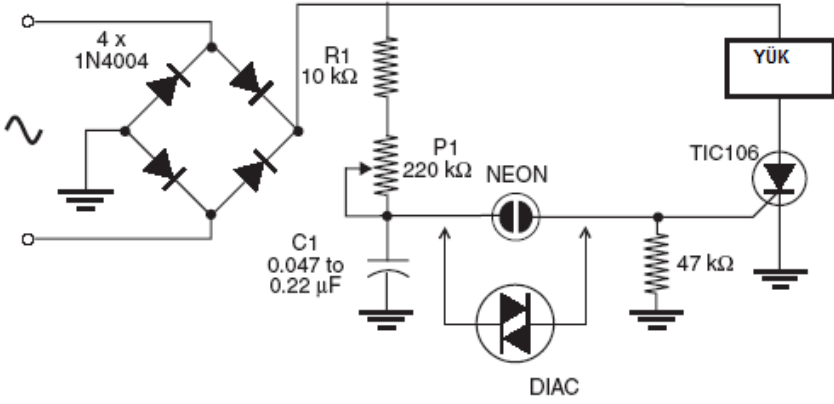
En düşük direnç noktasından en yükseğine, büyük bir güç eriminin üzerinde yüke uygulanan gücü denetlemek mümkündür. Bununla beraber, bu tür devre, dirençli yüklerin denetlenmesinde hızlı ve verimlidir, hatta bazı yönlerde de elverişsizdir.

1. SCRnin hızlı açılıp kapanması gürültü yapabilir. Gürültü, güç kaynağı hattından geçebilir veya elektromanyetik dalgalar şeklinde ışık saçabilir.
2. Sadece pozitif yarım çevrimler denetlenir.

Eğer devre ac güç hattından güç alıyorsa, SCRnin tetiklenme işlemini hızlandırmak için bir tür aygıt ilave edilebilir. Bu aygıt, şekilde gösterildiği gibi bir neon lambası veya kapıda bir diyak olabilir.

Şema 89 Tam-Dalga Dimmer (Ayarlı Direnç Anahtarı)

Önceki bloğun yarım-dalga işlevinin neden olduğu sıkıntı, Şekil 6.26da gösterilen devrenin kullanımı ile giderilebilir. Bu devrenin çalışma prensibi önceki şema ile aynıdır.

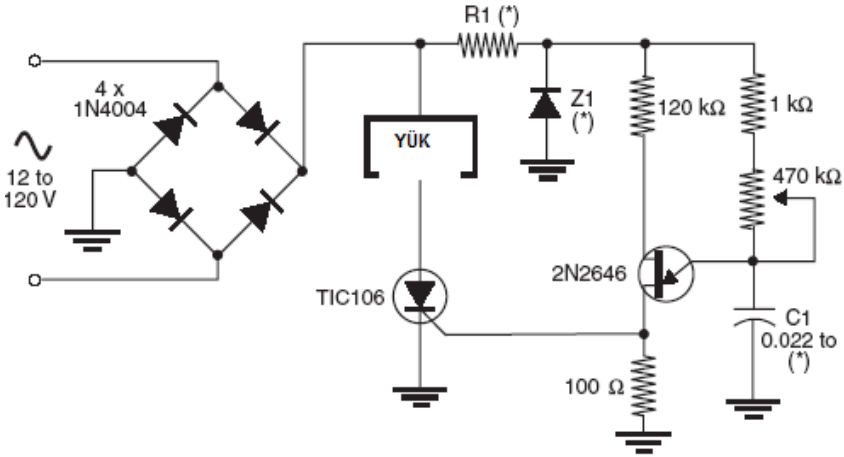


Şekil 6.26 Şema 89: Tam-dalga dimmer (ayarlı direnç anahtarı)

Şema 90 UJT ve SCR Kullanan Dimmer (Ayarlı Direnç Anahtarı)

Şekil 6.27 de gösterilen devre, 12 ve 48 V arası erimde olan yükler için bir linear (doğrusal) güç denetimi gibi kullanılır. Güç kaynağı voltajına bağlı olarak, kondansatör C1, direnç R1 ve zener değişik değerli bileşenler ile değiştirilmelidir. Aşağıdaki tablo, bu bileşenler için tavsiyeli değerleri veriyor.

Güç Kaynağı Voltajı (V)	Z1	C1	R1
12 – 15 V	9 V × 400mW	0.022 μF	470 Ω
15 – 24 V	12 V × 1 W	0.033 μF	680 Ω
24 – 30 V	15 V × 1 W	0.047 μF	1 Ω
30 – 48 V	22 V × 1 W	0.068 μF	1.5 Ω



Şekil 6.27 Şema: 90 UJT ve SCR kullanan dimmer

Bileşenler arasındaki dayanıklılık değişimleri, özellikle kondansatörler arasında, en iyi değerleri bulmak için her devre ile deneyler yapmalısınız. Tabloda önerilen değerler ortalamadır.

6.3.2 Triyakları Kullanan Şemalar

Triyaklar, yüksek- güç yüklerinin doğrudan ac güç hattına bağlandıkları özel düzenlemeler için tavsiye edilir. Bizim açımızdan tavsiyemiz, bu devrelere düşük-voltaj kaynaklarından güç vermektir, tasarımcının triyakları kullanan birçok şema ile çalışmasını beklemiyoruz. Öyleyse, sadece triyak bazlı birkaç şema buraya dahil edilmiştir. Bu şemalar ile başlayarak ve bunları analoglar olarak kullanarak, tasarımcı eğer arzu edilirse birçok düzenlemeler ile ac yüklerle yayılabilir.

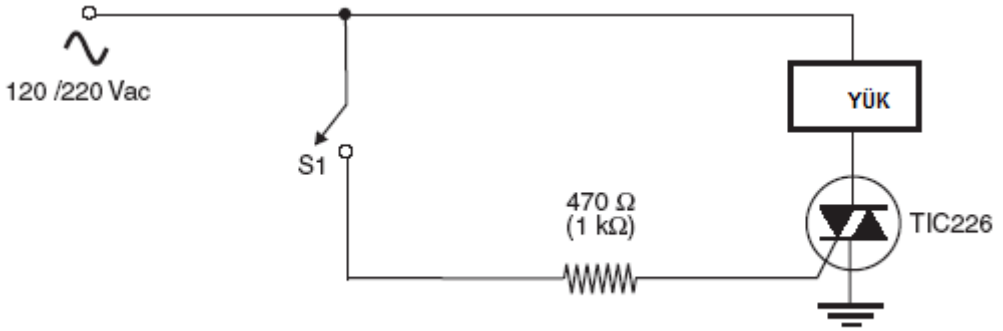
Şema 91 Yüksek-Güç AC Anahtar

Yüksek-güç ac yükleri, Şekil 6.28 deki bloğu kullanarak bir anahtar (veya sensör) ile denetlenebilir. 127 Vac güç hattı için, R1 bir $470 \Omega \times 1 \text{ W}$ dirençtir. 220 veya 240 Vac güç hattı için bir $1 \text{ k}\Omega \times 1 \text{ W}$ direnç kullanın. Anahtardaki akım triyaka bağlıdır ve TIC226 gibi tiplerde 20 mA civarına kadar yükselir. Ac güç hattı voltajını ilgilendiren triyak işaretine dikkat edin.

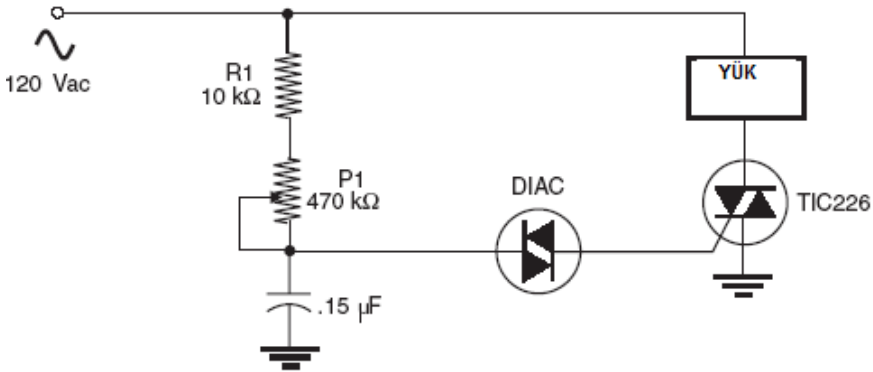
Şema 92 Yüksek- Güç Dimmer (Ayarlı Direnç Anahtarı)

Şekil 6.29 da gösterilen devre, hem dirençli yüklerde (lambalar veya ısıtıcılar) hem de indükleyen yüklerde (motorlar ve solenoitler) kullanılabilen bir linear (doğrusal) güç denetimidir. Kondansatör değeri, ac

güç hattına bağlıdır ve triyak yük akımına göre seçilir. Bu projede herhangi bir tür diyak kullanılabilir. Bazı durumlarda, diyak bir neon lambası ile değiştirilebilir.



Şekil 6.28 Şema 91: Yüksek-güç ac anahtar



Şekil 6.29 Şema 92: yüksek_güç dimmer (ayarlı direnç anahtarı)

6.4 Diğer Bilgiler

6.4.1 İndükleyen Yükleri Kullanırken Dikkat

İndükleyen yükleri kullanırken, Şekil 6.30 da gösterildiği gibi paralel bağlı bir diyot ilavesi gereklidir. Eğer bu diyot kullanılmazsa, yük açıldığı zaman indükleyen bir yükün sargısında üretilen voltaj pulsu SCR'yi kapatabilir.

Küçük dc motorlar fonksiyonda oldukları zaman oluşan açma ve kapama anahtarlaması işlemi, SCR'nin kısa pulslar ile tetiklenmesinden

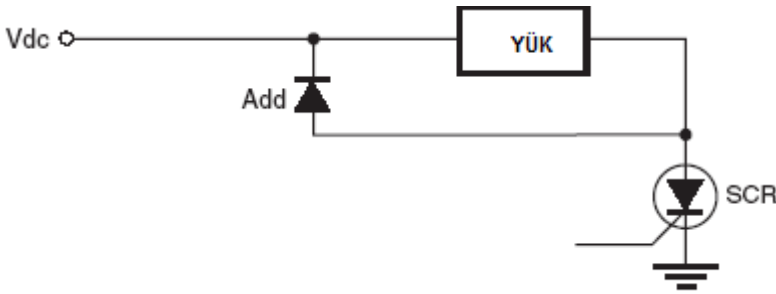
sonra kapanmasını önlemek için bazı ilave parçaların kullanımını gerekli kılıyor. Şekil 6.31, bu soruna çözüm gösteriyor.

Şekil 6.31a da, devredeki tutucu akımı sürdürmeyi üstlenen direnç; sargıları anahtarlı olarak akımın sıfıra düştüğü zaman SCR'nin kapanmasını önler. 6.31b de, bir diyot ve 6.31c de bir kondansatör kullanıyoruz. Siz, her durumda doğru çözümü bulmak için deneyler gerçekleştirmelisiniz.

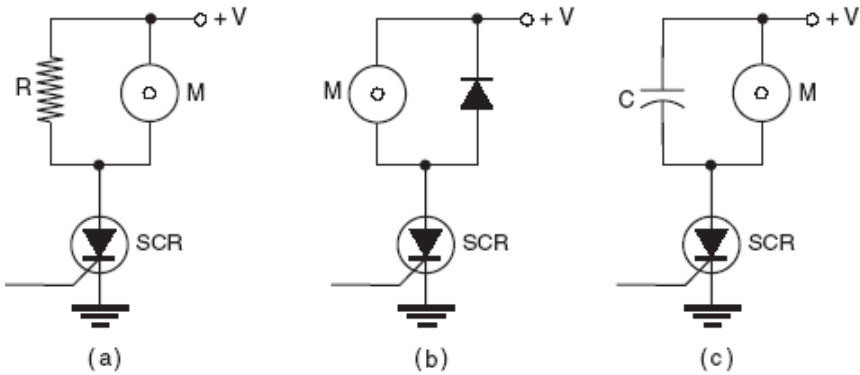
6.4.2 Bazı Yaygın SCRlerin ve Triyakların Nitelikleri

SCRler

Tipi	Voltaj (V _{drm})	Akım (dc)	Tutucu Akım (maksimum)	Tetikleme Akımı (Tip)	Tetikleme Voltajı (Tip)
TIC106-Y	30 V	3.2 A	5 mA	60 μ A	0.6 V
TIC106-F	60 V	3.2 A	5 mA	60 μ A	0.6 V
TIC106-A	100 V	3.2 A	5 mA	60 μ A	0.6 V



Şekil 6.30 İndükleyen yükler ile paralel bağlı bir diyotun ilavesi



Şekil 6.31 Dc motorların denetlenmesi

SCRler (devamı)

TIC106-B	200 V	3.2 A	5 mA	60 μ A	0.6 V
TIC106-D	400 V	3.2 A	5 mA	60 μ A	0.6 V
MCR106-1	30 V	4.0 A	5 mA	200 μ A	1.0 V
MCR106-2	60 V	4.0 A	5 mA	200 μ A	1.0 V
MCR106-3	100 V	4.0 A	5 mA	200 μ A	1.0 V
MCR106-4	200 V	4.0 A	5 mA	200 μ A	1.0 V
TIC126-B	200 V	8 A	70 mA	5 mA	0.8 V
TIC126-D	400 V	8 A	70 mA	5 mA	0.8 V

Triyaklar

Tipi	Voltaj (Vdrn)	Akım	Tutucu Akım (maksimum)	Tetikleme Akımı (maks)	Tetikleme (maksimum)
TIC226-B	200 V	8 A	60 mA	50 mA	2.5 V
TIC226-D	400 V	8 A	60 mA	50 mA	2.5 V

6.5 Proje Önerileri

Bu bölümdeki şemalar, mekatronik ve robotikte birçok proje ortaya çıkarmak için diğer şemalar ile birleştirilerek veya yalnız olarak kullanılabilir. Bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

- 77 ve 78, bir röleyi bir yük olarak kullanan otomatik aygıtlarda güvenlik sisteminde kullanılabilirler. Sensör (S1) tarafından belirlenen tehlikeli bir durum olduğu zaman röle, bir tür uyarı sistemini tetikleyecektir. Şemalar birer acil anahtar olarak da kullanılabilirler.
- Şema 82 ve 83, bir motorun aşırı yüklenmesinden durduğunun belirlenmesinde kullanılır. İlk durumda sigorta patlar ve ikincisinde motor kapanır.

7 Solenoit-Servomotor ve SMA'lar

7.1 Amaç

Bu bölümün amacı, biçim bellek alaşımlarının (SMA'lar), solenoitlerin ve servomotorların (genelde sadece *servolar* olarak anılırlar) mekatronik ve robotik projelerde kullanımları konusudur. Temel fikir, güç ve hareketin ortaya çıkarılması için alternatif çözümler olarak bu aygıtların nasıl kullanılacaklarını göstermektir. Daha önceki bölümlerde gösterilen kaç tane şemanın bu aygıtların çalıştırılmasında kullanılabileceğini ve pratik amaçlar için bunların devrelerinin nasıl tasarlanacağı da gösterilecektir.

7.2 Teorik Temeller

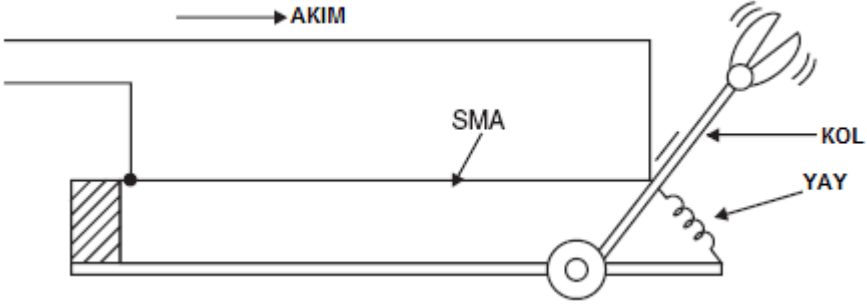
Pratik robotik ve mekatronik projelerdeki mekanik güç kaynakları, dc ve ac motorlarla sınırlı değildir. Bir çok durumda, arzu edilen hareket veya mekanik güç, başka aygıtlarla daha avantajlı olarak elde edilebilir. Bu bölümde bu aygıtların özellikle üçü çalışılacaktır: SMA'ler, solenoitler ve servomotorlar. Bu aygıtlardan herhangi bir tanesinin kullanımı her proje için dikkate alınması gereken birçok faktöre bağlıdır. Nasıl çalıştıklarını ve ne yapabildiklerini bilerek doğru seçimi yapabilecek ve çalıştırma devresinin elemanlarını tasarlayabileceksiniz.

7.2.1 SMA-Biçim Bellek Alaşımları

Biçim bellek alaşımları, ısıtıldıkları zaman önceden belirlenmiş biçimlerine dönme kabiliyetine sahip malzemelerdir. Bir SMA soğuk olduğu zaman (örn., *dönüşüm ısı* olarak anılan bir derecenin altı), düşük eğilimli bir dayanıklılık sergiler ve malzeme tarafından yitirilmeyen yeni biçimi için oldukça kolay biçimini bozabilir. Bununla birlikte, eğer malzeme dönüşüm derecesinin üstünde ısıtılmış ise, atomik yapısında orijinal biçimine geri dönmesine neden olan bir değişime uğrar. Eğer SMA, dönüşüm esnasında herhangi bir direnç ile karşılaşır, daha büyük güçler üretebilir. Robotik ve mekatronikte, bir SMA kablosu, Şekil 7.1 de gösterildiği gibi bir *elektronik kas* olarak kullanılabilir.

Bir akım ile ısıtıldığı zaman, SMA'in boyu değişir ve bu işlemde üretilen güç; bir kolu, ayağı, manivelayı veya bir mekanizmanın başka bir oynayan parçasını hareket ettirebilir. En yaygın SMA malzemesi *nitinol*

veya *flexinol* denilen nikel-titanyumdur. Bu malzemenin iyi elektrik ve mekanik özellikleri vardır, uzun yorucu süreli ve aşınmaya karşı yüksek dirençlidir.



Şekil 7.1 Elektronik bir kasın kullanımı

Çapı 0.02 inç olan bir nitinol kablosu 16 lb (8 kg) a kadar yük kaldırabilir. Çapı sadece 100 mikron olan bir flexinol kablosu, 28 gramlık bir ağırlık ile deforme olabilir ve 180 mA lik bir akıma ifşa edildiğinde 150 gramlık telafi gücü üretir.

Oda sıcaklığındaki tipik bir SMA, az bir güç ile kolayca deforme olabilir. Bununla beraber, bir elektrik akımını ilettiği zaman, kendisini orijinal biçimine döndüren çok daha sert biçime dönüşür. Bir SMA kablosu, orijinal boyunun % 8 i kadar gerilebilir.

SMA'ler, tabii ki tüm uygulamalar için tavsiye edilmezler. Birinin; belli bir uygulama için istenilen güçleri, yerine kullanımları ve diğer şartları hesaba katması gerekir. SMAlerin en önemli kullanımları, tamamlanmaları çok kolay olmayan motorlar ve solenoitler gibi mekanik aygıtların bulunduğu küçük aktuatörlerdir

Nitinol SMA satıcılarından birisi, nitinol kablonun bazı türlerini satan ve kullanımı hakkında bilgi sağlayan TiNi Alloy Company'dir

Nitinol SMA nin Özellikleri

- Erime derecesi: 1240 - 1310°C
- Özdirenç (mukavemet) (yüksek derece durumu): 82 Ω -cm
- Özdirenç (mukavemet) (düşük derece durumu): 76 Ω -cm
- Termik iletkenlik: 0.1 W/cm-°C
- En son gerilme dayanıklılığı: 750-950 Mpa veya 110-140 ksi
- Tipik kırılma uzaması: % 15.5
- Enerji dönüştürme verimi: %5
- İş çıkışı: 1 jul/gram
- Kullanılabilir dönüşüm dereceleri: -100 den +100 e kadar

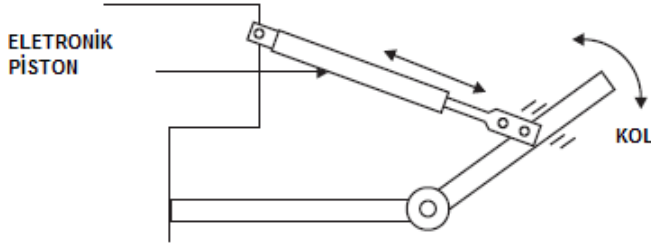
- Yaklaşık yanal büzülme oranı (poisson oranı): 0.3

SMA'ler Nasıl Kullanılır

SMA tellerinin robotik ve mekatronikte kullanımları basittir: tel mekanizmaları (kollar, kavrayıcılar, manivelalar, vs) hareket ettirmede kullanılırlar veya elektrik pistonlarında yer alırlar. Şekil 7.2 de gösterildiği gibi elektrik pistonları solenoit olarak kullanılabilir ancak, manyetik alanın gücünden ziyade SMA'lerin büzülme ve gerilmeleriyle hareket ederler. Şekil 7.3 de temel uygulama gösterilmiştir.



Şekil 7.2 Bir elektrik pistonu



Şekil 7.3 Temel uygulama

Her metrenin direnci ile kablonun boyu çarpıldığında kasanın toplam direncini verir. Ohm yasasını uygulayarak, özel tip tarafından istenen akım miktarını vermek için kullanılması gereken voltajı belirleyebiliriz.

Tersi durumda, boyu; voltajdan ve akımdan belirleyebiliriz. Örneğin; Bir Flexinol 250 SMA kullanarak 12 Voltluk bir güç kaynağından bir kasa güç vermek istiyorsak, kullanılması gereken boy nedir?

$$V = 12 \text{ V}$$

$$I = 1 \text{ A (belirlemelerden)}$$

$$R = 12/1 = 12 \Omega$$

Böylece boy

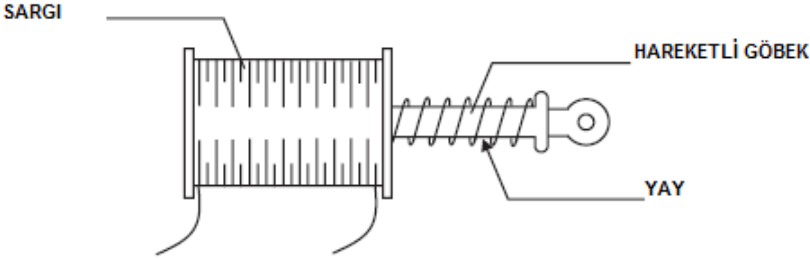
$$L = 12/20 = 0.6 \text{ m veya } 60 \text{ cm}$$

7.2.2 Solenoit

Hareketli mekanik bir parçanın biraz yer değiştirmesini başarmak istiyorsanız, solenoit kullanımını hesaba katın. Solenoit, Şekil 7.4 de

gösterildiği gibi, hareketli, içerde kayabilen manyetik bir göbeği olan bir sargıdan oluşur.

Sargıdan bir akım geçtiği zaman, hareketli göbeği çeken bir manyetik alan üretir. Eğer bu hareketli göbek herhangi bir mekanizmaya bağlanırsa, bu işlemde yaratılan güç bunu hareket ettirmekte kullanılabilir.



Şekil 7.4 Solenoit

Göbeği çeken güç, sadece sargıdan akım geçerken mevcut olduğundan ve akım kapalıyken hiç güç üretilmediğinden, bir yay veya başka bir mekanizma, göbeği orijinal yerine geri döndürmek için ilave edilmelidir. Şekil 7.5, basit mekanizmalarda bazı solenoit uygulamalarını gösteriyor.

Şekil 7.5a da, solenoit kullanan basit bir kol gösteriyoruz. 7.5b’de, solenoit kullanan bir robot için bir yönlendirme sistemi gösteriyoruz. 7.5c’de, bir solenoit anahtarlandığı zaman bir kapıyı açan sistemi örnekledik.

Bir solenoitin kullanımı. Basit solenoitler tasarımcı tarafından sarılabilir veya satıcılardan kullanım için hazır alınabilir. Bir solenoitin bir mekanizmaya sağlayabileceği güç miktarı iki faktöre bağlıdır: sargıdan geçen akım ve sargı adedi.

Ohmsal direnç ve ağıta uygulanan voltaj ile akım belirlenir. Bunun anlamı; bir solenoitteki ana belirtmelerin voltajı ve akımı ve bazen de elektromotif (elektrik akımının geçmesini sağlayan) gücü içermesidir. Bazı durumlarda, akım yerine ohmsal direnç verilir. Bu durumda, nominal akımı bulmak için tek ihtiyacınız voltajı, ohmsal dirence bölmenizdir.

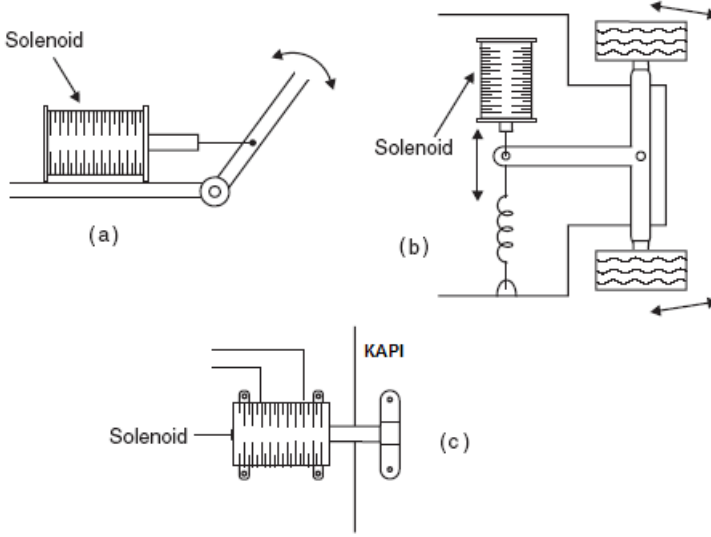
Solenoitler, röleleri bazı yöntemlerle tekrar bir araya toplarlar: Eğer arzu ederseniz, daha yüksek gücün küçük patlamalarını elde etmek için birkaç saniyelik nominal voltajdan daha yüksek bir voltaj uygulayabilirsiniz. Eğer daha az güç istiyorsanız, daha yüksek voltajlar da uygulayabilirsiniz.

Solenoitlerin en yaygın türleri, 1 – 48 V arası voltaj erimleri ile 10 A den aşağı 2 veya 3 A e kadar olan erimdeki dc kaynaklardan çalışmaları

için tasarlanmışlardır. Fakat bazı solenoidler, ac güç hattından çalışmalarını için tasarlanmışlardır.

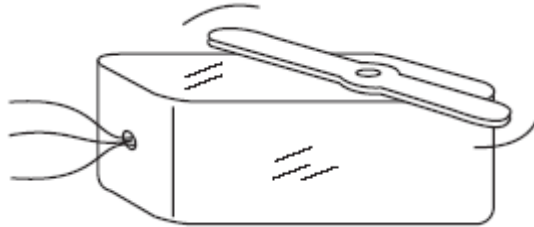
7.2.3 Servomotor

Yaygın dc ve ac motorlar, *açık döngü* tasarımdırlar. Bir güç kaynağından güç çekerek, bir şaftı veya dişli kutusunu hareket ettirmekle çalışmalarını gerçekleştirirler. Servomotorlar aksine *kapalı döngü* aygıtlardır. Bir denetleme sinyali sağlandığı zaman, servomotor hareketini sinyal ile uyması



Şekil 7.5 Solenoidlerin kullanımı

için ayarlar. Eğer sinyal değişirse, servomotor dengeyi sağlar. Servomotorlar, kapalı bir döngü pozisyon denetimi içeren dc dişli motorlardır. Motorun şaftına, Şekil 7.6 da gösterildiği gibi pozisyon verilebilir veya 180° döndürülebilir.

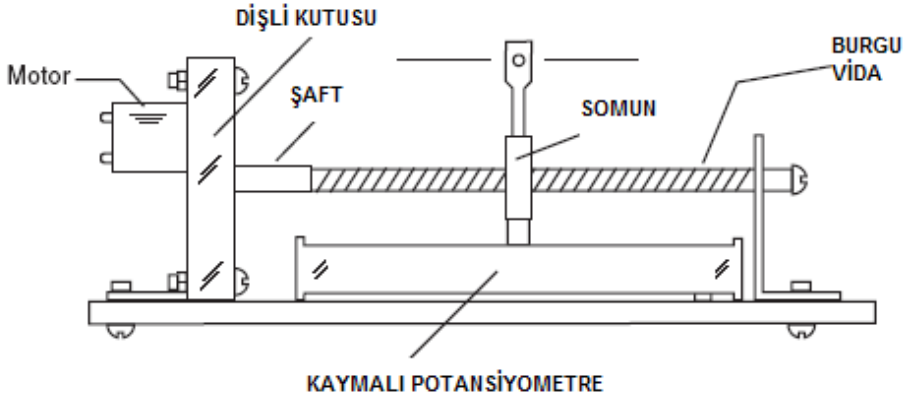


Şekil 7.6 Bir servomotor

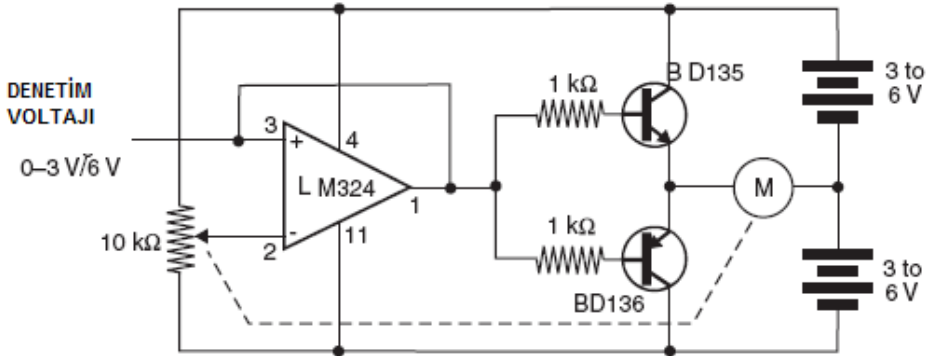
Servolar, hobi radyo denetim (R/C) pazarında, model uçakları, arabaları, tekneleri ve robotları denetlemek için kullanılıyor. İstenilen güce ve planlanan işe göre birçok ebatta servolar bulabilirsiniz. Ticari servolar, robotik uygulama şemalarımızın çoğunda kullanılabilir.

Eğer arzu ederseniz, kendi servonuzu yapabilirsiniz. Şekil 7.7 basit bir proje gösteriyor. Bu servo, pulslar yerine voltaj ile denetleniyor (fakat pulslar ile çalışması için uyarlama yapabiliriz). Şekil 7.8 de devre şeması gösteriliyor.

Şekil 7.7 de, bir somunu hareket ettiren bir burgulu vidayı kullanmak için bir dişli kutusu uyarlanmıştır. Devreye elektrik geri beslemesi veren kaymalı bir potansiyometreye somun bağlanmıştır. Devrenin girişine (sinyal) bir voltaj uyguladığınız zaman, geri besleme voltajının giriş voltajına (sıfır çıkış) eşit olduğu yerde potansiyometre bir pozisyona erişinceye kadar motor hareket eder. Eğer girişteki voltajı değiştirirseniz, çıkışın tekrar sıfırlandığı yerde, potansiyometre yeni bir pozisyona erişinceye kadar motora güç verilecektir.



Şekil 7.7 Ev-yapımı bir servo



Şekil 7.8 Ev-yapımı servo için devre

7.3 Pratik Şemalar

Elektronik kasları (SMA bazlı), solenoitleri ve servoları kullanan projelerde birçok temel şemalar kullanılabilir. Bu bölümde referanslananların birçoğu daha önceki bölümlerde açıklandı, motorların ve diğer yüklerin denetimleri için tavsiye edildi.

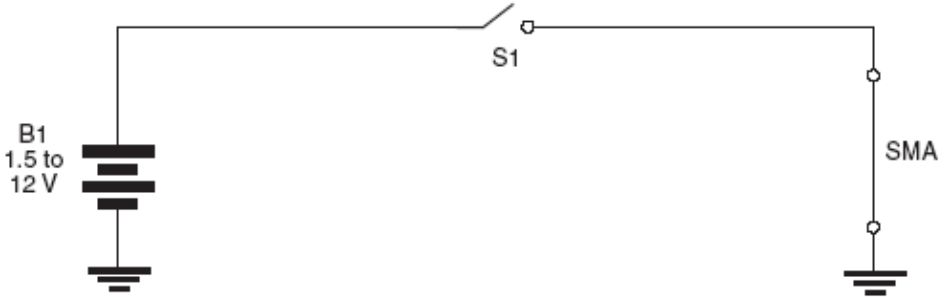
7.3.1 Elektronik Kaslar (SMA'ler) için Şemalar

Elektronik kaslar (SMAler) ve pistonlar, derece ile değişen ohmsal bir dirence sahip olduklarından dirençler gibi düşünülebilirler. Bunun anlamı; ısıtıcıları, lambaları çalıştırmak için basit devreler kullanılabilmesidir, hatta dc motorlar bile kullanılabilir. Aşağıda, pratik uygulamalar için bazı öneriler bulunuyor.

Şema 93 SMAler için Basit Sürücü Devre

Şekil 7.9'da gösterilen şema, bir SMAyi çalıştırmanın en basit yolunu örnekliyor. Voltaj, SMA'ye göre hesaplanmalıdır (boy, akım, metre ile direnç) ve güç kaynağı gerekli olan akımı sağlayabilmelidir.

Anahtar (S1) kapatıldığı zaman SMA büzülür, açıldığında ise gerilir. Anahtar, röleler ile veya sensörler ile değiştirilebilir. Röle kullanan daha önceki birçok şema bir SMA'ye bunun gibi bir şema ilave ederek birleştirilebilir.



Şekil 7.9 Şema 93: Basit SMA sürücü

Şema 94 SMA için Reosta

SMA, kendisinin ısı aktarımına ısıtılması için en az belli bir akım miktarı ister. Bu akımı, Şekil 7.10'da gösterilen devreyi kullanarak belirleyebilirsiniz. Bu devreyi, 3-12 V arası herhangi bir bataryaya veya

güç kaynağına bağlayabilirsiniz ve önerilen bir transistör ile 3A'e kadar akımlar üretebilirsiniz. Transistör soğutma plakasına monte edilebilir. 2A'e kadar olan akımlar için transistör, bir TIP32 ile değiştirilebilir ve 1A'e kadar olan akımlar için bir BD135 ile değiştirilebilir.

Şema 95 Sabit Akım Kaynağı

Bir SMA'nin direnci, Kısım 7.2.1 de not aldığımız gibi ısıtıldığında değişir ve bu, güç kaynağından kaynaklanan akımın da değişeceği anlamındadır. Bu değişim aşırı ısınmaya veya başka sorunlara neden olabilir. Eğer SMA sabit bir akım kaynağından güç alıyor ise, güvenli çalışma başarılabilir.

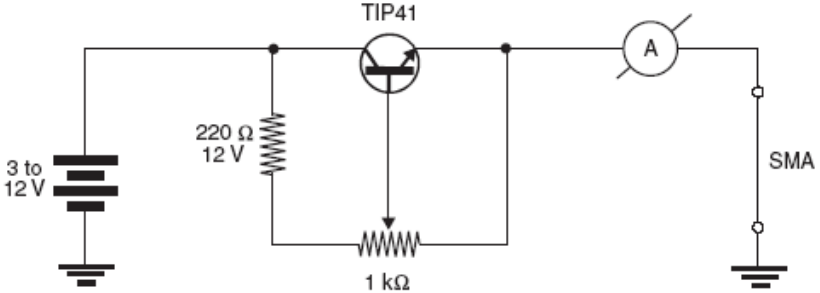
Şekil 7.11 de gösterilen şema, birkaç miliamperden 3A'e kadar olan bir erimde bir SMA'de sabit akımı sürdürmek için kullanılabilir. Arzu edilen akıma göre olan direnç, aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$R = \frac{1.25}{I}$$

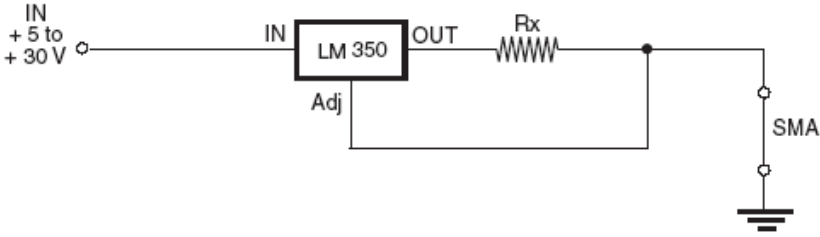
R = R nin ohm cinsinden dirençliliği

I = SMA'deki arzu edilen akım

Bu kitapta açıklanan diğer akım kaynakları kullanılabilir. Bu iş için sıradan bir bipolar transistör kullanan Şema 67 yi özellikle tavsiye ediyoruz.



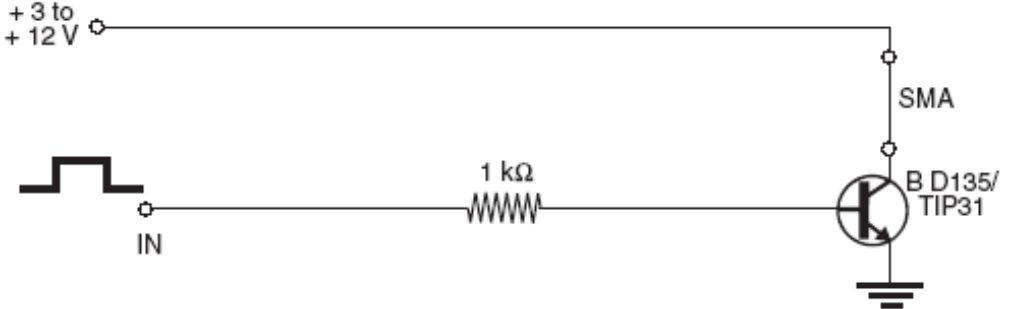
Şekil 7.10 Şema 94: SMA için reosta



Şekil 7.11 Şema 95: Sabit akım kaynağı

Şema 96 SMA için NPN Transistör Sürücü

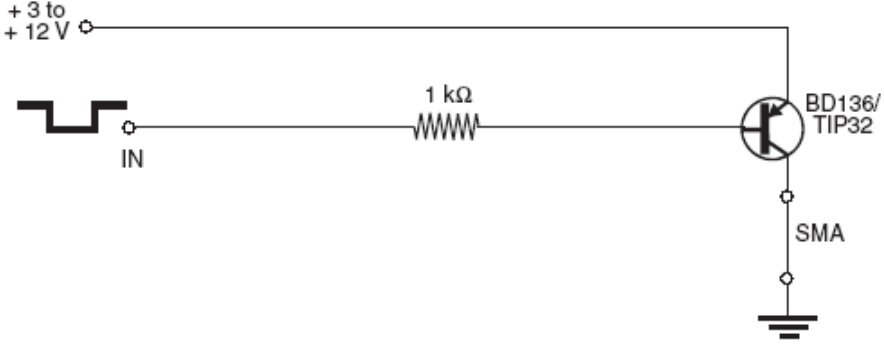
Şekil 7.12, 2A'e kadar bir SMA (elektronik kas) yi çalıştırmak için bir NPN transistörü kullanan basit bir bloğu gösteriyor. Bu devrenin, 1A SMAyi çalıştırmak için 20 mA e ve daha-düşük akım kaslarını çalıştırmak için daha azına ihtiyacı vardır. TTL ve CMOS çıkışları bu bloğu kullanarak düşük-güç SMAleri çalıştırabilir. Daha yüksek kazanım için, TTL veya CMOS çıkışlarından 1 A e kadar olan yüklerin çalıştırılmasında transistörü bir BD135 veya BD137 ile değiştirebilirsiniz. Her durumda transistör soğutma plakasına bağlanmalıdır.



Şekil 7.12 Şema 96: SMA için NPN sürücü

Şema 97 Bir Bipolar PNP Transistör Kullanımı

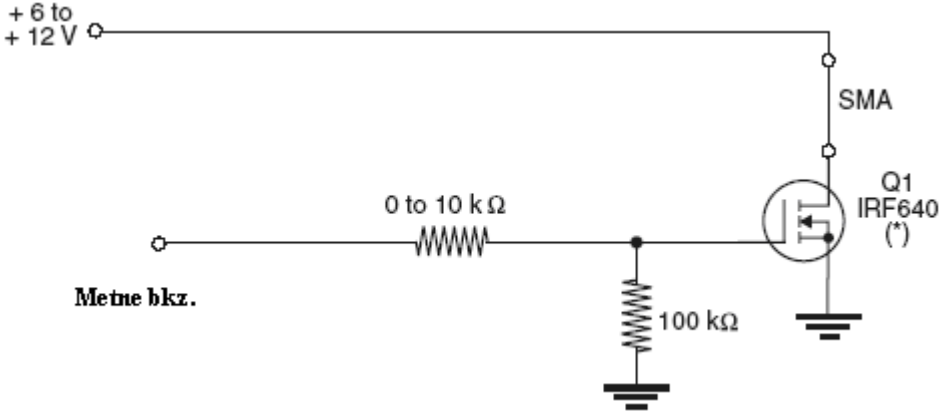
Şekil 7.13 de gösterilen devre; yükü (SMA kası), girişin düşük mantık seviyesine veya toprağa gittiği zaman açar. Herhangi bir PNP güç transistörü kullanılabilir (Transistör hakkında daha fazla veri için Bölüm 3e ve devrelere bakın). Bu bloğun, bir BD136 kullanıldığı zaman, 500mA SMAyi çalıştırması için sadece 2 mA e ihtiyacı vardır.



Şekil 7.13 Şema 97: Bir PNP transistörün kullanımı

Şema 98 Güç MOSFETlerden SMA Çalıştırması

Güç MOSFETler, bir SMAyı çalıştırmak için mükemmel aygıtlardır. Bu tür transistörü kullanan bir şema Şekil 7.14de gösterilmiştir. Uygulamanız için uygun bir güç MOSFET'i, kullanmaya niyetlendiğiniz girişe de uygun olarak bulmanız için 3.Bölüme bakın. Eğer bir giriş limiti gerekiyorsa, kapı direnci kullanılır. Transistör soğutma plakasına monte edilebilir.



Şekil 7.14 Şema 98: MOSFETlerden SMAlerin çalıştırılması

Diğer Şemalar. Bu kitapta güç anahtarlama için açıklanan herhangi bir şema, bir SMA ile çalışabilir. Aktarma derecesini geçtiği zaman sadece “evet/hayır” modunda çalıştığından herhangi bir linear güç denetimine SMAin izin vermediğini hatırlayın. PWM ve linear şemalar elektronik kasların denetimleri için uygun değildir.

Özellikle, şu şemaları kullanmanızı öneriyoruz:

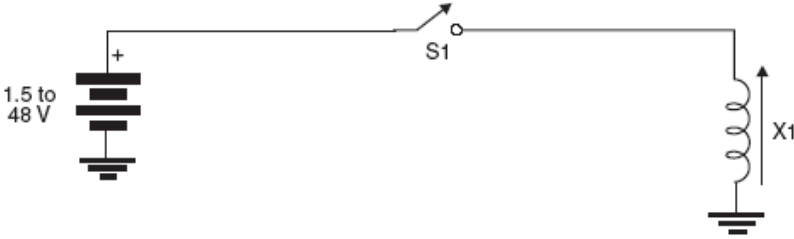
- Şema 32-33: NPN ve PNP transistörleri kullanan güç denetimi
- Şema 37: Bir güç MOSFET kullanımı
- Şema 39-41: Gecikmeli denetimler
- Şema 77-78: SCRleri kullanan şemalar
- Şema 79: Dokunma denetimi
- Şema 80-81: SCRleri kullanan diğer şemalar
- Şema 84: SMA uygulamaları için uygun SCRler kullanan flip-flop
- Şema 85-87: Dc devrelerde SCRler
- Şema 88-90: Diğer SCR şemaları

7.3.2 Solenoitler için Şemalar

SMAleri ve dc motorları çalıştırmak için kullanılan birçok şema, solenoitler ile kullanılabilirler. Solenoit, mekanik bir parçayı hareket ettirmek için gereken güce bağlı olan akım miktarını isteyen indükleyen bir yük olarak düşünülebilir. Aşağıda bazı temel şemalar var, fakat aynı iş için kullanılabilecek olan önceki şemaları da belirteceğiz.

Şema 99 Bir Solenoiti Açma ve Kapama

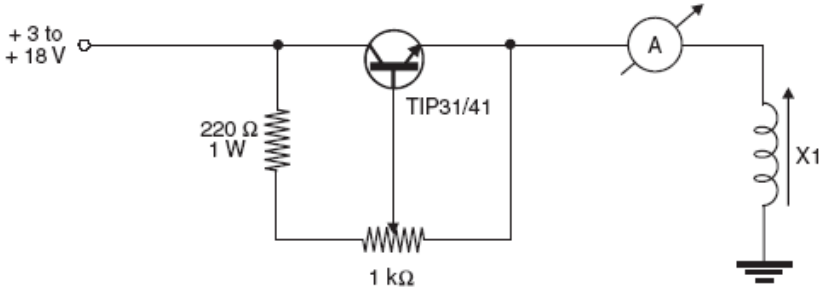
Bir solenoiti açma ve kapama için tavsiye edilen temel şema, Şekil 7.15 de gösterilendir. 1. Şema ile tavsiye edilenle aynı olduğundan söylenecek fazla bir şey yok. 2. Bölümde gösterilen tüm hareket denetim şemaları bu solenoitler ile kullanılabilirler.



Şekil 7.15 Şema 99: Bir solenoitin denetimi

Şema 100 Bir Solenoitin Kuvvetinin Belirlenmesi

Şekil 7.16 da gösterilen devre, bir solenoitin kuvvetinin ve bunun için gerekli akımın belirlenmesinde kullanılabilir. Devre basit bir reostadır. Tasarımcı,



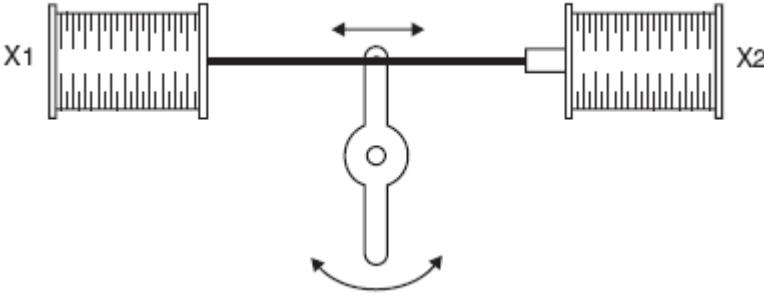
Şekil 7.16 Şema 100: Bir solenoit kuvvetinin belirlenmesi

voltaj ve akımın tüm değerlerinin ve Şekil 7.17 de gösterilen düzenlemede bir dinamometre (kuvvet, güç ölçer) ile ölçülen kuvvet ile uyuşmanın kaydedildiği bir tablo yapabilir. Bölüm 3 de açıklanan herhangi bir başka reosta solenoitlerin kuvvetlerini denetlemekte kullanılabilir.

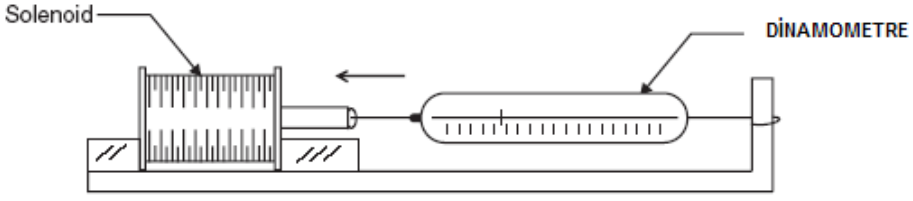
Çift Solenoit Aktuatörler

İki solenoitin basit bir düzenlemesi Şekil 7.18 de gösterildiği gibi, bir çok yön denetiminde ve aktuatörlerde kullanılabilir. Solenoit X1 açık olduğu zaman, robot sola döner ve Solenoit X2 açık olduğu zaman robot sağa döner. Şekil 7.19 da gösterildiği gibi mekatronik aktuatörleri içeren diğer uygulamalar, bir nesneyi hareket ettirmekte kullanılabilir.

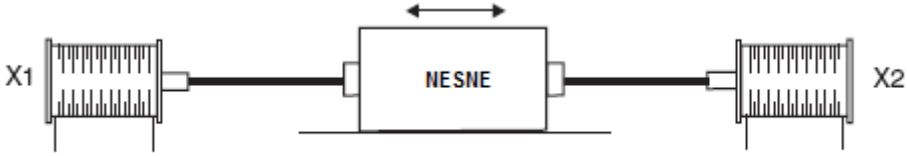
Görebileceğiniz gibi, bu uygulamada, bir seferde sadece bir solenoit açık olabiliyor. Aşağıdaki şemalar, bu tür uygulamada iki solenoiti çalıştıracak devrelerdir.



Şekil 7.18 Bir çift solenoit aktuatör



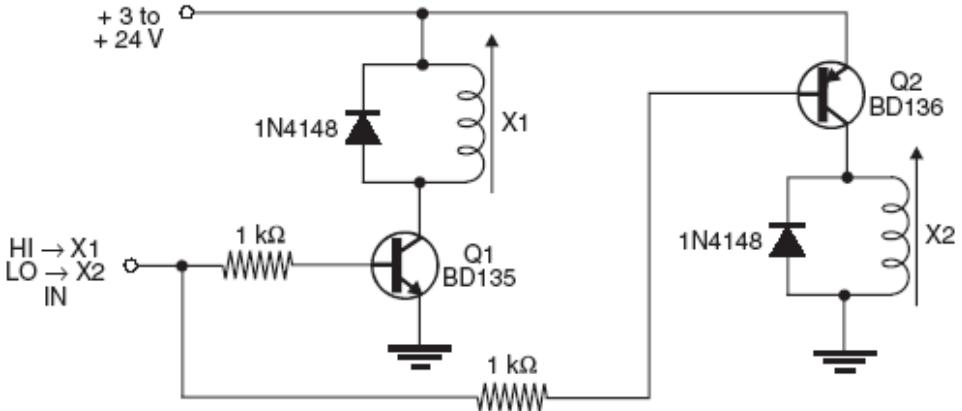
Şekil 7.17 Bir solenoidin kuvvetinin ölçümü



Şekil 7.19 İki solenoid ile bir nesnenin hareketi

Şema 101 İki Solenoid için Zeka Denetimi

Şekil 7.20 de gösterilen devre, iki solenoidin aynı anda harekete geçtiği yasak durumu engeller. Giriş, yüksek mantık seviyesinde olduğu zaman veya 1Va kadar bir sinyal aldığı zaman, solenoid X1 açıktır ve X2 kapalıdır. Giriş, düşük mantık seviyesine veya toprağa ayarlandığı zaman, X1 kapalıdır ve X2 açıktır.



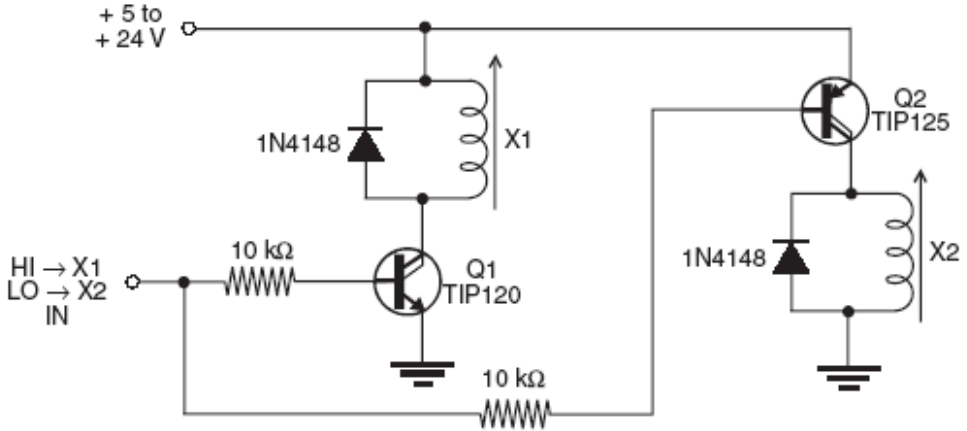
Şekil 7.20 Şema 101: İki solenoid için zeka denetimi

Transistörler, solenoidler tarafından istenilen akıma göre seçilirler. Her uygulama için doğru transistörün nasıl bulunacağını Şema 3 gösteriyor.

Taban direnci de; yerleştirilen transistörlerin kazanımlarına ve solenoitler tarafından istenilen akıma göre 1 – 10 k Ω arası erimde değiştirilebilir.

Şema 102 Darlington Transistörleri Kullanan Zeki Solenoit Denetimi

Aynı düzenleme önceki şemata kullanıldı, fakat NPN Darlington transistörlerin kullanımı, Şekil 7.21 de gösterilmiştir. Bu düzenlemenin, çalışması için daha az akıma ihtiyacı vardır. Transistöre bağlı olarak (transistörü seçmek için Bölüm 3 e bakın), birkaç ampere kadar akım ile solenoitleri çalıştırmak için sadece birkaç miliampere ihtiyaç vardır. Bu düzenlemeyi özellikle TTL veya CMOS çıkışlarından yüksek-akım solenoitleri çalıştırmak için tavsiye ediyoruz.



Şekil 7.21 Şema 102: Darlington kullanan zeki şema

Not: Bir PNP bipolar transistör ve bir PNP Darlington transistör kullanan eşdeğer düzenlemeler, Şema 31 ve 35 de gösterilen devreler baz olarak kolaylıkla tamamlanabilirler. İki transistör kullanan düzenlemeler, Şema 36 ve 37 den türetilerler.

Şema 103 CMOS Mantık Kullanan Zeka Denetimi

Şekil 7.22 de gösterilen şema özellikle solenoitlerin CMOS mantık tarafından denetlendikleri zaman tavsiye edilir. IC yi, eşdeğer TTL fonksiyonu ile değiştirebilirsiniz. Giriş, yüksek mantık seviyesinde olduğu zaman, solenoit X2 açıktır ve X1 kapalıdır. Düşük mantık seviyesinde, solenoit X2 kapalı ve X1 açıktır.

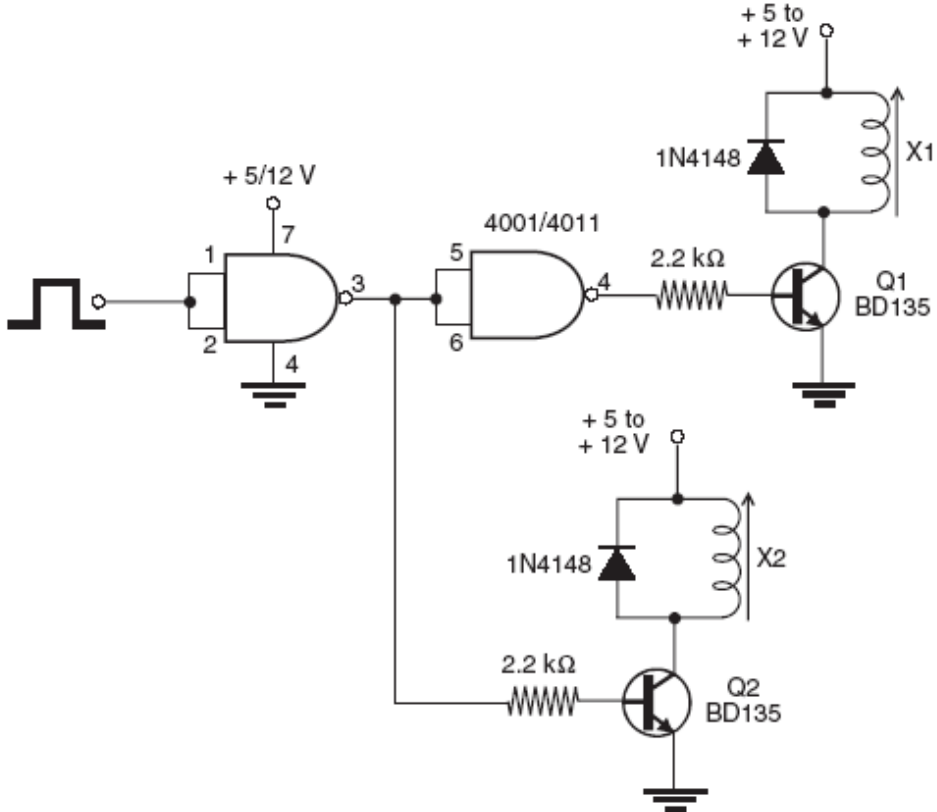
BD135 kullanıldığı zaman, 1 A e kadar olan solenoitler çalıştırılabilirler. Eğer başka transistörler kullanılıyor ise, direnç

değerlerini denemelisiniz. Eğer yüksek-güç solenoidleri yerleştirilmiş ise, Darlington transistörleri kullanılabilir. Bu durumda dirençleri, 10 k Ω birimler ile değiştirebilirsiniz.

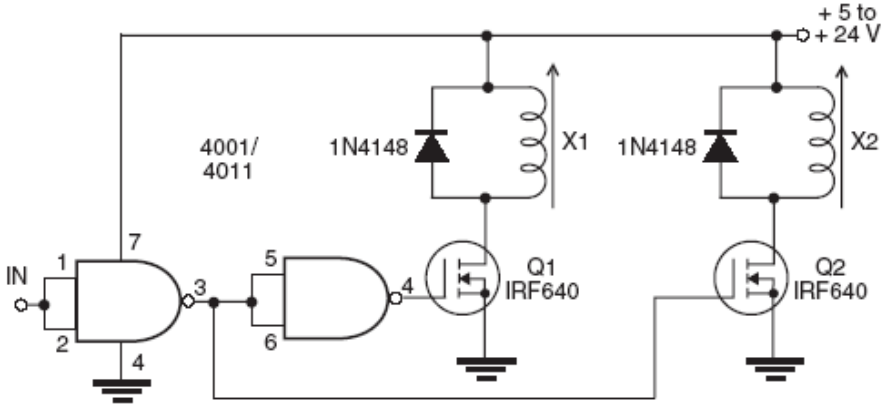
Şema 105 Akım Algılama (I)

Bir solenoitten geçen akım miktarı, göbeğin pozisyonuna bağlıdır. Dc veya pulslar (darbe) ile çalıştığı zaman, akım kuvvete göre değişir ve değişimler bazı harici devreleri çalıştırmak için kullanılabilir. Şekil 7.24 ile gösterilen devreler, bir çok uygulamada akım algılama için kullanılabilir.

Şekil 7.24a da doğrudan algılamamız var. Çıkış her amper için 0.1 V dur. 7.24b de, solenoitin bir transistör (bipolar “çift kutuplu”, Darlington ve güç CMOS) tarafından çalıştırıldığı zaman aynı devreye sahip oluyoruz. Rx in değeri uygulamaya göre artabilir, fakat hatırlayın ki, değer yükseldikçe; bileşende voltaj ve ürettiği ısı miktarında düşme olur.



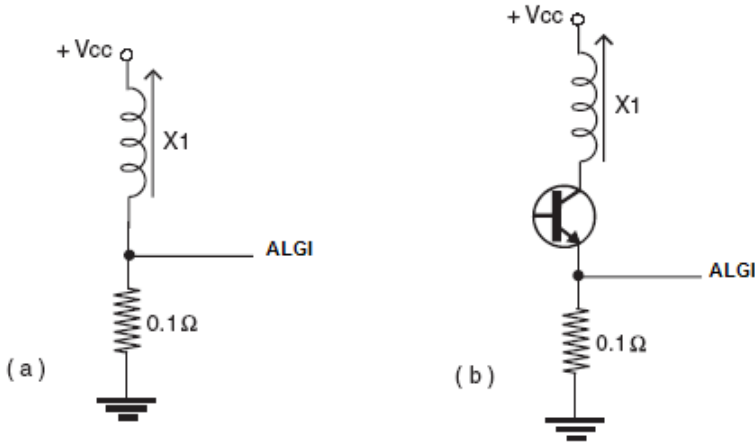
Şekil 7.22 Şema 103: CMOS mantık kullanımı



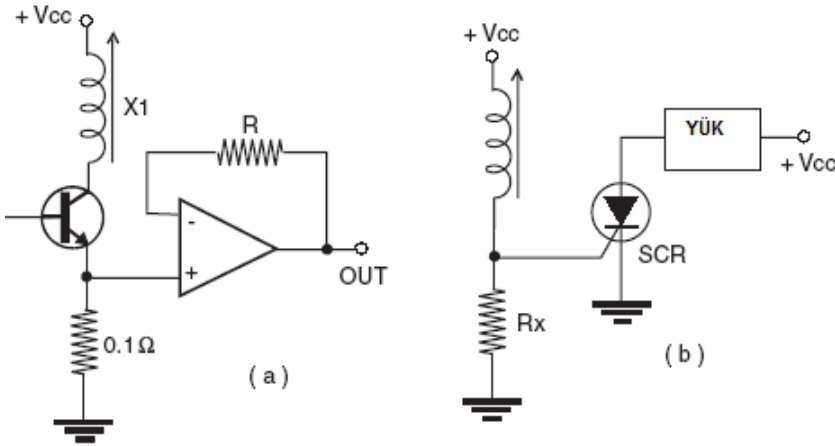
Şekil 7.23 Şema 104: CMOS zeka denetimi

Şema 106 Akım Algılama (II)

Şekil 7.25'a ile gösterilen şema, devre tarafından algılanan voltajı arttırmak için işlevsel bir amplifikatör kullanıyor. 7.25b'de, bir solenoid akımının önceden belirlenmiş bir değere yükselmesinde harici bir yükü tetiklemesi için bir SCR'nin nasıl kullanılacağını gösteriyoruz. Rx'in değeri, Şema 107 deki gibi hesaplanır.



Şekil 7.24 Şema 105: Akım algılama (I)



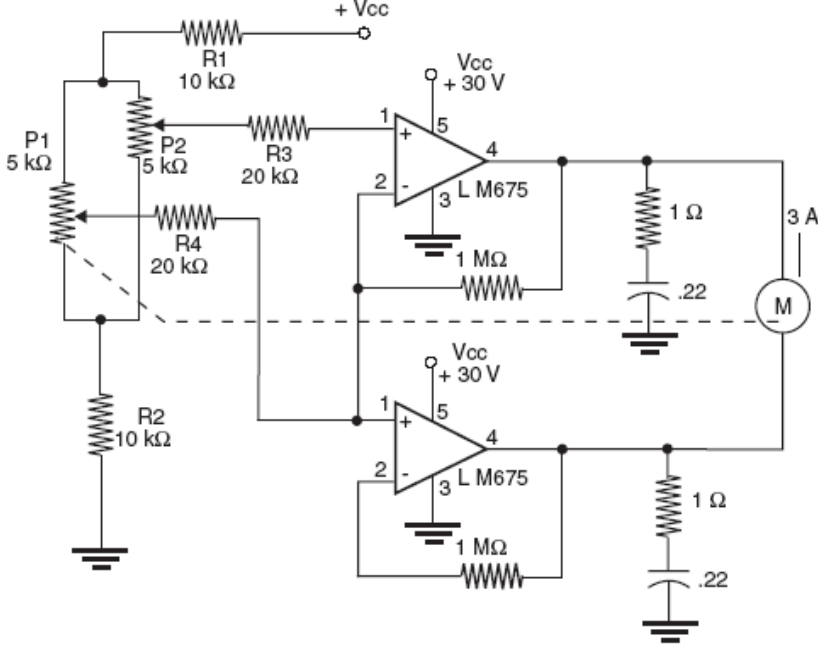
Şekil 7.25 Şema 106: Akım algılama (II)

Diğer Şemalar. Önceki bölümlerde açıklanan birçok şema, solenoitlerin değişik kullanımlarına dönük olarak aşağıdaki yollarla da kullanılabilir.

- 3 ve 7 arasındaki şemalar: Tüm bu şemalar, solenoitlerin ve ac devrelerin solenoitlerin seçimli denetimi için tavsiye edilmiştir.
- 8 ve 13 arasındaki devre şemaları: Bu şemalar, bir solenoite uygulanan gücü denetlemek ve hatta hareketsizlik sağlamak için kullanılabilir.
- 6 ve 17 arasındaki devreler: Bu şemalar ile akım algılama ve denetim ilave edilebilir.
- 21 ve 26 arasındaki şemalar: Şemaların hepsi röle kullanıyor ve solenoitleri de denetleyebiliyorlar.
- Şema 30 – 44: Güç yüklerini denetlemek için transistör kullanan bu şemalar, solenoitlerin çalıştırılmasında da kullanılabilir.
- Şema 63 – 66: Bu şemalardan herhangi biri, bir solenoitteki akımı denetlemekte de kullanılabilir.
- Şema 67 ve 69 arası: Solenoitler ile sabit akım kaynakları, uygulanan sabit akımı muhafaza etmek için kullanılabilir.
- 70 – 73 arası şemalar: PWM denetimleri solenoitler ile kullanılabilir.
- 77 ve 81 arası devreler: SCR'leri kullanan bu şemalar, solenoitleri de denetleyebilir.
- 84 – 92 arası: Bu şemalarda gösterilen devreler ile ac ve dc solenoitler denetlenebilir. Flip-flop uygulamaları birçok durumda önemlidir.

7.3.3 Servolar için Şemalar

Sensör ve denetim devreleri tarafından üretilen sinyalleri kullanan servolar doğrudan çalışabildiklerinden, bu alandaki kullanım için birkaç şema önerilebilir. Aşağıdaki şemalar, R/C de ve diğer uygulamalarda kullanılan servoların denetiminde tavsiye ediliyor.



Şekil 7.26 Şema 107: Bir dc motor kullanan servo denetim

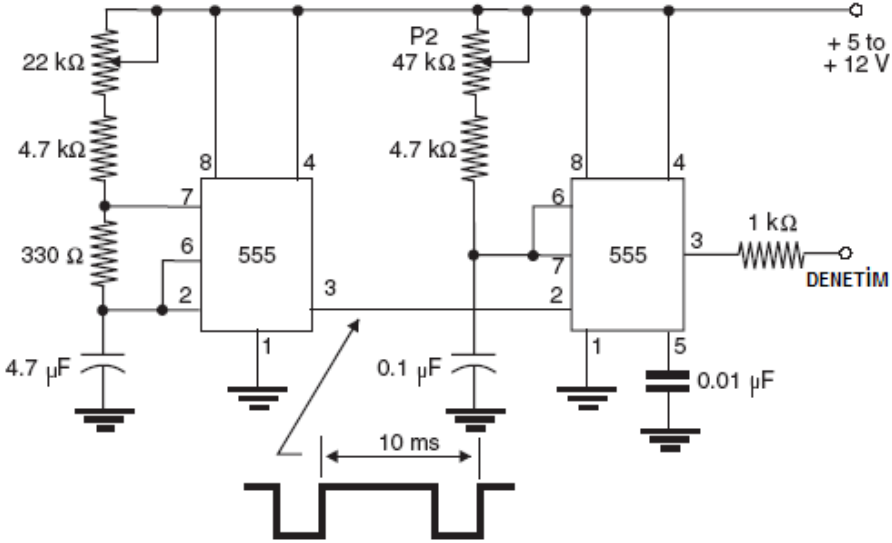
Şema 107 DC Motor Kullanan Servo Kontrol

Şekil 7.26’da örneklenen devre, National Semiconductor tarafından önerilmekte ve 3A’e kadar akımlı bir motor kullanan ev-yapımı bir servoyu denetleyebilmektedir. Esas olan, iki LM675 güç işlem amplifikatörün komparatör gibi bağlanmasıdır. P2’yi oynattığınızda (denetim); devreye uygulanan voltajın, P2’ye uygulanan voltajın aynı değerine ulaşınca kadar motor P1 de hareket sağlamak için enerji alacaktır. P1’in yerleştirildiği yerde P1’in dişli kutusu ile çalıştığına dikkat edin. Devre, 6V’dan başlayan voltaj ile çalışır ve motor isteklerine göre diğer işlem amplifikatörlerini kullanmak için adapte edilebilir.

Aynı şema, sensörlerden gelen harici sinyaller ile çalışabilir. P2’yi kaldırıp, sinyali doğrudan 20 kΩ dirence uygulamak yeterlidir. Bu sinyalin

voltajı, R1/P1 ve R2 tarafından oluşan voltaj bölücü ile belirlenen aynı erimde olmalıdır.

Şema 108 R/C Standart Servolar için Denetim



Şekil 7.27 Şema 108: Standart R/C servolar için denetim

Şekil 7.27’de gösterilen devre, ticari R/C servoların denetimi için değişken genişlikte pulslar üretir. P1 Ve P2 değişken dirençleri, genişlik erimine ve servolar tarafından ihtiyaç duyulan ayırım için ayarlanmalıdır. Devreyi, bir kere ayarladınız mı, 330 Ω direncin yerine bir sensör kullanarak pulsun genişliğini ve hatta harici denetim devresini değiştirebilirsiniz.

7.4 Diğer Bilgiler

SMA’lerle deneyler gerçekleştirmek isteyenler, farklı çaplarda SMA tedarikçilerinden bir metreden başlayan boylarda örnekleri düşük fiyatlarla satın alınabilirler ve hatta robotik ve mekatronik projeler için tam takımlar da bulunur. Nitinol SMA’in bir tedarikçisi de TiNi Alloy Company (<http://www.tini.com>) dir ve değişik tip nitinol telleri satar ve uygulama verisi sağlar. Size Mondo-Tronics’in Robot Store’una da bakmanızı öneririz (<http://www.robotstore.com>). Bu siteden flexinol takımlar ve tasarımcının çalışmasını gerektirecek tüm bilgiyi içeren geniş türde çeşitli robotlar bulabilirsiniz. Tablo 7.1, Mondo - Tronics’den flexinol “kas kablosu”nun özelliklerini gösteriyor.

7.5 Proje Önerileri

SMA (elektronik kas); geri alma kuvveti kendisindeki akım miktarı ile denetlenemediğinden sadece iki durumda ortaya çıkabilir. Bunun anlamı, elektronik kasların, sadece kuvvetin lineer denetimine ihtiyacınız olmadığı uygulamalar için geçerli olmasıdır. Aşağıda bazı proje önerileri bulunuyor.

Tablo 7.1 Flexinol özellikler

Kablo Adı	Çap (mikron)	Linear Direnç (Ω/m)	Tipik Akım (mA)	Deforme Ağırlık* (gram)	Geri alınan Ağırlık* (gram)	Tipik Oran† (LT/HT)‡
Flexinol 037	37	860	30	4	20	52/69
Flexinol 050	50	510	50	8	35	46/67
Flexinol 100	100	150	180	28	150	33/50
Flexinol 150	150	50	400	62	330	20/30
Flexinol 250	250	20	1.000	172	930	9/13
Flexinol 300	300	13	1.750	245	1.250	7/9
Flexinol 375	375	8	2.750	393	2.000	4/5

* Newton (N) cinsinden kuvveti elde etmek için 0.0098 ile çarpın.

† 20°C duru havada dakika devir

‡LT = düşük derece (70°C); HT = yüksek derece (90°C)

1. Elektronik kaslar ile hareket ettirilen bir “tırtıl” veya bir “böcek” yaratabiliriz.
2. Solenoit kullanan aygıtlar yaratmayı deneyebiliriz.
3. SMA’leri veya solenoitleri kullanarak bir robot için el, bir kavrama düzeneği yaratabiliriz.
4. SMA’leri veya solenoitleri kullanan bir fare kapanı tasarlayabiliriz.
5. Mesela, bir robot bir engele çarptığında, robotu kullanan operatörün bunu ellerinde de hissetmesini sağlayacak bir SMA kullanılan (geribeslemeli) bir düzenek tasarlayabiliriz.

8 Step Motorlar

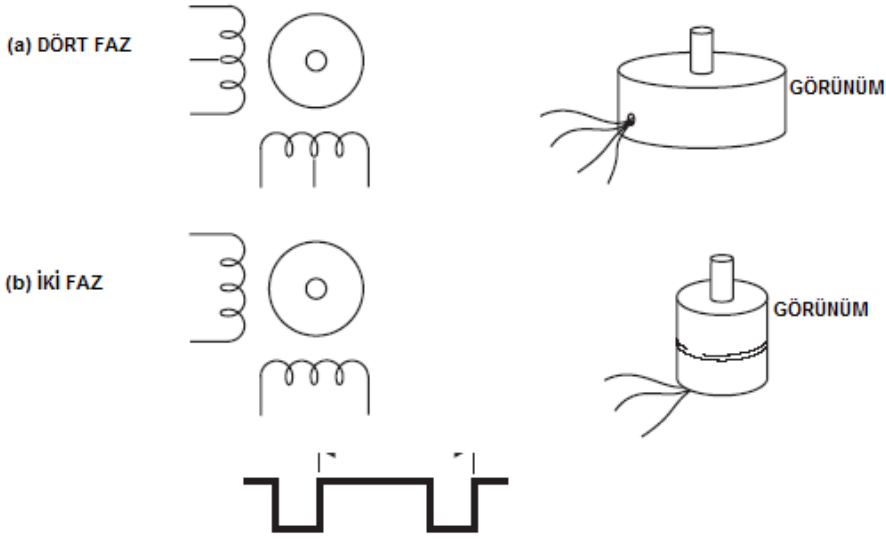
8.1 Amaç

Step Motorların aşamalı, kademeli, adım motor olarak da adlandırıldığı olmaktadır. Bu bölümde biz daha çok step ya da aşamalı motor ismini kullanacağız. Aşamalı motorlar tam doğru bir denetimini talep ettiğimiz bir şaftın, bir manivelanın veya bir mekatronik aygıtın hareketli bir parçasının hareketi, hareket intikali, pozisyonlaması için kullanılabilir. Bu bölümün amacı, robotik ve mekatronik projelerde step motorlar hakkında size temel bilgileri vermek, pratik şemaları ve devreleri açıklamaktır.

8.2 Teorik Temeller

Bir step motorun temel çalışma prensibi, bir dc veya ac motordan fazla farklı değildir: güç verildiklerinde hareket eden hareketli bir şaft ile sargılardan ve mıknatıslardan oluşurlar. Fark, şaftın hareket biçimindedir; daha önceden belirlenmiş sıralama ile (aşama verilmiş) farklı sargılara güç uygulayarak; rotoru (döner -elektrik makinelerinde dönen kısım) hareket ettirirler. Aşamalı motorlar, sağlıklı denetim talepleri için tasarlanmışlardır ve sadece komuta bağlı kalmazlar; maksimum hıza kadar saniyede herhangi bir miktarda adım adım devam ederler. Sıradan motorlar ile uyuşmayan başka bir aşamalı özellik ise, adım/kademeli motorlar pozisyonlarını muhafaza ederler ve dönmeye karşı direnç gösterirler. Şekil 8.1, bir step motorun ve en yaygın türlerinin görünümünü veriyor.

Robotik ve mekatronik tasarımcısının, bunlardan eski bilgisayarların disket sürücülerinde, basımcılarda ve mesela teyp okuyucularını döndüren düzenekler gibi emekliye ayrılan birçok başka aygıtlarda iyi, çalışır durumda bulunduklarından pahalı step motorlardan almaya ihtiyaç yoktur. Ya da bir çok tedarikçi, kimi step motorları ucuza tedarik etmektedir.



Şekil 8.1 Aşamalı motorlar

8.2.1 Nasıl Çalışır?

Aşamalı bir motor, dijital bilgiyi orantılı mekanik harekete çevirir. Kendilerinden akan akımın değiştirilmesi ile denetlenen dc motorlardan farklıdır. Aşamalı motorlar dijital çalışırlar.

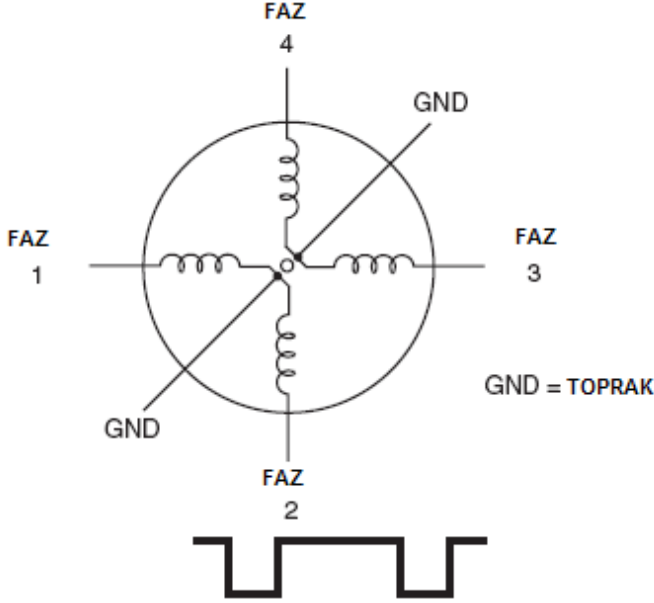
Aşamalı motorlar üç temel tipte bulunabilir. Kalıcı mıknatıs, değişken relüktans (manyetik direnme) ve karma. motor içindeki sarım düzeni yöntemi, nasıl çalışacağını belirler. En yaygın olan türü, dört-fazlı step motordur; fakat iki-fazlı ve altı-fazlı olanları da vardır. Şekil 8.2, en tutulan sürümünü: dört-fazlı aşamalı motoru gösteriyor.

Motor içinde, dört sarım vardır. Her çift sarımın ortak bağlantısı olduğundan; bu tür motor Şekil 8.3’de gösterildiği gibi, kolaylıkla altı kablo ile tanımlanabilir.

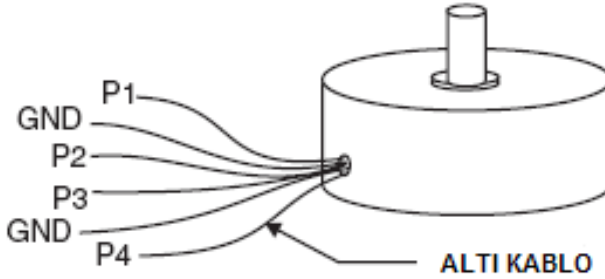
Normal çalışmada, ortak kablolar, güç kaynağının pozitif kablosuna bağlanır ve (siz ilgili sarıma enerji vermek istediğiniz sürece) diğer kablolar, kısa bir süre için toprağa bağlanır. Motora her enerji verildiğinde, motorun dönmesiyle birlikte, motor şaftı adım adım ilerler. Şaftın uygun olarak dönmesi için; sarıma pulsların veya dalgaların bir sıralaması ile enerji verilmelidir.

Örneğin; A, B, C ve D sarımlarına bu sıralama ile enerji verirsiniz, şaft saat yönünde döner. Diğer yandan, eğer sıralamayı tersine çevirirseniz, motor saat yönünün tersine döner. Şekil 8.4, normal olarak dört- fazlı aşamalı motorlara enerji vermekte kullanılan sıralamayı gösteriyor.

Aşamalı motora enerji vermenin başka bir yolu da, bir açma-açma/kapama-kapama sıralaması uygulamasıdır. Bu sıralama Şekil 8.5’de gösterilmiştir. Motoru çalıştırma gücünü artırma ve şaft döngüsüne daha fazla kusursuzluk sağlama avantajı vardır.



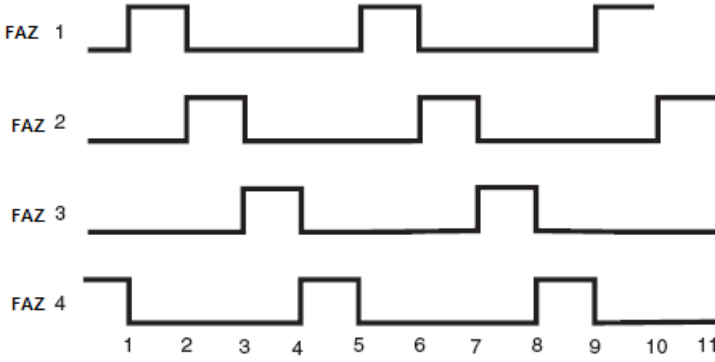
Şekil 8.2 Dört-fazlı aşamalı motor



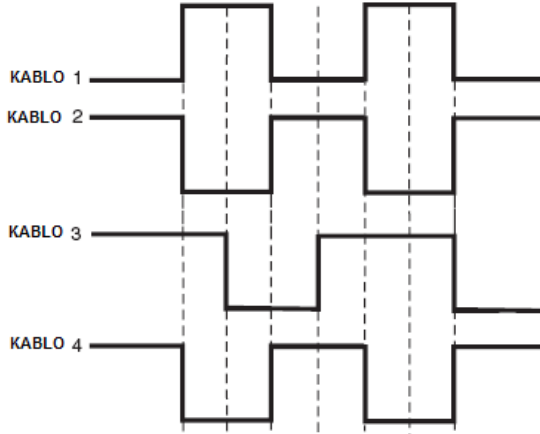
Şekil 8.3 Dört-fazlı aşamalı bir motorun altı kablosu vardır.

Aşamalı motorların başka yaygın türü ise, Şekil 8.6 da gösterilen iki-fazlı birimdir. Şekilde gösterildiği gibi motor, iki sargıdan oluşuyor ve kolaylıkla dört kablo ile tanımlanabiliyor. Bu tür bir motora, Şekil 8.7 de gösterildiği gibi, her sargıdaki akım yönünün dikkate alındığı farklı bir

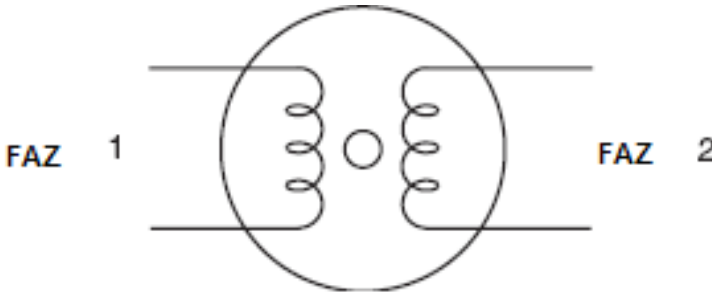
sıralama kullanılarak enerji verilmiştir. Bazı türlerde, - V bağlantısı toprak ile değiştirilebilir.



Şekil 8.4 Bir dört-faz motora uygulanan puls (darbe) sıralaması



Şekil 8.5 Açık-açık/kapalı-kapalı sıralaması



Şekil 8.6 İki-fazlı aşamalı motor

Daha çok fazlı motorlar da vardır, örneğin, altı fazlı step motorlar; ancak yaygın değildir. Daha fazla fazlı step motor, daha az hatalıdır; fakat daha da pahalıdır.

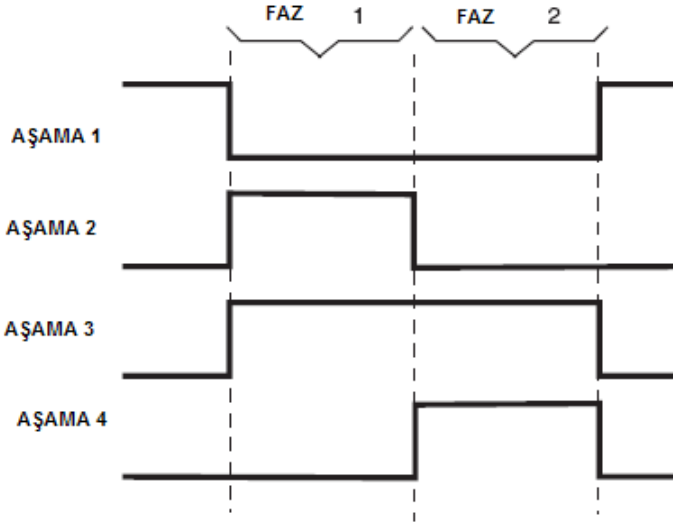
Amaçlarımız için, robotik ve mekatroniği içeren projelerdeki bir çok uygulamayı kapsayarak, dört-fazlı step/aşamalı motor tavsiye edilir ve dolayısıyla bölümdeki şemaların çoğu bu tip motor için tasarlanmıştır.

8.3 Aşamalı Motorların Kullanımı

Gördüğümüz gibi, bir aşamalı motorun sarımlarına doğru işlemi başarması için uygun olarak enerji verilmelidir. Bunun anlamı, bir aşamalı motoru kullanırken, sadece aygıtın elektriksel şartlarını bilmeye değil, mekanik şartlarını da bilmeye ihtiyacımız vardır. En önemli şartlar aşağıda açıklanmıştır.

8.3.1 Voltaj ve Akım

Aşamalı motorlar, genellikle 5, 6 veya 12 V için ayarlanmıştır. Dc motorların aksine, bir aşamalı motorun sarımlarını aşırı çalıştırmak tavsiye edilmez. Ayarlanmış voltajın %30'undan fazla olan aşırı voltaj sarımları yakabilir.



Şekil 8.7 İki-fazlı bir motorun faz sıralaması

Akım oranları düzenlemeye (boyut ve tork) bağlıdır. Yaygın türler, 50 mA den 1A e kadar olan erimde akımlar çekebilir. Akım ve voltaj ne kadar yüksek olursa, tork (dönme momenti) o kadar yüksek olur.

Bir step motor kullanan bir düzenleme için bir güç kaynağı tasarlarlarken her sarıma verilen akım oranlarını dikkate almak önemlidir. Öyleyse, güç kaynağı, her sarımın akımının en az iki katını veya dört-fazlı bir türde her sarım akımının sekiz katını sağlamalıdır.

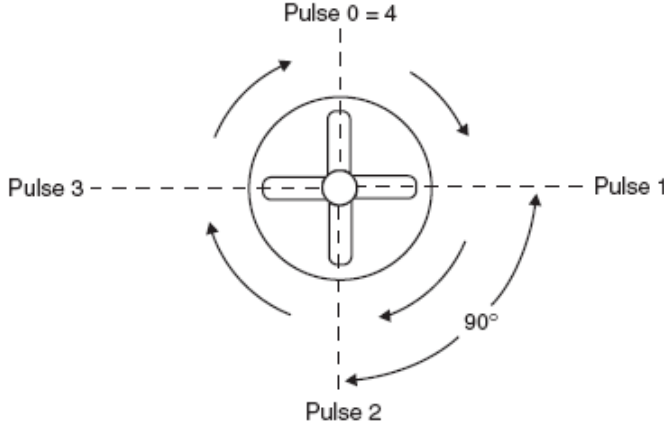
8.3.2 Sıralama

Aşamalı motorların her ne kadar, aşama teorisi kısmında gösterilen iki sıralamadan birisini kullansa da, birimlerin farklı çalıştıklarını anlamak mümkündür. Böyle birimleri kullanırken, doğru çalışma puls sıralamasını belirlemek mümkündür.

8.3.3 Aşama/adım Açısı

Sıralamadan bir puls motora uygulandığı zaman, bir adım ileri gider. Bunun anlamı, *aşama açısı* ile ilgili olarak belirli bir derece kadar şaftın hareket ettiğiidir. Bu açı, motor türleri arasında 0.8 ve 90° arası bir aralıkta değişebilir.

90° lik bir aşamalı motorda, Şekil 8.8’de gösterildiği gibi, dört puls, şaftı tam bir dönüş içinde hareket ettirir. Bununla beraber, 1.8° lik aşama açılı step motorların bulunması daha yaygındır. Bunun anlamı, motora tam bir dönüş vermek için denetleme devresine 200 puls uygulamanız demektir ($360/1.8$).



Şekil 8.8 90° lik aşamalı motor.

8.3.4 Puls Hızı

Puls (darbe) hızı, motorun da hızını belirler. Eğer, 1.8° lik adım açılı bir motor kullanıyorsanız ve saniyede 200 puls uyguluyorsanız; bu motor

saniyede 1 dönüş veya dakikada 60 dönüş (60 dd) ile çalışacaktır. Verilen aşama açısı ile dakika devri hesaplamak kolaydır. Aşamalı motorlar, yüksek-hız uygulamalarına göre değillerdir. Tavsiye edilen en yüksek hız, saniyede 2 veya 3 dönüşlü erimdedir veya 120 – 180 dakika devir arası erimdedir. Bu tür bir motorda, hız arttıkça torkun (moment) düşeceğini hatırlamak önemlidir.

8.3.5 Tork

Bir aşamalı motor tarafından üretilen tork (dönme momenti) yüksek değildir. Tipik bir aşamalı motor, çalışmasında, santimetreye sadece birkaç gram tork sağlar. Bunun anlamı, yüksek torka ihtiyaç olduğu uygulamalarda, dişli kutusu ilave edilmelidir. Daha yüksek hızlarda tork düşeceğinden, bu tip bir motor en iyi düşük-hız modlarında kullanılabilir.

8.3.6 Frenleme Etkisi

Bir sarımdaki akım, bir puls uygulandıktan sonra devam ettiriliyor ise, aşamalı motor dönmeye devam edemez. Eğer bir fren uygularsanız, şaft kilitlenecektir. Sabit bir pozisyonu etkili olarak yerleştirmek için sarımdaki akımı devam ettiren bir devre, bir aşamalı motorda elektronik bir fren gibi hareket eder.

8.4 Aşamalı Motor Kullanılan Şemalar

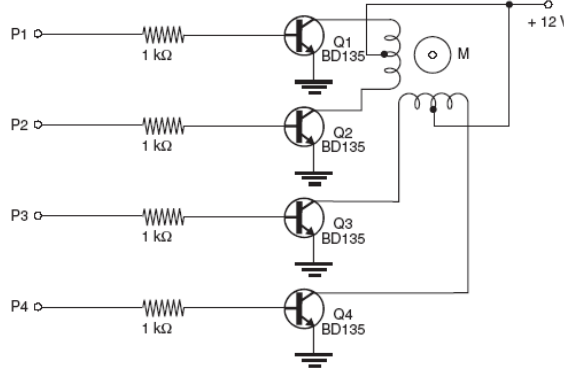
Bir aşamalı motoru kullanırken, dört tür şemaya ihtiyacımız var.

1. *Sürücüler.* Bunlar, bir aşamalı motorun sarımları tarafından ihtiyaç duyulan yüksek akımı yöneten şemalardır. Bunlar, bu iş için orta – veya yüksek güç transistörleri hatta ICler kullanırlar.
2. *Sıralayıcılar veya yorumcular.* Bu tip şemalar, aşamalı motoru çalıştırmak için gereken puls sıralamasını üretir. Devre, giriş pulslarının kodlamasını çözer ve bunları her tip motor için gereken çıkışlara yorumlar.
3. *Aşamacılar.* Bu şemalar, aşamalı motorun hızını belirlemeyen bir hızdaki pulsları üretmek için kullanılır. Bunlar genellikle osilatör şeklindedirler.
4. *Denetçiler.* Bu şemalar, motoru frenlemek, hızlandırmak veya yavaşlatmak veya hatta yönünü tersine çevirmek için başka şemalar üzerinde etkili olurlar

Şema 109 Bipolar NPN Transistör Kullanılan Standart Şema

Şekil 8.9’da gösterilen şema, 1A’e kadar idare eden bir step motor için sürücüdür. Eğer transistörler, BD135/137/ veya BD139 ise uygundur. Motoru pozisyonlamak için olan puls sıralaması, uygun bir yorumcu (aşağıdaki şemalara bakın) için P1 ve P4 girişlerine uygulanır. Devrenin; bir 500 mA lik bir motoru TTL veya CMOS mantığı ile uyum içinde kılarak çalıştırmak için her girişe 12 mA civarında gereksinimi vardır.

Transistörler güçlü birimler ile değiştirilebilir (daha fazla bilgi için Bölüm 3’e bakın). Eğer düşük kazanımlı transistörler kullanılırsa, girişte muhtemelen daha fazla akıma ihtiyacınız olacak. Darlington transistörleri kullanan sonraki şema, eğer yüksek-güç aşamalı motorlar kullanılırsa önemli olabilir. Transistörler soğutma plakalarına monte edilmelidir.

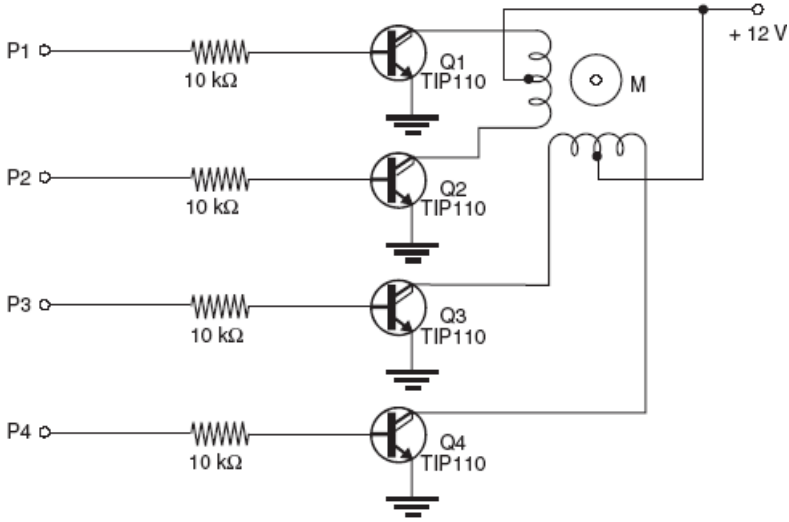


Şekil 8.9 Şema 109: Bipolar transistörler kullanan standart devre

Şema 110 Darlington NPN Transistör Kullanılan Standart Şema

Şekil 8.10 da gösterilen bloğun, TTL, CMOS veya başka sürücü devrelerden yüksek-güç aşamalı motorları çalıştırmak için düşük güce ihtiyacı vardır. Transistörlere bağlı olarak, devrenin motorları çalıştırmak için 1mA den daha azına ihtiyacı vardır. Tavsiye edilen transistör için, 1A e kadar olan akım denetlenebilir. Eğer daha fazla akıma ihtiyacınız varsa, daha güçlü bir transistörün nasıl seçileceği üzerine yönerge için Bölüm 3 e bakın.

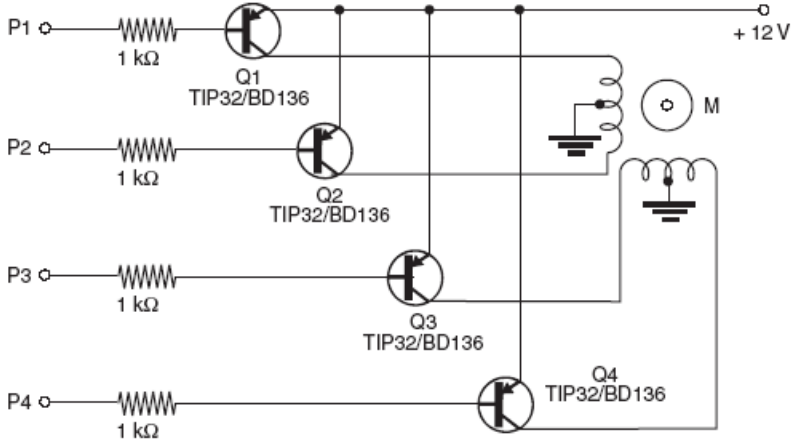
Bir yorumcu; uygulamalarınızda gereken hız veya pozisyona göre pulsların sıralamasını üretmekte kullanılmalıdır. Güç transistörlerin soğutma plakalarına monte edilmeleri gerektiğini unutmayın.



Şekil 8.10 Şema 110: Darlington NPN transistörleri ile bir aşamalı motorun çalıştırılması

Şema 111 PNP Transistörleri ile bir Step Motorun Çalıştırılması

Uygulamaya bağlı olarak, aşamalı motor negatif mantıktan (tersine çevrilmiş pulslar) çalıştırılabilir. Mantık çeviricileri ilavesi yerine, negatif mantık ile çalışan (Şekil 8.11 e bakın)bu bloğu kullanabilirsiniz.

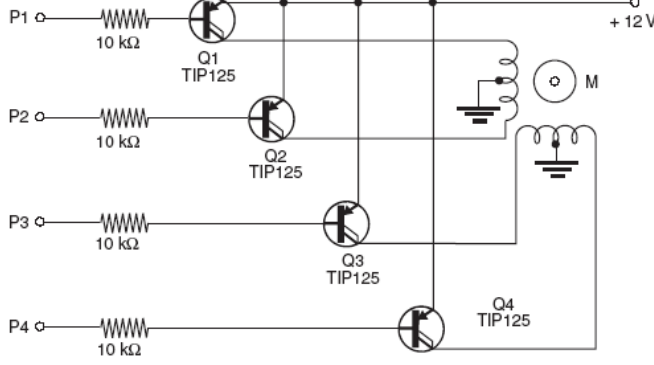


Şekil 8.11 Şema 111: PNP transistörler kullanan aşamalı motor sürücüsü

İlgili transistörün girişi düşük mantık seviyesine ayarlı olduğu zaman, her sarım açıktır. Motoru çalıştırması için veya daha önceden belirlenmiş pozisyona koymak için arzu edilen puls sıralamasını vermek için, devre bir sıralayıcıya veya başka devreye bağlanmalıdır. Devre; tavsiye edilen

transistörlerin kullanımıyla, TTL veya CMOS mantıktan 1A e kadar olan motorları çalıştırabilir. Eğer daha güçlü transistörler kullanmak isterseniz, Bölüm 3 e bakın.

