



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

BİTİRME PROJESİ/ TEZİ

RF MULTİ KONTROL

Tez/Proje Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Hamid Torpi

07014608 Tuba Ergül

İstanbul, 2009

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL

LİSTESİ

iv

TABLO

LİSTESİ

v

KISALTMALAR

vi

TÜRKÇELEŞTİRİLMİŞ

TERİMLER

vii

ÖNSÖZ

viii

ÖZET

ix

ABSTRACT

x

1.GİRİŞ

1

2.

DONANIM

GEREKSİNİMLERİ

3

2.1

16x2

Likit

Kristal

Ekran

3

2.1.1

LCD'nin

Çalışma

Biçimi

5

	2.2	Mikrodenetleyici	
6			
	2.3	RF	Modül
6			
	2.4	Renk Sensörü ve Sensör	Kuvvetlendiricisi
7			
	2.4.1	MCS3BT Model Renk Sensörü	
7			
	2.4.2	MTI04CS/MTI04CQ Çok Kanallı Programlanabilir Kazanç	Kuvvetlendirici
		Transempedans	
9			
	2.5	LM35	Sıcaklık Sensörü
14			
	2.6	L293B	DC Motor Sürücüsü
14			
	2.7	LM7805	5V Gerilim Düzenleyici
15			
3.	RF		HABERLEŞME
17			
	3.1	RF	Haberleşme Hakkında
17			
		3.1.1	RF Ölçüm
19			
	3.1.2	RF Genel Yapısı ve RF Birimleri	

20

3.2 RF Modül: UFM-M12

21

3.3 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama

25

3.4 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama Demodülasyon

28

3.4.1 FM Detektör Tipi Demodülasyon

28

3.4.2 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama Filtre Tipi Demodülasyon

29

4. PIC 16F877 Mikrodenetleyici

30

4.1 Mikrodenetleyici Nedir?

30

4.2 PIC Nedir?

31

4.3 PIC 16F877 Mikrodenetleyici Özellikleri ve Yapısı

31

4.4 PIC 16F877'nin Port Yapısı ve Fonksiyonları

33

4.4.1 Port A

33

4.4.2 Port B

33					
			4.4.3	Port	C
33					
			4.4.4	Port	D
34					
			4.4.5	Port	E
34					
	4.5	PIC16F877'nin	Özel	Fonksiyonları	
34					
			4.5.1	USART	
34					
			4.5.2	Master Synchronous Serial Port	
35					
			4.5.3	Analog/Sayısal Dönüştürücü Birimi	
35					
	5.	DEVRE		TASARIMI	
36					
	5.1	Kontrol Ünitesi	(Verici	Kısım)	
36					
	5.2	Robot Kol-Palet Ünitesi	(Alıcı	Kısım)	
38					
	5.3	Robot Kol Alıcı-Verici	Simülasyonu		
40					
	5.4	Palet Alıcı-Verici	Simülasyonu		

40

5.5 Baskı Devre

41

6. YAZILIM TASARIMI

44

6.1 PIC Assembly Nedir?

44

6.1.1 PIC Assembly Kodları

44

6.2 PIC Basic Nedir?

45

6.2.1 PIC Basic Komutları

46

6.3 PIC Basic Programı Derleyicisi: CodeDesigner

46

6.4 PIC Programının Tasarımı

47

6.5 Program Algoritmaları

47

6.5.1 Robot Kol Verici Programının Algoritması

48

6.5.2 Robot Kol Alıcı Programının Algoritması

49

6.5.3 Palet Verici Programının Algoritması

.....
50

6.5.4 Palet Alıcı Programının Algoritması
.....

51

7. SONUÇ
.....

53

KAYNAKLAR
.....

54

EK A
.....

55

ÖZGEÇMİŞ
.....

78

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil	2.1	16X2	LCD	Ekran
.....				
3				
Şekil	2.2		LCD	girişleri
.....				
3				
Şekil	2.3	MCS3AT/BT	model	renk sensörü
.....				
8				
Şekil	2.4	MCS3AT/BT	bacak	konfigürasyonu
.....				
8				
Şekil	2.5	MCS3BT	karakteristik	eğrileri
.....				
9				
Şekil	2.6	Kuvvetlendirici	blok	diyagramı
.....				
10				
Şekil	2.7	MTI04CS	bacak	konfigürasyonu
.....				
10				