Şema 112 PNP Darlington Transistörlerin Kullanımı



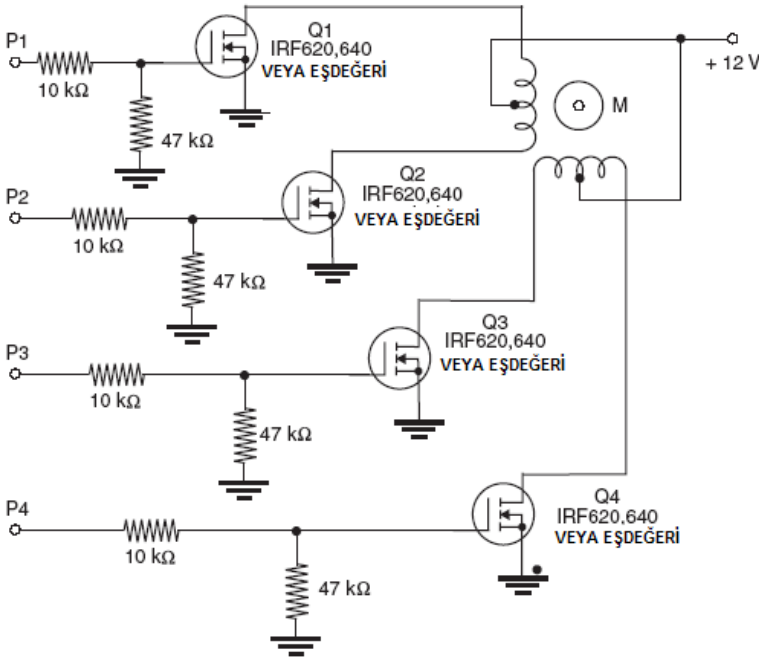
Şekil 8.12 Şema 112: PNP Darlington transistörlerin kullanımı

Şekil 8.12 ile önerilen bloğun kullanımı ile aşamalı motorlara daha fazla güç sağlanabilir. Bu şema; girişin (taban) düşük mantık seviyesine ayarlı olduğu zaman her transistörün açık olduğu önceki bloğun Darlington sürümüdür.

Tavsiye edilen transistörlerin, 1 A e kadar olan motorları çalıştırmak için 1 mA den daha azına ihtiyaçları vardır. Eğer daha güçlü motorları çalıştırmak isterseniz, bu iş için uygun olan diğer Darlington transistörleri hakkında bilgi için Bölüm 3 e bakın.

Şema 113 Güç MOSFETleri ile Bir Step Motorun Çalıştırılması

Şekil 8.13 de gösterildiği gibi, aşamalı motorları çalıştırmak için güç MOSFETler kullanılabilir. Güç MOSFETlerin yüksek-empedansı (iç direnç), bunları bu amaç için ideal kılıyor. Güç MOSFETler, tiplerine bağlı olarak çok amperli akımlar ile motorları çalıştırabilirler. Bu devre, TTL ve CMOS mantıktan veya başka şemalardan çalıştırılabilir.



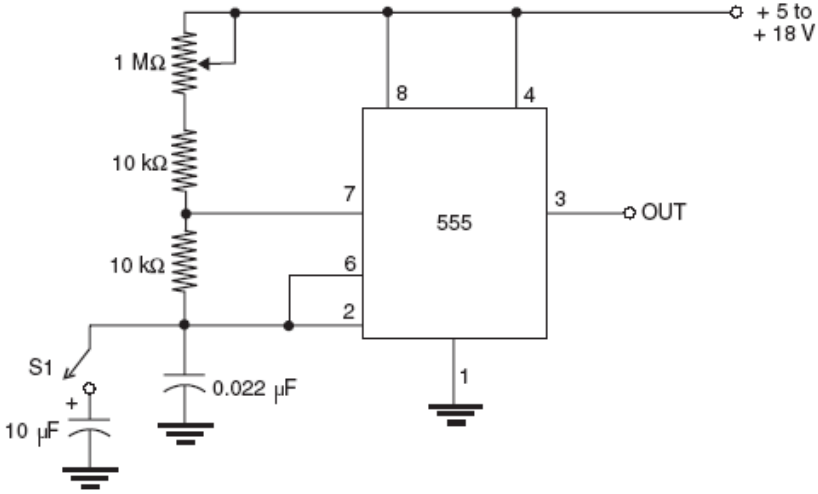
Şekil 8.13 Şema 113: Güç MOSFETlerin kullanımı

Şema 114 555 IC Kullanan Aşamalı Dinamo

Şekil 8.14’de gösterilen devre, aşamalı bir motora bağlı bir yorumcuyu çalıştırmak için gerekli pulsarı üretir. Devre; sıradan bir motor gibi çalıştığı zaman, içinde aşamalı motorun hızını belirleyen çıkış frekansı olan bir osilatördür.

S1, kapalı olduğu zaman frekansı erimini azaltmakta kullanılan bir anahtardır.Devreye, 5 ve 18 V arası erimdeki kaynaklardan güç verilebilir. P1 frekansı ayarlar ve çıkış, TTL ve CMOS mantığı ile uyumludur.

P1; harici sinyallerden hızı denetlemek için bir LDR gibi dirençli bir sensör ile değiştirilebilir (daha fazla detay için Kısım 10 a bakın).

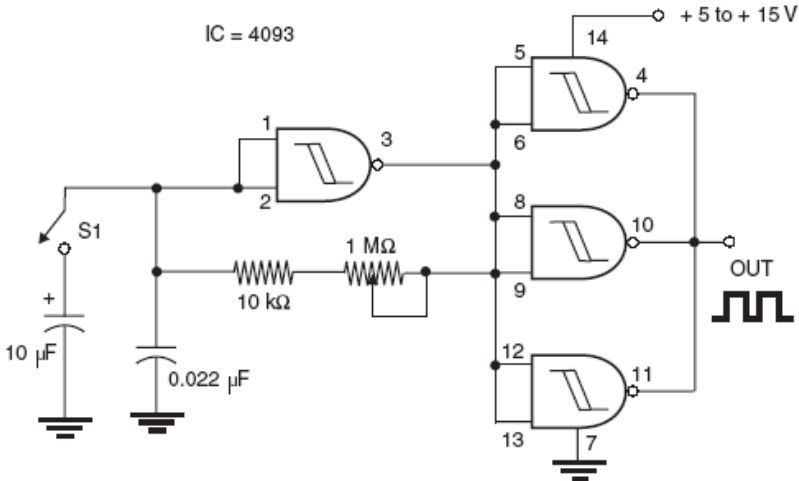


Şekil 8.14 Şema 114: 555 IC kullanan aşamalı dinamo

Şema 115 4093 IC Kullanan Aşamalı Dinamo

Şekil 8.15 de başka bir aşamalı dinamo gösterilmiştir. Bu devre bir CMOS IC kullanır ve aynı mantık türünün yorumcularını çalıştırabilir.

Aynı zamanda, aşamalı motorun hızını belirleyen bir frekansta gerekli pulsarı üreten bir osilatördür. S1 kapalı olduğu zaman, motorun hızını frekansı yavaşlatmak için C1 devreye konmuştur. P1, motorun hız erimini ayarlar. Bu bileşen, önceki şemata olduğu gibi, dirençli bir sensör ile değiştirilebilir (daha fazla detay için Bölüm 10 a bakın).



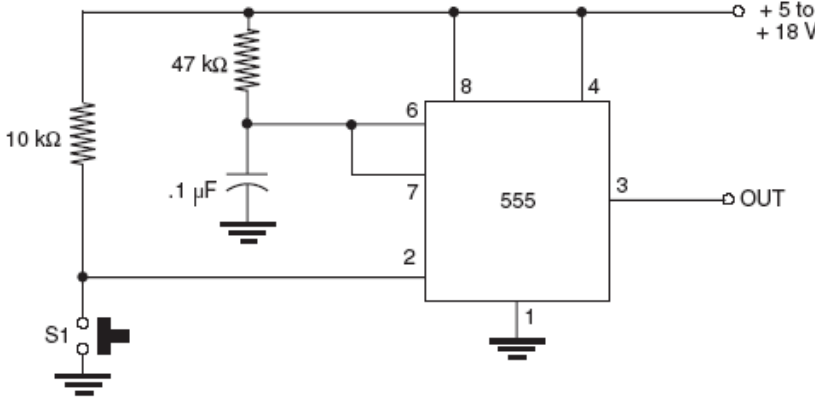
Şekil 8.15 Şema 115: 4093 IC kullanan aşamalı dinamo

Şema 116 Aşama – Aşama Dinamo

Aşamalı motorlar, yorumcunun içine girişine yerleştirilmiş bir anahtardan doğrudan denetlenebilir. Anahtar kapalı olduğu zaman, her bir puls üretiminde motor bir aşama ileri gider.

Bu tür bir devre ile ana problem, anahtarın ileri sıçrama yapma gereğidir. Anahtar kapanıp açıldığı zaman üretilen herhangi bir voltaj ekseri, transistör tarafından ilave bir puls olarak yorumlanabilir. Bundan dolayı, herhangi bir puls üretmek için anahtar kapanıp açılırken, devre bir çok puls alabilir ve motoru bir aşamadan fazla ilerletebilir (ileri sıçrama devreleri için Bölüm 9 a bakın). Şekil 8.16 da gösterilen şema; bir sensöre veya bir anahtara anlık süreli basıldığı zaman sadece bir puls üretmekte kullanılabilen bir aşama vericidir.

Bu devrenin ana avantajı, pulsun süresinin sadece R2 ve C1 e bağlı olması ve bunun anahtarın (veya sensörün) açık tutulmasından olmadığıdır. Devre, TTL ve CMOS şemalarını çalıştırabilir ve buna 5 ve 15 V arası erimdeki voltajlardan güç verilebilir.

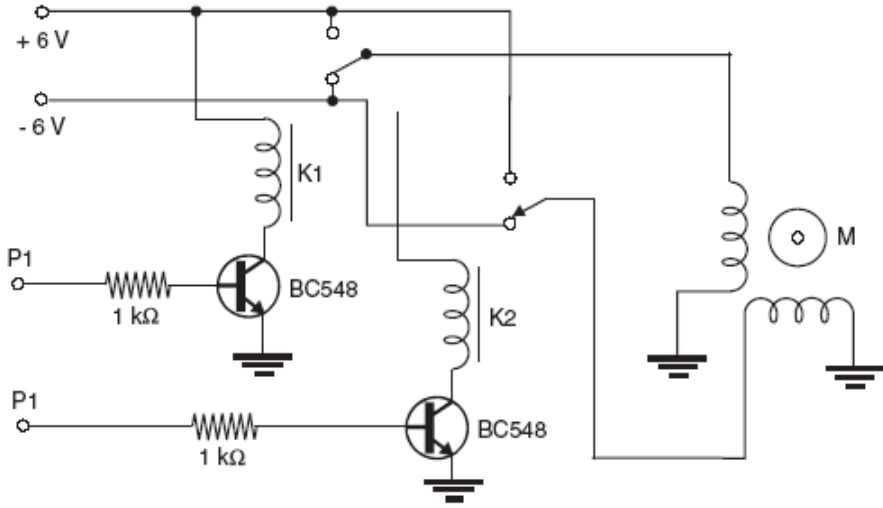


Şekil 8.16 Şema 116: Aşama- aşama dinamo

Şema 117 İki-Fazlı Aşamalı Motor Denetimi

Şekil 8.17 deki devrenin kullanımı ile, iki-fazlı bir aşamalı motor denetlenebilir. Transistörler, motorun akım talebine göre seçilir. Bölüm3; size eğer bu bileşenlerin çalışmaları için 50 mA den fazlasına ihtiyaçları varsa rölelere bağlı olarak doğru transistörü bulmak için yardım edecektir. Dört-fazlı motor durumunda bu şema bir yorumcu ile çalışmalıdır.

Bunları Kısım 2’de, “Teori” çalıştırmak için sıralama gerektiğine dikkat edin. Bazı iki-fazlı motorlarda, -6V un toprak ile değiştirilebileceğini de gözlemlemeye ihtiyacımız var.



Şekil 8.17 Şema 117: İki-fazlı bir motor denetimi

8.4.1 IC'lerin Kullanımı

Robotik ve Mekatronik tasarımcısı, aşamalı motor denetimi için tasarlanmış bir çok IC (entegrenin) yerini belirleyebilir. Bu IC'ler, motorları çalıştırmak için sadece dört transistör kullanan basit birimlerden başlayabilir; aşama verenlere, yorumculara ve birçok başka fonksiyonlara kadar gidebilir. Aşağıdaki şemalar, bazı IC'lerin projelerimizde nasıl kullanılabileceklerini gösteriyor.

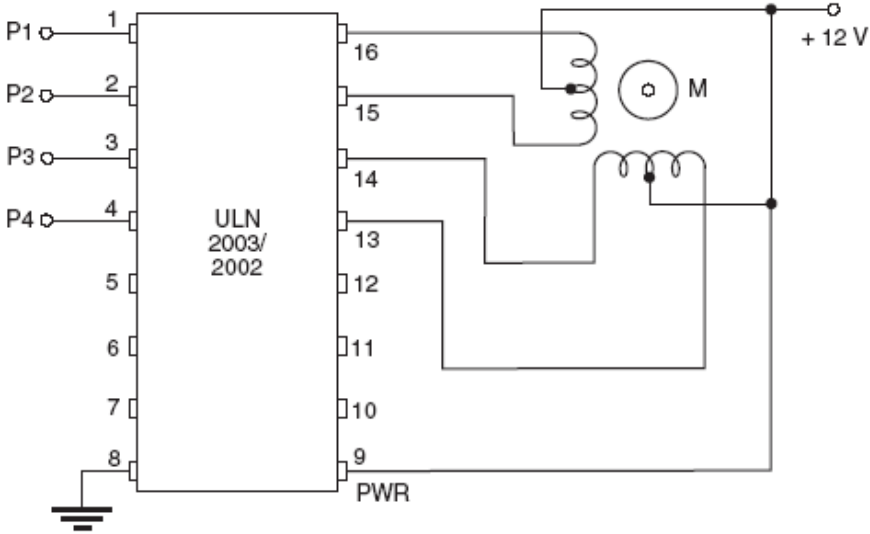
Şema 118 ULN2002 ve ULN2003 ile bir Step Motorun Çalışması

500 mA e kadar akım talepli aşamalı motorlar, ULN200X serisinin IC'lerinden doğrudan çalıştırılabilir. Bu ICler; aşamalı motorların sarımlarının açılıp, kapandığı zaman üretilen voltaj ekserlerine karşı korumak için taban direnci ve diyot içeren çiftli güç transistörlerinden oluşur. İki tür arasındaki fark, girişlerine farklı değerlerde dirençlerin yerleştirilmiş olmasıdır.

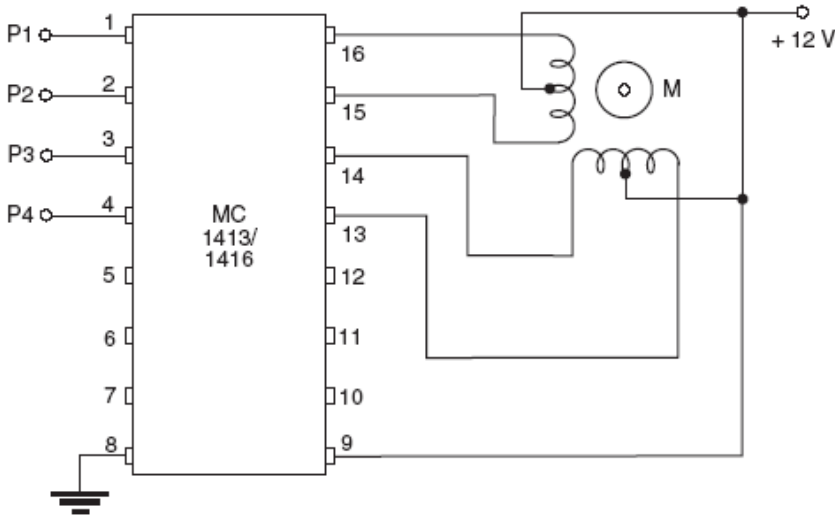
ULN2003 de, ICnin niteliklerinin TTL mantığı ile uyduğu 2,700 Ω luk bir direnci görüyoruz. ULN2004 de, her aşamanın girişinde, nitelikleri CMOS mantığı ile uyuşan, her aşamanın girişinde 10.5 k Ω luk birimler ile dirençler vardır.

Şekil 8.18 de gösterilen şema, 500 mA e kadar kullanımı olan aşamalı bir motorun çalıştırılmasında ULN2002/3 ün nasıl kullanılabileceğini

gösteriyor. Bu IC nin soğutma plakasına ihtiyacı yoktur ve buna 12 V a kadar olan voltajlar ile güç verilebilir.



Şekil 8.18 Şema118: ULN4202 kullanan aşamalı motor denetimi



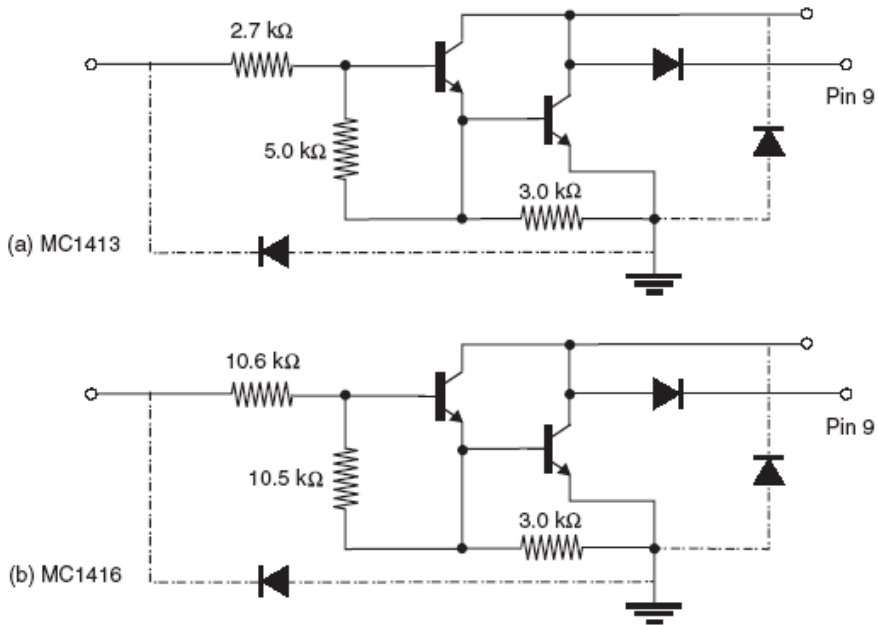
Şekil 8.19 Şema 119: MC1413/MC1416 kullanımı

Şema 119 MC1413/MC1416 ile Aşamalı Motorların Çalışması

Motorola'nın MC1413 ve 1416 ICleri, ULC2003 e eşdeğerdedir ve Şekil 8.19 da gösterildiği gibi aşamalı motorları çalıştırmada kullanılabilir. MC1413 ün her aşama için Şekil 8.20a da gösterildiği gibi eşdeğer bir

devresi vardır ve MC1416 nın Şekil 8.20 de gösterilen bir düzenlemesi bulunuyor.

Farklılık ise; MC1413 ün TTL mantığı ile ve 8 – 18 arası voltajlar ile MC1416 ile CMOS mantığında uyuşan nitelikler vardır. Şema; her sarımda, 500 mA e kadar olan akımları denetleyebilir ve motordaki maksimum voltaj 50 V dur.



Şekil 8.20 Şema 119: MC1413/MC1416 IC ile aşamalı motorların çalışması

Şema 120 SAA1027 ile Aşamalı Motorun Tam Denetimi

SAA1027 IC; 350 mA e kadar akımlı olan aşamalı bir motorun denetlenmesi için gereken tüm fonksiyonları içermesi için tasarlanmıştır. SAA1027, Signets tarafından imal edilmiştir ve temel uygulaması Şekil 8.27 de gösterilmiştir.

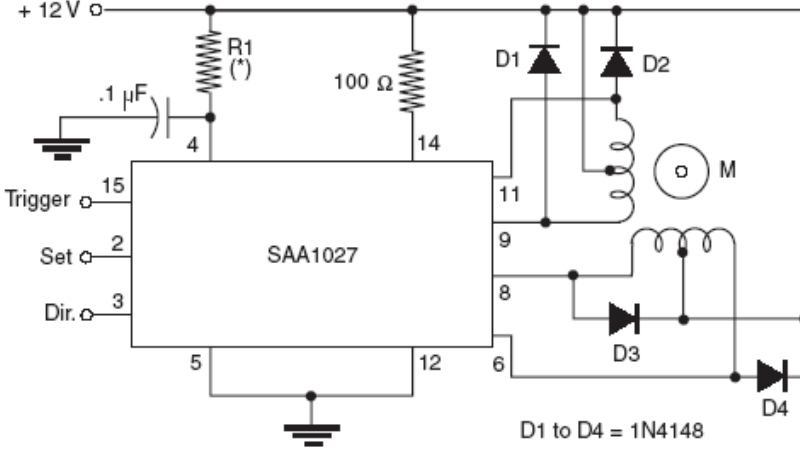
Eğer aşamalı motorun 250 mA den daha az akıma ihtiyacı varsa, polarizasyon gerilim direnci $470 \Omega \times \frac{1}{2}$ W olmalıdır. Eğer akım, her faz için 200 ve 350 mA arası erimdeyse, direnç değeri $150 \Omega \times 1$ W a düşürülecektir.

Bu devrenin üç girişi vardır:

1. Motoru hareket ettiren pulsar tetikleme girişine uygulanır.
2. Aşamalı motorun ileri veya geri çalıştığını belirleyen mantığı yön girişine uyguluyoruz.

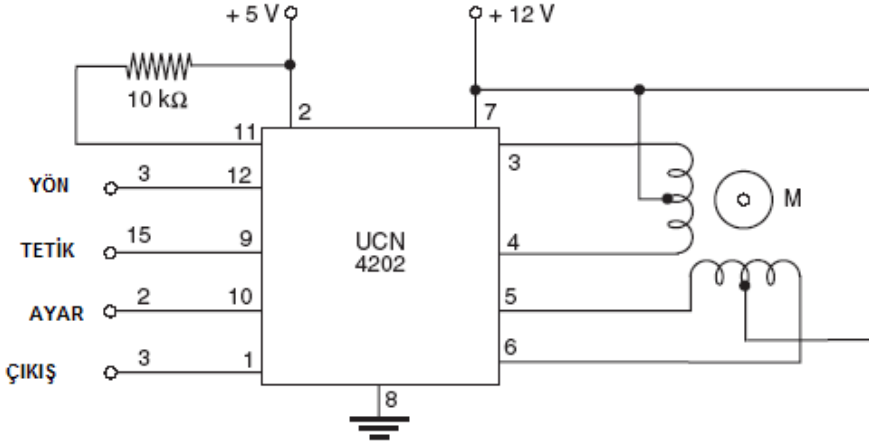
3. Ayar girişi toprağa bağlandığı zaman motoru frenleyerek sarımları ikisine sürekli güç sağlar.

Daha yüksek akım oranlı aşamalı motorlar; bu bölümün başında gösterilen çalıştırıcı şemalardan birisinin kullanımı ile çalıştırılabilir.



Şekil 8.21 Şema 120: SAA1027 kullanan aşamalı motor denetimi

Şema 121 UCN4202 Kullanan Aşamalı Motor Tam Denetimi



Şekil 8.22 Şema 121: UCN4202 kullanan aşamalı motor denetimi

UCN4202 (Sprague), tam bir aşamalı motor denetimi tarafından talep edilen tüm fonksiyonları içeren başka bir IC'dir. Bu IC, Şekil 8.22 de gösterildiği gibi temel bir düzenlemede kullanılır.

Sarım başına 500 mA e kadar olan aşamalı motorlar, bu devre ile herhangi bir sürücü transistör aşaması yardımı olmadan denetlenebilir.

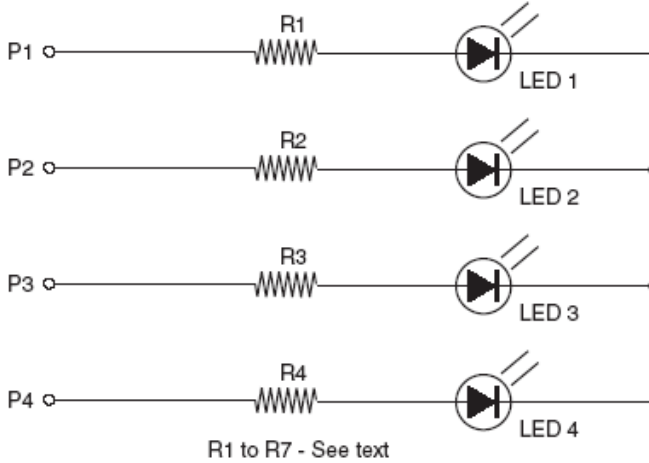
Eğer motorların akım talepleri daha yüksek ise, bu bölümün başında gösterilen sürücü şemalardan birini ilave edebilirsiniz.

Bu IC nin denetim girişleri aşağıdaki gibidir:

- Mantık seviyesine göre eğer motor ileri veya geri çalışıyorsa *yön* belirler.
- Motorun hızını belirleyerek denetim pulslarının uygulandığı *tetik* etkisi.
- *Aşama* etkisinde, *çıkış* etkisinde olduğu gibi motoru frenleyebilirsiniz.

Şema 122 Aşamalı Motor Çalışmasının LED Gözlemi

Şekil 8.23 de gösterilen devre; bir aşamalı motorun her fazının çalışmasını gözlemlemekte kullanılabilir. Her faza cevap veren LED, etkili hale geldiğinde parlayacaktır. Dirençlerin değeri, aşağıdaki tabloya göre, güç kaynağına bağlıdır.



Şekil 8.23 Şema 122: LED monitör

Voltaj	R1/R2/R3/R4
5 V	330 Ω
6 V	470 Ω
9 V	680 Ω
12 V	1 k Ω
15 V	1.2 k Ω
18 V	1.8 k Ω
24 V	2.2 k Ω

8.5 Diğer Bilgiler

Aşamalı motorlar, birçok boyutta, voltajlarda ve akımlarda (belirli bir çıkış gücü verilerek) bulunabilir. Tablo 8.1; diğer transistör dizinleri veya aşamalı motorları çalıştırmak için tavsiye edilen güç aşamalarını veriyor.

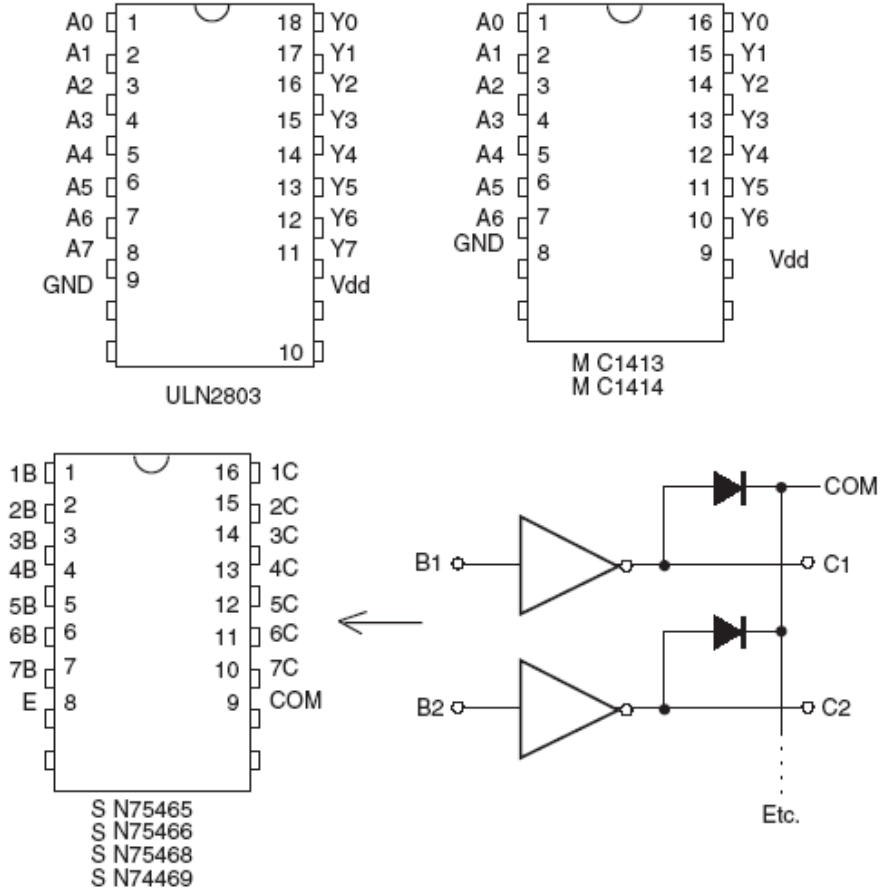
Tablo 8.1 Tavsıye edılen dığer ICler

Tipi	Akım	Aşama Sayısı	İmalatçı	Gözlemler
ULN2803	500 mA	7		UCN2003 e eşdeğer fakat 18 pin (ayak) paketli
MC1413	500 mA	7	Motorola	TTL uyumlu
MC1414	500 mA	7	Motorola	CMOS uyumlu
SN75465	500 mA	7	Texas Instruments	Her girişte 1050 Ω serisi direnç, TTL uyumlu
SN75466	500 mA	7	Texas Instruments	Her girişte 2700 Ω serisi direnç, CMOS uyumlu
SN75468	500 mA	7	Texas Instruments	5 v luk kaynak ile CMOS ve TTL için belirtilmiştir
SN75469	500 mA	7	Texas Instruments	Her girişte 10,500 Ω serisi direnç. 6-15V kaynakla CMOS

8.6 Proje Önerileri

Bu bölümde gösterilen projeler, sadece robotik ve mekatronikte ilginç projeler üretmek için bir araya getirilenler değildir. Siz, yaratıcı gücünüzü kullanıp, diğer bölümlerde gösterilen şemalar ile (bir sonraki dahil) birleştirme yapabilirsiniz. Devreler üzerine bazı pratik (veya teorik) çalışma önerileri bu kitapta aşağıdakiler gibi sunulmuştur.

1. Tekerlekleri step motorlar tarafından ve yönü aşamalarla denetlenen bir robot yaratabiliriz.
2. Aşamalı motorlar kullanan potansiyometre ve anahtarlar tarafından hare-
ketleri denetlenen bir kol tasarlayabiliriz.
3. Aşamalı motorlar kullanan basit bir yön denetimi tasarlayabiliriz.
4. Sadece iki aşamalı motor kullanarak, bir kalemi bir parça kağıt üzerinde herhangi bir pozisyona hareket ettirecek bir plan tasarlayabiliriz.
5. Biri yelkovanı, diğeri akrebi hareket ettirmede kullanılacak olan iki aşamalı motorlu bir saat tasarlayabiliriz.



Şekil 8.24 Aşamalı motor denetimi için IC'lerin çıkış Pinleri

9 Aç – Kapa Sensörler

9.1 Amaç

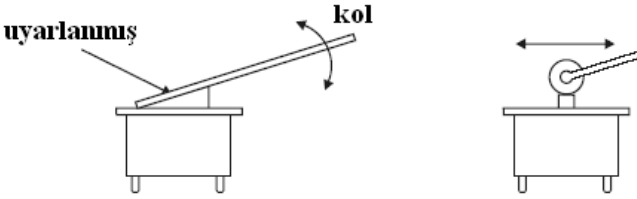
Bu bölümün amacı, mekanik anahtarların, lamalı (manyetik) anahtarların ve ev-yapımı aygıtların sensör olarak nasıl kullanılabildiklerini göstermektir. Robotik ve mekatronik projelerde bir çift metal bıçak, sıradan aç-kapa anahtarları, basmalı tuşlar, mikro anahtarlar ve lamalı anahtarlar sensör olarak kullanılabirler. Bu bölümde, bu aygıtları kullanan şemaları, ileri sıçrama, tersine çevirme ve gecikme gibi bazı önemli özellikleri ilave etmek için dahil ediyoruz.

9.2 Teorik Temeller

Genellikle bir devreyi, bir olay meydana geldiğinde açıp kapatırız; bu robotik ve mekatronik projelerde temel bir fonksiyondur. Bir engel ile robot durduğunda veya mekanik bir kolun bir nesneye çarptığı zaman motor geri döndürülebilir. Mobil bir robot, eğer sensör yolu üzerinde bir duvar belirlerse yönünü değiştirebilir.

Sıradan bazı bileşenler ve düzenlemeler ile başlayarak, projelerinize mekanik sensörler ilave edebilirsiniz. Birkaçı aşağıda açıklanmıştır.

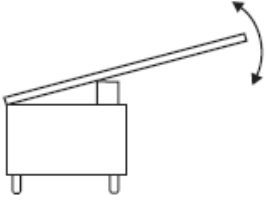
Aç – kapat anahtarlar----mikro anahtarlar. Aç-kapat anahtarlar, birçok uygulamada pozisyon sensörleri olarak, kullanım için kolaylıkla adapte edilebilir. Şekil 9.1; bir darbe belirleyici gibi kullanılacak olan kayar bir aç-kapat anahtarını (SPST) nasıl adapte edebileceğimizi gösteriyor.



Şekil 9.1 SPST anahtarların sensörler gibi kullanılması

Bu anahtar, robotun önüne yerleştirilebilir ve herhangi bir engelle gittiğinde bunu belirlemek için kullanılabilir. Kapatılmaları için fazla güç gerekmediğinden bu uygulamalar için yumuşak-dokunmatik tipleri idealdir.

Endüstri makinelerinde kullanılan mikro anahtarlar da Şekil 9.2’de gösterilen gibi pozisyon sensörlerini içeren uygulamalar için de idealdir.



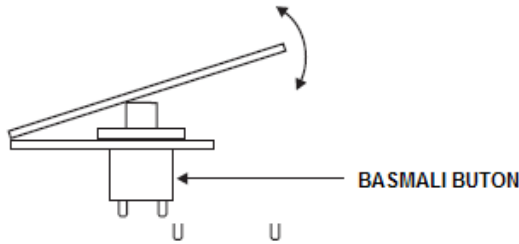
Şekil 9.2 Sensör olarak kullanılan bir mikrosviç (anahtarcık)

Bunlar, çalıştırılmaları için sadece az bir kuvvete ihtiyacı olan küçük ve hassas anahtarlardır. Sıradan anahtarlara birçok mekanizma türü bunları sensörlere çevirmek için adapte edilebilir. Levye kollar bir mikro anahtarın hassaslığını arttırabilir. Basmalı tuşlar da, Şekil 9.3 de gösterildiği gibi sensör olarak kullanılabilir. Takıldığı mekanizma ile kolayca kapanabileni seçmek önemlidir.

Lamlı (manyetik) Anahtarlar. Lamlı anahtarlar, tesirsiz bir gaz ile dolu olan bir cam çevirme ile oluşur; içinde elektrik temaslı bıçakları vardır. Bu Şekil 9.4’de gösterilmiştir. Manyetik alanın varlığı, bıçakları birbirine temas ettirerek etkiler ve bu suretle devreyi kapatır. Lamlı anahtarlar çok hassastırlar ve Şekil 9.5’de gösterildiği gibi sensör olarak kullanılabilirler.

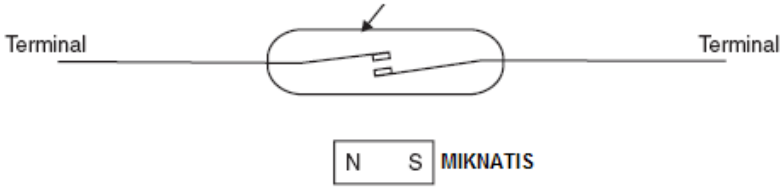
Çalışma sırasında, anahtar ile çalışması için bir mıknatısın alanını kullanırız. Mıknatısı basitçe mobil aygıtın içine veya hareket ya da pozisyon değişikliğinin belirlenmesi gereken herhangi bir mekanik parçanın içine yerleştiririz.

Ev-yapımı sensörler. Şekil 9.6’da gösterildiği gibi, robotik ve mekatronik uygulamaların birçok düzenlemelerinde de olan beraber yerleştirilmiş iki veya üç bıçaktan oluşur. Bıçaklar ve temaslar eski rölelerde ve anahtarlarda bulunabilir. Sizin tek ihtiyacınız; temasların iyi çalışma şartlarında olduklarından emin olmak için biraz ilgi göstermektir. Kararmış veya deforme olmuş temaslar, sensörün verimliliğini azaltabilen yanmaları belirler. Eğer varsa, en iyisi bileşeni atıp daha iyisini bulmaktır.

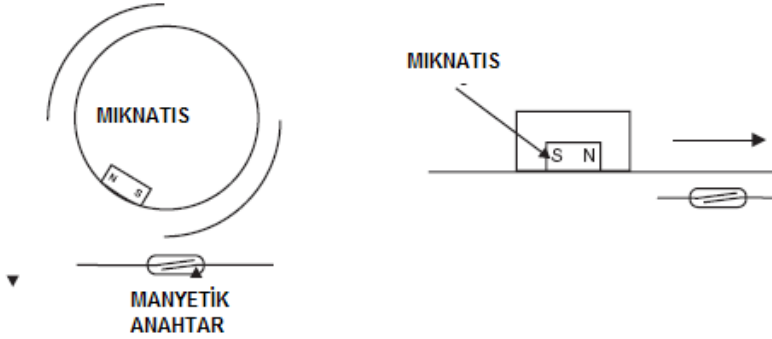


Şekil 9.3 Basmalı tuşun bir sensör olarak kullanılması

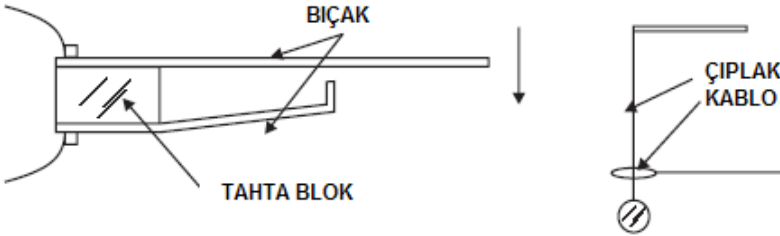
CAM ÇEVİRME



Şekil 9.4 Lamli (manyetik) anahtar



Şekil 9.5 Lamli anahtarların sensör olarak kullanılması



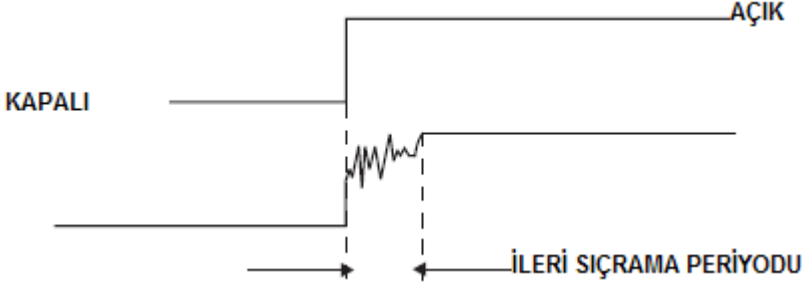
Şekil 9.6 Ev-yapımı sensör

Sensörler, birçok yolla harekete geçirilebilirler. Şekil, bu tür bir sensörü harekete geçirmek için kullanılabilecek bazı önerilen mekanizmaları gösteriyor. Örneğin uzun bir mil, bir pozisyon veya engel sensörü yaratmak için kullanılabilir.

9.2.1 İleri Sıçrama

Bir anahtar kapandığı zaman, elektrik teması hemen sağlanmaz. Anahtarlar, rölelerde ve sensörlerde olduğu gibi zaman belirleme sürelerinde gürültü üretirler. Şekil 9.7 de gösterildiği gibi, çalışmanın ilk birkaç milisaniye süresinde sıçrama ve yinelenen temaslar yaparlar.

TTL ve CMOS gibi mantık devreleri ve hatta bazı diğer elektronik devreler, her sıçramayı (gürültü pulsu) ayrı bir empülsiyon (itici kuvvet) veya mantık seviye değişimi olarak algılayacak şekilde yeteri kadar hızlıdır.



Şekil 9.7 Bir anahtarın açılmasında sıçrama teması

Komut zincirine bir sayım ilavesini umarak, anahtarı bir sefer kapatabilirsiniz fakat devre birçok komutları atlayacaktır. Bu sorunu engellemek için; anahtarları, manyetik anahtarları, röleleri veya diğer mekanik temaslı aç-kapat sensörleri kullanırken uygun bir şartlayıcı (ileri sıçrama) devresi kullanılmalıdır.

En basit devre Şekil 9.8 de gösterildiği gibi bir RC ağ iletişim ile oluşur. Kondansatördeki voltaj, hatta anahtar tarafından üretilen birçok pulslar olduğu zaman bile yavaşça yükselir.

Önümüzdeki şemalarda göstereceğimiz gibi, diğer şemalar; sensörlerde sıçrama temasları ile yaratılan sorunları engellemek için tasarımcıya robotik ve mekatronikte yardımcı olabilir.

9.2.2 Sensör Anahtarlar

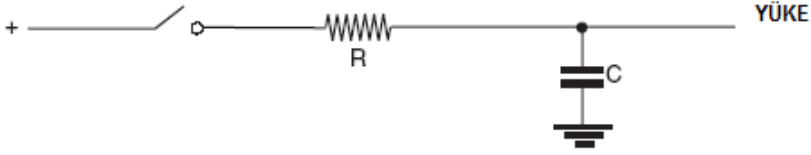
Birçok tip anahtar sensörler gibi kullanılabilir veya o iş için adapte edilebilir. Anlık anahtarlar; tampon sensörleri, seyir algılayıcıları ve sınırlama sensörleri olarak kullanılabilir. En kullanışlı olanları, Şekil 9.9 da gösterildiği gibi mikro anahtarlar ve basmalı tuşlu anahtarlardır.

9.2.3 Lamlı (manyetik) Anahtarlar

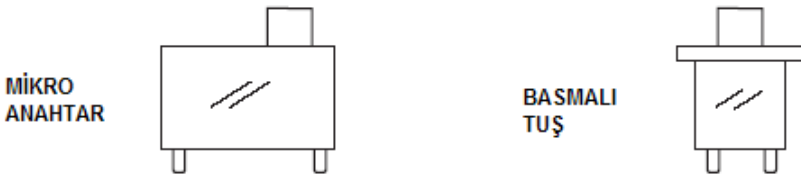
Manyetik bir anahtar, içi zararsız bir gaz ile dolu olan bir cam ampulden oluşur. Ampulün içinde Şekil 9.10 da gösterildiği gibi iki veya daha fazla metal bıçak bulunur. Manyetik bir alan, bıçaklar üzerinde etki yaptığı zaman harici devreyi kapatarak bükülürler ve biri diğerine temas eder.

Manyetik anahtarlar çok hassastırlar ancak büyük akımlar ile çalışmazlar. Tipik akımlar 50 ve 500 mA arası erimdedir. Bir devreyi çok

çabuk anahtarlayabildiklerinden, bir shaftın dönmesini veya bir mekanizmanın herhangi bir mobil parçasını algılayarak yüksek hız uygulamalarında kullanılabilirler.



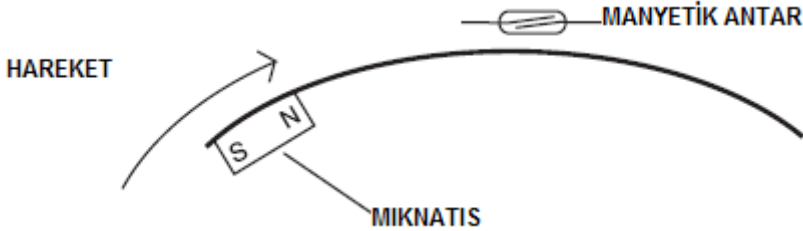
Şekil 9.8 Basit ileri sıçrama



Şekil 9.9 Mekanik sensörlere uygun anahtarlar



Şekil 9.10 Manyetik anahtar



Şekil 9.11 Manyetik bir anahtar ile dönüş algılaması

Bir çarka bir mıknatıs takarak ve uygun bir pozisyonda manyetik bir anahtar yerleştirerek her dönüşte bir puls üretmek mümkündür. Pulsar; bir çarkın hızını denetlemek veya bir takometrenin tahriği için kullanılabilir.

9.2.4 Ev-Yapımı Sensörler

Ev-yapımı sensörlerden bir çoğu, robotik ve mekatronik yapımcıları tarafından tasarlanabilir. Bunlardan birisi de Şekil 9.12 de gösterilen eğim sensörüdür.

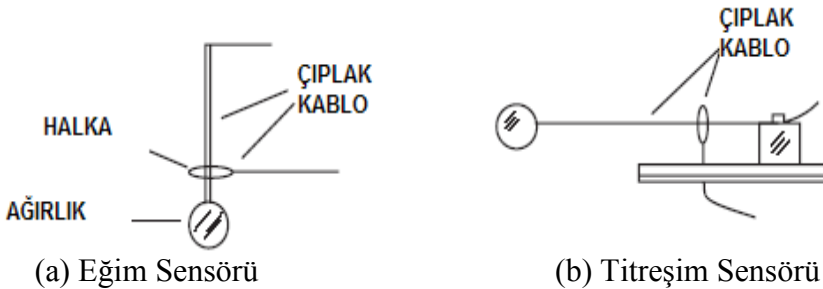
Metal bir kablo ve bir halka kullanan aynı düzenleme bir ivme sensöründe kullanılabilir. Çalıştırıldıklarında bu sensörler sadece kısa akım patlamaları üretebildiklerinden, uygun devreler sinyal şartlandırıcıları olarak kullanılabilir.

9.2.5 Programlı veya Sıralamalı Mekanik Sensörler

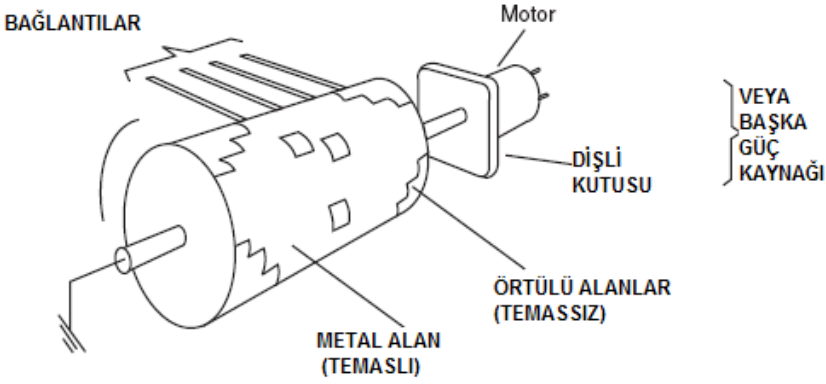
Çarklar ve vidalar kullanan basit düzenlemelerden pozisyon sensörleri veya Şekil 9.13 de gösterilenler gibi programlı sensörler yapılabilir. İlk durumda, metal bir plaka ile örtülü bir silindir, bir pozisyon sensörü olarak kullanılabilir. Dizindeki bıçaklar, sadece yalıtımın olmadığı noktalardaki metala temas eder. Tasarımcı, anahtarlar tarafından üretilecek olan sinyale göre silindirin örtülü veya örtüsüz pozisyonlarını tasarlayabilir. Bu ev-yapımı sensör; bir silindire bağlı olan bir kolun pozisyonunu dijital bilgiye çevirmekte kullanılabilir.

9.3 Sensör Kullanılan Temel Şemalar

Aşağıdaki şemalar, önceki paragraflarda açıklandığı gibi aç-kapat sensörlerini kullanırlar. Şimdiye kadar tartıştığımız birçok şema, belli uygulamalara uygun olarak bu sensörler ile kullanılabilir. Bu şemaları bazı tanımlamaları aşağıdaki tartışmada sağlanmıştır.



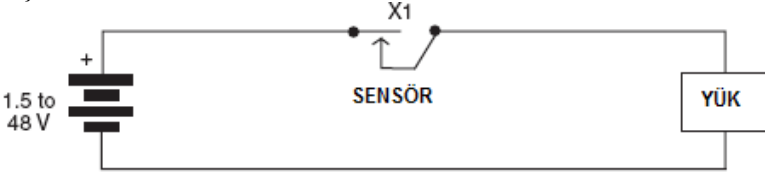
Şekil 9.12 Ev-yapımı sensörler



Şekil 9.13 Sıralama sensörü

Şema 123 Bir Yükün Açılması

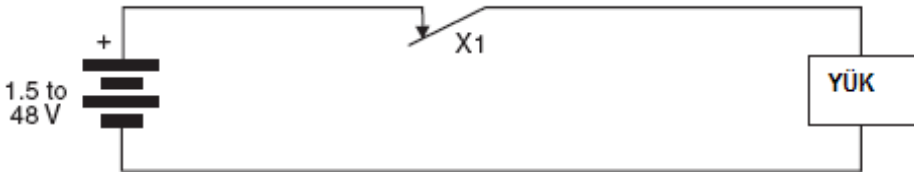
Bir ev-yapımı, normal olarak açık (NO) mekanik sensörün en kolay kullanma şekli Şekil 9.14 de gösterilmiştir. Yük (motor, lamba, devre, solenoit vs.) sensör ile seri olarak yerleştirilmiştir. Tasarımcının tek ihtiyacı; yükü sensör bağlantılarının maksimum akım kapasitesinin altında tutmak için dikkatli olmasıdır.



Şekil 9.14 Şema 123: Bir yükün açılması

Şema 124 Bir Yükün Kapatılması

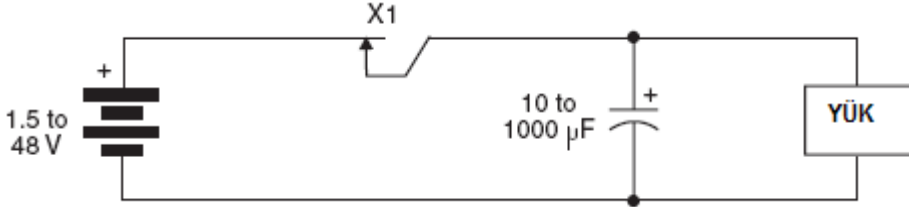
Şekil 9.15 de gösterilen basit şema, normal olarak kapalı (NC) bir devrenin bir yükü denetlemek için nasıl kullanılacağını gösteriyor. Tavsiyeler önceki şema ile aynıdır. Sensörün bağlantılarını sadece kendisine bir kuvvet etkisi olduğunda kapalı (veya açık) tuttuğuna dikkat edin.



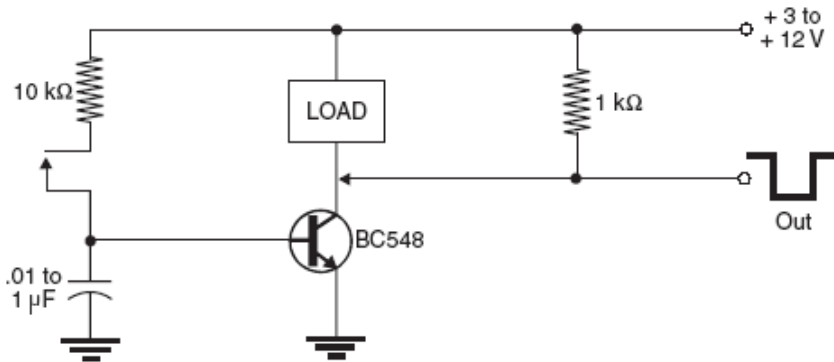
Şekil 9.15 Şema 125: Bir yükün kapatılması

Şema 125 Kondansatörlü Temas Sınırlayıcı

Anahtarı kapatırken veya açarken oluşan temas sıçramasına eğer yük hassas ise, bir temas sınırlayıcısı kullanılmalıdır. Bir kondansatör kullanan en basit temas sınırlayıcısı Şekil 9.16 da gösterilendir. Kondansatörün değeri yüke bağlıdır. İndükleyen yükler için, 10 dan 1,000 μF ye kadar erimde olan elektrolitik kondansatörler tavsiye edilir. Diğer yükler için, 0.1 μF den başlayan kondansatörler kullanılabilir.



Şekil 9.16 Şema 125: Bir kondansatör ile ileri sıçratma



Şekil 9.17 Şema 126: Düşük-akım sensörü

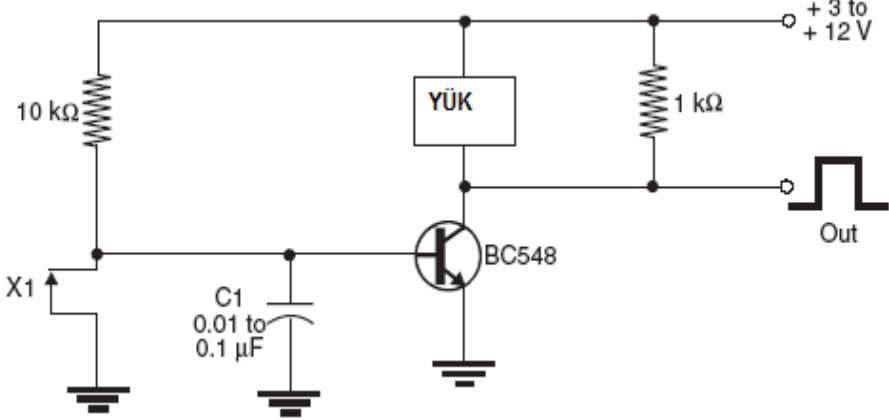
Şema 126 Temas Sınırlayıcılı Düşük- Akım Açma Sensörü

Manyetik anahtarlar büyük akımları denetlemek için kullanılamazlar. Şekil 9.17 de gösterilen devre, manyetik anahtarlı olanları da kapsayarak düşük-akım sensörler için tavsiye edilmiştir.

Direnç R, transistöre bağlı olarak 1 ve 10 k Ω arası değerleri üstlenir. Yüksek-güç yükleri denetlemek için bu bloğa Bölüm 3 de açıklanan hangi şemaların ilave edilebileceğini belirlemek için Kısım 9.3.1 e bakın. Temas sınırlayıcı kondansatör, uygulamaya bağlı olarak 0.05 ve 1 μF arası değerleri üstlenir.

Aynı şemada, bir yükün harici bir devreye bir sinyal üretimi için bir direnç (1 k Ω) ile nasıl değiştirildiğini görüyoruz. Eğer bu devrede bir

BC458 kullanılıyorsa; direnç R, 10 k Ω lık bir bileşen ve C, bir 0.047 μ F kondansatör olmalıdır. 5-12 V arasında bir devreye güç verilmesi ile, devre; mekanik temas sensörlerinden TTL veya CMOS girişlerini çalıştırmak için kullanılabilir. Sensör kapalı olduğu zaman bu devrenin çıkışı düşük mantık seviyesine (0) gider. Bu devre ile denetlenebilen şemalar için Kısım 9.3.1 e bakın.



Şekil 9.18 Şema 127: Temas sınırlayıcılı kapatma sensörü

Şema 127 Temas Sınırlayıcılı Düşük-Akım Kapatma Sensörü

Şekil 9.18 de gösterilen şema, sensör kapalı olduğu zaman yükü kapatır. Transistör yük akımına göre seçilir (daha fazla detay için Bölüm 3 e bakın). Uygulamaya bağlı olarak, kondansatörün 0.01 ve 10 μ F arası değerleri olabilir. Önceki şemata olduğu gibi, yük 1 k Ω direnç ile değiştirilebilir.

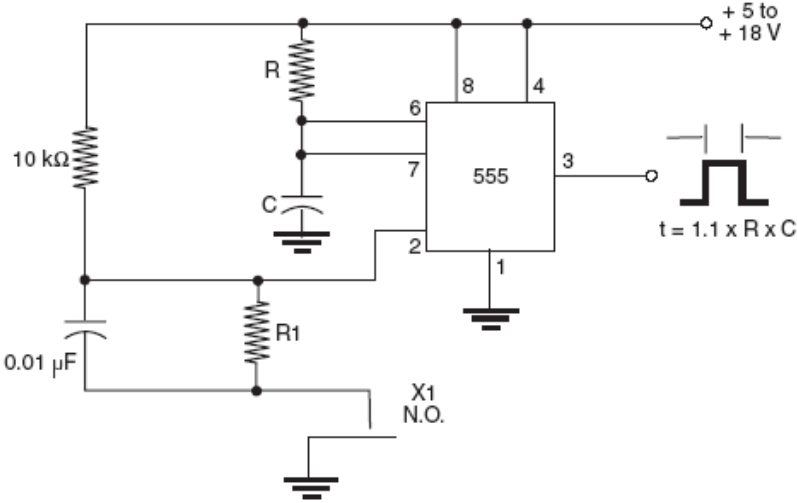
R = 10 k Ω ve C = 0.047 μ F ile, devre; TTL ve CMOS devrelerini çalıştıran bir temas sınırlayıcısı olarak kullanılabilir. Yüksek-akım güçlerini denetlemek için bu devreye hangi şemaların ilave edilebileceğini belirlemek için Kısım 9.3.1 e bakın.

Şema 128 555 IC Kullanan Temas Sınırlayıcı

Mantık devrelerini (TTL veya CMOS) kullanan uygulamalar için en iyi temas sınırlayıcılar monostabil (tek kararlı) bazlı olanlardır. Şekil 9.19 da gösterilen tek kararlı düzenlemeler 555 IC kullanılır ve bu amaç için idealdir.

Devre; R ve C tarafından belirlenen bir süre ile bir çıkış pulsu üretir. 10 k Ω lık bir direnç ve 0.1 μ F lik bir kondansatör ile, özel kısa-süreli pulslar mekanik sensörlerden üretilebilir. Aynı devre, bu kitabın diğer bölümlerinde de göreceğimiz gibi uzun-süreli tek kararlı veya bir

zamanlayıcı gibi diğer uygulamalarda kullanılabilir. Şekil 9.3.1, bu devrenin akım kapasitesini arttırmak için hangi devrelerin kullanılabileceğini belirtiyor.

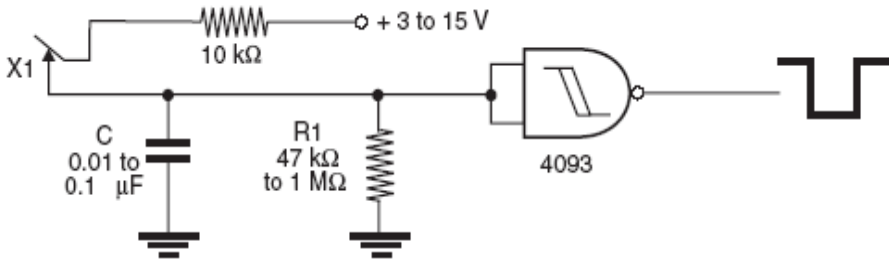


Şekil 9.19 Şema 128: 555 IC kullanan temas sınırlayıcı

Şema 129 4093 CMOS IC Kullanan Temas Sınırlayıcı (I)

Temas sınırlayıcı, bir 4093 CMOS IC de var olan dört Schmitt VE kapısında birini kullanır (Şekil 9.20). Kondansatörün 0.01 ve 0.1 µF arası erimde değerleri olabilir. Direnç R1 in 47 kΩ ve 1m arası değerleri olmalıdır. Fonksiyonu; sensörün açık ve yeni bir puls beklediği zaman kondansatörü hemen boşaltmaktır. Sensör tekrar kapalı olduğu zaman eğer kondansatör şarj edilmiş ise, kapı düşük çıkışı ile kalır ve bu durumunu değiştirmez.

Sensör bağlantılarını kapattığı zaman bu devrenin yüksek seviye mantığından düşük seviye mantığına geçtiğine dikkat edin. Bu devre, CMOS mantığını çalıştırmak için bir temas sınırlayıcı olarak tavsiye edilmiştir.

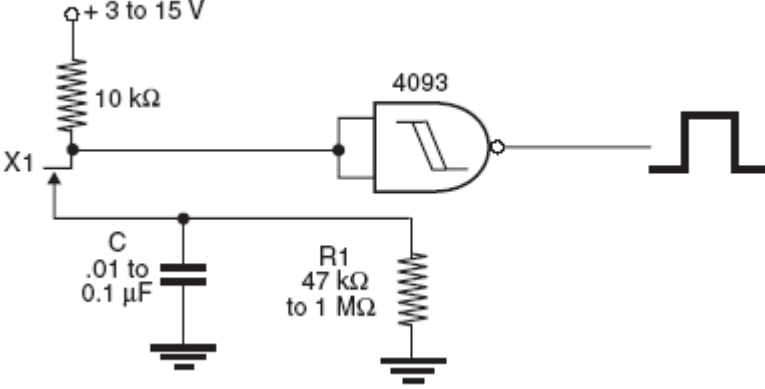


Şekil 9.20 Şema 129: CMOS IC kullanan temas sınırlayıcı

Şema 130 4093 IC Kullanan Temas Sınırlayıcı (II)

Önceki şema ile bu devre arasındaki fark; bu devrede sensör kapalı olduğu zaman çıkış yüksek mantık seviyesine gider (Şekil 9.21).

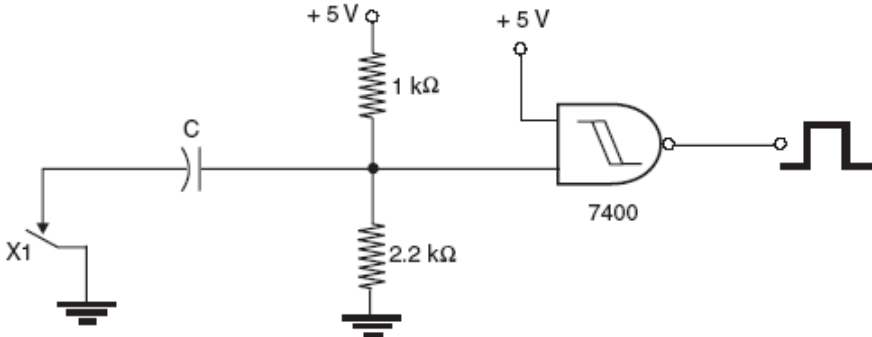
Bileşenler (kondansatör ve direnç) sensörün sıçrama niteliklerine göre seçilir ve son şemada açıklanan aynı voltaj erimindedirler. Kısım 9.3.1 e de bakın. Burada gücünü arttırmak için bu devrenin çıkışlarına ilave edilebilecek şemaları bulacaksınız.



Şekil 9.21 Şema 130: Temas sınırlayıcı (II)

Şema 131 7400 IC Kullanan TTL Temas Sınırlayıcı

Şekil 9.22 de gösterilen şema, bir TTL IC kullanıyor v bir 5 V luk güç kaynağından güç almalıdır. Sensör kapalı olduğu zaman mantık bloğunun



Şekil 9.22 Şema 131: 7400 kullanımı

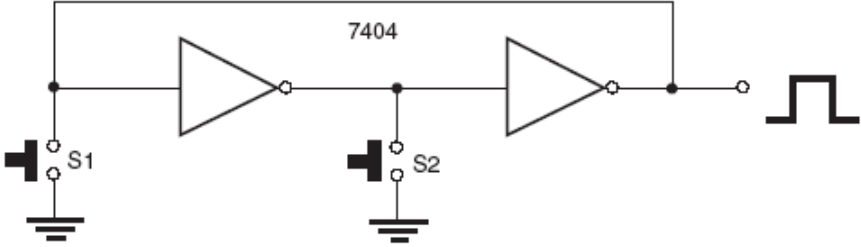
çıkışı yüksek mantık seviyesine gider ve bu kitabın önceki bölümlerinde gösterildiği gibi bir güç aşamasını çalıştırabilir. Kondansatör, devrenin

zaman sabitliğini belirler ve sıçrama sorunlarını gidermek için tipik değerler 0.047 ve 0.47 μF arasındadır. Kısım 9.3.1 e de bakın.

Şema 132 İki Sensörlük Temas Sınırlayıcı – Bistabil

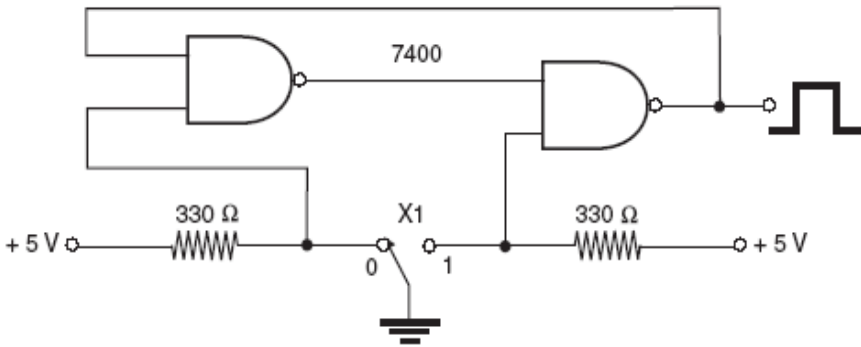
Şekil 9.23 de gösterilen devre, iki mekanik sensörün kullanıldığı uygulamalar için tavsiye edilir. Devre, S1 kapalı olduğu zaman çıkışın düşük mantık seviyesinden yüksek mantık seviyesine geçmesi ile açılır. Sonra devre kilitlenir ve eğer S2 anlık süre ile kapanırsa, çıkışta tekrar düşük mantık seviyesine geçer.

Bu bir TTL devresi olduğundan, güç kaynağı bir 5 V luk birim olmalıdır. 7404 ün herhangi bir eş değeri veya herhangi bir çevirici fonksiyon bu şemata kullanılabilir. Kısım 9.3.1 çıkış gücünü arttırarak şemaların bu devre ile denetlenebileceğini tavsiye ediyor.



Şekil 9.23 Şema 132: İki sensör için temas sınırlayıcı

Şema 133 SPDT Sensör için Temas Sınırlayıcı



Şekil 9.24 Şema 133: Bir SPDT sensör için TTL devre

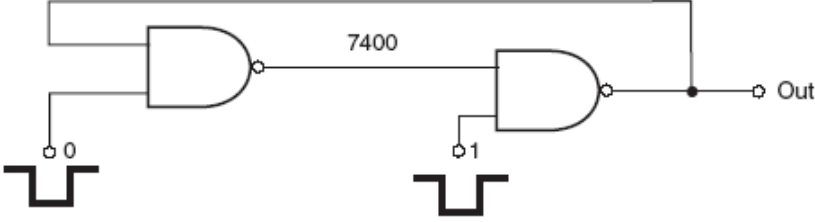
Tek kutup olarak çalışan iki bağlantılı sensörler, çift yönlü (SPDT) anahtar Şekil 9.24 de gösterilen devre ile sınırlandırılabilir. Bu devre, bir 7400 TTL IC nin iki NAND kapısını kullanır. Bağlantıların pozisyonu, devre

çıkışının yüksek veya düşük mantık seviyesinden hangisine gideceğini belirler.

Eğer devrenin, yüksek-güç yüklerini çalıştırmaya eğilimi varsa, Bölüm 3 de açıklananlar gibi bir transistörlü aşama kullanılmalıdır. Daha fazla bilgi için Kısım 9.3.1 e bakın.

Şema 134 İki Sensör için Temas Sınırlayıcı

Bir temas sınırlayıcı olarak kullanılabilecek başka bir şema Şekil 9.25 de gösterilmiştir. Bu şema TTL IC'ler de kullanır ve bir 5 V'luk güç kaynağından güç verilmelidir. Girişlerin mantık seviyeleri devrenin çıkış mantığını belirler. Bu devre ile çalıştırılabilecek olan şemalar için Kısım 9.3.1 e bakın.



Şekil 9.25 Şema 134: İki sensör (TTL) için temas sınırlayıcı

9.3.1 Uyumlu Şemalar Üzerine Notlar

Aşağıdaki şemalar, yüksek-güç yüklerini denetlemek için önceden açıklanan temas sınırlayıcılarının çıkışlarına ilave edilebilir. Elektrik niteliklerini ve arzu edilen performansı da hesaba katarak belli bir uygulama için hangi bloğun doğru olduğuna karar vermek tasarımcıya bağlıdır.

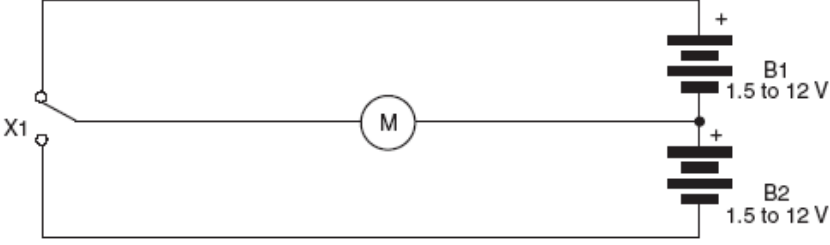
- Şema 30-37: transistörler (çift kutuplu, CMOS, TTL, CMOS mantık ve 555 IC) ile uyumludurlar.
- Şema 54-69: Dc motorları (H-köprüler) denetlerler.

9.3.2 Motorların ve Yüklerin Denetimi

Mekanik sensörler kullanan dc motorların ve diğer yüklerin doğrudan denetimi sonraki şemalarda açıklanmıştır. Bazı durumlarda, sıçrama sorunlarını veya düzensiz çalışmayı engellemek için kondansatörler yükler ile paralel olarak ilave edilmelidir.

Şema 135 Mekanik bir Sensör Kullanımı ile Yön Denetimi

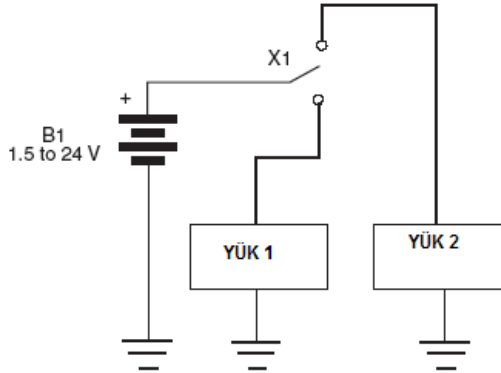
Şekil 9.26, yön denetimi için bir SPDT sensörün bir motora nasıl bağlanacağını gösteriyor. Bu devrenin, bir H-köprü ile aynı fonksiyona sahip olduğuna dikkat edin. Sensör; bu kitabın önceki bölümlerinde açıklanan köprülerin çoğunu denetlemek için kullanılabilir. Sensörün akım-tutma kapasitesinin denetlenen motorun akım talebinden daha yüksek olması gerektiğine dikkat edin.



Şekil 9.26 Şema 135: İki sensör (TTL) için temas sınırlayıcı

Şema 136 İki Yüünün Denetimi

Şekil 9.27, iki yükün denetiminde bir SPDT sensörünün nasıl kullanıldığını gösteriyor. Yüükler; röleler, solenoitler, motorlar ve herhangi bir başka devre olabilir. Daha fazla bilgi için, SPST anahtarlarının; motorların, rölelerin ve diğer yüüklerin birçok fonksiyonlarını denetlemek için nasıl kullanıldığını açıklayan önceki şemaları inceleyin.



Şekil 9.27 Şema 136: İki yükün denetimi

Şema 137 Yüksek – Düşük Sensör

Şekil 9.28; bir bit veriyi bir devreye göndermek için bir SPDT sensörünün nasıl kullanılacağını gösteriyor. Bu bit, bir aşamalı motoru, bir dc motoru

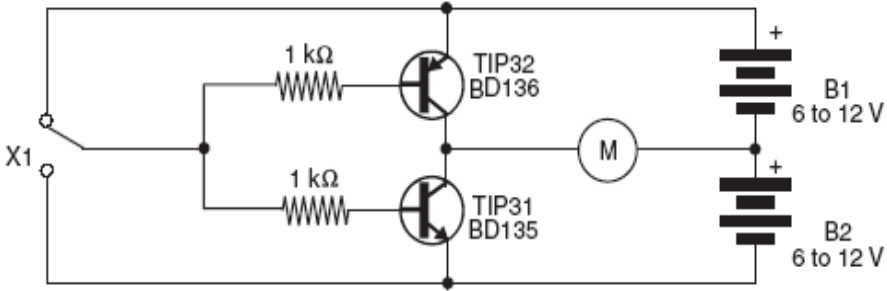
veya herhangi başka bir yükü bir mantık devresi ile denetlemek için kullanılabilir.



Şekil 9.28 Şema 137: Yüksek-düşük sensör

Şema 138 Yüksek – Güç Motor Denetimi

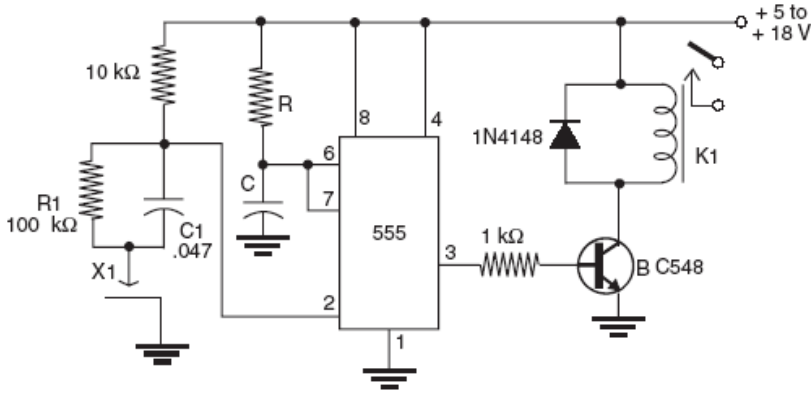
Şekil 9.29, bir SPDT sensörünün; ikili (dual) voltaj güç kaynağı ile bir dc motorun yönünün denetlenmesi için nasıl kullanılacağını gösteriyor. Motor denetimli şemalarda, denetimlerde transistörler kullanarak düzenlemelerin daha geniş bir seçimini elde edebilirsiniz. BD135/136 transistör çifti 500 mA'e kadar olan motorlar için olabilir. Daha güçlü motorlar için TIP31/32 çiftini kullanın. transistörler hakkında daha fazla bilgi için Bölüm 3 e bakın.



Şekil 9.29 Şema 138: Yüksek-güç denetimi

Şema 139 Bir 555 IC Kullanan Zamanlı Sensör

Sensör bu bloğun girişini düşük mantık seviyesine ayarladığı zaman, çıkışı röleyi çalıştırarak yüksek mantık seviyesine gider. Röle; zaman sabiti RC tarafından belirlenen bir zaman aralığında; RC ağ iletişimde kullanılan bileşenlere bağlı olarak birkaç saniye ile 30 dakikadan fazla açık kalır.



Şekil 9.30 Zamanlı sensör (555 + NPN)

Bir 1,000 μF kondansatör ve bir 1 M Ω direnç için zaman aralığı 15 dakikaya kadar uzatılabilir.

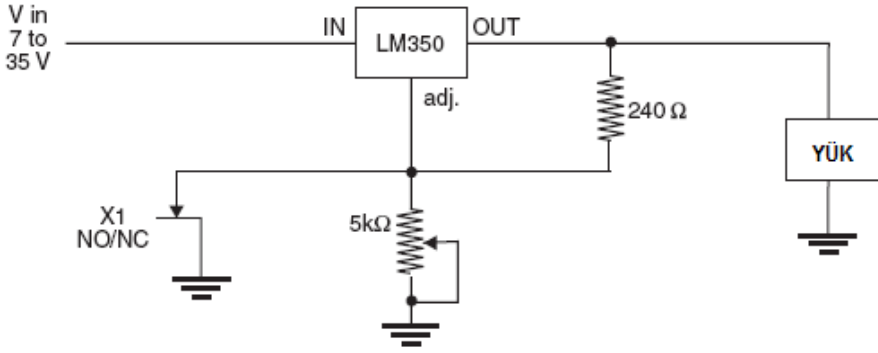
Bu şemadaki transistör çıkışı bir NPN BC548 dir, bunun anlamı; 555, yüksek mantık seviyesinde çıkış ile ayarlandığı zaman röle açıktır. Yüksek-akım yükleri doğrudan çalıştırmak için, Bölüm 3 de açıklandığı gibi başka transistörler kullanabilirsiniz. Devreye; 5 – 12 V arasında güç verilebilir.

Şema 140 Mekanik Sensörler için Yüksek – Akım Denetimi

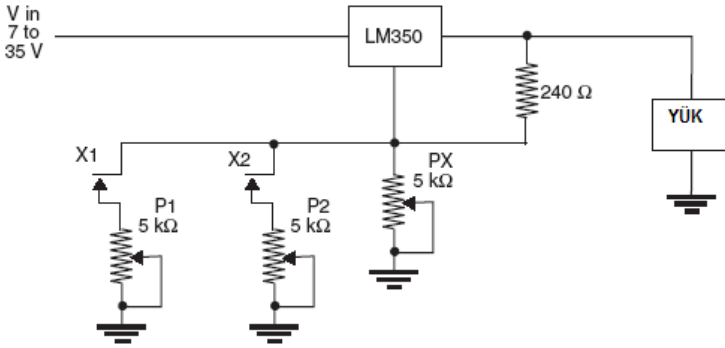
Şekil 9.31 de gösterilen devre; böylesi düşük-akım sensörlerden manyetik anahtarlar veya ev-yapımı anahtarlar gibi 3 A e kadar olan yükleri denetlemek için kullanılabilir. Yükün, sadece sensörün açık olduğu sürece açık olmasından bu bir anlık denetimdir.

Sensör kapalı olduğu zaman, devrenin çıkışında 1.25 V buluruz. Sensör açık olduğu zaman çıkıştaki voltaj, P1 tarafından ayarlanan bir değere yükselir. LM350T, 25 V a kadar sağlayabilir. Giriş voltajı, çıkışta arzu edilenden en az 3 V daha yüksek olmalıdır.

Bu devre; düşük durumun yer aldığı (yüksüz) uygulamalar için tavsiye edilir, voltaj 1.25 V kadar düşük olabilir. Eğer sıfır-volt çıkış arzu ediliyorsa, bunu toprağa paralellemek yerine 1.25 V luk negatif bir voltaj uygulanmalıdır. LM350 bir soğutma plakasına monte edilmelidir.



Şekil 9.31 Şema 140: 3 A e kadar olan yüklerin denetlenmesi



Şekil 9.32 Şema 141: Çoklu-voltaj denetimi

Şema 141 Mekanik Sensörler için Çoklu – Voltaj Denetimi

Bir çok sensör; (manyetik anahtarlar, ev-yapımı sensörler, vs.) bir yükte farklı voltajlar üretmek için kullanılabilir. Şekil 9.32 de örneklenen şema, tek bir LM350 IC kullanımı ile bunun nasıl yapılabileceğini gösteriyor. Bu IC, önceki şemada olduğu gibi, 25 V a kadar olan bir voltaj eriminde 3 A e kadar denetleyebilir.

Tüm sensörler açık olduğu zaman, bloğun çıkışında bulunan voltaj (yükte) Px tarafından belirlenir. Bu denetim, 1.25 ve 25V arası voltajlarda çıkışı ayarlayabilir.

Herhangi bir sensör kapalı olduğu zaman voltaj; uyuşan değişken direncin ayarlaması ile belirlenen bir değere voltaj değişir. Örneğin; X1 kapalı olduğu zaman paralel olan P1 ve Px in değeri tarafından belirlenen bir değere çıkış voltajı düşer.

LM350 bir soğutma plakasına monte edilmelidir ve giriş voltajı, çıkışın programlanmış maksimum voltajından en az 3 V daha yüksek olmalıdır. Teorik olarak, Kısım 9.2 de açıklandığı gibi bu şema bir silindir pozisyonlu sensör tarafından denetlenebilir.

Birçok bıçak, voltajlarının pozisyona göre programlandığı bir silindir ile temas kurabilir.

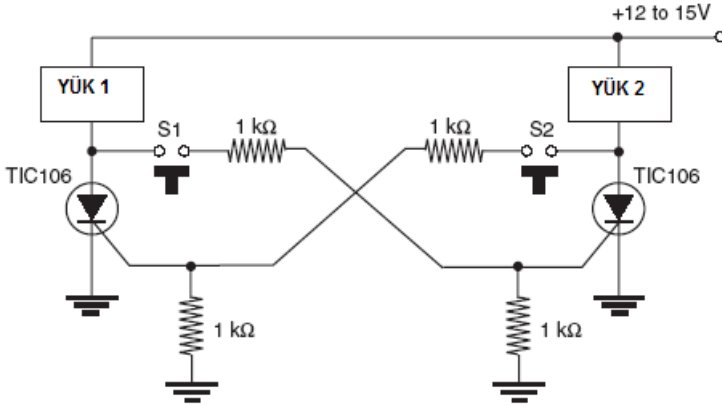
Şema 142 Öncelikli Anahtar

Birçok robotik ve mekatronik uygulamalar ile önemli olan şema öncelikli anahtardır. Bu devre, hangi sensörün (veya anahtarın) ilk önce çalıştığını ve diğerini etkisizleştirmek için devreyi açtığını belirleyebilir.

İlk öncelikli anahtar bloğumuz, Şekil 9.33 de gösterilmiştir ve temel elemanlar olarak SCR'leri kullanır. Her iki SCR'nin de kapalı ve S1 in S2 den önce kapalı olduğunu varsayarak, yük 2 ye akım sağlayarak SCR'ler ilk önce çalışanlardır.

SCR2 nin açılması ile anodundaki voltaj 2 V a kadar düşer, ki bu da eğer S2 kapalı ise SCR1 i açmaya yetmez

Bu devrenin kendinden mandallı olduğuna dikkat edin, bunun anlamı; tetiklenmiş SCR yi açıp kapatmak ile güç anlık süre ile kesilmelidir. Eğer yükler 500 mA den daha fazla çekiyorsa, SCR'ler soğutma plakalarına monte edilmelidir.



Şekil 9.33 Şema 142: Öncelikli anahtar.

Şema 143 Takometrik Sensör

Bir sensörün açma/kapama hızı, bir robotun ne kadar hızlı yürüdüğünü veya bir mekanizmanın bir pozisyonundan diğerine ne kadar hızlı hareket ettiğini hesaplamak için kullanılabilir. Şekil 9.34 de gösterilen devre, bir sensörün açma/kapama frekansını orantılı bir voltaja çevirir.

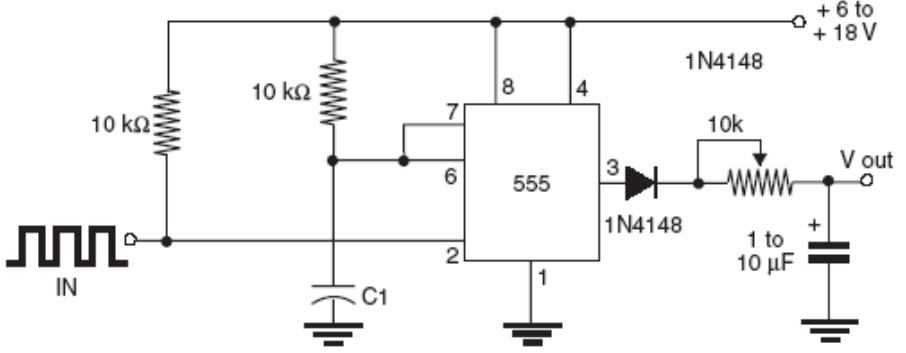
Bu devre, bir manyetik anahtar üstünde bağlanarak veya bunun mekanik bağlantılarını denetlemek için kullanırken herhangi bir mekanizmanın hızını algılamakta kullanılabilir. RC ağ iletişimin zaman sabitliği; sensör tarafından üretilen giriş frekansının bir fonksiyonu olarak çıkıştaki voltajların arzu edilen erimini vermek için hesaplanır. Devreye, 5 – 18 arası volt kaynağından güç verilebilir.

Şema 144 Kayıp Puls Belirleyici

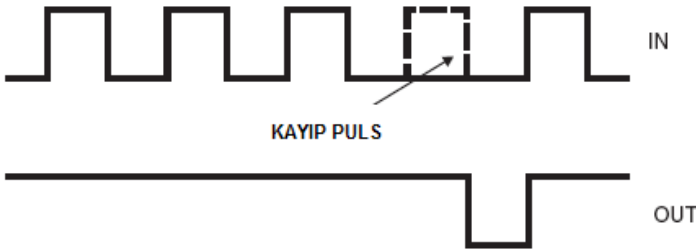
Robotik ve mekatronik projelerde *kayıp puls belirleyici* önemli bir fonksiyondur. Şekil 9.35 de gösterildiği gibi girişe sabit bir puls sıralaması uygulandığı zaman güç kaynağı voltajını sergilerken, bu devre çıkışını yüksek mantık seviyesinde tutar.

Bu sıralamada eğer bir veya daha fazla puls kayıpsa, bir “flama” sinyali üreterek devrenin çıkışı kısa süreliğine düşük seviyeye geçer. Bu sinyal, bir alarmı veya başka bir devreyi tetiklemek için kullanılabilir.

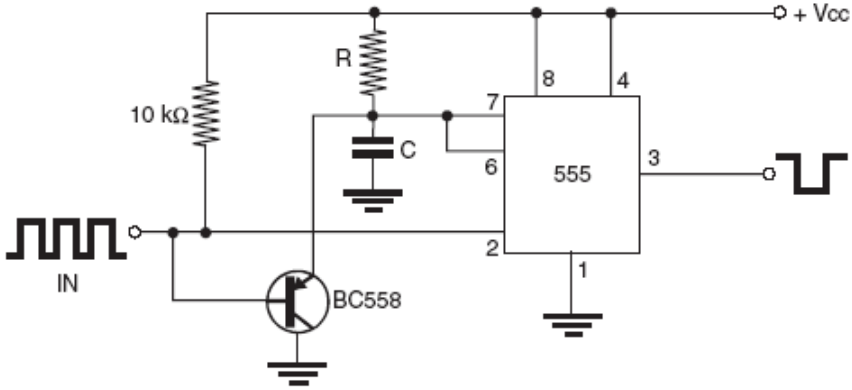
Şekil 9.36 da gösterilen şema, 555 IC de monostabil (tek kararlı) bazlıdır. R ve C; gelen iki puls arasındaki mesafeden daha uzun olan fakat iki puls arasındaki mesafeden daha kısa olan bir zaman sabitliğini devreye sağlamak



Şekil 9.34 Şema 143: Takometrik sensör



Şekil 9.35 Kayıp puls belirleyici



Şekil 9.36 Şema 144: Kayıp puls belirleyici

için hesaplanır. Bunun anlamı, çıkışı yüksek tutarak zamanlama işlevinin bitiminden önce bir sonraki puls tarafından devrenin tekrar tetikleneceğidir. Eğer bir puls kayıpsa, bir sonraki puls gelmeden önce zaman sabitliği sona erer ve çıkış flama çıkış sinyali üreterek düşük seviyeye anında gider.

Zaman sabitliği; $t = 1.1 \times R \times C$ tarafından verilir ve R 1 kΩ ve 1 MΩ arası erimde tutulabilir.

Bipolar 555, 200 mA civarında çekebilir, fakat biz, 200 mA çekebilen ve sağlayabilen bir CMOS versiyonunu (TLC7555) da oluşturabiliriz. Eğer yükün daha fazla yüke ihtiyacı olursa, bir çıkış aşaması Bölüm 3 de açıklandığı gibi kullanılmalıdır.

9.4 Proje Önerileri

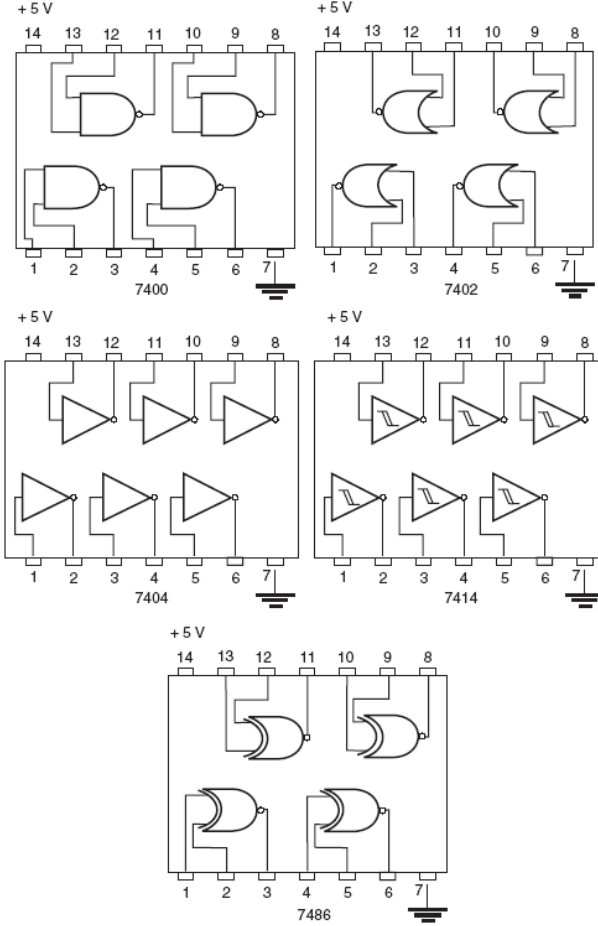
1. Robotun tüm hareketlerini denetleyebilen ev-yapımı sensörler ve bir devre kullanan bir çarpma-ve-engel sensörü yaratılabilir.
2. Açma-kapama sensörlü mekanik bir kol ve bunun için bir denetleme devresi tasarlanabilir.
3. Bu bölümde açıklanan sensörler kullanılarak, robotun yürüdüğü (veya çalıştığı) yerin eğimini algılayabilen bir sistem yaratılabilir ve motorların hız/güç ayarlaması ile telafisi sağlanabilir.

9.5 Diğer Bilgiler

Temas sınırlayıcılarda ve diğer mantık uygulamalarında kullanılabilecek TTL kapıları ve mantık çeviricileri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tipi	Fonksiyonu
7400	4 2 – girişli NAND kapı
7402	4 2 – girişli NOR kapı
7404	Altılı Çevirici
7414	Altılı Schmitt tetikleyiciler – çeviren
7486	4 özel – veya kapı

Şekil 9.37, bu IC'ler için paketleri ve pin (ayak) çıkışlarını gösteriyor. Herhangi bir sıradan bir TTL çıkışı 16 mA i azaltabilir fakat kaynak sadece 0.4 mA olduğunu hatırlayın.



Şekil 9.37 TTL IC'ler

Faydalı CMOS kapıları aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

Tipi	Fonksiyonu
4001	4 2 – girişli NOR kapı
4011	4 2 – girişli NAND kapı

4009	Altılı tamponlar (çeviren)
4010	Altılı tamponlar (çevirmeyen)
4093	4 2 – girişli NAND Schmitt tetikleyici

Şekil 9.38 bu IC'ler için paketi gösteriyor.

Hatırlayın: aşağıdaki tabloda verildiği gibi, güç kaynağı voltajına göre, herhangi bir CMOS çıkışı akımları azaltabilir veya kaynak olabilir.

Güç Kaynağı Voltajı	Çıkış Akımı (Azalma veya Kaynak), Tipik
5 V	0.88 mA
10 V	2.25 mA
15 V	8.8 mA

The figure displays the pinout diagrams for five CMOS integrated circuits: 4001, 4011, 4009, 4010, and 4093. Each diagram shows the internal logic gates and the pin connections for Vdd and Vss.

- 4001:** A 14-pin package with two 3-input NOR gates. Vdd is at pin 14, and Vss is at pin 7.
- 4011:** A 14-pin package with two 3-input NAND gates. Vdd is at pin 14, and Vss is at pin 7.
- 4009:** A 16-pin package with three 6-input inverters. Vdd is at pin 16, and Vss is at pin 8.
- 4010:** A 16-pin package with three 6-input inverters. Vdd is at pin 16, and Vss is at pin 8.
- 4093:** A 14-pin package with four 2-input NAND Schmitt triggers. Vdd is at pin 14, and Vss is at pin 7.

Şekil 9.38 Cmos ICler

10 Dirençli Sensörler

10.1 Amaç

Dirençli sensörler, bir robot projesine algılama kapasitesi ilave eder. Bu bölüm, dirençli sensörlerin nasıl çalıştığını ve çalışmalarının nasıl yerine getirildiğini açıklıyor. Işık bağımlı dirençlerin (LDR'ler) ve CdS hücrelerinin robotlara ve diğer projelere görme yeteneği kazandırarak, ışık sensörleri olarak nasıl kullanılabildiklerini göreceğiz. Ek olarak, negatif sıcaklık katsayılı NTC dirençlerin, ısı algılayıcıları olarak; potansiyometrelerin pozisyon algılayıcıları olarak ve iletken köpüklerinse basınç sensörleri olarak robotlara ve mekanik kollara dokunma yetenekleri kazandırmak üzere kullanılabilir. Dokunma sensörleri de bu bölümde açıklanmıştır.

10.2 Teorik Temeller

Çevremizdeki dünya, sürekli değişen, değişken fiziksel koşullar ile doludur. Sıcaklık derecesi, hava basıncı, nem oranı ve ışık, yaşam çevremizi dolduran koşullardan bazılarıdır. Bu ortamda çalışması için planlanan herhangi bir tür robot veya mekatronik aygıtın, bunlar ile etkileşmesine izin veren bir tür öz kaynağa sahip olması gerekir. İnsanlarda, kulaklar, gözler gibi kendinden algılayıcılar, sensörler vardır. İyi ama elektronik aygıtlar dünya ile nasıl etkileşecekler?

Robotik ve Mekatronik tasarımlarda, dış dünya ile etkileşmesi için *transduserlerimiz* (güç çevirici) var. Bir transduser, bir enerji şeklini bir başkasına çeviren aygıttır. Örneğin; bir fotosel ışık seviye değişimlerini elektrik sinyallerine çevirebilen bir sensör olarak kullanılır. Başka bir transduser aygıtı da ortamı sararak etkileyen hoparlördür: elektrik enerjisini sese çevirir (mekanik enerji).

Robotlar ve mekatronik aygıtlar, etraflarındaki dünyayı algılamaları için birçok tip sensör kullanabilir. İlerdeki kısımlarda, bunlardan bazılarını ve bu sensörler ile kullanılabilen devreleri içeren şemalar açıklanacaktır.

10.1.1 LDR ve CdS Hücreleri

Işık-bağımlı direnç (LDR), kadmiyum sülfid (CdS) hücreler ve fotodirenç; ışığın değişik seviyeleri ile dirençlerini değiştiren bileşenlerdir. Karanlıkta, LDR; 1 M Ω üstünde çok yüksek bir direnç sergiler. Doğrudan güneş ışığı altında dirençlilik 100 Ω 'un altına düşecektir. Şekil 10.1; LDR'yi temsil etmesi için görünüşünü ve sembolünü gösteriyor.

LDR bir dirençtir, öyleyse akım her yönde akabilir. LDR çok hassas olduğundan gözlerimizin göremediği ışık seviyelerini de “görür”; öte yandan LDR yavaş bir aygıttır. Hızlı ışık değişimleri LDR tarafından belirlenebilir. Bir LDR’nin frekans karşılığının üst sınırı 10 kHz civarındadır. Eğer daha hızlı ışık değişimlerini belirlemek ihtiyacıdaysak, fotodiyotlar ve fototransistörler gibi diğer sensörleri kullanabiliriz.

Transistörler, SCRler, ICler, vs gibi yarı iletken aygıtlara doğrudan ön gerilim verdiğinden LDRleri kullanmak çok kolaydır. LDRler; robotiği, mekatroniği ve yapay zekayı içeren uygulamalarda “elektronik göz” olarak kullanılabilir.



Şekil 10.1 LDR ve CdS cell

İnsan gözüne yapıldığı gibi, özel bir uygulamada bir LDR’nin performansını çoğaltmak için bir lens ilave edilebilir. LDR’nin önüne yakınsak bir lens yerleştirmesi ile, hassaslığı arttırarak ve yönsellik ilavesi ile tek yönden daha fazla ışık alabiliriz.

LDRler farklı boyularda ve biçimlerde bulunabilir fakat, genelde elektriksel nitelikleri fazla farklı değildir. Dolayısıyla hemen hemen herhangi bir tipteki LDR, bu sayfalarda açıklanan şemalarda kullanılabilir.

10.1.2 NTC Dirençler

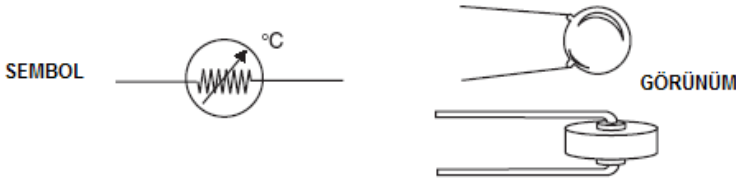
Negatif sıcaklık derecesi katsayılı (NTC) dirençler, *termistörler* (ısı direnç) veya *terminal duyarlı dirençler* olarak da anılırlar ve dirençleri, sıcaklık dereceleri ile değişen bileşenlerdir.

Başka bir sıcaklık derecesi – duyarlı aygıt ise, PTC (pozitif sıcaklık derecesi katsayılı) direncidir. Bu bileşende, direnç, sıcaklık derecesi ile artar. Şekil 10.2, sıradan NTClerin sembolünü ve görünümünü veriyor.

NTCler robotlara ve diğer projelere sıcaklık derecesi hassaslığı kazandırmak için kullanılabilir. Bunlar, belirli bir sıcaklık derecesinde (normal olarak, çevreyi saran sıcaklık derecesi veya 20°C) sahip oldukları direnç (ohm cinsinden) ile açıkça belirtilirler. Değerleri, tipik olarak birkaç ohmdan belki de 100 kΩ a kadardır.

NTCler gibi sıcaklık derecesi sensörleri de hızlı değildir. Sıcaklık derecesindeki hızlı değişimlere uyum sağlamak için dirençlerini

değiştiremezler. Bu; çevre değerine ulaşınca kadar; ısıyı çevreye dağıtarak veya ısıyı çekerek kendi sıcaklık derecelerini değiştirmek zorunda olduklarından kaynaklanır. Isı değişimlerinin hızı temel olarak NTCnin malzemesi ve boyutu ile belirlenir. Ufak NTCler büyük olanlardan daha hızlıdır ve çevredeki sıcaklık derecelerindeki hızlı değişimleri daha iyi algılayabilirler. NTClerin ve (PTClerin) elektrik niteliklerinin LDRler ile aynı olmasından dolayı aynı devrelerde ve şemalarda kullanılabilirler.



Şekil 10.2 NTC direnci veya termistör (ısıl direnç)

10.1.3 Basınç Sensörleri

Basit basınç sensörleri, IC'leri elektrostatik boşaltımlara karşı korumakta kullanılan materyaller gibi iletken köpük kullanılarak yapılabilir. Şekil 10.3, bir ICnin köpük tarafından nasıl korunduğunu ve amaçlarımız için nasıl kullanılacağını gösteriyor.

Şekilde gösterildiği gibi, köpüğü iki metal plaka arasına yerleştirerek bir basınç sensörü yaratabilirsiniz. Eğer plakalara beraber basarsanız, köpüğün direnci değişir (düşer) ve bu da bir devreyi tetiklemek için kullanılabilir. Bu tür sensörü, LDRler ve NTCler için tavsiye edilen aynı şema ile kullanabilirsiniz.

10.1.4 Pozisyon Sensör olarak Potansiyometreler

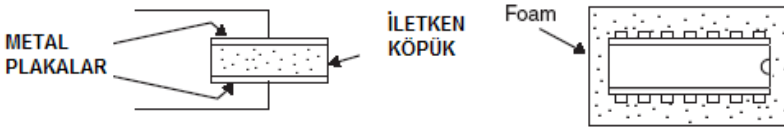
Sıradan potansiyometreler, pozisyon sensörleri olarak çalışmalarını için adapte edilebilir. Tüm yapılacak olan, aygıtın pozisyonundan bir elektrik sinyali almak için bir dönel potansiyometrenin şaftına bir tür mekanik aygıt (bir manivela veya bir çark) bağlamaktır. Şekil 10.4, rotatif bir potansiyometrenin, bir pozisyon sensörü olarak nasıl kullanılabileceğini gösteriyor. 10 – 100 kΩ erim arası değerlerde olan potansiyometreler; bu notlarda açıklanan diğer dirençli sensörler için önerilen tüm şemalarda pozisyon sensörleri olarak kullanılabilir.

Sürgülü potansiyometreler de, Şekil 10.5'de gösterildiği gibi hassas pozisyon sensörleri olarak kullanılabilir. Bir dişli kutusundaki şaftın pozisyonunu algılamak için bir potansiyometrenin nasıl kullanılabileceğini gösteren bir örnek için Bölüm 7.2.3 e bakın.

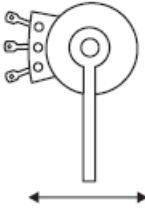
10.1.5 Dokunmatik Sensörler

Fazla yakın olup da temas etmeyen iki plaka, bir dokunmatik sensör oluşturur. Şekil 10.6'da gösterildiği gibi, eğer parmaklarınızla iki plaka üzerine her ikisine de değecek şekilde aynı anda dokunursanız, bir elektrik sinyali yaratarak bir elektrik akımı teninizden akar. Teninizin direnci, çok yüksek olduğundan (100.000 Ω veya daha fazla); bu sensörden akan akım, sıradan devrelerin çalışmaları için yeterli değildir. Yükseltme aşamaları gereklidir.

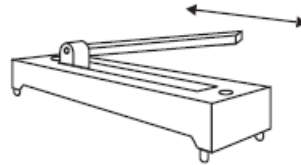
DİKKAT: Akımı arttırmak için bu sensörde eğer yüksek voltaj kullanılıyorsa elektrik şoku ile sonuçlanabileceğinden akımı düşük tutmalıyız. Bu önemli bir noktadır.



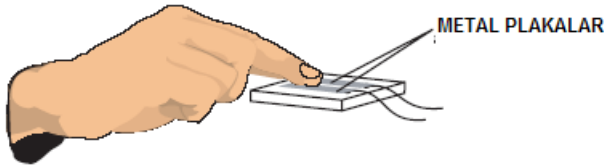
Şekil 10.3 Ev-yapımı basınç sensörü



Şekil 10.4 Pozisyon sensörü olarak kullanılan rotatif



Şekil 10.5 Pozisyon sensörü olarak kullanılan sürgü



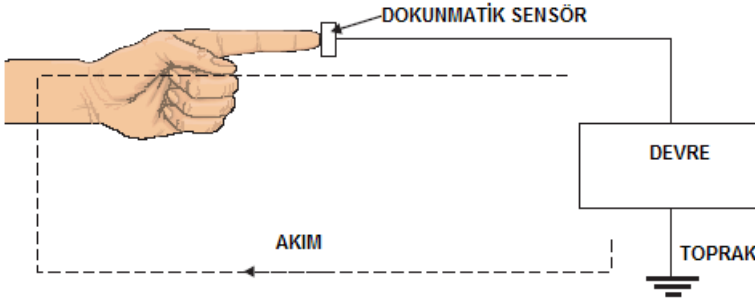
Şekil 10.6 Dokunmatik sensör

Özet olarak, dokunmatik sensörlerin ana nitelikleri; yukarıda açıklananlar gibi, ac güç hattından yalıtımlı olarak çalışmaları gerekir ve akım sınırlı dirençleri vardır. Başka bir tür dokunmatik sensör de, Şekil 10.7 de gösterilendir. Eğer plakalardan birisi kaldırılır ve toprağa bağlanırsa, birinin diğer plakaya devreyi tetiklemesi için sadece dokunması gerekir.

10.3 Dirençli Sensörler Nasıl Kullanılır?

Dirençli sensörleri kullanırken, tasarımcı bazı önemli soruları aklında tutmalıdır.

1. *Arzu edilen çalışma koşullarının altında direnç ne kadar değişir?* Bir sensörün direnç erimi, devrenin seçiminde ve tasarımında önemlidir. Eğer bir sensör tahrik edildiğinde birkaç ohmluk direnç ile değişirse, devrenin bu küçük değişime tepki vermesi için özel nitelikleri olmalıdır. LDRler, direnci büyük voltaj erimlerinin üstünde değiştirirler, bunun için kullanımları kolaydır. NTCler, tipe bağlı olarak geniş bir direnme erimine sahiptirler fakat diğerlerinin (örn., basınç sensörleri) yoktur.
2. *Sensör tarafından sağlanan akı,m bir devreyi çalıştırması için yeterli mi?* Eğer sensörün tahrik edilmesinde büyük bir direnç düşmesi varsa, akım devrelerimizden herhangi birini çalıştırmakta yeterli olacaktır. Genelde, bir bloğu bipolar bir transistör ile çalıştırmak için düşük-değer durumun da olan dirençlilik $50,000 \Omega$ dan az olmalıdır. Eğer Darlington transistörleri, CMOS ICler veya iki-aşamalı devreler kullanılmışsa, bu dirençlilik $200,000 - 1,000,000 \Omega$ arası erimde daha yüksek olabilir. Genel bir kural olarak, eğer sensörünüz devreyi tetiklemiyorsa, yüksek hassaslıkla başka bir şema deneyin.



Şekil 10.7 Tek-plaka dokunmatik sensör

10.4 Pratik Şemalar

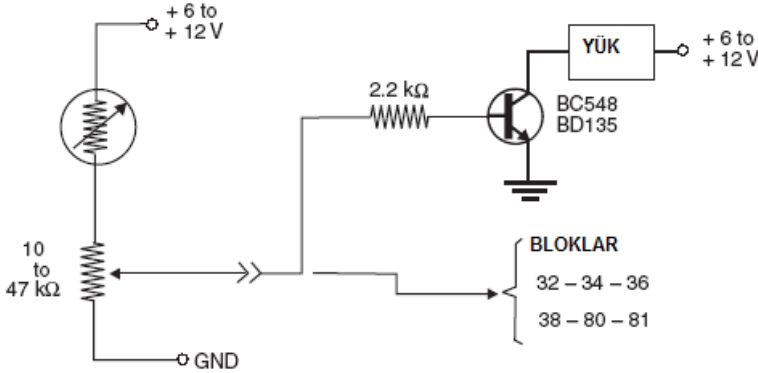
Aşağıdaki paragraflar, dirençli sensörleri kullanan pratik şemaları açıklıyor. Her şemanın bileşenleri, birçok durumda, çalıştıracağı şema olduğu kadar sensöre de bağlı olarak belli uygulamalara uygun olmalıdır.

Şema 145 Temel Dirençli Sensör Devresi (I)

Bu şema, ışık sensöre düştüğü zaman bir devreyi tetiklemesi için LDRler ile kullanılabilir. Sıcaklık derecesi yükseldiği zaman veya bir basınç sensörü ile sensöre basıldığı zaman, bir röleyi kapatmakta devreyi tetiklemek üzere NTCleri de kullanabilir.

Temel şema, Şekil 10.8 de gösterilmiştir. Şekilde, basit bir devrenin bir 50 mA lik (veya daha az) bir röleyi çalıştırmasını veya bu devre ile tetiklenebilen şemaları gösteriyoruz.

Potansiyometre, devrenin hassaslığını ayarlamak için kullanılır. Potansiyometrenin doğru değeri normal uygulamalar altında sensör direncinin bir fonksiyonu olarak seçilmelidir. Bir potansiyometre kullanımı sensör direncinin 3 – 5 kere daha düşüğünde olması tavsiyedir. Bu devre için 1 kΩ aşağısı dirençli sensörler tavsiye edilmez.



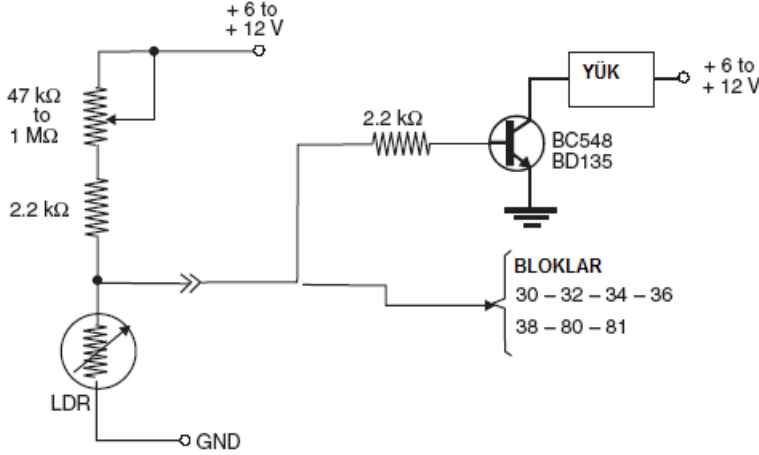
Şekil 10.8 Şema145: Temel dirençli sensör (I)

Şema 146 Temel Dirençli Sensör Devresi (II)

Bu şema ve önceki şema arasındaki fark; potansiyometre tarafından ayarlanan bir noktanın üstüne sensörün direnci çıktığı zaman, yükün tetiklenmesidir. Bir LDR kullanımı ile devre; karanlık-hareketli bir devre gibi

hareket eder. Şekil 10.9 da, basit bir devrenin bir röleyi çalıştıran bloğunu ve bu devre tarafından çalıştırılabilen şemaların bir belirtmesini

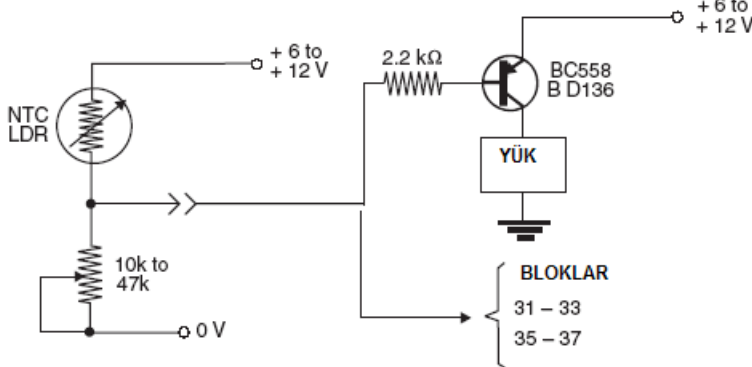
gösteriyoruz. Potansiyometre; normal çalışma koşulları altında sensör dirençliliğinin 2 ve 5 katı arası değeri arz etmelidir.



Şekil 10.9 Şema 146: temel dirençli sensör (II)

Şema 147 Bir PNP Transistör Kullanan Temel Şema (I)

Çalıştırma aşamasında bir PNP transistörün kullanımı veya şemaların PNP transistörleri ile kullanımı; Şekil 10.10 daki devre ile gösterildiği gibi sensörlerin faaliyetini tersine çevirir. Bu örnekte, röle üstüne düşen ışık kesildiği zaman, yük güç alır. Bu devre ile kullanılabilen şemalar şekilde belirlenmiştir. Potansiyometre, Şema 145 de açıklandığı gibi seçilir.



Şekil 10.10 Şema 147: PNP Transistör kullanan temel şema (I)

Şema 148 PNP Transistör Kullanan Temel Şema (II)

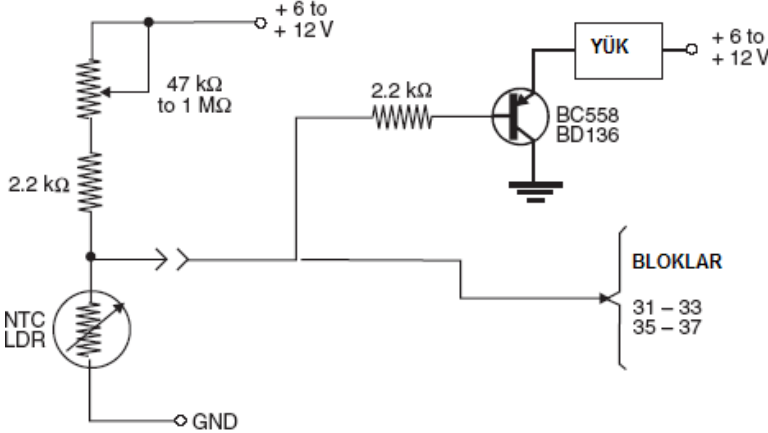
Bu şemata, sensörün direnci düştüğünde yük güç alır. Bir LDRde, sensör üzerine ışık düştüğü zaman yük tetiklenir. Bu devre, düşük-dirençli

sensörler ($10\text{ k}\Omega$ un altı) için belirlenmiştir. Devre, tetiklenebilen şemaların belirtmeleri ile Şekil 10.11 de verilmiştir. Potansiyometrenin, normal koşullar altında sensör direncinin 3 ve 10 katı arasında bir değeri olmalıdır.

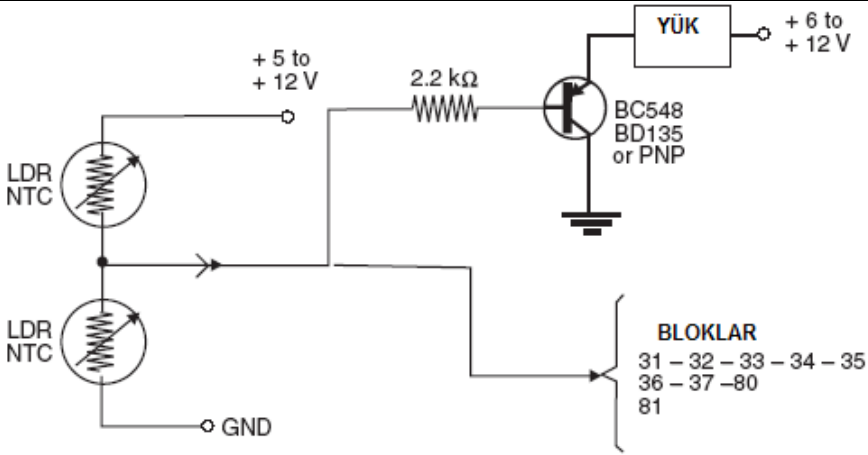
Şema 149 Diferansiyel Sensör

Şekil 10.12 de gösterilen devre; her birinin direncini kıyaslayarak iki sensör ile çalışır. LDR versiyonda, bu devrenin çıkış sinyali, sensörler üstüne düşen ışık miktarına bağlıdır. Eğer ışık miktarı, sensörler üzerinde eş zamanlı olarak yükselir veya düşerse, devrenin durumu değişmez. Fakat LDR2 ye kıyasla, LDR 1 de ışık miktarı yükselirse, devre tetiklenir. Potansiyometre yükün tetikleme noktasını ayarlamak için kullanılır.

Robotik projelerde bir uygulama “yol izleyen” robottadır. Aynı genel kavram diğer sensörler ile kullanılabilir. Sensörlerden birinin devre üzerinde diğerinden daha fazla etki kullanmasında olduğu gibi devre faaliyeti doğrusal değildir. Tasarımcı, devrenin çalışma erimini, projede kullanırken hesaba katmalıdır.



Şekil 10.11 Şema 148: PNP Transistör kullanan temel şema (II)

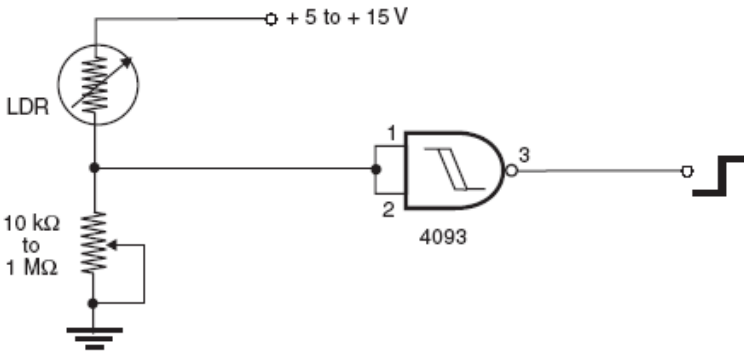


Şekil 10.12 Şema 149: Diferansiyel sensör

Şema 150 Dirençli Sensörler için Ani Etki (I)

Önceki devrenin çıkış voltajındaki yavaş değişimler, TTL veya CMOS teknolojileri kullanan mantık çalıştırma devreleri için uygun değildir. Şekil 10.13 de gösterilen devre, daha iyi mantık çalıştırma fonksiyonlarına izin vererek dirençli sensörlere gerekli ani etki ilave eder.

CMOS uygulamaları için, kapı 4093 IC de mevcut olan dördünden biri olabilir. TTL uygulamaları için, 7404 IC kullanılabilir. Hassaslığın daha yüksek olduğu (yüksek-empedans girişlere uygun olarak) CMOS uygulamalarında, potansiyometre normal koşullar altında 2.2 MΩ luk maksimum bir değer ile sensör direncinin 2-4 katı olmalıdır, aynı; CMOS kapılarından daha düşük olan 47 kΩ civarı hassaslığa uygun daha yüksek direnç limiti için geçerlidir.

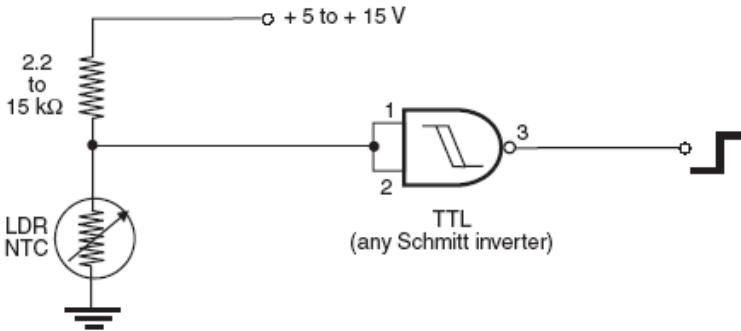


Şekil 10.13

Şema 151 Dirençli Sensörler için Ani Etki (II)

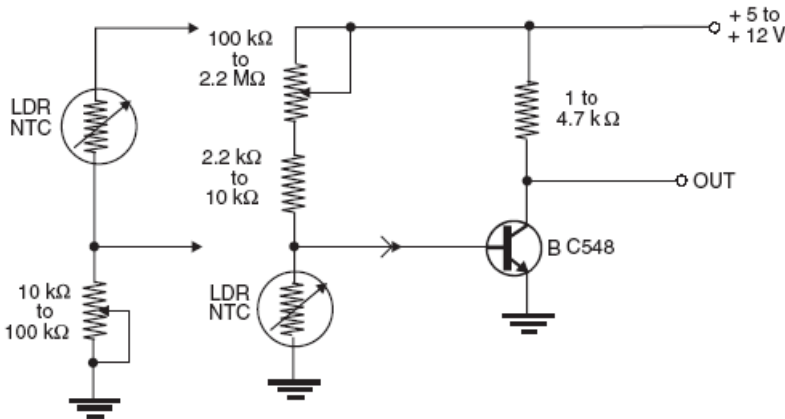
Şekil 10.14 de gösterilen bloğun çıkışı; eğer sensör bir LDR ve karanlıkta olduğu zaman düşüktür. Sensör aydınlandığı zaman, devrenin çıkışı yüksek mantık seviyesine geçer. Bir Schmitt çevirici kullanıldığından mantık şemalarını çalıştırmak için devre gereken ani etkiye sahiptir.

CMOS uygulamalar için, bir 4093 ün dört kapısından birinin kullanımı ile bir mantık çevirici yapılabilir ve TTL uygulamaları için 7402 kullanılabilir. Önceki şemalarda açıklanan aynı nitelikler bu şemada da bulunur.



Şekil 10.14

Şema 152 Artan Hassasiyet



Şekil 10.15

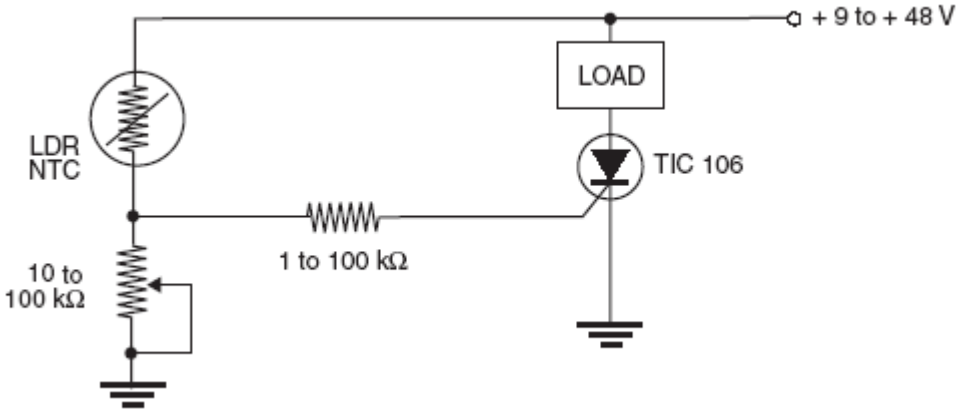
Şekil 10.15’de gösterilen bu basit şema, bu notlarda gösterilenler gibi eğer şemaları çalıştırmak için yeterli akım üretemiyorsa; bir dirençli sensörün hassaslığını arttırmak için kullanılır.

Bunun gibi bir bloğun kullanımı; eğer, sensörün düşük-direnme durumunda, devre tarafından ihtiyaç duyulan akımı sağlamak için dirençlilik hala yeteri kadar düşük değilse gereklidir. Örneğin; eğer bu şemayı bir LDR ile kullanıyorsanız ve çok zayıf ışık kaynaklarını belirlemek isterseniz; bu bloğun kullanılabilmesinden önce sinyali yükseltmelisiniz. Genel olarak, bu şema; bir uygulamada sensör direncinin $100\text{ k}\Omega$ ile sonsuzluk arası erimde değiştiği zaman tavsiye edilir.

R direnci, arzu edilen devre hassaslığını vermek için seçilmiştir. İdeal değerler, düşük-direnç durumunda sensör değerinin 2 ve 5 katı arasındadır. Şemada, devreyi çalıştırmak için kullanılabilecek olan bu devrenin şemalarını gösteriyoruz.

Şema 153 Bir SCR Kullanan Işık ile Çalışan Devre

106 serisinden (TIC106, IR106, MCR106, C106 vs.) olanlar gibi hassas SCRler; solenoitler, röleler, motorlar vs. gibi yükleri çalıştırmak için kısa ışık pulsları ile tetiklenebilirler. Şekil 10.16 bunun nasıl yapılabileceğini gösteriyor.



Şekil 10.16 SCR bloğu

Potansiyometrenin, normal koşullar altında (tahrik edilmemiş) sensör direncinden 2 – 5 kat daha düşük bir değere sahip olma ihtiyacı vardır. Bu potansiyometre devrenin tetikleme noktasını ayarlamak için kullanılır. Bu düzenlemede üç önemli nokta hesaba katılmalıdır:

1. SCR, dc kaynaklardan güç aldığı zaman mandallayıcı bir aygıttır. SCR bir kere açıldı mı, tetikleme pulsu yok olduktan sonra bile açık kalır.

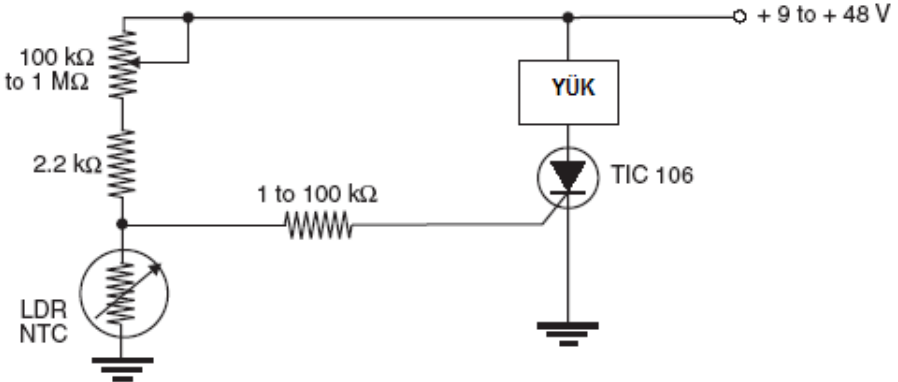
2. SCRdeki 2V civarındaki voltaj düşmesi belirli olduğu zaman görünür. Bu voltaj düşmesini, güç kaynağı voltajını artırarak telafi edilmelidir.
3. Devrenin kapanmaya tetiklenmesi için, güç kaynağını kapatmak veya SCRnin anot ve katodu arasında anlık süreli bir temas anahtarı ilave etmek gerekir.

Bir LDR yerleştirildiği zaman aynı genel kavramlar kullanılır, diğer dirençli sensörler için de geçerlidir. Bu devre, bir aşırı sıcaklık derecesi anahtarı olarak kullanılabilir.

Şema 154 Bir SCR Kullanan Karanlıkta Çalışan Devre

Şekil 10.17’de gösterilen şema, LDR üstüne düşen ışık miktarının bir gölge ile azaldığı zaman veya sensörün bir ışık kaynağından uzaklaşmasında bir yükü (röle, motor vs.) açar.

Bu devredeki potansiyometre, normal çalışma koşulları altında (ışık olmadan) sensör direncinin 2 – 5 katı arasında olmalıdır. Potansiyometre devrenin tetikleme noktasını ayarlar. Devre çalışması hakkında önceki şemata tartıştığımız noktalar burada da geçerlidir.



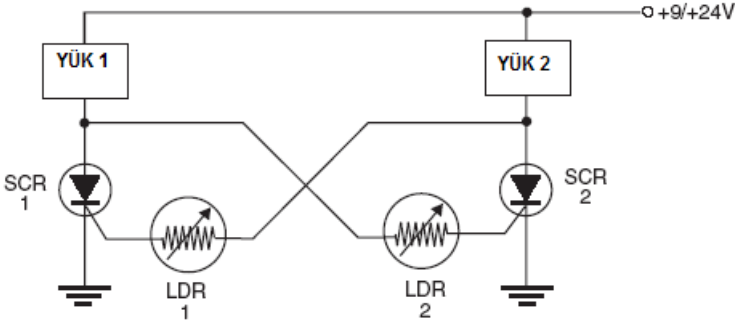
Şekil 10.17 Şema 154: Karanlıkta çalışan SCR

Şema 155 Dirençli Sensörler Kullanan Öncelik Devresi

Bu devre, robotik, mekatronik ve yapay zeka içeren birçok pratik projelerde kullanılabilir. Eğer sensörler, LDRlerden oluştu ise; Şekil 10.18’de gösterilen devre hangi LDRnin ilk önce aydınlandığına bağlı olarak yüklerden birini tetikler.

İki ışık parlaması uygulamasında, her LDRye birinin düşmesi ile, ilk parlaması; diğer sensöre polarizasyon gerilimi veren devrede bir voltaj düşmesine neden olarak uygun SCR üzerinde tetikleme yapar. Diğer sensörü kullanırken, devrenin çalışma hızını hatırlamak önemlidir. Isı

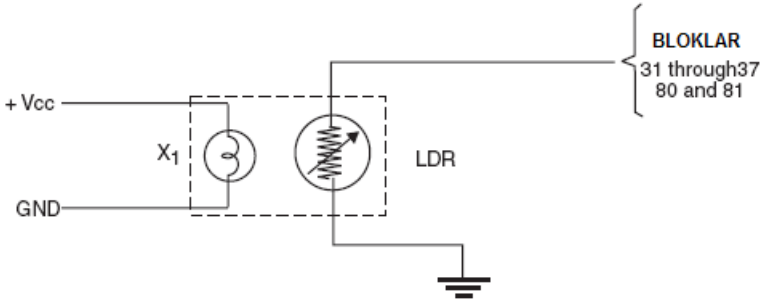
derecesi sensörü durumunda, her sensörün sıcaklık derecesine bağlı olarak hareket çok yavaştır.



Şekil 10.18 Şema 155: LDRler kullanan öncelik devresi

Şema 156 LDR Kullanan Opto – İzolatör

Şekil 10.19, küçük bir akkor lamba ve bir LDR kullanarak basit bir opto – izolatörün nasıl yapıldığını gösteriyor. Düzenleme, bir robotik veya mekatronik projede bir başka şemadan bir başka devre şemasını izole etmek için kullanılabilir. Örneğin; lamba bir düşük voltaj devresinden çalıştırılabilir ve LDR, bir yüksek-voltaj devresini denetlemek için kullanılabilir.



Şekil 10.19 Şema 156: LDR kullanan opto-izolatör

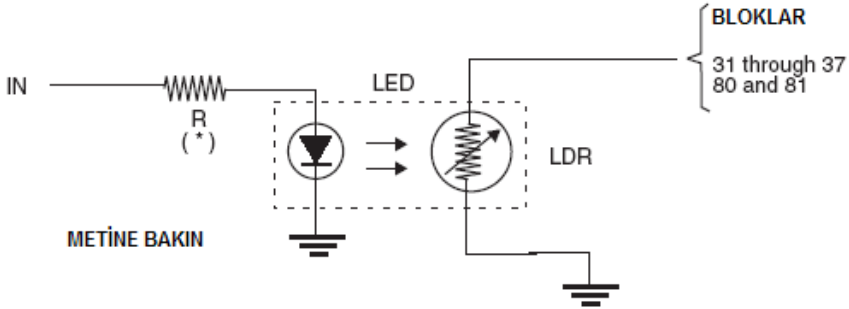
Hem LDR hem de lamba, ortamdaki ışığın etkisini engellemek için bir ışık geçirmez çevirme içine yerleştirilmelidir.

10 ve 500 mA arası akım eriminde olan herhangi bir küçük bir lamba kullanılabilir. Devreyi ac güç hattından çalıştırmak için bir 100 kΩ direnç ile seri olarak neon lambaları da kullanabilirsiniz. 220/240 Vac güç hattına lambalar ile seri olarak bir 220 kΩ direnç yerleştirin. Şekilde, bu devre ile çalıştırılabilen şemaları belirtiyoruz.

Şema 157 Mantık Girişli Opto-İzolatör (TTL ve CMOS)

Şekil 10.20, TTL veya CMOS çıkışlarından bir opto-izolatörü çalıştırmak için bir LED'in nasıl kullanılabileceğini gösteriyor. Direnç R_{in} nin değeri mantığa ve Tablo 10.1 de verildiği gibi güç kaynağı voltajına bağlıdır.

LED ve LDR, ortamdaki ışığın etkisinden korunmaları için ışık geçirmez bir çevirme içine yerleştirilmelidir. LDR direncinin giriş mantık seviyesi yüksek olduğu zaman düşer (1).



Şekil 10.20 Şema 157: TTL mantığı için opto-izolatör

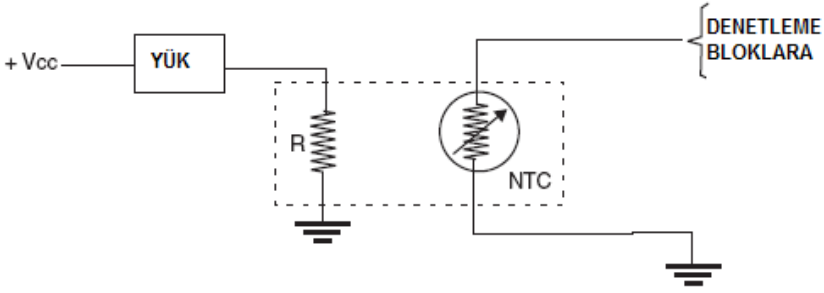
Tablo 10.1 R Değer. Mantık ve Voltaj

Mantık	R Değeri
TTL	330 Ω
CMOS-5 V	390 Ω
CMOS-6 V	470 Ω
CMOS-9 V	820 Ω
CMOS-12 V	1 k Ω
CMOS-15 V	1.5 Ω

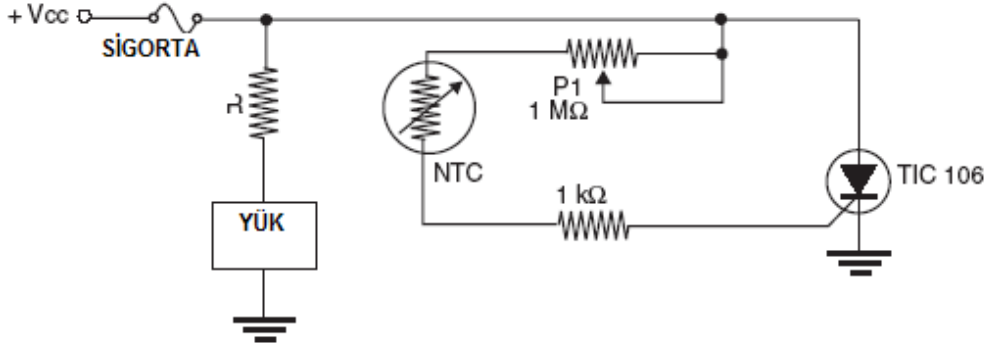
Not: Yayıcılar gibi olan LRDleri kullanan bütün aygıtlar, Scmitt tetikleyicileri gibi olan aygıtlar, SCRler, transistörler, alıcılar gibi olan Darlington transistörleri ve diğer düzenlemeler tasarlanabilir.

Şema 158 NTC Kullanan Akım Sensörü

Şekil 10.21 de kullanılan şema, elektrik teması yapmadan bir devredeki akımı algılamak için kullanılabilir. Nikrom kablosu küçük bir çevirme içine bir NTCnin yanına yerleştirilir. Kablonun sıcaklık derecesi, kendinden geçen akım miktarına bağlı olarak yükseldiği zaman NTC değişimleri algılar ve devrede etki yapar. Bu devre, bir dc motorun karşılaştığı bir engel ile durdurulduğu zaman aşırı yüklenme sorunlarını engellemek için koruyucu bir devreyi tetiklemek için kullanılabilir.



Şekil 10.21 Şema 158: Akım sensörü



Şekil 10.22 Şema 159: Termal manivela

Şema 159 Termal Manivela

Bu devre, aşırı yük durumunda motorları ve diğer yükleri korumak için kullanılabilir. NTC, bir nikrom kablosunun veya kablo sarımlı bir direncin yanına monte edilir. Şekil 10.22 de gösterildiği gibi koruyucu bir eleman olarak bir sigorta kullanılabilir.

Aşırı akım durumundan dolayı direncin veya kablonun sıcaklık derecesi yükseldiği zaman, NTC; SCRYi açılması için tetikler, sigorta toprak ile kısa devreye konulur. Bu, devreyi koruyarak sigortanın açılmasına neden olur.

Potansiyometrenin direnci, normal çalışma sıcaklık derecesinde NTCnin direncinin 3-5 katında olmalıdır. 1 ve 100 kΩ arası erimdeki dirençli NTCler, 106 ailesinin SCRLeri için tavsiye edilir. Manivela devreleri hakkında daha fazla detay için önceki şemalardaki açıklamalara bakın. Bu uygulamada, sigortayı yakmak için gerekli olan yüksek akımı SCRNin sağlayabileceğini hatırlayın.

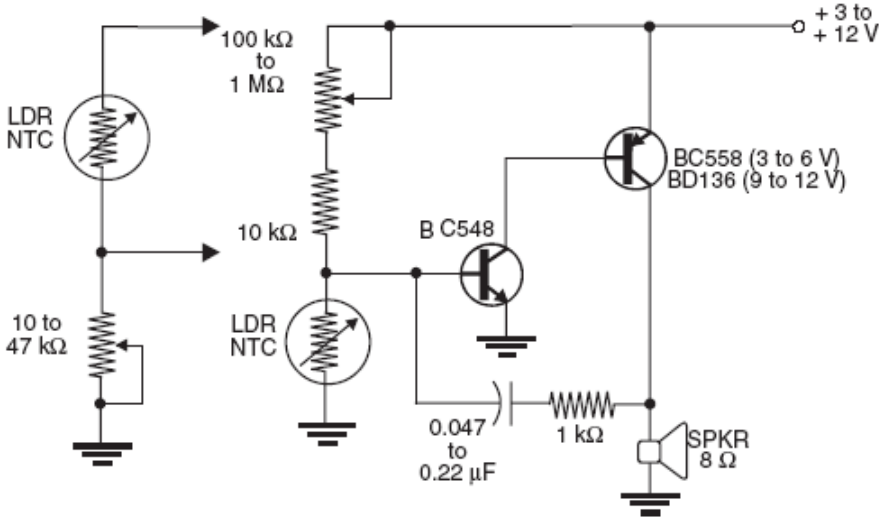
Şema 160 Işık / Sıcaklık Derecesi – Denetimli Osilatör

Şekil 10.23 devresi, analogtan dijitala çeviricidir. (ADC veya A/D çevirici); bir sensör üzerine düşen ışık miktarı veya bir sensörün sıcaklık

derecesi bir osilasyon frekansına çevrilir. Sensörün direnci ve kondansatör C1 frekans çıkış erimini belirler. Şekilde gösterilen değerler ile devre bir hoparlörden yayılan sessel bir ton üretir.

Robotik ve mekatronikte bu devre için olan düzenlemeler; sıcak nesneye dokunduğu veya bir ışık parlaması “gördüğü” zaman sessel bir tepki vermeyi içerir. P1 potansiyometresinin ilave edilmesi ile, osilatörü osilasyonun başlangıcına koymak mümkündür böylece sıcaklık derecesi belli bir değerin üstüne çıktığı zaman veya sensör üstüne ışık düşmesiyle tetiklenir.

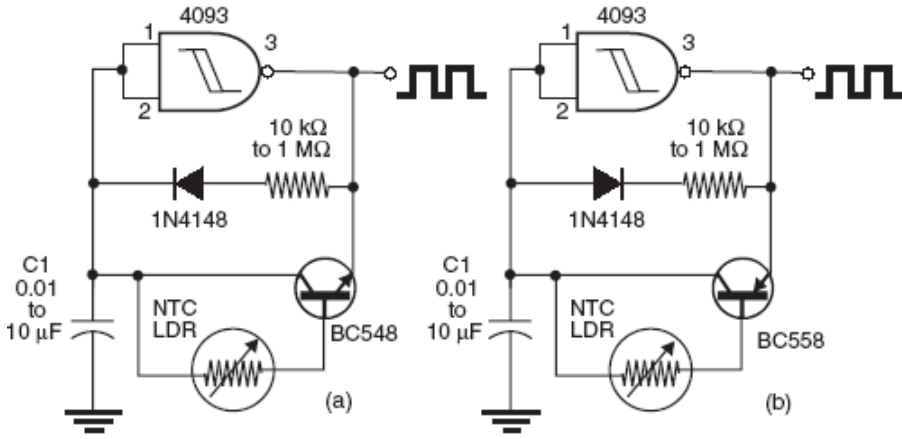
P1 ve sensör, devrenin etkisini değiştirmek için birbirlerinin yerine kullanılabilir (karanlık ile veya sıcaklık derecesi düştüğü zaman tetiklenir). Bu devre, dokunmatik sensörler ve basınç sensörleri gibi diğer dirençli aygıtlar ile de çalışır.



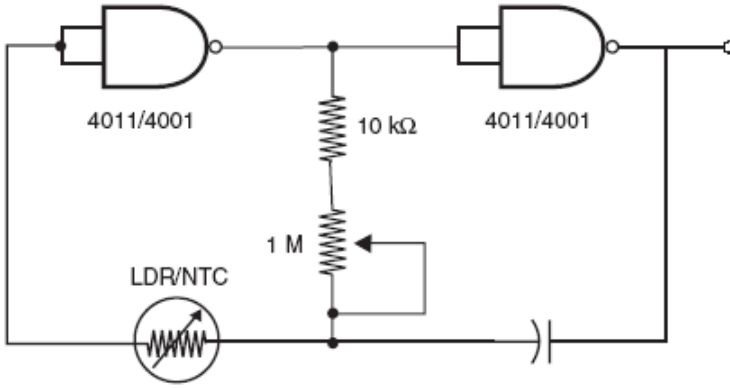
Şema 10. 23 Şema 160: Sensör – denetimli osilatör

Şema 161 Işık – Duyarlı / Sıcaklık Derecesi – Bağımlı Osilatör

Bir CMOS NAND kapısı kullanarak bir osilatörün hassaslığını arttırmak üzere, Şekil 10.24 de gösterildiği gibi bir transistör ilave edilebilir. Kondansatör frekans erimini ve direnç R1 merkez frekansı belirler. Bu; bir PNP transistörü veya bir NPN aygıtı kullanmanıza ve diyotu çevirmenize göre pulsların genişliği veya ayrılığı ile değişken bir iş-çevrim (puls-darbe periyot) osilatörüdür.



Şekil 10.24 Şema 161: Işık/sıcaklık derecesi denetimli osilatör



Şekil 10.25 Şema 162: Isı derecesi/ışık – bağımlı osilatör

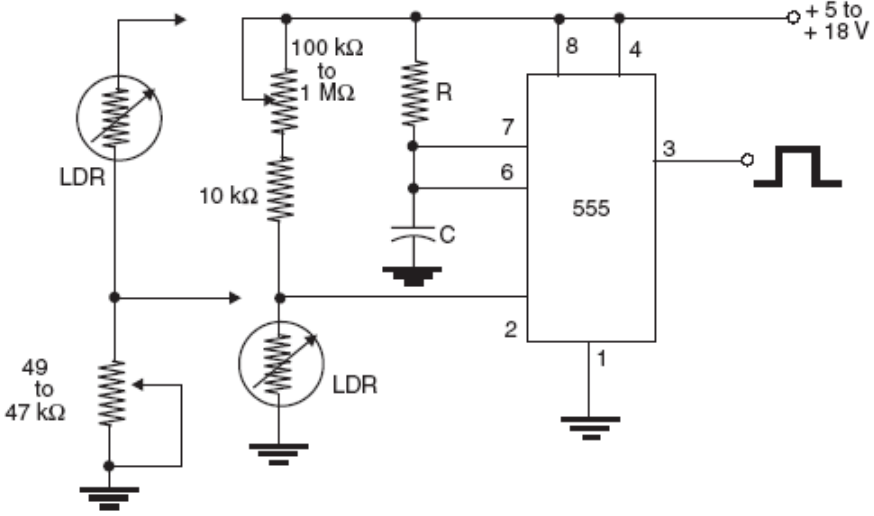
Şema 162 Işık/Sıcaklık Derecesi – Bağımlı Osilatör

Şekil 10.25’de gösterilen şema, frekansın sıcaklık derecesine veya sensör üstündeki ışık miktarına bağlı olduğu bir osilatörün başka bir düzenlemesidir. Devre, iki CMOS NAND (veya NOR) kapısı kullanır. Bu düzenlemede 4001 IC’yi gösteriyoruz fakat sorunsuz olarak 4011 de kullanılabilir. Kondansatör frekans erimini belirleyecektir. Devre, bu kitapta açıklanan şemaların çoğunu çalıştırabilir ve 5 – 15 V arası erimlerden güç alabilir.

Şema 163 Işık/Sıcaklık Derecesi – Tetiklemeli Monostabil

Şekil 10.26’da gösterilen devre, bir sensör direncinin düşmesinde (a) veya yükselmesinde (b) tetikleyebilir. Kısa bir ışık patlaması (veya karanlık) ile bir kere tetiklendiğinde, 555 IC’nin çıkışı yüksek mantık seviyesine gider

ve voltajı yüke teslim edebilir. Çıkış, R ve C tarafından belirlenen bir zaman



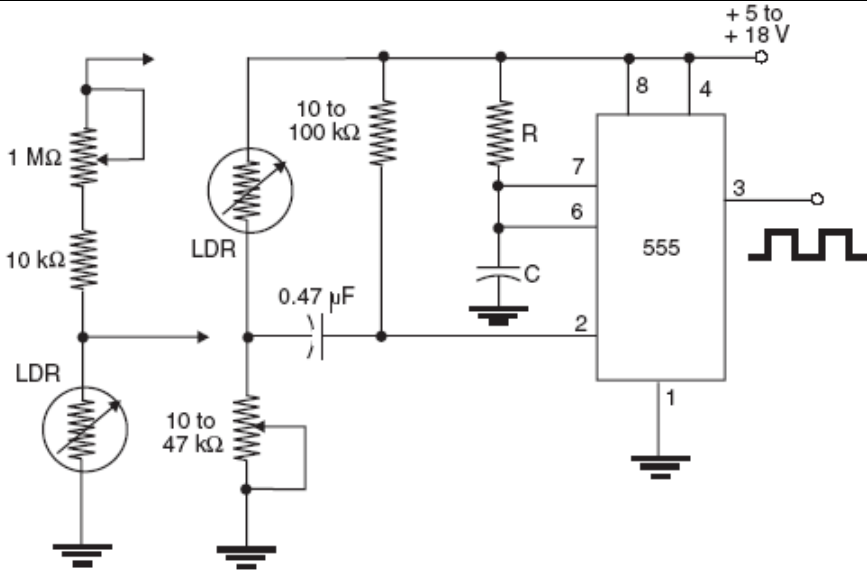
Şekil 10.26 Şema 163: Işık/sıcaklık derecesi – tetiklemeli tek kararlılık

aralığı kadar açık kalır. Direnç 10 kΩ luk veya daha yüksek bir birim olabilir ve C nin 1 nF ve 1.000 μ F arası erimde değerleri olmalıdır. Bir 1,000 μ F kondansatör ve bir 1 MΩ direnç kullanımı ile, bir kere tetiklendi mi 15 dakika civarında açık kalır.

Devreye 5 ve 18 V erim arası kaynaklardan güç verilebilir. Eğer TLC7555 (555 in CMOS versiyonu) kullanıyorsak, devreye 3 V dan itibaren güç verilebilir. 1.5 V kadar düşük voltaj kaynakları ile çalışabilen, 555 in düşük voltaj versiyonu da vardır.

Şema 164 Hızlı Monostabil Sensör

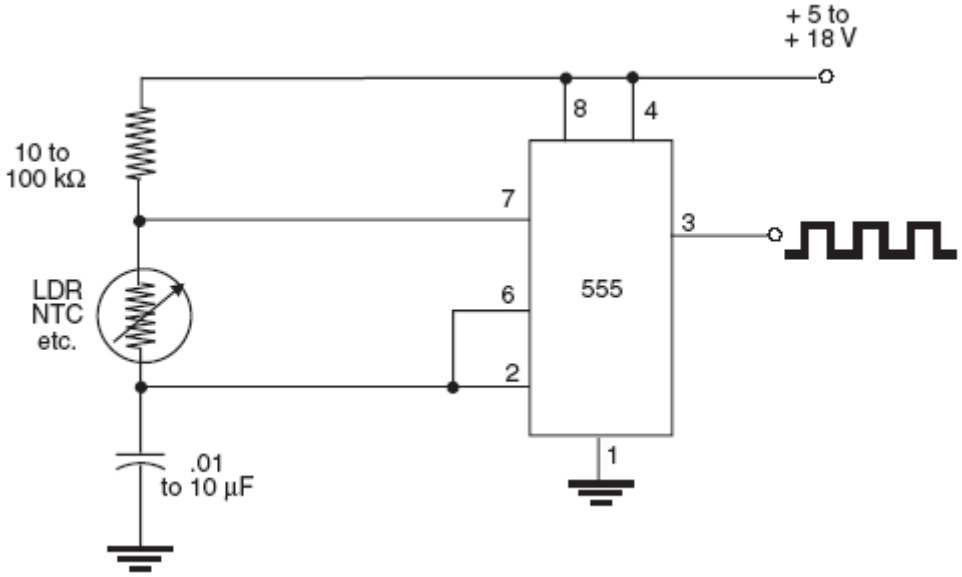
Bu devre, sensör eğer bir LDR ise; hızlı pulsarı belirlemek için tavsiye edilir. Çalışması önceki şema ile aynıdır. Şekil 10 27 de gösterilen bileşenler, önceki şemada gösterildiği gibi belirlenir.



Şekil 10.27 Şema 164: Hızlı monostabil (tek kararlı)

Şema 165 Işık/Sıcaklık Derecesi – Bağımlı Osilatör

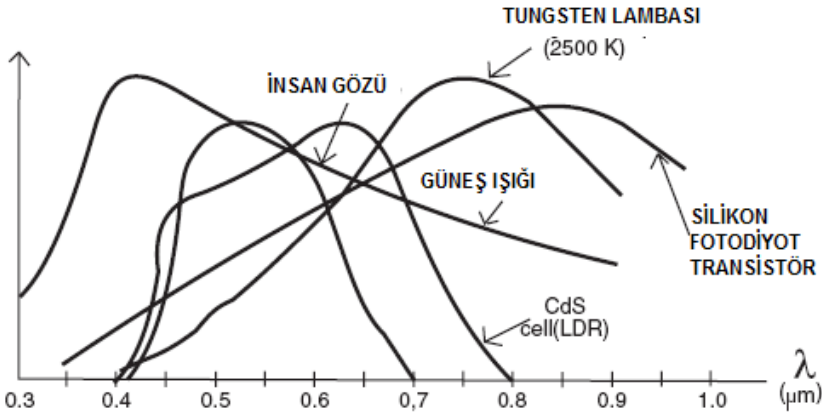
Bu devre, dokunmatik veya basınç sensörleri ile de kullanılabilir. Şekil 10.28 de gösterilen şema, devredeki R ve C ye bağlı olarak bir hertzin kesrinden 500 kHz ye kadar olan bir erimde bir kare dalga üretir. Frekans, şemada gösterilen formülü kullanarak hesaplanır. Şema 92 de gösterilen devrede, potansiyometre P1 in bölümlerinden birinin değiştirilmesi ile, bir sıcaklık derecesi/ışık-denetimli puls genişlik modülasyon (PWM) devresine sahip olmak mümkündür.



Şekil 10.28 Şema 165: Işık/sıcaklık derecesi – bağımlı osilatör

10.5 Diğer Bilgiler

Şekil 10.29, bazı ışık kaynaklarının tayfını ve LDRyi gösteriyor. Bu eğriler; bir LDRyi, bir IR (kızılötesi) veya UV (mor ötesi) sensörü gibi kullanırken faydalı olabilir. Foto diyotlar, fotoseller gibi dirençsiz sensörler ve fototransistörler dahildir.

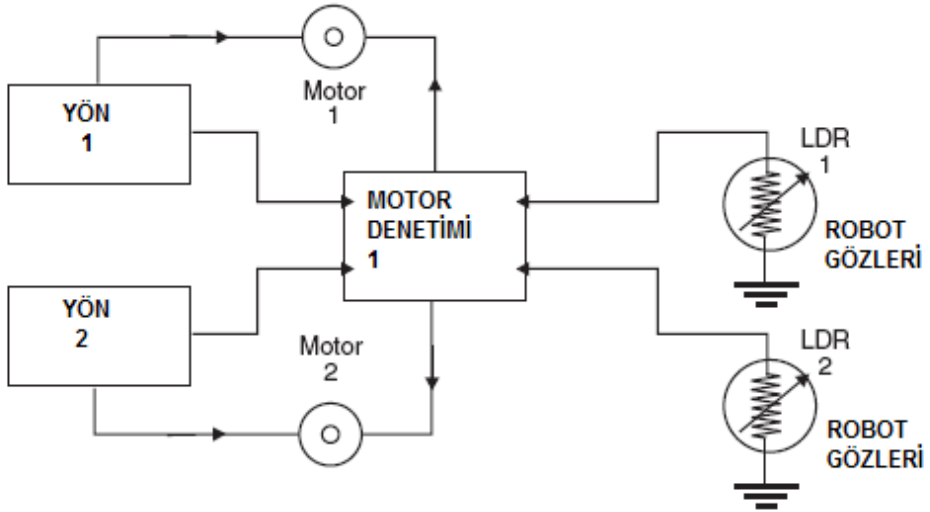


Şekil 10.29 Bazı kaynaklar/sensörler için tayfsal performans

10.6 Proje Önerileri

Birçok şemada bulunan potansiyometre, dirençli sensörler ile değiştirilebilen dc motorların denetimi için tavsiye edilir. Özellikle tavsiyelerimiz;

1. Şema 65 ve 66: bir ışık – veya sıcaklık derecesi – denetimli yük yaratmak için potansiyometreyi bir LDR veya NTC ile değiştirebiliriz.
2. Şema 70 – 74: potansiyometreyi dirençli sensörler ile değiştirebiliriz.
3. Zeminde koyu bir çizgiyi takip eden bir robot düzenlemesi yaratabiliriz.
4. Bir lamba veya bir mum gibi bir ışık kaynağının yerini belirlemek için iki LDR kullanan bir robot tasarlayabiliriz.
5. Önceki gibi bir sisteme ek olarak öyle bir zeka ilave edelim ki: robot bir lamba arasın fakat aşırı ışıktan da “korksun” ve böylece kaynaktan uzakta “güvenli” bir mesafede kalsın. Şekil 10.39, bu iş için gerekli seviyeye getirilebilecek bir devre gösteriyor.
6. Diğer potansiyometreleri pozisyon sensörleri olarak kullanan, potansiyometreler ile denetlenebilen bir kol yaratabiliriz.
7. Sıcak nesneleri soğuk olanlardan ayırabilen bir robota sıcaklık derecesi sensörü ilave edebiliriz.



Şekil 10.30 Işıktan “korkan” robot

11 Op-Amp ve Komparatörler

11.1 Amaç

Bu bölümün amacı; robotik ve mekatronik içeren projelerde işlem amplifikatörlerin ve komparatörlerin (karşılaştırma devresi) nasıl kullanılabileceğini göstermektir. Bu bölüm, temel bir işlem amplifikatörün (op-amp) nasıl çalıştığını ve voltaj komparatörü (karşılaştırma devresi) olarak nasıl kullanıldığını gösteriyor. Açıklayıcı materyalleri takip ederek, işlem amplifikatörü kullanan birçok şema açıklanmış olacaktır; röleler, motorlar ve solenoidler gibi çalıştıran yükler ve LDRler, NTCler gibi sensörlerden alınan sinyaller ile çalışmalar ve dokunmatik sensörler.

11.2 Teorik Temeller

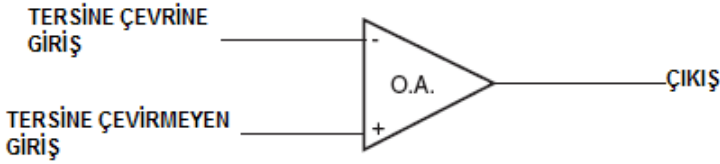
İşlem amplifikatörlerinin günümüz elektroniğinde geniş uygulamaları vardır. Sensörlerden gelen sinyalleri yükseltirler, filtre gibi çalışırlar ve sinyal üretirler. Robotik ve mekatronik tasarımcısı, bu projelere uygun birçok ticari tip bulabilir. Yine de, verilen bir uygulama için uygun bir aygıtı seçmek için nasıl çalıştığını bilmelisiniz ve onun ana niteliklerini yorumlamalısınız.

11.2.1 İşlem Amplifikatörleri ve Karşılaştırma Devresi

Analog bilgisayarlarda matematik işlemlerini gerçekleştirmek için orijinal olarak tasarlanan devreler işlem amplifikatörleridir (op-amplifier). Dc eriminde orta frekans sinyallerine çalışabilen hassas amplifikatörler olduklarından, birçok başka uygulamalarda bulunur.

Bugün robotik ve mekatronik proje tasarımcısı birçok işlem amplifikatörünü entegre devreler (ICler) şeklinde bulabilir. Bu IC'ler ucuzdur, bulması ve kullanması kolaydır ve bu notlarda da ifade edildiği gibi belirtilen projeler için bunları ideal yapan bazı yaygın elektriksel niteliklere sahiptirler.

Temel işlem amplifikatörünün iki girişi vardır: tersine çeviren giriş (-) ve tersine çevirmeyen giriş (+). Tersine çeviren giriş bir sinyal uygulandığında, bu; Şekil 11.1 de gösterildiği gibi çıkışta zıt faz olarak görünür. Diğer yanda tersine çevirmeyen giriş uygulanırsa, çıkışta aynı faz olarak görünür.



Şekil 11.1 Bir işlem amplifikatörü

Bir işlem amplifikatörünün temel elektrik nitelikleri aşağıdaki gibidir:

- Çok yüksek giriş empadansı (FETleri kullanan tiplerinde birkaç megaohmdan belki de 1,000,000 MΩ a kadar)
- Çok düşük çıkış empedansı (tipik olarak 50 – 100 Ω arası)
- Yüksek voltaj kazanımı (10,000 den 1,000,000 ün üstüne)

Bir uygulamadaki işlem amplifikatörünün kazanımı, Şekil 1.12’de gösterildiği gibi geri besleme bağlantısı ile verilir.

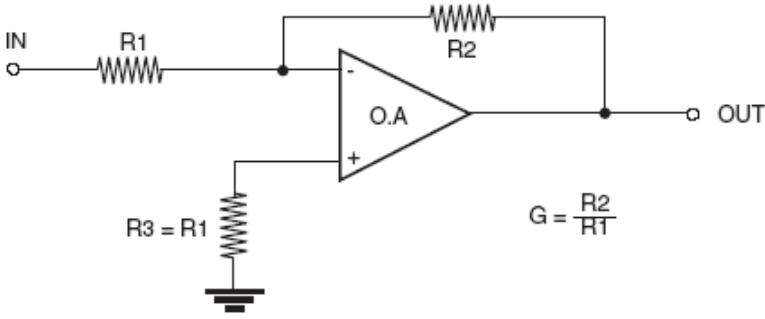
İşlem amplifikatörü için önemli bir uygulama *voltaj komparatörüdür*. (karşılaştırma devresi) Bir voltaj karşılaştırma devresi; iki giriş voltajını karşılaştıran ve girişlerin eşit veya eşit olmadıklarında belirtip çıkışa veren bir yüksek kazanımlı işlem amplifikatörüdür.

İşlem amplifikatörünün girişlerinden birisinde, Şekil 11.3’de gösterildiği gibi dirençler tarafından oluşan bir voltaj bölücüyle normal olarak sağlanan bir referans voltajı uygulanır. Çıkış, aşağıdaki üç olasılıktan birisidir:

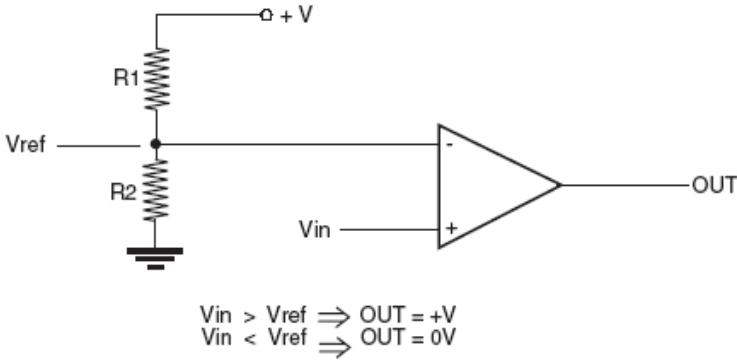
- Eğer girişe uygulanan voltaj, referans voltajına eşitse; çıkış sıfırdır.
- Eğer uygulanan voltaj referanstan daha yüksek ise; çıkış pozitif voltajdır.
- Eğer giriş voltajı referanstan daha düşükse; çıkış negatif voltajdır.

Yüksek kazanımından dolayı karşılaştırma devresinin, Şekil 1.14 de bir eğri ile gösterildiği gibi girişin referans voltajından geçtiği zaman bir “ani” etkimesi vardır. Bu ani etkime; bu bölümde açıklayacağımız gibi sensörleri de kapsayan uygulamalarda karşılaştırma devresini ideal yapıyor.

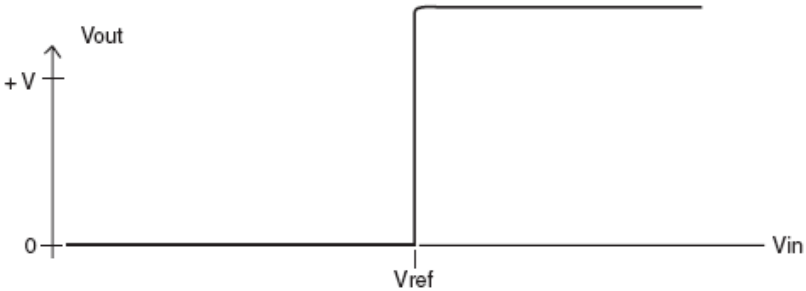
Referans voltajını tersine çevirmeyen girişi uygulamak da mümkündür. Bu durumlarda; çıkış, giriş sinyaline karşılaştırmalı olarak tersine çevrilir; yani, voltaj referansın üstüne yükseldiği zaman çıkış düşüşe geçer.



Şekil 11.2 Bir işlem amplifikatörünün kazanımı



Şekil 11.3 Voltaj karşılaştırma devresi



Şekil 11.4 Bir voltaj karşılaştırma devresi için ani etkiye

11.2.2 Pencere Karşılaştırma Devresi

Şekil 11.5 de gösterildiği gibi, *pencere karşılaştırma devresini* oluşturmak için iki karşılaştırma devresi bağlanabilir. Çalışma açıklaması çok kolaydır: R1, R2 ve R3 tarafından oluşan voltaj bölücü ile belirlen karşılaştırma devrelerinden birisi V1 referans voltajını ve diğeri V2 voltaj referansını tetikler. Bu durumda V2, V1 den yüksektir.

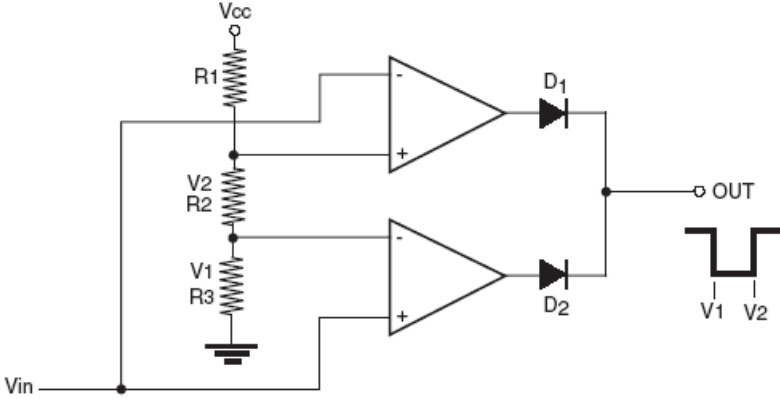
Giriş voltajının sıfır olduğunu varsayarak, (VC1) 1. karşılaştırma devresinin çıkışı yüksek mantık seviyesinde veya güç kaynağı voltajındadır

ve (VC2) 2. karşılaştırma devresinin çıkışı 0V'dır. Çıkıştaki diyotların varlıklarını dikkate alırsak, ÇIKIŞ 1 ve ÇIKIŞ 2 nin voltajlarının birleşiminde ÇIKIŞ daki voltaj seviyesi yüksektir.

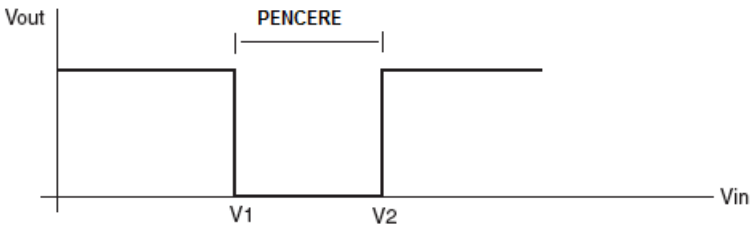
Giriş voltajı V1'e yükseldiği zaman, VC1 çıkışını 0V a değiştirir. Sonuç olarak her iki çıkış (ÇIKIŞ1 ve ÇIKIŞ 2) artık sıfırdır ve birleşik çıkış da sıfırdır.

V2 ye ulaştığı zaman voltaj yükselmeye devam eder, karşılaştırma devresi 2 (VC 2) çıkışını 0 V dan güç kaynağı voltajına yakın bir pozitif değere değiştirir. İki çıkışı birleştirerek, artık bir ÇIKIŞ pozitifimiz olur. Şekil 11.5a, bu genel kavramı grafik olarak gösteriyor. Biri pozitif ve diğeri negatif oldukları zaman bir diyottan diğerine olan akım sirkülasyonunu şema ettiklerinden diyotların varlıkları önemlidir.

İlk dilimde (0 – V1) çıkış pozitifdir. İkinci dilimde (V1 – V2), voltajın sıfıra düştüğü bir “pencere”miz var. Devam edelim, üçüncü dilimde (V2 ve üstü), çıkış tekrardan pozitifdir. Bu devrenin; V1 ve V2 tarafından belirlenen bir erimde voltajları belirlemek için kullanılabileceğine dikkat edin. R1, R2 ve R3 pencerenin genişliğini belirleyecektir.



Şekil 11.5 Pencere karşılaştırma devresi



Şekil 11.5a Pencere karşılaştırma devresinin nitelikleri

Eğer giriş bir sensörden gelirse, bu devre sensörlerin önceden belirlenmiş erimlerde ışığı, sıcaklık derecesi seviyelerini ve diğer koşulları algılayabildiklerinden “zeka” uygulamalarında kullanılabilir. Sonraki

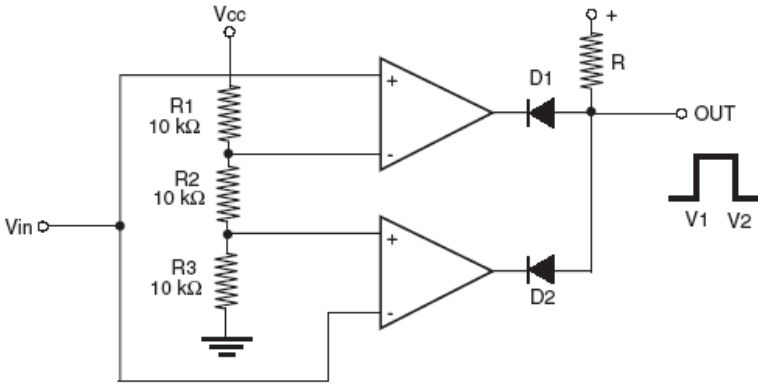
sayfalarda göreceğimiz gibi, devreye daha fazla zeka ilavesi ile pencereyi değiştirmek mümkündür.

Pencere karşılaştırma devresi için başka bir işlevsel olasılık Şekil 11.6 da gösterilmiştir. Bu durumda, daha önce açıklanan negatif pencereler yerine bir pozitif penceremiz var. Bu devrenin çıkışı, V1 ve V2 arası aralıkta yüksek veya pozitifdir.

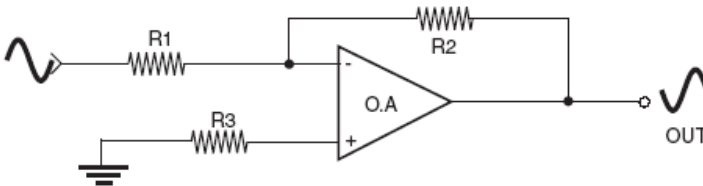
11.2.3 İşlem Amplifikatörleri ve Karşılaştırma Devreleri Nasıl Kullanılır

İşlem amplifikatörleri iki temel şekilde kullanılabilir:

1. *Doğrusal mod.* Doğrusal modda, işlem amplifikatörü, geri besleme tarafından verilen bir voltaj kazanımı ile sıradan bir ac veya dc amplifikatörü olarak çalışır. Şekil 11.7 de gösterildiği gibi, bu çalışma modu sinyallerin dalga şeklinde değişmeden yükseltilmeleri gerektiği zaman seçilir.



Şekil 11.6 Başka bir pencere karşılaştırma devresi



Şekil 11.7 Doğrusal modda çalışma

2. *Karşılaştırma devresi.* Bir karşılaştırma devresi olarak kullanıldığında, işlem amplifikatörünün, yüksekten düşüğe veya düşükten yükseğe, hareket

ederek, giriş yavaşça değiştiği zaman mantık seviyesi çıkışta olarak ani bir etkimesi vardır. Bu çalışma modu, sensörlerden veya diğer devrelerden gönderilen sinyallerden bir yükü tetiklemek için devre kullanıldığında tercih edilir.

11.2.4 Bir İşlem Amplifikatörün Seçimi

Belli bir uygulama için bir işlem amplifikatörü araştırıldığı zaman, tasarımcı aşağıdaki nitelikleri dikkate almalıdır.

Güç kaynağı voltajı. İşlem amplifikatörleri 1.5 – 30 V arası voltaj erimlerinde bulunabilir. Bazıları düşük-voltaj kaynakları ile iyi çalışmazlar; 741 (en tutulana) in en az 9 V a ihtiyacı vardır. Tasarımcı, devredeki voltajın bir işlem amplifikatörüne yeterli gücü verecek kadar yüksek olduğundan emin olmalıdır.

Açık-eğri kazanımı. Bu bir işlem amplifikatörün 10,000 ile 100,000 arasında değişen maksimum kazancıdır. İşlem amplifikatörleri sadece karşılaştırma devresi olarak kullandıklarında maksimum kazanımla çalışırlar. Doğrusal modda kullandıkları zaman, kazanım geri besleme eğrisi ile belirlenir. Bileşenin veri sayfasında, kazanım dB veya V/mV veya $\mu V/V$ olarak verilebilir.

Voltaj kazanımı $\times$ band genişliği. Voltaj yükselme kazanırken bir işlem amplifikatörü tarafından yükseltilecek maksimum frekans düşer. Voltaj kazanımındaki frekansın 1 e düşmesi veya işlem amplifikatörü tarafından yükseltilebilen maksimum frekans bir işlem amplifikatörün band genişliğini belirler. 741 gibi sıradan tipler yaklaşık 1 MHz kadar düşük bir band genişliğine sahiptir. Bu gerçek, bu bileşenleri yüksek-frekans uygulamalarına uygun kılmaz. Bir işlem amplifikatörünün maksimum çalışma frekansı f_T olarak belirlenmiştir. (transition frequency = geçiş frekansı)

Ortak mod geri çevirme oranı (CMRR). Tersine çeviren ve tersine çevirmeyen girişlere aynı voltaj uygulandığı zaman, çıkış sıfır olmalıdır. Girişlere uygulanan aynı yüksekliğin sinyallerini geri çevirme yeteneği CMRR yi belirler. CMRR; dB de açıkça belirtilir ve tipik değerler 90dB civarındadır.

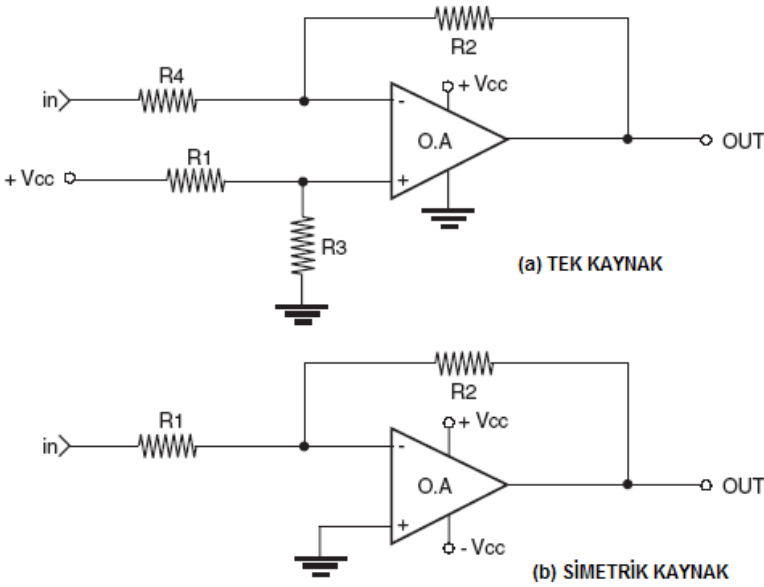
Giriş empedansı. İşlem amplifikatörlerin bazı tiplerinin çok yüksek giriş empedansları vardır. Çift kutuplu (bipolar) tipler için giriş empedansı birkaç megaohm erimindedir. FETleri kullanan tiplerde, bu empedans birkaç milyar megaohma veya daha yükseğe çıkar.

Çıkış empedansı. İşlem amplifikatörünün çıkış empedansı çok düşüktür – en çok tutulan tiplerde normal olarak 50 – 250 Ω erimi arasındadır. Ohmlar ile açıkça belirtilen bu empedans; işlem amplifikatörü tarafından teslim edilebilen veya çekilebilen akımın miktarını da belirtir.

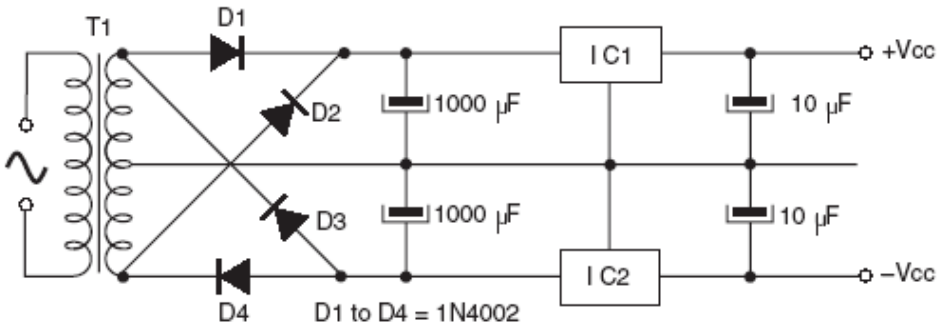
11.2.5 Güç Kaynakları

İşlem amplifikatörlerine, Şekil 11.8 de gösterildiği gibi tek – veya çift – voltaj kaynağından güç verilebilir. Aygıtlara tek voltaj kaynağından güç verildiği zaman, çıkış voltajı $0V$ 'dan güç kaynağı voltajına sallanır. İkili kaynak kullanıldığı zaman, çıkış voltajı $-V$ dan $+V$ a sallanır. Bu notlarda verilen uygulamalar için uygun olan ikili güç kaynağı Şekil 11.9 da verilmiştir.

Transformatörün, ac güç hattına göre önceliği vardır. Sekonder çıkış voltajına bağlıdır. Tablo 11.1, transformatörün voltajını, tavsiye edilen IC'leri ve çıkış voltajını veriyor.



Şekil 11.8 Bir işlem amplifikatörüne güç verilmesi



Şekil 11.9 İkili- voltajlı güç kaynağı

Tablo 11.1 *Transformatör Voltajı, Tavsiye Edilen ICler ve Çıkış Voltajı*

Transformatör*	IC1	IC2	Çıkış Voltajı
6 V × 1 A	7805	7905	5 + 5 V
7.5 V × 1 A	7806	7906	6 + 6 V
9 V × 1 A	7809	7909	9 + 9 V
12 V × 1 A	7812	7912	12 + 12 V
15 V × 1 A	7815	7915	15 + 15 V

* Transformatör akımı, 100 mA den 1 A e kadar herhangi bir değeri üstlenir. Transformatör tarafından üstlenilen akım çıkışa teslim edilecek olan akımdır.

11.3 Pratik Şemalar

Aşağıdakiler dirençli sensörler, işlem amplifikatörler, karşılaştırma devreleri ve pencere karşılaştırma devreleri kullanılan pratik şemalardır. Birçok durumda, şema bileşenleri; kullanılan sensöre ve çalıştırması gereken devre şemasına bağlı olarak belli uygulamalar ile uyuşmalıdır.

Şemalar; 741, LM324, CA3140 ve birçok diğerleri gibi sıradan işlem amplifikatörlerini kullanmak için tasarlanmıştır. Kullanılan işlem amplifikatörün tipine bağlı olarak, arzu edilen performansı elde etmek için diğer bileşenlerde değişimler gerekebilir.

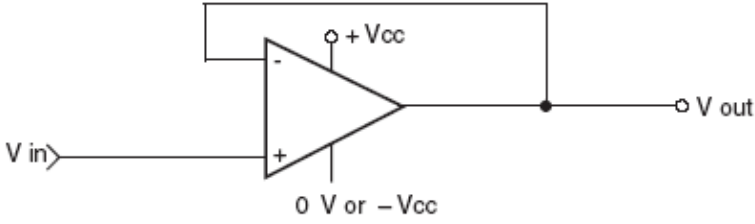
Şema 166 Voltaj İzleyici

Voltaj izleyicisinde, voltaj kazanımı 1'dir. Çıkış sinyalinin voltajı, girişe uygulanan sinyal ile aynıdır. Şekil 11.10 da gösterilen düzenlemeyi kullanmanın avantajı, devrenin çok yüksek bir giriş empedansını bloğa gerçek bir güç kazanımı ile sonuç veren çok düşük çıkış empedansına çevirmesidir.

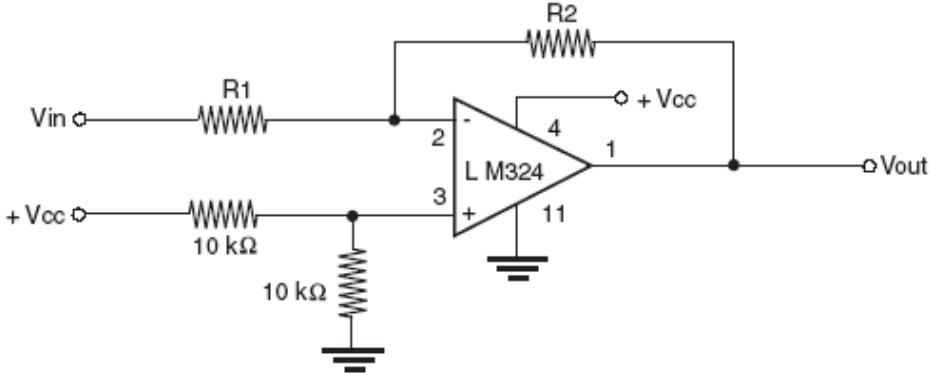
Bu düzenleme için, işlem amplifikatörü; uygulamalara ve güç kaynağı voltajına bağlı olarak bir 741, LM324 veya herhangi bir diğeri olabilir. Eğer devre negatif voltajlar ile çalıştırılacak ise, bir simetrik veya ikili güç kaynağına ihtiyaç vardır.

Şema 167 Kazanımlı Amplifikatör

Bir işlem amplifikatörün voltaj kazanımı; Şekil 11.11'de gösterilen devrede R2 direnci tarafından oluşturulan geri besleme ağ iletişimi tarafından verilir.



Şekil 11.10 Şema 166: Voltaj izleyici



Şekil 11.11 Şema 167: Kazanımlı Amplifikatör

R2 ve R1 dirençleri arasındaki direnç oranı, voltaj kazanımını verir. Gösterilen devrede, aşağıdaki tabloya göre değerlerin geniş bir eriminde kazanımı programlayabiliriz.

R2	Kazanım
10 kΩ	2
100 kΩ	10
500 kΩ	50
1 MΩ	100
10 MΩ	1000

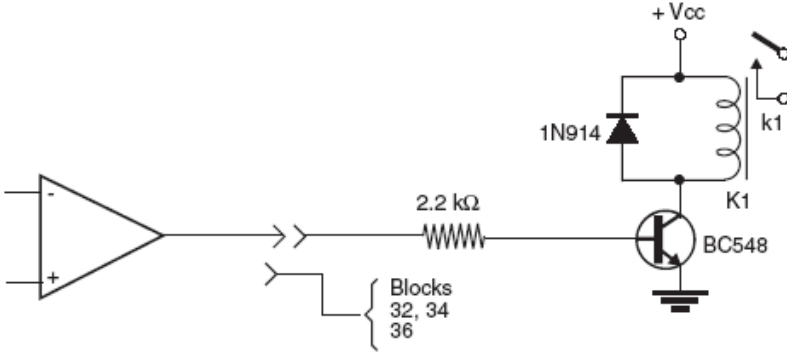
Devreye tek kaynaktan güç verilebilir fakat voltaj bölücüsünün kaynak voltajın yarısını tersine çevirmeyen girişe uygulaması gereklidir. Direncin, uygulamaya bağlı olarak bu girişte 10 – 100 kΩ erimi vardır.

Şema 168 Bir NPN Transistörün Çalıştırılması

Şekil 11.12 de gösterilen şema, bir karşılaştırma devresinin bir röleyi denetleyen NPN transistörünün çalıştırılmasında nasıl kullanılacağını gösteriyor. Bu şema, şekilde önerildiği gibi diğer yükleri çalıştırmakta

kullanılabilir. Şekil, karşılaştırma devresi tarafından çalıştırılabilen şemaları listeliyor.

Uygulamada, karşılaştırma devresinin çıkışı yüksek mantık seviyesine gittiği zaman röle açıktır (veya yüke güç verilir). Röleye veya yüke karşılaştırma devresinde kullanılan farklı olan bir voltaj kaynağından güç verilebilir. Tek gereken ortak bir topraktır. Bu devrenin yaygın kullanımları, sensörlerden gelenler gibi düşük güç sinyallerinden yükleri çalıştırmaktır.



Şekil 11.12 Şema 168: Bir NPN transistörün çalıştırılması

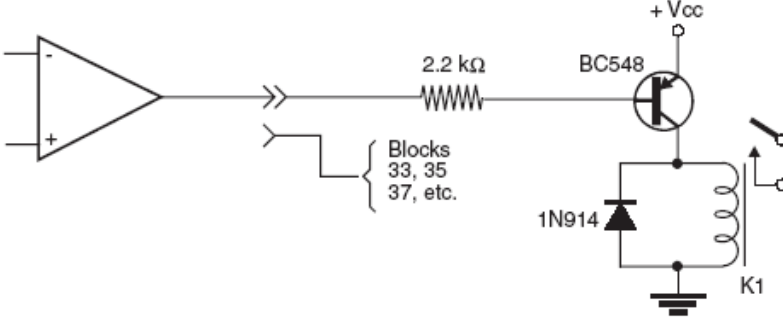
Şema 169 Bir NPN Transistörün Çalıştırılması

Şekil 11.13 de gösterilen şema, sıradan bir işlem amplifikatöründen veya bir karşılaştırma devresinden bir PNP transistörünü çalıştırıyor. Bu şema, şekilde belirtilenler gibi diğer şemaları çalıştırmakta kullanılabilir. Önceki şemata olduğu gibi, transistöre ve karşılaştırma devresine farklı voltaj kaynaklarından güç verilebilir. Tek gereken ortak bir toprak kullanımıdır.

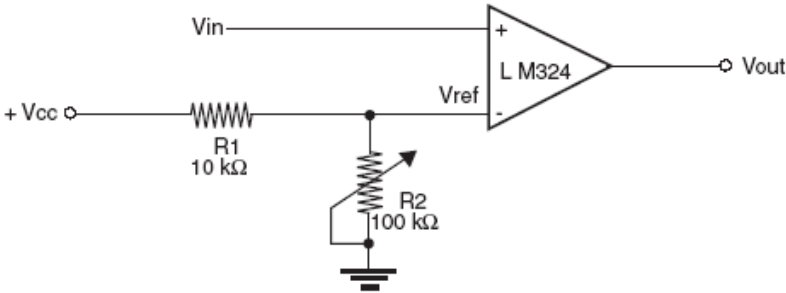
Şema 170 Temel Voltaj Karşılaştırma Devresi

Şekil 11.14 temel voltaj karşılaştırma devresini gösteriyor. Devre; röleleri veya diğer devreleri çalıştırmak için sensörler ile veya diğer sinyal kaynakları ile kullanılabilir. Yüklerin bu şemadan (röleler ve diğer yükler) nasıl çalıştırıldığını görmek için Şema 167 Ve Şema 168 e bakın.

Bir robotik veya mekatronik uygulamada devre, dirençli sensörler veya denetimler ile kullanılabilir. Tetikleme noktası veya karşılaştırma devresinin çıkışındaki voltaj; düşük mantık seviyesinden yüksek mantık seviyesine (güç kaynağı voltajı) gider, R1 ve R2 tarafından oluşturulan voltaj bölücüsü ile ayarlanır. Örneğin; eğer R2, 10 kΩ için ayarlanmışsa, tetikleme noktası güç kaynağı voltajının yarısı olacaktır. Kısım 11.2. Teoride, bu devre için tetikleme noktasının nasıl hesaplandığına bakın. Giriş voltajının, güç kaynağı voltajından asla daha yüksek olamayacağını ve devrenin bir yüksek giriş empedansına sahip olduğunu hatırlayın.



Şekil 11.13 Bir PNP transistörün çalıştırılması



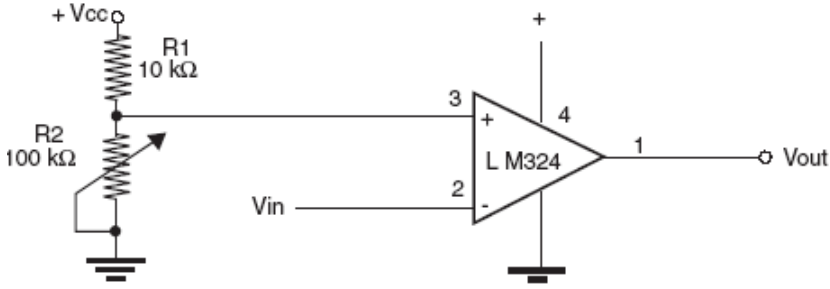
Şekil 11.14 Şema 170: Temel voltaj karşılaştırma devresi

R1 ve R2 nin değerleri, dirençlerin geniş bir erimini üstlenirler. 1 kΩ ve 1 MΩ arası değerler, yerleştirilen karşılaştırma devrelerinin giriş niteliklerine göre deneyerek kullanılabilir.

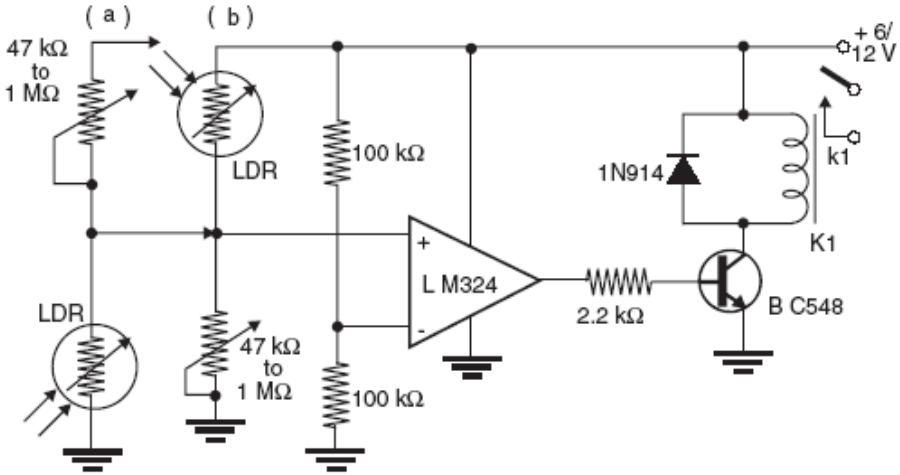
Şema 171 Negatif Voltaj Karşılaştırma Devresi

Negatif bir voltaj karşılaştırma devresi Şekil 11.15 de gösterilmiştir. Bu devrenin çıkışı, giriş voltajı referans voltajdan daha yüksek bir değere yükseldiği zaman yüksek mantık seviyesinden düşük mantık seviyesine gider.

Tetikleme noktası, R2 nin ayarlanmasına bağlı olarak bölüm 11.2, Teoride açıklandığı gibi belirlenir. R1 ve R2 nin değerleri, önceki şemata önerildiği gibi aynı erim içinde seçilebilir. Bu şema, Şema 167 ve 168 de açıklandığı gibi röleler, motorlar ve bunlar gibi yükleri çalıştırabilir.



Şekil 11.15 Negatif voltaj karşılaştırma devresi



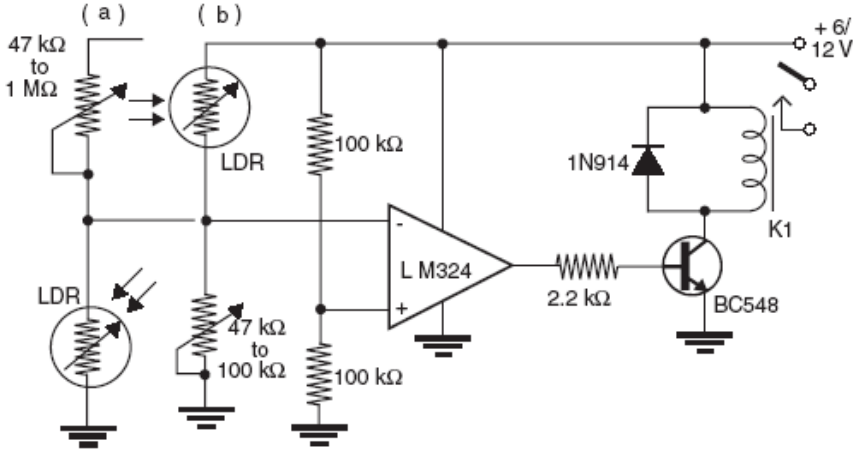
Şekil 11.16 Dirençli sensörlerin kullanımı (I)

Şema 172 Dirençli Sensörlerin Kullanımı (I)

Bir röleyi çalıştıran dirençli bir sensör (LDR veya NTC) için bütün bir şema Şekil 11.16 da gösterilmiştir. Düzenleme (a) da, sensörün ışık miktarı azaldığı zaman karşılaştırma devresinin girişindeki voltaj yükselir. Referans voltaja (R1 ve R2 tarafından saptanan) ulaşıldığı zaman, güç kaynağının pozitif değerine sıfırdan geçen çıkış voltajı ile karşılaştırma devresi tetikleme yapar. Bu transistörün röleyi çalıştırarak doyum bir duruma gitmense neden olur. Aynı devre, eğer sensör olarak bir NTC kullanılıyorsa sıcaklık derecesi algılaması olarak kullanılabilir. Düzenleme (b) de, LDR üzerindeki ışık miktarı arttığı zaman röleyi (veya başka yük) açan transistör ile tersi oluşur. Tetikleme noktası P1 tarafından ayarlanabilir. Bu devre, Şema167 ve 178 de önerilen diğer şemaları çalıştırabilir.

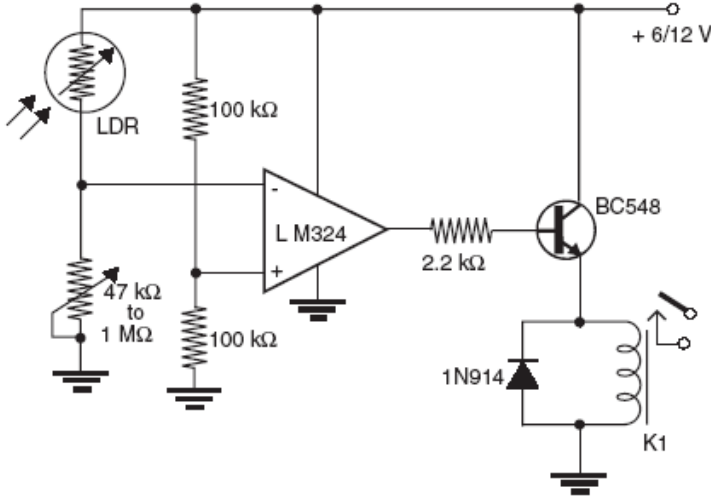
Şema 173 Dirençli Sensörlerin Kullanımı (II)

Şekil 11.17, LDRler ve NTCler gibi dirençli sensörler ile bir karşılaştırma devresinin başka bir kullanım yolunu gösteriyor. Düzenleme (a) da, ışık miktarı ayarlanan seviyenin ötesinde arttığı zaman ve (b) de, ışık miktarı bu durumda düşerse röle tetikler. Aynısı dirençli sensör için geçerlidir. Bu şema, Şema 167 ve 168de önerilen diğer yükleri çalıştırmak için de kullanılabilir.



Şekil 11.17 Şema 173: Dirençli sensörlerin kullanımı (II)

Şema 174 PNP Transistörü Çalıştıran Dirençli Sensörler



Şekil 11.18 Şema 174: PNP-----negatif çalışma

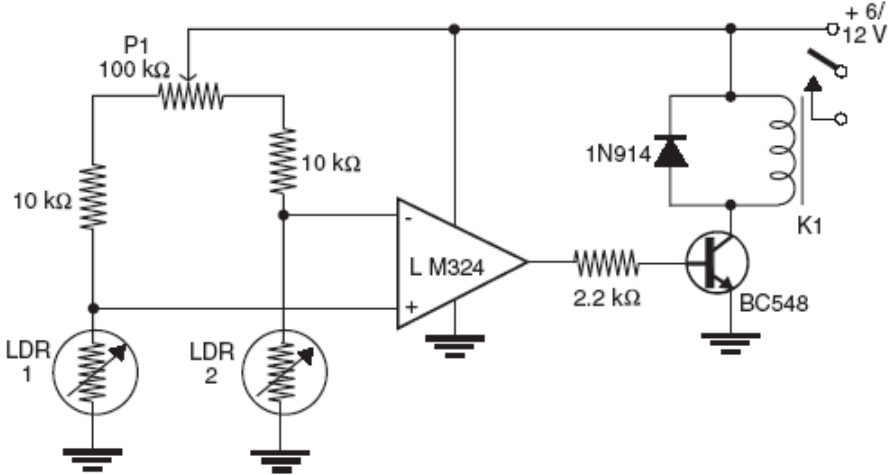
Şekil 11.18; bir PNP transistörün, sensörün dirençli olduğu yerde bir karşılaştırma devresi ile bir röleyi çalıştırmak için nasıl kullanılabileceğini

gösteriyor. Bu düzenlemedeki fark, karşılaştırma devresi çıkışının yüksek mantık seviyesinden düşük mantık seviyesine geçerken rölenin çalışmasıdır. Şema 167 ve 168 de önerilen aynı devreler bu şema ile çalıştırılabilir.

Şema 175 Diferansiyel Sensör

Şekil 11.19 da gösterilen şema, robotik ve mekatronik tasarımcısına ilginç uygulama seçenekleri sunuyor. Sensörlerden birinin direnci yükseldiği veya diğer sensörün direnci düştüğü zaman röle tetikler. Eğer her iki sensörün dirençleri aynı zamanda düşer veya yükselirse, devre tetiklemez.

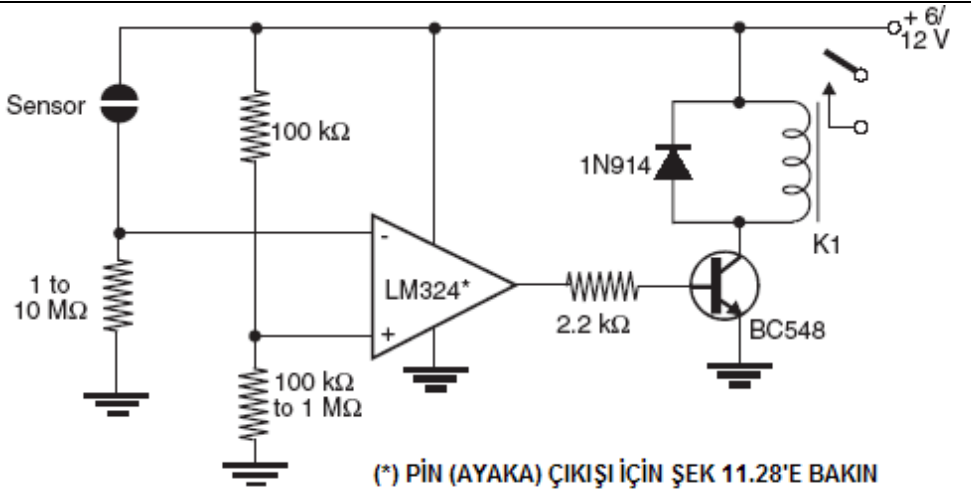
Devre diferansiyel ışık sensörü, sıcaklık derecesi sensörü veya nem sensörü olarak kullanılabilir. P1, devrenin tetikleme noktasını ayarlar ve direncin değerleri sensörlerin direncine bağlıdır. Sensörler normal çalışma koşullarında oldukları zaman, bu dirençleri aynı dirençliliklere sahip olmaları tavsiye edilir.