Şekil 2.8 MCS3AT/BT ile MTI04CS'nin bağlantı yapısı

13

Şekil 2.9 LM 35'in üstten ve yandan görünümü

14

Şekil 2.10 L293B blok diyagramı

15

Şekil 2.11 LM7805 tümdevresi

16

Şekil 3.2 RF haberleşme temel yapı

20

Şekil 3.3 RF verici

20

Şekil 3.4 RF alıcı

21

Şekil 3.5 UFM-M12 RF Modül

22

Şekil 3.6 Data formatı

23

Şekil 3.7 Modül-mikrodenetleyici bağlantı yapısı

24

Şekil 3.8 FSK modülasyon

26

Şekil 3.9 FSK parametreleri

27

Şekil	3.10	Senkron	ve	asenkron	sinyaller
.....					
	28				
Şekil	3.11	FM	detektör	tipi	FSK demodülatörü
.....					
	28				
Şekil	3.12	Uyumlu	filtre	FSK	demodülatörü
.....					
	29				
Şekil	4.1	PIC	16F877	bacak	bağlantı yapısı
.....					
	32				
Şekil	5.1	Verici	kısım	üstten	görünümü
.....					
	37				
Şekil	5.2	Genel		data	formatı
.....					
	39				
Şekil	5.3	Robot		kol	alıcı-verici
.....					
	40				
Şekil	5.4		Palet		alıcı-verici
.....					
	41				
Şekil	5.5	Verici	baskı	devre	şeması
.....					
	42				
Şekil	5.6	Alıcı	baskı	devre	şeması
.....					
	45				
Şekil	6.1	CodeDesigner		ekran	görüntüsü
.....					
	47				
Şekil	6.2	Robot	kol	verici	programı akış şeması
.....					
	48				

TABLO LİSTESİ

Tablo	2.1	LCD	giriş	açıklamaları
4				
Tablo	2.2	LCD	göstergesinin	komut tablosu
5				
Tablo	2.3	Kuvvetlendirici	bacak	yapısı
11				
Tablo	2.4	Transemperans	ayarlaması	
11				
Tablo	2.5	SW4	bacağının	girişleri
12				
Tablo	3.1	Frekans	spektrumu	
18				
Tablo	3.2	Mikrodalga	frekansları	harf bant dağılımı
19				
Tablo	3.3	RF	modülün	bacak özellikleri
22				
Tablo	4.1	PIC	16F877'nin	bacak açıklamaları
32				
Tablo	6.1	PIC	16F877'nin	assemblydeki komut seti
45				
Tablo	6.2	Pic	Basic	komut seti
46				

KISALTMALAR

CPU: Central Processing Unit

ERROM: Erasable Programmable Read Only Memory

A/D: Analog to Digital

FSK: Frequency Shift Keying

BASIC: Beginner's All purpose Symbolic Instruction Code

IC: Integrated Circuit

LCD: Liquid Crystal Display

PIC: Peripheral Interface Controller

RAM: Random Access Memory

ROM: Read Only Memory

RISC: Reduced Instruction Set Computer

RF: Radio Frequency

ISM: Industrial Scientific Medical

TÜRKÇELEŞTİRİLMİŞ TERİMLER

Entegre: Tümdevre

LCD: Likit Kristalli Ekran

Kontrast: Parlaklık

Modül: Birim

Pin: Bacak

Potansiyometre: Ayarlı Direnç

Regülatör: Düzenleyici

Sensör: Algılayıcı

Sinyal: İşaret

Voltaj: Gerilim

Dizayn: Tasarım

Binary: İkili

Hexadecimal: 16'lık Taban

Mark Frequency: İşaret Frekansı

Space Frequency: Boşluk Frekansı

AND: Lojik “VE”

OR: Lojik “VEYA”

Variable: Değer

ÖNSÖZ

Bu projenin yapımındaki rehberliği ile bana yol gösteren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hamit Torpi'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca projedeki teknik desteği ile yaptığı asistanlıktan ötürü Selim Dalkıran'a ve bu projeye maddi destek sağlayan Elektrik Mühendisleri Odası'na teşekkürlerimi sunarım. Son olarak, tüm eğitim hayatım boyunca desteklerini hiç esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

ÖZET

RF Multi Kontrol sistem bir kontrol birimi ve bu birim ile kablosuz olarak haberleşebilen paletli robot koldan oluşmuş bir robot sistemidir. Temelde alıcı ve verici olmak üzere iki ünite bulunmaktadır. Bu iki ünitenin kablosuz olarak haberleşmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Alıcı ünitesinde renk ve sıcaklık sensörleri bulunmaktadır.

Bu proje temel elektronik bilgisini, mikrodenetleyici ve yazılım bilgilerini gerektirmektedir. Bu projede yapılmak istenen uzun mesafe kontrolde insan gücüne ihtiyacın ve sistem üretim maliyetlerini azaltmaktır. Burada kontrolden kasıt, araca ve robot kola istenen hareketi yaptırmak ve ortamdan istenen bilgiyi elde etmektir.

Projedeki programlar Pic Basic ile yazılmıştır. Program derleyici olarak CodeDesigner kullanılmıştır. Devre simülasyonları Proteus ISIS’de yapılmıştır. Baskı devreler ise Proteus ARES yardımı ile tasarlanmıştır.

Projenin sonunda board üzerinde kurulan ve baskı devreleri gerçekleştirilen devrelerin kablolu olarak yüksek performansta çalıştığı gözlemlenmiştir. Projenin son aşamalarında kablolu olarak elde edilen bu performans kablosuz olarak da yakalanmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT

RF Multi-Control system consists of one control unit and palletized robotic arm and this system is wireless communication capable system. Basically, it has one transmitter and one receiver unit. In this project, it’s tried to establish a wireless communication between these two units. Receiver unit is bedecked with temperature and color sensors.