Şekil 11.19 Şema 175: Diferansiyel sensör

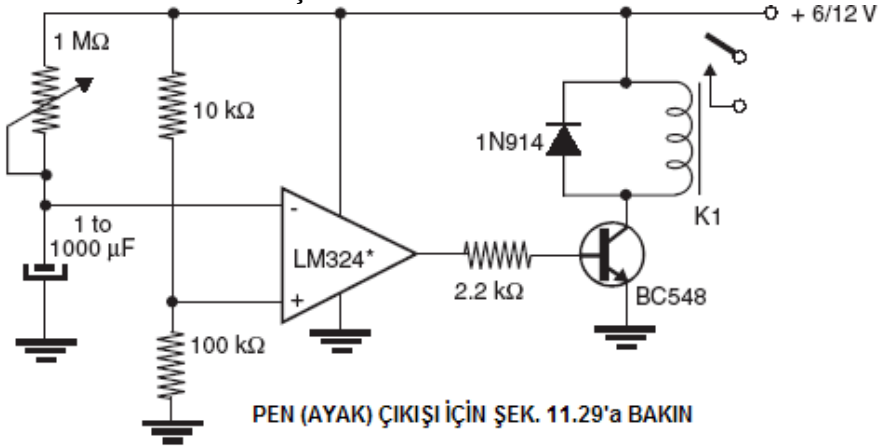
Şema 176 Dokunmatik Sensör/Basınç Sensörü

Şekil 11.20 de yüksek hassas dokunmatik sensör gösteriliyor. Sensöre dokunulduğu zaman devre tetikleme yapar. Dokunmatik sensörü, bir basınç sensörü veya dirençli transduser ile değiştirebilirsiniz. Direnç R1in, arzu edilen hassaslığa göre bir değeri olmalıdır. Dokunma uygulamaları için, değer tipik olarak 1 MΩ ve 10 MΩ (yüksek değerler yüksek hassaslık verir) arasındadır. Sensörün ve R1in pozisyonları tersine çevrilirse, devre bir kapatma sensörü olarak kullanılabilir. Şema 167 ve 168 bu devre ile denetlenebilen yükleri tavsiye ediyor.



Şekil 11.20 Şema 176: Dokunmatik sensör

Şema 177 Gecikmeli Açma Rölesi

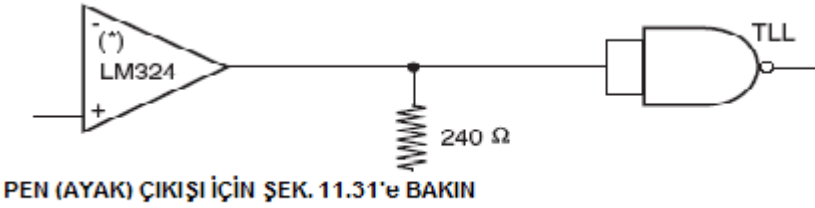


Şekil 11.21 Şema 177: Gecikmeli röle

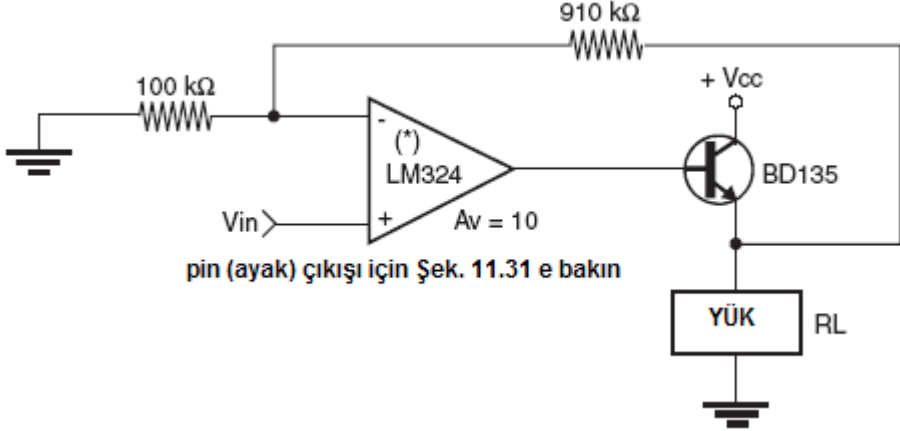
Şekil 11.21 de gösterilen şema, röle devreyi bir gecikmeden sonra açar. Gecikme zamanı P1 tarafından ayarlanır ve kondansatöre bağlıdır. Bir 1,000 μF lik kondansatör ve bir 1 M Ω luk değişken direnç kullanımı ile zaman gecikmesi 30 dakikaya kadar aralıklar ile uzatılabilir. Diğer yükler bu şema ile, Şema 167 ve 168 de gösterildiği gibi denetlenebilir.

Şema 178 TTL Şemaların Çalıştırılması

Şekil 11.22 de gösterilen şema, TTL yükleri çalıştırırken bir LM324 ün doğru kullanımını gösteriyor. İşlem amplifikatörüne (karşılaştırma devresi olarak) 5 V luk bir kaynaktan güç verilebilir.



Şekil 11.22 Şema 178: TTL kapılarının çalıştırılması



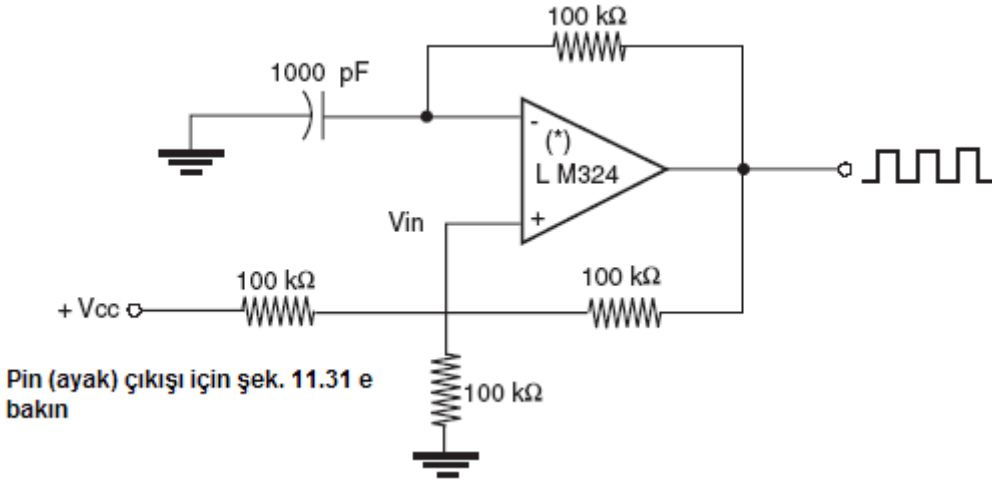
Şekil 11.23 Şema 179: Güç karşılaştırma devresi

Şema 179 Güç Karşılaştırma Devresi

Şekil 11.23, bir işlem amplifikatörün BD135 gibi bir orta – güç transistörü kullanarak bir yüksek – güç yükünü doğrudan nasıl çalıştırabileceğini gösteriyor. Bu devre, 10 luk bir voltaj kazanımı ile 500 mA kadar olan yükleri çalıştırabilir. Bunun anlamı; 0 ve 0.6 V arası erimde giriş voltajındaki değişiklik, çıkış voltajında 0 ve 0.6 V arası erimde değişikliğe neden olacaktır (devreye, çıkışta arzu edilen maksimum voltajdan daha yüksek voltajla güç verilmelidir). Çıkış transistörü soğutma plakasına monte edilmelidir.

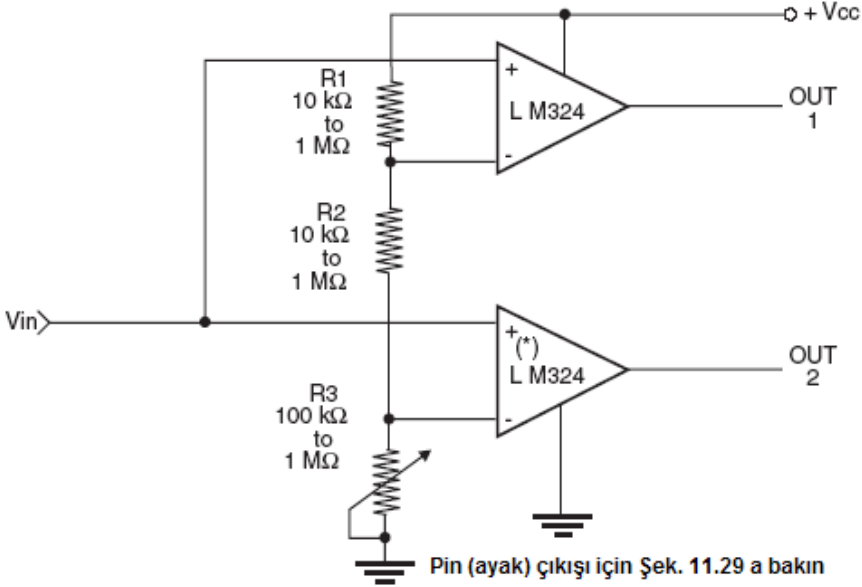
Şema 180 Düşük – Frekans Kare Dalgı Osilatörü

Şekil 11.24 de gösterilen şema, işlem amplifikatörüne bağlı olan bir erimde (tipik olarak 0.001 Hz ve 10 kHz arasında) düşük – frekans üretebilir. Frekans R1 ve C1 ile belirlenir. Robotik ve mekatronik uygulamaları, uzaktan denetimler için ton üreteçleri, sinyalleme veya bir lambayı parlatmayı (yüksek-güç çıkış aşaması ilavesi ile) kapsar. Bir LM324 kullanımı ile devre 1 MHz ye kadar sinyaller üretebilir.



Şek 11.24 Şema 180: Düşük-frekans kare dalga osilatörü

Şema 181 Çift Karşılaştırma Devresi



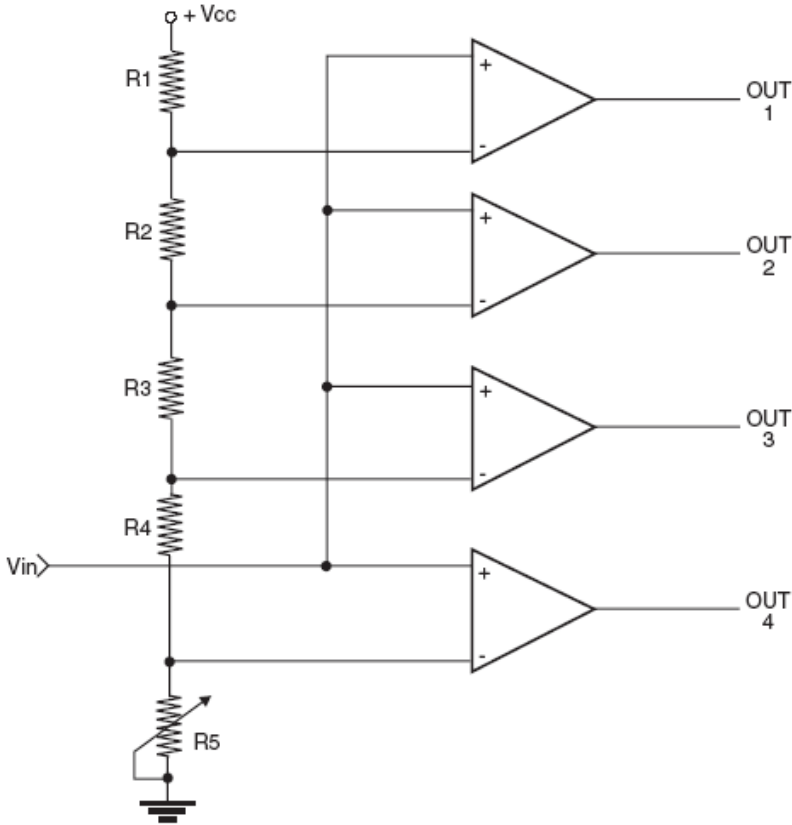
Şekil 11.25 Şema 181: Çift karşılaştırma devresi

İki karşılaştırma devresi, Şekil 11.25 de gösterildiği, değişik voltaj seviyeleri ile iki yükü çalıştırmak için bağlanabilir. R1, R2 ve R3 tarafından oluşturulan voltaj bölücüsü V1 ve V2 nin referans voltajlarını belirler. Giriş voltajı R1 e ulaştığı zaman, ilk karşılaştırma devresi çıkışı çalıştırarak açılır. Giriş voltajı V2 ye ulaştığı zaman, yükü açan ikinci karşılaştırma devresidir. Şema 167 ve 168 de önerilen şemalardan herhangi birisi bu

devreye bağlanabilir. Voltaj bölücüsünün bir veya bir veya daha fazla direnci uygulamaya bağlı olarak ayarlanabilir.

Bu devre için ilginç bir uygulama zeki robotlarda bulunur. Giriş sinyali bir LDR tarafından verilebilir (Bölüm 10 daki devrelere bakın). İlk karşılaştırma devresi bir motoru denetler ve ikincisi tersine çalışan bir sistemi denetler. Sensör (LDR) tarafından alınan ışık zayıf olduğu zaman, robot; yeteri kadar kuvvetli oluncaya kadar ikici karşılaştırma devresinin tetiklenmesi için ileri gider. Bu karşılaştırma devresine bağlı olan röle, motoru birkaç saniye için tersine çalıştırır ve robotu ışık kaynağından uzak tutarak durdurur.

Şema 182 Aşamalı Karşılaştırma Devresi



Şekil 11.26 Şema 182: Aşamalı karşılaştırma devresi

Birçok karşılaştırma devresi ilerleyen voltajlar ile tetiklemek için tasarlanmıştır. Şekil 11.26 da böyle bir aşamalı karşılaştırma devresi aygıtı gösterilmiştir. Bu devre dört karşılaştırma devresi kullanır fakat, bir robota veya bir mekatronik aygıtı zeka veya karışık fonksiyonlar ilave etmek için bir LM324 kullanılabilir.

Karşılaştırma devresinin çıkışları, voltaj sıfır ile maksimum arasında bir seviyeye yükseldiği zaman yüksek mantık seviyesine gider. (pozitif güç kaynağı voltajı) Şema 167 ve 168 de önerilen şemalardan herhangi biri bu devre ile çalıştırılabilir. Voltaj bölücüsündeki dirençler 1 – 100 kΩ arası değerlere sahip olabilir ve bunların toplamını 1 MΩ un altında tutmanız tavsiye edilir.

Şema 183 Pencere Karşılaştırma Devresi (I)

Şekil 11.27, bir LM324 bulunan dört karşılaştırma devresinin ikisini kullanan basit bir pencere karşılaştırma devresini gösteriyor. Bu devrenin çıkışı, girişin V1 ve V2 arası erimde olduğu zaman 0V da kalır ve aşağıdaki formüller ile hesaplanabilir:

$$V_1 = R \frac{1 \times V_{cc}}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_1 = \frac{(R_1 + R_2) \times V_{cc}}{R_1 + R_2 + R_3}$$

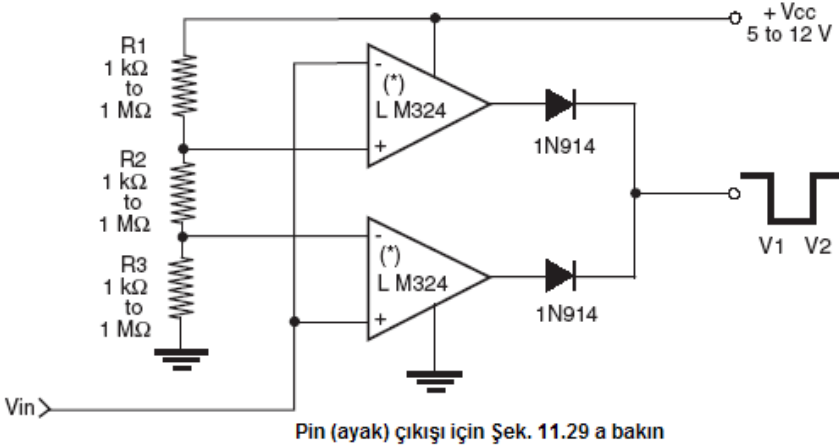
V 1 ve V 2 = Volt olarak referans voltajları

R1, R2 ve R3 = ohm olarak dirençler

Vcc = güç kaynağı voltajı

R1-R3 arası; 1 kΩ ve 1 MΩ arası erimdeki değerleri üstlenebilir.

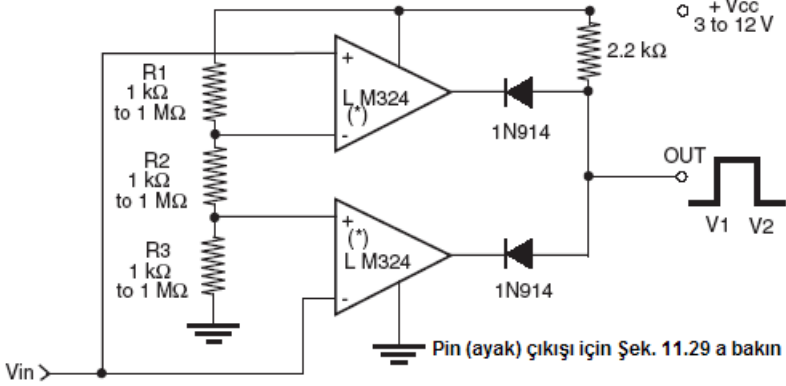
R1+R2+R3<1 MΩ tavsiye edilebilir. Bu bloğun çıkışı, Şema 167 ve 168 de önerilen yüklerden herhangi birine bağlanabilir.



Şekil 11.27 Şema 183: Pencere karşılaştırma devresi (II)

Şema 184 Pencere Karşılaştırma Devresi (II)

Şekil 11.28 de gösterilen pencere karşılaştırma devresinin çıkışı, giriş voltajının V1 ve V2 arasında tutulduğu zaman yüksek kalır. Çalışma prensibi Kısım 11.2, Teoride açıklandığı gibidir. Pencereyi belirleyen V1 ve V2 nin değerleri önceki şemata açıklandığı gibi hesaplanır. Aynı şemalar, Şema 167 ve 168 ve bu devre tarafından çalıştırılabilir.

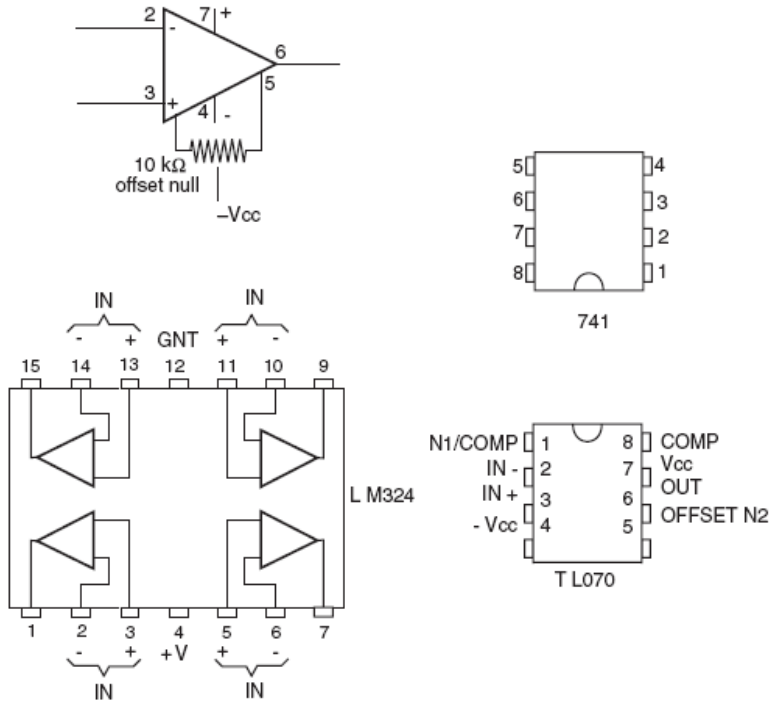


Şekil 11.28 Şema 194: Pencere karşılaştırma devresi (II)

Bu uygulama için ideal IC LM324 dür fakat, diğer işlem amplifikatörleri ve karşılaştırma devreleri deneyerek kullanılabilir. Kullanılan tipin uygun niteliklerini gözlemleyin. Dirençli sensörler veya diğer devreler bu devreye sinyaller verebilirler. Giriş voltajının güç kaynağı voltajının altında tutulması gerektiğini hatırlayın.

11.4 Diğer Bilgiler

Aşağıdakiler; bu bölümde açıklanan uygulamalar için uygun bazı işlem amplifikatörlerin ve karşılaştırma devreleri için yapılan açıklamalardır.



Şekil 11.29 Bazı işlem amplifikatörlerin pin (ayak) çıkışları

741. Bu; tüm işlem amplifikatörlerin en tutulandır ve bu kitapta açıklanan tüm şemaların hemen hepsine uygundur. 741, bazı uzantılarla veya imalatçıya göre olan sonek işaretler ile bulunur: LM741, uA741, LH101, MIC741, SN72741, MC1439 vs gibi. Aynı paketteki 741'e eş değerdeki iki veya dört işlem amplifikatör sürümler elde edilebilir.

Nitelikler

- Güç kaynağı voltajı: 9-36 V (tek)
- Açık eğri kazanımı: 100 dB (30 μ V/V)
- Giriş empedansı: 1 M Ω
- Çıkış empedansı: 150 Ω
- fT (geçiş frekansı): 1 MHz
- CMRR: 90 dB

LM324. Bu entegre devre (IC); birçok uygulamada karşılaştırma devreleri olarak kullanılabilen dört işlem amplifikatörü içerir.

Nitelikler

- Güç kaynağı erimi: 3-25 V (tek)
- Açık eğri kazanımı: 100 V/mV (100 dB)
- fT (geçiş frekansı): 1 MHz

TL070. Bu bir JFET işlem amplifikatörüdür. (aynı paket içinde iki veya dört amplifikatör sürümleri elde edilebilir)

Nitelikler

- Güç kaynağı voltaj erimi: 4-15 V
- Voltaj kazanımı: 200 V/mV
- Birleşme kazanım band genişliği: 3 MHz

Şekil 11.29 bu işlem amplifikatörleri için pin (ayak) çıkışlarını gösteriyor.

11.5 Proje Önerileri

1. Zeminde koyu bir çizgiyi izleyen bir robot düzenlemesi yaratabiliriz.
2. Bir lamba veya bir mum gibi bir ışık kaynağını bulması için iki LDR kullanarak bir robot tasarlayabiliriz.
3. Bir lamba arayan bir robota zeka ilave etmek için pencere karşılaştırma devresi kullanan bir sistem tasarlayabiliriz. Hatta aşırı ışıktan “korkar”, ve böylece “güvenli” bir mesafede ondan uzakta durur.
4. Potansiyometreler ile denetlenebilen, başka potansiyometreleri pozisyon sensörleri olarak kullanan bir kol yaratabiliriz.
5. Sıcak nesneleri soğuk nesnelerden ayırmasına izin veren bir robota bir sıcaklık derecesi sensörü ilave edebiliriz.

12 Uzaktan Kontrol ve Algılama

12.1 Amaç

Bu bölümün amacı robotik ve mekatronik projeler için uygun uzaktan denetim şemalarını sunmaktır. Birçok teknoloji kullanılabilir ve seçim açıkça belli olan uygulamalara bağlıdır. Temel teoriye ilave olarak, bu bölüm bir uygulama için sizin doğru seçimi yapmanıza izin vererek farklı tip şemalar, erimler ve uygulamalar önerir.

12.2 Teorik Temeller

Uzaktan denetim ve uzaktan algılama için uygun olan birçok basit devreler vardır. Bu devreler hakkında temel işlevsel teori ve olası uygulamalar bazında bir şeyler bilmek önemlidir.

Uzaktan denetim; bir operatörün bir robota veya mekatronik aygıtı sinyaller göndermesine izin veren bir sistem olarak tanımlanabilir. En basit türü, bir klavye ve bir aygıt arasında uzun bir kablo üzerinden haberleşebilir. Fakat daha önemli olanlar denetleyen ve denetlenen birim arasında fiziksel bir medyum kullanmazlar. Uygulamaların bu grubunda, bilgiyi sensörlerden uzaktaki bir devreye gönderen bir tür verici ve alıcı çalıştıran uzaktan algılayan sensörleri dahil ettik.

12.2.1 Kablolar

En basit uzaktan denetim sistemi, Şekil 12.1’de gösterildiği gibi denetlenecek olan aygıtı bir klavye veya bir denetim sistemi ile bağlanmak için kabloları kullanır. Bu tür sistem özellikle, denetlenecek olan birimin sabit bir yerde olduğu uygulamaları için uygundur. Sabit bir robotik kol veya bir asansör, böyle bir denetimin uygulandığı aygıt örnekleridir. Bazı durumlarda, eğer sadece sınırlı alanlarda harekete planlı ise, bir robot sadece kablolar ile denetlenebilir.

12.2.2 Işık

Işık demetleri, bir denetim ünitesinden denetlenen bir aygıtı sinyal göndermek için kullanılabilir. Işık demetinin avantajları, düşük güç çekimini ve imalat kolaylığını içerir. Işık demetlerini kullanmanın başka bir avantajı da; elektromanyetik karışmaya (EMI) konu olmazlar. En büyük dez avantajlar ise; ışık sensöre doğrudan hedeflenmek zorunda olduğundan verici ile sensör arasındaki engellerin aygıtın çalışmasına etki

edebileceğidir. En basit ışık demeti uzaktan denetimi, bir şemata göstereceğimiz gibi bir ışık parlamasını bir verici gibi çalıştırmasıdır.



Şekil 12.1 En basit uzaktan denetim

12.3 Kızıl Ötesi

Birçok ev aleti (TVler, videolar, DVDler, vs.), enfraruj ışınım (IR) bazlı uzaktan denetim sistemleri kullanır. Bu sistem, bir enfraruj verici ve bir alıcıdan oluşur. Enfraruj ışınım iletilecek olan sinyal ile ayarlanır. Alıcıda, sinyal kodu çözülür ve denetlenen aygıta gönderilir.

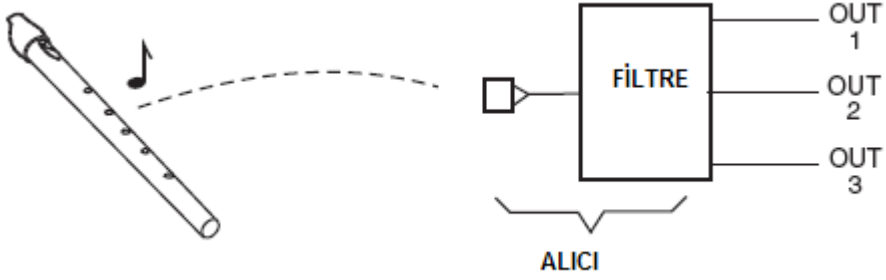
Bu sistemin avantajları; enfrarujun görünmez olması, iyi bir çalışma erimine sahip olması ve EMI ile ilgisinin olmamasıdır. Düşük maliyetleri yayıcılar ve vericiler 50 metreye kadar erimlerle, birkaç bilgi kanallı sistemlerde kullanılabilir.

Dezavantajları ise, ışık demeti sistemi ile aynıdır: enfraruj ışını doğrudan sensöre hedeflenmelidir, engeller sistemin çalışmasını şemae edebilir.

12.3.1 Ses

Ses dalgaları da, bir robota veya mekatronik aygıta denetim sinyalleri göndermek için kullanılabilir. Bir ses tonu üretici veya bir insanın ısıltığı, bir rölenin açılmasında ve kapatılmasında veya bir robotu çalıştırmakta kullanılabilir. Değişik frekanslarda sesleri yayarak ve algılayarak, Şekil 12.2 de gösterildiği gibi çoklu fonksiyonlar denetlenebilir.

Basit amaçlar için, bir robot özel müzik notalarının oldukça çekici olduklarının farkına varabilir. Daha karışık bir proje ses tanımayı içerebilir, fakat bu bizim temel amacımızın dışında, bizim amacımız daha ziyade basit şemaları açıklamaktır.



Şekil 12.2 Bir flütün uzaktan denetim vericisi olarak kullanılması

Ses dalgaları kullanmanın avantajı, imalatının çok basit oluşudur (bazı durumlarda elektronik aygıtlara bile gerek kalmadan). Dezavantajı ise ortamdaki sesler sistem ile karışabilir.

12.3.2 Radyo

Radyo dalgalarının, robotik ve mekatronik aygıtlar ile kullanıldıkları zaman özel avantajları vardır. Basit devreler; duvarlar, tahta paneller, camlar ve diğer materyaller gibi katı engellerden geçip ortada dolaşma avantajları ile 100 metreye kadar mesafelere sinyaller gönderebilirler. İlave bir avantaj ise, sinyallerin alıcıya doğru yönlendirilmemesidir.

Temel sistemlerde, Şekil 12.3 de gösterildiği gibi, kodlu sinyalleri bir alıcıya gönderen bir radyo vericimiz var. Sistem frekansı, radyo denetimli bir proje tasarlarken dikkate alınacak önemli bir detaydır. En basit sistemler, portatif radyoları alıcılar olarak kullanarak orta dalga (MW) bandını kullanabilir. Diğerleri; basit portatif radyo alıcılarının kullanımına izin veren 40-50 MHz FM bandını kullanabilir. Bazıları da bizi 300-400 MHz ye ulaştıran hibrid modülleri kullanarak ultra yüksek frekans (UHF) eriminde çalışabilir.

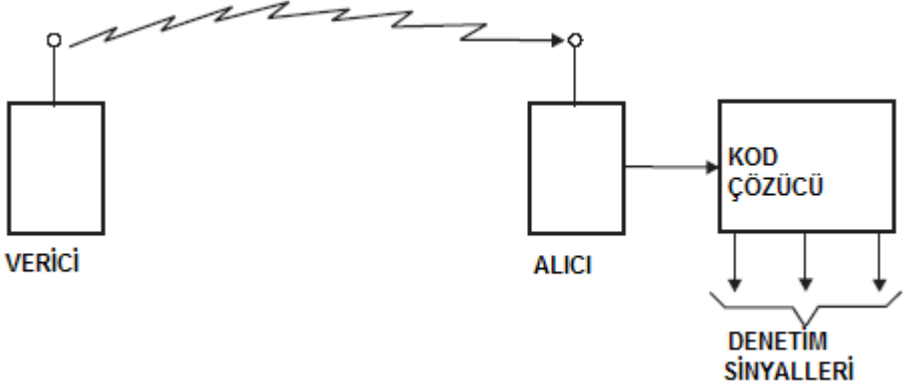
Radyo dalgaları kullanmanın dezavantajı, ortamda olup geniş biçimde mevcudiyeti olan elektromanyetik karışmadır (EMI). Uygulamaya bağlı olarak, EMI seviyeleri bu tür bir sistemin kullanımına engel olmak için yeterli kadar dayanıklı olabilirler.

12.3.3 Elektromanyetik Karışmalar

Ev aletleri, endüstriyel veya tıbbi makineler, otomobiller ve birçok başka aygıt, doğal çalışmalarının sonucu olarak radyo dalgaları üretirler. Basit bir elektrik motorun fırçaları, armatürün sarımlarındaki anahtarlama; radyo tayfını genişletebilen güçlü elektromanyetik dalgalar üretir.

Aletlerin ürettiği radyo dalgalarını azaltmak veya gidermek için aletlerin içinde filtreler ve başka aygıtlar kullanılsa da, genelde yeteri kadar verimli değildir ve EMI uzaktan denetim sistemlerinde ve radyo alıcılarında görünür.

Bunun nasıl çalıştığını göstermek için, küçük bir orta dalga radyoyu istasyonlar arası bir frekansta ayarlayın ve bunu bir bilgisayarın veya bir elektrik motorunun yanına koyun. Sonuç Şekil 12.4 deki gibi olacaktır.



Şekil 12.3



Şekil 12.4 Bir bilgisayar tarafından üretilen gürültü

EMI seviyelerinin yüksek olduğu durumlarda, bir uzaktan denetim sistemi kullanırken bazı çözümler mümkündür:

- Eğer mümkünse, alıcı içine veya yayıcı aygıt içine filtreler yerleştirin.
- EMI yi azaltmak için mümkün olduğu kadar yüksek bir frekans kullanın.
- Sistemin başka bir türünü seçin (IR veya ses)

12.4 Bir Uzaktan Denetimin Seçimi ve Kullanımı

Robotik ve mekatronikte bir uygulamanın uzaktan kontrol seçimi birkaç faktöre dayanır.

- İlk olarak, denetim sıkı sarılıp sarılamayacağını veya uygulamanın kablosuz denetimi gerektirip gerektirmeyeceğini belirlenmelidir.
- Eğer kablosuzsa, uygun aracı seçin: ses, radyo, görünür ışık veya enfraruj ışık kullanılabilir.
- Aşağıdakileri de hesaba katarak açıkça belli olan her uygulama için avantajları ve dezavantajları analiz etmekte yarar vardır.
 - Engellerin varlığı
 - Gereken erim
 - Potansiyel karışma kaynaklarının mevcudiyeti
 - Sistem verimi dikkate alınmalıdır
- Uygun sistemi bir kere seçtiniz mi, belirlenmiş uygulama için uygun devreyi bulmak gerekir.

12.5 Şemalar

Aşağıdaki paragraflarda, bütün bir uzaktan denetim sistemi veya daha karışık bir sistemin bir parçası olarak başka şemalara kablolanmış şekilde kullanılabilen şemaları sunulmaktadır. Şemaların bir çoğunun, bazen bu notların diğer bölümlerinde önerilen şemalar da dahil olmak üzere ilave parçalara, ihtiyaçları bulunmaktadır. Arada sırada, en iyi performansı elde etmek için, bileşen değerlerinde değişimler yapılmalıdır. Şartlara bağlı olarak, belirli işler için gerekli uygulamaları yapmak size bağlıdır.

Şema 185 Kablo Kullanan Uzaktan Denetim

2. Bölümde, Hareket Denetimlerinde gösterilen şemaların çoğu, kablolar ile uzaktan denetim olarak kullanılabilir. Bir örnek olarak, bu uygulamada 5. şemayı kullanalım.

Şekil 12.5 de şema, uzakta olan bir klavyeden iki yükü (röleler, motorlar veya diğer devreler) denetlemek için kullanılıyor. Uzakta olan istasyon, denetlenen birimdeki devreye ve iki anahtara güç vermek için batarya kullanıyor. Anahtarlardan biri, fonksiyonu seçiyor (1. devre veya 2. devre) ve diğeri seçilen devreyi harekete geçiriyor.

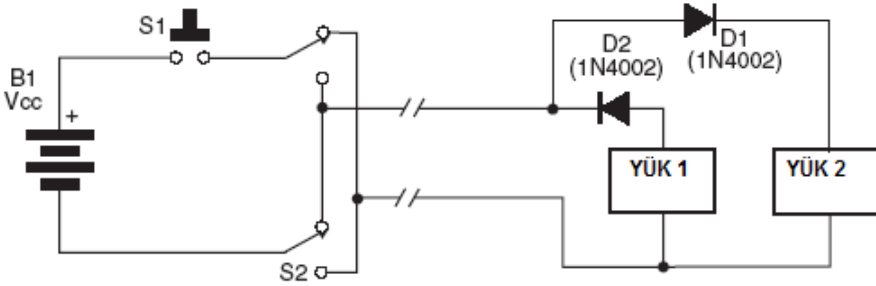
Bazı başka şemalar da, motorlardan ziyade başka yüklere veya rölelere, solenoidlere basitçe bağlanarak uzaktan denetim olarak kullanılabilir. Bunların kapsadıkları aşağıdadır:

- Şema 1: İki kablo açma-kapama
- Şema 2: İki kablo tersine çevrili
- Şema 4: Üç kablo, iki yükten birisini seçer
- Şema 6: İki kablo, ac denetimi

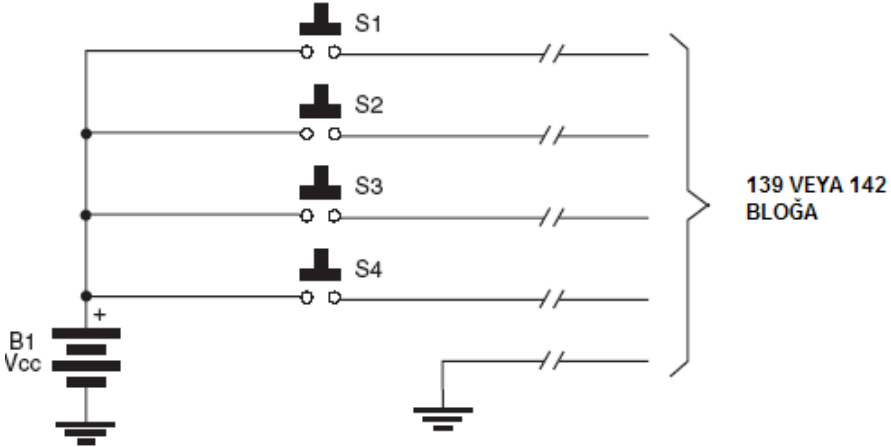
- Şema 20: İki kablo,iki yük
- Şema 23: İki kablo, seri/paralel

Şema 186 Çoklu – Kablo Denetimi

Bu devre; düz bir kablo ve bir klavye kullanan bir robotun veya mekatronik aygıtın birçok fonksiyonunu denetlemek için kullanılabilir. Şekil 12.6 da verilen devre, üç tane anlık süreli temas anahtarı (basmalı tuş) kullanıyor fakat, fonksiyonlara bağlı olarak anahtarlar SPST veya başka bir tür olabilir ve adet arttırılabilir.



Şekil 12.5 Şema 185: Kablo kullanan uzaktan denetim



Şekil 12.6 Şema 186: Çoklu-kablo denetimi

Temel uygulama, bağlantılarının arzu edilen fonksiyonu denetleyen röleyi yük olarak gösteriyor. Yine de başka şemalar denetlenebilir ve eğer vericide kullanılan batarya yeteri kadar güçlü ise, denetçi bir devreyi bile çalıştırabilir. Bu tür denetimi kullanmanın bir avantajı da, aynı anda iki veya daha fazla fonksiyonun harekete geçirilmesidir.

Bu devre ile çalıştırılan şemalar uygulamaya bağlıdır. Eğer, anlık süreli bir temas anahtarına basarak belirli bir zaman aralığı için bir devreye güç

vermek ihtiyacıdaysanız, Şema 139 u kullanabilirsiniz. Eğer tek kararlı bir denetim istiyorsanız, Şekil 142 de gösterilen devreleri kullanabilirsiniz.

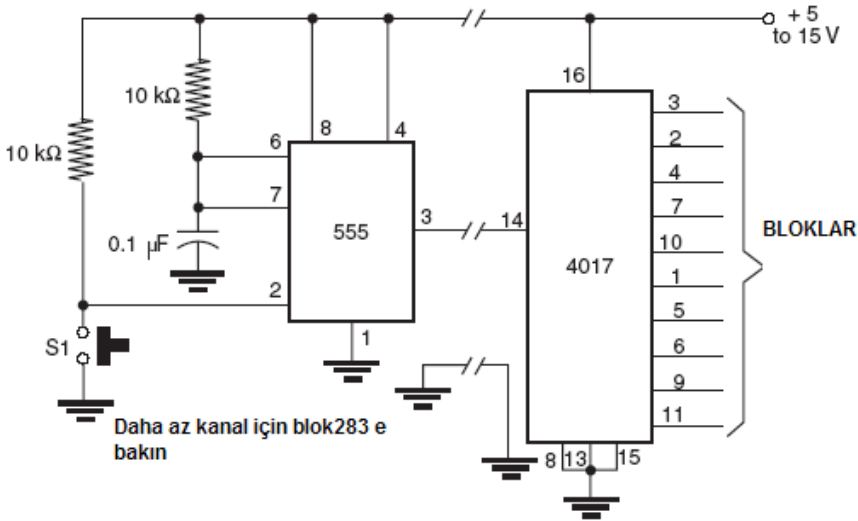
Kablonun maksimum boyu iki faktör ile sınırlıdır:

1. *Kablolardaki güç kayıpları.* Eğer güç devreleri doğrudan vericiden çalışılıyorsa, kabloun uzunluk birimi 10 metre civarında sınırlıdır.
2. *Gürültüye duyarlılık.* Eğer yüksek-empedanslı devreler doğrudan klavyeden çalıştırılıyorsa, gürültü düzensiz çalışmaya neden olabilir.

Not: Bu notların önceki bölümlerinde açıklanan diğer şemaların çoğu kablolarla çalışan uzaktan denetim olarak kullanılabilir. Özellikle, motorların (hareket), röleler, açma-kapama sensörleri ve ileri sıçrama denetimleri için kullanılan şemaları dikkate alınmasında fayda vardır.

Şema 187 Kablo Kullanan Sıralamalı Denetim

Şekil 12.7’de gösterilen şema, robotik ve mekatronik tasarımcısına birçok uygulama olasılıkları sağlıyor. Denetim basmalı tuşuna her dokunmada fonksiyonların programlı serisinden biri harekete geçer. Bu notlarda gösterilen şemaların bazılarına bağlı bir röle tarafından otomatik olarak pulsar da üretilebilir.



Şekil 12.7 Şema 187: Kablo kullanan sıralamalı denetim

4017 IC nin 10 bağımsız çıkışı olduğundan devre ikiye on fonksiyonlarını yönetebilir. Her dokunmada bir çıkış, yüksek mantık seviyesine (pozitif kaynak voltajı) gider ve bir sonraki puls gelene kadar bu durumda kalır. Bir sonraki puls, çıkışı düşük mantık seviyesine geri döndürür ve aynı anda bir sonraki çıkış harekete geçer.

Çıkışları programlamak için, arzu edilen girişi resetlemek üzere kullanılan sonuncuyu takip edecek çıkışı bağlamak gerekir. Yani eğer dört çıkış istiyorsanız, Şekil 12.8 de gösterildiği gibi beşinciye resete bağlayın.

4017 nin çıkışları, çıkış yüksek mantık seviyesine gittiği zaman eğer bir yükü kapatmak isterseniz; 167. şemada ve hatta 168’de önerilen şemalardan herhangi birini denetleyebilir. Devre şemasına 5-12 V arası kaynaklardan güç verilebilir; bu arada kabloların maksimum uzunluğu 100 metredir. Hatla beraber, karışıklık riskini azaltmak için, bir 470 Ω ’luk bir direnç paralel olarak ilave edilebilir.

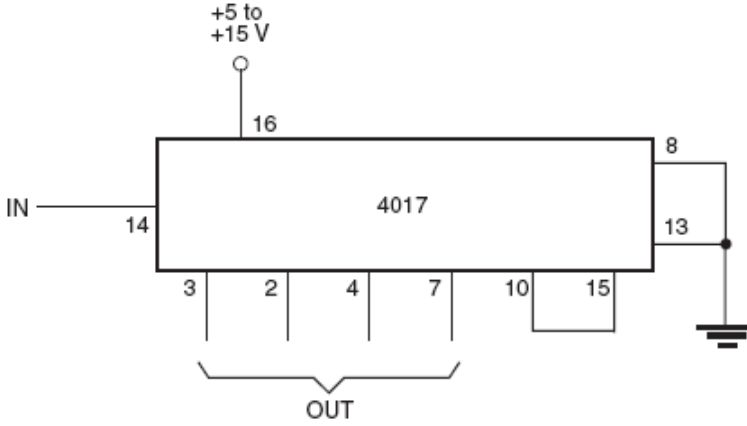
Şema 188 Matriks Kontrolü

Eğer bir matriks kod çözücü kullanılıyorsa, sert-kablolanmış denetimlerle fonksiyonlar harekete geçirilebilir. Şekil 12.9 da gösterilen şema, diyot kullanan basit bir matrix örneğini veriyor. Bu örnekte, denetim ünitesinde olan klavyenin üç tane basmalı tuşu vardır. Sinyaller, içine programlı bir matriks yerleştirilmiş bir kartın olduğu (eğer gerekliyse, farklı kartlar da kullanabilirsiniz) kontrol edilmekte olan birime gönderilir.

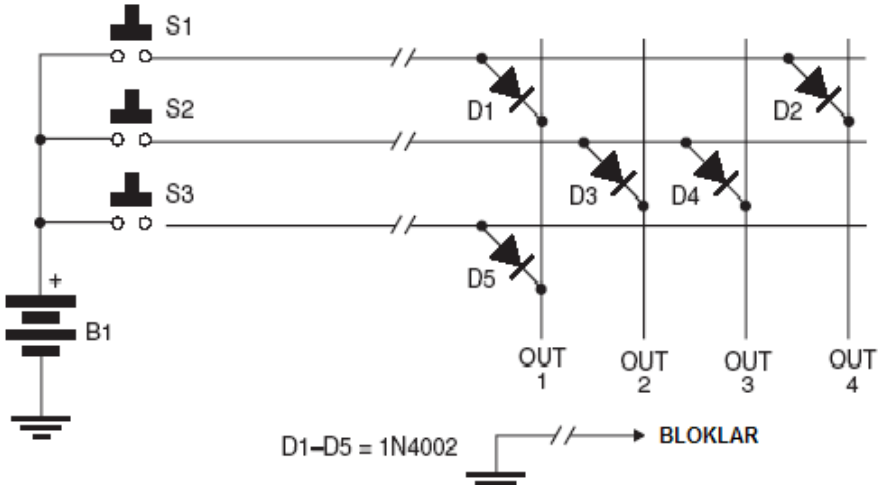
Bir tuşa basıldığında uygun diyotlar, iletim yapar ve çıkışta bire dört denetleme sinyallerimiz vardır. Şekilde gösterilen örnek için, aşağıdaki tablo girişlerin fonksiyonu olarak çıkışları verir:

Anahtar	Çıkış 1	Çıkış 2	Çıkış 3	Çıkış 4
S1	1	0	0	1
S2	0	1	1	0
S3	1	0	0	0

Matriksin boyutu anahtarların ve çıkışların sayısına bağlıdır. 167. şemada açıklananlar gibi, daha önceki bölümlerde açıklanan kontrol şemalarının tümü bu devre ile denetlenebilir. Eğer yüklere doğrudan 1A’ e kadar güç vermek istiyorsanız, diyotlar IN4148, IN914 veya IN4002 olabilir. Bu şemala ilgili ilginç bir uygulama; denetim ünitesinin her puls ile birden fazla yükün denetimine izin veren Şema 187 ile olan birleşimidir.



Şekil 12.8 Şema 188: matriks denetim

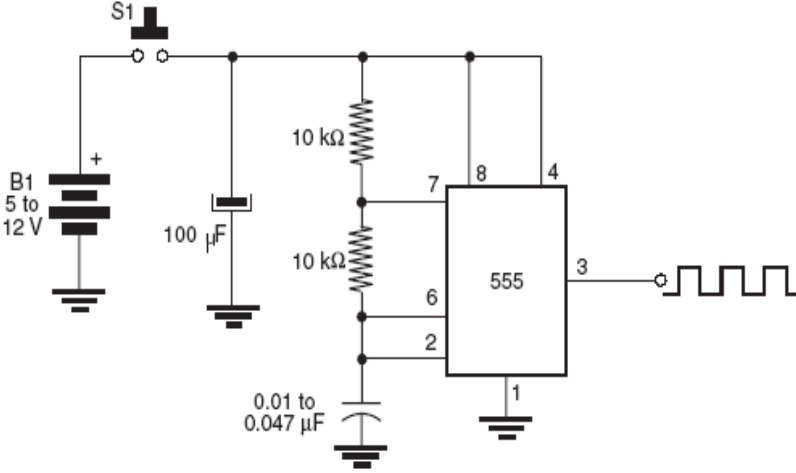


Şekil 12.9 Şema 188: matriks denetim

Şema 189 Ses Tonu Üretici

Ses tonu üreticileri uzaktan denetim sistemlerinin birçok tipinde kullanılır. Kabloluda, radyoda veya IR uzaktan denetimlerde sonraki şemalarda göreceğimiz gibi ses tonu modülasyonu devrenin algılayışını geliştirir. Şekil 12.10 da gösterilen ses tonu üretici bunların bir çoğu ile çalışır.

Devre, 100 – 10,000 Hz arası erimde bir ses tonu üretir. Bir dc denetim sinyalinden daha kolay iletilebildiğinden bu ses tonu uzak birimleri denetlemekte avantajlıdır. Devreye, 4AA cellerden veya bir 9 V pilden güç verilir ve S1 e basıldığında çalıştırılabilir. S1, uygulama için uygun olan rölelerle veya başka sensörlerle değiştirilebilir.



Şekil 12.10 Şema 189: Jeneratör

Şema 190 AC Anahtar (I)

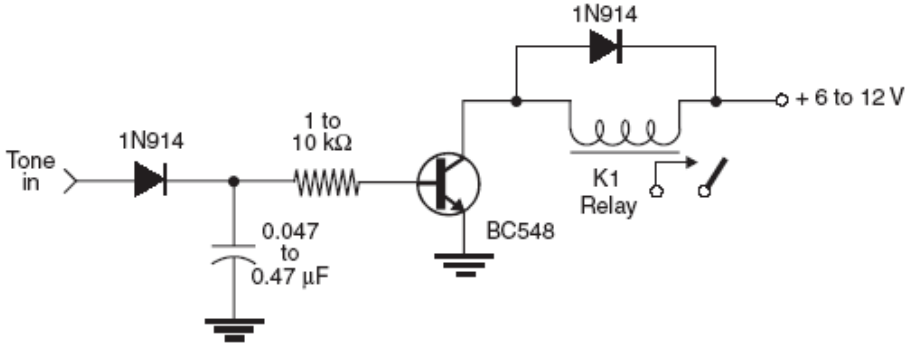
Şekil 12.11 de gösterilen basit devre, girişe sesli bir ton uygulandığında açılan bir röleyi çalıştırır. Bu devre, bir kablolu uzaktan kontrol vasıtasıyla önceki şema ile kullanılabilir. Düşük-frekans sinyallerindeki avantajı; sıradan kablolarla erimin yarım milden daha fazlasına uzatılabilmesidir.

Devreye; röleye bağlı olarak 6-12V arasında güç verilebilir. İstemediğinizde röleyi açabilen karışıklığı önlemek için kondansatör yerleştirilmiştir. Direnç R1, sinyalin yüksekliğine göre seçilmelidir. 10 kΩ luk bir aygıtla başlayalım ve şema için en iyi performansı bulana kadar 1 kΩ doğru azaltalım. Bu devrenin harekete geçebilmesi için en az 1 Vpp ye ihtiyacı vardır.

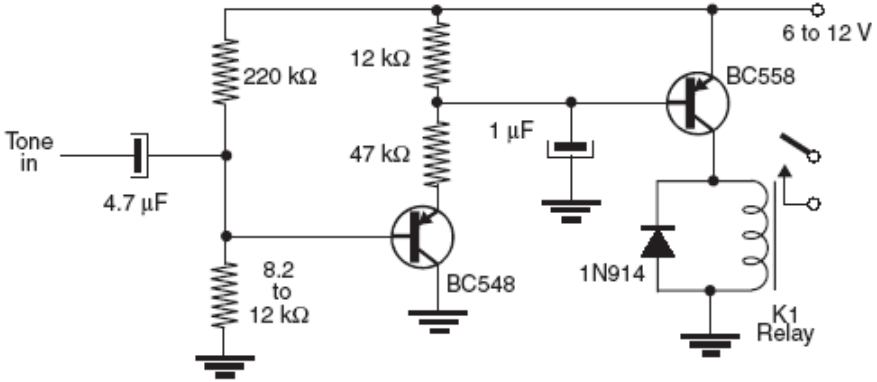
Devrenin ayarsız olması, herhangi bir frekansın ayırt edilememesi anlamındadır. Herhangi bir ses tonu aldığında anahtar röleyi açar.

Şema 191 AC Anahtar (II)

Şekil 12.12 deki şema iki tümleyen transistör kullanır. Bu devre, uzaktan denetim ünitesinden veya bir sensörden gelen çok zayıf ses tonları ile çalışabilir.



Şekil 12.11 Şema 190: Ac anahtar (I)



Şekil 12.12 Şema 191: Ac anahtar (II)

Devre, uygulamaya bağlı olarak bir röleyi veya başka bir denetim devresini çalıştırabilir. Örneğin PNP transistörü bir BD136 ile değiştirmek, bu şemada 500 mA'e kadar olan yükleri denetlemenize izin verir. Güç kaynağı voltajı temel olarak röleye veya denetlenecek olan yüke bağlıdır. Bu da, herhangi bir frekansın tonlarıyla tetiklenen ayarsız bir devredir. Kondansatör C1, ton frekansına göre 1 ve 10 µF arasında değer alır. Röledeki temas titreşimleriyle oluşan sorunları engellemek için yerleştirilir.

Şema 192 PLL Ses Tonu Kod Çözücü

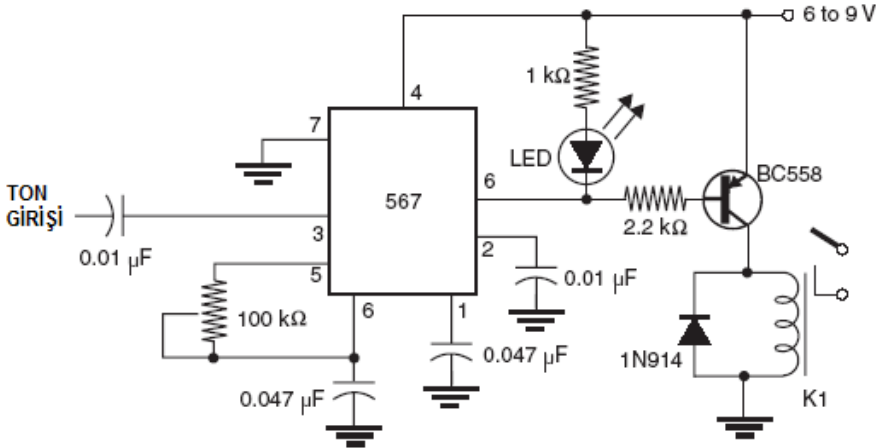
Faz kilitli kapalı eğriler (PLL'ler), daha önce belirlenen bir sinyalin farkına varılması için ayarlanabilen devrelerdir. Çok-kanallı uzaktan denetim sistemlerinde, tonlu kod çözücüler olarak çok faydalıdırlar. Basit olan şemalar, bu iş için tasarlanan en çok tutulan IC'lerden birini kullanır: LM 567. 0.1 Hz ve 500 kHz arası erimdeki sinyaller ile çalışabilen bir ton kod çözücüsünün temel devre Şekil 12.13'de gösterilmiştir.

Temel düzenlemede, devre düzenleyici potansiyometre P1'i kullanırken uygun frekansa ayarlıdır; çıkış transistörü doyulaştırarak yüksek mantık seviyesine gider. Bu noktada, harici bir yükü anahtarlayarak röleyi açar.

567, tetiklenmesi için sadece 20-100 mV arası sinyaller ister ve çok hassastır. Ayarlanan frekanstan sadece biraz farklı olan sinyalleri reddedecek kadar da seçicidir.

Bu şema; 189. şemda gösterildiği gibi uzak olan bir vericiden gönderilen tonu ve hatta bir mile kadar olan çok uzun kablolar bile kullanırken belirlemek için kullanılabilir. Önemli olan bir nokta ise: 567'ye 4.75 ile 9 V arası erimdeki voltajlarla güç verilmesidir. Eğer 12 V luk bir röleyi çalıştırmaya ihtiyacınız varsa, çıkışa ayrı bir voltaj kaynağından güç verilebilir.

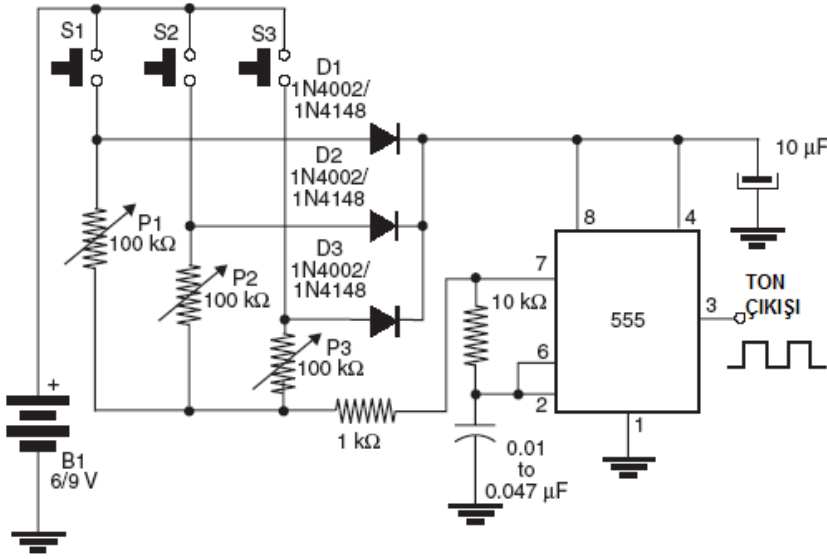
Bu şema; girişin düşük mantık seviyesine gittiği zaman yüklere güç verenler gibi, bu notlarda gösterilen diğer şemaları tetiklemek için de kullanılabilir. C1 ve P1 için şemada tavsiye edilen değerler ile, 189. şema ile üretilenin aynısı gibi 500-5000 Hz arası frekans eriminde devre ayarlanabilir. Dirençlerden birisini bir 100 k Ω 'luk düzenleyici potansiyometre serisinin bir 2.2 k Ω luk direnci ile değiştirerek vericiyi de ayarlayabilirsiniz.



Şekil 12.13 Şema 192: Ac anahtar (II)

Şema 193 Çoklu-Ses Tonu Verici

Şema 192 de olduğu gibi LM567 kullanarak, kablolar kullanan (veya sonraki şemalarda göreceğimiz gibi radyo veya IR) bir çoklu-kanal uzaktan denetim tasarlamak kolaydır. İlk adım, uygun anahtarlı bir klavyede dokunulduğunda çoklu tonlar üretmek üzere bir şema tasarlamaktır. Bu iş için önemli olan bir şema Şekil 12.14 de verilmiştir.



Şekil 12.14 Şema 193: Çoklu-ses tonu vericisi

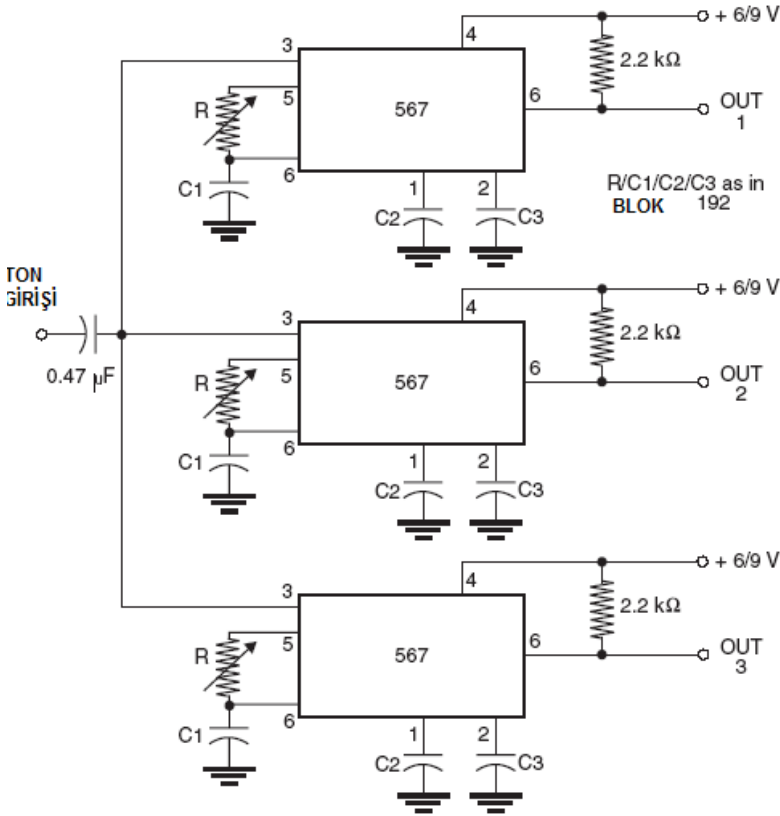
Temel versiyonda, şema: düzenleyici potansiyometrenin ayarlanması ile belirlenen üç farklı ton üretebilir. S1'e basıldığında, uygun diyot tarafından 555'e güç verilir ve frekansı belirleyen R/C ağ iletişimi devreye bağlanır. Devreye 6-9 arası güç kaynaklarından güç verilebilir.

Şema 194 Çok Kanallı Ses Tonu Kod Çözücü

Bu şema, çoklu-ses tonlu kontrol sistemleri ile çalışması için tasarlanmıştır ve ilk uygulama Şema 193'de gösterilen verici için bir alıcıdır. Üç-kanallı sistem versiyonu Şekil 12.15 de verilmiştir.

LM567 ye 4.75-9 V arası kaynaklardan güç verildiğini fakat rölenin daha yüksek bir voltaj kaynağından çalıştırılabildiğini hatırlayalım. Bu devreyi çalıştırırken dikkat edilecek başka bir nokta da: her kanalın çalışma frekansının dikkatle seçilmesidir. Her kanalın frekansı bir başka kanal ile çeşitli ve armonik olmamalıdır. Örneğin; bir kanalı 1 kHz ye ve diğerini 2 kHz ye ayarlarsanız, PLL nin armonikleri temel kurallardan ayırt etmeyi zor bulacağından sorunlarınız olabilir. Uygun frekanslar: 1 kHz, 1.2 kHz, 1.4 kHz, 2.1 kHz, vs dir.

Bu gerçek, sistemde kullanabileceğiniz kanal sayısını sınırlar. Genel bir kural olarak, kanal sayısını altı veya yedi ile sınırlama ihtiyacımız var. Her ton kod çözücüsünün çıkışı, Şema 192'de gösterildiği gibi bir röle çalıştırıcısına veya PLL çıkışının düşük mantık seviyesine gittiği zaman yükü açan herhangi bir kontrol devresine bağlanabilir.



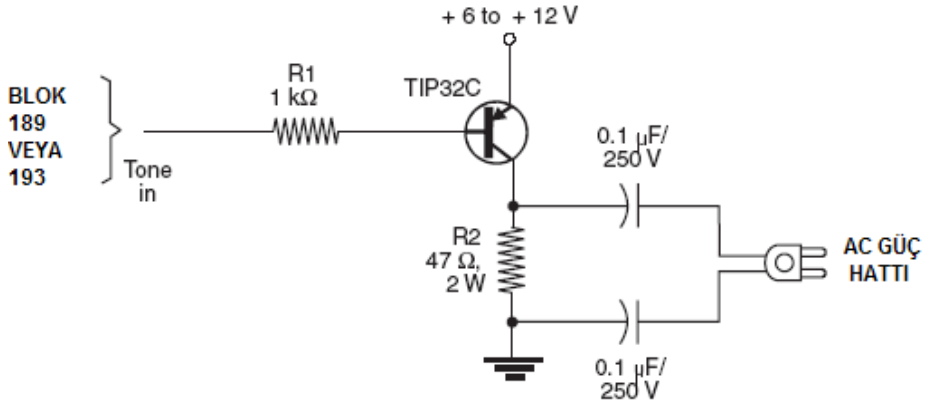
Şema 12.15 Şema 194: Çoklu-ses tonu kod çözücü

Şema 195 Ac Güç Hattı, Verici Kullanan Uzaktan Denetim

Ac güç hattının kabloları, denetim sinyallerinin bir binadan diğerine taşımakta kullanılabilir. Erim, gürültünün varlığı, indükleyen yükler, vs. gibi birçok faktörle belirlenir. Genel bir kural olarak, eğer verici ve alıcı aynı hatta bağlıysalar, bina içindeki erim 20 metreye kadar olacaktır. Bu; Şekil 12.16 da gösterilen bloğu birçok dahili uygulama için uygun kılar. En iyi sonuçlar için, çalışma frekansı 40-100 kHz arası erimde olmalıdır.

Burada gösterilen şema vericidir. Ac güç hattını iki kondansatörle çalıştıran temelde bir güç aşamasıdır. Bu kondansatörler, ac güç hattının düşük-frekans voltajı için yüksek empedans sergilediklerinden hattı devreden izole ederler. Kondansatörler, en az 250 voltla çalışan polyester tipinde olmalıdır.

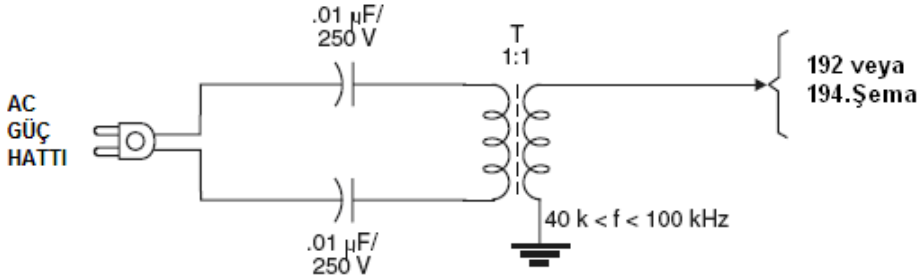
Şema 189 ile çalıştırılan şematda bir-kanallı sistem veya Şema 193'de ise bir çok-kanallı sistem vardır. Transistör bir soğutma plakasına bağlanmalıdır.



Şema 12.16 Şema 195:

Şema 196 Ac Güç Hattı, Alıcı Kullanan Uzaktan Denetim

Bu sistemle üretilen sinyaller güçlü olduklarından, Şekil 12.17 de gösterildiği gibi alıcı çok basit olabilir, bu; yüksek frekans sinyallerini ac güç hattından alan yalıtkan bir transformatördür. Transformatör, ferrit bir çubuk üzerinde 32 AWG lik emaye kablunun 100+100 kere sarımıyla oluşur. Çubuğun boyu 4 cm ve 0.5 ile 1 cm arasında çapı vardır.



Şema 12.17 Şema 195:

Önceki projede olduğu gibi, kondansatörler polyester tipinde ve en az 250 V çalışma voltajında olmalıdır. Bu şema, tek-kanallı sistemde Şema 192 ye veya çoklu-kanal sistemi için Şema 194 e bağlanabilir.

Şema 197 Işık Parlaması ile Uzaktan Kontrol

Işık parlaması, belirli bir zaman aralığında bir yükü anahtarlama için basit bir uzaktan kontrol amacıyla kullanılabilir. Bu iş için uygun bir şema Şekil 12.18 de gösterilmiştir.

Zamanında rölesi, RC zaman sabiti tarafından belirlenir. Aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$t = 1.1 \times R \times C$$

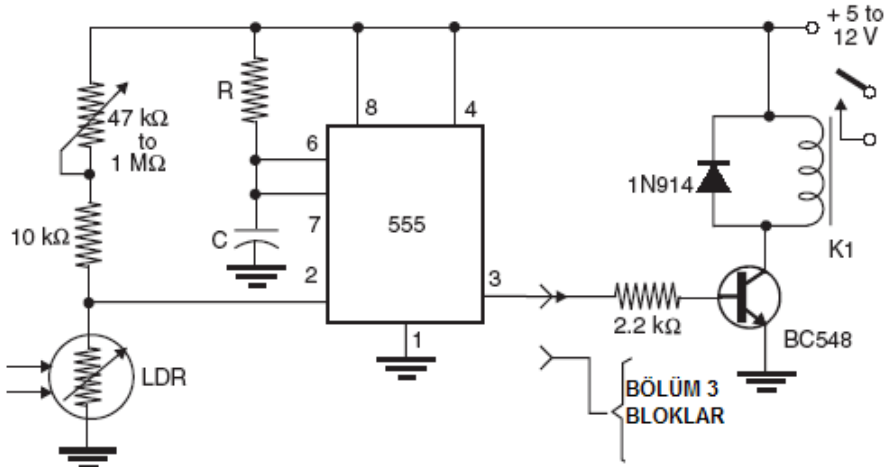
t = saniyeli zaman

C = Farad cinsinden kapasitans

R = Ohm cinsinden direnç

1 MΩ direnç ve bir 100 µF kondansatör için, zaman ortalama 2 dakikadır. Kısa bir ışık pulsu bir yükü açmak için yeterlidir. Bir lense uyabilen bir tüp içine LDR montajı ile sistem hassaslığını ve yönlenebilirliğini arttırabilirsiniz.

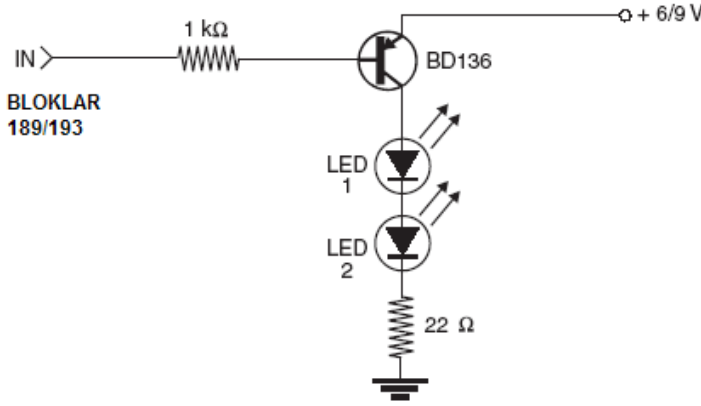
Bölüm 3 de gösterilenler gibi başka şemaları denetlemek için bu şema kullanılabilir. LDRleri sensörler olarak kullanan birçok şema, vericinin bir ışık parlaması olduğu uzaktan denetim sistemlerinde çalıştırılabilir.



Şekil 12.18 Şema 197: Işık parlaması alıcısı

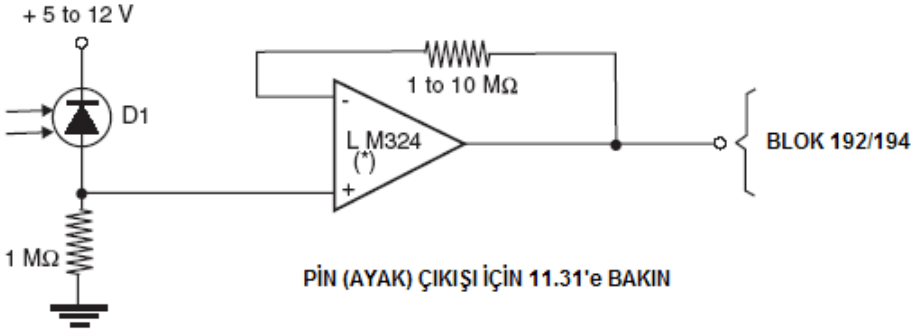
Şema 198 Kızıl Ötesi Verici

Şekil 12.19 da gösterilen şema, Şema 189 ve 193 de açıklananlar gibi bir ses tonu üreticinden iki IR'li LED'leri modüle etmek için kullanılabilir. İlk durumda, tek-kanallı sistemimiz mevcut ve ikinci durumda bir çok-kanallı sistemimiz bulunuyor. Transistör soğutma plakasına monte edilmelidir ve devre sadece kısa süreli çalışma esnasında açık olduğundan; güç kaynağı, sıradan hücresel batarya veya 9 V'luk pil olabilir. Devreye, sadece klavye çalışırken güç verilmelidir; IC, düşük çıkışla ayarlı olduğu zaman, transistör yüksek bir akım akıtır.



Şekil 12.19 Şema 198: Kızıl ötesi (Enfraruj) verici

Şema 199 Kızıl Ötesi Alıcı



Şekil 12.20 Şema 199: Kızıl ötesi (enfraruj) alıcı

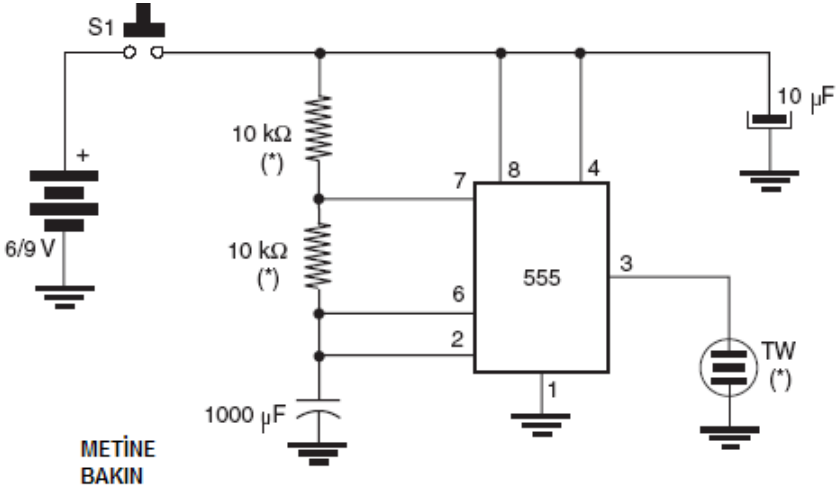
Bu şema, önceki şema tarafından üretilen sinyaller için bir alıcı olarak kullanılabilir. Şekil 12.20 de gösterilen devre, çok çabuk karşılık veren ve yüksek bir frekans sinyali tarafından modüle edilen ışık veya IR ile çalışabilen bir aygıt olduğundan, sensör olarak bir fotodiyot veya fototransistör kullanılır.

Geri besleme direnci R1, devrenin kazanımını belirler ve değeri arzu edilen erime bağlı olarak 1 ve 10 MΩ arasındadır. Düzenleyici potansiyometre hassaslığı ayarlar.

Daha iyi performans elde etmek için sensör (fotodiyot veya fototransistör), bir lens ile bir ışık geçirmeyen tüp içine monte edilebilir. Bu devre, Şema 192 veya Şema 194 ü çalıştırabilir veya ayrı ayrı olarak, tek bir kanal ya da çok-kanallı uzaktan denetim sistemi olarak hareket edebilir.

Şema 200 Ses/Ultrasonik Verici

Şekil 12.21 de gösterilen devre, sessel bir erim içinde bir ses üretmek için veya transdusere bağlı olarak ultrasonik erim (18 kHz üstü) içinde kullanılabilir. Sessel erimde en ekonomik çözüm, 555'in çıkışından doğrudan çalışan küçük bir piezo-elektrik (bas-yüklenim) transduserin kullanımıdır. Bu tonun frekansı R1 ve R2 tarafından belirlenir. R1; eğer ayarlama isteniyorsa, 100 kΩ'lık bir düzenleyici potansiyometre serisinden bir 2.2 kΩ luk direnç ile değiştirilebilir.



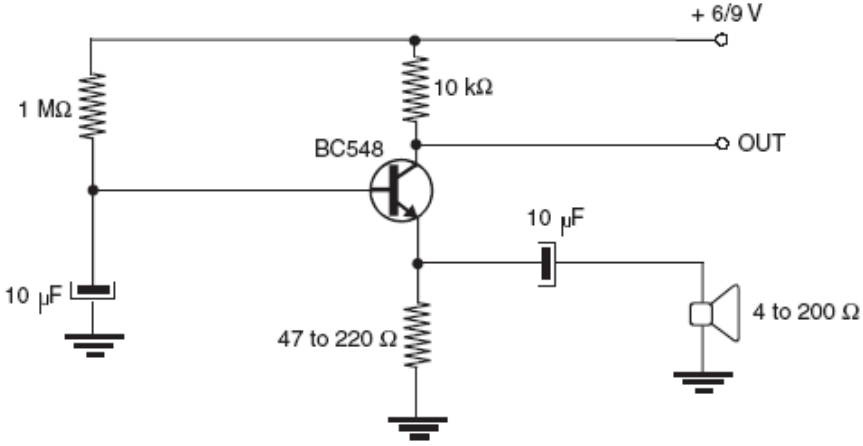
Şekil 12.21 Şema 12.21: Ses/ultrasonik verici

Ultrasonik erimde çalışma için, bir piezoelektrik yüksek ses yansıtıcı hoparlör kullanılabilir. Piezo elemanın yüksek empedansını düşük empedansa çevirmek için kullanıldığından ve transduseri doğrudan ICnin çıkışından çalıştırdığından yüksek ses yansıtıcı hoparlör içinden ufak transformatörü çıkarın. Bu yüksek ses yansıtıcı hoparlörler, iyi bir performans ile 25 kHz ye kadar olan bir erimde ultrasonik sesler üretebilirler.

Tek-tonlu verici için temel versiyon bu şemata verilmiştir fakat, osilatör aşaması Şema 193 de gösterilen düzenleme için bir çoklu-ton (veya çoklu-kanal) içine kolaylıkla adapte edilebilir.

Düşük empedanslı bir yüksek ses yansıtıcı hoparlörü doğrudan (transformatörü çıkarmadan) çalıştırmak için, iki IR LED'i ve 22 Ω direnci transduser (yüksek ses yansıtıcı hoparlör) ile değiştirerek Şema 198 in düzenlemesini kullanabiliriz.

Şema 201 Düşük-Empedans Ses/Ultrasonik Alıcı

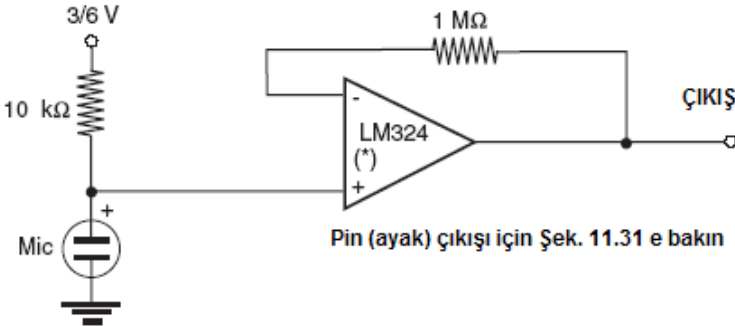


Şekil 12.22 Şema 201: Düşük-empedanslı alıcı

Düşük empedans transduserleri sesi ve ultrasonik dalgaları almak için kullanılabilir. Bir piezoelektrik yüksek ses yansıtıcı hoparlör veya hatta küçük bir hoparlör, yüksek empedanslı bir çıkışla bir ön amplifikatör olarak hareket eden, Şekil 12.22 de gösterilen şema ile alıcı olarak kullanılabilir.

Bu şema; Şema 192 ve 194'ün ses kod çözücülerinin girişine doğrudan bağlanabilir. Bu devre, 3 ve 200 Ω arası erimde empedanslara sahip olarak manyetik transduserler ile kullanılabilir.

Şema 202 Elektret Mikrofon için Sessel Alıcı



Şekil 12.23 Şema 202: Sessel alıcı

Şekil 12.23 ile gösterilen şema sessel tonlar ile çalışmak için uygundur. Bu şema, iki-terminalli bir elektret mikrofon kullanır ve kazanç geri besleme direnci ile ayarlanır. Devre, bu bileşen için uygun olan değer erimini

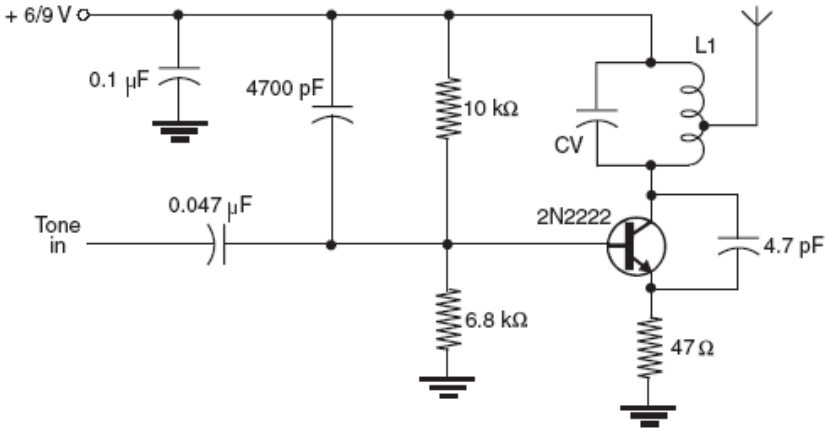
önerir. Bu devre, Şema 192 ve 194 de ve hatta tek bir ton için olan Şema 190 da gösterilenler gibi kod çözücülerini çalıştırmak için de kullanılabilir.

Şema 203 30-100 MHz Arası Verici Şema

Şekil 12.24 de gösterilen devre, 50 metreye kadar olan mesafelere sinyaller gönderebilen küçük bir VHF vericidir. Erim, alıcını hassaslığına, verici ile alıcı arasındaki engellerin varlığına, ortamdaki gürültüye ve antenin niteliklerine bağlıdır. Burada kullanılan anten 30-80 cm arası bir parça eğilmez teldir.

Sargı, 1 cm çapında göbeksiz bir biçime sarılı 28 veya 26 AWG lik kablodur. Sarım sayıları ve frekans arasındaki ilişki aşağıdaki tablo ile verilmiştir:

Frekans Erimi	Sargı Sayısı
30 – 50 MHz	10
50 – 70 MHz	6
70 – 90 MHz	4
90 -100 MHz	3



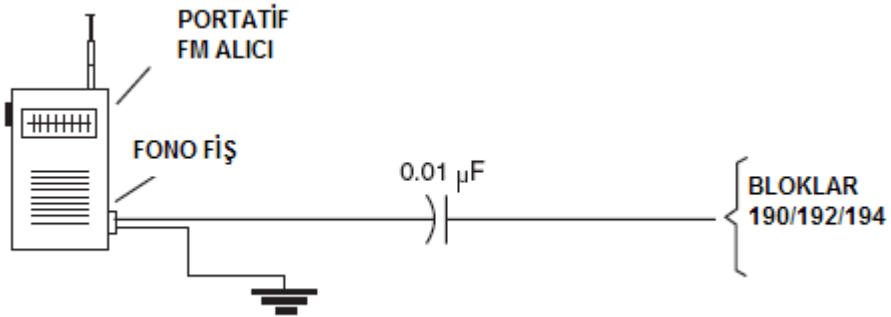
Şekil 12.24 Şema 203: 30 – 100 MHz Verici

Tüm kondansatörler seramik tipinde olmalı ve modülasyon sinyali bir ses tonu olmalıdır. CV çalışma frekansını ayarlar.

Şema 204 Küçük bir FM Radyonun Uzaktan Denetim Alıcısı Olarak Kullanılması

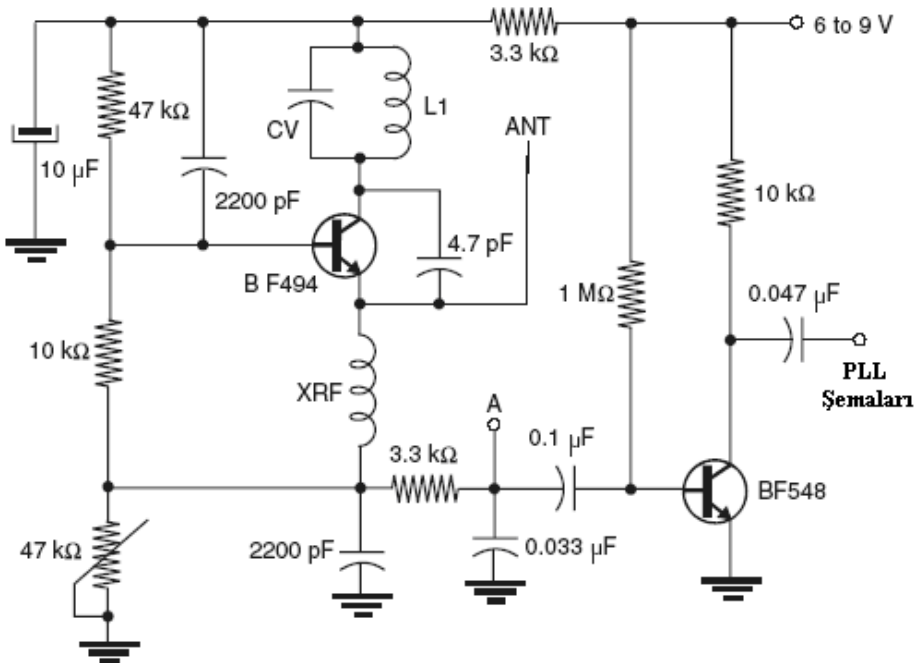
203 no'lu bir önceki şemada gösterilen devre, eğer FM eriminde çalışmak için ayarlanmışsa; Şekil 12.25 de gösterildiği gibi portatif bir FM radyosu bir alıcı gibi kullanılabilir. Eğer gerekliyse hat üzerinde bir 0.01 µF kondansatör kullanarak bir telefon fişi üzerinden çıkış üreterek Şema 190,

192 ve 194'ün tonlu kod çözücüleri için bir sinyalin kaynağı olabilir. Eğer modülasyon tonu 200 – 10,000 Hz arası erimdeyse devre uygundur. 20 – 40 pF arası (maksimum) erim kapasitanslı herhangi bir düzenleyici kondansatör kullanılabilir.



Şekil 12.25 Şema 204: Küçük FM radyonun bir radyo denetim alıcısı olarak kullanılması

Şema 205 30 – 100 arası Süper – Yenileyici Alıcı



Şekil 12.26 Şema 205: Süper-yenileyici alıcısı

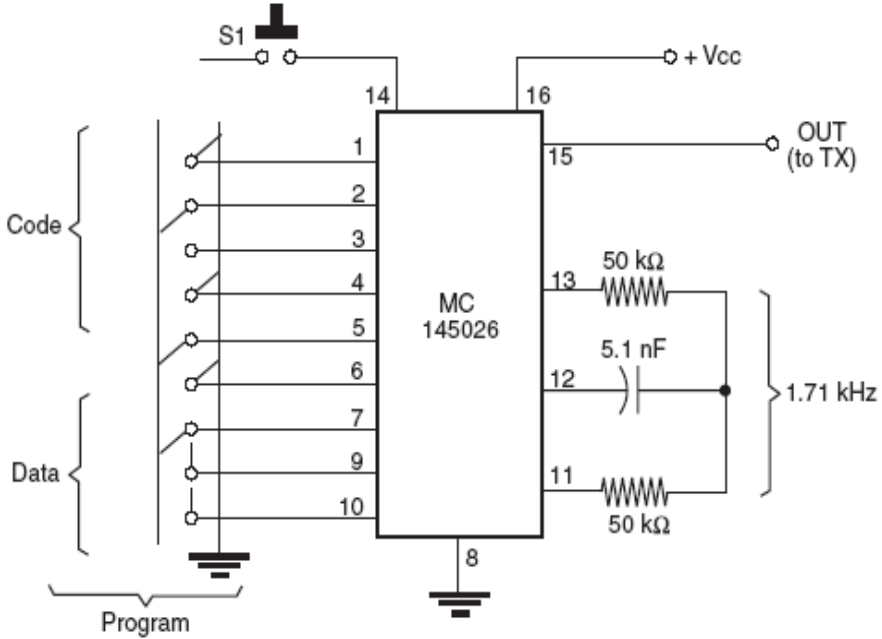
Şekil 12.26, kısa – erim denetimi uygulamaları için uygun olan VHF bandı için bir süper – yenileyici alıcıyı gösteriyor. Şema 203 deki tabloda

verildiği gibi sargılara bağlı olarak 30 – 100 MHz arası erimde devre çalışabilir.

XRF, 100 μ H lik bir mikro-jikledir, fakat siz bir ev yapımını bunun yerine koyabilirsiniz; 100 $k\Omega \times 1/2$ W direnç üzerine 32- 26 AWG emaye kablunun 40-60 kere sarımı ile yapılabilir.

Anten 30-80 cm uzunluğunda bir parça eğilmez kablodur. Bu devreyi ayarlamak için, sessel bir amplifikatörün girişine çıkışını bağlayın ve sonra CV yi ayarlayın ve verici tarafından üretilen ses tonunu almak için P1 i ayarlayın.

Şema 206 MC145026 yı Kullanan Kodlayıcı



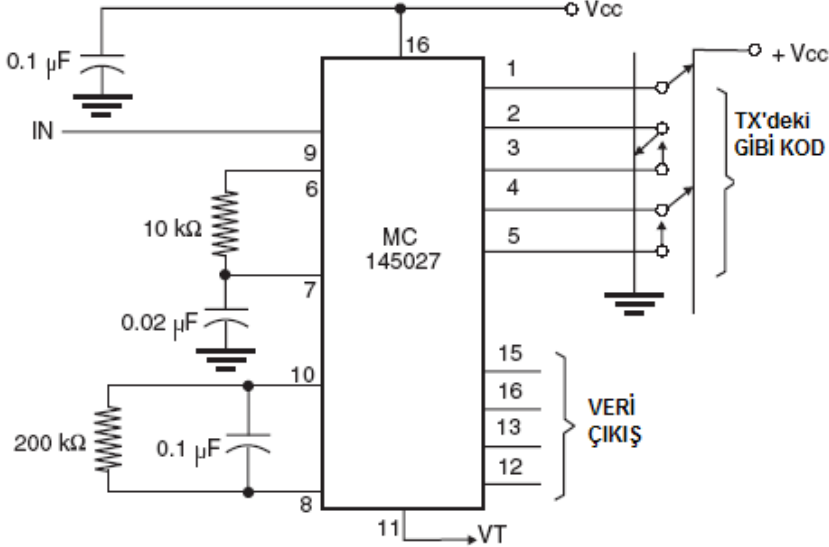
Şekil 12.27 Şema 206: MC145026 kullanan kodlayıcı

Şekil 12.27 de gösterilen şema, dokuz bitlik bilgiyi kodlayabilip ve bu bilgiyi seri olarak iletebilen Motorola MC145026 IC kullanıyor. Bu temel şema, aynı sinyalin kod çözümünü başka bir devre için neredeyse imkansız kılarak 19,683 koddan birini göndermek için kullanılabilir. Kod vericide hazırlanır v alıcı aynı kodu alması için hazırlanmalıdır.

Bloğa 4.5 – 18 V arası kaynaklardan güç verilebilir. Aynı şema kablolardan veya bu bölümün diğer şemalarında gösterildiği gibi enfraruj bir verici üzerinden seri bilgileri göndermek için kullanılabilir. Zamanlama kondansatörleri ve direnç bu projede kritik elemanlardır ve belirtilen değerler gözlenmelidir.

Şema 207 MC14506 Kullanan Kod Çözücü

Şekil 12.28, önceki şemata gösterilen devre için kod çözücü bloğu gösteriyor. Bu şema, IR veya ses kullanan şemaların çıkışına doğrudan bağlanabilir.



Şema 12.28 Şema 207: Şema 206 için alıcı

Bu bloğun ve önceki bloğun kullanımı, uzaktan denetim sistemi hakkında daha fazla bilgi Motorola'nın Web sitesi olan (<http://sps.motorola.com>) da bulunabilir. MC145026/27 çifti de çok-kanallı sistemlerde kullanılabilir.

12.6 Diğer Bilgiler

LM567, robotik ve mekatronik tasarımcısı için çok önemli bir bileşendir. Aşağıda, Şekil 12.29 şema şeması ile bu IC nin bazı niteliklerini vermektedir.

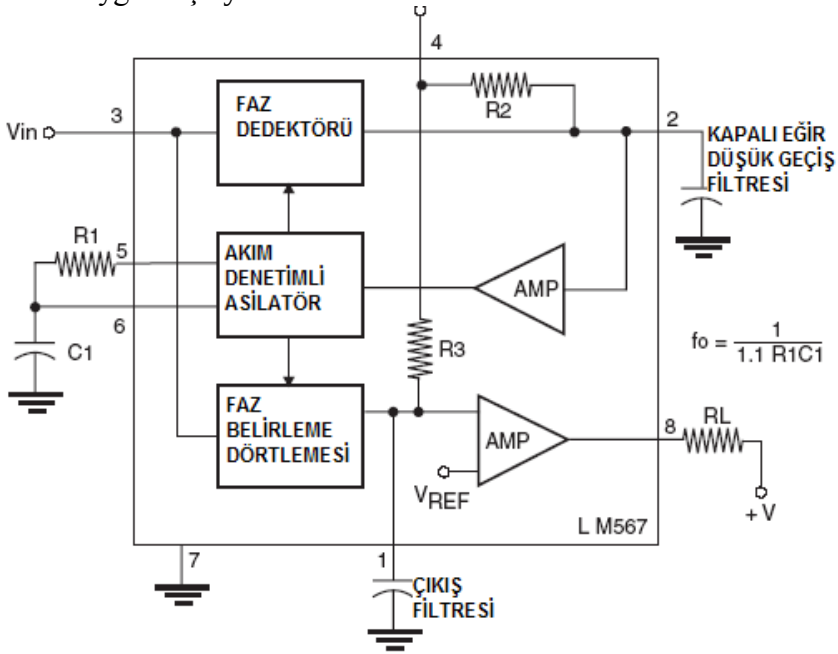
Nitelikler

- Güç kaynağı erimi: 4.75 V – 9 V
- Frekans erimi: 0.01 Hz – 500 kHz
- Ayarlama erimi: 20:1
- Hassaslık (belirlenebilir en küçük giriş voltajı): 20m Vrms (tipik)
- Giriş direnci: 20 kΩ (tipik)
- Maksimum akım azalması: 100 mA

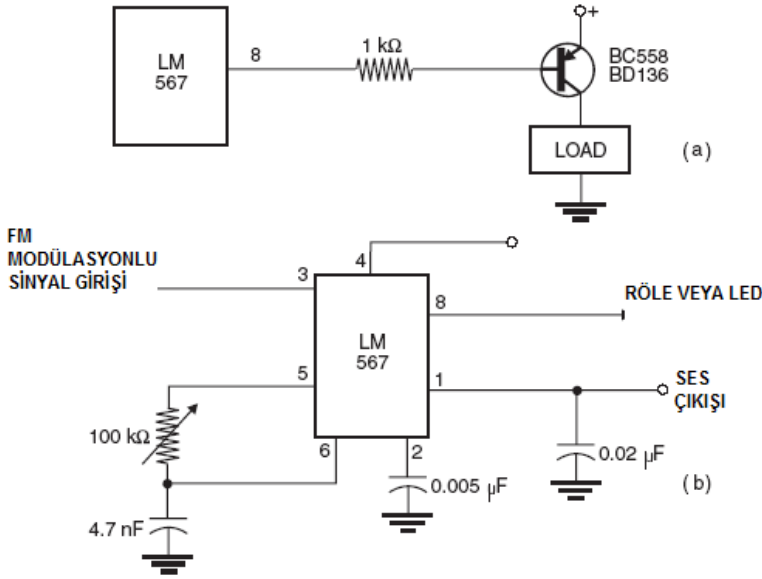
Şekil 12.30 bu devre için bazı temel uygulamalar veriyor. 12.30'a da, bir röleyi veya başka bir yükü çalıştıran bir ses tonu kon çözücünün uygulaması var. 12.30b de, bir FM ayırıcısı var. Bu devre, modüle edilen bir sinyalden modülasyonu alabilir. Bu devre ile, düşük frekanslı tonları (1 kHz, 1.5 kHz, vs) taşımak için bir yüksek frekans taşıyıcı kullanmak mümkündür. Düşük frekanslı ton devrenin çıkışında görülür ve ton kod çözücülerini çalıştırmak için kullanılabilir.

12.7 Proje Önerileri

Bu notlarda açıklanan tüm şemaların birleşimiyle, birçok ilginç robot ve mekatronik aygıt düşleyebilirsiniz:



Şekil 12.29 LM567



Şekil 12.30 LM567 için uygulamalar

1. Klavyeden çalıştırılabilen fakat sensör ve diğer öz kaynakları kullanan “zeka” fonksiyonlarına da sahip uzaktan denetlenebilen bir robot tasarlayabiliriz.
2. Özel sinyalleri sensörü tarafından alındığı zaman size bilgi gönderebilen bir robot yaratabiliriz.
3. Basit bir uzaktan denetimli bir mekatronik kol yaratabiliriz.
4. Bazı uzaktan denetimli fonksiyonları da olan bir “zeki asansör” yaratabiliriz.
5. Çoklu işleri gerçekleştiren bir robot tasarlayarak, bunu programlamak üzere bir diyot matrisi kullanabiliriz.

13 Mantık Şemaları

13.1 Amaç

Mantık şemaları vasıtasıyla bir robota veya mekatronik aygıta zeka ilave etmek mümkündür. Bu bölümde bazı basit şemaların dijital mantığı birleştirilerek bir çalışma sıralamasını programlamakta nasıl kullanılacağını veya bir robota karar verme yeteneğinin nasıl ilave edileceğini göreceğiz. Şemalar çok basittir. Ama karışık fonksiyonları gerçekleştirmek için birleştirilebilir. Mikrokontrolörler veya mikroişlemciler kullanarak çok karışık tasarımlar için başlama noktası olabilirler. Bu şemalar, karışık devreler gerektirmeyen basit fonksiyonları gerçekleştirdiklerinden; mantıksal devreleri içeren karışık projeler için tamamlayıcı olarak da görülebilir.

13.2 Teorik Temeller

Dijital devreler, sadece sıfırlarla ve birlerle (ikili haneler veya *bitler*) çalışır: sıfır veya düşük mantık seviyesi 0 V'un veya potansiyel toprağın karşılığıdır ve bir veya yüksek mantık seviyesi pozitif bir voltaja (normal olarak güç kaynağı voltajına) karşılık gelir. Bu devreler, aradaki gerilimlerle ile çalışmazlar. Mantık şemaları, önceden ayar kurallarına göre ürettikleri yeni dijital sinyallerden, dijital sinyalleri işlemde geçirirler.

Farklı yollarla bu şemaların birleşimiyle, karışık matematik veya bilgisayarlarca gerçekleştirilen mantık işlemlerini gerçekleştirmek mümkündür. Hatta, karışık bilgisayarlar; *kapılar*, *evireçler*, *sayıcılar*, *bellekler*, *flip-floplar* ve bunlar gibi anılanlar basit temel şemalardır.

Basit mantık şemaları, sizin robotik veya mekatronik projenize programlanmasına göre kendi kendine bazı kararlar almasına izin verir. Burada açıklanan temel şemalarda bulunması kolay bileşenler tercih edilmiştir ve bunların çoğu tümleşik devreler şeklinde karışık ve gelişmiş sürümlerdir

Öğretici ve deneysel amaçlar için, basit şemalar daha kolay anlaşıldıkları ve kullanıldıkları için; karışık olanlardan çok daha fazla önemlidirler. Bu temel şemaların nasıl çalıştıklarının kavranması ile, öğrenci veya yeni başlayanlar için, mikro işlemciler, dijital sinyal işlemcileri (DSP'ler) ve mikrokontrolörler gibi daha karışık şemalara atlamak daha kolay olacaktır.

13.2.1 Kapılar, Evireçler ve Devre Ayırıcılar

Kapılar, OR, NOR, AND, NAND ve NOR gibi basit mantık fonksiyonlarını yerine getirmek için kullanılır. Bu grupta olabilecek diğer basit şemalar evireçler ve devre ayırıcılarıdır (tampon). Kapılar ve evireçler gibi mantık şemalarının ne yaptıklarını göstermek için *doğruluk tabloları* kullanılır. Bu tablolar, olası tüm sinyallerin belli bir aygıtın girişine uygulandıkları zaman çıkışa ne olduğunu belirtir.