To build up this project it’s needed to have basic electronic, micro controller and software knowledge. Aim of this project is to reduce system construction costs and

need of manpower. The meaning of control is making desired movements with robotic arm and pallet, and also receiving object temperature and color information.

Pic Basic programming language used for programming micro controllers and CodeDesigner is used for compiling these programs. For simulation of circuit design and programs I used Proteus ISIS and for PCB designs I used Proteus ARES

Towards the end of this project period and after assembling the circuit onto PCB, it's observed that system has a stabile wired communication. I tried to establish more reliable wireless communication rest of the project.

1.GİRİŞ

RF Multi Kontrol isimli bu projede karşılıklı haberleşen iki ünite bulunmaktadır. Renk ve sıcaklık sensörü ile donatılmış ve bir palet sistemi ile gezici hale getirilmiş beş eksenli bir robot kolun kablosuz olarak bir kontrol ünitesi tarafından kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Karşılıklı haberleşmenin sağlanması için kullanıcı tarafından istendiğinde robot kol üzerine monte edilmiş olan sensörlerden alınan bilgiler kontrol ünitesine gönderilerek yine kontrol ünitesi üzerindeki LCD ekranda kullanıcıya bildirilecektir.

Kablosuz haberleşme teknolojisinin kullanım alanlarının yaygınlaşmasıyla endüstride yeni nesil ölçüm ve kontrol sistemleri de kablosuz haberleşme teknolojilerini yaygın

olarak kullanmaya başlamıştır. Bu yönde, bu projenin temel amaçları kablosuz haberleşme sistemlerinin ve uygulamalarının temellerini anlamak, teknolojinin alt yapısını yakından tanımak ve kablosuz haberleşme teknikleri kullanarak karşılıklı haberleşen bir sistemin geliştirilmesidir. Bununla birlikte, mühendislik eğitimim süresince değerli hocalarımız tarafından eğitimi aldığımız elektronik devre tasarımı ve mikroişlemci yazılımı gibi temel mühendislik bilgilerini de böyle bir sistem tasarımında kullanılması amaçlanmıştır.

Projede kullanılan mikro işlemcilerin yazılımı için PIC Basic isimli derleyici kullanılmıştır. Gerçek devre elemanları kullanılarak devre oluşturulmadan önce devre tasarımı ve mikro işlemci yazılımları Proteus ISIS isimli elektronik devre simulatörü ile doğrulanmış ve sonrasında test boardları üzerine kurularak tekrar test edilmiştir. Daha sonra Proteus ARES isimli program ile baskı devre tasarımları yapılarak projeye ait elektronik devreler oluşturulmuştur. Bu projeyi gerçekleştirmek isteyen bir kişinin kullanılan bu programları bilmesi ve temel elektronik bilgisine sahip olması gerekmektedir.

Teknolojinin hızla gelişmesi ile insan gücü kullanımını azaltmak amacıyla robot kullanımı artmaktadır. Bu projede endüstride kullanılabilecek bir robot kol sistemi yapılmaya çalışılmıştır. Arazi koşullarının uygun olmayabileceği düşünülerek palet araç sistemi üzerine yerleştirilmiştir. Sistem renk ve sıcaklık bilgilerini alacak ve sonuçları LCD ekranda gösterecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca ünitelerin kablosuz haberleşmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu sayede proje mobil uygulamalar için kullanışlı hale getirilmesi istenmiştir.

Endüstride bu projenin benzeri veya daha üst tasarımları kullanılmaktadır. Projedeki algılayıcı donanımı geliştirilerek, robota ek yetenekler kazandırılabilir.

Bu raporun ikinci kısmında donanımı gerçekleştirebilmek için gerekli olan malzemelerden bahsedilmiştir. Üçüncü kısımda RF haberleşme ve kullanılan RF birim ile ilgili bilgi verilmiştir. Dördüncü kısımda projede önemli bir yere sahip olan

mikrodenetleyiciden bahsedilmiştir. Beşinci ve altıncı bölümlerde ise projenin devre tasarımı ve yazılım tasarımıyla ilgili bilgi verilmiştir.

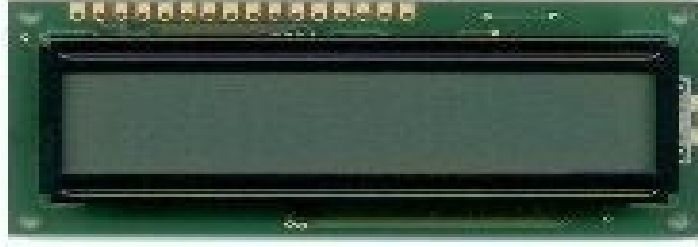
2. DONANIM GEREKSİNİMLERİ

Bu kısımda projenin donanımsal olarak yapımında kullanılan malzemelerden bahsedilmiştir.

2.1 16x2 Likit Kristal Ekran

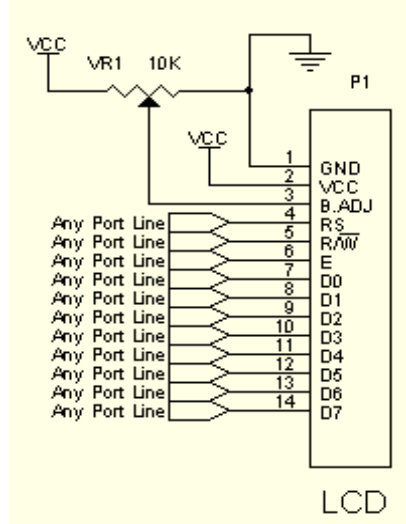
HD44780 likit kristalli ekran; günlük yaşamda cep telefonlarında, beyaz eşyalarda, güvenlik sistemlerinde ve birçok elektronik sistemde kullanılan ve kendi karakter hafızası bulunan bir birimdir. Bu projede kullanıcı isminin ve paletin hareket

yönlerinin görüntülenmesi ve sensörlerden alınan bilgilerin sonuçlarının kullanıcıya bildirilmesi amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 2.1 16 X 2 LCD Ekran

16x2 LCD ekran, 2 satır ve 16 sütundan oluşan bir ekran anlamına gelmektedir. Likit kristalli ekran 16 adet bağlantıya sahiptir. Bu bağlantı yapıları aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 2.2 LCD girişleri

Bu LCD'nin bacak dizilişleri şu şekildedir;

Pin 1'ye VSS dir. GND' ye gitmeye yarar.

Pin 2'ye VDD denir. +5V'luk güç destek bacağıdır.

Pin 3'e VEE denir. Ayarlı direnç bağlanarak parlaklık için karar vermeye yarar.

Pin 4'e RS denir. Ekranın komutları ya da veriyi getirmesi bu bacağı bağlıdır.

Pin 5'e R/W denir. LCD'nin gönderme ya da alma işlemlerini denetler.

Pin 6'e Enable denir. Bu alçaktan yükseğe ya da yüksekten alçağa gittiğinde LCD 4,5 ya da 7-14 okur.

Pin 7-14 data bus line'dır ve DB0-DB7 olarak adlandırılır. Bunlar LCD'ye ana veri bitlerini gönderirler ve ekranda nereye ne yazıldığını denetlerler.

Pin 15-16 yalnızca ekran üzerindeki arka ışığı, +5V 'u ve 15. bacak ile +5V arasındaki 3.8 Ohm'la GND'ye karşılık gelir.[7]

Tablo 2.1 LCD giriş açıklamaları

Pin NO.	Symbol	Function
1	Vss	GND
2	Vdd	+3V or + 5V
3	Vo	Contrast Adjustment
4	RS	H/L Register select signal
5	R/W	H/L Read / write signal
6	E	H→L Enable signal
7	DB0	H/L Data bus line
8	DB1	H/L Data bus line
9	DB2	H/L Data bus line
10	DB3	H/L Data bus line
11	DB4	H/L Data bus line
12	DB5	H/L Data bus line
13	DB6	H/L Data bus line
14	DB7	H/L Data bus line
15	A/Vee	+4.2V for LED(RA=0Ω)/Negative Voltage output
16	K	Power supply for B/L (0V)

2.1.1 LCD'nin Çalışma Biçimi

LCD, Enable bacağına lojik 1 verildikten sonra bacağı tekrar düşük değere verilene kadar geçen sürede LCD bekler ve bilginin yüksek ağırlıklı bitleri LCD'ye gider. Bu noktada ekran hangi verinin işlendiğini okur ve sonrasında bilgiyi alır ya da gönderir. Son olarak veri bitleri gönderir ya da alır.

LCD'nin 3 adet kontrol bacağı vardır. Bu kontrol bitleri; Enable, RS ve R/W. RS bacağından LCD ye komut ya da veri bilgilerinden hangisinin yollanacağı bilgisi

mikrodenetleyicinin portlarından alınır. R/W bacağını lojik '1' olduğunda LCD okuma modunda , lojik '0' olduğunda ise yazma modunda çalışır.

Tablo 2.2 LCD göstergesinin komut tablosu

Command	Binary								Hex
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	1	01
Display & Cursor Home	0	0	0	0	0	0	1	x	02 or 03
Character Entry Mode	0	0	0	0	0	1	I/D	S	04 to 07
Display On/Off & Cursor	0	0	0	0	1	D	U	B	08 to 0F
Display/Cursor Shift	0	0	0	1	D/C	R/L	x	x	10 to 1F
Function Set	0	0	1	8/4	2/1	10/7	x	x	20 to 3F
Set CGRAM Address	0	1	A	A	A	A	A	A	40 to 7F
Set Display Address	1	A	A	A	A	A	A	A	80 to FF
I/D: 1=Increment*, 0=Decrement S: 1=Display shift on, 0=Display shift off* D: 1=Display On, 0=Display Off* U: 1=Cursor underline on, 0=Underline off* B: 1=Cursor blink on, 0=Cursor blink off* D/C: 1=Display shift, 0=Cursor move									
R/L: 1=Right shift, 0=Left shift 8/4: 1=8 bit interface*, 0=4 bit interface 2/1: 1=2 line mode, 0=1 line mode* 10/7: 1=5x10 dot format, 0=5x7 dot format* x = Önemssiz * = Varsayılan ayarlar									