Devre Ayırıcı (tampon)

Giriş	Çıkış
0	1
1	0

Tampon, diğer sıradan mantık fonksiyonları tarafından desteklenmeyen yükleri çalıştırarak bir “dijital” amplifikatör olarak kullanılır.

Evireç

Giriş	Çıkış
0	1
1	0

AND kapısı

İki – girişli bir AND kapısının çıkışının her ikisi de, giriş 1 AND giriş 2 yüksek mantık seviyesine ayarlandığı zaman, yüksek mantık seviyesine gidecektir (1)

Giriş 1	Giriş 2	Çıkış
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR Kapısı

İki – girişli bir OR kapısının çıkışlarından sadece birisi, giriş 1 OR giriş 2 yüksek mantık seviyesinde olduğu zaman yüksek mantık seviyesindedir.

Giriş 1	Giriş 2	Çıkış
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NAND Kapısı

Bir NAND kapısının çıkışları, giriş 1 AND giriş 2 yüksek mantık seviyesinde değilken yüksek mantık seviyesindedir.

Giriş1	Giriş 2	Çıkış
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR Kapısı

İki – girişli NOR kapısının çıkışlarından birisi, giriş1 OR giriş 2 yüksek mantık seviyesinde değilken yüksek mantık seviyesindedir.

Giriş 1	Giriş 2	Çıkış
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Özel OR

İki –girişli özel OR kapısının çıkışı giriş 1 OR giriş 2 yüksek mantık seviyesindeyken fakat her ikisi değilse yüksek mantık seviyesindedir.

Giriş 1	Giriş 2	Çıkış
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

13.2.2 Monostabil / Bistabil

Tek kararlı, *sadece bir kararlı durumlu bir devre* olarak tanımlanır. Tek kararlı şemalar, işlevsel zamanlamayı denetlemek için kullanılabildiklerinden veya kolayca ileri sıçrayıcılar olarak çalıştırılabildiklerinden robotik ve mekatronik projelerde çok önemlidirler. Daha önceki bölümlerde, bu şemaların kritik fonksiyonlar için nasıl kullanıldıklarını gözlemledik.

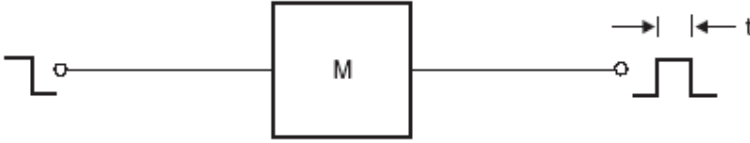
Bir kere tetiklendi mi, tek kararlı (monostabil) sadece belirli bir süre için kararsız kalacağı bir duruma zorlanır. Bu aradan sonra ilk durumuna döner. Şekil 13.1 bir tek kararlıyı gösteriyor.

Tek kararlının kararsız durumda kaldığı zaman süreci, normal olarak bir RC ağ iletişimi tarafından belirlenir. Robotik ve mekatronikte, tek kararlılar, bir devrenin tetiklenmesinden sonra ne kadar zamanda enerji aldıklarını yönlendirmek üzere zamanlayıcılar olarak kullanılabilirler.

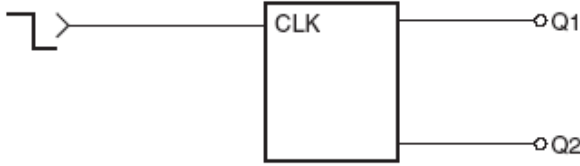
Buna karşılık, iki kararlı (bistabil) devrenin, Şekil 13.2 de gösterildiği gibi iki kararlı durumu vardır. Farz edelim ki, çıkışı Q1 yüksek ve Q2 düşük olan durumda bir devre bulunmakta. Tetiklendiği zaman, devre durumunu değiştirir: çıkış Q1 düşüğe, Q2 yükseğe gider ve devreye yeni bir puls uygulana kadar her ikisi de bu durumda kalır. Yeni puls geldiği

zaman devre tekrar durumunu değiştirir. Q1 yüksek duruma ve Q2 düşük duruma yeniden döner.

Tek kararlı, flip-flop olarak da anılır ve bir tek-bit bellek, bir iki ile bölünme devresi veya tek-puls komutları ile yükleri açma ve kapama olarak kullanılabilir. İki kararlılar ve tek kararlılar tümleşik devrelerin şeklinde bulunabilirler.



Şekil 13.1 Tek kararlı -monostabil bir şema



Şekil 13.2 İki kararlı -bistabil bir şema

13.2.3 Sayıcılar ve Kod Çözücüler

Flip-flop bazlı şemalar, pulsların sayımında veya bir sinyalin frekansını bölmek için kullanılabilir. Sayıcı tarafından sayılan pulsların adedi depolanabilir ve bazı tiplerde başka şemalar (kod çözücü) tarafından kodları çözülebilir. Sayıcılar ve şifre çözücüler, hem TTL hem de CMOS ailelerinin IC'leri şeklinde bulunabilirler. Bu aygıtların bize bir devrenin mantık çalışmalarını programlamaya veya otomasyon çalışmalarında bir devreyi denetleme izni verdiğinden birçok önemli şema; sayıcılar ve kod çözücüler bazlıdır.

13.2.4 Voltaj – Denetimli Osilatörler

Voltaj denetimli osilatörler, sinyalin girişe uygulandığı voltaja bağlı olarak frekans üreten osilatör (VCO'lar) devrelerdir. Uzak bir terminale bilgi göndermek için sensörler içermeyen projelerdeki mantık şemaları gibi ve hatta yapay zeka şemaları gibi de kullanılabilirler. Bunlarla ilgili detaylar daha sonra verilecektir.

Birçok basit VCO düzenlemesi çalıştırılabilir ve birkaç harici bileşenin yardımı ile bu fonksiyonu gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan tüm elemanlarla birleşen bazı tümleşik devreler de vardır. Robotik ve

mekatronik uygulamaları için uygun önemli bir VCO bloğunu açıklayacağız.

13.2.5 Bellek

Bellekler, bilgi depolamak için kullanılan şemalardır. Bilgi, dijital bir bellekte tek bir bit (0 veya 1) veya analog bir bellekte bir voltaj olabilir. Dijital bellekler, tümleşik devreler şeklinde kolaylıkla elde edilebildiklerinden daha popülerdir. Bu bellekler, kapasiteleri megabaytlar kadar yüksek olan bitlerin çok büyük bir miktarını depolayabilir.

Bellekler, bir robot veya mekatronik aygıtın (kendi *programı*) sıralama çalışması gibi bilgiyi depolamak için kullanılabilir. Bu program, yapmasını istediğimiz tüm işlerin nasıl gerçekleştirileceğini anlatır.

En basit bellekler diyotlar ile yapılabilir, ancak diğer tipler TTL ve CMOS mantıkla uyumludurlar ve pratik projelerde kullanılabilirler. Burada uygulanan şemalar, dijital belleğin her ikisine ait örnekleri ve analog belleği kapsayacaktır.

13.3 Mantık Şemaları Nasıl Kullanılır

Mantık şemalarını kullanırken, hangi tür giriş sinyallerine ihtiyaç olduğunu ve bunların çıkışlarından ne tür sinyaller alabileceğimizi bilmek önemlidir. TTL şemalara 5 V'luk kaynaklardan güç verilmeli ve çıkışları sadece birkaç miliamper olabilmelidir. Bunlar tipik olarak 1.6mA verip ve çıkışlarında 16mA akıtırlar. CMOS şemalarının, 10V'luk bir güç kaynağından güç aldıkları zaman çıkışlarında 2.2 mA'lık bir akıtma veya azaltmaları olur. Bunlara 3 – 15V arası voltajlardan güç verilebilir, fakat 3 – 5V arası çalışma bazen tavsiye edilmez.

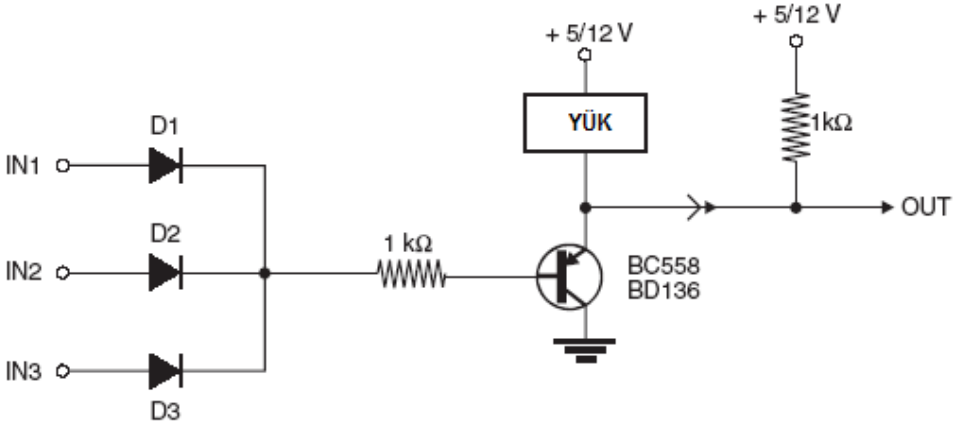
13.4 Şemalar

Aşağıdakiler, bazı durumlarda farklı bileşenler veya IC'lerle gerçekleştirilen, mantık fonksiyonları kullanan şemalardır. Önceki bölümlerde şemalardan gelişen birçok devre gösterilmiştir. Bazıları gösterildiği gibi kullanım için planlanmıştır fakat diğerleri, burada önerilenlerden çok daha fazla karışık fonksiyonları gerçekleştirmek için yükseltilebilirler. Belirli bir uygulama sorununu çözmek için her bloğa yapılacak olan gerekli modifikasyonlar size bağlıdır.

Şema 208 Bir Transistör Kullanan NOR Kapısı

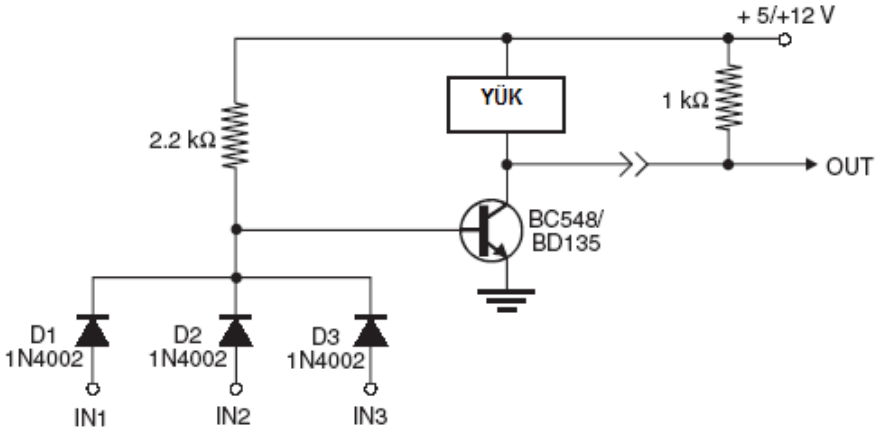
Bazı mantık fonksiyonları, Şekil 13.3’de gösterildiği gibi sıradan bir bipolar transistör ile tamamlanabilir. Bu şemanın çıkışı, IN1, IN2 veya IN3 yüksek mantık seviyesine gittiği zaman, düşük mantık seviyesine gider.

Eğer uygun bir transistör kullanırsanız (yüksek güç şemaları hakkında öneriler için 3.Bölüm’e bakın), bu şema bir yükü doğrudan denetleyebilir. BD135 kullanarak, 500 mA’e kadar olan yükleri denetleyebilirsiniz. Yüğü, 1-2.2 k Ω direnç ile değiştirerek ve BC548 kullanarak; bu şema, başka şemaları çalıştırmak için bir mantık kapısı olarak kullanılabilir. Bu devreye 5 – 12 V kaynaklardan güç verilebilir.



Şekil 13.3 Şema 208: Bipolar bir transistör kullanan NOR kapısı

Şema 209 Bir Transistör Kullanan NAND Kapısı



Şekil 13.4 Şema 209: NAND kapısı

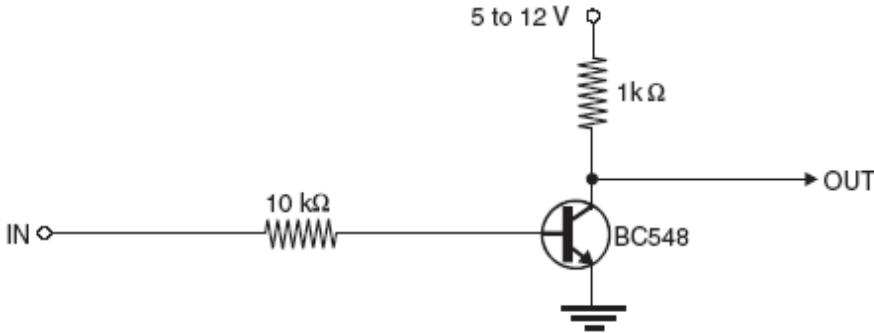
Şekil 13.4, bir NPN bipolar transistörün bir NOR kapısı olarak nasıl kullanıldığını gösteriyor. Bir BD135 transistörü kullanarak 500 mA’e

kadar olan yükleri doğrudan çalıştırabiliriz. Bu devrenin çıkışı, IN1, IN2 ve IN3 yüksek mantık seviyesine giderken düşük mantık seviyesine gider.

Eğer bir BD135 kullanırsanız, devre 500 mA e kadar olan yükleri doğrudan çalıştırabilir. Eğer yükü 1-2.2 kΩ luk bir direnç ile ve transistörü bir BC548 aygıtı ile değiştirirseniz, devre başka şemaları çalıştırmak için kullanılabilir.

Şema 210 Bir Transistör Kullanan Mantık Evireci

Bir mantık evireci veya NOT mantık fonksiyonu için bir bipolar NPN transistörü kullanan basit bir şema Şekil 13.5 de gösterilmiştir. Bu şemata, giriş yüksek olduğu zaman çıkış düşük mantık seviyesine gider. Devre, önceki şemalarda olduğu gibi yükleri veya başka şemaları doğrudan çalıştırabilir.



Şekil 13.5 Şema 210: Mantık evireci

Şema 211 555 IC Kullanan Temel Monostabil (Tek Kararlı)

Tek kararlı ve zamanlama fonksiyonları, robotları veya mekatronik aygıtları tasarlarken çok önemlidir. Şekil 13.6 da gösterilen şema, 555 IC yi kullandığından tek kararlıların belki de en önemlisidir.

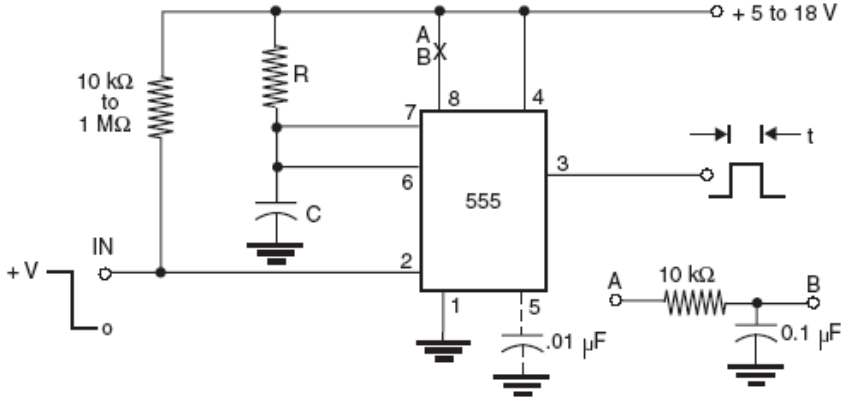
Bu şemata, giriş toprak potansiyelinde anlık süreli olarak hazırlandığı zaman 555 in çıkışı, R ve C tarafından belirlenen bir zaman aralığı kadar yüksek mantık seviyesine gider. Bu zaman aralığı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$t = 1,1 \times R \times C$$

t = saniyeli zaman

R = Ohm cinsinden direnç

C = Farad cinsinden kapasitans



Şekil 13.6 Şema 211: 555 IC kullanan temel tek kararlı

Bu şema, bir saniyenin kesrinden bir saatten fazlasına kadar olan zaman aralıkları için uygundur. Daha uzun zaman aralıkları tavsiye edilmez; çünkü kondansatördeki kayıplar devrenin performansına etki edebilir.

Aynı düzenleme, 555 bipoların sürümü CMOS olan TLC7555 i çalıştırabilir. Şekilde önerildiği gibi bu devre, 200 mA veya daha fazla güçlü şemaları doğrudan çalıştırabilir.

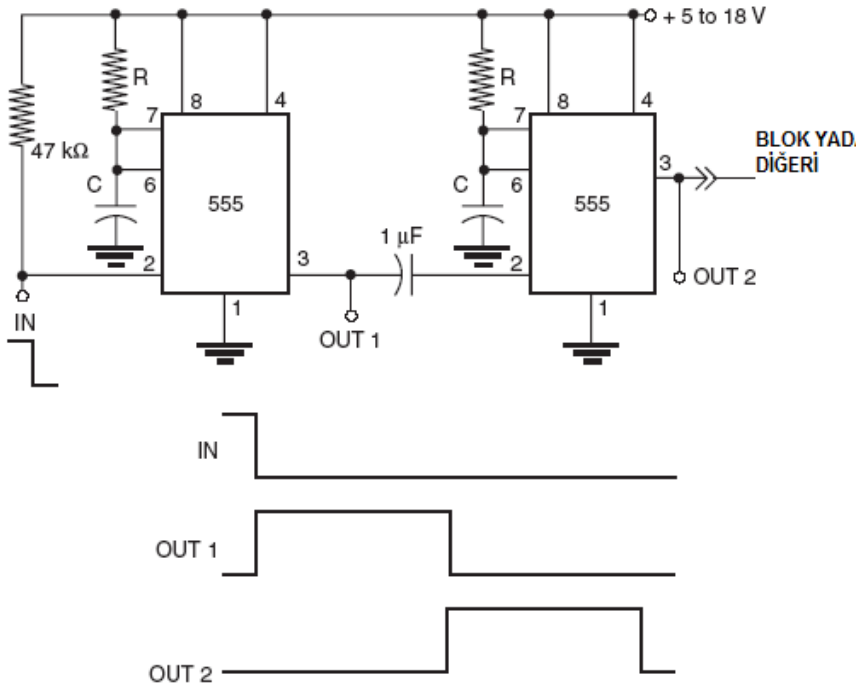
Bazı uygulamalarda, güç açık olduğu zaman devrenin reset olduğundan emin olmalısınız. Bu; bir direncin ağ iletişim formatını kullanarak ve A ve B noktaları arasına yerleşik bir kondansatör ile yapılabilir.

Şema 212 Sıralamalı Monostabil

Tek kararlılar, iki veya daha fazla zamanlama aralığı üreterek sıralama içinde tetiklenebilirler. Şekil 13.7’de gösterildiği gibi, 555 ICler seri olarak bağlanabilir.

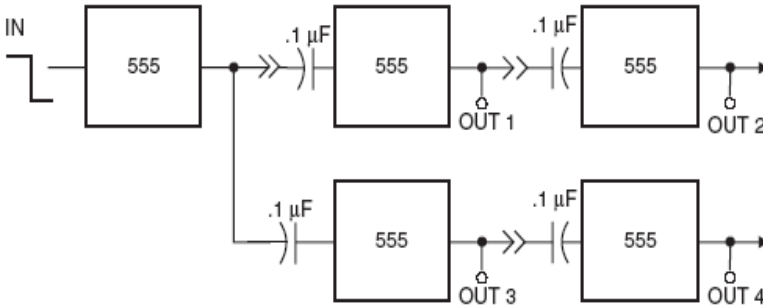
Giriş anlık sürelerle toprak potansiyeline ayarlandığı zaman, ilki tek kararlı tetiklenir. İlk zamanlama aralığı bittiği zaman, ikinci tek kararlı tetiklenecek ve çıkışı ikinci zaman aralığının uzunluğunu sağlamak üzere yüksek kalacaktır.

Tek kararlının sıralaması herhangi bir sayıda veya uzunlukta zaman aralıkları üretmek için tekrar edilebilir. Her tek kararlının çıkışı 200 mA e kadar olan yükleri doğrudan çalıştırabilir fakat Bölüm 3 de önerildiği gibi tasarımcının transistör güç aşamaları kullanması tavsiye edilir.



Şekil 13.7 Şema 212: Sıralamalı tek kararlı

Şema 213 555 IC Kullanan Çoklu- zamanlama

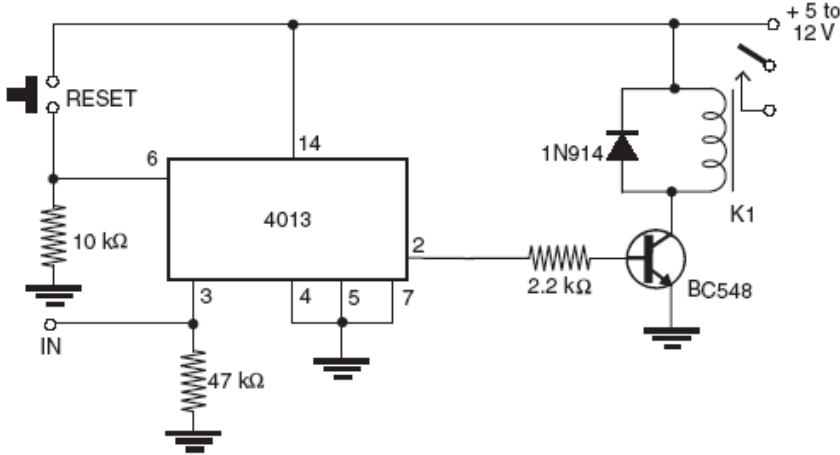


Şekil 13.8 Şema 213: 555 IC kullanan çoklu-zamanlama

Şekil 13.8, robotik ve mekatronik uygulamalarda birleşik zaman uygulamalarını programlamak için kaç tane tek kararlı bloğun bağlandığını gösteriyor. Tek bir puls (bir uzak denetimden, sensörden veya başka aygıttan alınan), zamanlama işlemini başlatır ve birçok aygıt değişen zaman aralıkları için harekete geçirilebilir. Zamanlama bölümlerine bağlı olarak, birçok sıralama her bloğun zamanlama aralığının bitiminde başlayabilir.

Şema 214 Bistabil (iki kararlı) Şema

Şekil 13.9'daki şema, robotik ve mekatronik içeren projelerde çok önemlidir. Girişe uygulanan ilk puls röleyi açar. İkinci puls bunu kapatır. Reset anahtarı, kapanan röle ile devre çalışmasını başlatmak için röleyi kapatır. Bu devre, ikili D-tipi flip flop olan 4013 IC kullanan bir flip-floptur.

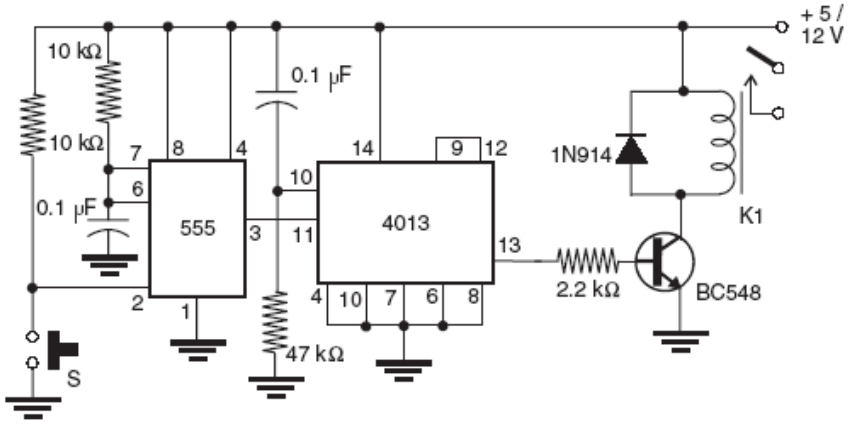


Şekil 13.9 Şema 214: İki kararlı şema

Bu komut sinyalleri, bu kitabın daha önceki bölümlerinde açıklanan açma – kapama şemaları ile üretilebilir. Bu şemata, yük bir transistör tarafından çalıştırılan bir röledir fakat, Bölüm 3 de önerilen şemalardan herhangi biri 4013'ün çıkışına bağlanabilir. Eğer resette (POR) bir güç istiyorsanız, reset anahtarı bir 0.1 μ F kondansatör ile değiştirilebilir.

Şema 215 4013 IC Kullanan Bütün Bistabil (İki Kararlı)

Önceki bloğun girişine uygulanan pulsalar, gürültüsüz ve mükemmel kare olmalıdırlar. Eğer uygulamanız devreye gürültü verebilecek anahtarlar veya sensörlerle çalışıyorsa, bir ileri sıçrayıcı ilave edilebilir. Şekil 13.10'da gösterilen şema bütünü, 4013'ü kare dalgalarla çalıştırmak için bir tek kararlı içermektedir.

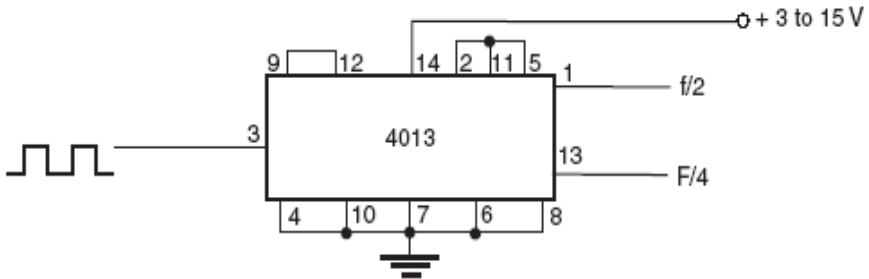


Şekil 13.10 Şema 215: iki kararlı entegre

S ye her basıldığında, devrenin durumunu değiştirerek ve röleyi açıp kapayarak 555 sadece bir puls üretir. Önceki şemada, 4013'ün flip-floplarından biri kullanıldı. Bu şemada diğerini kullanıyoruz. (bağımsız olduklarından size pin “ayak” çıkışlarını göstermek üzere) Bu şema, 3. Bölümde önerilen diğer yükleri de çalıştırabilir. Tek kararının zaman sabitliği, uygulamaya uysun, ileri sıçramayı önlesin diye ve diğer amaçlar için değiştirilebilir.

Şema 216 Frekans Bölücü

Projelerimizin bazılarında, girişe uygulanan her iki veya dört puls için bir puls üreten bir devreye ihtiyacınız olabilir. Flip-floplar bu iş için idealdirler ve Şekil 13.11 de gösterildiği gibi, 4013 ün kullanımı özellikle kolaydır. Önceki şemata olduğu gibi, eğer Bölüm 3 de önerilen şemaları kullanırsanız, bu devre yüksek-güç yüklerini doğrudan çalıştırabilir.

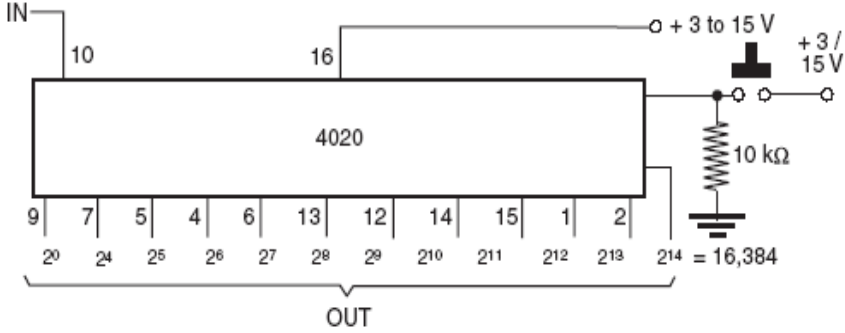


Şekil 13.11 Şema 216:

Bu devrenin girişi gürültüsüz bir kare dalga olmalıdır. Eğer sensör kullanıyorsanız, 214.Şemadaki ileri sıçrama ilave edilebilir. Kare dalga

sinyalinin frekansını herhangi bir güçle ikiye bölmek için bu şemalardan birkaçını seri olarak bağlayabilirsiniz.

Diğer ICler, (4020 ve 4040 dahil) ve düzenlemeler bir kare dalganın frekansını başka değerlere bölmek için değerlendirilebilir. ICler, sinyalin frekansını 4k (4096) ve 16k (16,384) ya kadar olan değerlerle ayrı ayrı bölebilir.



Şekil 13.12 Şema 217:

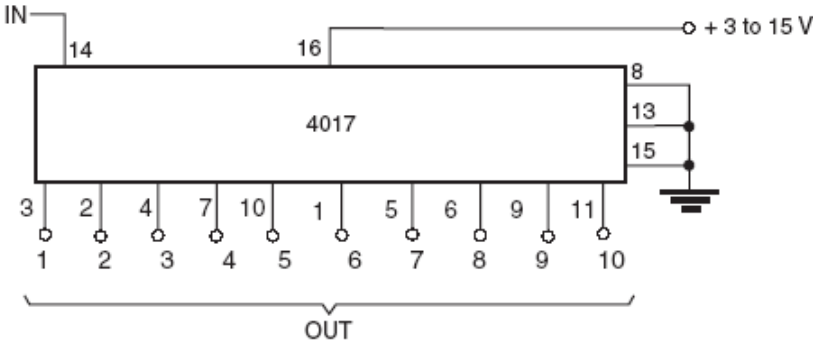
Şema 217 4020 IC Kullanan Frekans Bölücü

Bir CMOS IC olan 4020, dijital sinyallerin değerini 2 den 16,384 e kadar bölebilir. Bu ICnin, giriş sinyalinin 2, 16, 32, 64, 128, 256, 1024, 2048, 4096, 8192 ve 16,384 değerleri ile bölünen giriş frekansı olduğu 12 çıkışı vardır. Temel devre kullanan bu IC, Şekil 13.12 de gösterilmiştir.

Devrenin, 4 ve 8 ile bölünen çıkışları olmadığına dikkat edin. Bu devrenin çıkışları, Bölüm 3 de önerilen şemalardan bir çoğunu hatta Şema 213 ve 214 de gösterilen röleyi bile çalıştırır. Çıkış sinyallerinin iş-çevriminin %50 olmadığına dikkat edin.

Şema 218 4017 IC Kullanan 10 ile Bölen Sayıcı

Şekil 13.13 de gösterilen şema, CMOS IClerin kullandıkları arasında en önemlisidir. Bu devre, denetim ve kod çözmeyi de kapsayan bir çok düzenlemede kullanılabilir. Güç açık olduğu zaman, çıkışlardan sadece biri yüksek mantık seviyesine gider ve diğeri düşük mantık seviyesinde kalır.



Şekil 13.13 Şema 218: 10 ile bölen sayıcı

Girişe her sinyal uygulandığında, yüksek mantık seviyesindeki çıkış, düşük seviyeye geri gider ve sonraki çıkış düşükten yükseğe geçer. Diğerlerinin hepsi düşük durumda kalır.

Son çıkış, yüksek olduğu zaman ve yeni bir puls geldiğinde, bu çıkış düşüğe gider; ilk olan, yüksek duruma gider ve yeni bir döngü başlar. Bu işlemi, ilk çıkışı yüksek duruma zorlayarak başlatmak için, reset anahtarına basarız. Bu bloğun maksimum çalışma frekansı 10 V luk bir güç kaynağı ile 7.5 MHz dir.

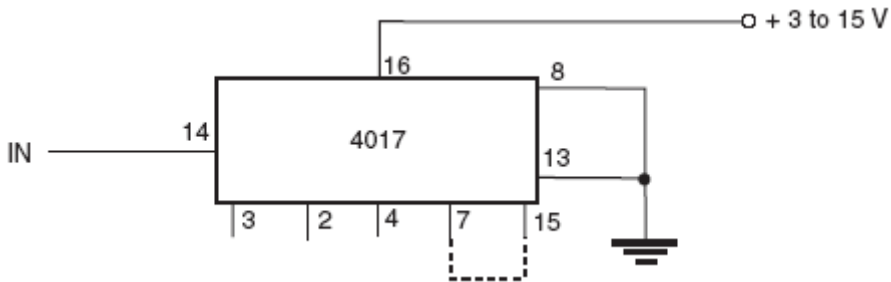
Bu şema için önemli bir uygulama da sıralama denetimindedir. Her çıkış bir aşamayı veya bir grup aşamayı fonksiyonların gerçekleşmesi için başlatır. Aşağıdaki şemalarda, bu fonksiyonun direnç ağ iletişimi, basit diyotlar ve gelişik diyotlar ile nasıl programlanabildiğini göreceğiz.

Şema 219 4017 IC Kullanan n ile Bölen

Aşağıdaki şema, girişe uygulanan bir puls kaynağının on çıkışından birini seçebilir. Bazı uygulamalarda, on'dan başka sayılar istenir ve bu şema sorunu çözer. Şekil 13.14 de gösterilen devre, n'in 2 ve 10 arasında herhangi bir sayı olduğu yerde, n'den bir çıkış sinyali üretebilir

(n) ile bölmek için, sadece $n+1$ çıkışını reset ayağına bağlamaya ihtiyacımız olacaktır. Örneğin şekilde gösterildiği gibi, üç giriş pulsu sıralamasından bir yüksek çıkışa sahip olmak istiyorsak, dördüncü çıkışı (ayak 7) reset ayağına (15) bağlamalıyız.

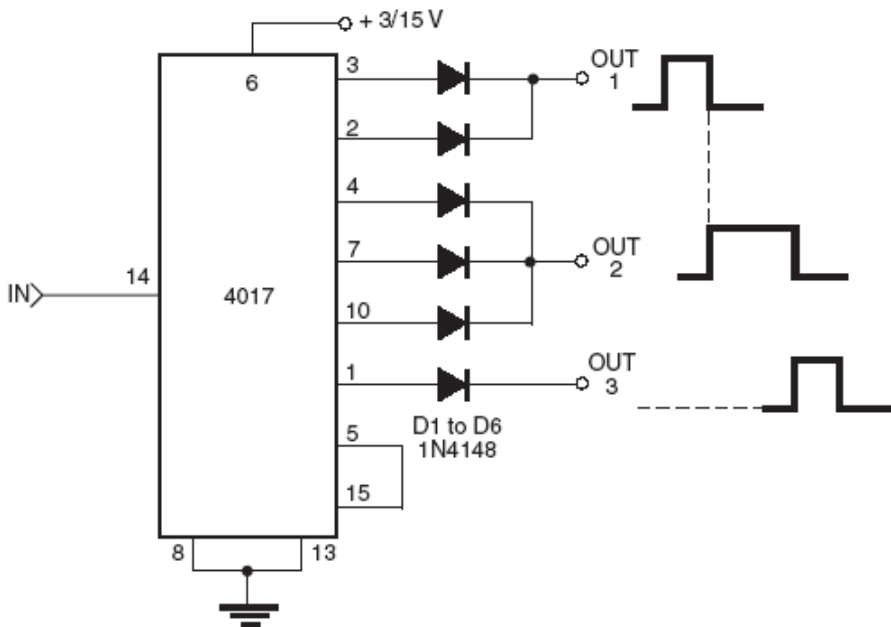
Bu devre için maksimum çalışma frekansı, güç kaynağı voltajı 10 V olduğu zaman 7.5 MHz'dir. Çıkışlar, 3.Bölümde önerilen aşamaları çalıştırabilir ve röle aşaması da Şema 213 ve 214 de gösterildiği gibidir.



Şekil 13.14 Şema 219: n ile bölün

Şema 220 Diyotlar ile Programlama

Bir robot, mekatronik bir kol veya başka bir aygıt için görevleri programlamanın başka bir yolu da, Şekil 3.15 de gösterildiği gibi diyotların kullanımından geçer. Diyotlar, her yükün doğasına göre farklı zaman aralıklarında kaynak yüklerine bağlanırlar. Öyleyse, giriş pulsunun uzunluğunu zaman birimi olarak aldığımız bu örnekte, iki puls ile uyumlu olan aralık esnasında ÇIKIŞ 1 yüksektir. ÇIKIŞ 2, üç puls esnasında yüksektir ve ÇIKIŞ 3 bir puls esnasında yüksektir. Eğer, belli bir anda herhangi bir yükün çalışmasını veya herhangi bir işin gerçekleşmesini istemiyorsanız, 4017 nin bazı çıkışlarını boş bırakabilirsiniz



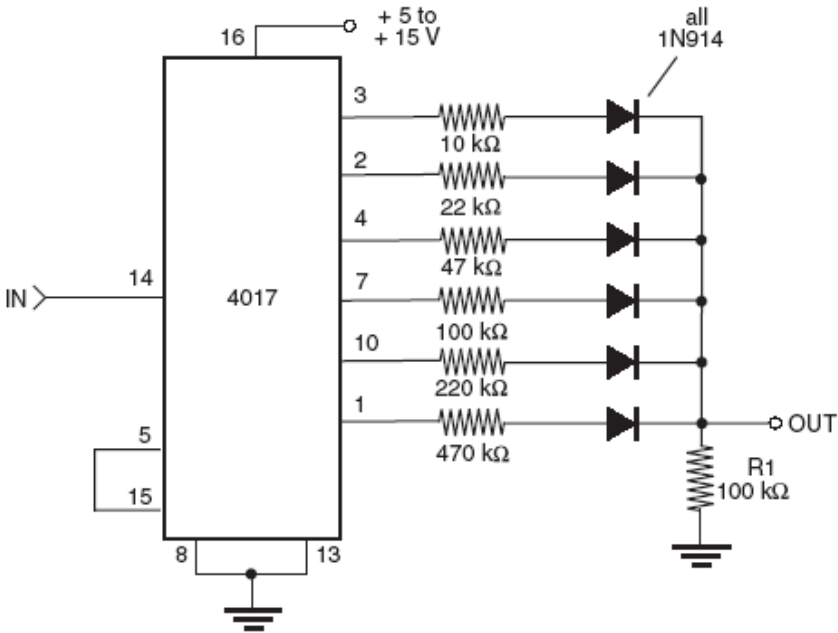
Şekil 13.15 Şema 220: Diyotlar ile programlama

Çıkışlar, 3.Bölümde açıklanan şemaların çoğunu çalıştırabilirler ve 4017'nin iki-on arası çıkışlarını kullanabiliriz. 10'dan fazla çıkışa sahip olmak için 4017'yi kaskad yapabiliriz.

Bu devrede, herhangi bir silikon diyot kullanılabilir, güç kaynağı 5 – 15 V arası erimdedir. 4017 her ne kadar 3 V kadar düşük voltajlar ile çalışsa da, diyotlardaki 0.6 V kadar voltaj düşmesini dikkate almalıyız.

Şema 221 Dijitalden Analoga Konvertör

Şekil 13.16 da gösterilen devre, girişe uygulanan puls adedine bağlı olarak, bir çıkış voltajı verebilir. 1. çıkışın (3. pin) çalışmasıyla başlayarak; çıkıştaki voltaj, güç kaynağı voltajının 2/5 i civarındadır (ilgili çıkışların sıfır mantık seviyesinde olmalarından, direncin bir yük olduğunu ve diğerlerin tümünün paralel olduğunu dikkate almakta yarar vardır). İkinci çıkış (2. pin) yüksek olduğu zaman, voltaj güç kaynağı voltajının 1/3 ü civarında düşer. Son çıkış (bu durumda 1 no'lu pin) yüksek olduğu zaman voltaj, güç kaynağı voltajının 1/50 sinden daha azdır.



Şema 13.16 Dijitalden analoga konvertör (çevirici)

Devre, bir motora veya PWM denetimindeki bir VCO ya uygulanan voltajı denetlemek için kullanılabilir. Çıkış, yüksek akımları veremediğinden amplifikatör aşamaları ilave edilebilir. İşlem amplifikatörü, çıkış empedansını azaltmak ve yüksek-güç yüklerini çalıştırmak için tavsiye edilir.

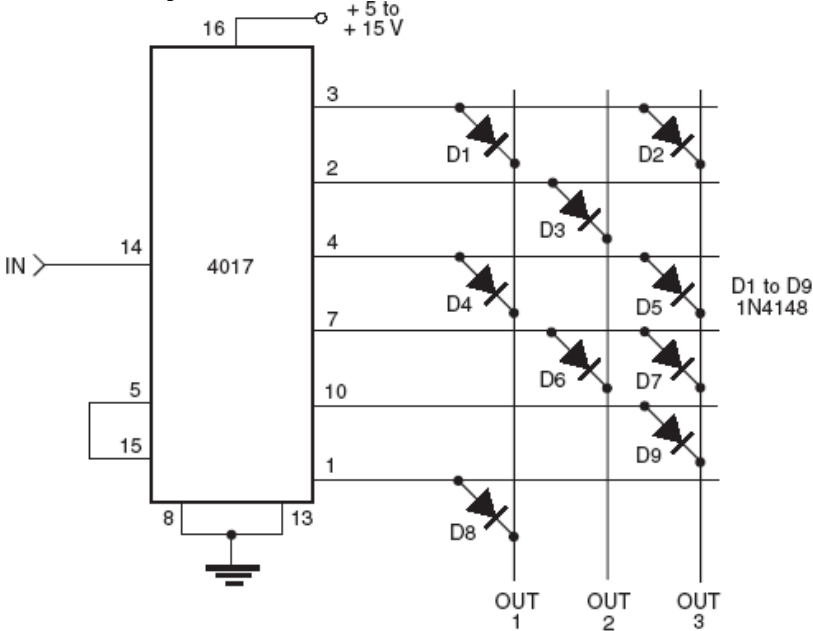
Şema 222 Bir Diyot Matriks Kullanarak Sıralamalı Programlama

Bir sıralama çalışması, Şekil 13.17 deki devre ile önerildiği gibi bir diyot matriks kullanımı ile programlanabilir. Diyotlar; 4017 nin ilgili çıkışı yüksek mantık seviyesinde olduğu zaman, hangi çıkışın harekete geçeceğini belirler. Örneğin; ilk çıkış (3. pin) yüksek (4017 reset) olduğu zaman, D1 ve D2 diyotları ileri polarizasyonludur ve 1. çıkış ile 3. çıkışta pozitif voltajlar görünür.

Çıkış 1, 2, ve 3'e bağlanan aygıtların sıralama çalışması, bu hatlarda olan diyotların pozisyonları ile programlanabilir. 4017 kullanılarak, ikiden başlayarak on aşamaya kadar programlamak mümkündür. Çıkışlar, eğer daha dikey hatlar veya çıkış hatları da kapsanmışsa genişletilebilir.

Projelerimizde araştırılacak ilginç bir fikir de, kart üzerindeki devrede bir noktaya bağlanabilecek diyotlar koymaktır. Robot veya mekatronik aygıt için değişik bir sıralama çalışmasını elde etmek için sonra kartı değiştirebiliriz. Otomatik bir asansör veya kol için, sıralama aşamalarına veya arzu edilen işlere göre farklı kartlar kullanılabilir. Komut pulsarı, tek bir osilatörden veya sensörlerden veya bir klavyeden üretilebilir.

Şema 223 Voltaj – Denetimli Osilatör

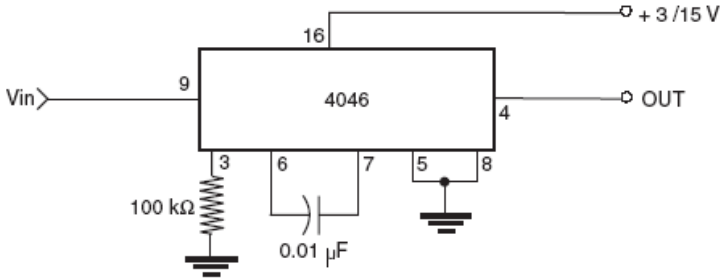


Şekil 13.17 Şema 222: Sıralamalı programlama

Voltaj – denetimli osilatörler (VColar), birçok robotta ve mekatronik aygıtta kullanılabilir. Örneğin; bir VCO yu bir puls genişliği modülasyonlu (PWM) devreyi doğrusal bir sensör ile denetlenmesinde puls üretmesi için

kullanabilirsiniz. Bir VCO'yu bir elektronik potansiyometrede voltajları denetim sinyallerine çevirmek için de kullanabilirsiniz.

Şekil 13.18 de gösterilen şema, bir CMOS IC kullanan basit bir VCO dur. Bu kitapta sunulan diğer şemalar ile birçok projede kullanılabilir. Giriş voltajına ve RC ağ iletimine de bağlı olarak devre, bir frekans ile bir kare dalga üretir. Tipik olarak, R ; 10 k Ω ve 1 M Ω arası değerleri üstlenir ve C ; 50 pF ve 10nF arası değerleri üstlenir. Şemada önerilen değerler için, devrenin merkezi frekansı 5 kHz civarındadır. Bu devrenin çıkışı; PWM, doğrusal denetimler ve diğerleri de dahil olmak üzere önceki bölümlerde önerilen birçok devreyi/şemayı çalıştırabilir.



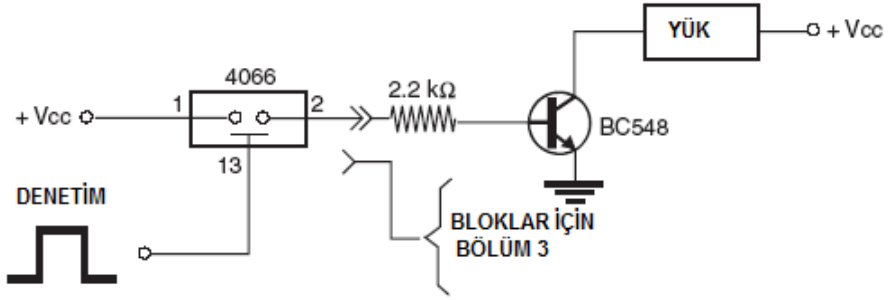
Şekil 13.18 Şema 223: VCO

Şema 224 Mantık Anahtarı

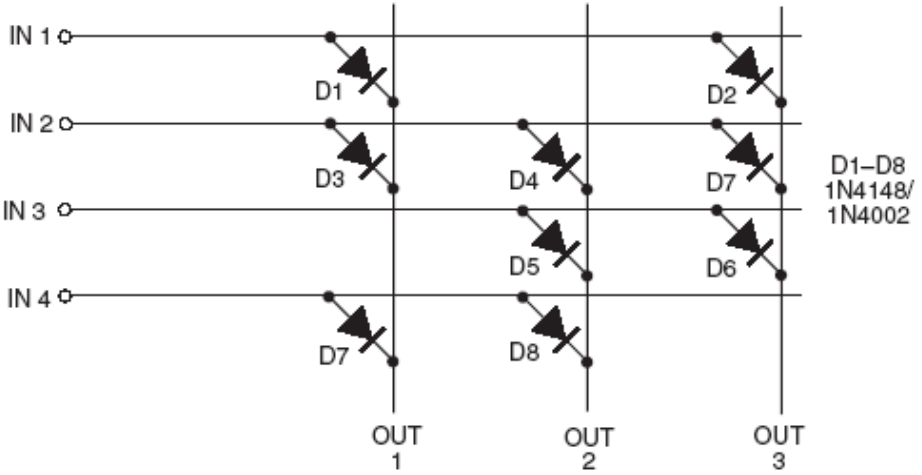
Robotik ve mekatronik tasarımcıları için önemli olan şema; 4066 (veya 4016) IC kullanan bir dijital/analog CMOS anahtardır. Bu aygıt; bir CMOS mantık kaynağından bir devreyi açıp kapamak için anahtarlama yapmakta kullanılabilen dört analog/ dijital CMOS anahtar içerir. Denetim ayağına pozitif bir voltaj uygulandığı zaman anahtar açılır.

Devre, analog veya dijital modda çalışabilir. Analog modda, IC ikili bir kaynaktan (+5/-5V) güç alır ve bu limitler arasında bir sinyal yükseklik ile anahtar tarafında denetlenebilir. Dijital modda, devre tek bir kaynaktan (+3, +15 V arası ve toprak) güç alır ve sadece dijital sinyaller denetlenebilir.

Şekil 13.19 da gösterildiği gibi, bir 4066 nın dört hücresinden her birisi, kapalı olduğunda yüksek direnci olan (birçok megaohm) ve açık olduğunda düşük bir direnci olan (150 Ω civarında) bir anahtardan oluşur. Bir puls, anahtarı açmak için ve bir röleyi çalıştırmak üzere (şekilde gösterildiği gibi) veya başka şemaları denetlemek amacıyla kullanılabilir. Şekil, diğer anahtarlar için IC nin ayaklarını gösteriyor.



Şekil 13.19 Şema 224



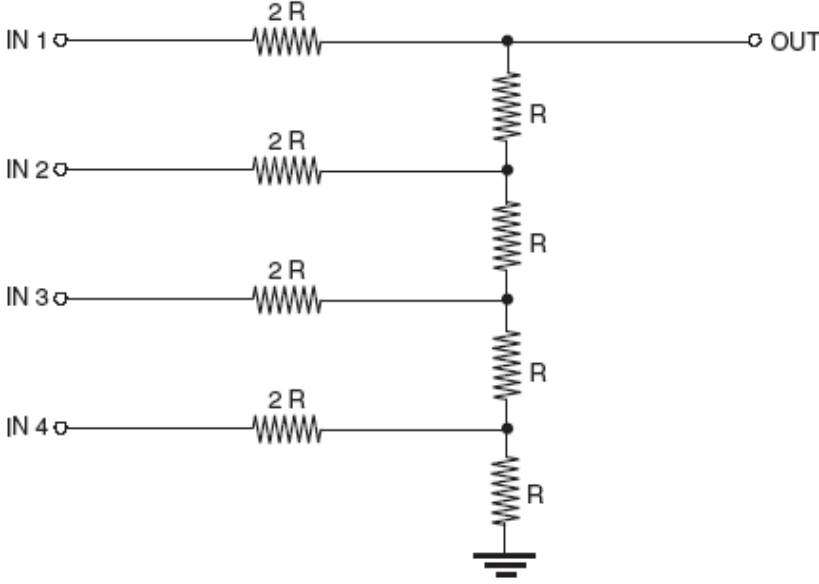
Şekil 13.20 Şema 225: Diyot matrisi

Şema 225 Diyot Matrix

Diyot matrixler, bir robot veya mekatronik aygıtların programlanması için belleğin en basit şekilleridir. Şekil 13.20, dört girişe uygulanan sinyallerden üç çıkışı programlamak için kullanılabilen bir 4×3 diyot matrixin temel bloğunu gösteriyor.

Giriş 1 e pozitif bir voltaj uygulandığı zaman, D1 ve D2 diyotları ileri polarizasyon olurlar, çıkış 1 ve 3 harekete geçer. Bir sıralayıcı gibi kullanılan (Şema 217 ve 218) diğer devreleri veya sensörleri kullanarak girişleri harekete geçirebilirsiniz. Eğer bir sıralayıcı kullanılıyorsa, ki mümkün, örneğin, bir robot yapmak için sıralamalı görevler otomatik olarak gerçekleştirilir.

Bu tip bir belleği kullanmanın avantajları (1) yükleri doğrudan çalıştırarak diyotlar yüksek akımların üstesinden gelebilir, ve (2) matrix , bir diğeri ile kolayca değiştirilebilir, bu suretle sıralamayı veya programı değiştirir.

Şema 226 R/2R Ağ İletişim – DAC**Şekil 13.21** Şema 226: R/2R DAC

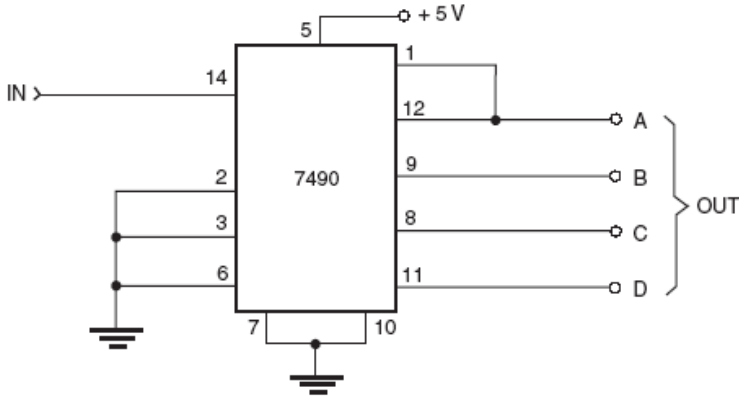
R/2R, dijital sinyallerin analoğa çevirmenin en kolay yolunu sağlar. Şekil 13.21 de verilen basit şema, sensörler tarafından üretilen dijital pulsarı çevirebilir veya 7490 gibi bir IC ile şekilde gösterildiği gibi ilgili voltajları doğrusal bir basamaklara çevirebilir. Bu bir yüksek - empedans devre olduğundan, bir tür amplifikatöre ihtiyacınız olacaktır. Şema 227 de bu amplifikatör ile bütün DAC ı veriyoruz.

Dirençlerin değeri, giriş voltajına ve çıkış empedansına bağlıdır. Tipik olarak, R; 1 k ve 10 kΩ arasında olabilir. Bunun gibi bir DAC, dijital şemalardan bir yükün (önceki bölümde açıklanan şemalardan birini kullanarak) analog denetimini sağlayabilir.

Şema 227 İkili Kodlu Ondalık Sayıcı/ Kod Sayıcı

7490 (TTL), puls sayımını da içeren birçok projede kullanılabilen başka bir önemli IC dir. İkili kodlu ondalık (BCD) için temel şema Şekil 13.22 de gösterilmiştir.

Devreye, bir 5 V luk kaynaktan güç verilmelidir ve çıkışları aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi etkili hale getirilmelidir.



Şekil 13.22 Şema 227: BCD sayıcı/kod çözücü

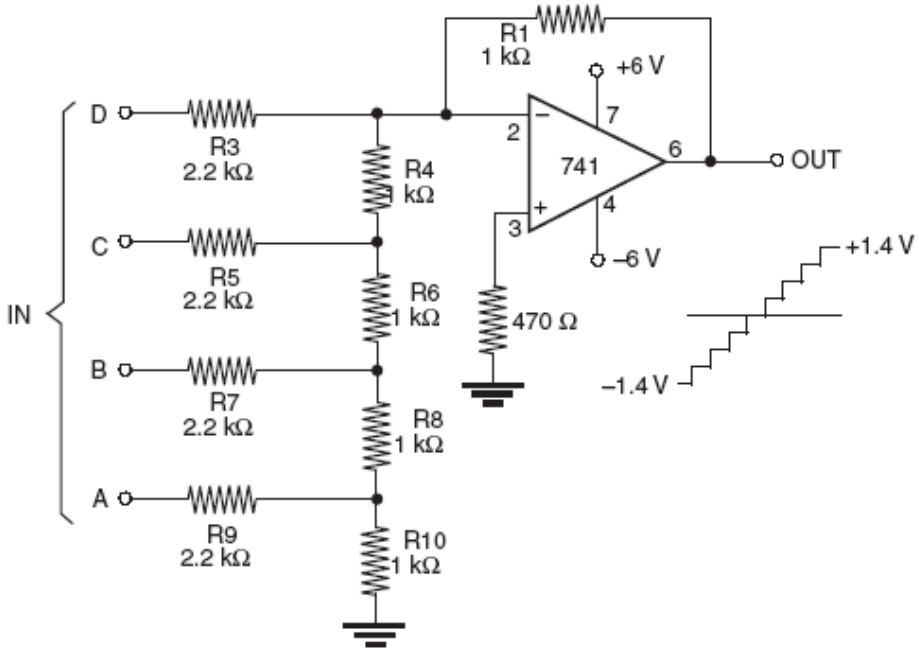
Giriş Pulsu	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	0
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Bu şema giriş pulslarını voltajlara çevirerek Şema 225 i çalıştırabilir.

Şema 228 Entegre DAC

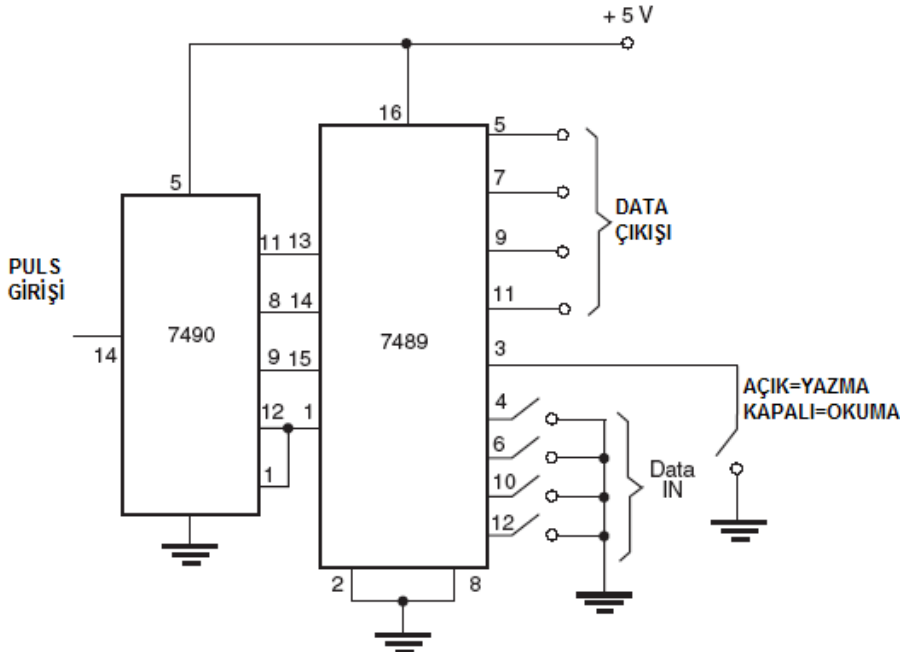
Bir R/2R ağ iletişim ve bir işlem amplifikatörü kullanan entegre bir DAC Şekil 13.23 de gösterilmiştir. Bu devre, BCD bilgisini -1.4 ve +1.4 V arası erimdeki voltajlara çevirmek için kullanılabilir. Değer R1 tarafından belirlenir. Eğer başka bir çıkış değerleri erimi isterseniz değer arttırılabilir; fakat erimin, güç kaynağı voltajından daha büyük olamayacağını hatırlatalım.

Belirtilen IC 741 dir fakat eş değerleri kullanılabilir. Devrenin ikili bir güç kaynağına ihtiyacı olduğuna dikkat edin. Bu devre için, çıkış empedansı 150 Ω civarındadır. Bunun anlamı, bu notların başında açıklanan güç şemalarının çoğunu çalıştırmasıdır.



Şekil 13.23 Şema 228: DAC Entegresi

Şema 229 64 – Bit RAM



Şekil 13.24 Şema 229: 64-bit RAM

Şekil 13.24 de gösterilen şema, tek bir tümleşik devre kullanan 16-kelime $\times$ 4- bit RAM'dır (rastlantısal erişimli bellek). Robotik ve mekatronik tasarımcısı, bir aygıtta komut vermek için her 4- bitin 16 kelimeli bir sıralamasını programlayabilir ve depolandığı yerden belleğin pozisyonunu adresleyerek bu komutları kolaylıkla etkili hale getirebilir.

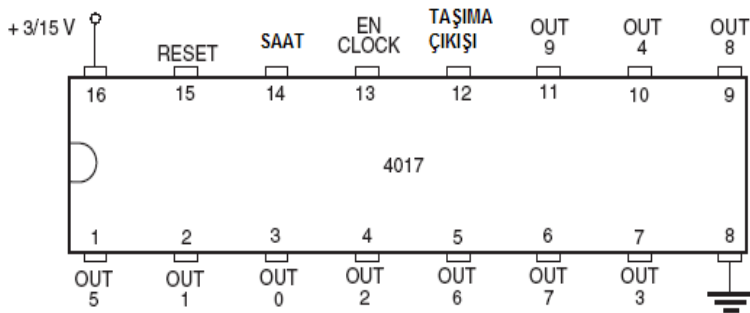
Veri çıkış pinleri (5, 7, 9, 11), röle kullanan veya yüksek güç yüklerini doğrudan çalıştıranlar da dahil olmak üzere önceki bölümlerde önerilen şemalardan herhangi birini denetlemek için kullanılabilir. Veriyi depolamak için aşağıdaki prosedürü kullanalım:

- Adres girişlerini, veriyi depolamak istediğiniz yer olan bellekteki pozisyonda başlatabiliriz.
- Veriyi, veri giriş ayaklarına (4, 6, 10 ve 12) gönderelim.
- S anahtarını açıp kapayalım.
- Sonraki adres için adresi girelim.
- Sonraki veriyi, veri-giriş anahtarlarına girelim.
- S anahtarını tekrar kapayıp açalım.

13.5 Faydalı Bilgiler

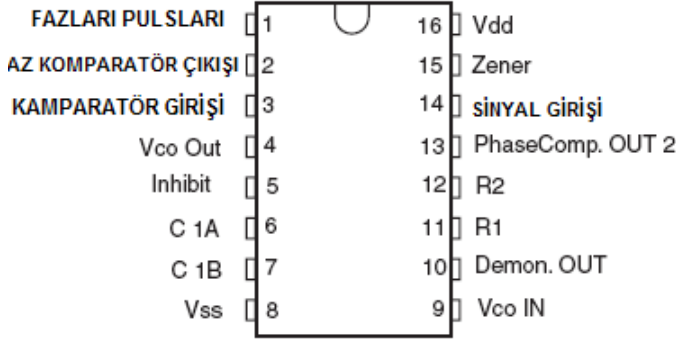
Bu bölümde kullanılan bazı entegre devreler, robotik ve mekatronik tasarımcısı için çok önemlidir. Niteliklerinin bilinmesi, yeni projelerin yaratılması için esastır. Bundan dolayı, bu kısımda özellikle faydalı üç IC hakkında bazı ilave bilgiler veriyoruz.

4017: 10 çıkışlı onluk bir sayıcıdır. 2 ve 10 arası pulsarı saymak için programlanabilir (şemalarda gösterildiği gibi). 4017 nin her çıkışı, devre 10 V luk bir güç kaynağından güç aldığı zaman 2.25 mA i kaynaktan çekebilir. Maksimum çalışma frekansı 5 MHz dir (tipik). Bu IC için pin çıkışı Şekil 13.25 de gösterilmiştir.



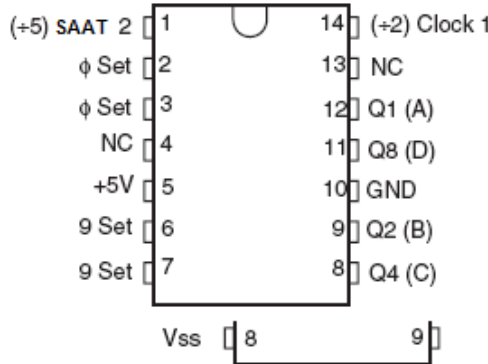
Şekil 13.25 Şema 229: 64-Bit RAM

4046: CMOS IC si, temel olarak LM/NE567 gibi aynı işler için kullanılabilen bir faz-kilitli luptur. (daha fazla bilgi için önceki bölümlere bakın) Şekil 13.26, bu IC'nin pin çıkışlarını gösteriyor.



Şekil 13.26 4046 PLL

7490: (şekil 13.27), bir TTL onluk sayıcıdır. (10 ile bölen) Bu devre, iki aşamadan meydana gelmiştir (iki ile bölme ve beş ile bölme) ve çıkışları ikili kodlu ondalıktır (BCD). Sayım, giriş sinyalinde negatif değişim ile ileri gider.



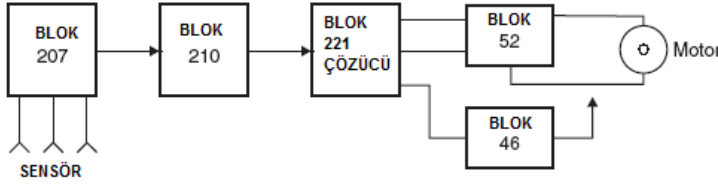
Şekil 13.27 7490 IC.

13.6 Proje Önerileri

Bu bölümdeki şemalar ve başka bölümlerden olan şemaların birleşimi ile birçok başka ilginç proje yaratılabilir. Birleşik projelerden bazıları, mantık kullanımının bir derece “zeka” veya otomasyon ilave etmesinden dolayı karışıktır.

Bazı durumlarda, aşağıdaki öneriler, şema bileşenlerinde niteliklerinin uyması ve maksimum performansı elde etmek için önemsiz değişiklikler ister.

1. Şekil 13.28, robotlara ve mekatronik aygıtlara uygulanabilir bir otomasyon devresi yaratmak için kullanılan şemaların bir birleşimini gösteriyor. Üç veya daha fazla sensör sinyalleri bir OR bloğuna (Şema 207) gönderir. Herhangi bir sensörün sinyali, sonraki şema için (Şema 221) kısa bir puls üreten bir tek kararlı bloğa (Şema 210) gönderilir. Bu devre pulsları sayar ve diğer şemaları harekete geçirir. Şema 52 bir motorun yönünü denetler, Şema 46 diğer motorun yönünü tersine çevirir ve önceden belirlenmiş aradan sonra durdurur.

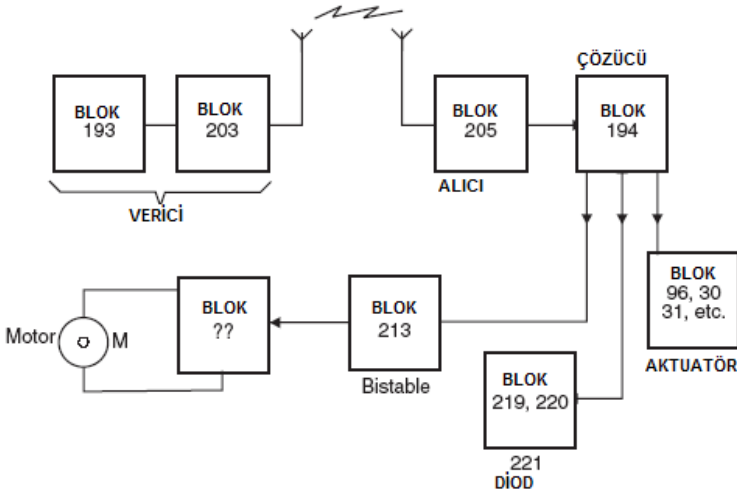


Şekil 13.28 Çok-bloklulu/şemalı bir proje

2. Şekil 13.29, bu kitapta gösterilen şemaların çoğunun kullandığı bir tasarım gösteriyor. Bu, robotlara ve diğer projelere uygulanabilen uzaktan denetimli bir sistemdir.

Şema 193, üç kanal için ses tonu kodlar. Ve bu tonlar bir radyo vericisine uygulanır (Şema 203). Sinyaller bir alıcı tarafında alınır (Şema 205) ve üç kanal denetimi ile sonuçlanan ton kod çözücüsüne (Şema 194) gönderilir.

Kanallardan birisi, bir motorun yönünü tersine çeviren bir tek kararlıyı (Şema 213) denetlemek için kullanılır. Diğer kanal, programlı şemalar olan 219, 220, veya 221 i kullanan olayların bir sıralamasını denetlemek için kullanılır, ve üçüncü kanal ise bu iş için bir yükü (Şema 30,31, veya herhangi bir başkası) denetleyen doğrudan bir aktuatördür.



Şekil 10.29 Birçok şema kullanan başka bir şema

14 Zeka ve Bilgisayar

14.1 Amaç

Bu bölümün amacı, robotlara ve mekatronik aygıtlara eklemek üzere devrelerin ve programların nasıl kullanılacağını açıklamaktır. Mekatronik ve robotiğe uygulanan zeka kavramının bir giriş niteliğini sunup, yazılım veya donanımın nasıl ilave edileceğini göstereceğiz. Devrelerin ve programların nasıl “öğrenebileceğini” de göreceksiniz. Yaşayan varlıkların zekası ile makineler arasındaki paralellik de tartışılacaktır.

14.2 Teorik Temeller

14.2.1 Zeka nedir?

Araştırmacıların bile, kendi beynimizin nasıl çalıştığından tam olarak emin olmadıklarını düşünürsek bu cevaplanması kolay bir soru değil. Yine de, doğal zeka normal olarak aşağıdaki nitelikler ile birleştirilebilir:

- Deneyimleyerek öğrenme
- Önceki deneyimler kadar mantığa da başvurarak mantıklı kararlara varma
- Güçlü duygular/sezgiler üretme

Bu nitelikleri tabii ki elektronik bir sisteme (özellikle üçüncüyü) yerleştirmek kolay değildir; fakat temel kavramlar, devre ve programların kullanımı ile en azından taklit edilebilir. Yukarıdaki nitelikleri somutlaştıran devre ve programlar normal olarak *yapay zeka* ile birleşmiştir.

Ve tabii ki, bir sisteminin etkisi altına aldığı zeka derecesi başka bir sorunu oluşturacaktır. Bir makinenin zekasını ölçmek kolay değildir. Bir robotta, bir solucanın bile zekasının olup olmadığının değerlendirilmesi karışık bir durumdur. Bununla beraber, eğer bir devre kendi kararlarını alma yöntemiyle bir şeyler üretebiliyorsa, o zaman bunu “zeka” olarak sınıflandırmak geçerlidir ve işte bu kavram bu bölümde incelenmektedir. O zaman, bu zekayı pratik kullanıma koyan devreleri basitleştirmek için devam edebiliriz. Karışık devreler her zaman basit olanlardan türedikleri için, daha fazla ilginç projelerin geliştirilebildiği bir zemin olmasını diliyoruz.

14.2.2 Donanım ve Yazılım ile Zeka

Bir robota veya mekatronik projeye zeka ilave etmenin iki yolu vardır. İlk olasılık, ağıta yapay zeka niteliklerini sağlamak için programlanmış bir bilgisayar veya mikroişlemci kullanmaktır. Bu durumda zeka, kendilerini algısal girişlere bir reaksiyon olarak değıştirebilen (öğrenme) komut ve talimatları içeren bir program içindedir. Böyle sistemlere *yazılımlı zeka* diyoruz. Özel programlar, sistemlerin öğrenmesine izin vermek için kararlı biçimde geliştiriliyor. Birçok yapay zeka programları sıradan mikro bilgisayarlarda çalışıyor ve amatörler (öğrenciler yada hobiciler) tarafından da kullanılıyor.

Bir robota veya mekatronik cihaza zeka ilave etmenin ikinci bir yolu ise, deneyim yolu ile niteliklerini değıştiren ve öğrenen devreler çalıştırmaktır. Böyle devrelere, *donanım ile zeka* çalıştırmak denir. *Elektronik nöronlar*, donanım ile zeka ilave etmekte kullanılan alışılmış devre tipidir.

14.2.3 Elektronik Nöronlar ve Nöronsal Ağ İletişim (Network)

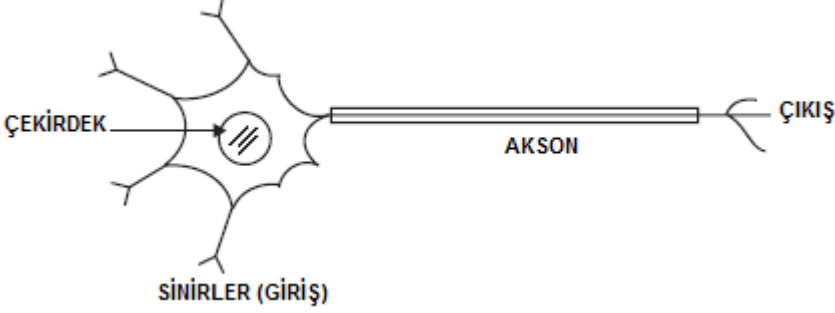
Doğal zekanın temel yapılandırma bloğu nörondur. Nöron, girişleri (sinirleri) ve bir çıkışı olan, Şekil 14.1 de resimlendiğı gibi bir hücredir. Bir etken (sıcaklık derecesi, ışık, ses vs.) tarafından tahrik edildiğinde, nöron çıkışında elektrik pulslarından (50 mV civarında) bir dizin üretir.

İnsanlarda olduğu gibi, karışık bir yaratım olan beyinin de kapsanması ile sinir sisteminde, milyarlarca nöron birbirine bağlıdır; bu karmaşadan zeka oluşur. Beyin de dahi olmak üzere öğrenme, sinir sisteminin yeteneğı, aldığı pulsların yoğunluğu ve adedine göre değışen nöronun performansı (çıkış) gerçeğine bağlıdır. Başka bir deyişle, nöron bir deneyim ile (öğrendiğı) şartlandırılabilir. Eğer özel bir giriş tipi, belli bir güç ve frekans ile gelmeye kalkarsa, nöron buna uyum sağlar ve sadece o tip giriş ile uyusmak için çıkışlar üretmeye yönelir.

Basit bir nöronun elektronikte tamamlanması zor değildir. Birçok basit düzenleme, performansı veya yaşayan bir nöronu taklit edebilir ve bu nöronlar, bir nöronsal *ağ iletişimde* birbirlerine bağlandıkları zaman bir projeye yapay zeka ilave edebilirler.

Günümüzde, nöronsal ağ iletişimlerini yoğun araştırmalara konudur. Bilim adamları, öğrenme yeteneğinin, güçlü duyguların ve bir insan benzeri olan deneyimin “yaşam biçimi” de dahil olduğu doğal zekaya benzeyen bir şeyleri robotlara ve diğerk elektronik ağıtlara vermek için en sonunda onlara adapte olacaklarına inanıyorlar. Bunun başarılması ile yine

de, çağdaş teknoloji ile mümkün olmayan milyarlarca devre veya bloğu kapsayan nöronsal ağ iletişimleri isteyecektir. Bugün, projelerimizin bazılarında bazı elektronik nöronların basitçe ilavesi ile yetineceğiz. Bu, bir solucaninki ile hala ölçülemeyecek bir zeka derecesi ile basit görevleri öğrenmelerine izin verecektir.



Şekil 14.1 Akson

14.2.4 Bulanık Mantık ve Zeka Yazılımı

Bir “evet” veya “hayır” kararını içeren geleneksel dijital mantık, zekayı kapsayan projeler için yeteri kadar iyi değildir. Eğer, bir “belki” yanıtına uyan üçüncü bir koşulu benimserseniz, zeka denebilecek bir şeye daha iyi bir yaklaşım sağlarız. Bu “*bulanık (fuzzy) mantığın*” temelidir.

Bulanık mantık, sadece dolaylı bir isimdir. Bir aygıtta iki geleneksel seçimden daha fazlasını vermek için, dijital elektroniğin iki durumundan (1 ve 0) daha fazlasını iletebilen bir devre tasarlamalıyız.

Bulanık/Belirsiz mantık, yapay zeka için uygun olan özel programlarda çalıştırılabilir. Tamamıyla bu konuya adanmış birçok kitap vardır ve bu bölümde gösterilen şemalara çok daha karışık zeka seviyelerini ilave etmeyi mümkün kılacak olan bu kitapları okumakta sayısız yarar vardır. Bu şemalara bulanık mantık ilavesi zeki makinelerde sonuçlanabilir.

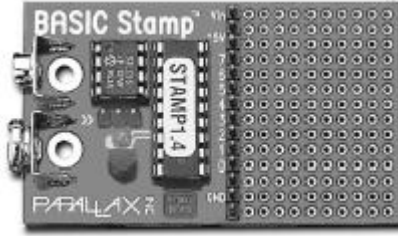
14.2.5 Mikrokontrolörler ve Mikroişlemciler

Robotik ve mekatronik tasarımcıları, bu projelere uygun olan birçok mikrokontrolörler, mikroişlemciler ve hatta dijital sinyal işlemcileri (DSP’ler) bulabilirler. Bu tür devre kullanımı, programlama becerileri ve her tip aygıtın yapı bilgisine sahip olmayı gerektirir. Bundan dolayı, bunlar hakkında daha fazlasını bilmek isteyenlere özellikle bu konuyu hedefleyen kitapları veya kursları önerebiliriz.

PIC aygıtları, BASIC Stamp† (baskı), özellikle bu alandaki projeler için ideal olan niteliklere sahiptirler. Basic Stamp, basit görevleri gerçekleştirmek ve sensörlerden bilgiyi okumak için herhangi bir PC kullanan, BASIC de programlanabilen ufak bir mikrokontrolördür. Şekil*

14.2 bir BASIC Stamp'i gösteriyor. (Bu notların ilerleyen bölümlerinde BASICStamp ile yada PICBASIC yada C ile mikrokontrolörler vasıtasıyla robot tasarımlarına da yer vereceğiz.).

Ufak baskılı devre plakasının; tasarımcının ara yüzeyi veya sensör devrelerini tamamlayabileceği bir boşluğu vardır. Bu, sizin bir BASIC Stamp içeren bir proje yapılandırmanız için ilave plakalara ihtiyacınız yok anlamındadır, çünkü kendi plakasında başka devrelere yer sağlar.



Şekil 14.2 BASIC Stamp®

* PIC, Microchip Technology, INC in bir ticari markasıdır.

† BASIC Stamp, Parallax, Inc, in bir ticari markasıdır.

14.2.6 Kişisel Bilgisayarlar

Bilgisayarlar, mekatronik ve robotik projelerde güçlü bir alet olarak kullanılabilir. Bilgisayar seri ve paralel kapılarını (yada daha ziyade USB'leri) kullanarak harici aygıtlar ile haberleşebilir. Bu kapılardan, bilgisayar harici aygıtlar ile haberleşebilir veya sensör ve başka devrelerden bilgi alabilir. Bu bilgi, fonksiyonların denetiminde kullanılabilir veya aygıtı zeka ilave etmek için programlar tarafından çalıştırılabilir.

Bu projelerde PC kullanımı o kadar da kolay değildir. Tasarımcının hangi tür aygıtların PCye bağlanabileceğini ve hangi tür sinyalleri gönderip alabileceğini bilmesi gerekir. Bir bilgisayarın bir aygıtı bağlamak için, tasarımcı üç şeyi bilmelidir:

1. PC tarafından üretilen sinyalleri aygıt tarafından kullanılabilen bir sinyale çeviren bir arabirim.
2. Aygıt tarafından üretilen sinyalleri PCnin anlayabileceği bir sinyale çeviren bir arabirim.
3. Sinyalleri üretmek ve yorumlamak için yazılım

Bir PCnin giriş/çıkış (I/O) kapılarına girmenin birçok basit yolu vardır. BASIC, VisualBASIC, Delphi, C veya başka bir programlama dilinde birkaç satır yazmakla, seri veya paralel (USB) kapılarda ortaya çıkan

mantık seviyelerini okumak veya bu kapılara sinyal göndermek mümkündür.

Herhangi bir aygıtı bir PC I/O kapısına bağlarken ana düşünce donatıya zarar verme olasılığıdır. Eğer harici aygıtla bir şey yanlış giderse, bilgisayar bileşenlerinde zarara neden olacak yüksek bir olasılık vardır. Eğer PCde birşey yanarsa, tamir maliyeti yüksek olabilir.

Bu tehlikeyi önlemek için, yalıtımlı ara yüzeyler kullanmak gereklidir. Burada, zarar vermeyecek bu tür şemalar sunulacaktır.

Bu bölümdeki şemalar, bu notlarda açıklanan şemaların çoğu ile bilgisayarınızı birçok robotik ve mekatronik aygıtları denetlemesi için etkili hale getirerek bilgisayarınıza arabirim olanağı verecektir.

14.3 Donanımın Kullanımı

Birçok elektronik devre, bir bilgisayar ile bir mekatronik veya robotik projeye arabirim oluşturmak veya zeka ilave etmek için kullanılabilir. Şemaların çoğu, basittir ve sadece birkaç zeka bileşeni gerektirir, fakat diğerleri karışıktır; bir bilgisayar gerektirir. Sonraki kısımlarda size karar verme kapasiteleri, bellek ve (bazı durumlarda) *yapay zeka* diye adlandırdığımız izleri bulmayı ilave edebilen bazı basit şemaları gösterilecektir.

14.4 Şemalar

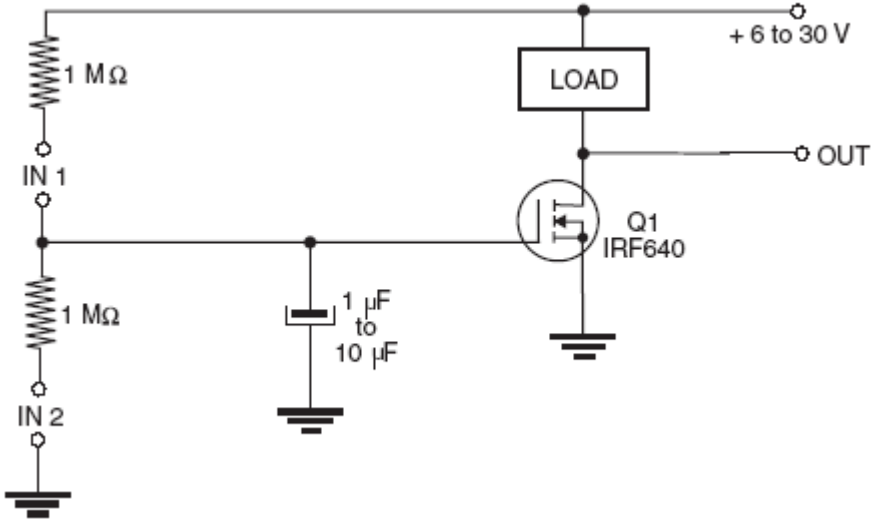
Aşağıdaki şemalar zeki değildir. Bununla beraber, kullanıldıkları yönteme bağlı olarak, projelerimize zeka ilave edebilirler. Tamamlayış, tasarımcının tercihlerine ve her durumda verilen önerilere bağlıdır. Tasarımcı, değişimler yapmakta veya belli bir işe herhangi bir bloğu/şemayı adapte etmekte özgürdür.

Şema 230 Güç MOSFETi Kullanan Öğrenen Devre

Şekil 14.3 de gösterilen basit devre çıkışını “deneyim”e göre değiştirir (bu durumda, puls adedi girişlere uygulanır). Pulsar, IN1 ve IN2 ye bağlı anlık süreli temas anahtarları ile (röleler veya sensörler) üretilir. IN1 e uygulanan herhangi bir kısa puls, az bir şarjı kondansatör C ye çıkış voltajını arttırarak pompalar. IN2 ye uygulanan pulsar çıkış voltajını düşürerek kondansatörden biraz şarj boşaltırlar.

Çıkış voltajı, bir şema komparatörde referans olarak veya girişlerine uygulanan pulsların adedine göre performansını değiştiren diğer devrede kullanılabilir. Diyebiliriz ki, girişlere uygulanan pulslara bağlı olarak devre *şartlanabilir* veya *öğrenebilir* ve uygun bir yanıt üretebilir.

Bu devreye öğretmek için istenilen puls adedi kondansatörün değerine bağlıdır. Bu bileşen 1 ve 10 μF erim arası değerleri üstlenebilir. Polyester kondansatörler tavsiye edilir, çünkü bunların şarj tutma süreleri elektrolitik kondansatörlerde daha uzundur. Bu devrenin doğrusal olmadığını ve güç FET doygun noktaya eriştiği zaman çıkış voltajının sıfıra yakın atladığını hatırlamak önemlidir.



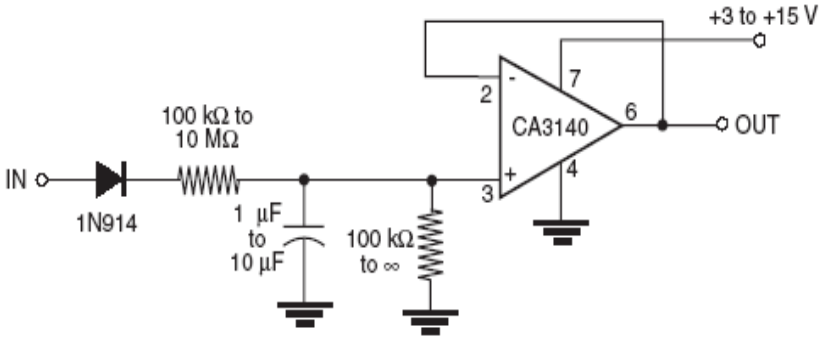
Şekil 14.3 Şema 230: Güç MOSFET kullanan öğrenen devre

Devre yüksek-güç yüklerini doğrudan çalıştırabilir. Yükün, 1 k Ω 'luk bir direnç ile değiştirilmesi ile çıkış voltajı komparatörler için bir referans olarak kullanılabilir.

Şema 231 Bir IC Kullanan Öğrenen Devre

Şekil 14.4 de gösterilen bloğun büyük avantajı, doğrusal olmasıdır. JFET işlem amplifikatörünün (CA3140 veya eşdeğeri) çok yüksek giriş empedansı devreye uzun-sürekli bellek ilave eder. Diğer yandan çıkış voltajı, kondansatörün terminalleri arasında olan voltajla aynı olacaktır.

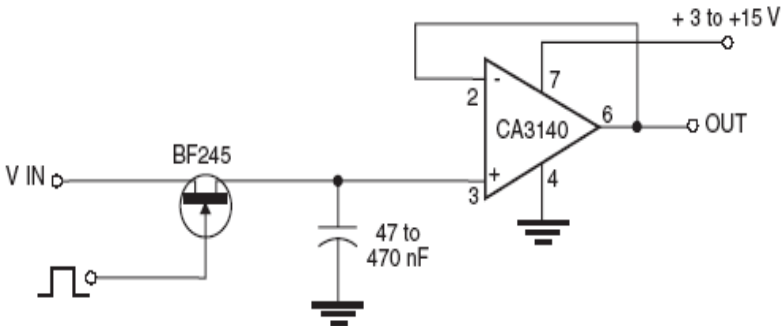
Bu versiyonda, girişe uygulanan pulsalar, işlem amplifikatörüne uygulanan voltajı arttırarak şarjı kondansatöre pompalar. İşlem amplifikatörü voltaj izleyicisi olarak sarılır, bunun anlamı çıkış voltajının girişe uygulanan ile aynı olmasıdır. Birkaç değişiklik ile, Şema 230 un durumunda olduğu gibi; IN1'e sinyal uygulandığı zaman öğrenen, IN2 ye uygulandığı zamansa unutan bu devre, iki giriş ile çalışabilir.



Şekil 14.4 Şema 231: Bir IC kullanan öğrenen devre

Şema 232 Örnek – ve – Tutma Devresi

Örnek – ve – tutucu devreler birçok projede zeka şemaları olarak kullanılabilirler. Şekil 14.5 de gösterilen devre aşağıdaki gibi çalışır:



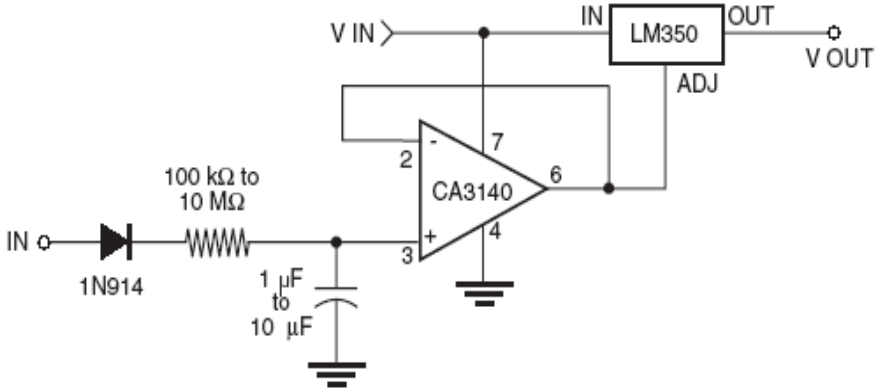
Şekil 14.5 Şema 232: Örnek – ve – tutucu devre

- Eğer bir denetim voltajı transistörün kapısına anlık sürede uygulanırsa, açılır ve kondansatörün şarj olduğu voltaj girişinde ortaya çıkar.
- Transistör kapandıktan sonra, kondansatör bilgiyi, voltajı çıkışında üreten işlem amplifikatörünü çalıştırmakta kullanan o voltaj civarında tutar.
- Eğer denetim sinyali pulsların bir sıralaması ise, devrenin çıkışında ortaya çıkan voltaj, her puls üretildiğinin aynı zamanında girişin voltajına göre değişecektir.

Bu devrenin bir uygulaması da, herhangi bir anda, bir sensörde ortaya çıkan voltaj hakkındaki bilgiyi depolamak için bunu bir bellek olarak kullanmasıdır.

Şema 233 Yüksek-Güç Öğrenen Devre

Gördüğümüz gibi, bir CA3140'ı denetleyen şemalar, eğer Şekil 14.6 da gösterilen düzenleme kullanılıyorsa, yüksek-güç yükleri (3 A e kadar) denetleyebilir. CA3140 ın çıkışındaki referans voltajı LM350 ye 1.25 V daha yüksek voltaj çıkışı ile sonuçlanarak uygulanır. Bu şema 3 A e kadar olan yükleri denetleyebilir fakat LM350 bir soğutma plakasına monte edilmelidir.

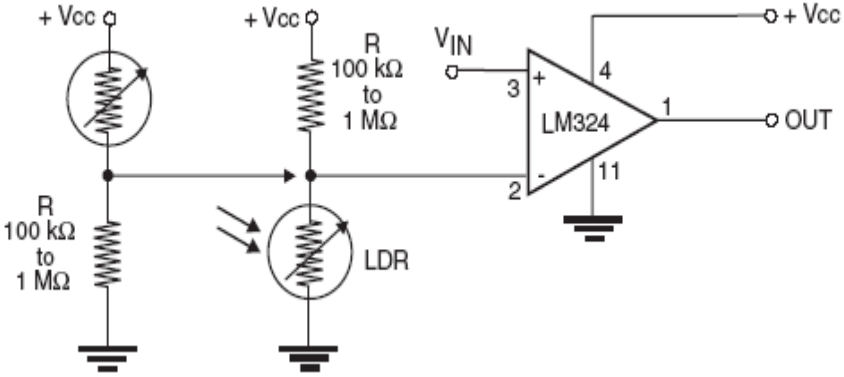


Şekil 14.6 Şema 233: Yüksek – güç öğrenen devre

Şema 234 Işık – Koşullu Devre

Şekil 14.7’de gösterilen şema, öğrenen devreleri içeren deneylerde kullanılabilir. Referans voltajı, LDR üstüne ne kadar ışık düştüğü ile bağlantılıdır. Yapay zeka içeren bir projede, bu şema: özel bir yerleşimde ışık seviyelerine göre devrenin karşılık vermesini değiştirmek için kullanılabilir.

Eğer LDR, küçük bir lambanın (Bir opto bileşen oluşturur)yanında yerleşirse, lamba bir denetim devresi tarafından çalıştırılabilir, bu suretle voltaj referansını belirler. Eğer lambanın voltajı değişirse, referans voltajı da değişir. Diğer işlem amplifikatörleri ve komparatörler bu şemata LM324 ün yerine geçebilirler.



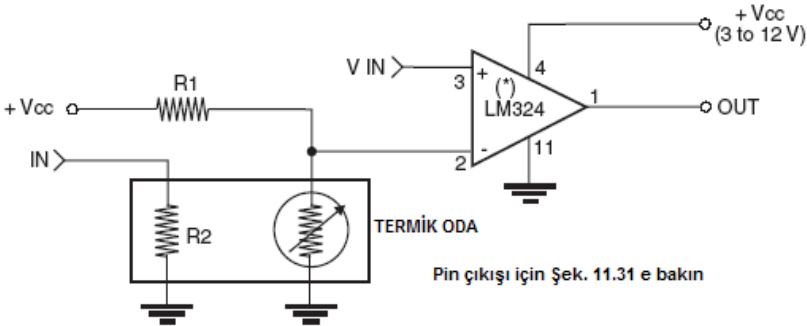
Şekil 14.7 Şema 234: Işık – koşullu devre

Şema 235 Termik Bellek

Şartlı devreleri içeren deneyler için bu çok ilginç bir şematur. Şekil 14.8 de örneklenmiştir.

Telli direnç; negatif bir sıcaklık derecesi katsayısı (NTC) aygıtı ile bir termik muhafaza için yerleştirilir. Dirence her bir puls (bir denetim devresinden veya bir sensörden gelen) uygulandığında, üretilen az miktardaki ısı muhafaza içinde suyun sıcaklık derecesine yükselir. NTC nin direnci ve böylece referans voltajı sıcaklık derecesine ve puls adedine bağlı olduğundan, devre girişine uygulanan pulslardan dolayı “şartlı” olabilir.

Deneyisel amaçlar için, 12 V luk (500 mA civarında) bir kaynaktan pulslar alan bir $22 \Omega \times 1 \text{ W}$ direnç (R2), termal bir muhafazada 50 mL civarında bir su ile kullanılabilir. Direnç R1 in değeri, ortam sıcaklık derecesinde arzu edilen referansa bağlıdır. Deneyisel amaçlar için, NTC gibi aynı değere sahip olabilir.



Şekil 14.8 Şema235: Termik bellek

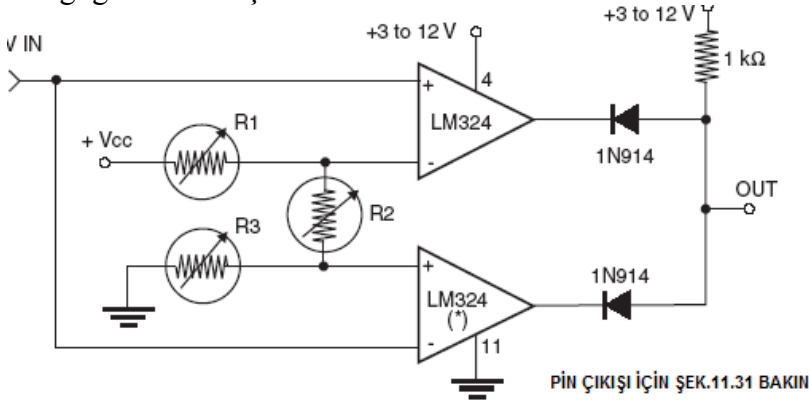
Bu devrenin “belleği”, termiğin ısısını ne kadar hızlı dağıttığına bağlıdır. Eğer iyi bir termik malzemesi kullanılmışsa, devre birkaç saatliğine uygulanan puls miktarını “hatırlayabilir”. Tabii ki, bu tür bir şemadan yapılan bir robot günden güne geçerken komutlarını ve yanıtlarını tekrar öğrenecektir.

Şema 236 Öğretilbilir Pencere Komparatörü

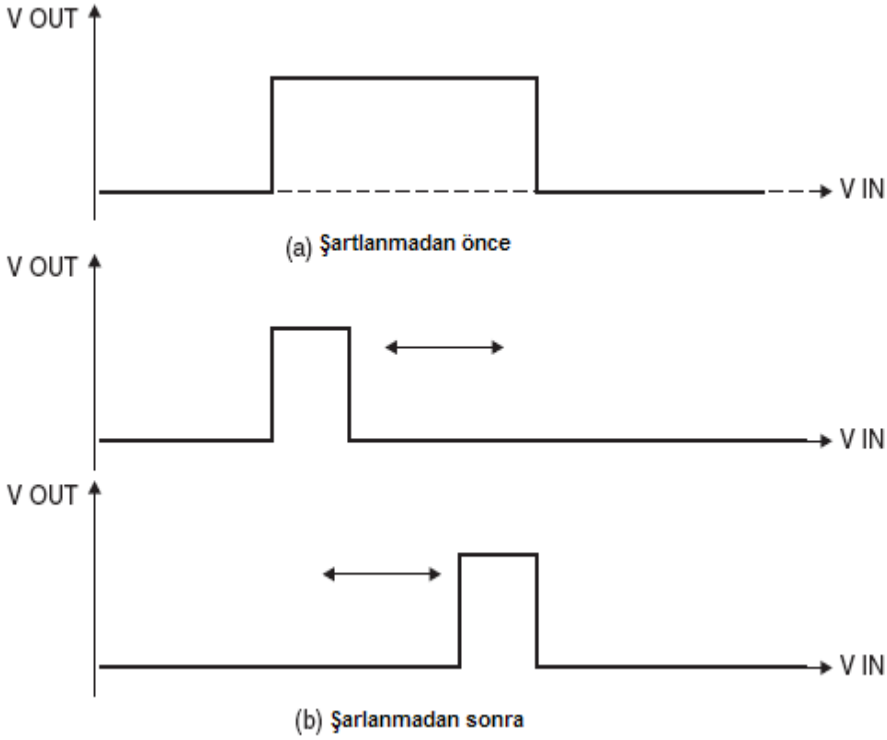
Termik celleri (Şema 235) veya kondansatör hücreleri (Şema 230 – 232) kullanan önceden gösterilen şemalar, elektronik nöronları da kapsayan deneylerde kullanılabilir. Bu aygıtlar, bir eğitim işlemine göre geçen bir uyarıcının band genişliğini değiştirebilir. Şekil 14.9, bir pencere komparatörü kullanan termik bir bellek nöronunu gösteriyor.

Pencere komparatörünün voltaj bandlarını değiştirmek için üç cell kullanılır. Celler içindeki dirence uygulanan pulslara bağlı olarak pencere komparatörünün referans voltajını değiştirerek sıcaklık derecesi değişecektir.

Pulsar; sensörler veya diğer denetim devreleri tarafından üretilir. Örneğin; eğer üretilen pulsar, sadece R2 nin sıcaklık derecesini arttırırsa, devre tarafından farkına varılan voltajların band genişliği Şekil 14.10 de gösterildiği gibi daralmış olacaktır.