Kısa ve basitçe özetlemek gerekirse, ekranda bir karakter yazmak veya ekrandan bir karakter okumak için RS hattı lojik 1, ekrana bir komut yollamak veya ekranın durumu hakkında bilgi almak istersek RS hattını lojik 0 yapmamız gerekmektedir. 5. bacak yani R/W hattı, kısaca oku / yaz anlamına gelmektedir. Eğer ekrana karakter veri transferi yapılacaksa veya bir komut yollanacaksa lojik 0, karakter veri alımı yapılacaksa veya yazmaçlardan durum bilgisi okunacaksa lojik 1 yapılır. 6. bacak yani E ise komut kontrol bitlerinin sonuncusunu oluşturur ve yetki biti olarak isimlendirilebilir. Bu giriş, birim ve veri hatları arasında, komutların veya karakter verilerinin, gerçek anlamda aktarımını başlatmak için kullanılır. Ekrana yazılırken, veri aktarımı sadece bu işaretin düşen kenarında gerçekleşir. Bununla birlikte, ekrandan okuma yapılırken, veri yükselen kenar hemen kısa bir süre sonra hazır olur ve işaret tekrar düşünceye kadar hatta kalır. 7. ile 14. bacaklar arasındaki uçlar sekiz adet veri hattıdır. Veri ekrana, ya 8 bit'lik tek bir byte olarak ya da, içi 4 bit'lik olarak aktarılır veya ekrandan okunur. Bu ikinci durumda, sadece üst dört veri hattı (D4' den D7' ye) kullanılır. Bu 4 bit modu, bir mikrodenetleyici kullanıldığında, daha az giriş / çıkış hattına gerek olduğundan kullanışlıdır. 15. ve 16. bacaklar ise aydınlatma

girişleridir. 15. bacak +5 Volt gerilime, 16. bacak ise toprak hattına bağlandığında ekran ışıklı hale gelmektedir.

2.2 Mikrodenetleyici

Bu projede dört adet mikrodenetleyici kullanılmıştır. Kontrol ünitesinde araç, kol ve algılayıcılarını kontrol edecek iki adet PIC 16F877 bulunmasına karar verilmiştir. Buradaki mikrodenetleyicilerden biri sadece robot kol ile ilgili bilgileri alacak diğer mikrodenetleyici ise sadece araç ve algılayıcı bilgilerini alacaktır. Araç-kol ünitesindeki mikrodenetleyicilerden biri araç ve algılayıcı öteki ise kol ile ilgili bilgileri taşıyacaktır. Kullanılan mikrodenetleyici 16F877 ile ilgili bilgi 4. kısımda detaylı olarak tekrar bahsedilecektir.

PIC 16F877'i çalıştırmak için sadece 4 MHz kristalle bağlanacak 27pF'lık iki kondansatör, MCLR ucunu pull-up yapmak için 4.7k Ω 'lık bir direnç ve 5V luk uygun bir güç kaynağı yeterlidir.[4]

2.3 RF Modül

RF birim olarak UDEA firmasına ait UFM-M12 RF transceiver (alıcı-verici) kullanılmaktadır. Bu birim hem alıcı hem de verici yapısındadır. RF birim kontrol ünitesi ile palet-kol ünitesi arasındaki kablosuz haberleşmeyi sağlamaktadır. RF birim FSK modülasyon türünü kullanmaktadır. Modül 868MHz 6 kanal seçeneğinde çalışabilmektedir. Haberleşmeyi sağlamak amacıyla 868MHz'de UWA-868 anten alıcı ve verici tarafta kullanılmıştır. RF modül ile ilgili detaylı bilgi 3. Kısımda verilecektir.

2.4 Renk Sensörü ve Sensör Kuvvetlendiricisi

Projede Alman JenColor firmasına ait MCS3BT model üç renk algılayan renk algılayıcısı ve yine aynı firmaya ait MTI04CS model kuvvetlendirici kullanılmıştır. Bu malzemeler Türkiye'den temin edilemediği için firma ile bağlantıya geçilerek,

sipariş üzerine temin edilmelidir. Kullanılan elemanlarla ilgili teknik bilgi aşağıda verilmiştir.

2.4.1 MCS3BT Model Renk Sensörü

MCS3AT/BT model renk sensörü ile ilkel renkler olan mavi, yeşil ve kırmızı renklerin ayırt edilmesi sağlanır. Sensör, rengi üzerine düşen dalga boyuna göre ayırt etmektedir. Sensörün rengi algılayabilmesi için cisim düz ve yansıtmalı bir zemin olmalıdır. Aynı zamanda bir ışık kaynağı olmadığı için sensörün etrafına, sensörden daha kısa boyda, rengi yansıtması için aydınlatma konulmalıdır.

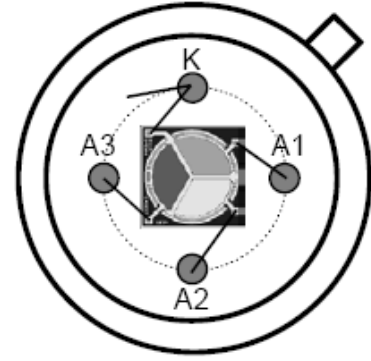
Renk sensörü bir çip üzerine entegre edilmiş 3 Si-PIN foto diyottan oluşmuştur. Si-PIN foto diyot olarak tasarlanması sinyal frekanslarını MHzler mertebesine kadar olmasını sağlar. Foto diyotlar arasında girişimlerin küçük olabilmesi için, her bir kısım ek yapılar ile ayrılmıştır. Bu foto diyotların her biri kendi renk aralıkları için tercihen kırmızı, yeşil, mavi renkleri için, dielektrik spektral filtre ile hassaslaştırılmıştır.[3] Üç anot ve bir ortak katot ucu bulunmaktadır. Aşağıdaki şekilde sensörün üstten görünümü bulunmaktadır.



Şekil 2.3 MCS3AT/BT model renk sensörü

Kullanılan sensörün bacak konfigürasyonu ise şu şekildedir.

PIN	description
1	A1 red
2	A2 blue
3	A3 green
K	common cathode



TO5-package

2.4 MCS3AT/BT bacak konfigürasyonu

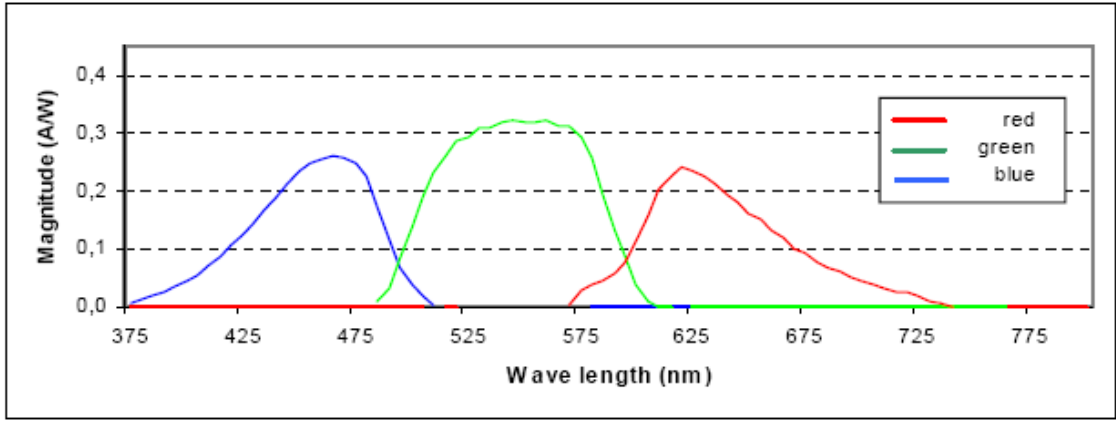
Renk sensörünün kullanım alanları özetle şu şekilde sıralanabilir.

- Kalite kontrol
- Üretim izleme
- İmalat kontrolü
- Renk işaretlerinin algılanması

Renk sensörünün özellikleri ise şu şekildedir.

- Yüksek iletim
- Yüksek sıcaklık kararlılığı
- Yüksek sinyal frekansı
- Azaltılmış girişim
- Küçük boyut (optik hassaslaştırılmış yüzeyin çapı 2mm)

Renk, sensörün üzerine düşen dalga boyuna göre algılanmaktadır. Dalga boyu eğrileri şu şekildedir.