Şekil 14.9 Şema 236: Öğretilbilir pencere komparatörü



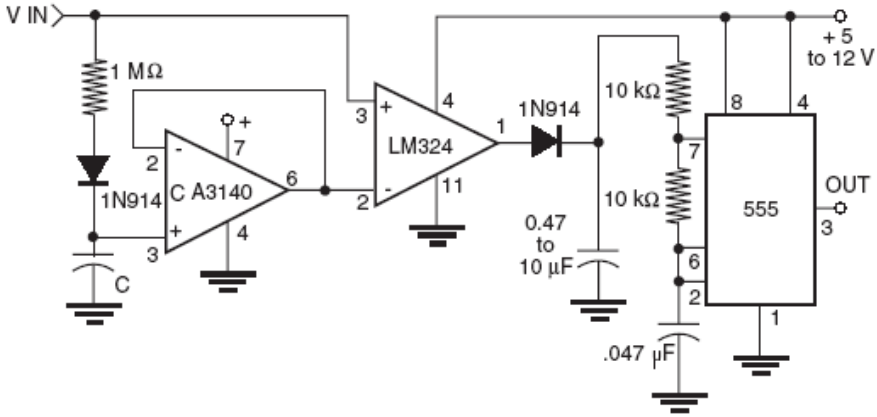
Şekil 14.10 Yanıtta değişim

Bir veya iki termik bellek hücresi kullanan düzenlemeler bu şemada da kullanılabilir. Aynı devre, LDR'ler gibi diğer şartlayıcı elemanlar ile kullanılabilir.

Şema 237 Elektronik Nöron (I)

Şekil 14.11'de gösterilen devre, performansını girişine uygulanan puls adedine göre değiştirip öğrenebilen elektronik bir nöronur. Girişteki bir puls, eş zamanlı olarak ufak bir şarjı referans voltajını değiştirerek C ye uygular. Eğer şarj tetikleme eşiğine ulaşacak kadar yeterli güçte olursa, çıkışında kondansatörü şarj ederek LM324 ü tetikler. 555 deki kondansatör boşalımı çıkışta bir dizi puls üretir. Performans da tahrik edildiğinde puls dizinleri üreterek gerçek bir nöronu taklit eder.

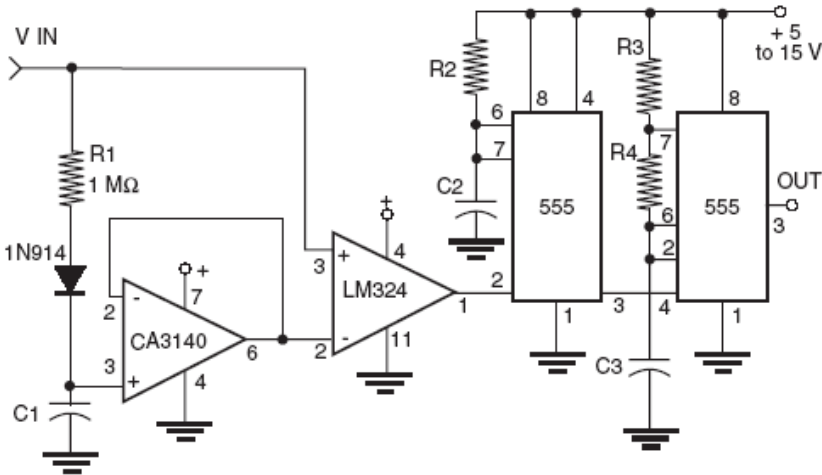
Devrede gösterilen bileşenlerin değerleri ortalamadır. Sizin arzu edilen performansları başarmanız için değişimler yapmalısınız.



Şekil 14.11 Şema 237: Elektronik nöron (I)

Şema 238 Elektronik Nöron (II)

Şekil 14.12 de gösterilen başka bir elektronik nöron, bellek olarak kondansatör şarjı ve bir veya daha fazla puls tarafından tahrik edildiğinde bir puls dizini üretmek için iki 555 IC kullanır. Bu devrenin çıkışındaki puls dizinleri, RC devrelerin zaman sabitliğine ve kondansatör C deki şarjın çalışma eşiğine de bağlıdır.



Şekil 14.12 Şema 238: Elektronik nöron (II)

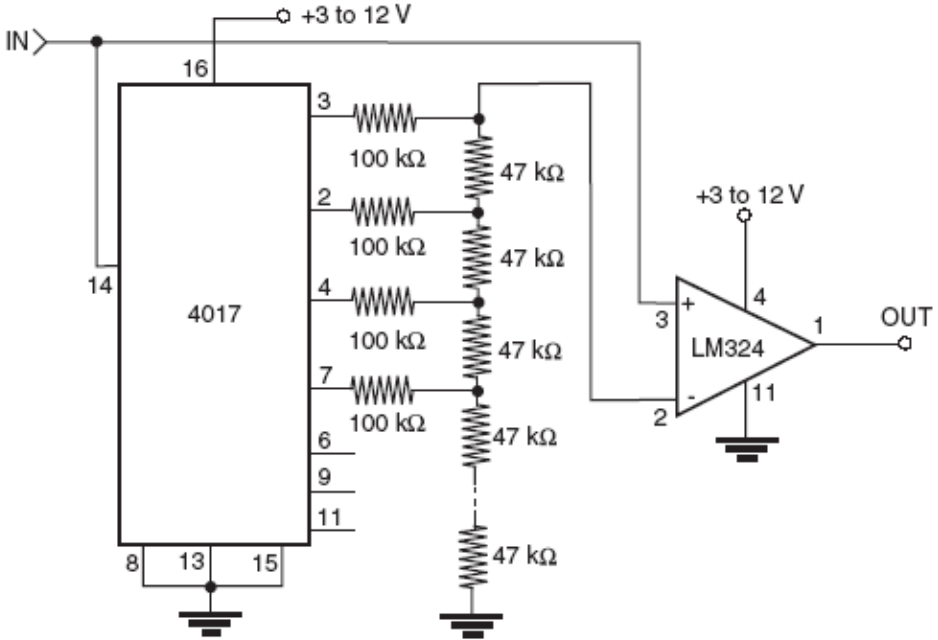
Şema 239 4017 IC Kullanan Öğrenen Devre

Şekil 14.13, on farklı giriş voltajını fark etmeyi öğrenebilen ilginç bir devreyi gösteriyor. Voltajlar eğer sensörler tarafından üretilirse, devre bir nöron olarak şartlanabilir.

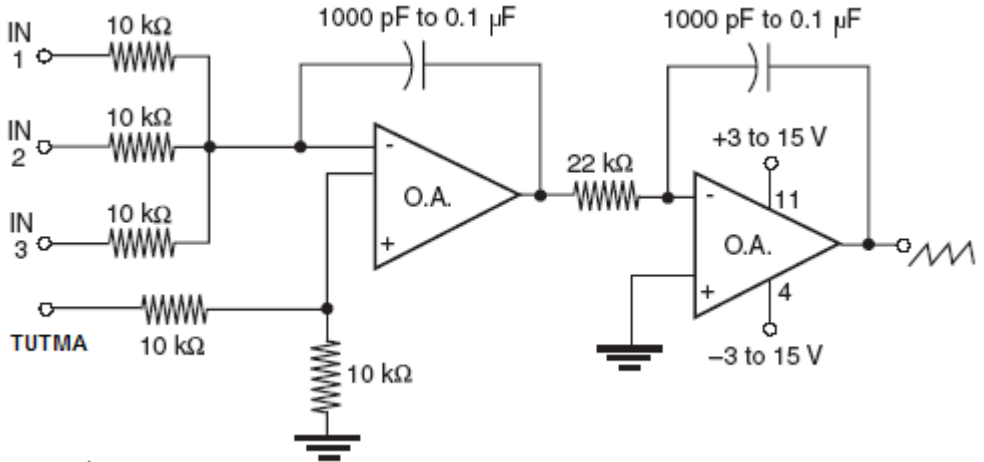
Voltajın düşük olduğu noktadan başlayarak, devre neredeyse her yükseklikte pulsları fark edebilir. Fakat, her pulsta, 4017 referans voltajını komparatör için değiştirerek çıkışını değiştirdiğinden devrenin hassasiyeti düşer.

Şema 240 İşlem Amplifikatörü Kullanan Entegre-ve-Atış Nöronu

Şekil 14.14 de gösterilen; işlem amplifikatörleri kullanan bir elektronik nöronun geleneksel bir tümleşik-ve-atış versiyonudur. Bu devre bir tümleyici ve tutucu bir girişe sahip bir komparatörden oluşur. Bileşenlerin, 500 Hz erimde çalışma değerleri vardır. Bu devrenin bir puls dizini ile çalıştığına dikkat edin.



Şekil 14.13 Şema 239: 4017 IC kullanan öğrenen şema

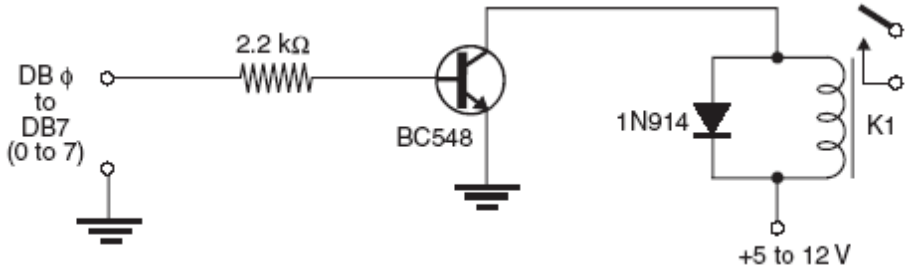


Şekil 14.14 Şema 240: Tümleşik-ve- atış nöronu

14.4.1 Bir Bilgisayara Bağlanma

Aşağıdaki şemalar, size bir bilgisayarı robotlara ve mekatronik aygıtlara bağlamanıza izin veren ara yüzeylerdir. Şemalar, temel olarak paralel kapıları kullanmak için tasarlanmıştır. Seri kapıyı veya iletişim kanallarından daha fazlasını kullanarak daha karışık projeler yapılandırmak isterseniz, bu konu ile ilgili belirli tanıtıcı kitaba baş vurmalsınız.

Şema 241 En Basit Paralel Ara Yüzey



Şekil 14.15 Şema 241: En basit paralel ara yüzey

Şekil 14.15, bir PC den harici bir yükü denetleyen bir röleye sinyaller göndermenin en basit yollarını gösteriyor. Bu devreyi kullanarak tasarımcı, çıkışları paralel kapılara adresleyerek sekiz röleye kadar denetleyebilir. Çıkış yüksek mantık seviyesine ayarlandığı zaman, röle açılır ve harici bir devreyi denetler.

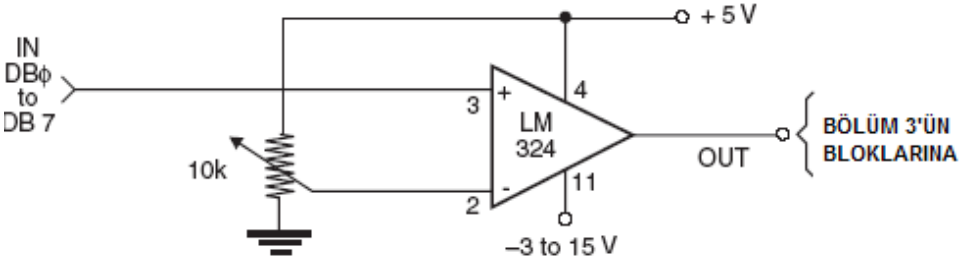
Bu devre ile ilgili iki önemli nokta dikkate alınmalıdır:

- Bu devre PC den elektriksel olarak yalıtımlı değildir, böylece eğer şemalar ilgili herhangi bir şey yanlış giderse, PC zarar görebilir. Olası önemli sonuçları tam olarak anlamıyorsanız bu bloğu kullanmayın.
- PC ve elektrik aşamalarının güç kaynakları ortak bir toprak kullanır.

Şema 242 Paralel Ara Yüzey (II)

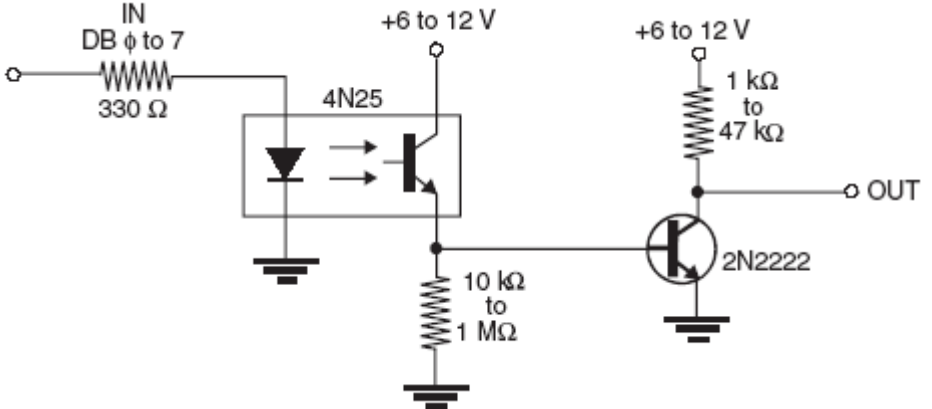
Şekil 14.16 da gösterilen ara yüzey çok hassastır ve paralel kapıların çıkışlarına yükleme yapmaz. Devre, her düzenleyici potansiyometreyi kullanarak en iyi hassaslık için ayarlanabilir, ve siz her IC nin dört komparatörü olduğundan sekiz tane yükü çalıştırmak için sadece iki LM324 kullanabilirsiniz.

Şemaların bir bölümü, şemada önerildiği gibi çıkıştan çalıştırılabilir. Eğer devreye bir 5 V luk kaynaktan güç verilmişse, devre TTL mantığı ile uyumludur.



Şekil 14.16 Şema 242: Paralel ara yüzey II

Şema 243 Yalıtımlı Ara Yüzey (I)



Şekil 14.17 Şema 243: Yalıtımlı ara yüzey I

Daha önce açıklanan ara yüzeyli tüm şemalarla ilgili ana sorun, PC den yalıtımlı olmamalarıdır. Eğer devrede yanlış bir şey olursa, PC zarar görebilir. Bilgisayarı hatalardan ve kısa devrelerden korumak isteyen

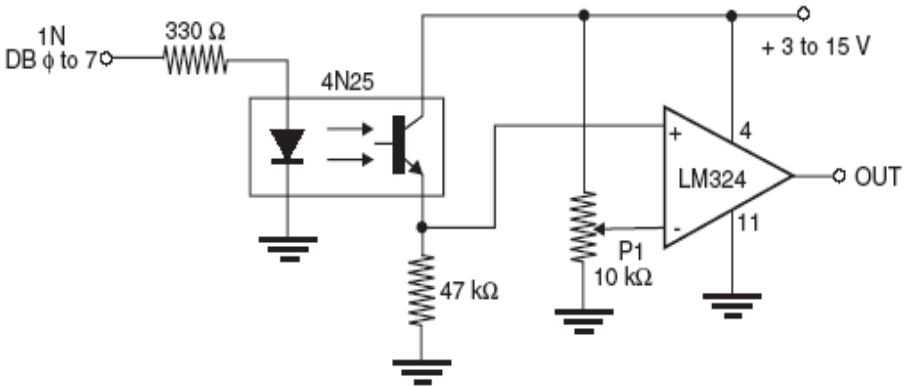
tasarımcılar için bu şema idealdir. Şekil 14.17 de gösterilen şema, PC den tamamen yalıtılmıştır.

4N25 Opto kuplördür; fakat herhangi bir eş değeri de kullanılabilir. Çalıştırılacak şemalara ve güç kaynağı voltajına uygun olan direnç için en iyi değerleri elde etmek için deneyler yapmalısınız. Direnç erimleri şemada belirtilmiştir.

Şema 244 Yalıtımlı Ara Yüzey (II)

Şekil 14.18 de gösterilen devre, bir opto bağlayıcının yalıtkanlığını tümleşik bir komparatörün hassaslığı ile birleştirdiğinden ara yüzeylerin en iyisidir. Temel devrede, P1; en iyi hassaslığı elde etmek için ayarlanabilir fakat, normal şartlarda bu bileşeni bir sabit-direnç voltaj bölücü ile değiştirebilirsiniz. Referans voltajı, bir 22 k Ω ve bir 10 k Ω direncin en pratik uygulamalarda çalışacağı anlamındadır.

5 V luk kaynaklardan güç verildiği zaman, devre TTL ile uyumludur. Diğer voltajlar için, 3. Bölümde açıklanan şemaların çoğu çalıştırılabilir.



Şekil 14.18 Yalıtımlı ara yüzey II

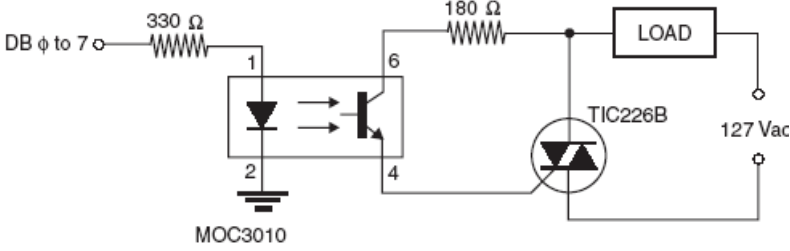
Şema 245 AC – Güçlendirmeli Yükler için Ara Yüzey

MOC3010 içinde bir optodiyak olan bir opto bağlayıcıdır. Bu; ac güç hattından güç alan bir yükle bir triakı doğrudan denetlemede bu aygıt kullanılabilir anlamındadır.

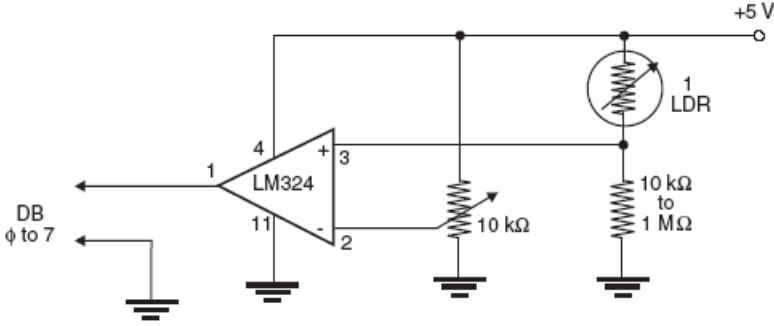
Şekil 14.19 da gösterilen şema, bu aygıt için tipik bir uygulamadır. Paralel kapının çıkışına bir yüksek mantık seviyesi uygulandığında, ac güç hattına bağlı bir yüke güç vererek optodiyakı triakta açar. Eğer yükleri 229

Vac veya 240 Vac güç hatlarında çalıştırmaya niyetliyseniz, kullanılacak opto bağlayıcı veya optodiyak MOC3020 dir.

Bir TIC226 kullanımı ile, 6 A e kadar olan yükler PC den denetlenebilir. Optodiyakın 7,000 V luk tipik bir voltaj izolasyonu olduğundan, PC yi etkileyen denetlenen devredeki hatalar için üzülmenize gerek yoktur.



Şekil 14.19 Şema 245: Ac-güçlü yükler için ara yüzey



Şekil 14.20 Şema 246: Komparatörler ile veri sağlama ara yüzeyi

Şema 246 Komparatörler Kullanan Veri Sağlama Ara Yüzeyi

Bir LM324 de bulunan voltaj komparatörleri, bir sensördeki veriyi paralel kapı üzerinden bir PC ye transfer etmek için kullanılabilir. Veri sağlamanın bir kanalını gösteren tipik şema Şekil 14.20 de örneklenmiştir. Bu bloğun 5 V luk bir güç kaynağından güç aldığını ve PC ile ortak toprağı kullandığını hatırlamak önemlidir.

Dirençli sensörler ve LM324 lü açma kapama sensörleri kullanan önceden açıklanmış şemaların hepsi paralel kapı üzerinden PC ye bilgi göndermek için kullanılabilir. Şekilde, uygulama; bir LDR yi sensör olarak kullanan bir robot için olan “elektronik göz”ün nasıl kullanılabildiğini gösteriyor.

Şema 247 ADC0808 Kullanan Veri Sağlama Ara Yüzeyi

ADC0808; bir PC nin paralel kapısının nitelikleri ile uyumlu olan analogtan dijitale çevirici olan tek bir çiptir (yonga). Bu IC nin; 00000000 ve 11111111 arasında (0-256 basamak) değerler veren, 0 ve 5 V arası voltajların dijital şekle değiştirilebildiği sekiz analog girişi vardır.

Şekil 14.21 deki şemata gösterildiği gibi, bir 500 kHz dijital sinyali (saat) dönüşüm girişine uygulamak gereklidir. (bu iş için bir 4093 kullanan bir osilatör kullanılabilir).

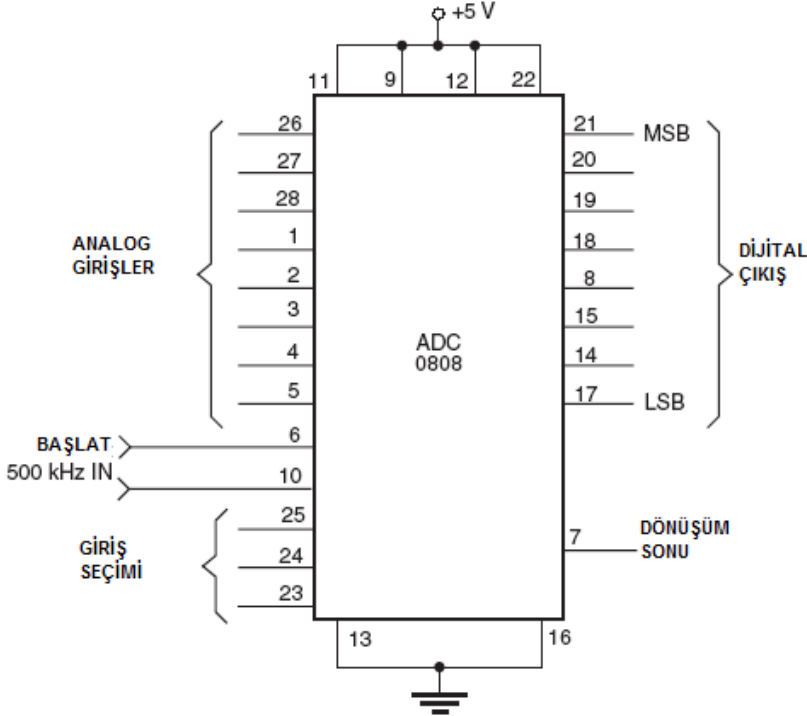
Giriş seçiminde, belirli bir zamanda hangi analog girişinin aktif olduğunu belirleyen mantık sinyalleri uygularız. Devreye bir 5 V luk güç kaynağından güç verilmelidir.

14.5 Diğer Bilgiler

Bu alandaki tüm olası projeler hakkında tam bilgiyi sağlamak üzere bu notlar elbette yetmeyecektir; dolayısıyla bulabildiğiniz diğer kaynakları araştırmak önemlidir. Çeşitli kaynaklar, daha karışık şemalar, mikroşlemcilerin kullanımı ve mesela BASIC Stamp'ın uygulamaları hakkında değişik kaynaklar rehberlik sağlayacaktır.

BASIC Stamp®, Parallax, Inc tarafından imal edilir ve bu mikrokontrolörün robotik ve mekatronik projelerde kullanımı çok kolaydır. Bu küçük mikroşlemcinin büyük avantajı bütün olmasıdır; BASIC programları çalıştırabilir ve içinde yapılandırılmış I/O kapıları, zamanlayıcılar, A/D dönüştürücüler ve seri iletişimler vardır. BASIC Stamp hakkında daha fazla bilgi şirketin web sitesi olan <http://www.parallaxinc.com>'a girilerek bulunabilir. Bu ürünle geliştirilmiş uygulamalar bu notların devamında sizlere sunulacaktır.

Microchip Technology, Inc,den olan PIC® işlemcileri robot ve mekatronik yapımcıları arasında çok tutulur. Bir PC tarafından programlanabilirler ve EPROM'ları bir UV kaynak tarafından silinebilirler hatta yeni versiyonlarının elektrik ile programlanabilen ve silinebilen flaş bellekleri vardır. Değişik boyutlarda ve seçeneklerde elde edilebilirler. URL <http://www.microchip.com> sizi şirketin web sitesine götürecektir. Yine Parallax'la yapılması önerilen birçok robotu, PIC'lerle de yapabilmek üzere Prof. Doğan İbrahim tarafından geliştirilen kimi uygulamalara bu notların devamında yer verilmektedir. Sayın Doğan İbrahim'in PIC'lerle ilgili bir çok kitabından da yararlanabilirsiniz.



Şekil 14.21 Şema 247: ADC0808 kullanan veri sağlama ara yüzeyi

14.6 Diğer Mikrokontrolörler

Mikrokontrolörlerin diğer familyaları, robotik ve mekatronikte kullanılabilir. Bunlardan birisi 8051 ailesidir. Otomotiv endüstrisi gibi endüstriyel uygulamalarda kullanıldıklarından birçok imalatçı 8051 ürünlerini barındırırlar. 8051 ile ilgili bir çok uygulamaya J. Axelson'un Her Yönüyle 8051/52 isimli Türkçe'ye de çevrilen notlarından ve yine Doğan İbrahim'in 8051 ve 8085 ile ilgili kitaplarına da ulaşabilirsiniz.

14.7 Proje Önerileri

Bu kısımda açıklanan şemalar ve önceki bölümde görülen diğerlerinin kullanımı ile, karmaşılaşabilir. Öğrenebilen zeki robotlar, bilgisayar-denetimli robotlar (kablolu veya radyo kontrollü) ve diğer projeleri yapabilirsiniz.

Aşağıdaki öneriler en kolay önerilerdendir ve tabii ki, değişiklikler yapmakta veya başka şemalar ve fonksiyonlar ilave etmekte özgürsünüz.

1. Bir ışık kaynağını takip eden, fakat ışık çok kuvvetli ise "yorulabilen" bir robot yapabiliriz. Işık yoğunluğu azaldığı zaman robotu

daha hızlı yürüyecek şekilde tasarlayabilir ve böylece hızı da kontrol edebiliriz.

2. Basit bir röleyi veya lambayı denetleyebilen ve anahtarlar ile uygulanan pulsların adedinden öğrenebilen deneysel bir devre yapabiliriz (ipucu bu çalışmada termik pencere komparatörünü kullanabiliriz).

3. Bir PC tarafından denetlenebilen bir asansör tasarlayabiliriz.

4. LDRleri kullanarak, bir PCye görüntü bilgisi gönderebilen bir elektronik göz yaratabiliriz.

5. PCnin ses çıkışını bir aygıtı denetlemek için kullanın. Yazılım kullanarak tonlar üretebiliriz (farklı tuşlara basıldığında farklı tonlar yayılır) ve Şema 192 ve 194'ü kullanarak sinyal kodlarını çözebiliriz. Tonlar, PC'den 203 no'lu şemanın vericisini kullanarak aygıtı gönderilebilir ve Şema 204 veya 205 vasıtasıyla alınabilir.

15 Işık ve Ses Efektleri ile Şemalar

15.1 Amaç

Bu bölümün amacı, robotik ve mekatronik aygıtlarımıza faydalı olabilecek bazı çeşitli ilave şemalar sağlamaktır. Şemalar; ses, ışık efektleri, güç kaynakları ve batarya şarj cihazlarını kapsar. Bu bölümde, bu şemaların projelere daha fazla gerçekçiliği nasıl ilave ettikleri hakkında bazı öneriler sunacağız.

15.2 Teorik Temeller

Birçok elektronik devre, robotlara ve mekatronik aygıtlar için görsel efektler üreterek lambaları çalıştırır. Sesler üreten birçok devre de vardır ve bunların bazıları aynı projeler için uygundur. Başka önemli şemalar; saldırıya karşı savunmaya izin veren bazı savunma kapasitelerini bir robota ilave ederler ve diğerleri elektronik devreleri güçlendirmek için kullanılır. Bütün bu tipler, bu bölümde çalışılmış olacak.

15.2.1 Işık Efektleri

Bu projelerde kullanılabilecek olan ana ışık efektleri aşağıda açıklanmıştır.

Flaşörler. Flaşörler, robotlara ilave edilen en yaygın ışık efektleridir. Bu devreler, LEDlerin veya lambaların ayarlanabilir bir hızda veya sensörler ya da devre çalışması tarafından değiştirilerek parlamalarına neden olur. Basit devreler temel olarak, bir yük çalıştıran düşük frekanslı durumu içerirler.

Stroboskopik lambalar. 0.05-0.2 Hz arası erimde olan frekanslarda bir lambayı çalıştıran düşük frekanslı bir osilatör stroboskopik bir etki yaratır. Bir lambanın hızlı parlaması donma hareketi efekti yaratır. Bir robottaki stroboskopik bir lamba buna çok dikkat çekebilir.

Evireçler. Evireçler, düşük voltaj dc güç kaynaklarından yüksek voltajlar üretmek için tasarlanmıştır. Bu şemalar, bataryalardan veya cellerden floresan lambalarına güç vermek için kullanılır. Temel evireç, bir transformatör çalıştıran düşük-frekanslı bir osilatördür. 4-10 W arası erimdeki küçük floresan lambalar, bir veya iki transistör kullanan basit devreler ile çalıştırılabilir.

Sıralayıcılar. Sıralayıcılar, lambaları veya LEDleri sırayla çalıştıran devrelerdir. IClerin bu iş için kullandıkları en popüler olanı önceki bölümlerde açıklanan 4017 dir. Üç, on arası LEDleri veya lambaları çalıştıran bir sıralayıcı, bu projelere ilginç özel efektler ilave edebilir.

Bar ve nokta belirleyicileri. Bar belirleyicileri, LEDlerle veya lambalarla görsel bölüntü oluşturan devrelerdir. Giriş voltajına bağlı olarak, bir dizi lamba veya LED, barın (çubuğun) uzunluğunu değiştirmek için açılır. Örneğin, 2V uygularsanız iki LED parlar. Eğer 5V uygularsanız beş LED yanar vb.

Diğer yandan nokta belirleyicileri, LEDlerin veya lambaların aynı karakterini kullanırlar, fakat giriş voltajı uygulandığı zaman sadece bir LED yanar. Şekil 15.1, gösterimin iki tipini veriyor. Nokta ve bar gösterimlerini, LM3914 IC kullanarak yapılandırmak kolaydır. Bu IC, sadece pin 3 ün harici bağlantına göre her iki modda çalışabilir. Şema 254, bu ICnin nasıl kullanıldığını gösterecek.

15.2.2 Ses Efektleri

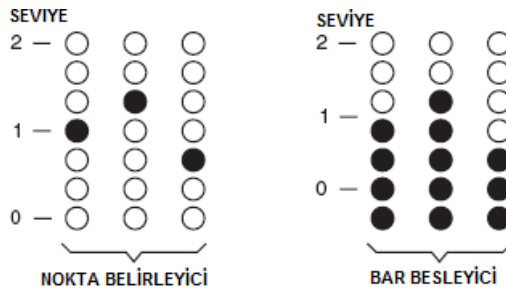
Ses efektleri; sirenleri, ses sentezlerini, makineli tüfek seslerini, vs. kapsar. Siren gibi sıradan sesleri üretmek için basit bir osilatör ilave edilebilir; fakat belirlenen ICleri kullanan daha karışık şemalar karmaşık ses sentezlerini gerçekleştirebilirler ve başka efektler sağlayabilirler.

Bu notlar öğrenciler ve hobiciler için planlandığından, birkaç ucuz bileşenle tamamlanabilen basit şemalar, gösterilmektedir. Devam etmek ve örneğin, bilgisayardan ses sentezlerini kapsayan daha karışık aygıtlar tasarlamak size bağlıdır.

Verici ve alıcı şemalar (Şema 203, 205 ve küçük FM alıcıları), bir robota veya başka bir mekatronik aygıtı bilgisayar sesinin kablosuz transferi için kullanılabilir.

15.2.3 Diğer Şemalar

Sadece bizim yaratma gücümüzün sınırlarına bağlı olarak, bir projeye fonksiyonlar ilave edilebilir. Aslında sınırlamalar yoktur ve bazı alışılmamış fikirler, sesleri, yüksek voltajları, ışığı ve bunlar gibilerini kapsayan şemalarla yaratılabilir.



Şekil 15.1 Nokta ve bar belirleyicileri

Bir robotta veya elektronik aygıtta doğrudan kullanılmayan bazı şemalar, yine de çalışmayı desteleme yönünden önemlidirler. Bunlar güç kaynaklarını ve şarj dolum cihazlarını kapsarlar.

15.2.4 Kendini Koruma

Tabii ki, ölümcül lazer ışınlarının bir dizinini veya düşmanını tek bir megavolt boşalması sonucu elektrik ile öldürme projesinde bir aygıt, bir Armagedon silahı yapma planınız olmayacaktır. Yine de gösterim amaçlı veya biraz savunma amaçlı ilaveler yapmak mümkündür. Birçok olasılık var, fakat biz sadece ikisinde odaklanacağız:

1. *Elektrik boşalımı.* Aletlerin dahili bataryalarından yüksek bir voltaj üretmek mümkündür. Elde edilebilir sınırlı miktarda akımımız olduğundan, boşalım tehlikeli olmayacaktır, ancak basit devreler 600 ve 10,000 V arası voltajlarla şoklar üretebilir.
2. *Güçlü ses alarmları.* Güçlü bir alarm, bir robota dokunan herhangi bir kişinin dikkatini çekmek için kullanılabilir. Birçok ufak devre (ancak güçlü) hoparlörleri ses tonlarını değiştirerek çalıştırabilir. İlginç bir uygulama da, hayvanları ürkütüp kaçırmak için ultrasonik seslerin kullanımınıdır

15.2.5 Güç Kaynakları

Eğer bir robota ac güç hattından güç verilecekse, ac voltaj hattını devrelerin gerektirdiği dc ye çevirmek için özel devrelere ihtiyaç vardır. Bu devrelere *güç kaynakları* denir ve herhangi bir ac güçlü proje için istenilen şemalardır.

Temel güç kaynağı, proje için uygun olan sabit bir voltajı (tipik olarak, 3-12 V) ve aygıttaki tüm devrelere yeterli akımı sağlamalıdır. Birçok durumda, 500 mA ve 3 A arası akımlar yeterlidir fakat ağır-iş projeleri daha fazla akım isteyebilir. Bu bölümde gösterilen şemalar, yaratacağınız projelerin çoğu için yeterli güç sağlayacaktır.

15.2.6 Şarj Dolum Cihazları

Sıradan hücresel bataryalar pahalıdır ve uzun zaman süreçleri üstünde yüksek akımlar üretemezler. Eğer proje dc güçlü ise, yüksek akımlar çeker ve bir güç kaynağı ile ac hattından güç alamaz, şarj edilebilen bataryalar kullanmayı düşünmelisiniz.

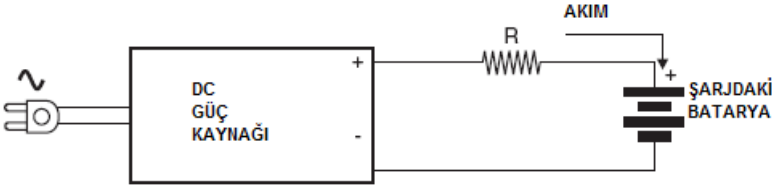
Şarj edilebilen bataryaların, NiCad ve jel hücrelerini de kapsayan birçok tipi vardır. Bu hücreler, bir robota büyük miktarda bir enerjiyi sağlayabilirler ve birçok kere şarj edilebilirler. Ancak böyle batarya ve hücreleri şarj etmek için şarj dolum cihazlarına ihtiyacınız var.

Bir şarj dolum cihazı, akımın normal yönünden tersine akmasına zorlayan basit bir güç kaynağıdır. (Şekil 15.2 ye bakın) Eğer akımı bir süre akmaya bırakırsanız (sıradan tipler için 6-16 saat), batarya veya hücreler şarj olacaktır.

Bataryaları veya hücreleri şarj ederken, akım akışını tavsiye edilen maksimum seviyeye sınırlamak önemlidir. *Aşırı akım bataryaya zarar verebilir ve hatta patlamasına neden olabilir.* Bazı şemalarımız, robotik ve mekatronik uygulamalarımız için uygun olan batarya tipleri için basit şarj dolum cihazlarını gösterecektir.

15.3 Şemalar

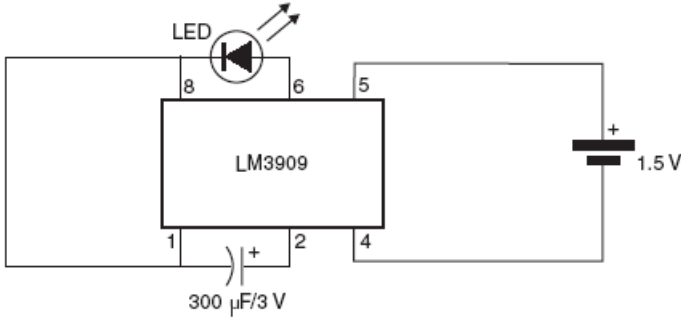
Aşağıdaki şemalar ister bir robot veya mekatronik aygıt üzerinde bazı bağımsız efektler ile yalnız kullanılabilir veya ister röle, sensör,veya başka denetim şemaları kullanan başka şemalar tarafından denetlenebilir.



Şekil 15.2 Şarj dolum cihazı

Bazı durumlarda, en iyi performansı elde etmek için bileşenler değiştirilmelidir. Her durumda; sadece bileşen değerlerini değiştirmekte değil, kaynak voltajı ve hatta bileşen tipini bile kapsayan diğer parametreleri de değiştirerek en favori efektleri bulmak için deneyler yapmakta özgürüz.

Şema 248 Düşük – Voltaj LED Flaşörü



Şekil 15.3 Şema 248: Düşük-voltajlı LED flaşörü

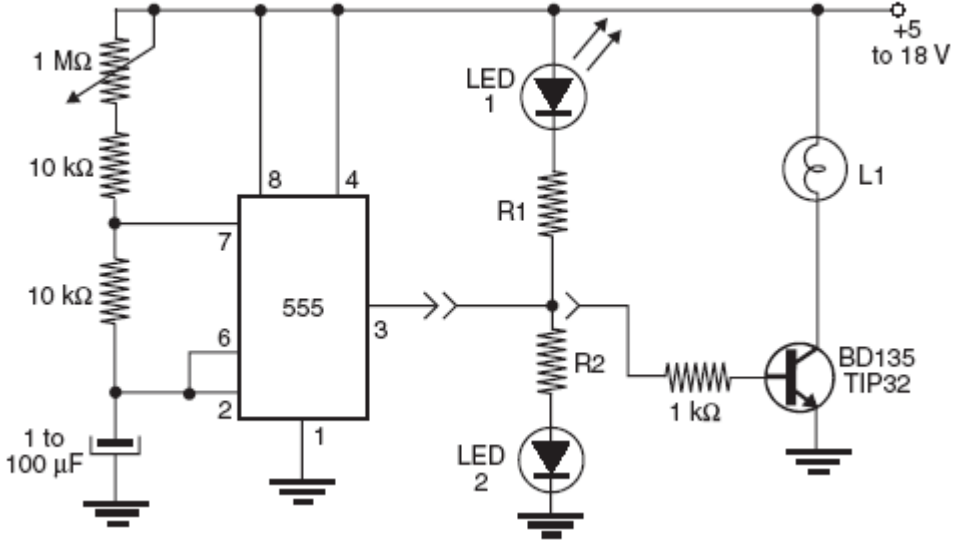
Parlayan LED'lerin ilavesi ile robotlara ve mekatronik aygıtlara gerçeklik veya özel efektler ilave edebiliriz. Şekil 15.3 de gösterilen şema, uzlaşım sal flaşör devreleri yerleştirmek için robotun veya mekatronik projenin yeri olmadığı zaman önemlidir.

Bu şema, 1.2 V kadar düşük voltaj kaynakları ile çalışabilen bir LED flaşördür. Sadece, birçok ay için tek tuşlu bir bataryanın ömrünü uzatan birkaç ampermetre çeker.

Frekans kondansatör tarafından verilir ve LM3909; National Semiconductor tarafından imal edilen bir ICdir. ICnin içinde; LEDi iletim noktasına ileri polarizasyon yapabilen bir seviyeye batarya voltajını getiren bir voltaj çiftleyicisi vardır. Bataryanın pozitif kutbu ile pin 5i arasında bir kontrol devresi (röle, sensör vs.) sokulabilir.

Şema 249 LED Lamba Flaşörü

Şekil 15.4'de gösterilen şema, iki LEDi alternatif olarak yakmak için veya 1A e kadar olan akımlar ile bir lambayı yakmak için kullanılabilir (eğer transistör aşaması kullanılırsa). Frekans, kondansatöre ve P1 in ayarına bağlıdır. Birkaç saniyeden bir veya iki dakikaya kadar olan parlamalar, devrede verilen değerler ile üretilebilir.



Şekil 15.4 Şema 249: LED/lamba flaşörü

Eğer, 200 mA üstünde akım çeken lambaları denetlemek isterseniz, transistör bir soğutma plakası üstüne yerleştirilmelidir. Eğer tek bir LEDi çalıştırmak isterseniz, bunlardan biri çıkarılabilir.

R1 ve R2nin değeri aşağıdaki tabloya göre güç kaynağı voltajına bağlıdır:

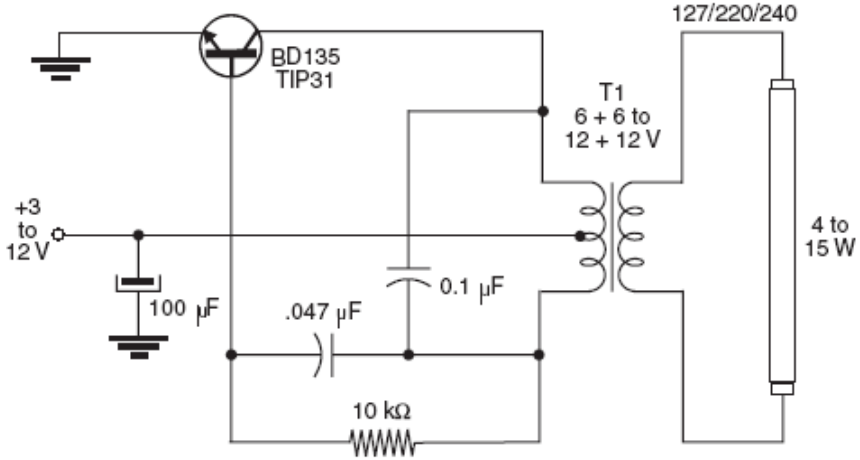
Kaynak Voltajı	R1, R2
5 V	330 Ω
6 V	470 Ω
9 V	820 Ω
12 V	1 kΩ
15 V	1.5 kΩ

Şema 250 Flüoresan Lamba Evireci

Evet, flüoresanlı lambalar robotlar ve başka projelerde – hatta hücrelerden veya bataryalardan güç alan aygıtlarda bile kullanılabilir. Şekil 15.5 de gösterilen evireç ile, bataryaların ve hücrelerin düşük dc voltajları, bir flüoresan lambayı yakmak için yeterli yüksek voltaja dönüştürülebilir.

Lambaya, güç kaynağı voltajına ve transformatöre bağlı olarak, bu devre 50 mA ve 500 mA arası akım çeker. Direnç R1, en iyi performansı alabilmek için 1 – 10 kΩ erim arası ayarlanmalıdır.

Transistör bir soğutma plakasına monte edilmelidir ve 6 – 12 V (CT) arasında oranlı sekonder sarımlı ve 100 – 500 mA arasında herhangi bir transformatör kullanılabilir.



Şekil 15.5 Şema 250: Flüorüsl lamba flaşörü

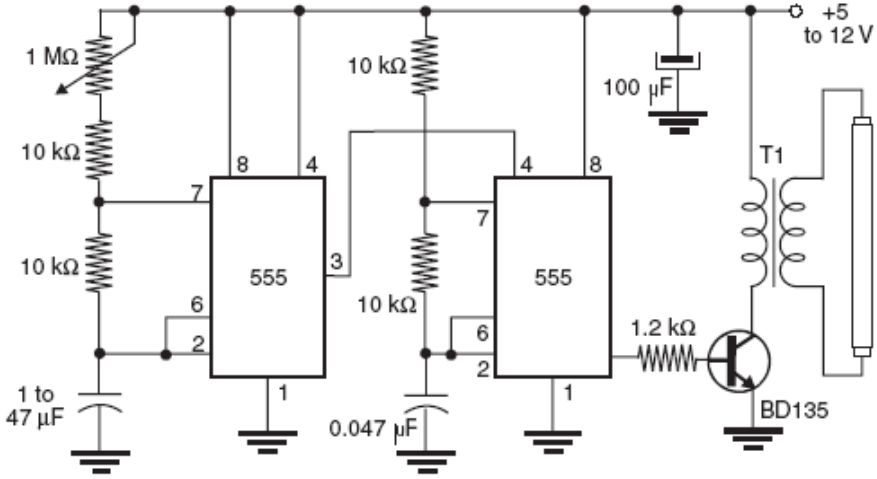
Uyarı: devre çıkışındaki voltaj çok yüksektir ve şiddetli şok riskine sahiptir. Tüm bağlantılarda yalıtımlı kablolar kullanın, rastlantısal dokunmalara karşı açıkta olan tüm parçaları korumaya alın.

Şekil 15.6 da gösterilen şema, flüorasanlı bir lambaya kesik-kesik yüksek voltaj pulsları üretmek için iki tane 555 IC kullanır. Transformör, önceki şemata olan ile aynıdır. Transformörün performansına göre, en iyi lamba parlaklığını elde etmek için C2 seçilmelidir. Parlama oranı 1 MΩ potansiyometre ile ayarlanır ve erim C1 e bağlıdır. Burada iş-çevrim % 50 dir, fakat bu; eğer IC2, 555in 4. pini üzerinden başka şemalar tarafından denetleniyorsa değiştirilebilir.

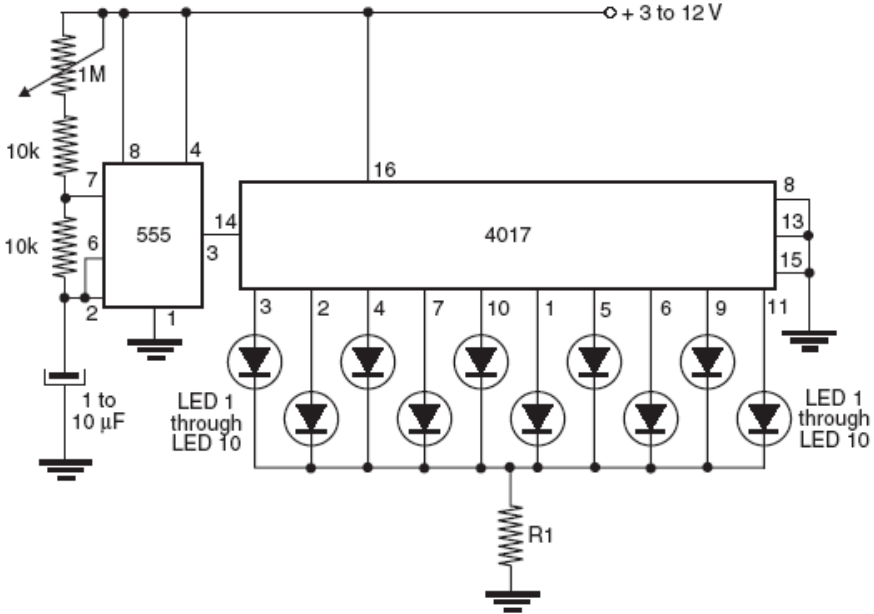
Şema 252 LED Sıralayıcısı

Şekil 15.7 de gösterilen şema; P1 in ayarlaması ve kondansatör C1in de değeri ile belirlenen bir hızda sıralamalı olarak on tane LEDi yakabilir. R1, her LED deki akımı sınırlayarak güç kaynağı voltajına bağlıdır. Değerler, Şema 249 un tablosunda verilenler ile aynıdır.

Şema 219 da açıklandığı gibi, farklı sayıda LEDler (2 ve 9 arası) kullanan sıralamalar, aynı 4017 yi kullanarak programlanabilir. LEDlerin özel sıralamaları da Şema 225 in kullanımı ile programlanabilir.



Şekil 15.6 Şema 251: Flüorışıl lamba flaşörü

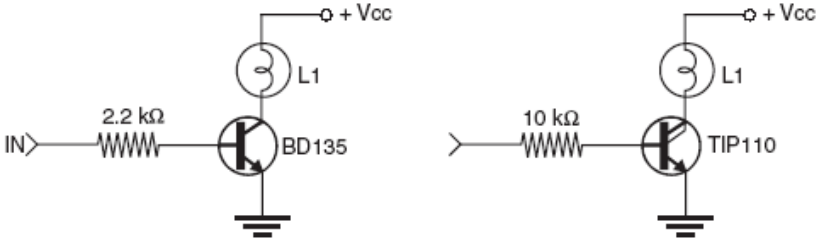


Şekil 15.7 Şema 252: LED sıralayıcısı

Şema 253 Akkor Lambaların Çalıştırılması

3. Bölümde gösterilen güç şemaları, bir sıralayıcının çıkışından akkor lambaların çalıştırılmasında kullanılabilir; Şema 252 ve diğerleri (Şema 219'dan uyarlanmış olanlar). Şekil 15.8 özellikle, 3 A e kadar (Şekil 15.8b) ve 500 mA akım ile (Şekil 15.8a) lambaları çalıştırmak için iki devre kullanılabildiğini gösteriyor.

Transistörler soğutma plakalarına monte edilmelidir. IC sıralayıcıyı güçlendirmede kullanılan voltajın aynısı lamba voltajında olması gerektiğini not edin.



Şekil 15.8 Akkor lambaların çalıştırılması

Bu şema, giriş mantık seviyesi yüksek olduğu zaman lambaya güç verip açar. Eğer şemalar, 3. Bölümde gösterilenlerde bir çoğunun yaptığı gibi, bir NPN transistörü kullanıyorlarsa, lambaya düşük mantık seviyesinde de güç verip açabilirsiniz.

SCRli ve triaklı şemaları kullanan ac güç hattından güç alarak da lambaları çalıştırmak mümkündür. Fakat, *denetim devresinin ac güç hattından yalıtımlı olmadığını* hatırlayın.

Ac hattından ve birleşik yalıtımdan güç alan yüksek güç lambalarını denetlemek isterseniz, Şema 245 i kullanın. Giriş direnci (330 Ω), Şema 249 un tablosunda verilen değerlere göre değiştirilebilir.

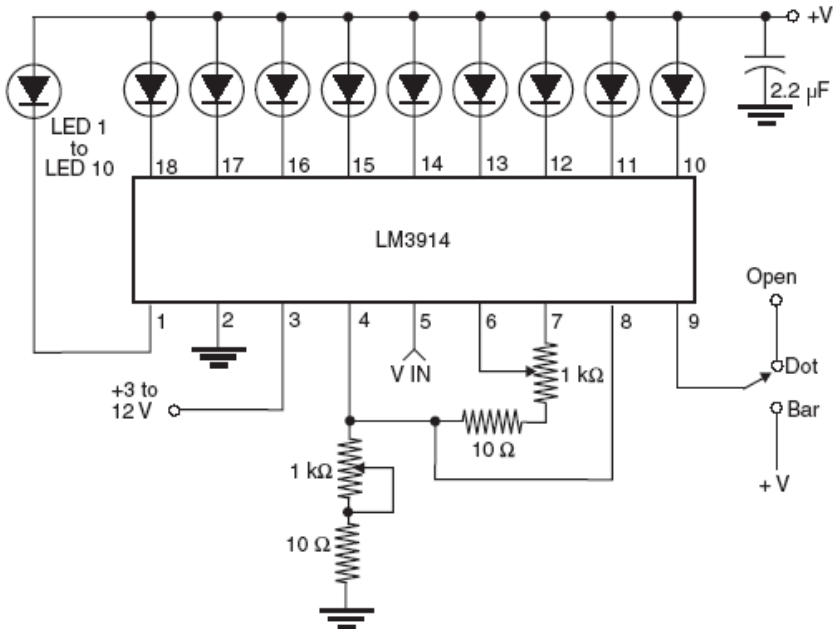
Şema 254 Bar / Nokta Gösterim Çalıştırıcı

Nokta/bar (çubuk) belirleyicileri, voltajları ve büyüklükleri belirleyen LED ölçeklerdir. Bunlar, sensörlerin faaliyetlerini veya robotlarda ve mekatronik projelerde ışık efektlerini belirlemek için kullanılabilirler.

Şekil 15.9 da gösterilen şema çok basittir. LM3914 IC bazlı olarak, National Semiconductor tarafından imal edilir, sadece kondansatörler, diyotlar ve dirençler gibi birkaç harici parçaya ihtiyacı vardır.

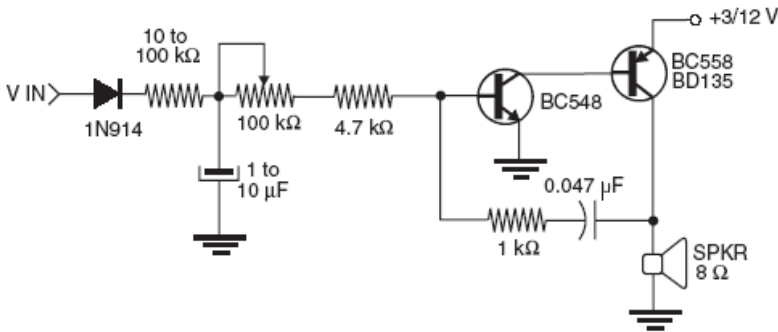
Bu şema, tek bir noktanın veya bir bar oluşturan nokta serilerinin etkisi ile on tane LEDi çalıştırabilir. Nokta yaklaşımında, hangi noktanın girişe voltaj uyguladığına bağlı olmakla sadece bir LEDi yakar. Bar yaklaşımında, anahtarlanan LEDlerin adedi giriş voltajına bağlıdır.

Düzenleyici potansiyometre, ölçeğin voltaj sınırlamalarını ayarlar. Bu bloğa, 3 – 12 V arası voltajlardan güç verilebilir.



Şekil 15.9 Şema 254: Bar/nokta gösterim çalıştırıcı

Şema 255 Değişken – Ses Sireni



Şema 15.10 *Şema 255:*

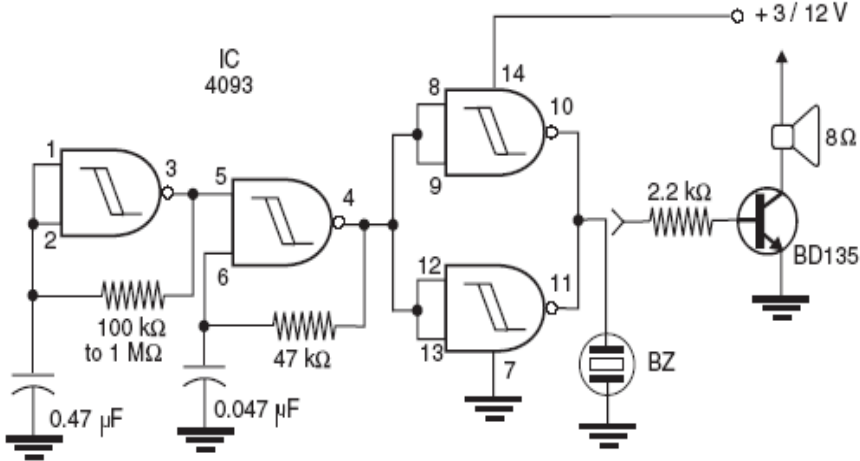
Şekil 15.10 da gösterilen devre, giriş voltajının ani kesilmesindeki frekansta düşen bir ton üretir. Bozulma zamanı C_1 in değerine bağlıdır.

Girişe pozitif bir voltaj uygulandığında devre tetiklenir. TTL veya CMOS mantığı kullananlarda olduğu gibi, voltaj herhangi bir denetim bloğu tarafından üretilebilir. Girişteki direncin değeri zıt etkiyi belirler, frekansata sesin arttığı esnadaki zaman süreci gibi.

Eğer 3 – 6 V arası kaynaktan güç alıyorsa, bir BC558 veya Q2 için başka bir PNP genel – amaçlı kullanın. Eğer 9 – 12 V arasında güç alıyorsa, BD136'yı veya ufak bir soğutma plakasına montajlı TIP32 kullanın.

İlginç bir robotik uygulaması da, bu devreyi sensörlerin çıkışları ile veya bir uzaktan denetim alıcısı ile kullanmaktır. Devre, herhangi bir komuta sessel bir cevap verecektir. Hoparlör ile beraber seri olarak bir 100 Ω potansiyometre şeklinde bir ses gücü denetimi ilave edilebilir.

Şema 256 İkili – Ses Tonu Sireni



Şema 15.11 Şema 256: İki-sesli siren

Şekil 15 .11 de gösterilen şema, piezoelektrik transduserleri (yüksek empedans) veya hoparlörleri, bir transistör aşaması ilavesi ile doğrudan çalıştırabilir. Tonlar arasındaki ve boyutları arasındaki aralar C1 tarafından belirlenir ve tonların kendileri P2 tarafından değişebilir. R2, eğer bir ton ayarlaması istiyorsanız, bir 10 k Ω dirençle beraber bir 100 k Ω potansiyometre ile değiştirilebilir.

Eğer devreye 6 V dan daha büyük voltaj kaynaklarından güç verilmişse, transistör ufak bir soğutma plakasına bağlı bir BD135 olmalıdır. Devreye görsel bir efekt ilave etmek için ilk osilatörün çıkışında bir LED de yerleştirebilirsiniz.

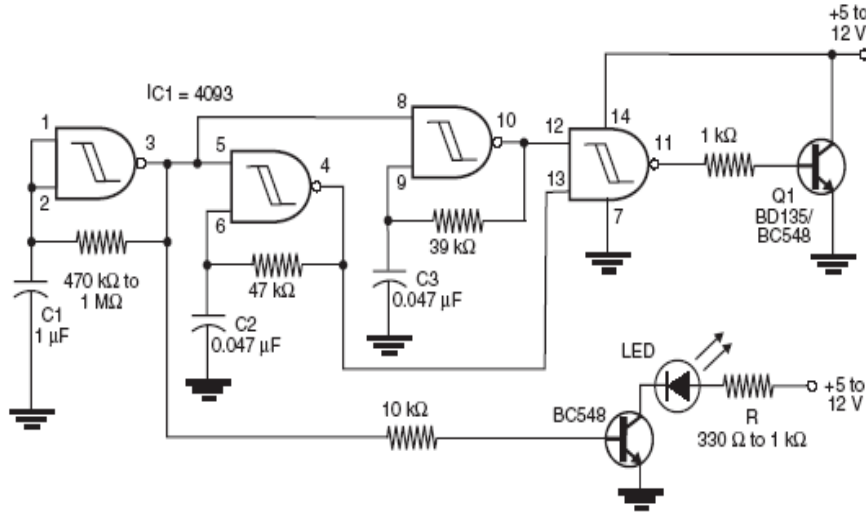
Bir piezoelektrik transduseri kullanırken, 4093 ün pin 1 i harici bir denetim olarak kullanılabilir. Devre, yüksek mantık seviyesine ayarlandığı zaman bu giriş ile etkilenir.

Bu devre, ses efektleri devrelerinde CMOS IC 4093 ün bir uygulama örneğidir. *CMOS Projeleri ve Deneyleri* (Newnes) kitabında ses efektleri için birçok başka 4093 düzenlemeleri bulabilirsiniz.

Şema 257 Ses ve Işık

Şekil 15.12 de gösterilen şema, ses ve ışık efektleri üretir. IC1-a tarafından oluşturulan düşük-frekans osilatörü her biri farklı bir tonu üreten, başka iki

osilatörü çalıştırır. Tonlar hoparlör tarafından alternatif olarak tekrar üretilir. Aynı zamanda, bir lamba veya LED çalıştırılır ve tonun değiştiği aynı hızda parlar.



Şema 15.12 Şema 257: Ses ve ışık

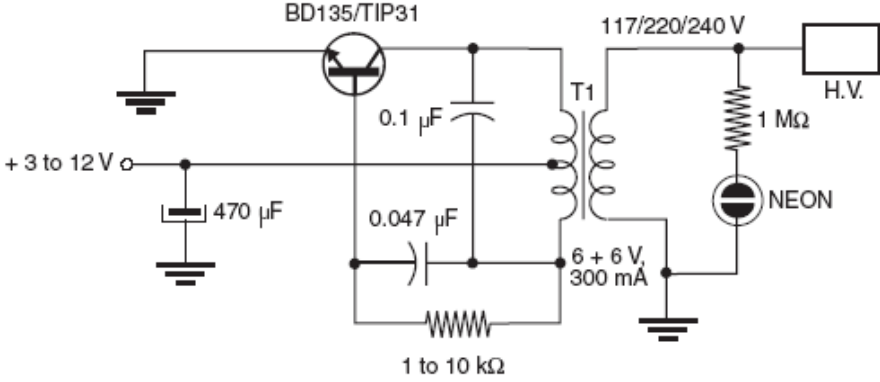
Parlama hızı ve ton değişiklikleri C1 tarafında belirlenir. İki ton da C2 ve C3 tarafından belirlenir. Kitapta önerilen erimler dahilinde bu bileşenleri değiştirmekte özgürsünüz. Eğer devreye 6 V dan fazlası ile güç verilmişse, çıkış transistörü için BD135 kullanın ve bunu soğutma plakasına monte edin.

Şema 258 Yüksek – Voltaj Savunması

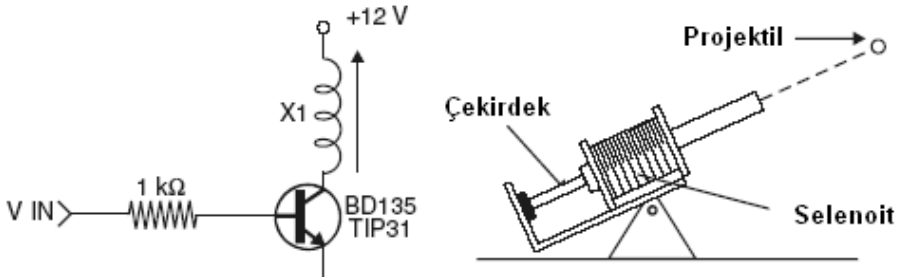
Yüksek voltaj boşalımı, kadınlara saldırı durumunda kullanılması için tasarlanmış olanlar gibi bir savunma aletinde kullanılır. Sıradan cellerden güç alan küçük bir evireç, harekete geçirildiği zaman 2 kV veya daha fazlasını boşaltır. Şok, bir yardım çağırmak için kurbana zaman vererek saldırıyı geri püskürtmek için yeteri kadar güçlüdür.

Şekil 15.13 de gösterilen şema, eğer robota bir saldırgan tarafından dokunulursa bir şok üretmesi için robotiklerde kullanılabilir. Devreye ilave celilerden güç verilir veya batarya aygıtı güç vermek için kullanılabilir. Çıkış voltajı transformatöre bağlıdır ve tipik olarak 300 ve 600 V arasındadır. Dalga şeklinin kavisli olmadığından çıkış voltajının transformatörler için ayarlanan voltaj olmadığını not etmelisiniz. Bunun anlamı, voltaj ekserlerinin, transformatör oranının 220 veya 240 V dan daha yüksek değerlere erişebilmesidir. Yüksek voltaj değerine rağmen, akım çok düşük olduğundan şokun tehlikeli olmadığını da belirtmeliyiz.

Tabii ki, *devreyi kullanırken gerekli önlem alınmalıdır*. Kalplerinde atış hızını ayarlayan aygıt (kalp pili) kullananlar robota dokunmamalıdır ve tasarımcı şok süresini birkaç saniye ile sınırlamak için önlemler almalıdır.



Şekil 15.13 Şema 258: Yüksek-voltaj savunması



Şekil 15.14 Şema 259: Solenoit silah

Şema 259 Solenoit Silah

Şekil 15.14 de gösterildiği gibi, minyatür bir silaha sıradan bir solenoit tarafından güç verilebilir. Bu silah tabii ki, herhangi bir şeyi yok edecek kadar güçlü değildir, fakat gösterimler için görsel efekt ilginç olabilir veya iskambil kartlarından yapılan bir şatoyu ve başka kırılabilir yapıları yok edebilir.

Manyetik güçler tarafından bir solenoitin göbeği/çekirdeği çalıştırıldığında, bir mermiyi (fasulye, kağıt top, tahta top) fırlatmaktadır. 1A × 12V solenoit kullanımı ile, küçük bir topu birkaç metreden fazla mesafeye fırlatacak yeterli gücü üretebilir. Silahın her ateşlenmesinde, tüpün yeni bir top ile doldurulacağı bir mekanizma ilave edebilirsiniz.

Başka olasılıklar, devreye ses ilavesi ve hatta gerçekçiliğe ilave için bir ışık parlamasını kapsar. Bir grup şemamız, transistörü denetlemesi için sadece birkaç miliampere ihtiyacı olduğundan devre çalıştırmakta

kullanılabilir. Transistör; devre tetiklendiğinde saniyenin sadece kesri kadar açık olacağından, soğutma plakasına ihtiyaç yoktur.

Şema 260 Lazer Silahı

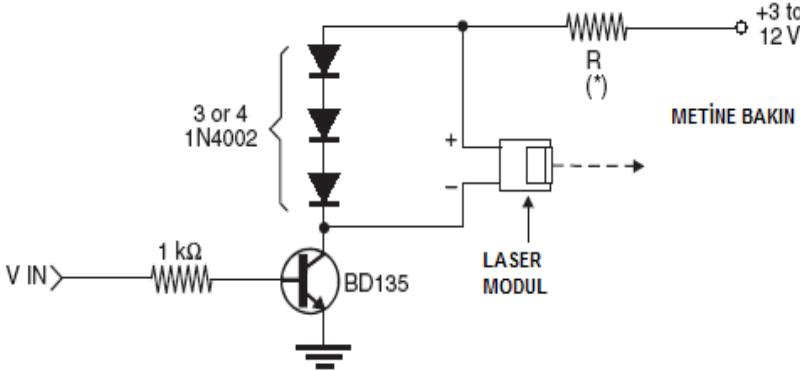
Lazer göstergeleri bir silahı taklit etmek veya bir robota başka özel yetenekler vermek için kullanılabilir. Örneğin, bir robot veya mekatronik aygıt bir ekran üstünde nesneleri göstermek için programlanabilir.

Şekil 15.15 de gösterilen devre, küçük bir lazer gösterici modüle güç vermek için kullanılan basit bir denetimdir. 3 – 12 V arası güç kaynağı kullanır.

Direnç R nin değeri, aşağıdaki tabloya göre güç kaynağı voltajına bağlıdır:

Vcc (Volt)	R ($\Omega \times W$)
3 V	$10 \Omega \times 1 W$
6 V	$22 \Omega \times 2 W$
12 V	$47 \Omega \times 2 W$

Transistör soğutma plakasına monte edilmelidir. Lazer modülüne güç vermek için, sadece devrenin girişine bir pozitif voltaj uygulamalısınız. Lazeri güçlendirmek için 1 mA civarına ihtiyacı vardır.

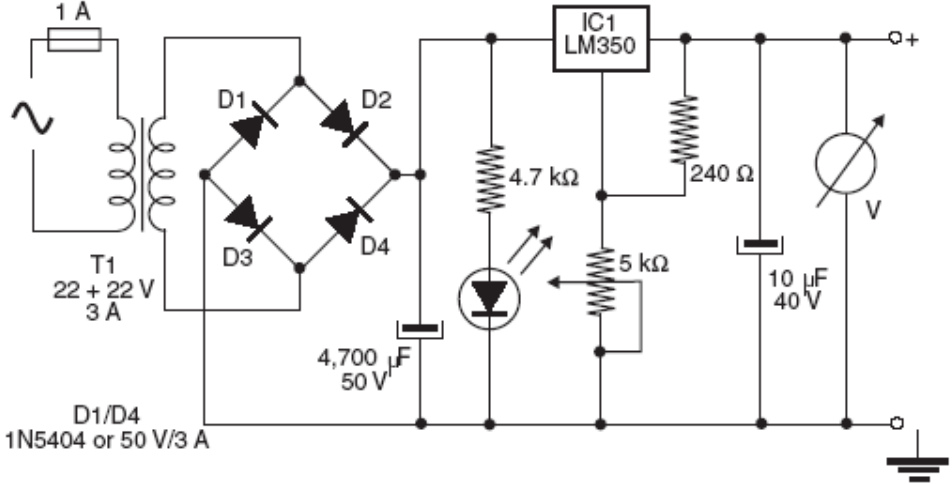


Şekil 15.15 Şema 260: Lazer silahı

Şema 261 Genel – Amaçlı Güç Kaynağı

Robotik ve mekatroniği kapsayan projelerde ve deneyler tasarlayan herkes için oldukça faydalı olan bu şema, bir genel – amaçlı güç kaynağıdır. Şekil 15.16 da gösterilen devre, 3 A e kadar olan amperlerde 1.2 ve 25 V erim arası voltajları sağlayabilir.

Potansiyometre çıkış voltajını ayarlar. Kullanıcının yüke verilen voltajı ölçmesine izin vermek için bir voltmetre çıkış ile paralel olarak bağlıdır. Bu iş için ucuz hareketli sargılı metreler hatta bir multimetre kullanılabilir.



Şekil 15.16 Şema 261: Genel-amaçlı güç kaynağı

IC ICL7107 bazlı olanlar gibi dijital modüller, bir likit kristal gösterim üzerinde bir tam doğru 3.5- haneli gösterge ile beraber ucuz ve yaygındırlar. IC (LM350T) bir soğutma plakasına bağlanmalıdır ve sigorta, bir kısa devre durumunda devreyi korumak için esastır.

Şema 262 Şarj Dolum Cihazı

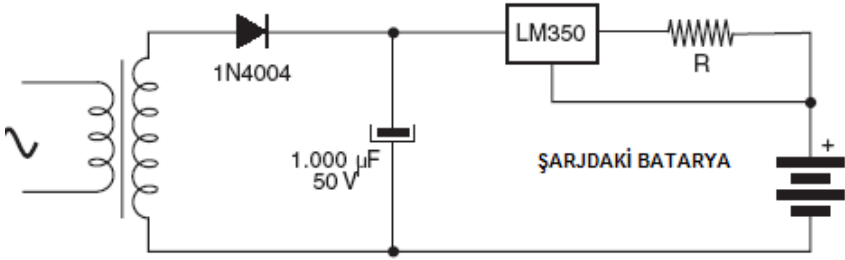
Şarj edilebilir bataryalar, özellikle eğer aygıt özgürce hareket etmeye ihtiyacı varsa ve bir ac çıkışa bağlanamıyorsa robotlar ve mekatronik aygıtlar için başlıca bir enerji kaynağıdır. Şekil 15.17 de gösterilen devre, NiCad veya başka şarj edilebilir bataryalar için basit bir şarj dolum cihazıdır.

Direnç R nin değeri bataryayı tekrar şarj etmede ihtiyaç olan akıma göre hesaplanır. Uygun akımı belirlemelisiniz ve R yi aşağıdaki formüle göre hesaplamalısınız.

$$R = \frac{1.25}{I}$$

R = Ohm cinsinden direnç değeri

I = Amper cinsinden şarj eden akım



Şekil 15.17 Şema 262: Şarj dolum cihazı

Örneğin, 100 mA lik bir batarya nın bir $1.25/0.1 = 12.5 \Omega$ dirence ihtiyacı vardır. Güç dağılımı aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$P = R \times I^2$$

P = Wat cinsinden dağılan güç

R = Ohm cinsinden direnç

I = Amper cinsinden akım

100 mA lik bataryalarımız için.sahip olduğumuz:

$$P = 12.5 \times 0.1 = 0.125 \text{ W dir.}$$

Hesaplanan dağılmanın iki katında oranlı bir direnç adapte edin, bu durumda 0.5 W olur.

Sizin şarj etmeniz gereken bataryalar ile uyuşmasına izin veren, devredeki dirençler ile birleştirmek için bir anahtar kullanılabilir. Toplam voltajları 15 V u geçmediği sürece eş zamanlı şarj için birkaç batarya seri olarak şarj dolum cihazına yerleştirilebilir.

15.4 Diğer Bilgiler

Geniş bir düzenlemeler çeşitliliğinde elektronik devrelerin kullanımı, ışık ve ses efektleri ile tamamlanabilir. Birçok imalatçının el kitaplarına, veri sayfalarına ve uygulama notlarına baş vurarak, ışık ve ses ile birleşen projelerde kullanılabilen bazı önemli devreleri seçtik.

Yer nazariyelerinden dolayı, ortaya çıkardığımız tüm uygulamaların tüm devrelerini karşılamak imkansızdır. Bunun için, bu kısmı robotik ve mekatronik uygulamalar için ilave türetme şemalar isteyebileceğiniz için bileşen önerilerine ayırdık.

LM3909: National Semiconductor'dan olan bu IC, 1.3 V luk bir flaşördür. Uygulamaya bağlı olarak, 4.5 – 40 V arası erimde bir voltajda güç

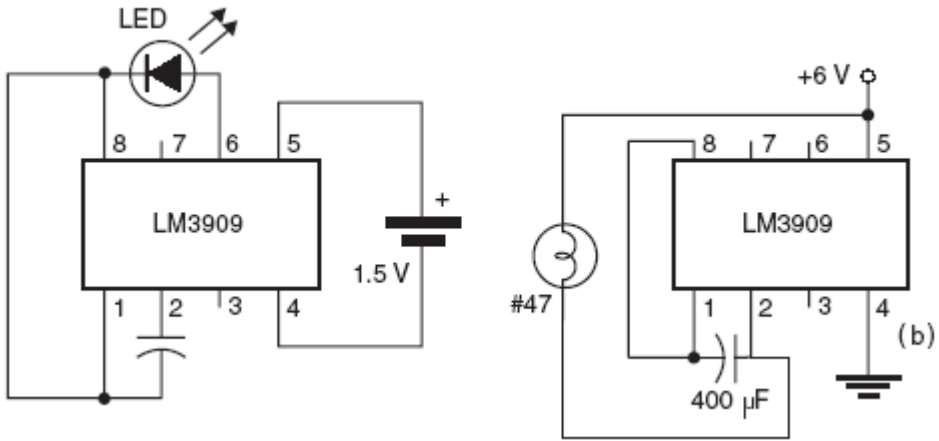
kaynaklarından LEDleri çalıştırmak için kullanılabilir. Şekil 15.18, bu devrenin tipik bir uygulamasını gösteriyor.

Bu devrenin esas çekiciliği, 1.5 V celden güç verildiği zaman bataryanın ömrünü aylara çıkaran 50 μ A civarında çalışmasıdır. Bu IC kullanımı hakkında daha fazla bilgi National Semiconductor (<http://www.national.com>) web sitesinden elde edilebilen Uygulama Notu AN – 154 de bulunabilir.

SLB0587: SLB0587 (Infineon'dan), ac yükler için bir dokunmatik denetimdir. Bu devre, bir sensöre dokunduğunuz zaman bir ac yüke uygulanan gücü azaltır veya çoğaltır. Denetlenen güç kullandığınız triaka bağlıdır. Bu devre indükleyen yükleri denetleyebildiğinden, yaygın ac motorların denetiminde kullanılabilir.

15.4.1 Müzikal Modüller

Birçok oyuncak, kayıtlı şarkıları ve sesleri kullanan elektronik modüller içerirler. Robotik ve mekatronik tasarımcıları için faydalı bir kavram da bu şemaları projelerine ses ilaveleri için kullanmaktır. Şekil 15.19, bir 3 – 12 V luk kaynaktan voltajın nasıl azaltılacağını ve ufak bir hoparlörü çalıştırmak için bu devrelere nasıl güç verileceğini gösteriyor.



Şekil 15.18 LM3909 IC kullanımı

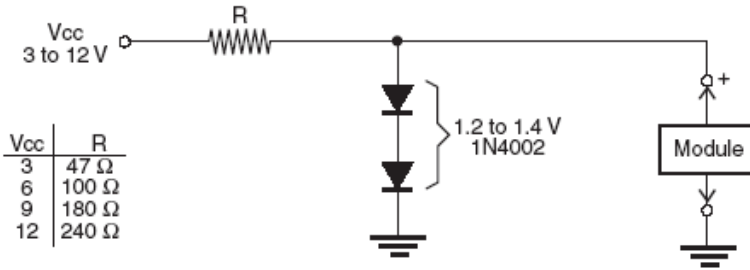
15.4.2 Diğer Devreler

Diğer devreler, aşağıdakileri de kapsayarak özel ses ve ışık efektleri ilave etmek için kullanılabilir.

- *Katı cisim kaydediciler.* Bunlarla, birkaç kelimeyi kaydedebilirsiniz ve bazı tasarımlarda, herhangi belli bir zamanda tekrar üretilmesini istediklerinizi seçebiliyorsunuz.
- *Duman makineleri.* Harekete geçtiklerinde bunlar zararsız gazlardan bir küme üretirler.
- *Stroboskopik ksenon lambaları.* Birçok tedarikçi bu tür lambayı aksesuar listelerinde acil durumlar için tutarlar. Devreler bununla denenmeleri için adapte olurlar veya mekatronik aygıtlara, robotlara yerleştirilebilirler.

15.5 Proje Önerileri

1. Kendisine her bir komut gönderdiğinizde bir ses üreten bir robot tasarlayabiliriz.
2. Işık ve ses efektlerine sahip herhangi bir mekatronik proje (kol, asansör, vs) yaratabiliriz.



Şekil 15.19 3-12 V kaynakların azaltılması

3. Belli sesleri bir ton tanıyıcı (Şema 192) kullanarak tanımak için öğrenebilen bir yapay nöron ve CA3140 çalıştıran elektronik bir nöron veya koşullandırmak için bir osilatör şema tasarlayabiliriz.
4. Bir işi gerçekleştirirken, güç genleşme miktarını belirlemek için bir robota bir bar veya nokta gösterimi ilave etmeyi deneyebiliriz.
5. Ultrasonik sesleri duyabilen köpekleri, fareleri, sıçanları ve diğer yaşayan varlıkları ürkütmekte kullanılabilen bir robot yaratabiliriz.

16 Parallax Basic Stamp'le Robotlar

16.1 Amaç

Bu bölümde daha önce çeşitli bölümlerde sözünü ettiğimiz, Parallax firması tarafından geliştirilen Basic Stamp kontrolörü ve hazır robot kitleriyle robot uygulamalarından söz edeceğiz. Bu ürünlerin kılavuzundan Türkçeye çevrilen Mikrokontrolör ve Robotik kitapçığından yararlanarak, notlarımıza devam edeceğiz.

16.2 Kurma ve Sınama

Çeşitli ülkelerde lise ve yüksekokullar düzeyindeki robot yarışmaları, öğrencilerin mesleki becerilerini sergilemenin en dolaysız kanallarının başında geliyor. Takımlar halinde yürütülen bu çalışmaların ilk aşaması, genellikle robotun alt-sisteminin geliştirilmesidir. Sözü edilen alt-sistem robotun mekanik bağlantılarını, motorlarını, sensörlerini ve mikroişlemcisini kapsar. Daha sonra sıra, bu parçaların sınanmasına ve sorunlarının giderilmesine gelir. Ardından, bütün bu parçalar bir araya getirilerek alt-sistemin bütünsel çalışmasına bakılır. Böylece sorunları giderilen alt-sistem, kontrolünü yapacak olan mikroişlemciye bağlanır. Sonuçta ortaya çıkan şey, mikroişlemciyi de içeren alt-sistemlerin oluşturduğu bütünsel (entegre) bir sistem olarak, verilen her hangi bir görevler listesini yürütmeye hazır bir **robot** olmaktadır.

Burada bir noktanın altını çizmekte yarar var. Çalışma grubu, alt-sistem düzeyindeki sorunları doğru belirlemez ve gereğince gideremezse, entegrasyon sırasında doğabilecek sorunlarla baş etmek zorunda kalacaktır, ki bu çok daha külfetli bir iştir. Böyle durumlarda takımın gecelerce geç saatlere kadar çalışması gerekir. Çünkü entegrasyon, alt-sistemlerde saklanmayı başaran "bug"ların ve kalıntıların faaliyete geçmesine ve sorunların katmerlenmesine yol açar.

Sınama ve sorun giderme becerisi birikimle gelişir. Bu nedenle, kitapta sunulan robot uygulamalarındaki sınama ve sorun gidermeyle ilgili yönergeleri izlerseniz, birikim sürecini hızlandırmış olursunuz.

Bu bölüm, altı aşamadan oluşmaktadır:

- Robotun parçaları ve aletler
- Robotun mekanik olarak birleştirilmesi
- Robotun BS2 işlemcisinin bilgisayarda programlanması
- Her bir servonun tek tek sınanması
- İki servonun birlikte sınanması
- Servoların ayarı -Yazılım kalibrasyonu

Aşamaların her biri robotu toplayıp işe koşma yolunda belli bir adıma karşı gelir. Gereken parçalar *önce* hazırlanır, *sonra* mekanik olarak birleştirilir. *Daha sonra* mikroişlemci alt-sistemi sınanır. *Ardından* servolar tek tek ve birlikte test edilir. *En son* servoların ince ayarı yapılır. Gereken özenin gösterilmesi önemlidir. Aksi halde mikroişlemcinin ve motorların istenilen şekilde çalışmasını sağlamak olanaksızdır.

Kitabın izleyen bölümleri, çeşitli sensörlerin sınanması ve robotun alt-sistemlerine eklenmesiyle ilgilidir. 3-6 no'lu Bölümlerde, sensörlerin sınanması ve sensör alt-sistemlerini birleştiren BASIC programların yazımı ele alınacaktır. Örneğin Bölüm 3'te, robota bir yere çarptığını söyleyen duyargalar ele alınır. Duyargadan alınan sinyal, robotu yönlendirmekte kullanılır. BASIC program da bu noktada devreye girer.

16.2.1 Robotun parçaları ve aletler

İşe koyulmadan önce kullanacağımız parçaları ve aletleri belirlemeye girişelim. **Ancak, öncelikle "OLMAZSA OLMAZ" bir aleti belirtelim: PC.** Her şeyden önce, işletim sistemi Windows 95/98/... veya üstü olan bir PC'ye sahip olmalıyız. Bunun dışındakiler evinizden, okulunuzdan, komşunuzdan ya da yakınınızdaki bir hırdavatçıdan temin edebileceğiniz sıradan el aletlerinden ibarettir. Robot için gereken parçaların tümünü FULL KIT'i ya da Robotics KİT'ini alarak edinebilirsiniz. (Daha fazla bilgi için EK-A'ya bakınız.)



Şekil 16.1 Gereken aletler

Kullanılacak parçaların listesini çıkarmak adettendir. EK-A'daki Parça Listesi ve Kaynaklar'a başvurarak gerekli parçaları belirleyiniz. Aşağıdaki şekli ve yanındaki listeyi inceleyiniz.



	Şase	
A	Pil haznesi	1
B	PM etiketli servolar	1
C	Plastik daire tekerlek	2
D	Polietilen top	2
E	9/32 inç lastik halka	1
F	13/32 inç lastik halka	2
G	Eğitim Kartı ve BS2	1
H	Halka tekerlek	1
I	Toka	2
J	4-40 somun	1
K	4-40 düzkafa metrik	10
L	vida	2
M	3/8 inç 4-40 metrik	8
N	vida	8
O	1/4 inç 4-40 metrik vida	4
P	1/2 inç ayak	1
Q	Seri kablo	4
R	Kalem pil	1
	Parallax CD	

Şekil 16.2 Parçalar

16.2.2 Robot mekanik kuruluşu

Bu aşamada, robotun kuruluş adımlarını göreceğiz. Her adımda parçaların bir kısmı bir araya getirilecek ve resimdeki parçanın kuruluşu gerçekleşecektir. Bu nedenle, her resme ilişkin yönergelerin dikkatle takip edilmesi gerekir.

Üst kısım donanımı

Bir (1) adet şase
Dört (4) adet taban
Dört (4) adet 1/4 inç 4-40 metrik vida
İki (2) adet 9/32 inç lastik halka



Bir (1) adet 13/32 inç lastik halka

Şekil 16.3 Şase ve üst kısım donanımı

Montaj

Şekil 1.4'de şase montajı görülmektedir. Her lastik halkanın dış çeperinde bir kanal göreceksiniz. Bu kanal, halkanın şasedeki uygun deliğe tam oturması içindir.

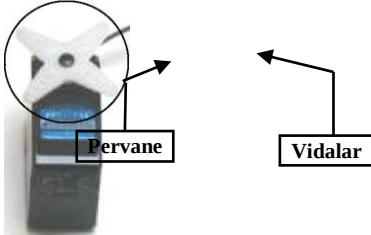


- 13/32 inçlik lastik halkayı şasenin ortasındaki deliğe geçirelim.
- 9/32 inçlik adet lastik halkaları da (2 adet) şasenin köşelerindeki uygun deliklere takalım.
- Metal tabanları şasenin köşelerindeki yuvalarına rapt etmek için verilen vidaları (1/4 parmak 4-40) kullanalım.

Şekil 16.4 Üst donanımın yerleşimi

Servo Pervanelerin Sökülmesi

Önceden ayarlı iki servonun pervaneleri takılı durumdadır. Pervaneler, vidalar açılıp yukarı doğru çekilerek servonun şaftından çıkarılır. Çıkan vidaları daha sonra robotun tekerleklerini tutturmakta kullanmak üzere saklayalım.



Şekil 16.5a Önceden ayarlı servo (pervane takılı)



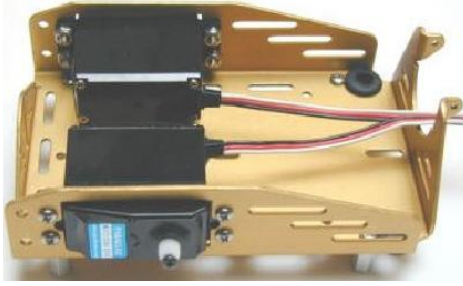
Şekil 16.5b Servo (pervane söküldükten sonra)

Parçalar

Bir (1) adet kısmen montajlanmış şase
İki (2) adet servo
Sekiz (8) adet 3/8 inçlik 4-40 vida
Sekiz (8) adet 4-40 somun



Şekil 16.6 Servolar ve montaj malzemesi



Şekil 16.7 Şaseye monte edilmiş servolar

Montaj

Servoları şaseye monte ederken 3/8 inçlik 4-40 vidaları ve somunları kullanın

Pil Haznesinin Şaseye Takılışı



Parçalar

Bir (1) adet pil haznesi (boş)
İki (2) adet 4-40 düzkafa vida
İki (2) adet 4-40 somun

Şekil 16.8 Vidalar, somunlar ve boş pil haznesi

Hazneyi tutturmak için düzkafalı vidalarla somunlar kullanılır.

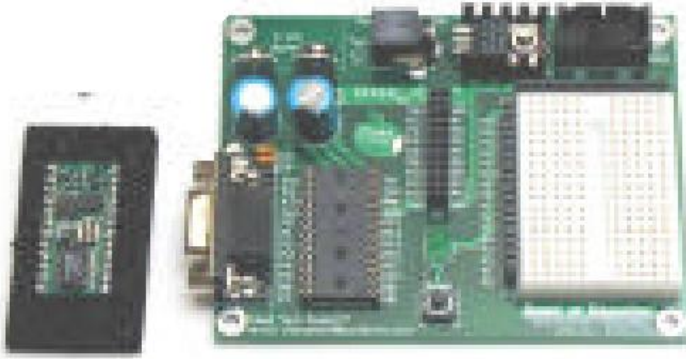


(A) Montaj sonrası içerden görünüm



(B) Montaj sonrası dıştan görünüm

Şekil 16.9 Pil haznesinin şaseye montajı



Şekil 16.10 Şeklin solunda BasicStamp 2; sağında Devre Kartı görülmektedir

Şekil 16.10'da, üzerinde BS2'yle Eğitim Kartı görülmektedir. BS2'nin ortasında yarım-daire bulunan kısa kenarı, Kart'a hatasız takılması içindir. BS2 takılırken yarım dairenin Sout ve Vin etiketlerinin bulunduğu tarafa gelmesi gerekir. Ayrıca, PIC16C57C isimli en büyük entegre en dipte ve P7 ile P8 bacaklarının arasında bulunmalıdır.

BS2'yi Kart'a takarken önce bacakları soket üzerinde hizalanır, sonra sıkıca bastırılır. Pinlerin soket deliklerine iyice oturması gerekir..



Şekil 16.11 Eğitim Kartı ve BS2

Eğitim Kartı'nın Robot Şasesine Takılışı

Parçalar

- 1 adet kısmen kurulu robot
- 1 adet BS2'li Eğitim Kartı
- 4 adet 1/4 inç 4-40 vida

Montaj

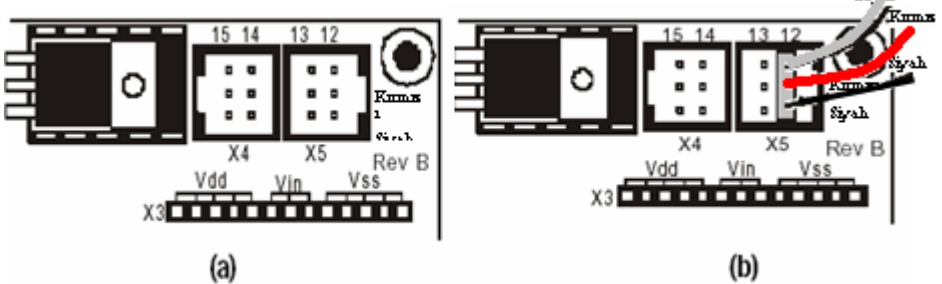
Şekil 16.12'de şaseye takılı haldeki Eğitim Kartı görülmektedir. Servolar da portlara bağlı ve şasenin üzerindedir. Eğitim Kartındaki breadboard'un şekildeki gibi görülmesi gerekir. Eğitim Kartının ayaklara takılmasında 1/ inçlik vidalar kullanılır.



Şekil 16.12 Eğitim Kartı takılı şase

Aşağıda, Şekil 16.13'ün A kısmında, Eğitim Kartı (Rev B) üzerindeki servo portlar görülmektedir. Üst kısımdaki sayılar port numaralarını gösterir. Servolardan birinin port 12'ye bağlanması, o servonun kontrol hattının P12 giriş/çıkışına bağlanması demektir. P12 giriş/çıkış hattı, Eğitim Kartında, tepedeki port bacağına BasicStamp'ın P12 giriş/çıkışına bağlayan metal yoldur.

Servo portun sağındaki etiketler servoyu bağlarken hata yapılmamasını garantilemek içindir. Şekil 16.13'ün B kısmında servo port 12'ye takılı servoyu gösterir. Siyah tel "Siyah", kırmızı tel de "Kırmızı" etiketlidir. En üstteki beyaz yahut sarı telin etiketi ise "Beyaz" olacaktır.



Şekil 16.13 Eğitim Kartı üzerindeki servo portları: (a) Teller port 12'ye bağlanmadan önce; (b) teller bağlandıktan sonra

Kırmızı ve siyah tellerin servoya bağlanmadan önce servo portuna bağlanmış olması şarttır. Servolardan birini port 12'ye diğerini de port 13'e takın.

Tekerlekler

Gereken Parçalar

Robot (montajlandığı kadarıyla)

1(bir) adet toka (1/16 inçlik)

2(iki) adet lastik halka

1(bir) adet polietilen top

2(iki) adet plastik tekerlek

2(iki) adet vida

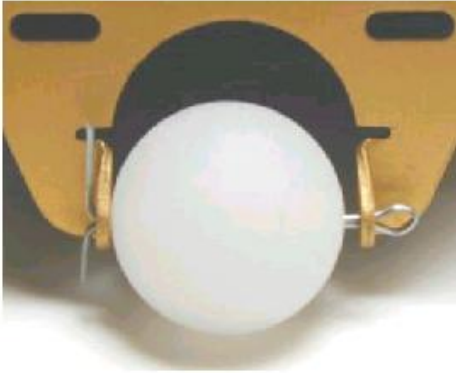


Şekil 16.14 *Tekerlek elemanları*

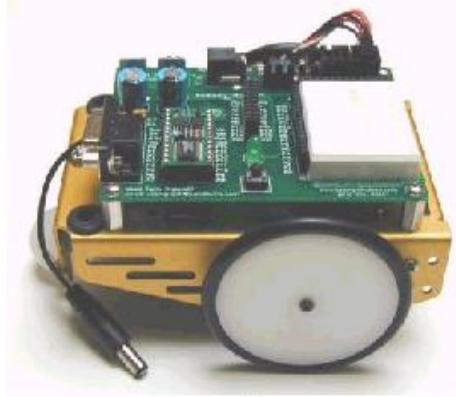
Montaj

Şekil 16.15 (a)'da robotun şasesine bağlı arka tekerlek yer alır. (b)'de ise her biri bir servonun çıkış şaftına bağlı olan ön tekerleklerden biri görülmektedir.

Şasenin arkasındaki deliklere Şekil 1.17 (a)'daki gibi yerleştirilen toka, robotun arka tekerleği olarak iş gören plastik topun aksı olmaktadır. Her bir halkayı yuvalarından yerleştirin. Plastik tekerlekleri servo çıkış şaftına bastırın ve oturtun. Tekerlekleri tutturmak için daha önce söktüğünüz vidaları kullanın.



(a)



(b)

Şekil 16.15 (a) Şaseye monte top-tekerlek (b) servo şaftına bağlı tekerler

Bağlantı

- 4 adet 1.5 V AA pil
- 1 adet Seri kablo
- 1 Parallax CD



Şekil 16.16 Bağlantı malzemeleri

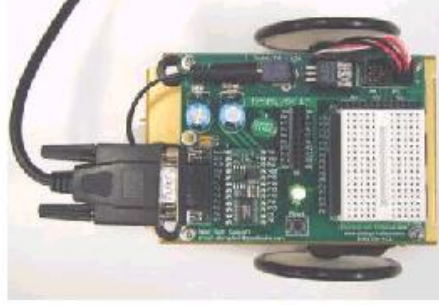
Birleştirme

Pilleri hazneye yerleştirin. Kutuplarında hata yapmayın



Şekil 16.17 Boş haldeyken pil haznesi

Şekil 16.18'e bakınız. Seri kablonun dişi ucunu PC'nizin boş seri portuna takın. Erkek ucunu Kartın DB9 soketine takın



Şekil 16.18 (a), Seri kablo com port bağlantısı (b) Kablo ve Piller Karta takılıdır

Pil haznesini takın. Bu arada Kart'ın yeşil ışığı yanıyor mu diye kontrol edin. Bir sorunla karşılaşırsanız pil haznesini çıkarın.

Pillerin ömrünü uzatmak için hazneyi Kartın yakından çıkarın. Böylece kart ve servolar güç kaynağından ayrılmış olacak. Görev 3'teki programa geldiğinizde pilleri yine takacaksınız.

16.2.3 BASIC Stamp'ın Programlanması

Stamp'ı programlarken Stamp Editörü kullanılır. Bir Debug terminali vardır. Stamp'la kullanıcının haberleşmesini sağlar. Devre testlerinde ve sorunları gidermede baş yardımcınızdır. Kod geliştirmek için en uygun ortamı sunar

DİKKAT !! Eğer yeşil ışık yanmazsa, soluksa pil haznesini hemen sökün. Kablolama hatası çok yüksek bir olasılıktır. Servolar, BASIC Stamp ciddi şekilde tahrip olabilir.

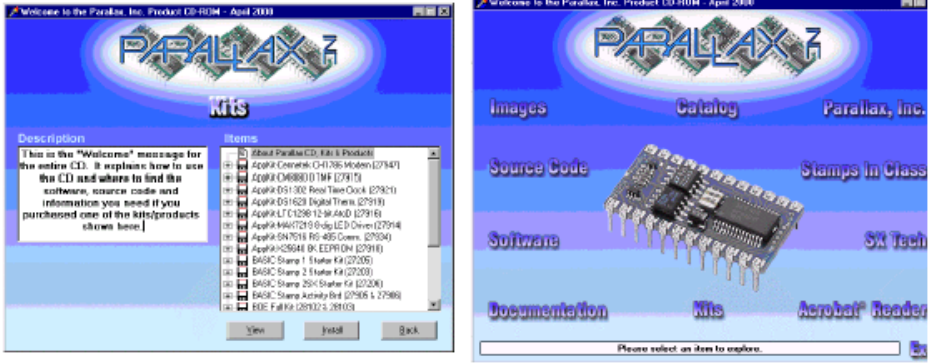
İlk Programa başlayalım

- Stamp'ın kuruluşu
- PC ile Stamp haberleşmesinin kurulması
- Debug komutuyla örnek PBASIC'in çalıştırılması

Kuruluş için Parallax CD'sini isteyin. Editörün son sürümünü Parallax'ın sitesinden indirebilirsiniz.

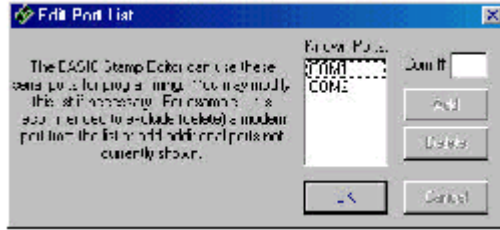
Software

Parallax CD'sini PC'ye takın. Otomatik olarak çalışacaktır. (bakınız Şekil 16.18)



Şekil 16.19 Merhaba uygulaması (a) Kitler sayfası, (b) Parallax sayfası

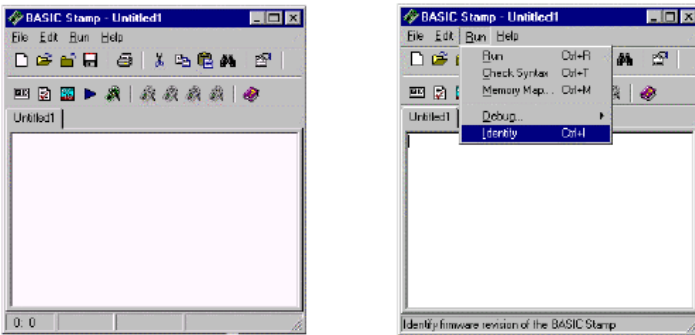
Bu sayfaları inceleyerek yapmak istedikleriniz hakkında gerekli bilgileri alabilirsiniz.



Edit Port-List penceresi

İlk programı yazmadan önce Stamp Editörü ile BASIC Stamp'ın haberleştiğinden emin olmalısınız.

- Pil haznesini Karta takın.
- Run menüsünden Identify'ı seçin



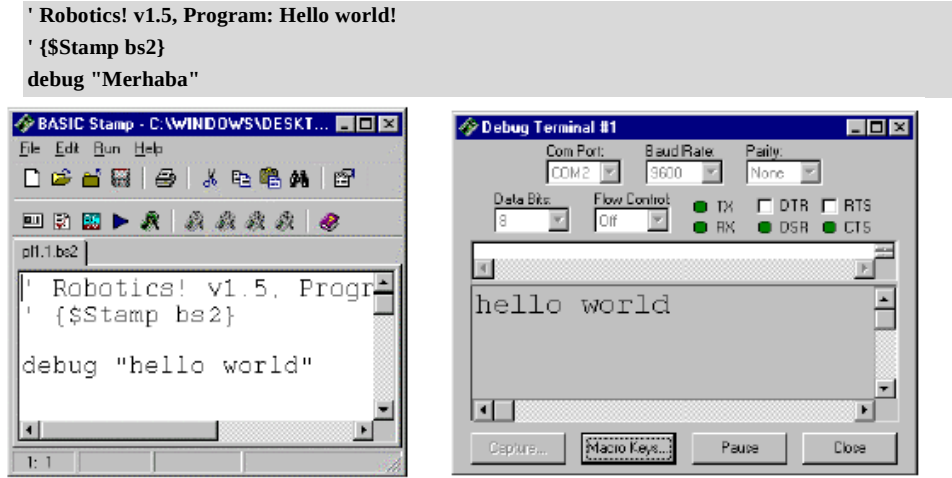
Şekil 16.20 (a) Stamp Editor, (b) Stamp Editor..Run

Identify'ı seçince Stamp Editörü derhal PC'nin com portuna bağlı BASIC Stamp aramaya başlar.

Gereken herşey bağlı ve düzgün çalışıyorsa bir pencereyle BS2 bulundu mesajı alırsınız. Yani PC ile BS haberleşiyor demektir. Sonraki bölüme geçin: "İlk Program".

İlk program

İlk program Stamp'ın dış dünyayla haberleşmesine yöneliktir. Bunun için Debug terminal kullanılır.



Şekil 16.21 (a) Stamp Editor (b) Debug Terminal.

Şekil 16.21'e bakarak ilk programınızı yazın. Run'ı seçin ve tıklayın.

Program nasıl çalışır?

Tırnak (") işareti şu şekilde kullanılır: Program çıkışında görünmesini istediğiniz bir açıklamayı eklemek için. Apostrof (') ise şu amaçla kullanılır: Program satırları arasında, program hakkında bilgi vermek için. Apostroftan sonra yazacaklarınız program akışında göz ardı edilir.

```
' Robotics! v1.5, Program 1.1: Hello world!
```

Stamp direktifi özel bir durum oluşturur. Stamp Editörüne kullandığınız programın tipini anlatmak için bunu kullanırsınız. Programın ikinci satırında yer alır.

```
'{$Stamp bs2}
```

Bu durumda Stamp Editörü, programın BS2'den açılması gerektiğini anlar. Eğitim Robot size daima BS2 ile gelir. Üçüncü satır **debug** komutudur. Debug Terminalinin penceresini açar ve mesaj görüntüler.


```
debug "hello world"
```

Bu komutla çeşitli tiplerde veri kullanabilirsiniz.

BASIC Stamp Manual'inde çok sayıda örnek program mevcuttur. Bunlar aynı zamanda yukardaki komuta ilişkin çeşitli örnekleri de içerirler. Bütün örneklerde, programların BS2 için olmasına dikkat etmelisiniz. Yoksa çeşitli hatalarla karşılaşabilirsiniz. Bu bölümde anlatılan her şey BS2 kapsamındadır (bundan sonraki bölümde, benzer programları BS2'ya ihtiyaç duymadan PICBasic ya da Makine kodlarıyla da uygulayacağız.). Dolayısıyla, ikinci satıra eklemeyi unutmayın(!!!) :

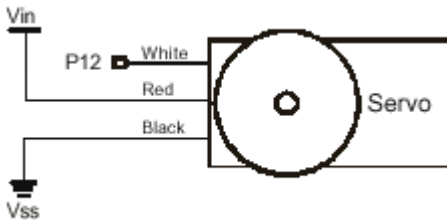
```
' {$Stamp bs2}.
```

16.2.3 Her bir servonun tek tek sınanması

Burada, BASIC Stamp'ın robotta kullanılan önceden ayarlanmış servoların kontrolü amacıyla programlanmasını göreceğiz.

Servolar nasıl çalışır

Normal hobi servoları, radyo kontrollü araba, uçak, tekne gibi sistemlerde yaygın kullanılır. Servolar konum kontrolü yapmak üzere geliştirilmiştir. Hareket erimleri genelde 90 derece ile 180 derece arasındadır. Makul fiyatlı ve sağlam yüksek-tork konumlu hareket için ihtiyaç duyulurlar. Elektrikle kontrol edilirler. Bu amaçla bir darbe/puls dizisinin emrinde çalışırlar. Darbe dizisinin görevi, servoya ne kadar döneceğini söylemektir. Önceden ayarlı Parallax servolarında ise pozisyon beslemesi ve mekanik açısal sınırlayıcılar yoktur. Normal servolar belli bir yere kadar dönünce orada dururlar. Oysa bunlara yollanan darbe katarı Parallax servolarını sürekli döndürür. Dolayısıyla bunları robotun tekerleklerini döndürmekte kullanabiliriz.



Şekil 16.22 Servo bağlantı şeması

Şekil 16.22'deki servo, robotun 12 no'lu servo portuna takılıdır. Kırmızı ve siyah kablolar servoyu güç kaynağına bağlarlar. Beyaz (bazen de sarı) kablo ise sinyal bağlantısıdır. 12 nolu porta bağlı servonun sinyal kaynağı BASIC Stamp'ın I/O pini olan P12'dir.

Zaman ölçümü ve voltaj düzeyi

Bu kitapta zaman s (saniye, second), ms (milisaniye) mikrosaniye olarak birimlenir. 1 saniye = 1000 (10^3) milisaniye, veya 1 saniye = 1000000 (10^6) mikrosaniyedir. Dolayısıyla, 1 milisaniye = 1/1000 (10^{-3}) saniye; 1 mikrosaniye = 1/1000000 (10^{-6}) saniye olur.

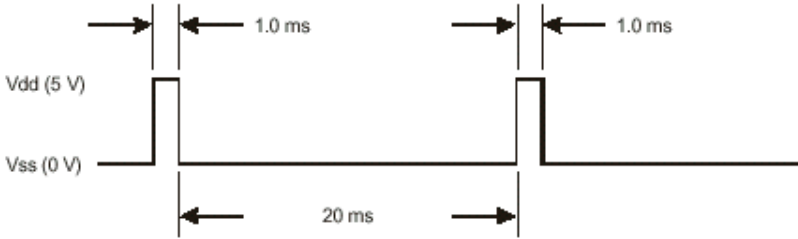
Voltaj düzeyi volt birimiyle ölçülür. V olarak kısaltılır. Robotun soketleri Vss, Vdd ve Vin olarak etiketlenmiştir. Vss toprak veya referans voltajıdır. Piller takılınca Vss bunun negatif ucuna bağlıdır. Kart, Stamp (BASIC Stamp) ve PC ile seri bağlantılar açısından Vss daima 0V olur. Vin regülesiz 6V'tur. Pilin pozitif ucuna bağlıdır. Vdd ise regüle 5V'tur. Kartın voltaj regülatöründe regüle olur. Vss ile birlikte Kartın bredbordundaki devreleri beslemekte kullanılır.

DİKKAT! Bu bölümdeki uygulamalarda Kart üzerinde **daima ve sadece Vdd soketler kullanın.**

Stamp'ın servolara yolladığı kontrol sinyallerine darbe katarı diyoruz. (Şekil 1.26.) Stamp I/O pinleri yoluyla bu dalga formunu üretecek şekilde programlanabilir. Önce P12'yle başlayacağız. Halihazırda port 12'ye bağlıdır.

Önce, Stamp, P12'yi 0V'a (düşüğe) çeker. (20 ms süreyle).

Sonra, 5V'a geçirir (yükseğe çeker) (1ms süreyle).



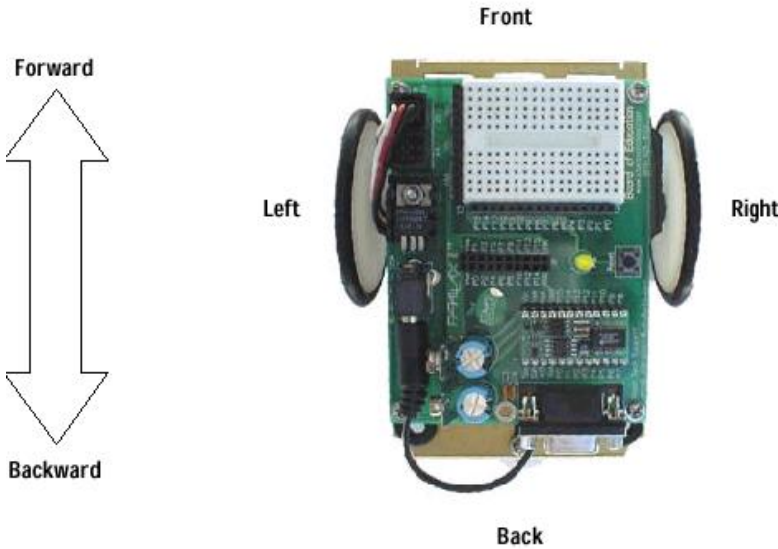
Şekil 16.23 Darbe/puls dizisi/ katarı

Katarın yüksek süresi 1ms, düşük süresi 20ms'dir. Servo kontrolünde ana bileşen yüksek süresidir. Genelde darbe genişliğine karşılık gelir. Örneğimizde darbe genişliği 1ms'dir. Bu darbeler düşükten yükseğe gittikleri için (0'dan 5V'a), pozitif darbe oldukları söylenir. Darbe katarlarının iş ve iş çevrimi gibi teknik ifade biçimleri de söz konusudur.

Hatırlatma

Servonun hareketi darbe genişliğiyle kontrol edilir. Darbeler arasındaki düşük süre 10 ile 40 ms arasında değişir ve servoların performansını olumsuz etkilemez.

Bir sevroyu, çıkış şaftı sürekli dönecek şekilde darbeleyebiliriz. Servolar için darbe genişlikleri 1 ile 2ms arasında değişebilir. (Saat yönü veya tersi yönde ve tam hız olarak.) Bir servoya 1.25 ms darbe vererseniz, yarı hızda saat yönünde döner. 1.9 ms darbe yollarsanız, servo saatin tersi yönünde tam hız döner. Merkezi darbe genişliği 1.5 ms'dir. Bu durumda servo kırıpırdamadan durur. Eğer dönmeye devam ediyorsa, program yardımıyla durdurmak gerekir. (Kısım 16.2.7.)



Şekil 16.24 Robot

Forward: ileri, Backward:geri

Front: ön, Back: arka,

Left: sol, Right: Sağ

Şimdi, sağ tekerleği tam hızla ileri döndürecek şekilde programlamaya geçelim. Robotun sağ tarafı açısından bu durum tekerleğin saat yönünde dönüşüne karşılık gelir. O halde her 20ms'de bir 1ms darbe alması gerekir. İsterseniz tekerlerin yere değmesini engelleyerek çalışmaya başlayabilirsiniz.

```
' Robotics! v1.5, Program 1.2: Sağ tekerin tam hız ileri dönüşü
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
low 12 ' P12 düşük çıkış
loop: ' etiket
pulsout 12, 500 ' 1.0 ms darbe (P12'ye)
pause 20 ' 20 ms bekleme
goto loop ' başa ("loop" etiketine) dön
```

Anlamlı bir isim verip programı kaydedin. (File/Save veya /Save As.) *.bs2 olması gerektiğini unutmayın. Çalıştırın (Run). Tekerleğin yaklaşık 37 rpm ile dönmesi gerekir.

Program nasıl çalışır?

BASIC Stamp Kılavuzundan low, pulsout, pause ve goto komutlarını inceleyerek gerekli bilgileri edinebilirsiniz.

İlk satır program hakkında bilgileri içerir. Stamp direktifi ikinci satırda yer alır. Program hakkındaki açıklamalar apostroftan sonra (yani sağına) yazılır. Açıklamalar, başkalarının program akışını izlemesini kolaylaştırmak ve size de hatırlatma için faydası olan ek unsurlardır. Başkaca bir anlamları yoktur. Zorunlu değildirler. low 12 I/O bacağını çıkış olarak tayin eder. Sonra da düşüğe çeker. Çıkışlar voltaj sinyalleri yollarlar. Girişler ise sinyal alırlar. Düşük çıkış Vss düzeyinde voltaj (0V) anlamına gelir. Komut high 12 olsaydı bu kez P12 yüksek (Vdd seviyesinde) voltaj (5V) gönderecekti.

PBASIC komutu olmayan ve sonunda ":" olan bir ifade etikettir. Etiketler program akışının çeşitli şekillerde yönlendirilmesinde yardımcı olurlar: goto loop gibi. Bu komutla program loop: etiketinin sonuna gider. Bunun sonucunda program pulsout komutunu icra ederek servoya darbe kadarını gönderir. Ardından da pause komutunu işletir.

loop: ile goto loop birlikte bir döngü oluşturur. Bunlara sonsuz döngüler adı verilir. Böyle bir durum programda döngüden çıkmak için ya arada bir sapma komutu kullanılmalıdır, ya da kaba kuvvete başvurmak gerekir : Fişi çekmek gibi!! Sonsuz döngüler PC'lerden farklı olarak, mikrodenetleyiciler açısından büyük bir sorun çıkarmazlar.

pulsout 12, 500 p12'ye 1.0ms darbe yollar. Yapısal gösterimi pulsout pin, period (bacak, süre) şeklindedir. Bacak I/O bacağıdır. Süre ise voltajın zamanını anlatır. Peki 500'ün 1.0ms olması nereden kaynaklanıyor? Çünkü komutun süresi 2us artışlarla belirtilir. 1.0 ms sürecek bir darbeye 2 birim artışla 500 defada ulaşılır.

$$\begin{aligned} 500 \times 2 \text{ us} &= 500 \times (2 \times 10^{-6}) \text{ s} \\ &= 1000 \times 10^{-6} \text{ s} \\ &= 1.0 \times 10^{-3} \text{ s} \\ &= 1.0 \text{ ms} \end{aligned}$$

pause 20 ise birim artışlıdır. Yani ne kadar bekleyecekseniz onu yazmanız yeter. Bekleme 20 ms yapılır.

Değiştirilmiş haliyle aynı program

```
' Robotics! v1.5, Program 1.3: Sağ teker tam hızla geri döner  
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.  
low 12  
loop:  
pulsout 12, 1000 ' 2.0 ms darbe  
pause 20  
goto loop
```

Tekerleği durdurmak için yapılması gereken şey, süreyi 750 olarak vermektir.

Şimdi çıkış bacaklarında değişiklik yapıp programı yeniden yazalım. p12 yerine p13'ü kullanacağız. Sol tekerleğin ileri gitmesi için servosunun saat yönünün tersine dönmesi gerekir.

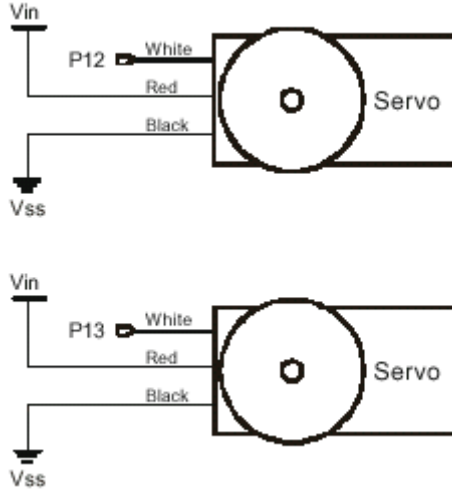
```
' Robotics! v1.5, Program 1.4: Sol tekerlek tam hızla ileri  
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.  
low 13 ' P13 düşük çıkış  
loop:  
pulsout 13, 1000  
pause 20  
goto loop
```

Süreyi 750 yaparsak dönüş durur. 500 yaparsak dönüş yönü değişir.

İki Servo da Çalışıyor

Servolar Şekil 16.25'deki devreye göre çalışırlar. Sağ tekerlek P12'deki servoyla, sol teker P13'deki servoyla yönetilir.

Robotu ileri sürmek için iki `pulsout` komutuna ihtiyaç vardır. En zor iş sürelerle uğraşmaktır. Sağ tekerin (sürücüye göre sağ) ileri tam hızla dönmesi için ilgili servo saat yönünde (500) dönmelidir. Sol teker ise tam hızla servonun saatin tersi yönünde (1000) dönmesiyle ileri yönelir.



Şekil 16.25 Servo bağlantı şematiği

```
' Robotics! v1.5, Program 1.5: Çift tekerle ileri gidmek için
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
low 12
low 13
loop:
pulsout 12, 500 ' P12'ye 1.0 ms darbe
pulsout 13, 1000 ' P13' 2.0ms darbe
pause 20
goto loop
```

Program 1.6 servoları nasıl darbeler?

Bu programda da servoların dönüşü sonsuz döngü içinde gerçekleşir. Gereken değişiklikleri yaptıktan sonra robotun yaptıklarını gözleyin. 12 ve 13'ün sürelerini birbiriyle değiştirirseniz robot geri gider. Aynı değerleri verirseniz robot döner.

16.2.3 Servoların ayarı – Kalibrasyon

Program 1.5'in robotun düzgün ileri hareketi için yeterli olmadığını fark etmiş olmalısınız. Dolayısıyla 12 ve 13'ün sürelerini birbiriyle değiştirince düzgün geri hareket de yapamayacak demektir. Bu durumda biraz kalibrasyona ihtiyaç olacak demektir. Yani süre sayılarında küçük değişiklikler gereklidir. Düzgün ileri hareketi sağlayana kadar bunlar üzerinde çalışın. Sonra geri hareket için aynı ayarlamaları yapın. Doğru değerleri deneyerek bulacaksınız.

```
' Robotics! v1.5, Program 1.6: Yerinde kal – her iki servo da sabit
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
low 12
low 13
loop:
pulsout 12, 750
pulsout 13, 750
pause 20 ' every 20 ms.
goto loop
```

Haliyle burada da tam anlamıyla yerinde durmayı sağlayamamış olabiliriz. Gereken tek şey kalibrasyon diyebiliriz (teorik olarak). 750 değeri mutlak duruşun tek karşılığı değildir. Üstelik burada her iki teker için de her iki yönde tam duruşu sağlayacak değerleri ayrı ayrı belirlemek şarttır. Çünkü denenen süre bir teker için bir yönde 751, 752.. artarken, diğer teker için azalabilir veya tersi olabilir. Öte yandan, süreler için bu değerler ters yönde harekette aynı ölçüde değişimlerle karşılanamayabilir.

Süre, 0 ile 65535 arasında her hangi bir değer alabilir. Ama mutlaka tam sayı olmak zorundadır. Hesaplamayı denemeyle karşılamak yerine, ortalama bir sabit değer bulmaya gidebilirsiniz. Bu değerın tamsayı olmaması durumunda işlerin zorlaşacağı açıktır. Ancak bu çabanızın, en azından aradığınız değer için aralığı daraltması bakımından bir faydası olacaktır.

Burada üç beş satırla vurguladığımız şeyler aslında saatlerinizi işgal edecek ayarlamaları gerektirir. Değmeyeceğini mi düşünüyorsunuz? Çok büyük bir eğlenceyi kaçıyorsunuz demektir! Nitekim, uzay mekiğini uzayda bir kez deneme olanağı yoktu. Bunun yerine orada bir kere yapılamayan deneme için burada yüzbinlerce denemenin birikiminden yararlanılmıştır.

16.2 Robotu Harekete Geçirmek

İkinci bölümde robotun NEREYE ve NASIL gideceğine ilişkin yönergeleri konu ediniyoruz. Diğer bir deyişle, robotun manevralarını mümkün kılan programların yazımıyla uğraşacağız. Söz konusu manevra her ne ise, ona ilişkin programlama aletinin özellikleri ve kullanımıyla ilgileneceğiz. Bu amaçla şu adımları izleyeceğiz:

- "Pil zayıf" göstergesinin yapımı;
- Robotun yönlendirilmesini sağlayan programın yazımı;
- Manevra yeteneğini artıran ince ayarların geliştirilmesi;
- Ardışık hareketleri içeren yönerge listesinin hazırlanması;
- Hareket hızının düzenlenmesi.

Programlamayı PBASIC dilinin komutlarıyla yürüteceğiz. Bölümdeki çok sayıda alıştırmada, robotun yapacağı çeşitli işlerin akışını ve akışın kontrol değişkenlerini inceleme fırsatını bulacağız. Haliyle, mesafeyi ve hızı düzenleyen komutlar için biraz matematik gerekeceğinden, ister istemez temel dinamiklerle haşır neşir olacağız.

16.3.1 Komutların Harekete Çevrilmesi

Önceki bölümde robotu ileri-geri yürütüp, bulunduğu yerde döndürürken iyiydi değil mi! Hatırlarsanız, zavallıyı talim ettiriyorduk git, gel, dur, kal! Bölüm 1'in yönlendirme programında daima tek yön söz konusuydu. Yazdığımız program robotun ya ileri gitmesini ya geri gelmesini ya da yerinde dönmesini sağlıyordu. Bu bölümde ise her yöndeki hareketini tek programda kotaracağız. Bir dönüş hareketi esnasında robotu belli bir miktar yerinde çevirmek için gereken darbe sayısını belirlemek, aslında, robotun manevra hassasiyetini programlamak anlamına gelir. Böylelikle robotu bir kare veya bir üçgen, yahut bir çarpı çizecek şekilde hareket etmeye programlamamız mümkündür.

Bu düzeyde programlama, uzun ve karmaşık satırlar gerektirebilir. Meselâ, robotun bir manevra sırasında aniden durup başka bir yöne dönmesi ve hızını değiştirmesi gerekebilir. Neyse ki PBASIC bu konuda çok yararlı özelliklere sahiptir.

Pillerin zayıflamış olması robotta "davranış bozukluklarına" yol açabilir. Ayrıca, servolar ve BASIC Stamp da bu zayıflamadan etkilenebilir. Bu nedenle öncelikli işimiz bu konuyu ele almak olacaktır.

16.3.2 "Pil Zayıf" göstergesinin yapımı

Voltaj arzının cihazın iş görmesini sağlayacak düzeyin altına düşmesine "zayıflama" (brownout) denilmektedir. Ancak BASIC Stamp bu duruma karşı korumalıdır. Pil'in zayıflaması durumunda, BS2'nin hem işlemcisi hem de program belleği, voltaj yeniden normal düzeyine çıkıncaya kadar uykuya geçerler. Vin'deki voltaj düzeyi 5.2V'tan küçük olursa, BS2'nin dahili voltaj regülatörünün çıkışındaki düzey 4.3V'un altına iner. Bu durum, BS2'nin üzerindeki bir dedektör tarafından izlenir. Voltaj yeniden normal düzeyine dönünce BASIC Stamp "reset" olur: yani fişten sökülüp-takılmış gibi çalışmaya başlar. Herşey en başa döner.

Robottaki tüm programların baş tarafına bir sinyal yerleştirerek "başla dönmeyi" sağlamak mümkündür. Sinyalin oluşması, iki olaydan birinin ortaya çıkmasına bağlıdır: Biri BASIC Stamp'ın fişe takılması, diğeri de

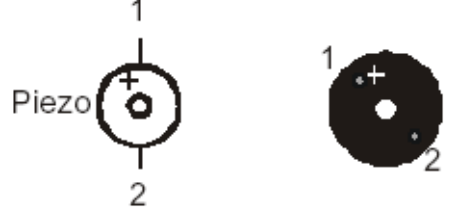
güçten kesilmedir. Şekilde, ilgili tonları üreten piezoelektrik hoperlörün üstten görünüşü ve şematik sembolü görülmektedir.

Parçalar

Bir (1) robot (montajlı, test edilmiş).

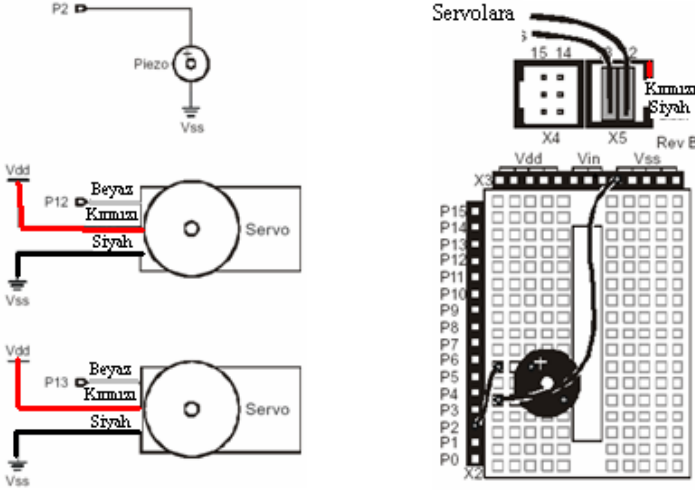
Bir (1) Piezo.

Muhtelif teller.



Şekil 16.26 **Piezo**

Aşağıdaki şekilde de piezo hoperlör ile birlikte servo şematığı ve kablolama diyagramı görülmektedir. Devreyi (B)'de görüldüğü gibi çiziniz. (Şematığe bakarak devre çizmekte zorlananlar "Yeni Başlayanlar için Mikrokontrolörler" adlı kitaba veya bu kitapta EK F: Breadboard kurma Prensiplerine bakabilirler. Sonraki uygulamalarda, servoları aşağıdaki görüldüğü gibi taktığınız var sayılmıştır.)



A) Şematik

(B) Kablolama

Şekil 16.27

Milisaniye ve mikrosaniye terimlerini önceki bölümden biliyoruz. Şimdi de hertz ve kilohertz diye dile getirdiğimiz büyüklükleri tanımlayacağız. Hertzin tanımı *saniyede bir kere* 'dir ve Hz olarak gösterilir. Kilohertz (kHz) ise hertzin bin katıdır,

Yani,

$$1\text{Hz} = \frac{1}{s} = s^{-1}$$

$$1\text{kHz} = \frac{1000}{s} = 1000 \times s^{-1}$$

"Pil Zayıf" Göstergesinin Programlanması

Programın başında hopperlörden çıkan ses, pilin zayıfladığına işaret eder. Böyle bir durumda program sonu gelmeyen bir döngüye girer. Bu döngüden çıkış "reset" ile mümkün olur. Tellerin bağlantısında hata yoksa ve program düzgün çalışıyorsa, her fişe takmadan sonra veya "reset" düğmesine her basılışında "pil zayıf" sesinin duyulması gerekir.

Pil haznesinin fişini Eğitim Kartındaki sokete takın.

Bilgisayarın seri kablosunu Eğitim Kartının DB9 konektörüne bağlayın.

Aşağıdaki programı Stamp Editör'de yazın ve "Run" ile çalıştırın.

Program çalışırken seri kablunun takılı durmasıyla debugging (hata arındırma) de yapılacaktır.

```
' Robotics! v1.5, Program 2.1, Pil göstergesi.
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
debug cls, "Düüt!!!" ' Hoperlör ses verirken ekranda görünür.
output 2
freqout 2, 2000, 3000 ' 2 s süreyle 3kHz sinyal yollar.
loop: ' Döngü etiketi
debug "Reset için bekliyor...", cr ' BS2 beklerken görüntülenir
goto loop: ' Döngü etiketine dönüş (sonsuz döngü).
```

Eğitim Kartındaki reset düğmesine basılıp bırakıldığında "Pil zayıf" göstergesinin çalıştığından emin olun.

Program ilk çalıştırıldığında hopperlörden 2s süreyle tiz bir ses duyulurken aynı anda debugging editöründe bir "Düüt!!!" mesajı görünecektir. Ses kesildikten sonra ekrana ""Reset için bekliyor..." mesajı gelecek ve program bu noktada beklemede kalacaktır. "Düüt!" yazısının görünmemesi halinde yapılması gereken şey, yine programa dönmek ve yukardaki kod satırlarının doğru yazılıp yazılmadığını kontrol etmektir.

Ses duyulmazsa -veya beklenen yazılar ekrana gelmezse- ilgili satırı kontrol edin.

PİL GÖSTERGESİ programının çalışması

2.1 programı "Düüt!!!" sesinin ekrana gelmesiyle başlar. Bunun hemen ardından 2 saniye süreyle 3kHz'lık bir ses duyulur. Bu ses freqout komutuyla elde edilmektedir. Aslında, sesin çıkması iki adımda gerçekleşir. İlk önce output 2 komutu ile P2 bacağı çıkış yapılmış, ardından freqout 2, 2000, 3000 komutu ile çıkış, süre ve frekans belirtilmiştir. (Yani bu

son komutla, çıkış yapılan P2 bacağına hoperlörün 2 saniye süreyle 3kHz'te titreşime girmesini sağlayacak darbeler yollanmıştır.) Sesin sona ermesinin ardından program akışı bir döngüye girer. Bu döngü Eğitim Kartının reset edilmesine kadar kadar sürerken, ekranda "Reset için bekliyor..." yazısı görüntülenir. Her resetle veya gücün kesilip yeniden verilmesiyle program yeniden başlar ve aynı olaylar tekrarlanır.

Bu programı -isterseniz, kendi yazdığınız- bir programın başına eklemeniz mümkündür. Dolayısıyla, Eğitim Kartlı Robot'a yönelik her program için bir başlangıç rutini olarak düşünülebilir.

Program 2.1'in **freqout** komut satırını Program 1.5'de 6.adımın en başına kopyalayın. Program 1.5'i çalıştırın. Az önce anlatılanların gerçekleştiğini göreceksiniz.

16.3.2 Mesafe Kontrolü

Şimdiye kadar Robot'u sürekli döngülerle kontrol ettik. Örneğin Program 1.5, Robot'un sadece ileri doğru gitmesine sebep oldu. Bu noktada robotun "ne kadar yol alacağı" sorusuna yanıt vermeye çalışacağız.

Mesafe Kontrolü'nün programı

Bitimsiz döngüler robota nerede duracağını söylemez. Robota ne kadar yol alacağını söylemek için döngünün sınırlanması gerekir. Böyle bir sınırlama, örneğin **for...next** döngüsü ile yapılabilir. Bu yapı ile döngünün içindeki komutların kaç kez yürütüleceği belirtilir.

for...next döngüsünde sözü edilen yürütme sayısını tutan bir değişken, bir sayaç değişkeni kullanılır. Döngünün her turunda bu sayaç değişir. PBASIC dilinde böyle bir sayacı kullanabilmek için önceden *deklare etmek* (belirtmek, duyurmak) gerekmektedir. Program 2.2 bu deklarasyonun bir örneğini göstermektedir. Sınırlı döngüler sayesinde Robot servolara gönderilen darbelerin sayısı ile kontrol edilen bir yolu kat eder.

Pil haznesini Kart'ın yakına takın.

PC'nin seri kablosunu Kartın DB9 konnektörüne bağlayın.

Stamp Editörü'nde Program 2.2'yi yazın.

Programı çalıştırın.

Ses duyulunca parmağınızla Reset'e basın ve basılı tutmaya devam edin.

Seri kabloyu Robot'tan çıkarın.

Robotu yürümesini istediğiniz yere koyun.

Parmağınızı Reset'ten kaldırın.

Robot'u izleyin.

(Aşağıdaki prosedür bundan sonraki bütün programların başında kullanılmalıdır)

```
' Robotics! v1.5, Program 2.2: Mesafe Kontrolu
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
'-----Deklarasyonlar-----
pulse_count var word ' Sayac degiskeninin deklarasi
'-----Baslangic-----
output 2 ' P2 çıkış yapıldı
freqout 2, 2000, 3000 ' Sinyal programı başlıyor.
low 12 ' P12 ve 13 output-low.
low 13
'-----Ana Döngü-----
main:
forward:
' İleri hareket rutini.
for pulse_count = 1 to 100 ' 100 İleri için.
pulsout 12, 500 ' Sağ servoya 1.0 ms darbe.
pulsout 13, 1000 ' Sol servoya 2.0 ms darbe.
pause 20 ' 20 ms bekleme.
next
stop ' Reset bekleniyor.
```

Kullanmayacağınız zaman pil haznesinin fişini karttan çekin.

Mesafe Kontrolü programının çalışması

Stamp Kılavuzuyla ilgili ek açıklama:

Kitaptaki programlar bölümler halinde düzenlenmiştir. En çok kullanılan beş bölümden üçü şunlardır: DEKLARASYONLAR, BAŞLANGIÇ ve ANA DÖNGÜ. Programların içinde

' -----Deklarasyonlar-----, '-----Başlangic----- açıklama satırlarıyla belirtilen bu bölümler programın okunmasını kolaylaştırır.

pulse_count isimli değişken bir word değerli olarak deklare edilmiştir. Dolayısıyla 0-65535 arasındaki sayıları içerebilir. PBASIC'te bir değişkenin değerini değiştirmek için çeşitli komutlara başvurabilirsiniz. Örneğin bir diğer komut grubu ile değişken değerlerinden bir "karar" oluşturmak amacıyla yararlanabilirsiniz. Öte yandan, değişkenleri sayıların yerine kullanmak da mümkündür. Bölüm bu gibi durumları ele almaktadır. Tablo 2.1 değişkenlerin deklarasyonun sırasında saklayabildikleri sayıların değişim aralıklarını göstermektedir. Bir değişkende saklanan sayının boyutu, içerdiği bit sayısına bağlıdır. Bir bit ile sadece bir adet ikili bellek

yerleşimi anlatılır. Bu bellek yerleşiminde ya "1" ya da "0" yer alabilir. Artan bit adedine bağlı olarak daha büyük ikili sayılara erişilir.

Tablo 16.1 Değişken Boyutlarının deklarasyonu

Boyut deklarasyonu	Bit sayısı	Değer aralığı (en küçük-en büyük değerler)
bit	1	0 to 1
nib	4	0 to 15
byte	8	0 to 255
word	16	0 to 65535 (or -32768 to +32767)

Başlangıç rutinindeki dört komut aşına olduğunuz komutlardır. İlk ikisi olan `output` ve `freqout` bprogramın başlangıcını sinyallemede kullanılmıştır. Yine burada yer alan `low` komutu, servoların kontrolü için kullanılan I/O kanallarının başlangıç çıkış değerlerini set etmekte kullanılır.

DİKKAT !! Robot manevra yaparken "ses" çıkartacak olursa, bu durum pilin zayıfladığına işarettir (!)

Programın ana döngüsü `for...next` çevrimidir. Bu çevrim daha önceki örneklerde ve `goto` ile kurulan sonsuz çevriminin yerini tutar. Ana döngü bir `stop` ile biter. Çevrimin içinde bulunan komutlar robotun servolarına gönderilen darbeleri yönetir. Buradaki `pulsout` komutunun `pulsout` argümanı, robotun ileri doğru hareketini belirler.

Çevrimin birinci turu, `pulse_count` değişkeninin değerini 1'e eşitler. Bunu iki `pulsout` komutu ile bir `pause` komutunun icrası takip eder. Program akışı `next`'e geldiği zaman yine çevrimin başına, yani `for`'a dönlür. Bu kez `pulse_out` değişkeninin değeri 1 artarak "2" olur ve bu değer "100"ü aşmışa bakılır. Değer 100'ü aşmadıysa programın çevrim içindeki akışı devam eder. Servolara darbe gönderen ve 20 sn bekleten üç komut artarda yürütülür ve yine `next`'e ulaşılır.

Böylece `pulse_out`'un değeri 101 olana kadar devam eden çevrim, değer 101 olmasıyla birlikte programın akışı `next`'ten sonraki ifadeye -bizim programımızda `stop`'a- geçer ve "stop" eder. BASIC Stamp'ın buradan tek çıkışı yeniden başlamasıyla, yani reset edilmesiyle, yahut aynı anlama gelmek üzere, Eğitim Kartı üzerindeki Rst butonuna basılmasıyla gerçekleştirilir.

Şimdi Program 2.2'nin ana döngüsünü aşağıdaki gibi değiştirelim.

```
'-----Ana döngü-----
main: ' ana döngü.
forward: ' İleri hareket rutini
for pulse_count = 1 to 75 ' 75 adet ileri darbesi
pulsout 12, 500 ' sağ servosuna 1.0 ms'lik darbe
```

```

pulsout 13, 1000 ' sol servosuna 2.0 ms'lik darbe
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
pause 500 ' 0.5 s bekleme
backward: 'geri hareket rutini
for pulse_count = 1 to 75 ' 75 adet geri darbesi
pulsout 12, 1000 ' sağ servosuna 2.0 ms darbe
pulsout 13, 500 ' sol servosuna 1.0 ms darbe
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
pause 500 ' 0.5 s bekleme
stop ' Reset'e kadar dur

```

Yukardaki programı çalıştırınca robot önce ileri, sonra geri gidecek, sonra da duracaktır.

Programın bu aşamadaki başlıca amaçlarından biri, robotu gereken bir mesafede ileri veya geri hareket ettirmek ya da bir dönüş yaptırmaktır. Peki, robotun şu ya da bu şekildeki hareketinin, ya da yolculuğunun, yani katetmesi gereken mesafenin hesabı nasıl yapılır?

Bir çemberin *çevresi*, çemberin *çapı* ile pi (π) sayısının çarpımına eşittir:

$$\text{çevre} = \text{çap} \times \pi$$

$$\text{çevre} = 6.67\text{cm} \times 3.14159 \cong 21\text{cm}$$

Dolayısıyla, tekerleğinin bir tur dönmesi sonucunda, robot 21 cm yol alacaktır.

O halde, robotun *belli* bir mesafeyi katetmesi için, robotun o mesafeyi katetmesini sağlayacak süreye eşit sayıda darbe yollamamız gerekir. Bunun sırrı ise robotun tekerleklerinin dönüş hızını ölçebilmemizde yatmaktadır. Hızın büyüklüğünü biliyorsak, bunu zaman ile çarparak mesafeyi bulabiliriz. Örneğin, **pulsout** ile her 20 sn'de 1000 darbe yolluyorsak, servonun dakikada 37.5 tur atacağını (37.5 RPM-devir/dakika, veya 0.625 devir/saniye) bulabiliriz. Bu durumda hız:

$$21 \text{ cm/devir} \times 0.625 \text{ devir/sn} = 13.125 \text{ cm/sn}$$

Robotun 50cm yol alması için geçecek zaman:

$$t_{\text{mesafe}} = 50 \text{ cm} \div 13.125 \text{ cm/sn} \approx (\text{yaklaşık}) 3.81 \text{ sn}$$

Darbe ve bekleme süreleri bilindiğine göre, tek bir çevrimin süresi:

$$t_{\text{dönüş}} = 1.0 \text{ ms} + 2.0 \text{ ms} + 20 \text{ ms} = 23 \text{ ms}$$

Çevrimlerin sayısını hesaplamak için t_{mesafe} 'yi $t_{\text{dönüş}}$ 'e bölmek gerekir:

$$\text{çev.say.} = 3.81 \text{ sn} \div 23 \text{ ms/dönüş} = 3.81 \text{ s} \div 0.023 \text{ sn/dönüş} \approx 166 \text{ dönüş}$$

Program 2.2'yi 166 ileri dönüş (veya 50cm mesafe) için yeniden yazıp çalıştıralım.

Soru: Robot ne kadar mesafe katetti? Sonucu etkileyen faktörler çeşitlidir. Bunlar arasında servolar arasındaki farklarla pillerin voltajı da yer alır.

Bununla birlikte 166 dönüş, *for...next* çevriminin büyük (son) değerinin ayarı için iyi bir başlangıç verir.

16.3.4 Manevralar - Robotu döndürmek

Belli bir değeri servolardan birinin merkezi darbe genişliğine ekleyip diğer servonun merkezi darbe genişliğinden çıkartırsanız, robot ileri-geri hattı üzerinde düz bir çizgide seyahat eder. Ama örneğin sağ servosu periyodu 500 (1ms) olan bir *pulsout* alırken, sol servosu 1000 (2ms) alıyorsa, robot bu kez ileri gider. Bunun tam tersi yapılırsa, haliyle, robot geri gider. Eğer servoların ikisine de 1ms'lik darbe verilirse, her ikisi de aynı yönde döner ve robot saat yönünün tersine hareket eder. Her ek darbe silsilesi için robotun aynı yöndeki hareketi devam eder. 35 civarındaki darbeye robotun saat yönüne ters olarak 90 derece dönmesi sağlanacaktır. Aynı uygulamayı 2.0ms'lik darbelerle yapmak robotu saat yönünde 90 derece döndürür.

Sola ve sağa dönüş programı

Program 2.3 robotun yerinde dönmesini sağlayacaktır:

```
' Robotik! v1.5, Program 2.3: Yerinde dönüş
' {$Stamp bs2} ' Stamp direktifi.
'-----Deklarasyonlar-----
pulse_count var word ' word boylu sayaç deklarasyonu
'-----Başlatma-----
output 2 ' P2 çıkış yapıldı
freqout 2, 2000, 3000 ' 2sn süreyle 3 kHz signal yollar
low 12 ' P12 ve 13 düşük-çıkış
low 13
'-----Ana döngü-----
main: ' etiket
left_turn: ' sola dönüş
for pulse_count = 1 to 35 ' 35 sola dönüş darbesi
pulsout 12, 500 ' sağ servosuna 1.0 ms darbe
pulsout 13, 500 ' sol servosuna 1.0 ms darbe
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
pause 500 ' 0.5 s bekleme
right_turn: ' sağa dönüş
for pulse_count = 1 to 35 ' 35 sağa dönüş darbesi
pulsout 12, 1000 ' sağ servosuna 2.0 ms darbe
pulsout 13, 1000 ' sol servosuna 2.0 ms darbe
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
pause 500 ' 0.5 ms bekleme
stop
```

Olduğu yerde dönüş programının çalışması

Program 2.3 için önceki programda üç değişiklik yaptık:

Bunlardan ilki **forward**: (ileri hareket) ve **backward**: (geri hareket) etiketlerinin **left_turn**: (sola dönüş) ve **right_turn**: (sağa dönüş) etiketleriyle değiştirilmesidir. İkinci değişiklik, sürelerin 500 yapılması; üçüncüsü ise sürelerin 1000 yapılmasıdır.

Artık program 2.2'yi 2.3'e ekleyerek robotun *önce* ileri/geri gitmesine, *sonra* sola/sağa dönmesine olanak verecek değişiklikleri yapalım. Bunun için yeni rutinlerimizi sola dönüş rutininin bir adım öncesine yerleştirmemiz gerekir.

Dönüş rutinlerindeki 35 yerine, sırasıyla 30, 31, 32...39, 40 değerlerini deneyerek tam 90 derece dönüşü elde etmeye çalışalım (sol ve sağ için *aynı* değerler olması gerekmeyeceğini unutmayın).

16.3.5 Manevralar - Yumuşak geçiş

Yumuşak geçiş, tabirden de anlaşılabilir gibi, hızlarını tedricen artırarak servoların ters yöne keskin hareketler yapmalarının önüne geçerken, aynı zamanda pillerin ve servoların ömürlerinin kısılmasına engel olur.

Yumuşak geçiş programı

Yumuşak geçişin püf noktası, servolarda darbe sürelerini belirtmek üzere sabit değerler yerine değişkenleri kullanmaktır. Bir **for...next** döngüsünün içindeki ifadeler, döngü sayaç değişkeninin her adımında yeniden işletilirler. İşte sayaç değişkenindeki bu adım adım artış, darbe genişliklerinin tedricen artmasını sağlar.

Program 2.4, robotun tedrici yavaşlamasını örneklemek üzere iler/geri rutini içerisinde geliştirilmiştir.

```
' Robotik! v1.5, Program 2.4: Start ve Stop için yumuşak geçiş
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
'-----Deklarasyonlar-----
pulse_count var word ' For...next döngüsünün sayaç değişkeni
right_width var word ' sağ taraf için darbe genişliği değişkeni
left_width var word ' sol taraf için darbe genişliği değişkeni
'-----Başlangıç-----
output 2 ' P2 çıkış olarak belirlendi
freqout 2, 2000, 3000 ' Sinyal programı başlatılıyor
low 12 ' P12 ve 13 düşük çıkış yapılıyor
low 13
'-----Ana döngü-----
main: ' Ana döngü etiketi
```

```

ramp_up_forward: ' İleri harekette yumuşak geçiş (hızlanma) rutini
for pulse_count = 0 to 250 step 2 'döngü her turda 2 birim artacak
pulsout 12, 750 - pulse_count 'yollanan darbe = 1.5 ms – pulse_count
pulsout 13, 750 + pulse_count 'yollanan darbe = 1.5 ms + pulse_count
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
forward: 'İleri hareket rutini
for pulse_count = 1 to 100 ' ileri doğru 100 darbe sayılıyor
pulsout 12, 500 ' sağ servosuna 1.0 ms darbe
pulsout 13, 1000 ' sol servosuna 2.0 ms darbe
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
ramp_down_forward: ' İleri harekette yumuşak geçiş (yavaşlama)
for pulse_count = 250 to 0 step 2 'sayaç değişkeni 2 birim azalacak

pulsout 12, 750 - pulse_count 'yollanan darbe = 1.5 ms – pulse_count
pulsout 13, 750 + pulse_count 'yollanan darbe = 1.5 ms + pulse_count
pause 20 ' 20 ms bekleme
next
stop

```

Yumuşak geçiş programının çalışması

`ramp_up_forward` (hızlanarak ileri) içindeki darbeler `for...next` döngüsü içindedir. Buradaki `step 2` ifadesi `pulse_count` sayaç değişkeninin her turda 2 birim artıp eksilerek yeni bir değere ulaşacağını ve darbe çıkışının da bu yeni değer kadar değişeceğini göstermektedir.

```

ramp_up_forward:
for pulse_count = 0 to 250 step 2
pulsout 12, 750 - pulse_count
pulsout 13, 750 + pulse_count
pause 20
next

```

Döngü sayacının ilk değeri 0'dır. Sonra her turda sırasıyla 2, 4, ..., 248 , 250 değerleri gelir. Buna bağlı olarak darbe çıkışı da sırasıyla (no 12) 750, 748, ..., 502, 500 değerlerini alır (no 13 ise 750, 752, ..., 998, 1000 olur). Böylece servoların istenilen periyoda ulaşmasını sağlamak üzere darbe süreleri "azar azar" değiştirilmiş olur. Örneğin `750 - pulse_count` değerini (yani, sağ servosuna darbe çıkışını) incelersek, 750 ile 500 arasında değiştiğini görürüz. Sol servosuna darbe çıkışı ise `750 + pulse_count` ifadesi gereğince 750 ile 1000 arasında değişir. Ancak her iki durumdaki değişimler de daima doğrultularını korurken bir öncekinden 2 birim farklılık gösterirler ve `for...next` çevrimi sona erdiğinde servolar tam hızlarına

ulaşmış olurlar. Buradan akışına devam eden program, servoların nihai değerinde çalışmasını yöneten rutine geçer.

PBASIC, *for...next* çevriminin mutlaka artış yönünde işlemlerini gerektirmez. Çevrim azalma şeklinde de işleyebilir. Yani, döngü sayacının İLK (*start*) değeri büyük, SON (*stop*) değeri küçük olabilir. Örneğin *for i = 12 to 0 step 3* gibi (i değişkeni için sırasıyla 12, 9, 6, 3, 0 gerçekleşir).

Şimdi de *backward*, *right_turn*, *left_turn* rutinlerine yakından bakmaya çalışalım. Robotun *tam* 90 derece ve 180 derece dönmesini sağlamak için ince ayar gerekir. Bunun için yapılacak işlerin başında çevrimlerin ilk ve son değerlerine karar vermek gelir. Örneğin 90 derece dönüş için tam hıza (darbe genişliğine) ulaşmaksızın da hareketlenmek mümkündür.

16.3.6 EEPROM kullanımında unutulmaması gerekenler

PBASIC programlar, BASIC Stamp'da *elektriksel olarak silinebilen ve programlanabilen salt-okunur bellek* (EEPROM) içinde saklanır.

EEPROM fiziksel olarak küçük bir yongadır. Bu yonga BS2 modülünde 24LC16B etiketiyle yer alır. Microchip'in ürettiği bu yonga 2048 byte bilgi saklayabilir. Program bilgileri 2048 byte (2 KB)'lık kapasitenin 2047 nolu yerleşiminden başlayıp 0'a doğru yerleşir. Son program bilgisi yerleşiminden 0 nolu yerleşime kadarki kısım ise verilere ayrılır. Yani program satırları 2047'den başlayarak 0'a doğru, programda kullanılan veriler 0'dan başlayarak 2047'ye doğru yerleşir.

DİKKAT !! *Veri ve program bölgeleri çakışırsa PBASIC programının akışı saçmalayabilir.*

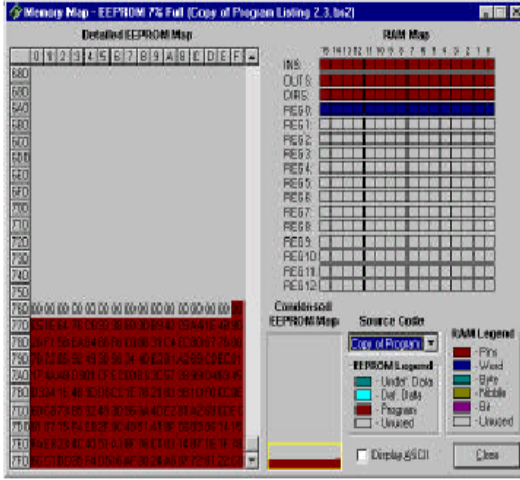
EEPROM bellekler çeşitli yönlerden RAM olarak anılan belleklerden farklıdır:

- Bir değeri EEPROM'a saklamak milisaniye düzeylerinde uzun zaman ister;
- EEPROM'da yazım çevrimleri sınırlıdır. RAM'da sınırsız okuma/yazma yapılabilir;
- EEPROM'un asal görevi programı saklamaktır, kapasitenin ancak kalan kısmı veri saklamak da kullanılabilir.

BS'nin EEPROM içeriğini ilgili bellek haritasından izlemek mümkündür. Şekil 2.3'de Program 2.3'ün bellek haritası gösterilmiştir. Şeklin alt bölümündeki gölgeli alan EEPROM'daki programın bir parçasını sergiler. Yazarken upuzun bir kod dizisi olarak görünen program, sadece 128 bayt işgal etmiştir.

Dolayısıyla, örneğin karakterleri yerleştirmek için, her karakter 1 bayt işgal ettiğine göre, daha $2048 - 128 = 1920$ adet yerimiz var demektir.

Her karakter bir yönergeyi ifade edebilir!.



Şekil 16.28 BASIC Stamp'ın bellek haritası

Veri yönergeleri PBASIC programın deklarasyonlar kısmında yer alır. Program 2.5 bu konuda güzel bir örnektir ve robotun hareket yönergelerini içerir.

```
' Robotik! v1.5, Program 2.5: EEPROM
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
'----- Deklarasyonlar -----
pulse_count var word
EE_address var byte ' EEPROM adres değişkeni
instruction var byte ' EEPROM'dan alınan yönergeleri içeren değişken
data "FFFBBLFFRFFQ" ' Robot için seyrüsefer yönergeleri listesi
'----- Başlangıç -----
output 2 ' piezoelectric hoperlör hattı çıkış yapıldı
freqout 2, 2000, 3000 ' program başı/zayıf pil sesi gönderir
low 12 ' P12 çıkış.
low 13 ' P13 çıkış
'----- Ana döngü -----
read EE_address, instruction ' EE_address'i oku instruction'a koy
EE_address = EE_address + 1 ' EE_address'i 1 artır
if instruction = "F" then forward ' F için forward (ileri)
if instruction = "B" then backward ' B için backward (geri)
if instruction = "R" then right_turn ' R için right_turn (sağa dön)
if instruction = "L" then left_turn ' L için left_turn (sola dön)
stop
'----- Seyrüsefer Rutinleri -----
forward: ' İleri rutini
for pulse_count = 1 to 75 ' ileri hareket için sayaç (75 adet darbe)
pulsout 12, 500 ' 1.0 ms'lik darbe (sağ servosuna)
pulsout 13, 1000 ' 2.0 ms'lik darbe (sol servosuna)
pause 20 ' 20 ms bekleme
```

```
next
goto main 'ana döngünün başına git
backward: ' geri rutini
for pulse_count = 1 to 75
pulsout 12, 1000 ' 2.0 ms'lik darbe (sağ servosuna)
pulsout 13, 500 ' 1.0 ms'lik darbe (sol servosuna)
pause 20
next
goto main
left_turn: ' sola dön rutini
for pulse_count = 1 to 35 'sola dönüş hareketi için sayaç (35 darbe)
pulsout 12, 500 ' 1.0 ms'lik darbe (sağ servosuna)
pulsout 13, 500 ' 1.0 ms'lik darbe (sol servosuna)
pause 20
next
goto main
right_turn: 'sola dön rutini
for pulse_count = 1 to 35
pulsout 12, 1000 ' 2.0 ms'lik darbe (sağ servosuna)
pulsout 13, 1000 ' 2.0 ms'lik darbe (sağ servosuna)
pause 20
next
goto main
```

EEPROM Programı nasıl çalışıyor

Devam etmeden önce *if...then* yapısını inceleyin (PBASIC Kılavuzuna başvurabilirsiniz. Bkz.: Parallax web sitesi)

Son programda iki yeni değişken dikkati çekiyor. Her ikisi de bayt boyutlu olan değişkenler 0 ile 255 arasında değerleri içerebilirler. Şimdi sırasıyla daha yakından bakalım. Bunlardan ilki, `EE_address`, EEPROM'dan okunacak yönergeyi içeren EEPROM adresini tutar. İkincisi ise, `instruction`, okunacak yönergeyi tutan değişkendir.

```
declarations:
pulse_count var word
EE_address var byte
instruction var byte
```

Bu iki değişkenin bildirimini, EEPROM'da karakter katarı şeklinde saklanacak veriyi içerir. Bu verinin EEPROM'daki sayısal görünümüne (bellek haritasındaki yerine) ilerleyen satırlarda yer verilecektir. Karakter katarı PBASIC'te şöyle verilir:

```
data "FFFBBLFFRFFQ" 'Robotun seyrüsefer yönergeleri listesi
```

Son kod satırlarının başlangıç rutini program 2.3 ile aynıdır. Ancak, ana döngüleri farklıdır. Ana döngüde *önce* EEPROM'un 0 nolu adresi okunur ve içeriği yönerge değişkeni olan `instruction`'a konulur. *Ardından* `EE_address` 1 artırılır. Böylece çevrimin izleyen turunda bakılacak adres olan 1 belirtilmiş olur. *Daha sonra*, EEPROM'dan alınan karakter üzerinden yapılacak işlere karar vermek üzere bir dizi `if...then` yapısı kullanılmaktadır. Dikkat edilirse karakter 5 ayrı karakterden -F, B, R, L ve Q'dan- ibaret 12 adet harften oluşur ve robotun *ileri*, *geri*, *sağa dön* ve *sola dön* eylemlerini yöneten rutinleri işaret etmek üzere kullanılırlar. Nitekim programın izleyen satırlarındaki `if...then` yapıları bu yönetim için gereken dallanmayı sağlar.

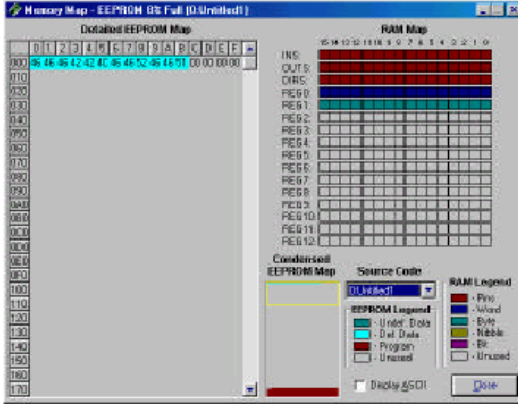
```
main:
read EE_address, instruction
EE_address = EE_address + 1
if instruction = "F" then forward      'ileri
if instruction = "B" then backward     'geri
if instruction = "R" then right_turn   'sola dön
if instruction = "L" then left_turn    'sola dön
stop
```

Akışın `right_turn` rutinine yönelerek devam eden program burada 35 darbe gönderdikten sonra ana döngüye yönlenir.

```
right_turn:
for pulse_count = 1 to 35
pulsout 12, 1000
pulsout 13, 1000
pause 20
next
goto main
```

Ana döngünün sıradaki adımı yine bir `if...then` yapısıdır... EEPROM'dan karakter katarının sonuncu terimi olan Q'nun okunmasıyla seyrüsefer durumu sona ermiş olur ve program durur (`stop`).

Program 2.5 Stamp Editör'de aktif durumdayken, sırasıyla Run'a ve Memory Map'a tıklayın. Şekil 2.4'de Detailed EEPROM Map'ın baş kısmında verilen yönergelerin bir kısmını göreceksiniz. Ekranda görünenler, `data` komutunda belirttiğimiz harflerin hex formulu ASCII karşılıklarıdır. Burada Memory Map penceresinin sağ altındaki Display ASCII kutusunu tıklayıp bir $\sqrt{}$ atın.



Şekil 16.29 Data komutundaki karakterleri Detailed Memory Map'da görebilirsiniz

Yönergeler Şekil 16.29'da daha tanıdık bir formda, yani hex ASCII kodlar olarak değil, fakat programda yazıldığı gibi görünürler. Bu kez programın boyu karakter adediyle ölçülür ve 256'yı aşamaz. `EE_address` değişkenini `word` boyutlu olarak yeniden tanımlayıp daha fazla adres belirtmek mümkündür. Ne var ki, burada hatırlanması gereken nokta, program için tahsis edilecek alanın büyümesinin, veri için tahsis edilecek alanın küçülmesi pahasına olacağıdır.



Şekil 16.30 Detailed Map'a yakından bakış

Yukarıdaki programda kullandığımız karakter katarını farklı bir bileşimde yeniden yazabileceğimiz gibi, yeni bir `data` satırıyla başka bir karakter katarı daha yazabiliriz. **Ancak**, her yeni `data` komutunda, karakter katarının son harfinin Q olması gerekir. Yenisinin sonuna Q yazılmazsa, program sadece doğru bir şekilde yazılan `data` komutlarını işler.

16.3.7 Alt-rutinlerle seyrüsefer

Önceki kısımda ki rutinlerin hepsi programın akışını `main:` isimli ana döngüye gönderen `goto` komutu ile bitiyordu. Oysa alternatif bir algoritma da kurmak mümkündür. Nitekim kitapta yer alan programların bir çoğunda kullanılmıştır. Bu yeni algoritmaya biraz daha yakından bakalım.

Altrutinlerle programlama

Altrutinler program içinde aynı işi yapan kısımlardır. Böyle bir program parçasını işe koşturmak için "çağrı" (call) yapılır. Çağrı, ana döngü içinde ilgili altrutini işe koşturmakta kullanılan komutların genel adıdır. PBASIC'deki `gosub` komutu bu işi görür. `goto` komutuna çok benzeyen bir yapısı vardır. `goto`, programın akışını belli bir etikete yollamakta kullanılır. `gosub` da aynı şeyi yapar. Ancak, bu şekilde ulaşılan bir altrutinden çıkış `returns` komutuyla gerçekleşmek durumundadır. Yani bu yapının son komutu, altrutinin son satırında yer alan `return` komutudur.

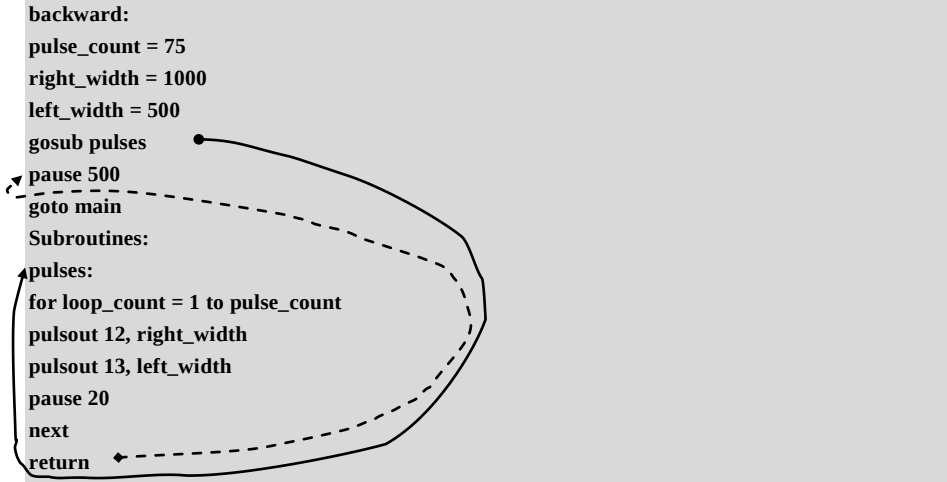
Program 2.6'da robotun hareketlerini düzenlemek amacıyla farklı bir tekniğe başvurulmuştur: gönderilen darbelerin sayısı ve servo darbe genişlikleri değişken değerleri olarak belirlenir. Daha sonra, bir altrutinde işlenirler. Altrutinin görevi gelen değerleri servo darbesi olarak yollamaktır.

```
' Robotik! v1.5, Program 2.6: Altrutinle seyrüsefer
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
'----- Deklarasyonlar -----
loop_count var word ' Sayaç
right_width var word ' sağa-darbe genişliği
left_width var word ' sola-darbe genişliği
pulse_count var byte ' gönderilen darbe sayısı
'----- Initialization -----
output 2 ' P2 çıkış
freqout 2, 2000, 3000 ' açılış sinyali
low 12 ' P12 düşük çıkış
low 13 ' P13 düşük çıkış
'----- Ana döngü -----
main:
forward: ' ileri hareket
pulse_count = 75
right_width = 500 ' sağa-darbe genişliği 1.0 ms yapıldı
left_width = 1000 ' sola-darbe genişliği 2.0 ms yapıldı
gosub pulses ' darbe altrutini çağırısı
pause 500 ' 0.5 s bekleme
backward: ' geri hareket
pulse_count = 75
right_width = 1000 ' sağa-darbe genişliği 2.0 ms yapıldı
left_width = 500 ' sola-darbe genişliği 1.0 ms yapıldı.
gosub pulses ' darbe altrutini çağırısı
pause 500
goto main ' ana döngüye dönüş (sonsuz döngü).
'----- Altrutinler -----
pulses: ' darbe altrutini
for loop_count = 1 to pulse_count ' darbe sayısını yapıyor.
pulsout 12, right_width ' sağa-darbe genişliği
```

```
pulsout 13, left_width ' sola-darbe genişliği  
pause 20 ' 20 ms bekleme  
next  
return ' altrutin çıkışı
```

Altrutin kodunun çalışması

Şekilde **backward:** (geri hareket) rutininden yapılan darbe altrutini çağırısı resmedilmektedir. Çağrı, program akışını **pulses:** etiketine sevk eder (kesiksiz çizgi). Etiket altındaki satırlar sırayla işlem görürler. Program akışı **return** komutunu işledikten sonra **gosub** satırının altındaki satırdan devam eder (kesikli çizgi). Anlatılan süreç **forward:** rutini için de aynıdır:



Şekil 16.31 Altrutinli programın akış çizelgesi

16.3.8 Programın bütünü

Bölümde robotun hareketlerinin düzenlenmesi ve yönetimi (seyrüsefer) için çeşitli teknikler ele alınmıştır. Bunlar şöylece listeleyebiliriz:

- mesafeyi ve dönüşü kontrolde kullanılan seyrüsefer rutinleri;
- hızın yumuşak geçişle düzenlenmesi;
- robotun hareketlerinin ardışık olarak gerçekleştirilmesi;
- hareketlerin altrutinlerle denetimi;
- altrutinlerde kullanılan değerler için değişken kullanımı.

O halde, bunların tümünü biraraya getirebiliriz. Böylece çok daha bütünlüklü bir hareket programına ulaşacağız.

16.3 Genel Program

Aşağıdaki programda yer alan **data** yönergesi, robotun her manevra biçimi için EEPROM'a iki ayrı şeyi kaydeder: bunlardan biri *yön*, diğeri de *darbe sayısı*. Her iki büyüklük de değişkenlerde saklanır. Yumuşak-geçişli hız değişimi ise, manevranın türü ne olursa olsun, darbe gönderimi altrutininde otomatik olarak gerçekleşir.

```
' Robotik! v1.5, Program 2.7: Genel Program
' {$Stamp bs2} ' Stamp Directive.
'----- Deklarasyonlar -----
pulse_count var byte 'darbe-say: darbe sayısı değişkeni
loop_count var byte 'döngü-say: for..next döngüsü sayaç değişkeni
right_width var word 'sağ-genislik: darbe genişliği değişkeni
left_width var word 'sol-genislik
old_right var word 'eski-sağ: önceki sağa-darbe değeri değişkeni
old_left var word 'eski-sol
right_gap var word 'sağ-fark: genişliğin Hedef ile fiili değer farkı
left_gap var word 'sola-fark
EE_address var byte ' EEPROM adres değişimini tutan değişken
instruction var byte 'yönerge: EEPROM'dan okunan yönerge
direction var byte 'yönelim: veri tablosundan okunacak dallanma
data "F", 125, "B", 125, "R", 75, "L", 100, "F", 150, "Q"
'----- Başlangıç -----
right_width = 750 ' değişkenlerin ilk değerleri belirleniyor
left_width = 750
old_right = 750
old_left = 750
pulse_count = 0
output 2 ' P2 çıkış
freqout 2, 2000, 3000 ' açılış sinyali
low 12 ' 12 ve 13 çıkışları düşük
low 13
'----- Ana döngü -----
main: 'ana döngü
gosub pulses 'darbe altrutini çağrıldı
read EE_address, instruction ' EEPROM'daki ilk yönerge okundu
read EE_address + 1, pulse_count ' EEPROM'daki ikinci yönerge okundu
EE_address = EE_address + 2 ' EEPROM adresi bir artırıldı
' lookdown (bak) yönergesi branch (dallan) yönergesi ile birlikte
' kullanılır ve darbe genişliğini belirlemek üzere programın akışını
' ilgili rutine göndermeyi sağlar.
' Değişken değerleri belirlendikten sonra akış ana döngüye geçer.
' Ana döngünün ilk komutu pulses (darbeler) altrutininini çalıştırır.
lookdown instruction, = ["B", "L", "R", "F", "Q"], direction
branch direction, [backward, left_turn, right_turn, forward, quit]
```

```
backward: right_width = 1000: left_width = 500: goto main
left_turn: right_width = 500: left_width = 500: goto main
right_turn: right_width = 1000: left_width = 1000: goto main
forward: right_width = 500: left_width = 1000: goto main
quit: stop
'----- altrutinler -----
' darbe genişlikleriyle ilgili hedef ve fiili değerler arasındaki
' açığı gösteren right_gap ve left_gap değişkenlerinin değerleri
' old_right ve old_left isimli eski değerlerle kıyaslanır.
' Ayrıntılı açıklama için Genel Program Nasıl Çalışır bölümüne bakın
pulses:
right_gap = right_width - old_right
left_gap = left_width - old_left
for loop_count = 1 to pulse_count
right_gap = right_gap - 5 + (10*right_gap.bit15)
left_gap = left_gap - 5 + (10*left_gap.bit15)
pulsout 12, right_width - right_gap
pulsout 13, left_width - left_gap
pause 20
next
old_right = right_width - right_gap
old_left = left_width - left_gap
return
```

16.4.1. Genel Program Nasıl Çalışır?

Word boyutlu altı adet yeni değişken deklare edilmiştir: `old_left`, `old_right`, `right_gap`, `left_gap`, `instruction` ve `direction`. Açıklamaları ve işlevleri programın deklarasyonlar bölümünde belirtilmiştir.

Sağa ve sola fark değerleri, darbe sonucunda küçük bir değişim gösterirler. Fark büyüdükçe darbe genişliği önceki değerine; küçüldükçe yeni değerine yaklaşır.

`data` yönergesinde yer alan verilerden ilki -harf olan terim- yön, ikincisi -sayı olan terim- darbe adedi olarak işlenir: örneğin "F, 125" ileri 125 olarak değerlendirilir.

Değişkenlerin ilk değeri 750'dir ve merkezi durumu gösterir. Darbelerin ilk değerleri 0 olduğu için, servolar başlangıçta merkezi konumlarındadır.

`read` komutunun işe koşulmasıyla birlikte `EE_address` değişkeni ilk önce 1 ile başladığı ve daha sonra 2 artarak büyüyeceğinden, `data` satırında verilen değerlerin okunması da buna uygun olarak gerçekleşir. Yani öncelikle harfin okunması sağlanmış olur. Takip eden `if...then` yapısıyla da okunan her veri için uygun hareket rutinine dallanma gerçekleşir ve program böylece akışına devam eder.

`pulses` altrutininde ilk yapılan iş servoya gönderilen yeni ve eski değerin farkını belirlemektir. Bunu, darbe genişliğinden farkın düşülerek farkın hesaplanması izler. Daha sonra, darbe sayımı yapılırken farkın düzenlenmesinin ardından `pulsout` komutu devreye girer.

Farkın düzenlenmesi şöyle yapılır:

```
right_gap = right_gap - 5 + (10*right_gap.bit15)
```

Fark *artı* bir değerse `10*right_gap.bit15` *sıfır*; eğer *eksi* bir değerse aynı ifade bu kez *bir* olur ve ya `5 + 0` ya da `5 + 10` elde edilir. Döngüden çıkılınca eski değerler tespit edilerek altrutinden çıkılır (son şekle bakınız).

Artık `data` satırını kendi denemeleriniz için değiştirebilirsiniz.

16.4.2 Günlük yaşama ilişkin uygulama örnekleri

Pil zayıfladığında piezoelektrik hoperlöre darbe dizisi gönderilmektedir. Mikrodalga fırınlar, yazarkasalar vb, bu uygulamalarda kullanılan cihazlar arasındadır. Voltaj, basınç, ısı vb faktörlere yönelik düzey tespit sensörlerinin sınai kullanımı oldukça yaygındır. Bunlara ilişkin değişimlerin belirlenmesinde mikrodenetleyicilere çokça başvurulur. Bu sayede ortamın istenilen düzeyde olup olmadığına ilişkin bilgi uygun sinyale çevrilerek bu hoperlörlere gönderilebilir. Nitekim, robotumuzun açılış sinyali böyle bir durumu örneklemektedir.

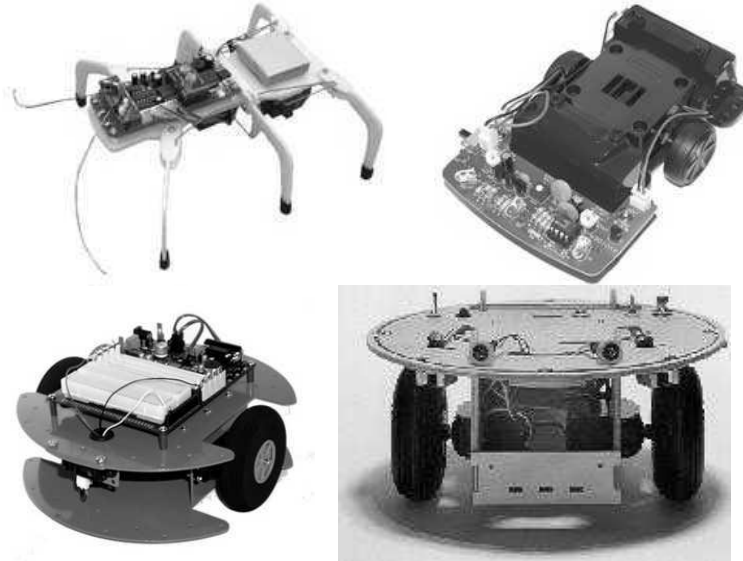
Yazıcı kafaları, disk sürgüleri vd bazı elemanlarda step motorlar kullanılır. Yine, servolar, otomobillerin motor ve egzost sistemlerindeki hareketli parçalara kumanda etmekte kullanılmaktadır.

17 PIC'lerle Kontrol Edilen Robotlar

Bu bölümde ise Prof. Doğan İbrahim tarafından kaleme alınan *PIC Robot Projelerinden* yararlanacağız. Robot derken, Parallax'ın Basic Stamp'i ile geliştirilen tekerlekli robot kitinden (Boe-Bot) söz edilmektedir. Tekerlekli robotlar çok değişik şekillerde ve özelliklerde olabilirler. Örneğin, araba gibi 3 veya 4 tekerlekli robotlar, bisiklet gibi 2 tekerlekli robotlar vs. Robotun özellikleri arttıkça fiyatı da yükselmektedir. Bu kitapta 3 tekerlekli robot kullanılmıştır. İki ön tekerleği sayesinde hareket eden ve bu tekerlekleri servo motorlara bağlı olan bu robotun arka tekerleği dengeyi sağlamak için kullanılmış ve herhangi bir motora bağlı değildir.

Yukarda da sözünü ettiğimiz gibi bu bölümde de kullanılmış olan robot *Parallax Inc.* firmasının (www.parallax.com ve www.stampinclass.com) üretmiş olduğu ve *Boe-Bot* diye adlandırılan robottur. Bu robot normal olarak *Basic Stamp* mikrokontrolörler ile çalışmak için yapılmıştır. Fakat burada *Basic Stamp* yerine PIC16F84 mikrokontrolör kullanılmış ve robotun kontrol devresi tamamıyla değiştirilmiştir. Sadece robot şasisi ve servolar olduğu gibi bırakılmıştır.

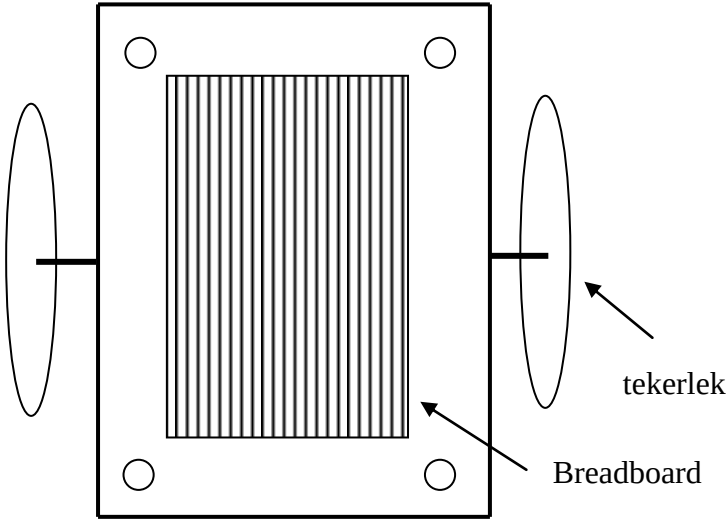
Şekil 17.1 de bazı robot resimleri gösterilmiştir.



Şekil 17.1 Bazı robot resimleri

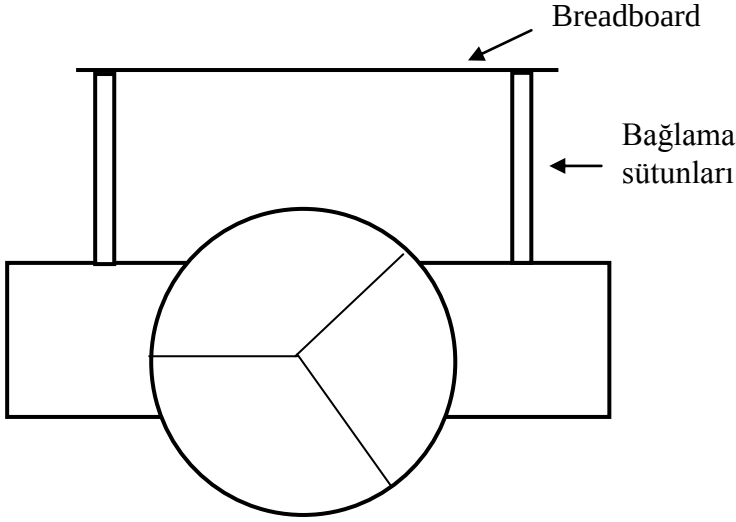
Bu bölümde, 3 tekerlekli ve kolaylıkla yapabileceğiniz bir robot tasarımından bahsedilmektedir. Burada robotun tasarımı için gerekli olan işlemler genel olarak verilmiş olup herhangi bir robot tasarımı yapılmamıştır. Verilmiş olan bu önerileri genel hatlarıyla takip ederek te kendimize bir robot yapabiliriz. Robot uygulamalarında tekerlekler genellikle servo motorlar ile döndürülmektedir. Bu motorların özelliklerine daha sonra bakacağız.

Şekil17.2 de yapacağımız robotun üstten görünüşü verilmiştir. Robotun iki yanında büyükçe 2 tekerlek ve arkasında ise dengeyi sağlamak için küçük bir tekerlek bulunmaktadır. Yandaki tekerleklerin herbiri ayrı bir servo motora bağlanmıştır. Arkadaki tekerlek ise boşa dönmekte olup herhangi bir motorla bağlantısı yoktur.



Şekil 4.2 Robotumuzun üstten görünüşü

Robotumuzun yandan görünüşü Şekil 17.3 de verilmiştir.



Şekil 17.3 Robotumuzun yandan görünüşü

Robotumuzun üzerine PIC mikrokontrolör destekli elektronik kontrol devremizi yerleştireceğiz. Bu devre *breadboard* dan meydana gelmiş olup, lehimlemeye gerek olmadan istediğimiz bağlantıyı yapabiliriz.

Robotumuzu gerçekleştirmek için şu parçalara ihtiyaç olacaktır:

- Robotun şasisi
- 2 tane servo motor
- 2 tane yanlara konacak büyükçe tekerler
- 1 tane arkaya konacak yuvarlak tekerlek
- Küçük *breadboard*
- Batarya tutacağı
- Regülatör devresi

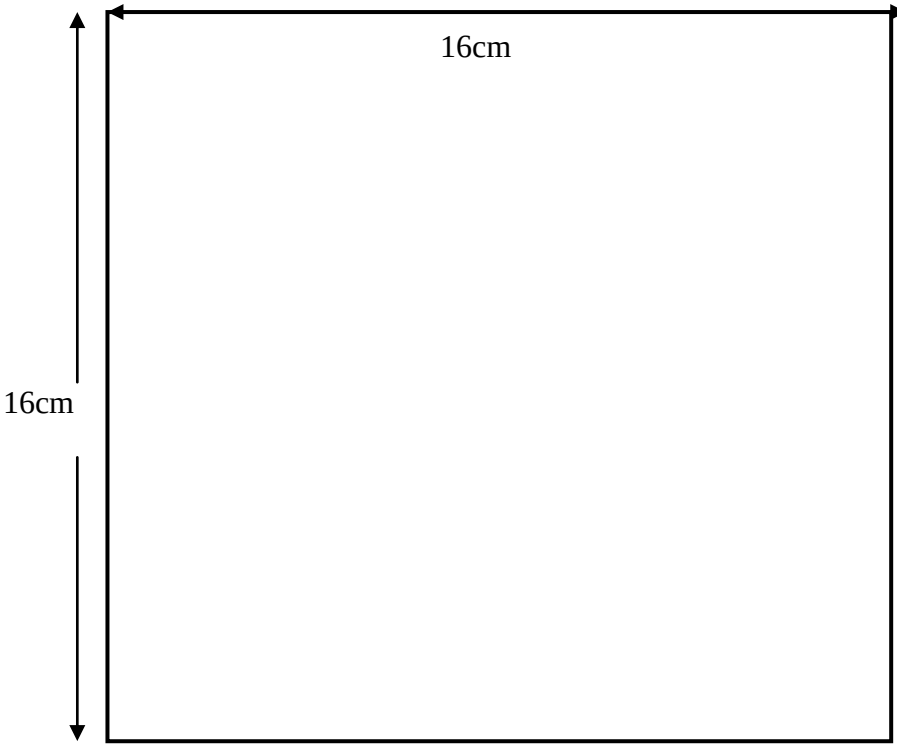
Şimdi gerekli olan bu parçaları teker teker ele alıp inceleyelim.

17.1 Robotun Şasesi

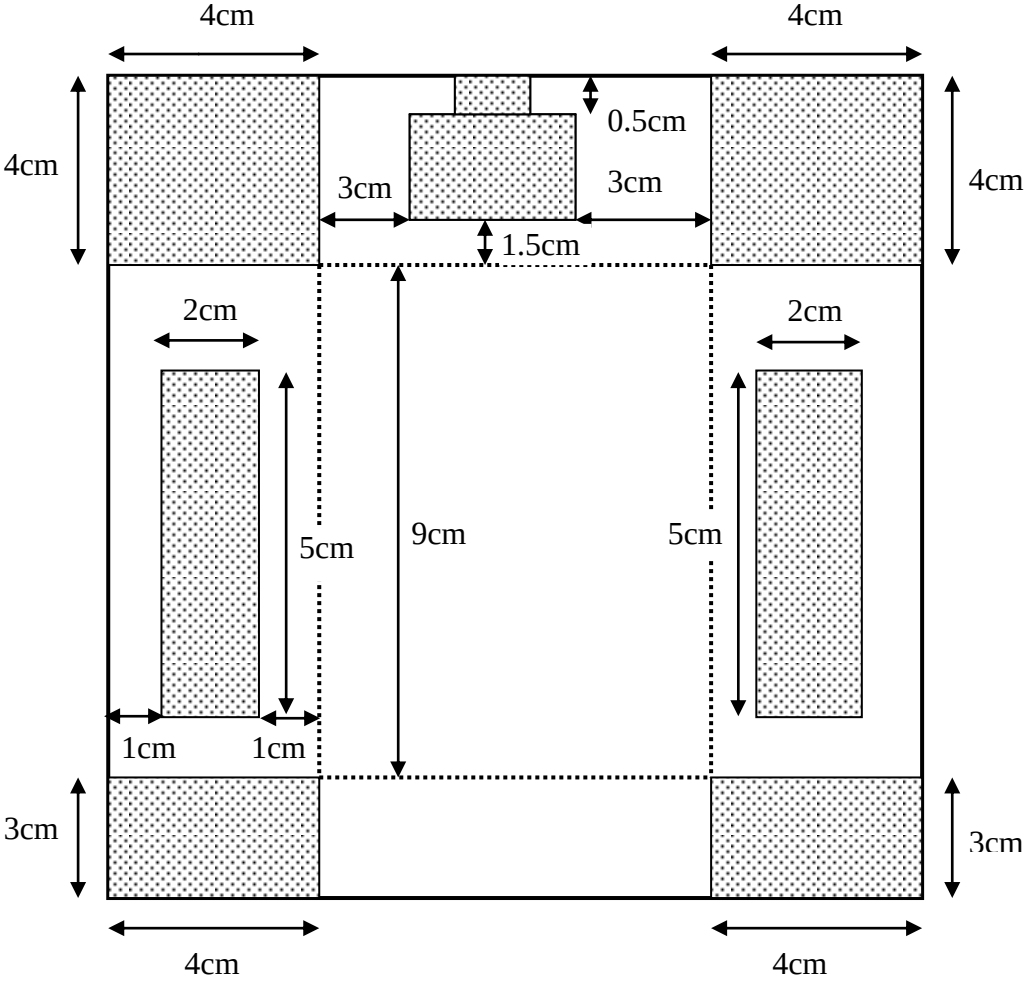
Şase, robotun esas vucudunu teşkil etmektedir. Servo motorlar şasinin iki yan tarafına, *breadboard* ise şasinin üzerine yerleştirilmiştir. Şasi tahta, plastik, veya metal gibi değişik cisimlerden yapılabilir. Tahta, ucuz oluşu ve kolay işlenebilmesinden dolayı robot yapımında kullanılabilir. Plastik, ucuz olmasına rağmen işlenmesi kolay değildir. Kalıp dökülerek plastiğe istenilen şekil verilebilir, fakat kalıp oldukça pahalı olduğu için bir veya birkaç tane robot için ekonomik olmamaktadır. Robot şasi yapımında en

yaygın olarak metal kullanılmaktadır. Genel olarak metal ucuz olmasına rağmen işlenmesi tahta ve plastikten daha zordur. İnce, sert ve dayanıklı alüminyum en çok kullanılan metaller arasındadır. Bu bölümde şasi yapımında kullanılacak olan malzemeyi siz okuyuculara bırakıyorum. Her ne malzeme kullanacaksanız, ilk olarak şasinin planını çizin ve kullanacağınız malzemeyi kesip, eğip büküp istediğiniz şekle getiriniz. Robot şasisini yapmak için gerekli olan işlemler şunlardır (burada verilen ölçüler sadece size bir fikir vermek içindir. Siz arzu ettiğiniz gibi kendi ölçülerinizi seçiniz):

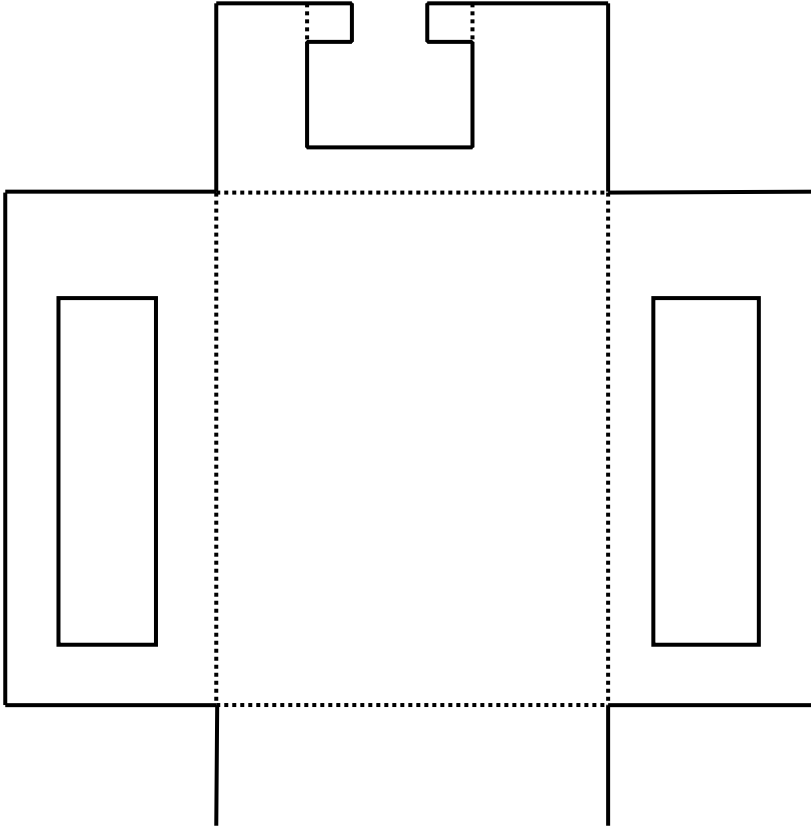
- Şekil 17.4 de görüldüğü gibi 16cmx16cm boyutlarında kare şelinde bir levha kesiniz.
- Bu levhadan servoların gireceği yeri, arka tekerleğin yerini, ve istemediğimiz fazlalıkları kesmemiz gerekmektedir. Levha düz iken kesmek daha kolay olduğu için Şekil 17.5 de gösterildiği gibi levhayı işaretleyiniz ve belirtilmiş yerlerini kesiniz (karalanmış yerlerini). Burada servo boyutları 2cmx5cm olarak alınmıştır. Eğer sizin kullandığınız servo boyutları değişik ise Şekil 4.5 i gerektiği gibi değiştiriniz.
- Levhanın kesilmiş hali Şekil 17.6 da gösterilmiştir.



Şekil 17.4 Robotumuzun şasesi (16x16cm levha kesiniz)

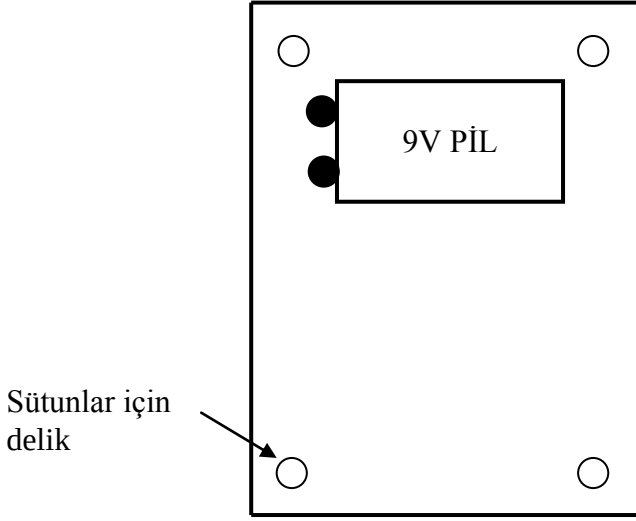


Şekil 17.5 Levhayı gösterilen şekilde işaretleyiniz ve karalanmış olan yerlerini kesiniz

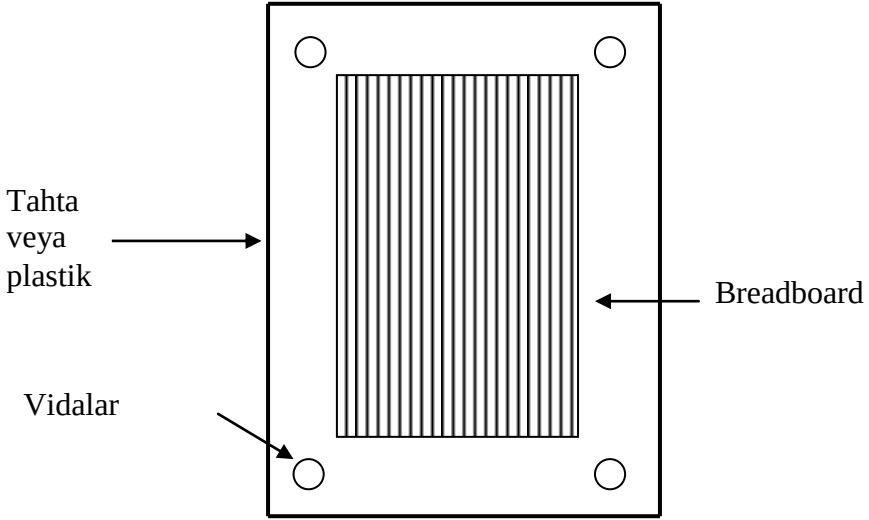


Şekil 17.6 *Levhanın kesilmiş hali*

- Şimdi, levhayı noktalarla işaretlenmiş olan yerlerden aşağıya doğru (90 derece) katlayınız. Arka tekerleğin gireceği küçük bölümleri 90 derece dışarıya doğru katlayınız.
- Robotunuz şeklini almıştır. Şimdi servoların için gerekli olan delikleri delip servoları yerleştiriniz. Daha sonra ön tekerlekleri servonun eksenine vida ile tutturunuz. Arka tekerlek için katlamış olduğunuz bölümlere birer delik delerek bir tel geçiriniz ve arka tekerleği yerleştiriniz.
- Şekil17.7 de gösterildiği gibi 9V pili robotun üzerine tutturunuz. Robotun üst bölümüne köşelerden 1cm içeriye 4 tane delik deliniz ve 5-6cm yüksekliğinde sütun koyarak vidalayınız. Sütunların üzerine ince bir tahta yerleştiriniz ve 4 delik yerinden tahtayı vidalayınız. Tahtanın üzerine de arkası yapışkanlı olan *breadboard*'u yapıştırınız. Bu durumda robotunuzun üzeri iki tabakadan meydana gelmiş olacaktır: Pilin olduğu tabaka (robotun şasisinin üzeri) ve Breadboard'un olduğu tabaka (Şekil 4.8 e bakınız).



Şekil 17.7 Robotun şasesinin üzeri



Şekil 17.8 Breadboard'un olduğu tabaka

17.3 Tekerlekler

Robot uygulamalarında genellikle çapı büyük tekerlek kullanılmaktadır ( rneğ n çapı 5-10cm). Tekerlek genellikle hafif olmaları için içi boş plastikten yapılmıştır. Piyasada bulunan robot tekerlekleri ortasında bir delik olup tekerlek servo motora vidalanabilmektedir. şekil 17.10 da bazı robot tekerlek resimleri verilmiştir. Bu bölümde yapmış olduğumuz robotun  n tekerleklerinin çapı yaklaşık 6.5cm, arka tekerleğ n çapı ise yaklaşık 3.5cm olabilir.



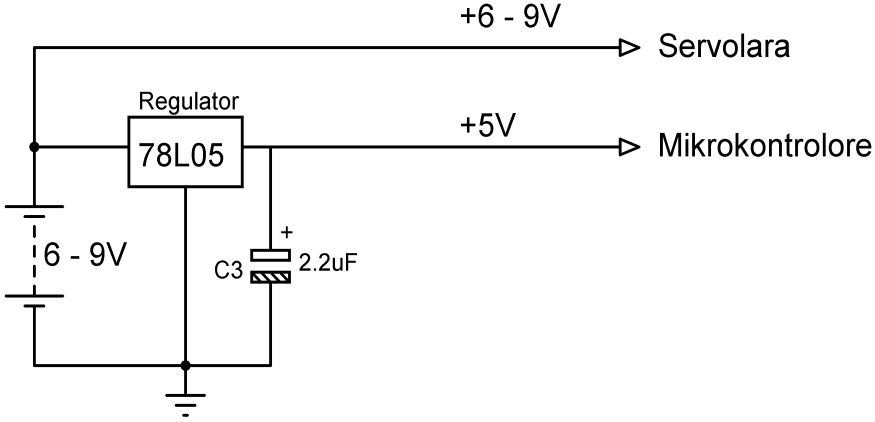
şekil 17.10 Robot tekerlekleri

17.4 Regülatör Devresi

PIC mikrokontrolör normal olarak +5V gerilim ile çalışmaktadır. Servolar ise normal olarak 6V - 9V arası gerilim ile çalışmaktadırlar. Robotumuzda kullandığımız pil servoları çalıştırmak için kullanılabilir, fakat 9V mikrokontrolör için kullanılamaz. 9V gerilimi +5V gerilime düşürmek için regülatör devresi kurmak gerekmektedir. Bunun için de

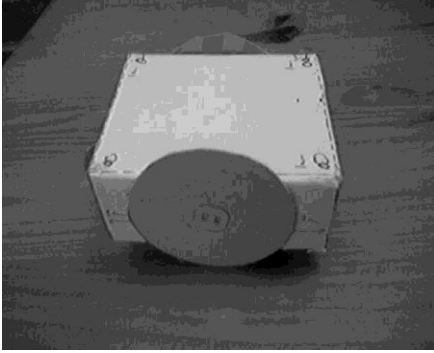
genellikle 7805 veya 78L05 modeli entegre devreler kullanılmaktadır. Regülatör devresini robotumuzun üst tabakasındaki breadboard üzerinde kurabiliriz.

Regülatör devresinin elektronik şeması Şekil17.11 de verilmiştir.

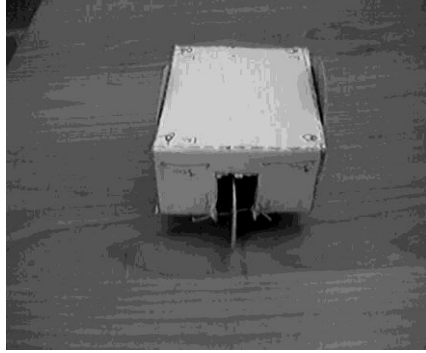


Şekil 17.11 Regülatör devresi

Bu bölümde tasarımını yapmış olduğumuz robotun kartondan yapılışı Şekil17.12 de gösterilmiştir. Robotu metal veya plastik olarak yapmazdan önce karton ile yapıp hata olup olmadığını görebilirsiniz.



Yandan görünüşü



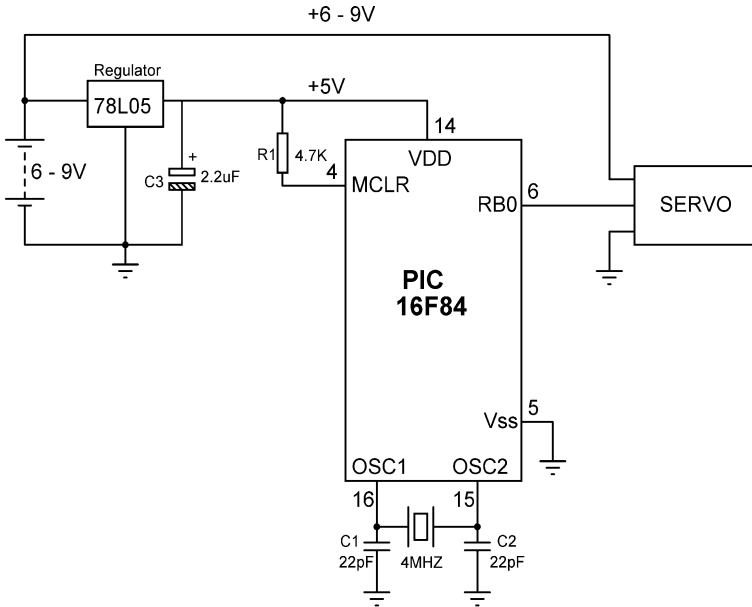
Arkadan görünüşü

Şekil 17.12 Robotun kartondan yapılışı

17.5 Proje Önerileri

Bu bölümde çeşitli robot projelerine yer verilmiştir. Projeler basitten zora doğru sıralanmışlardır. İlk projeleri yapmadan daha sonraki projelere geçilmemesi tavsiye edilmektedir. Her projenin açıklaması, donanımı, yazılımı, ve hex kodu verilmiştir. Böylece, PIC Basic Pro derleyicisi olmayan okuyucular hex kodunu direk olarak PIC mikrokontrolörlerine yükleyebilirler. Projeler, servo motor kontrolü altında tekerlekle hareket eden robot esas alınarak hazırlanmıştır. Fakat buradaki projeleri veya fikirleri başka robot projelerinde de uygulamanız mümkündür.