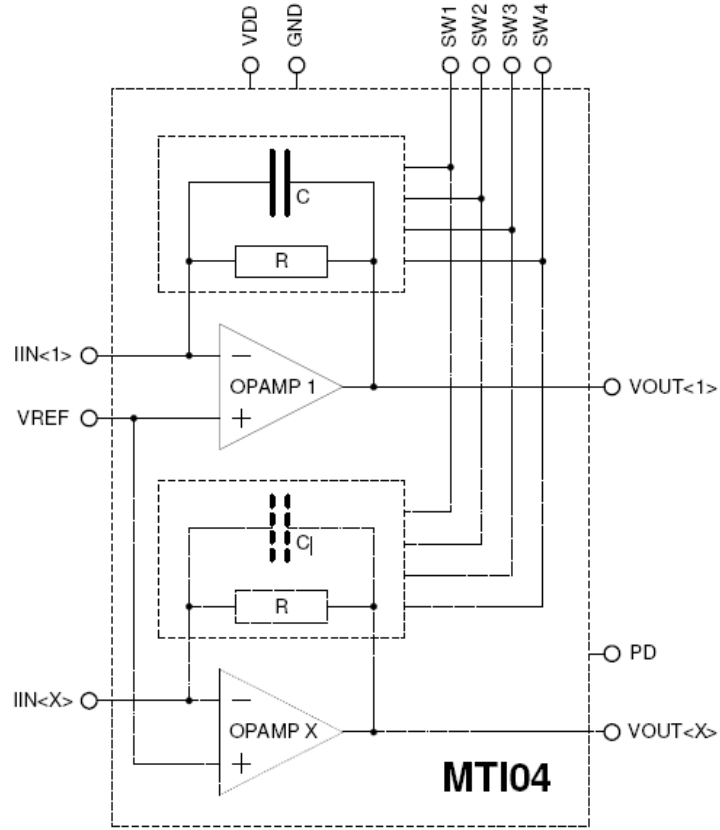
Şekil 2.5 MCS3BT karakteristik eğrileri

Yukarıdaki şekil fotoakımlarını eş değer voltaja çeviren devreyi göstermektedir. Bu voltaj değerleri örneğin analog sayısal dönüştürücü (ADC) ile oluşturulabilir. Uygun direncin seçimi ile çıkış gerilim aralığı fotoakım değerine göre ayarlanabilir.

$$R_x \approx \frac{V_{Out}}{I_{Photo}} \quad (2.1)$$

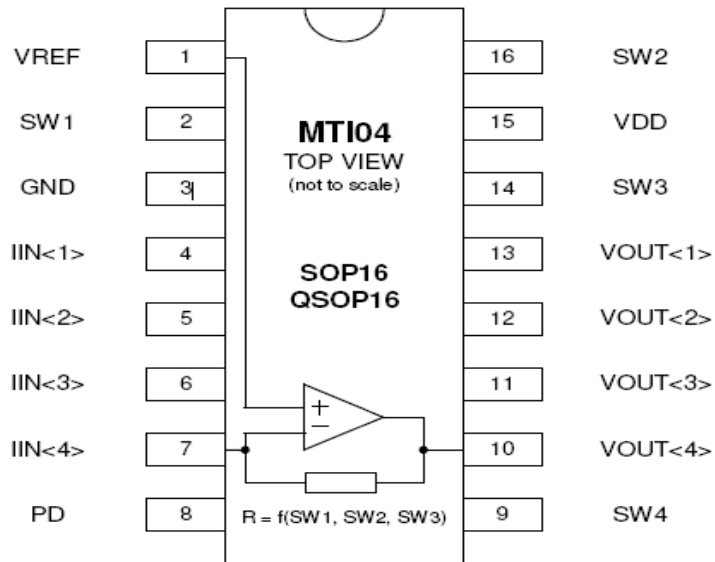
2.4.2 MTI04CS/MTI04CQ Çok Kanallı Programlanabilir Kazanç Transempedans Kuvvetlendirici

MTI aygıtları her bir IC başına dört kanallı programlanabilir kazanç transempedanslı kuvvetlendiricilerin entegre devre ailesidir. MTI cihazları sensörün akım çıkışlarına göre sinyal ayarlama kullanılır. Özellikle dizi şeklinde foto diyotların bağlantıları ve dizi sensörler için uygundur. Özel yapılaraya göre transempedans değerini 8 duruma ayarlamak mümkündür. Ayarlama üç bacağına programlanması ile yapılır ve tüm kanallar kullanılabilir. Kuvvetlendirici blok diyagramı şu şekildedir.



Şekil 2.6 Kuvvetlendirici blok diyagramı

Kuvvetlendiricinin bacak konfigürasyonu şu şekildedir.



Şekil 2.7 MTI04CS bacak konfigürasyonu

Bu bacakların dağılımı aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 2.3 Kuvvetlendirici bacak yapısı

signal name	typ.	a/d ^a	function
VDD	input	a/d	power supply
GND	input	a/d	power supply
VREF	input	a	reference voltage
SW1	input	d	input 1 for adjustment of transimpedance of MTI-amplifier (pull down)
SW2	input	d	input 2 for adjustment of transimpedance of MTI-amplifier (pull down)
SW3	input	d	input 3 for adjustment of transimpedance of MTI-amplifier (pull down)
SW4	input	d	switchable frequency range dependend on input capacitance of the photo-sensor (pull down)
PD	input	d	power down mode (pull down)
IIN<X>	input	a	analog current input of amplifier X
VOOUT<X>	output	a	analog voltage output of amplifier X

a.) analog or digital

Kuvvetlendiricinin blok diyagramından görülen içyapısındaki R, direnç değerini hesaplanması ve kuvvetlendiricinin durumunun belirlenmesi aşağıdaki tabloya göre yapılmaktadır.