PROJE 1 – Servoyu Çalıştırmak



Şekil 17.13 Servoyu çalıştıran PIC devresi

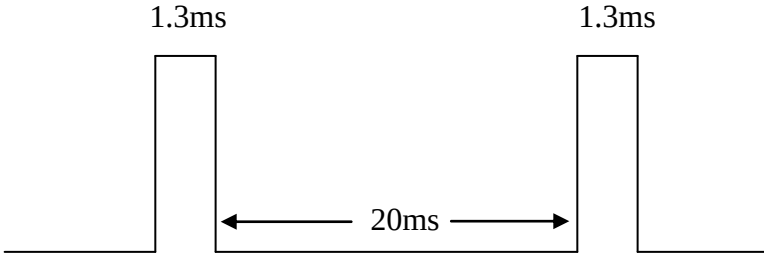
Öncesinde açıklandığı gibi servolar robotumuzun hareketini sağlayan parçalarlardır. Bu bölümde, servomuzu saat yönünde ve saatin ters yönünde çalıştırmak için gerekli olan programı açıklayacağız.

Robotumuzu meydana getiren servolardan birini Şekil 17.13 de görüleceği gibi PIC16F84 modeli bir mikrokontrolörün RB0 (PORT B, bit 0) bacağına bağlayacağız. Devrede güç kaynağı olarak 6-9V pil kullanılmıştır. Servonun 3 bağlantısı bulunmaktadır. Bu bağlantılardan

birini pilin + bacağına, diğerini pilin - bacağına, üçüncü bağlantıyı da mikrokontrolöre bağlamanız gerekecektir. Devrede 78L05 modeli bir regülatör kullanılarak mikrokontrolör için gerekli olan +5V elde edilmiştir.

Saat Yönünde Dönen Servo

Servonun saat yönünde dönmesi için önceki kısımda açıklandığı gibi servoya 1.3ms pulslar vermek gerekmektedir. Pulsların aralığı ise pek önemli olmayıp normal olarak 20ms olarak alınmaktadır. Şekil 17514'de servoyu saat yönünde döndürmek için gerekli olan sinyal gösterilmiştir.



Şekil 17.14 Servoyu saat yönünde döndüren sinyal

Bunun için de gerekli olan PIC Basic Pro program kodu ise şöyledir:

PULSOUT PORTB.0, 1300

Hatırlanacağı gibi PULSOUT komutu belirtilen port bacağından puls vermektedir. Mikrokontrolör 4 MHz kristal ile çalıştığında PULSOUT komutunun puls genişlik birimi 10 mikrosaniyedir. Bu durumda, 1.3ms puls genişliği için, $1.3\text{ms} = 1300\mu\text{s}$ ve $1300 / 10 = 130$ olur. Yukarıdaki komut RB0 bacağından 1.3ms genişliğinde bir puls vermektedir. Servonun sürekli olarak dönmesini istediğimiz için aşağıdaki program gerekli olacaktır:

```
*****
'
'  SERVOYU SAAT YONUNDE DONDUREN PROGRAM
'
'
' Bu program servoyu surekli olarak saat yonunde dondurur.
```

‘ Servo mikrokontrolörün RB0 bacağına bağlanmıştır.

‘ Tarih: Agustos 2005

‘ Dosya: SAAT.BAS

‘*****

TRISB = 0

‘ PORTB çıkış

saat_yonu:

PULSOUT PORTB.0, 130

‘ puls gönder

PAUSE 20

‘ 20ms bekle

GOTO saat_yonu

‘ tekrarla

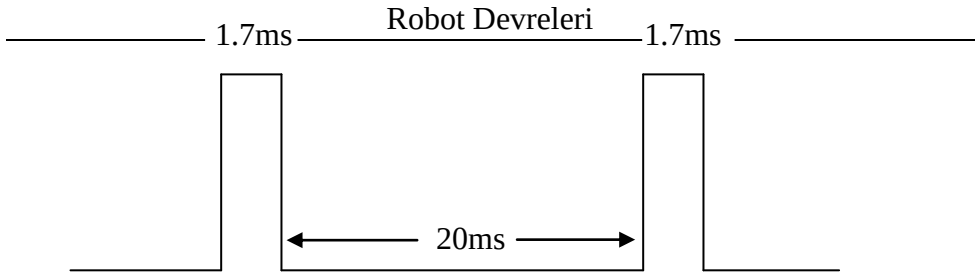
END

Programın HEX kodu ise aşağıda verilmiştir:

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:1000900082308C008D010630840001300120143044
:0800A0001820482863005228D3
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

Saatın Ters Yönünde Dönen Servo

Servonun saatın ters yönünde dönmesi için önceden açıklandığı gibi servoya 1.7ms pulslar vermek gerekmektedir. Pulsların aralığı ise pek önemli olmayıp normal olarak 20ms olarak alınmaktadır. Şekil 5.3 de servoyu saatın ters yönünde döndürmek için gerekli olan sinyal gösterilmiştir.



Şekil 17.15 Servoyu saatin ters yönünde döndüren sinyal

Bunun için de gerekli olan PIC Basic Pro program kodu ise şöyledir:

PULSOUT PORTB.0, 170

Hatırlanacağı gibi PULSOUT komutu belirtilen port bacağından puls vermektedir. Mikrokontrolör 4 MHz kristal ile çalıştığında PULSOUT komutunun puls genişlik birimi 10 mikrosaniyedir. Bu durumda, 1.7ms puls genişliği için, $1.7\text{ms} = 1700\mu\text{s}$ ve $1700 / 10 = 170$ olur. Yukarıdaki komut RB0 bacağından 1.7ms genişliğinde bir puls vermektedir. Servonun sürekli olarak dönmesini istediğimiz için şu program kodu gerekli olacaktır:

```

*****
'
'   SERVOYU SAATIN TERS YONUNDE DONDUREN
'   PROGRAM
'
'
' Bu program servoyu surekli olarak saatin ters yonunde
' dondurur. Servo mikrokontrolorun RB0 bacagina baglanmistir.
'
' Tarih:  Agustos 2005
' Dosya:  TERS.BAS
'
*****

TRISB = 0                                ' PORTB cikis

saat_ters:
    PULSOUT PORTB.0, 170                ' puls gonder
    PAUSE 20                            ' 20ms bekle
    GOTO saat_ters                      ' tekrarla

```

END

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:1000900082308C008D010630840001300120143044
:0800A0001820482863005228D3
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

Servoyu Durdurmak

Servoyu durdurmak için servoya 1.5ms genişliğinde puls vermek gerekmektedir. Bunun için de gerekli olan program şudur:

```
*****
```

```
'
```

```
'          SERVOYU DURDURAN PROGRAM
```

```
'
```

```
'
```

```
' Bu program servoyu durdurur.
```

```
' Servo mikrokontrolörün RB0 bacağına bağlanmıştır.
```

```
'
```

```
' Tarih:   Ağustos 2005
```

```
' Dosya:  DUR.BAS
```

```
'
```

```
*****
```

```
        TRISB = 0
```

```
' PORTB çıkış
```

```
dur:
```

```
        PULSOUT PORTB.0, 150
```

```
' puls gönder
```

```
        PAUSE 20
```

```
' 20ms bekle
```

```
        GOTO dur
```

```
' tekrarla
```

```
END
```

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:1000900096308C008D010630840001300120143030
:0800A0001820482863005228D3
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

Bazı durumlarda servoya 1.5ms puls gönderildiği halde servo çok yavaş olarak belirli bir yönde dönebilir. Bunun sebebi servonun sıfıra ayarlanması gereğidir. Servoyu sıfıra ayarlamak için yukarıdaki programı çalıştırınız ve servonun ayar düğmesini (genellikle servonun yan tarafında olan bir vida) hafifçe sağa veya sola döndürerek servonun durmasını sağlayınız. Bu şekilde servonuz sıfıra ayarlanmış olacaktır.

Proje 2 – Servonun Hız Grafiğini Çizmek

Servoya uygulanan pulsun genişliği değiştiğinde servonun hızı da değişmektedir. Bu projede servoya değişik genişlikte pulslar verip servonun hızını ölçeceğiz. Daha sonra hız ve puls genişliği grafiğini çizeceğiz.

Servonun hızı dakikadaki devir sayısı (rpm) olarak ölçülmektedir. Bu projede servo Şekil 5.1 de olduğu gibi mikrokontrolörün RB0 portuna bağlanmıştır. Daha sonra aşağıdaki program yazılıp çalıştırılmış ve servoya gönderilen puls 1.3ms, 1.35ms, 1.4ms, 1.5ms, 1.55ms, 1.6ms ve 1.7ms olarak değiştirilip servonun bir dakikadaki dönüşü sayılıp Tablo 5.1 e işlenmiştir. Servonun hızını ölçmek için 1 dakika beklemeğe gerek yoktur. Örneğin, servonun belirli bir noktasını işaretleyip 15 saniyede kaç defa döndüğünü ölçünüz ve 4 ile çarpınız. Bu projede sadece bir servo kullanılmıştır. Fakat, normal olarak robot uygulamalarında (örneğin robot öne veya geriye hareket ederken) her iki servo da birlikte çalıştırılmaktadır. Bundan dolayı, zamanlamanın hassas olması için program her iki servoya da sinyal göndermiş gibi yazılmıştır.

'

'

SERVO HIZ GRAFIGI PROGRAMI

'

'

' Bu programda servo mikrokontrolörün RB0 port bacağına
' bağlanmıştır. Servoya değişik genişliklerde puls gönderilip
' servonun bir dakikadaki dönüş sayısı (rpm) ölçülmüştür.
' Programda periyodun değerini 130, 135, 140, 150, 155, 160
' ve 170 olarak değiştirip programı tekrar derleyiniz ve
' mikrokontrolöre yükleyiniz.

'

'

' Tarih: Ağustos 2005

' Dosya: HIZ.BAS

'

periyod var byte

periyod = 130

' Periyodu değiştiriniz

TRISB = 0

' PORTB çıkış

tekrar:

PULSOUT PORTB.0, periyod

PULSOUT PORTB.1, periyod

PAUSE 20

GOTO tekrar

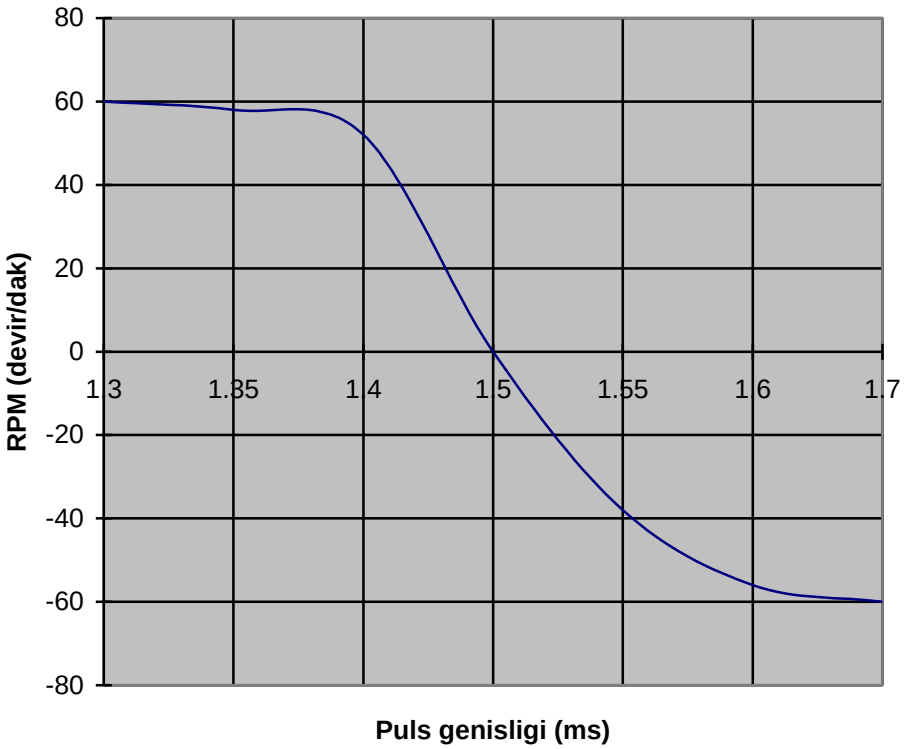
END

Tablo 17.1 *Servo hız tablosu*

Puls genişliği (ms)	Servo hızı (rpm)	Yön
1.3	60	Saat
1.35	58	Saat
1.4	52	Saat
1.5	Servo durur	-
1.55	38	Saatın tersi
1.6	56	Saatın tersi
1.7	60	Saatın tersi

Tablodan da görüleceği gibi puls 1.3ms olduğunda servo saat yönünde tam hızda dönmektedir. Aynı şekilde, puls 1.7ms olduğunda servo saatin ters yönünde tam hızda dönmektedir. Puls 1.7ms olduğunda servo durmaktadır.

Tablo17.1 in grafiği çizilmiş ve Şekil 17.16'da gösterilmiştir. Grafik 1.5ms ortada olmak üzere simetrik olup saat yönünde maksimum hız dakikada 60 dönüş olup gerekli olan puls genişliği 1.3ms olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde, saatin ters yönünde maksimum hız yine dakikada 60 olup puls genişliği 1.7ms olarak ölçülmüştür.



Şekil 17.16 Servo hız grafiği

Değişik peryodlar için programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

Peryod = 1.3ms

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
```

Robot Devreleri

:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008230A4008316D4
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Peryod = 1.35ms

:1000000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008730A4008316CF
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Peryod = 1.4ms

:1000000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008C30A4008316CA
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Peryod = 1.5ms

:1000000004528A00014200C080D04031940283A20AC

Robot Devreleri

:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008009630A4008316C0
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Peryod = 1.55ms

:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008009B30A4008316BB
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Peryod = 1.6ms

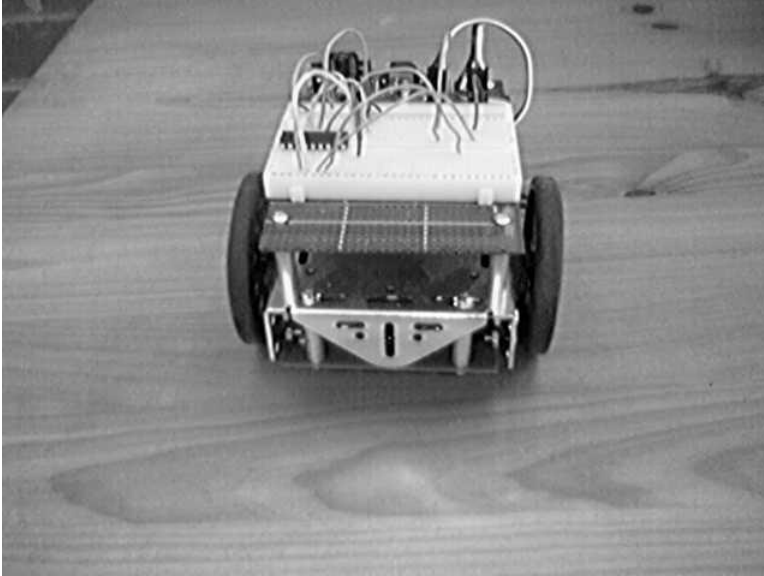
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:1000800083130313831264000800A030A4008316B6
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Peryod = 1.7ms

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:1000800083130313831264000800AA30A4008316AC
:100090008601831224088C008D0106308400013013
:1000A000012024088C008D010630840002300120DC
:0A00B000143018204A2863005B2872
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

Proje 3 – İleri – Geri Hareket Eden Robot

Bu projede robotumuzu ileri veya geri hareket ettirmek için gerekli olan programları yazacağız. Şekil 17.17’de robotumuzun resmi gösterilmiştir. Robotun ileriye veya geriye hareket etmesi için tekerleklerin şu şekilde dönmesi gerekmektedir:



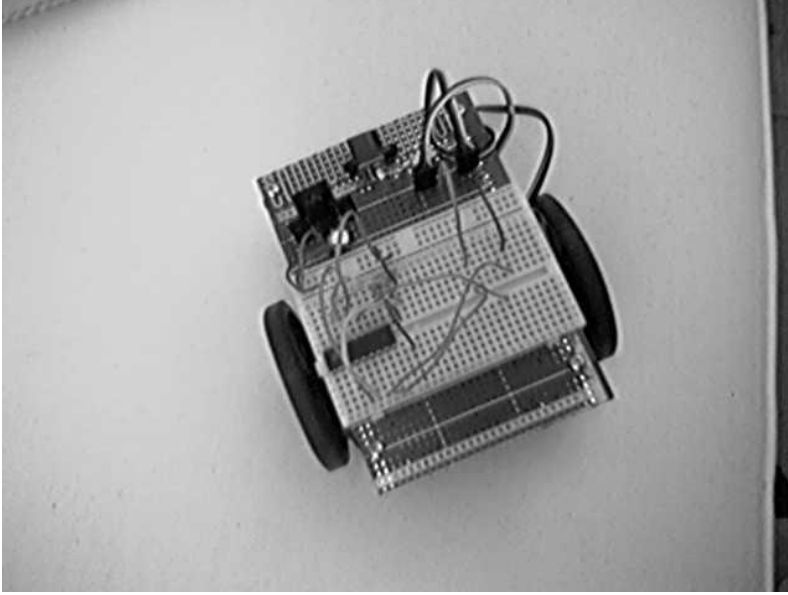
Şekil 17.17a Robotumuzun resmi (önden görünüşü)

İleriye hareket

Sol tekerlek saatin ters yönünde (1.7ms puls)
Sağ tekerlek saat yönünde (1.3ms puls)

Geriyeye hareket

Sol tekerlek saat yönünde (1.3ms puls)
Sağ tekerlek saatin ters yönünde (1.7ms puls)

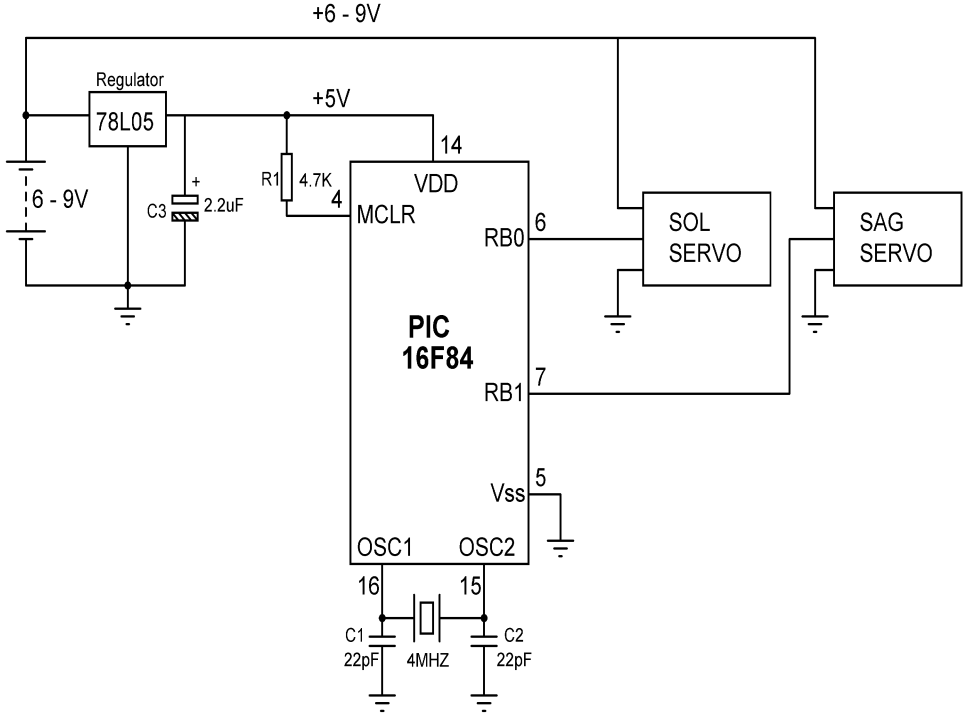


Şekil 17.17.b Robotumuzun resmi (üstten görünüşü)

Şekil 17.18de projenin elektronik devresi gösterilmiştir. Projede 4MHz rezoantör ile çalışan PIC16F84 modeli bir mikrokontrolör kullanılmıştır. Sol tekerleği çalıştıran servo mikrokontrolörün RB0 bacağına (PORTB nin 0 nolu bacağına), sağ tekerleği çalıştıran servo ise mikrokontrolörün RB1 bacağına (PORTB nin 1 nolu bacağına) bağlanmışlardır.

İleriye Hareket

Robotun ileriye gitmesi için gerekli olan program Şekil 17.19da gösterilmiştir.



Şekil 17.18 Projenin elektronik devresi

'

'

ROBOTU ILERI HAREKET ETTIREN PROGRAM

'

'

' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL
' servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.
' Program çalışınca robot ileri doğru hareket eder.

'

' Tarih: Ağustos 2005

' Dosya: ILERI1.BAS

'

TRISB = 0

' PORTB çıkış

tekrar:

Robot Devreleri

PULSOUT PORTB.0, 170	' SOL servo
PULSOUT PORTB.1, 130	' SAG servo
PAUSE 20	' 20ms bekle
GOTO tekrar	' tekrarla

END

Şekil 17.19 Robotu ileri hareket ettiren program

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:10009000AA308C008D0106308400013001208230AE
:1000A0008C008D01063084000230012014301820AD
:0600B000482863005928F6
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

Geriye Hareket

Robotun geriye gitmesi için gerekli olan program Şekil 5.8 da gösterilmiştir. Program Şekil 5.7 deki programa benzemektedir, fakat burada sol ve sağ servoya gönderilen sinyaller ters olarak değiştirilmiştir.

'

' ROBOTU GERİYE HAREKET ETTİREN PROGRAM

'

' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL
' servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.
' Program çalışınca robot geriye doğru hareket eder.

'

' Tarih: Ağustos 2005

' Dosya: GERI1.BAS

'

```

                TRISB = 0                                ' PORTB çıkış
tekrar:
    PULSOUT PORTB.0, 130                                ' SOL servo
    PULSOUT PORTB.1, 170                                ' SAG servo
    PAUSE 20                                              ' 20ms bekle
    GOTO tekrar                                          ' tekrarla

END
    
```

Şekil 17.20 Robotu geriye hareket ettiren program

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```

:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:1000900082308C008D010630840001300120AA30AE
:1000A0008C008D01063084000230012014301820AD
:0600B000482863005928F6
:02400E00F53F7C
:000000001FF
    
```

Proje 4 - İstenilen Zaman Kadar İleri-Geri Hareket Eden Robot

Proje 3’de robotumuz sürekli olarak ileriye veya geriye hareket ediyordu. Bu projede robotumuzu istenilen zaman kadar hareket ettiren programı geliştireceğiz.

Robotumuzun elektronik devresi Şekil 17.18’de olduğu gibidir. Robotumuzun hareket zamanını ayarlamak için programda döngü kullanacağız.

Örneğin, ileri hareketi zamanlamak için şu FOR döngüsünü kullanabiliriz:

```

FOR sayac = 1 to n
    PULSOUT PORTB.0, 170                                ' SOL servo
    PULSOUT PORTB.1, 130                                ' SAG servo
    PAUSE 20                                              ' 20ms bekle
NEXT sayac
    
```

Burada, n değişkeninin değerine bağlı olarak robotumuz ileri gidecektir. FOR-NEXT komutunun işlem görme zamanı çok hızlı olup hesaplama dışı bırakılabilir. Bu durumda, bir döngü için harcanan zaman şu şekilde hesaplanabilir:

PUSLOUT PORTB.0, 170	= 1.7ms
PULSOUT PORTB.1, 130	= 1.3ms
PAUSE 20	= 20ms

Toplam	= 23ms

Arzu edilen s saniye kadar çalışmak için, n değişkeninin değeri:

$$n = s / 0.023 \text{ olmalıdır.}$$

Örneğin, robotumuzun şu şekilde hareket etmesi için gerekli olan programı yazalım:

4 saniye ileri git
5 saniye bekle
3 saniye geri git
5 saniye bekle
Sürekli ileri git

4 saniye için gerekli olan döngü sayısı, $n = 4/0.023 = 174$
5 saniye gecikme PAUSE komutu ile yapılacaktır
3 saniye için gerekli olan döngü sayısı, $n = 3/0.023 = 130$
5 saniye gecikme PAUSE komutu ile yapılacaktır
Sürekli ileri hareket döngü kurmadan yapılacaktır

Robotumuzu istenilen şekilde hareket ettirecek olan program Şekil 17.21'de verilmiştir.

```
*****
'
'   ROBOTU ILERI-GERİ HAREKET ETTİREN PROGRAM
'
'
' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacagina SOL
' servo, RB1 port bacagina ise SAG servo baglanmistir.
' Program calisınca robot su şekilde hareket eder:
'
'   4 saniye ileriye
```

```

‘      5 saniye bekle
‘      3 saniye geriye
‘      5 saniye bekle
‘      Surekli ileriye
‘
‘ Tarih:  Ağustos 2005
‘ Dosya:  HAREKET1.BAS
‘
*****
      n var byte

      TRISB = 0                                ‘ PORTB çıkış
‘
‘ 4 saniye ileriye
‘
      FOR n = 1 TO 174
          PULSOUT PORTB.0, 170                ‘ SOL servo
          PULSOUT PORTB.1, 130                ‘ SAG servo
          PAUSE 20                             ‘ 20ms bekle
      NEXT n
‘
‘ 5 saniye bekle
‘
      PAUSE 5000
‘
‘ 3 saniye geriye
‘
      FOR n = 1 TO 130
          PULSOUT PORTB.0, 130                ‘ SOL servo
          PULSOUT PORTB.1, 170                ‘ SAG servo
          PAUSE 20                             ‘ 20ms bekle
      NEXT n
‘
‘ 5 saniye bekle
‘
      PAUSE 5000
‘
‘ Surekli ileriye
‘
surekli:
      PULSOUT PORTB.0, 170                    ‘ SOL servo

```

Robot Devreleri

PULSOUT PORTB.1, 130	' SAG servo
PAUSE 20	' 20ms bekle
GOTO surekli	
END	

Şekil 17.21 Robotu ileri-geri hareket ettiren program

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:100090000130A4006400AF30240203186128AA30A4
:1000A0008C008D01063084000130012082308C00EC
:1000B0008D01063084000230012014301820A40F76
:1000C0004A2813308F00883019200130A4006400C2
:1000D0008330240203187E2882308C008D01063084
:1000E000840001300120AA308C008D01063084008C
:1000F0000230012014301820A40F672813308F001D
:1001000088301920AA308C008D010630840001301F
:10011000012082308C008D010630840002300120E5
:0A0120001430182082286300932891
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

Şekil 17.21’de verilen programı alt-program kullanarak daha genel ve dolayısıyla daha kullanışlı yapmamız mümkündür. Bunun için de şu alt-programları geliştirebiliriz:

İstenilen zaman kadar ileri gitmek için zamanı saniye olarak **t** değişkenine yükleyip şu alt programa çağırmanız yeterlidir:

```
ILERI_ZAMAN:
    FOR n = 1 TO 1000*t/23
        PULSOUT PORTB.0, 170
        PULSOUT PORTB.1, 130
        PAUSE 20
    NEXT n
```

RETURN

Aynı şekilde istenildiği kadar geri gitmek için zamanı saniye olarak **t** değişkenine yükleyip şu alt programa çağırmanız yeterlidir:

GERI_ZAMAN:

```
FOR n = 1 TO 1000*t/23
    PULSOUT PORTB.0, 130
    PULSOUT PORTB.1, 170
    PAUSE 20
NEXT n
RETURN
```

Sürekli ileri gitmek için ise şu alt-programı kullanacağız:

SUREKLI_ILERI:

```
WHILE n = n
    PULSOUT PORTB.0, 170
    PULSOUT PORTB.1, 130
WEND
```

Aynı şekilde, sürekli geri gitmek için şu alt-programı kullanacağız:

SUREKLI_GERI:

```
WHILE n = n
    PULSOUT PORTB.0, 130
    PULSOUT PORTB.1, 170
WEND
```

Bu durumda, Şekil 17.21'deki program daha genel olarak Şekil 17.22 de gösterildiği gibi yazılabilir.

'

' **ROBOTU ILERI-GERİ HAREKET ETTİREN PROGRAM**

'

'

' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL

' servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.

' Program çalışınca robot şu şekilde hareket eder:

'

```
'      4 saniye ileriye
'      5 saniye bekle
'      3 saniye geriye
'      5 saniye bekle
'      Surekli ileriye
'
' Tarih:  Ağustos 2005
' Dosya:  HAREKET2.BAS
'
'*****

      n var word
      t var word

      TRISB = 0                                ' PORTB çıkış
      GOTO ana_program
'
' Alt-programlar
'
ILERI_ZAMAN:
      FOR n = 1 TO 1000*t/23
          PULSOUT PORTB.0, 170
          PULSOUT PORTB.1, 130
          PAUSE 20
      NEXT n
      RETURN

GERI_ZAMAN:
      FOR n = 1 TO 1000*t/23
          PULSOUT PORTB.0, 130
          PULSOUT PORTB.1, 170
          PAUSE 20
      NEXT n
      RETURN

SUREKLI_ILERI:
      WHILE n = n
          PULSOUT PORTB.0, 170
          PULSOUT PORTB.1, 130
      WEND
```

```
SUREKLI_GERI:
    WHILE n = n
        PULSOUT PORTB.0, 130
        PULSOUT PORTB.1, 170
    WEND
```

```
ana_program:
‘
‘ 4 saniye ileriye
‘
    t = 4
    GOSUB ILERI_ZAMAN
‘
‘ 5 saniye bekle
‘
    PAUSE 5000
‘
‘ 3 saniye geriye
‘
    t = 3
    GOSUB GERI_ZAMAN
‘
‘ 5 saniye bekle
‘
    PAUSE 5000
‘
‘ Surekli ileriye
‘
    GOSUB SUREKLI_ILERI

END
```

Şekil 17.22 *Alt-program kullanan robot programı*

Programımızın daha okunaklı olması için geliştirmiş olduğumuz alt-programları ROBOT.BAS isimli bir dosyada saklayıp bu dosyayı programımızın başında Şekil 17.23’de olduğu gibi gösterebiliriz:

```
'
'  ROBOTU ILERI-GERİ HAREKET ETTİREN PROGRAM
'
'
' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacagina SOL
' servo, RB1 port bacagina ise SAG servo baglanmistir.
' Program calisınca robot su şekilde hareket eder:
'
'     4 saniye ileriye
'     5 saniye bekle
'     3 saniye geriye
'     5 saniye bekle
'     Surekli ileriye
'
' Bu programda robotu hareket ettiren alt-programlar
' ROBOT.BAS isimli bir dosyada saklanmistirlar.
'
' Tarih:  Ağustos 2005
' Dosya:  HAREKET3.BAS
'
```

```
    INCLUDE "ROBOT.BAS"

    TRISB = 0                                ' PORTB cikis
'
' 4 saniye ileriye
'
'     t = 4
'     GOSUB ILERI_ZAMAN
'
' 5 saniye bekle
'
'     PAUSE 5000
'
' 3 saniye geriye
'
'     t = 3
'     GOSUB GERI_ZAMAN
```

```
'  
' 5 saniye bekle  
'  
    PAUSE 5000  
'  
' Surekli ileriye  
'  
    GOSUB SUREKLI_ILERI  
  
    END
```

Şekil 17.23 *Daha okunaklı program*

“ROBOT.BAS” dosyasının içeriği ise aşağıdaki gibidir:

```
    n var word  
    t var word  
  
    GOTO ana_program  
,  
' ALT-PROGRAMLAR  
,  
ILERI_ZAMAN:  
    FOR n = 1 TO 1000*t/23  
        PULSOUT PORTB.0, 170  
        PULSOUT PORTB.1, 130  
        PAUSE 20  
    NEXT n  
    RETURN  
  
GERI_ZAMAN:  
    FOR n = 1 TO 1000*t/23  
        PULSOUT PORTB.0, 130  
        PULSOUT PORTB.1, 170  
        PAUSE 20  
    NEXT n  
    RETURN  
  
SUREKLI_ILERI:  
    WHILE n = n  
        PULSOUT PORTB.0, 170  
        PULSOUT PORTB.1, 130  
    WEND  
  
SUREKLI_GERI:
```

```
WHILE n = n
    PULSOUT PORTB.0, 130
    PULSOUT PORTB.1, 170
WEND
```

ana_program:

Proje 5 – İSTENİLEN MİKTARDA HAREKET EDEN ROBOT

Proje 4 de belirli bir zaman hareket eden robot programından bahsedilmiştir. Birçok uygulamalarda, robotun istenilen bir zaman gitmesini değil, istenilen bir miktar kadar gitmesini isteriz. Örneğin, 80cm ileri git ve dur gibi.

Bu projede robotu istenilen miktar kadar hareket ettirmek için gerekli olan formülü çıkaracağız ve programı yazacağız. Projenin devresi Şekil 17.18’de olduğu gibidir.

Robotumuzun tekerleğinin çapı $d = 6.7\text{cm}$ dir. Bu durumda, tekerlek bir devir döndüğünde robotumuz tekerleğin çevresi kadar, yani $s = 2\pi r = \pi d = 6.7\pi$ veya $s = 21\text{cm/devir}$ hareket etmektedir. Tablo 17.1’den elde ettiğimiz ölçümlere göre robotumuz maksimum hızda çalıştığında dakikada 60 devir yapmaktadır. Bu ise saniyede 1 devir olmaktadır, veya 1 devir/sn. Böylece, robotumuzun hızını cm/s olarak şu şekilde bulabiliriz:

$$\text{Hız (cm/s)} = 21 \text{ cm/devir} \times 1 \text{ devir/sn} = 21 \text{ cm/s}$$

Robotumuzun L santimetre kadar bir uzaklık gitmesi için gereken zaman is saniye olarak şu şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Zaman, } T = \text{yol} / \text{hız} = L / 21$$

Servoyu döndüren program döngü zamanı Proje 4 de 0.023 saniye olarak hesaplanmıştı.

Bu durumda, T zamanı için gerekli olan döngü sayısını şu şekilde hesaplayabiliriz:

$$\begin{aligned} \text{Döngü sayısı} &= T / 0.023 = L / (21 \times 0.023) \\ &= L / 0.483 \end{aligned}$$

veya,

$$\text{Döngü sayısı} = 2.07 L$$

Örneğin, robotumuzun 100cm gitmesini istiyorsak, FOR loop döngü sayısı $100 \times 2.07 = 207$ olmalıdır. Program listesi ise Şekil 17.24 de verilmiştir.

'

' ROBOTU 100cm HAREKET ETTIREN PROGRAM

'

'

' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacagina SOL

' servo, RB1 port bacagina ise SAG servo baglanmistir.

' Program calisınca robot 100cm ileri hareket eder:

'

'

' Tarih: Ağustos 2005

' Dosya: HAREKET4.BAS

 n var byte

 TRISB = 0

 ' PORTB çıkış

 FOR n = 1 TO 207

 PULSOUT PORTB.0, 170

 PULSOUT PORTB.1, 130

 PAUSE 20

 NEXT n

 END

Şekil 17.24 Robotu 100cm hareket ettiren program

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000004528A00014200C080D04031940283A20AC
:1000100084132008800664000D280E288C0A03191A
:100020008D0F0B2880064028FF3A84178005402852
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C4028A2
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008C098D098C0A03198D0A08009B
:10008000831303138312640008008316860183120E
:100090000130A4006400D030240203186128AA3083
:1000A0008C008D01063084000130012082308C00EC
:1000B0008D01063084000230012014301820A40F76
:0600C0004A2863006128DC
```

:02400E00F53F7C
:00000001FF

Robotumuzun istenilen uzaklığa gitmesini sağlayacak alt-programı daha önce yaratmış olduğumuz “ROBOT.BAS” alt-programlar dosyasına ilave edebiliriz.

İleri hareket için şu alt-programı kullanacağız (Burada döngü sayısını bulmak için istenilen uzaklığı 2.07 ile çarpmak gerekiyordu. Fakat PIC Basic Pro derleyicisi kayan nokta işlem yapmadığı için neticenin hassas olması için uzaklık 207 ile çarpıldı ve sonra 100 e bölündü). Alt-programı kullanmak için robotun gideceği uzaklığı santimetre olarak L değişkenine koyunuz ve alt-programa çağırınız:

```
ILERI_UZAKLIK:
    m = 207 * L
    m = m / 100
    FOR n = 1 TO m
        PULSOUT PORTB.0, 170
        PULSOUT PORTB.1, 130
        PAUSE 20
    NEXT n
    RETURN
```

Aynı şekilde, istenilen miktarda geri gitmek için miktarı santimetre olarak L değişkenine koyunuz ve şu alt-programa çağırınız:

```
GERI_UZAKLIK:
    m = 207 * L
    m = m / 100
    FOR n = 1 TO m
        PULSOUT PORTB.0, 130
        PULSOUT PORTB.1, 170
        PAUSE 20
    NEXT n
    RETURN
```

Örneğin, Şekil 17.24’de verilen programı Şekil 17.25’de gösterildiği gibi yazabiliriz.

‘

‘ ROBOTU 100cm HAREKET ETTIREN PROGRAM

```
'  
'  
' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL  
' servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.  
' Program çalışınca robot 100cm ileri hareket eder. Programda  
' alt-program kullanılmıştır.  
'  
'
```

```
' Tarih: Ağustos 2005  
' Dosya: HAREKET5.BAS  
'
```

```
*****
```

```
INCLUDE "ROBOT.BAS"
```

```
TRISB = 0                                ' PORTB çıkış
```

```
L = 100                                ' 100cm ileri git  
GOSUB ILERI_UZAKLIK
```

```
END
```

Şekil 17.25 Alt-program kullanarak 100cm giden robot programı

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000008C28A20014200C080D04031987288120D5  
:1000100084132208800664000D280E288C0A031918  
:100020008D0F0B2880068728FF3A841780058728C4  
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C87285B  
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019  
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3  
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2  
:10007000392808008E0001303F288E00053094009A  
:100080000F080D02031D46280E080C020430031849  
:100090000130031902301405031DFF308728910138  
:1000A00090011103092000D0D900D910D0E089002F0  
:1000B0000F08031C0F0F9102031865280E08900704  
:1000C0000F0803180F0F910703108C0D8D0D920B65  
:1000D00053280C088728103094008D018C01930C54  
:1000E000920C031C79280E088C070F0803180F0FB9  
:1000F0008D078D0C8C0C910C900C940B6F281008B4  
:1001000087288C098D098C0A03198D0A080083132E  
:100110000313831264000800A1290130AA00AB0177  
:10012000E8309200033093002C088E002D088F00D9  
:100130006B209E0011089F001E088C001F088D0078
```


Robot Devreleri

:1001400017308E008F014F209E000D089F002A0857
:100150008C002B088D001F088F001E083A20031DFD
:10016000C528AA308C008D010630840001300120A2
:1001700082308C008D010630840002300120143062
:100180001820AA0A0319AB0F902808000130AA0012
:10019000AB01E8309200033093002C088E002D084C
:1001A0008F006B209E0011089F001E088C001F0806
:1001B0008D0017308E008F014F209E000D089F008C
:1001C0002A088C002B088D001F088F001E083A207B
:1001D000031DFE2882308C008D0106308400013022
:1001E0000120AA308C008D010630840002300120ED
:1001F00014301820AA0A0319AB0FC92808002A08CE
:100200008C002B088D002B088F002A083D20031D31
:100210001829AA308C008D0106308400013001209D
:1002200082308C008D010630840002300120FF28CE
:100230002A088C002B088D002B088F002A083D20EF
:10024000031D312982308C008D010630840001307D
:100250000120AA308C008D0106308400023001207C
:100260001829CF309200930126088E0027088F00AE
:100270006B20A8001108A90028088C0029088D000F
:1002800064308E008F014F20A8000D08A9000130B6
:10029000AA00AB012A088C002B088D0029088F00CA
:1002A00028083A20031D6829AA308C008D010630E9
:1002B00084000130012082308C008D0106308400E2
:1002C0000230012014301820AA0A0319AB0F4A2962
:1002D0000800CF309200930126088E0027088F0077
:1002E0006B20A8001108A90028088C0029088D009F
:1002F00064308E008F014F20A8000D08A900013046
:10030000AA00AB012A088C002B088D0029088F0059
:1003100028083A20031DA029AA308C008D01063040
:1003200084000130012082308C008D010630840071
:100330000230012014301820AA0A0319AB0F8229B9
:1003400008008316860183126430A600A7013121BC
:040350006300A82975
:02400E00F53F7C
:00000001FF

Bu projede hesaplamış olduğumuz uzaklık ve döngü sayısı formülü birçok uygulamalar için hassas olmasına rağmen tam hassas netice elde etmek için servonun başlangıç ve bitiş durumlarını da göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Hassas netice elde etmenin bir diğer yolu da, döngü sayısı değiştirilerek robotun gitmiş olduğu yol ölçülür ve bir tablo veya grafik çizilir. Daha sonra, istenilen bir uzaklık için gerekli olan döngü sayısı tablodan veya grafikten kolaylıkla okunabilir.

Proje 6 – İLERİ – GERİ İSTENİLEN KADAR GİDEN ROBOT

Bu proje, Proje 5’e benzemekte olup robot şu şekilde hareket etmektedir:

*100cm ileri git
5 saniye bekle
20cm geriye git
3 saniye bekle
sürekli ileri git*

Projenin devresi Şekil 17.18’de gösterildiği gibidir. Program ROBOT.BAS alt-programı kullanılarak yazılmıştır. Program listesi şekil 17.26da verilmiştir.

```
*****
‘
‘
‘   ROBOTU HAREKET ETTİREN PROGRAM
‘
‘
‘   Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL
‘   servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.
‘   Program çalışınca robot şu şekilde hareket eder:
‘
‘       100cm ileri git
‘       5 saniye bekle
‘       20cm geriye git
‘       3 saniye bekle
‘       sürekli ileri git
‘
‘   Tarih:   Ağustos 2005
‘   Dosya:  HAREKET6.BAS
‘
*****
```

```
INCLUDE "ROBOT.BAS"
```

```
TRISB = 0
```

```
‘ PORTB çıkış
```

```
L = 100
```

```
‘ 100cm ileri git
```

```
GOSUB ILERI_UZAKLIK
```

```
PAUSE 5000
```

```
‘ 5 sn bekle
```

L = 20	' 20cm geriye git
GOSUB GERI_UZAKLIK	
PAUSE 3000	' 3 sn bekle
GOSUB SUREKLI_ILERI	' surekli ileri git
END	

Şekil 17.26 Projenin program listesi

Programın HEX kodu aşağıda verilmiştir:

```
:100000008C28A20014200C080D04031987288120D5
:1000100084132208800664000D280E288C0A031918
:100020008D0F0B2880068728FF3A841780058728C4
:100030008F018E00FF308E07031C8F07031C87285B
:1000400003308D00DF3026201A288D01E83E8C0019
:100050008D09FC30031C2F288C0703182C288C07D3
:1000600064008D0F2C280C1835288C1C39280000B2
:10007000392808008E0001303F288E00053094009A
:100080000F080D02031D46280E080C020430031849
:100090000130031902301405031DFF308728910138
:1000A0009001103092000D0D900D910D0E089002F0
:1000B0000F08031C0F0F9102031865280E08900704
:1000C0000F0803180F0F910703108C0D8D0D920B65
:1000D00053280C088728103094008D018C01930C54
:1000E000920C031C79280E088C070F0803180F0FB9
:1000F0008D078D0C8C0C910C900C940B6F281008B4
:1001000087288C098D098C0A03198D0A080083132E
:100110000313831264000800A1290130AA00AB0177
:10012000E8309200033093002C088E002D088F00D9
:100130006B209E0011089F001E088C001F088D0078
:1001400017308E008F014F209E000D089F002A0857
:100150008C002B088D001F088F001E083A20031DFD
:10016000C528AA308C008D010630840001300120A2
:1001700082308C008D010630840002300120143062
:100180001820AA0A0319AB0F902808000130AA0012
:10019000AB01E8309200033093002C088E002D084C
:1001A0008F006B209E0011089F001E088C001F0806
:1001B0008D0017308E008F014F209E000D089F008C
:1001C0002A088C002B088D001F088F001E083A207B
:1001D000031DFE2882308C008D0106308400013022
:1001E0000120AA308C008D010630840002300120ED
:1001F00014301820AA0A0319AB0FC92808002A08CE
:100200008C002B088D002B088F002A083D20031D31
:100210001829AA308C008D0106308400013001209D
:1002200082308C008D010630840002300120FF28CE
:100230002A088C002B088D002B088F002A083D20EF
```

Robot Devreleri

```
:10024000031D312982308C008D010630840001307D
:100250000120AA308C008D0106308400023001207C
:100260001829CF309200930126088E0027088F00AE
:100270006B20A8001108A90028088C0029088D000F
:1002800064308E008F014F20A8000D08A9000130B6
:10029000AA00AB012A088C002B088D0029088F00CA
:1002A00028083A20031D6829AA308C008D010630E9
:1002B00084000130012082308C008D0106308400E2
:1002C0000230012014301820AA0A0319AB0F4A2962
:1002D0000800CF309200930126088E0027088F0077
:1002E0006B20A8001108A90028088C0029088D009F
:1002F00064308E008F014F20A8000D08A900013046
:10030000AA00AB012A088C002B088D0029088F0059
:1003100028083A20031DA02982308C008D01063068
:10032000840001300120AA308C008D010630840049
:100330000230012014301820AA0A0319AB0F8229B9
:1003400008008316860183126430A600A7013121BC
:1003500013308F00883019201430A600A7016921BE
:0E0360000B308F00B8301920FF206300B52944
:02400E00F53F7C
:00000001FF
```

“ROBOT.BAS” dosyasının listesi aşağıda verilmiştir:

```
      n var word
      t var word
      l var word
      m var word

      GOTO ana_program
,
' ALT-PROGRAMLAR
,
ILERI_ZAMAN:
      FOR n = 1 TO 1000*t/23
          PULSOUT PORTB.0, 170
          PULSOUT PORTB.1, 130
          PAUSE 20
      NEXT n
      RETURN

GERI_ZAMAN:
      FOR n = 1 TO 1000*t/23
          PULSOUT PORTB.0, 130
          PULSOUT PORTB.1, 170
          PAUSE 20
      NEXT n
      RETURN
```

```
SUREKLI_ILERI:
    WHILE n = n
        PULSOUT PORTB.0, 170
        PULSOUT PORTB.1, 130
    WEND
```

```
SUREKLI_GERI:
    WHILE n = n
        PULSOUT PORTB.0, 130
        PULSOUT PORTB.1, 170
    WEND
```

```
ILERI_UZAKLIK:
    m = 207 * 1
    m = m / 100
    FOR n = 1 TO m
        PULSOUT PORTB.0, 170
        PULSOUT PORTB.1, 130
        PAUSE 20
    NEXT n
    RETURN
```

```
GERI_UZAKLIK:
    m = 207 * 1
    m = m / 100
    FOR n = 1 TO m
        PULSOUT PORTB.0, 130
        PULSOUT PORTB.1, 170
        PAUSE 20
    NEXT n
    RETURN
```

```
ana_program:
```

Proje 7 – Sağa – Sola Dönen Robot

Şimdiye kadar yapmış olduğumuz projelerde robotumuz ileri ve geri hareket etmiştir. Bu projede robotumuzu sağa ve sola döndürmek için gerekli olan program kodundan bahsedeceğiz. Projenin elektronik devresi Şekil 17.18’de olduğu gibidir.

Sağa Dönmek

Robotun sağa dönmesi için servoları şu şekilde kontrol etmemiz gerekmektedir:

Sol tekerleğe bağlı olan servo saatın ters yönünde
Sağ tekerleğe bağlı olan servo saatın ters yönünde

Sola Dönmek

Robotun sola dönmesi için servoları şu şekilde kontrol etmemiz gerekmektedir:

Sol tekerleğe bağlı olan servo saat yönünde
Sağ tekerleğe bağlı olan servo saat yönünde

Servolara yukarıdaki pulsarı verdikçe robot dönmeye devam edecektir. Normal olarak robotun belirli bir açı dönüp durmasını isteriz. Örneğin, tam olarak sağa dönmesi için düz olarak ileri giderken 90° sağa dönmesi gerekmektedir. Aynı şekilde, tam olarak sola dönmesi için düz olarak ileri giderken 90° sola dönmesini isteyebiliriz.

Robotun dönme açısını ayarlamak için servolara gönderdiğimiz puls miktarını ayarlamamız gerekmektedir. Bunun için de Şekil 17.27deki programı yazıp döngü miktarını değiştirdikten sonra Tablo 17.2 de gösterilen dönüş miktarlarını elde ettik. Bu programda sadece sağa dönüş miktarları ölçülmüştür, fakat sola dönüş miktarları da aynı olup sadece servolara gönderilen puls genişliği değişmektedir.

'

' ROBOTU SAGA DONDUREN PROGRAM

'

'

' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL
' servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.
' Programda döngü miktarı değiştirilip robotun dönme açısı
' ölçülmüştür. Program çalıştırılınca 5 saniye bir
' beklemeden sonra robot sağa dönmektedir. Döngü değerleri
' çeşitli dönüş açıları için bulunmuştur.

'

'

' Tarih: Ağustos 2005

' Dosya: SAG1.BAS

'

n var byte
d var byte

TRISB = 0

```
d = 10
PAUSE 5000

FOR n = 1 TO d
    PULSOUT PORTB.0, 170
    PULSOUT PORTB.1, 170
    PAUSE 20
NEXT n

SLEEP 60

END
```

Şekil 17.27 *Döngü miktarını ölçen program*

Tablo 17.2 *Döngü miktarı*

Döngü miktarı	Açı (°)
1	10
2	30
3	55
13	90
16	115
20	125
26	140
30	165
34	180

Birçok uygulamalarda sağa veya sola dönerken 90° açı gerekmektedir. Bunun için de döngü miktarı 13 olarak bulunmuştur. Robotumuzu 90° sağa veya 90° sola döndürmek için aşağıdaki alt-programları kullanabiliriz. Programlamanın kolay olması için aşağıdaki alt-programlar “ROBOT.BAS” dosyamıza yazılmışlardır.

90° Sağa Dönmek İçin

```
SAGA_DON:
    FOR m = 1 TO 13
        PULSOUT PORTB.0, 170
        PULSOUT PORTB.1, 170
        PAUSE 20
    NEXT m
```

RETURN

90° Sola Dönmek İçin

SOLA_DON:

```
FOR m = 1 TO 13
    PULSOUT PORTB.0, 130
    PULSOUT PORTB.1, 130
    PAUSE 20
NEXT m
RETURN
```

Bir örnek aşağıda verilmiştir.

Robotumuzu şu şekilde hareket ettirmek için gerekli olan programı yazınız:

*100cm ileri git
5 saniye bekle
90° sağa dön
20cm ileri git
2 saniye bekle
90° sola dön
10cm ileri git
4 saniye bekle
Sürekli ileri git*

İstenilen program Şekil 17.28’de gösterilmiştir. Bu programda “ROBOT.BAS” dosyası kullanılmış ve robot hareketleri alt-program kullanılarak yapılmıştır.

‘

‘ ROBOTU HAREKET ETTİREN PROGRAM

‘

‘

‘ Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL

‘ servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.

‘ Programda alt-programlar kullanılarak robot hareket

‘ etmektedir. Program robotu şu şekilde hareket ettirmektedir:

‘


```
' 100cm ileri git
' 5 saniye bekle
' 90 derece sağa don
' 20cm ileri git
' 2 saniye bekle
' 90derece sola don
' 10cm ileri git
' 4 saniye bekle
' Sürekli ileri git
'
```

```
' Tarih: Ağustos 2005
' Dosya: HAREKET7.BAS
'
```

```
*****
```

```
INCLUDE "ROBOT.BAS"
```

```
TRISB = 0
```

```
' 100cm ileri git ve 5 saniye bekle
'
```

```
    L = 100
    GOSUB ILERI_UZAKLIK
    PAUSE 5000
```

```
' 90 derece saga don
'
```

```
    GOSUB SAGA_DON
```

```
' 20cm ileri git ve 2 saniye bekle
'
```

```
    L = 20
    GOSUB ILERI_UZAKLIK
    PAUSE 2000
```

```
' 90 derece sola don
'
```

```
    GOSUB SOLA_DON
```

```
' 10cm ileri git ve 4 saniye bekle
'
```

```
    L = 10
```

```
GOSUB ILERI_UZAKLIK
PAUSE 4000
```

```
'
'surekli ileri git
'
```

```
GOSUB SUREKLI_ILERI
```

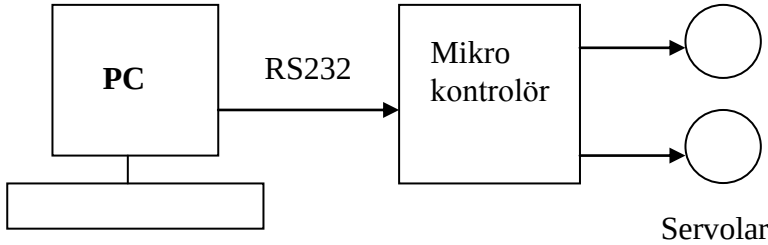
```
END
```

Şekil 17.28 *Kompleks robot hareketi*

Proje 8 – Komutları PC den Alan Robot

Bu projede robotumuz hareket komutlarını PC den alıp EEPROM belleğinde saklamaktadır.

Projenin blok şeması Şekil 17.29’da gösterilmiştir. Robotumuz seri bir kablo ile bir PC ye bağlanmıştır. Kullanıcı PC üzerinde çalışan ve Visual Basic dilinde yazılmış bir program yardımıyla robotumuza komut göndermektedir. Robotumuz bu komutları EEPROM belleğinde saklamaktadır. Daha sonra robot istenilen hareketleri yapmaktadır.



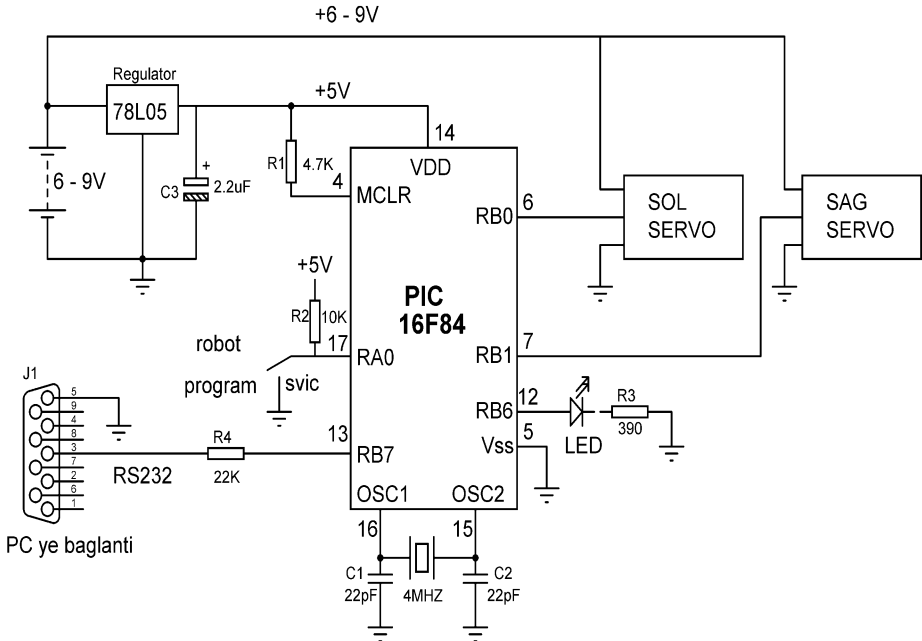
Şekil 17.29 *Projenin blok şeması*

Mikrokontrolöre programın çalışma modunu belirlemek için bir sviç bağlanmıştır. Normal olarak mikrokontrolör **robot** modunda olup robotu EEPROM da olan komutlara göre hareket ettirmektedir. Sviç **program** modunda olduğunda mikrokontrolör PC den komut alır ve bu komutları kendi EEPROM belleğinde saklar. PC den komut alındığını belirtmek için son komut okunduktan sonra RB6 bacağına bağlanmış olan LED yanmaktadır.

Robot Devreleri

Projenin elektronik şeması Şekil 17.30da gösterilmiştir. Sol tekerleği kontrol eden servo RB0 bacağına ve sağ tekerleği kontrol eden servo ise RB1 bacağına bağlanmıştır. Robot/program modunu belirten sviç RA0 bacağına bağlanmıştır. Normal olarak sviç lojik 1 (robot modu) olup basılınca lojik 0 (program modu) olmaktadır. PC ve mikrokontrolör birbirlerine RS232 seri kablosu ile bağlanmıştır. Normal olarak iki yönlü bir seri iletişimde 3 kablo bağlantısına ihtiyaç vardır: 9 bacaklı soket kullanıldığında, 2 nolu bacak TX bacağı, 3 nolu bacak RX bacağı ve 5 nolu (25 bacaklı soketlerde 7 nolu bacak) bacak ise toprak olup sadece bu bağlantıları yapmak yeterli olmaktadır.

RS232 seri iletişimde gerilim seviyeleri $\pm 12V$ olup mikrokontrolöre bağlamak için MAX232 veya benzeri seviye dönüştürücü entegre devreleri kullanılmaktadır. Bu projede mikrokontrolör sadece veri aldığı için (tek yönlü iletişim) ve PIC mikrokontrolörlerin giriş devreleri uygun olduğundan dolayı RS232 kablusunun 2 nolu bacağı (PC den veri çıkışı) bir dirençle mikrokontrolöre bağlamamız mümkündür. Projede RB7 bacağı PC den seri veri almak için kullanılmıştır. Seri iletişimde 2400 Baud, 8 veri biti, 1 stop biti kullanılmış ve pariti biti kullanılmamıştır.



Şekil 17.30 Projenin devresi

Bu projede iki tane yazılım vardır: Mikrokontrolör yazılımı, ve PC yazılımı. Her iki yazılımın da listeleri ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Mikrokontrolör yazılımı

Mikrokontrolör yazılımı Şekil 17.31'de verilmiştir. Mikrokontrolör program modunda olduğunda (RA0 bacağı lojik 1) PC den komut gelmesi beklenir ve gelen komutlar EEPROM belleğinde yazılır.

Mikrokontrolör robot modunda olduğunda programın çalışması Şekil 5.16 da verilen programın aynisidir. Mikrokontrolör EEPROM dan komutları okur ve bu komutlara uygun olarak robotu arzu edildiği gibi hareket ettirir. PIC Basic Pro kullanırken RS232 seri veri almak için SERIN, SERIN2, ve HSERIN komutları kullanılabilir. Bu projede en basit olan SERIN komutu kullanılmıştır. Seri iletişim parametreleri MODEDEFS isimli bir dosyada oldukları için bu dosyanın programın başında INCLUDE komutu ile belirtilmesi gerekmektedir. 2400 baud ile çalışmak için SERIN komutunda "N2400" komutu kullanılmalıdır. PC den gelen komutlar **pc** değişkeni tarafından okunup WRITE komutu kullanılarak EEPROM bellekte saklanmaktadır. EEPROM a veri yazdıktan sonra EEPROM adresi bir olarak artırılmaktadır. Programda WHILE..WEND döngüsü kullanılmış ve bu döngü son karakter olan "*" karakteri okununcaya kadar devam etmektedir. PC den komut alındığını belirtmek için son komut alındıktan sonra RB6 bacağına bağlanmış olan LED yakılmaktadır.

Mikrokontrolörün modu değiştirildiğinde devrenin RESET yapılması, veya güç kaynağının kapanıp yeniden açılması gerekmektedir.

```
*****
'
'   PC DEN KOMUT ALARAK ROBOTU HAREKET ETTIREN
'   PROGRAM
'
'
' Bu programda mikrokontrolörün RB0 port bacağına SOL
' servo, RB1 port bacağına ise SAG servo bağlanmıştır.
' Mikrokontrolör PC den RS232 seri iletişim yoluyla komut alıp
' bu komutları EEPROM belleğinde saklar. Daha sonra
' EEPROM bellekteki komutları okuyup robotu istenildiği
' şekilde kontrol eder. RA0 bacağına bağlanmış olan bir
' svic mikrokontrolörün çalışma modunu seçer. RA0=1
' olduğunda mikrokontrolör robot modunda çalışır. RA0=0
```

' oldugunda mikrokontrolor program modunda olup PC den
' gelen komutlari okur ve EEPROM belleğinde saklar.
'

' Seri iletisim icin mikrokontrolorun RB7 bacağı kullanilmistir.
' seri iletisimde 2400 baud, 8 bit, 1 stop bit kullanilmis ve
' pariti biti kullanilmamistir.
'
'

' Tarih: Agustos 2005

' Dosya: PC.BAS
'

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

INCLUDE "ROBOT.BAS"

komut var byte
adresi var byte
sayi var byte
bekle var word
pc var byte

TRISB = \$80
TRISA = 1

' RB7 = giris, digerleri cikis
' RA0 = giris

adresi = 0
pc = 0
PORTB.6 = 0

' Baslangicta LED i sondur

' Program modunda ise PC den komut oku ve EEPROM
' bellekte sakla
'

IF PORTA.0 = 0 THEN

WHILE pc <> "*"

SERIN PORTB.7, N2400, pc

WRITE adresi, pc

adresi = adresi + 1

WEND

PORTB.6 = 1

bekle: GOTO bekle

'LEDi yak

ENDIF

'

```
' Program modunda olmadigina gore robot modunda olmasi  
' gerekmektedir. EEPROM bellekteki komutlari oku ve robotu  
' istenildigi gibi hareket ettir  
'
```

 READ adresi, komut

tekrar:

```
    SELECT CASE komut  
        CASE "I"  
            adresi = adresi + 1  
            READ adresi, sayi  
            L = sayi  
            GOSUB ILERI_UZAKLIK  
        CASE "G"  
            adresi = adresi + 1  
            READ adresi, sayi  
            L = sayi  
            GOSUB GERI_UZAKLIK  
        CASE "S"  
            GOSUB SAGA_DON  
        CASE "s"  
            GOSUB SOLA_DON  
        CASE "B"  
            adresi = adresi + 1  
            READ adresi, sayi  
            bekle = 1000*sayi  
            PAUSE bekle  
        CASE "P"  
            GOSUB SUREKLI_ILERI  
        CASE "Q"  
            GOSUB SUREKLI_GERI  
        CASE "D"  
            dur1: GOTO dur1  
    END SELECT
```

 adresi = adresi + 1

 READ adresi, komut

 IF komut <> "*" THEN tekrar

dur2: Goto dur2

END

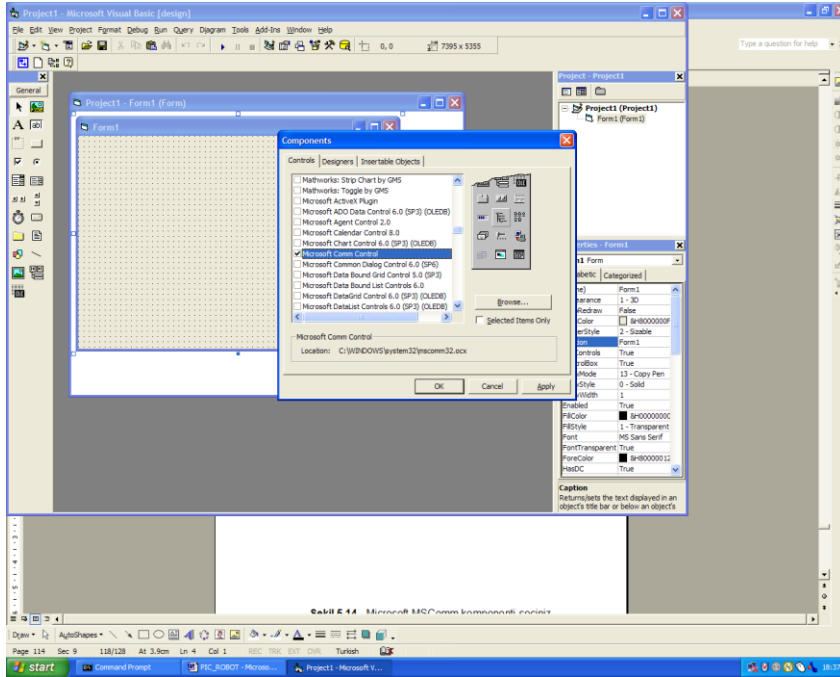
Şekil 17.31 Mikrokontrolör yazılımı

PC yazılımı

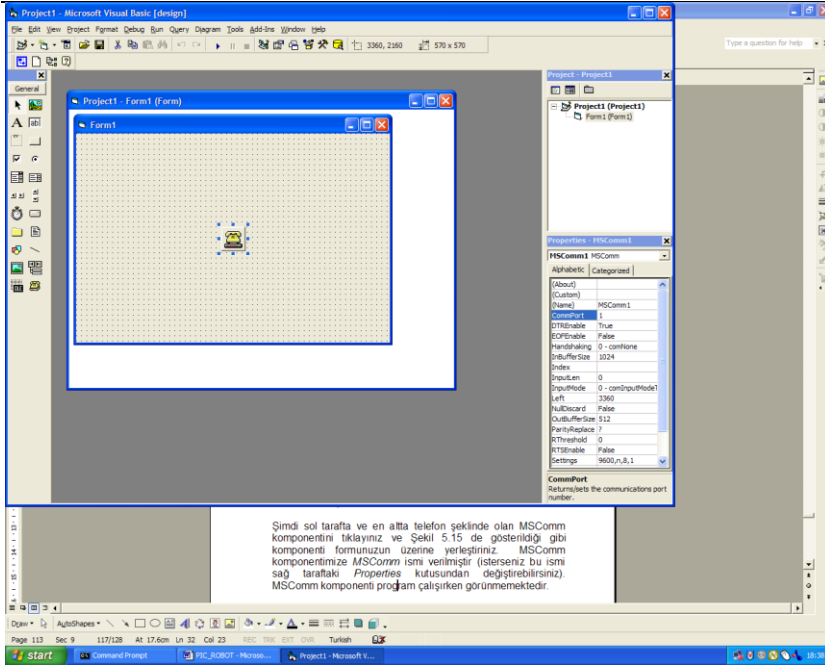
PC yazılımı için Visual Basic dilini kullanacağız ve PC nin seri portundan komutları göndereceğiz.

Visual Basic ile seri portu kullanmak için *Microsoft Comm Control* komponenti kullanmamız gerekmektedir. İlk olarak Visual Basic programınızı çalıştırınız. Daha sonra üst taraftaki menüden *Project -> Components -> Microsoft Comm Control* seçerek bu komponentin sol taraftaki kutuyu tıklayınız (Şekil 17.32'ye bakınız).

Şimdi sol tarafta ve en altta telefon şeklinde olan MSComm komponentini tıklayınız ve Şekil 17.33'de gösterildiği gibi komponenti formunuzun üzerine yerleştiriniz. MSComm komponentimize *Comm* ismi verilmiştir (isterseniz bu ismi sağ taraftaki *Properties* kutusundan değiştirebilirsiniz). MSComm komponenti program çalışırken görünmemektedir.



Şekil 17.32 Microsoft MSComm komponenti seçiniz



Şekil 17.33 *MSComm komponenti formun üstünde*

PC lerde genellikle COM1 (9 bacaklı) ve COM2 (25 bacaklı) isimli iki tane seri port bulunmaktadır. Seri portumuzu çalıştırmadan önce bu portun özelliklerini tanımlamamız gerekmektedir. Bu işlem genellikle forum yüklendiği zaman yapılmaktadır. Bunu için, formunuzun herhangi bir yerine faremenizle çift tıklayınız ve *Form_Load* alt-programı içerisine şu komutu yazınız:

Comm.Settings = "2400,N,8,1"

Yukarıdaki komut seri portumuzu 2400 Baud hızında, paritisiz (N), 8 veri biti, ve 1 stop biti olarak tanımlamaktadır. Eğer tek pariti kullanmak isterseniz N harfini O harfine, ve eğer çift pariti kullanmak isterseniz N harfini E harfine değiştirmeniz gerekecektir. Seri portumuzun özelliklerini tanımladıktan sonra seri portumuzun numarasını belirtmemiz gerekmektedir. Burada COM1 kullanıldığı kabul edilmiş ve şu komut yazılmıştır:

Comm.CommPort = 1

Seri portumuzu hazırlarken son vereceğimiz komut ise portu aktif yapmaktır. Bunun için de şu komutu kullanınız:

Şimdi, robotumuza komut göndermek için forumumuzu hazırlayalım. Şekil 17.34’de formumuz gösterilmiştir. Burada, başlıktan sonra kullanabileceğimiz komutlar özetlenmiştir. Daha sonra form üzerine, komutları gireceğimiz ve *txtkomut* diye adlandırılan bir *textbox* konmuştur. Kullanıcı robotumuza gönderilecek komutları girdikten sonra GONDER tusunu tıklamaktadır. Daha sonra göreceğimiz gibi bu tuş tıklanınca komutlar seri porta gönderilir. Programdan çıkmak için EXIT tuşunu tıklamamız gerekmektedir. Bu tuş seri portu pasif yapar ve programdan çıkar.



Şekil 17.34 *Formun görünüşü*

Şimdi alt-programların yazılımına bakalım. Visual Basic yazılımının listesi Şekil17.35 de verilmiştir. GONDER tuşunu tıklayınca **Sub Command1_Click** alt-programı çalışmaktadır. Bu alt program *txtkomut* kutusuna yazılan komutu alır ve ilk olarak komut sonunda "*" karakterinin olup olmadığını kontrol eder. Eğer yoksa hata mesajı verir. Daha sonra komutlar virgüllerden ayrılır ve **komutlar** isimli bir diziye kopyalanırlar. Burada **k** değişkeni komut sayısını vermektedir. Komutlar **buffer** isimli bir dizinde toplanıp **Comm.output** komutu ile seri porta gönderilir. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, mikrokontrolörün EEPROM belleğinde herhangi bir veri saklarken 10ms kadar bir gecikme olmaktadır. Bundan dolayı komutlar mikrokontrolöre gönderilirken her komut arasına **Sleep** komutu ile 30ms bir gecikme konmuştur. Bu şekilde EEPROM belleğe yazmak garanti edilmiş olur. Programın sonunda, mikrokontrolöre gönderilmiş olan komutlar **msgbox** ile kullanıcı ekranında gösterilmektedir.

Private Sub Command1_Click()

' Bu alt-program GONDER butonu tiklanınca calisir

Dim komutlar(50) As Variant

Dim out As String

Dim buffer As String

s = txtkomut

If InStr(1, s, "*") = 0 Then

MsgBox "Komut sonunda * karekteri bulunmadi"

Exit Sub

End If

i = 1

k = 0

While Mid\$(s, i, 1) <> "*"

If Mid\$(s, i, 1) <> " " Then

j = InStr(i, s, ",")

k = k + 1

komutlar(k) = Mid\$(s, i, j - i)

i = j + 1

Else

i = i + 1

End If

Wend

k = k + 1

komutlar(k) = "*"

gonderilen = ""

For i = 1 To k

 gonderilen = gonderilen & " " & komutlar(i)

Next i

,

' Komutlari gonder

,

For i = 1 To k

 If (komutlar(i) >= "0" And komutlar(i) <= "9") Then

 buffer = buffer & Chr\$(komutlar(i))

 Else

 buffer = buffer & komutlar(i)

 End If

Next i

For i = 1 To Len(buffer)

 out = Mid\$(buffer, i, 1)

 Comm.Output = out

 Sleep 30

Next i

MsgBox "Gonderilen komutlar: " & gonderilen

End Sub

Private Sub Command2_Click()

,

' Bu alt-program EXIT butonu tiklaninca calisir

,

Comm.PortOpen = False

End

End Sub

Private Sub Form_Load()

```
'  
' Bu alt-program forum yuklenince calisir  
'  
'  
' COM1 portu su ozelliklerde kullanilmistir:  
'  
'      2400 Baud, 8 data, paritisiz  
'  
Comm.CommPort = 2  
Comm.Settings = "2400,n,8,1"  
Comm.Handshaking = comNone  
Comm.PortOpen = True  
End Sub
```

Şekil 17.35 *Visual Basic yazılımı*

Projenin Çalıştırılması:

Projeyi çalıştırmak için ilk olarak mikrokontrolör devresini kurunuz, servolara, svıce, ve seri kabloya bağlayınız. Svici **program** moduna koyunuz (lojik 0) ve mikrokontrolörü güç kaynağına bağlayınız. Seri kablonun diğer ucunu PC nizin COM1 seri portuna takınız. Visual Basic programını çalıştırınız. Ekranınıza Şekil 17.36 da gösterilen form çıkacaktır. Şekil 17.37 de gösterildiği gibi örnek olarak şu komutları yazınız ve GONDER tuşunu tıklayınız:

I, 50, B, 4, G, 50, D, *

Komutlar mikrokontrolöre gönderilecek ve LED yanacaktır. Şimdi svici **robot** moduna koyunuz ve güç kaynağını kapatıp tekrar açınız. Robotunuz şu hareketi yapacaktır:

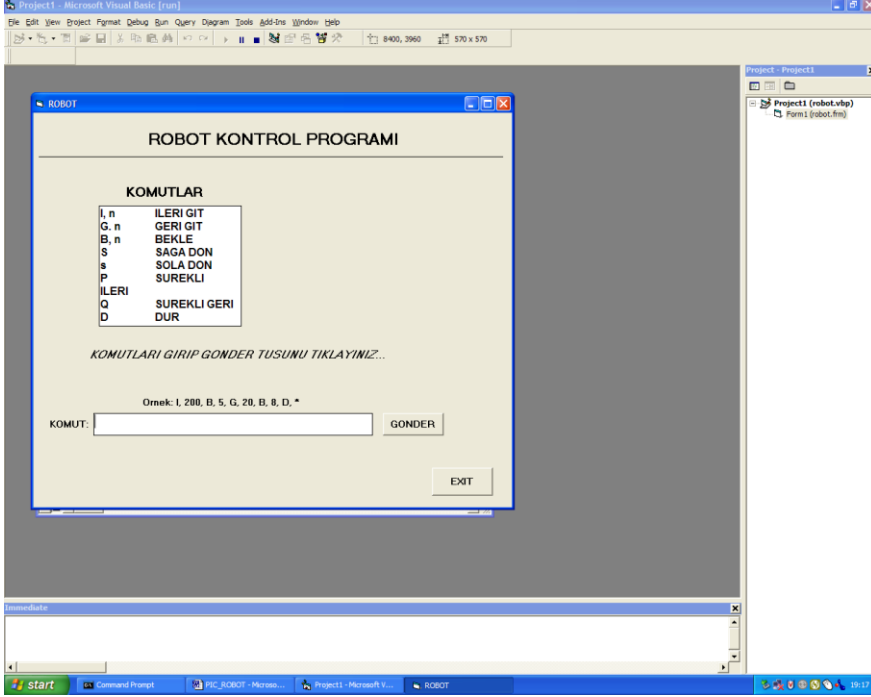
50cm ileri git
4 saniye bekle
50cm geriye git
Dur

Eğer robotunuz istenildiği gibi hareket etmiyorsa aşağıdakileri kontrol edip tekrar deneyiniz:

- Mikrokontrolör yazılımını kontrol ediniz

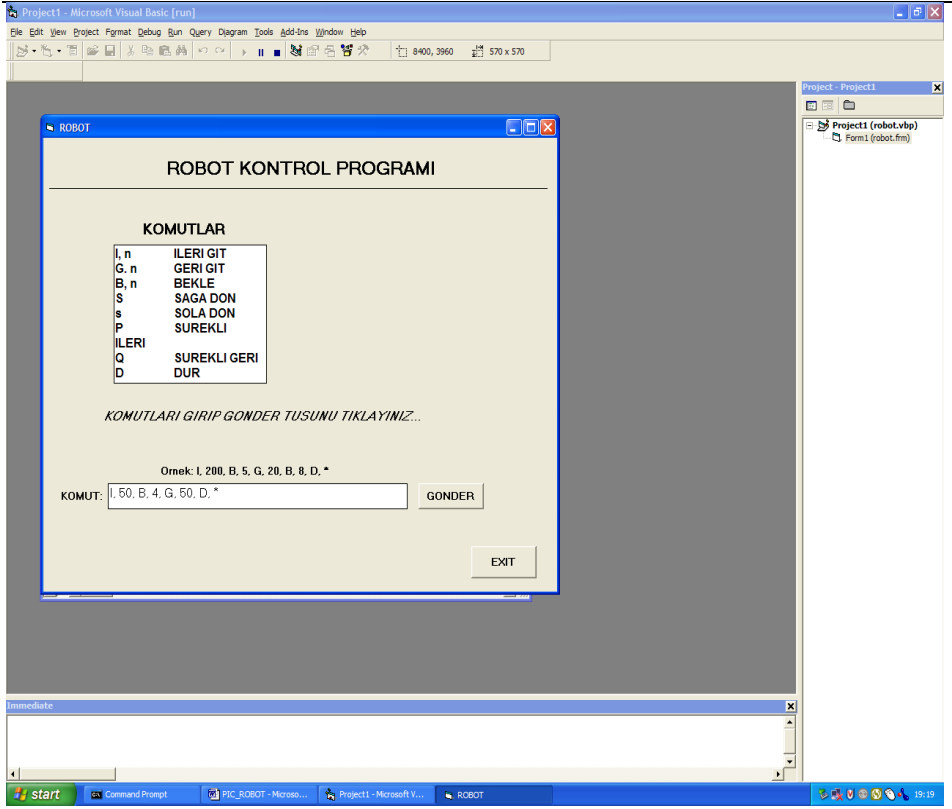
Robot Devreleri

- Seri kablo bağlantılarını kontrol ediniz
- Mikrokontrolör devresini kontrol ediniz
- Visual Basic yazılımını kontrol ediniz
- COM1 seri port bağlantısını kontrol ediniz



Şekil 17.36 Visual Basic çalışma formu

Robot Devreleri



Şekil 17.37 Örnek komutların girişi

Mikrokontrolör yazılımının HEX listesi aşağıda verilmiştir:

```
:10000000DC28A2004A200C080D040319D728D120AF
:1000100084132208800664000D280E288C0A031918
:100020008D0F0B288006D72864002420031814287D
:100030002F2008308F00302024208E0C1F288F0B9B
:100040001B2830200E08080024088400220884178A
:1000500080048413000521192206FF3E08002117A1
:10006000210D06398C003E208D008C0A3E20211F78
:100070006E2821138C00023085206E2800308A0003
:100080000C088207013475340334153400343C34D1
:100090000C34D934FF3A84178005D7288900831699
:1000A000081483120808D7288800831608155530CD
:1000B0008900AA308900881488185C280811D7287C
:1000C0008F018E00FF308E07031C8F07031CD7287B
:1000D00003308D00DF306E2062288D01E83E8C00F9
:1000E0008D09FC30031C77288C07031874288C07B3
:1000F00064008D0F74280C187D288C1C812800004A
:100100008128080003108D0C8C0CFF3E03188228F8
:100110000C08D7288E0001308F288E0005309400FF
:100120000F080D02031D96280E080C020430031858
```

Robot Devreleri

:100130000130031902301405031DFF30D728910147
:1001400090011103092000D0D900D910D0E0890024F
:100150000F08031C0F0F91020318B5280E08900713
:100160000F0803180F0F910703108C0D8D0D920BC4
:10017000A3280C08D728103094008D018C01930C13
:10018000920C031CC9280E088C070F0803180F0FC8
:100190008D078D0C8C0C910C900C940BBF281008C3
:1001A000D7288C098D098C0A03198D0A080083133E
:1001B0000313831264000800252A0130AC00AD014E
:1001C000E8309200033093002E088E002F088F0035
:1001D000BB209E0011089F001E088C001F088D0088
:1001E00017308E008F019F209E000D089F002C0865
:1001F0008C002D088D001F088F001E088A20031D0B
:100200001529AA308C008D010630840001300120B0
:1002100082308C008D0106308400023001201430C1
:100220006020AC0A0319AD0FE02808000130AC00D3
:10023000AD01E8309200033093002E088E002F08A5
:100240008F00BB209E0011089F001E088C001F0815
:100250008D0017308E008F019F209E000D089F009B
:100260002C088C002D088D001F088F001E088A2086
:10027000031D4E2982308C008D0106308400013030
:100280000120AA308C008D0106308400023001204C
:1002900014306020AC0A0319AD0F192908002C088E
:1002A0008C002D088D002D088F002C088D20031D3B
:1002B0006829AA308C008D010630840001300120AD
:1002C00082308C008D0106308400023001204F29DD
:1002D0002C088C002D088D002D088F002C088D20F7
:1002E000031D812982308C008D010630840001308D
:1002F0000120AA308C008D010630840002300120DC
:100300006829CF309200930128088E0029088F00B9
:10031000BB20AA001108AB002A088C002B088D0016
:1003200064308E008F019F20AA000D08AB000130C1
:10033000AC00AD012C088C002D088D002B088F001F
:100340002A088A20031DB829AA308C008D010630A6
:1003500084000130012082308C008D010630840041
:100360000230012014306020AC0A0319AD0F9A2925
:100370000800CF309200930128088E0029088F00D2
:10038000BB20AA001108AB002A088C002B088D00A6
:1003900064308E008F019F20AA000D08AB00013051
:1003A000AC00AD012C088C002D088D002B088F00AF
:1003B0002A088A20031DF02982308C008D01063026
:1003C000840001300120AA308C008D0106308400A9
:1003D0000230012014306020AC0A0319AD0FD2297D
:1003E00008000130B20064000E30320203180A2AFD
:1003F000AA308C008D010630840001300120AA3023
:100400008C008D0106308400023001201430602001
:10041000B20FF32908000130B20064000E3032023E
:100420000318242A82308C008D01063084000130AC
:10043000012082308C008D010630840002300120C2
:1004400014306020B20F0D2A080083168030860019
:10045000013085008312B001B30106136400051852

Robot Devreleri

:10046000472A640033082A3C0319442A0630A400B2
:100470008030A2000430A1001420B30030088900AD
:1004800033085420B00A312A06176400452A300880
:100490004E20B10064003108493C031D582AB00ABF
:1004A00030084E20B4003408A800A9018121A22AF6
:1004B00064003108473C031D662AB00A30084E200C
:1004C000B4003408A800A901B921A22A64003108A7
:1004D000533C031D6D2AF121A22A64003108733CAC
:1004E000031D742A0B22A22A64003108423C031D1A
:1004F0008D2AB00A30084E20B400E8309200033054
:10050000930034088E008F01BB20A6001108A700BD
:1005100027088F0026086120A22A64003108503C79
:10052000031D942A4F21A22A64003108513C031D67
:100530009B2A6821A22A64003108443C031DA22A98
:100540006400A02AB00A30084E20B10064003108CF
:0E0550002A3C031D4A2A6400AB2A6300AD2A30
:02400E00F53F7C
:00000001FF

18 İş Güvenliği

18.1 Emniyetin Önemi

Robotlar ile olan deneylerinizin sizden Asimov'un "Robotik Yasaları"nı gözlemlemenizi talep edeceklerini bekleyemezsiniz. Fakat, aslında bu projelerin basitliği, sıradan parçaların kullanımı ve tasarımcının nispeten deneyimsizliği bir kazanın olma olasılığını artırır. Evet, basit robotunuz, mekatronik kolunuz veya başka bir aygıt size veya çevrenize zarar verebilir.

Tablo 18.1 Isaac Asimov'un Robotik Yasaları (1950)

- 1) bir robot bir insana zarar veremez ya da bir insanın zarar görmesine seyirci kalamaz.
- 2) bir robot 1. kuralla çalışmadığı sürece bir insanın emirlerine uymak zorundadır.
- 3) bir robot 1. ve 2. kuralla çalışmadığı sürece kendinin zarar görmesine izin veremez.

Basit terimlerle açıklanacak olursa, siz kazalardan muaf değilsiniz, bir dışıye bir parmağınızı kaptırabilir, bir kavrayıcı tarafından kesilebilir veya projelerinizden birinde bir yüksek voltaja dokunduğunuz zaman bir elektrik şoku alabilirsiniz.

Buna rağmen, bu notlar, profesyonel robot tasarımcısı için planlanmamıştır ve bunun için, neredeyse ölümcül bir kazaya neden olacak çok yüksek güç devrelerini dışarıda tutmuştur; ama yine de bazı temel emniyet kurallarını izlemek önemlidir. Burada açıklanan küçük robotlar ve mekatronik aygıtlar, insanlar arasında hareket edebilirler ve onlara temas edebilirler. Eğer bu aygıtların denetimlerini kaybederseniz zarar verebilirler. Bu alanda çalışırken, bir robotun bir çocuğun üzerine devrilmesi veya deneysel bir asansörün dikkatsiz bir operatör tarafından bir parmağı sıkıştırması gibi tehlikeleri önlemek için dikkatli olmalısınız.

Deneysel robotlarla çalışırken kazalar için olasılıklar olduğundan ve bu kitap projelerde açılmak isteyebilecek olan sizler için sadece bir tanıştırma sağladığından, emniyet hakkında kısa bir bölümün de kapsanması uygun olur.

18.2 Deneysel ve Endüstriyel Robotlar

Robotik alanındaki emniyet, endüstriyel robotların önemliliği ve adetlerindeki artışlarından dolayı daha fazla önem kazanmıştır. Aynı zamanda, bakım personeli ve diğer çalışanları da kapsayarak kaza adetlerinde bir yükseliş olmuştur. Birçok gelişmiş batı ülkesinde otomatik olarak kullanılan robotik çalışmalar dolayısıyla, çalışanlara, çevreye verilebilecek zararların önlenmesi için enstitüler, kurumlar kurulmuş ve bu kurumlar aracılığı ile güvenlik modellemeleri yapılmaktadır. Mesela İngiltere’de (NIOSH Çalışanlar için Ulusal Emniyet ve Sağlık Enstitüsü, www.cdc.gov/niosh/homepage.html) robotik çalışma istasyonları için güvenli bakım kılavuzu çıkartılmıştır.* Buna karşın, bu doküman öncelikle endüstriyel robot yerleşimlerinde bakım yapan insanlara yöneliktir, temel prosedürler sayfalarında verilmiştir ve mekatronik aygıtlar ve robotlarla çalışan herkes için geçerlidir.

Bizim için çoğu ev yapımı olan sıradan parçalar kullanarak yapabildiğimiz deneysel robotlar ve endüstriyel robotlar arasında temel farklılıklar olduğunu aklımızda tutmaya ihtiyacımız var. Endüstriyel uygulamalarda kullanılan robotlar çok karışık aygıtlardır ve çoğu bir üretim hattında araba parçalarına kaynak yapan, parçaları taşıyan, alıp yerleştirme işlemleri yapan, iş parçalarının yönlendirilmeleri gibi belirli bir işi gerçekleştirmek için tasarlanmışlardır. Bu makinelere kısaca bakıp ve bunları küçük deneysel robotlarla kıyaslayınca farklılıkların aşikar olduğu üç nokta buluyoruz.

- Güç seviyesi
- Karışıklık derecesi
- Çalışma ortamı

Güç. Endüstriyel robotlar güçlü birimlerdir ve birçok durumda ağır metal parçalarını veya diğer malzemeleri kaldırarak ve belirli bir pozisyona bunları yerleştirerek başa çıkabilirler. Bu makineler daha tehlikelidir; çünkü, denetim dışı çalışırlarsa ciddi yaralanmalara veya ölüme neden olabilecek kadar güçlüdürler. Darbe, delme, sıkıştırma, kesme gibi bir insanı parçalara ayırabilecek denli güçleri, keskin parçaları vardır ve dolayısıyla insanları yaralayabilirler.

Küçük bir deneysel robot, muhtemelen sizi bir duvara iteleyemez veya sadece kolunu hareket ettirerek hassas yerlerinizi sıkıştıramaz, fakat yine de zarar verebilir. Deneysel robotta olan düşük güç, neden olabileceği

ciddi yaralanmayı genelde sınırlar, fakat aygıtın çalışan dişlilerine yakalanmış bir parmağı kaybetme olasılığını da göz ardı edemezsiniz.

Karışıklık. Proje karışıklığının derecesi emniyet hakkında bir tartışmada iyice düşünülmelidir. Bir devrenin karışıklığı arttıkça (gerçekleştirdiği fonksiyon adedi dahil), planlanmayan bir hareketin veya önceden tahmin edilmeyen bir karışıklığın olma olasılığında da bir artış olur.

Bunlarla çalışan kişileri tehlikeye sokmayı önlemek için endüstriyel robotlarda ve belirli bakım personeline birçok önlem alınmıştır. Bu birimlere, denetim dışı kaldığı zaman gücü kesen acil anahtarlar yerleştirilmiştir. İlave olarak, tehlikeli bir bölgede bulunan bir insan varlığını belirleyen, makineyi kapatan, aksi durumdaki riskli durumu engelleyen sensörler yerleştirilir. Deneysel robotlar ile çalışırken tehlike pek önemli değildir, fakat biz yine de, eğer makine denetim dışı çalışırsa veya beklenmeyen bir çalışma durumuna geçerse, kazaları önlemek için önlemler almalıyız.

Ortam. Endüstriyel robotlar sadece yetkili ve eğitimli personelin kullandığı çok özel makinelerdir. Bu insanlar tehlikeli yerlerde çalışmak için eğitilirler ve bir acil durumda ne yapacaklarını bilirler.

Fakat genelde, deneysel robotlar ve mekatronik aygıtlar acil durumlarla başa çıkacak eğitimli kişiler tarafından çalıştırılmazlar. Aslında, birçok durumda, bu aygıtlar odada çocuklarla veya evde, ofiste öğrenciler gibi vasat insanlar arasında çalıştırılır. Ölümcül zarar potansiyeli endüstriyel robotlardan daha az olsa bile, rastlantısal ortam, kazaların önlenmesinde emniyet önlemlerini tamamlamak için çabamızı katlamayı önemli yapıyor.

18.3 Emniyet Kuralları

Bir robotun veya mekatronik aygıtın neden olduğu kazalar aşağıda tartışıldığı gibi üç ana kaynağa yöneliktir.

Mekanik. Bir robotun veya mekatronik aygıtın mekanik parçalarını içeren kazalara genellikle dişliler, çarklar, kavramalar ve insan vücudunu kesebilen, kapabilen veya ezebilen parçalar neden olur.

Böyle kazaları önlemek için, bazı temel kurallar tavsiye edilir.

1. Vücudunuzun herhangi bir bölümüyle teması engellemek için potansiyel riskli tehlikeli parçayı muhafazalayın: Dişliler, çarklar, zincirler ve diğer parçalar örtülü olmalıdır. Eğer bu parçaların görünmesini isterseniz, muhafaza olarak şeffaf plastik, akrilik, veya başka malzemeler kullanabilirsiniz.

2. Bir kaza yaratabilecek bir robotun anormal çalışmasını belirlemek için sensör kullanımını planlayın. Örneğin, durmuş olan bir dişli veya çark bir motorda veya başka bir cihazda amperi yükseltebilir. Akım çıkmasının algılanması bize mekanizma tarafından bir şeyin yakalandığının ikazını verir. Şekil 4.25 (4.Bölüm), bir motorun aşırı yüklenme ile çalıştığını belirlemek için bir akım sensörünün nasıl ilave edildiğini gösteriyor.
3. Projenizin, insanları kesebilecek veya yaralayabilecek keskin nokta ve kenarlar gibi tehlikeli parçaları içermediğinden emin olun.
4. Aygıtınızın çalışacağı ortamı dikkatli çalışın. Hareketli parçalar tarafından tutulabilen nesnelere yaklaşması için mekanizmaya izin vermeyin, kazalara neden olabilecek tüm nesneleri kaldırın. Eğer mümkünse, etkileşimli olmak için programlandıklarının dışında odada bir şey olmadan aygıtı çalıştırın.

Elektronik. Elektronik devreler, aygıtın içine yerleştirildiklerinden ve genelde düşük-güç (düşük voltaj) kaynaklarından güç aldıklarından tehlikeli değildir. Yine de, bazı emniyet önlemleri dikkate alınmalıdır. Aşağıdakiler, operatörleri şoktan ve elektriksel, elektronik parça hataları nedenli diğer risklerden korumak için tavsiye edilen bazı emniyet kurallarıdır.

1. Herhangi bir sorun halinde devreye sağlanan tüm gücü kapatan acil anahtarlar koyun. (bu önlem, mekanik parçaları içeren kazaları da önler)
2. Yüksek voltajın olduğu her bölgeyi koruma altına alın. Mümkün olduğu gibi, metalik parçaların ve metalik çevirmeli kullanımları yüksek voltaj devrelerinden koruyun.
3. Kısa devre sorunlarını önlemek için tüm hassas devreler içine sigortalar veya akım sınırlama devreleri koyun.
4. Özellikle eğer robot veya mekatronik aygıt çalışmasından tam olarak anlamayan kişiler tarafından (özellikle çocuklar) çalıştırılacaksa, kritik devreler için çift koruma kullanımını düşünün.
5. Eğer mekanizma birine zarar verebilecek savunma aygıtları veya devreleri çalıştırıyorsa sadece denetimli koşullar altında çalıştırıldığından emin olun ve herhangi bir acil durumda kapatmak için fazladan koruyucu aygıtlar yerleştirin.

Kimyasal. Robotun veya mekatronik aygıtın herhangi bir parçasındaki kimyasal maddelerin varlığı ilave riskler doğuracaktır. Batarya içindeki maddeler, kimyasal celler veya kurşun asit tarafından üretilen gazlar ve özel efektler üretmek için kullanılan materyaller (duman makineleri,

yangın söndürücüler vs.) eğer uygun kullanılmazlarsa kazalara neden olabilirler.

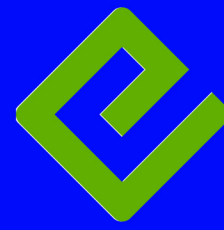
Kimyasal maddeli kazaları önlemenin temel kuralları şöyledir:

1. Robot veya mekatronik aygıt içinde üretilen herhangi bir gaz için güvenli bir boşaltma sağlayın.
2. Özel efektlerin yapımında kullanılan herhangi bir kimyasal maddenin yanlışlıkla ortaya çıkma veya gözlerle veya deri ile temas hali durumunda insanlara zararı olmayacağından emin olun.
3. Eğer robotunuzda herhangi bir yanıcı madde kullanılmışsa, çalışma ortamında bir yangın söndürücü bulundurun.
4. Havalandırmasız veya kapalı yerlerde kimyasal bazlı özel efekt kullanımını engelleyin.

Yapay Zeka. Yapay zekada kullanılan devreler ve yazılım, kazalara neden olabilen mekanik parçaları denetlediklerinde tehlikelidirler. Kötü bir “karar”dan dolayı eğer bir aygıt denetim dışı çalışırsa, yukarıda belirtilen herhangi bir soruna neden olabilir. Böyle kazalar, aynı kuralların uygulanması ile ve artı şununla engellenebilir: Kendinizden daha zeki bir makine tasarlamayın; denetimi kaybedebilirsiniz ☺

ROBOT DEVRELERİ

AYDIN BODUR



ePUB



e-kitap

EMO Yönetim Kurulu 42. Dönem'de(Kasım 2010) bir yayın portalı oluşturdu. Bu yayın portalı üzerinde,daha önce de sürdürmekte olduğumuz, basılı dergilerimizin İnternet sürümleri, basılı kitaplarımızın tanıtımları ve çevrim içi satın alma olanakları ile doğrudan İnternet üzerinden bilgisayarınıza indirebileceğiniz e-kitapları çok düşük bedellerle edinebilme olanağına sahip olacaksınız.

İnternet sitemiz üzerinden e-kitap dağıtım hizmetini, yakında hizmete girecek olan EMO Yayın Portalı'nın öncülü olan, sitemizin yayın bölümünde yer alan e-kitaplarla uzunca bir süredir veriyorduk. Yayınlarımızı izleyenler hatırlayacaktır, ilk e-kitabımız, EMO üyesi Arif Künar'ın "Neden Nükleer Santrallere Hayır" kitabının PDF baskısıydı. Hükümetin Akkuyu'da nükleer santral kurma inadı maalesef hala kırılamadı. Dört yıl önce baştığımız bu kitap hala güncel!....

EMO'nun İnternet sitesi üzerinden hizmete giren bu yeni sitemizde yeni e-kitaplarla hizmete açıldı. Sizlerde varsa yayınlamak istediğiniz kitaplarınızı, notlarınızı bize iletebilirsiniz. Bu yayınlar yayın komisiyonumuzun değerlendirmesinden sonra uygun bulunursa yayınlanacak ve eser sahibine EMO ücret tarifesine göre ücret ödenecektir. E-Kitaplar tarafımızdan yayımlandıkça üyelerimize ayrıca eposta ile iletilecektir.

Saygılarımızla

Elektrik Mühendisleri Odası
42. Dönem Yönetim Kurulu

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

İhlamur Sokak No:10 Kat:2 Kızılay/Ankara

Tel: (312) 425 32 72 Faks: (312) 417 38 18

<http://www.emo.org.tr> E-Posta: emo@emo.org.tr

EMO YAYIN NO: EK/2011/30

ISBN: 978-605-01-0249-9