Tablo 2.4 Transempedansın ayarlanması

settings of digital inputs			transimpedance R
SW1	SW2	SW3	
VDD	VDD	VDD	20M Ω – stage 1
GND	VDD	VDD	10M Ω – stage 2
GND	VDD	GND	5M Ω – stage 3
VDD	GND	VDD	2M Ω – stage 4
GND	GND	VDD	1M Ω – stage 5
VDD	GND	GND	500k Ω – stage 6
VDD	VDD	GND	100k Ω – stage 7
GND	GND	GND	25k Ω^b – stage 8

b.) default by pull down

SW1, SW2, SW3 bacaklarının tablodaki gibi durumlarına göre transempedans değeri ayarlanmaktadır. Bu ayarlamaları yaparak kuvvetlendiricinin çalışma modu (stage) seçilmektedir. Bu moda bağlı olarak kuvvetlendiricinin çalışma frekansı, transempedans değeri, giriş akımı değeri, SW4'ün toprağa ya da VDD'e bağlı olmasına göre girişteki sinyal frekansı değişmektedir. Kuvvetlendiricinin frekans ayarlaması ise SW4 bacağının toprak ya da +5V da olmasına göre değişmektedir. Bunu gösteren tablo aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.5 SW4 pininin girişleri

settings of digital input	allowed capacitance of photo-sensor
SW4	
VDD	< 5pF
GND	< 80pF°

c.) default by pull down

MTI cihazları farklı sayıda kanallarla programlanabilir kazanç transempedans kuvvetlendiricileridir. MTI04, dört kanallıdır. Kanal başına giriş akımı $I_{IN<X>}$ ile çıkış gerilimi $V_{OUT<X>}$ arasında bir transempedans kuvvetlendirici vardır. Bu transempedans 8 durumda seçilebilir. Tüm kanallar için hazır bulunan bu ayarlamalar sayısal girişlerin (SW1, SW3, SW4) ayarlarından etkilenebilmektedir. Kapasitans değerlerinin ayarlanması SW4 bacağına VDD'ye ya da toprağa bağlı olmasına göre değişmektedir. Bununla ilgili tablo yukarıdaki gibidir.

Önemli olan başka bir bacak ise referans gerilim bacağıdır. Yapılan uygulamada sensörün etkin bir şekilde çalışabilmesi için MTI cihazları genelde 3V ile 5V arasında değer almaktadır. Uygulamada ise kuvvetlendirici 5V ile beslenmiştir. Referans gerilimini elde etmek için 5V ile çalışan bir gerilim bölücü kullanılmıştır ve referans gerilimi bu bağlantıdan alınmıştır. Buna göre referans voltajı 3.5 voltur. Referans gerilimi için üretici firmanın verdiği formül aşağıdaki gibidir.

$$V_{OUT} = V_{REF} - I_{In} * R \quad (2.2)$$

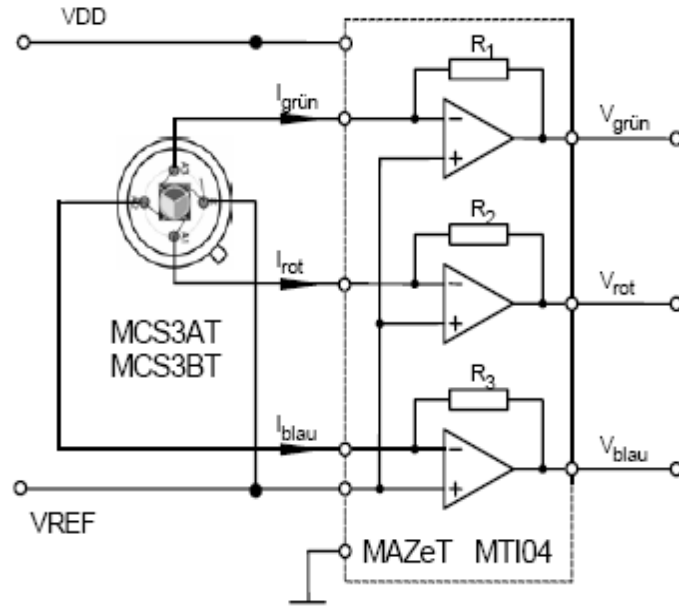
$$a. I_{IN} = 0 \quad V_{OUT} = V_{REF} \quad (2.3)$$

$$b. I_{IN} = \max. \quad V_{OUT} = 0 \quad (2.4)$$

Bu formülden de görüleceği üzere kuvvetlendiricinin içyapısındaki R direnci ile sensörden gelen I_{In} akımının çarpımının referans geriliminden çıkarılması ile çıkış gerilimi elde edilmektedir.

Burada altı çizilmesi gereken başka önemli bir husus ise kuvvetlendiricinin tersleyici mantığında çalışmasıdır. Kuvvetlendiriciye besleme verildiği zaman sensörün bacaklarından gelen giriş bacaklarında gerilim yüksektir. Kuvvetlendiricinin çalışma mantığına göre, sensörün üzerine düşen rengin dalga boyuna göre o rengin bacağının bağlı bulunduğu girişin çıkışındaki gerilim en düşüktür.

Sensör ile kuvvetlendiricinin bağlantı yapısı aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.8 MCS3AT/BT ile MTI04CS'nin bağlantı yapısı

Şekilde de görüldüğü üzere yeşil, kırmızı ve mavi girişler kuvvetlendiricinin IIN<1>, IIN<2>, IIN<3> girişlerine sırayla bağlanmıştır. Çıkışlarda ise sırasıyla VOUT<1>, VOUT<2>, VOUT<3> bacaklarından yeşil, kırmızı ve mavi rengin çıkışları elde edilmiştir.

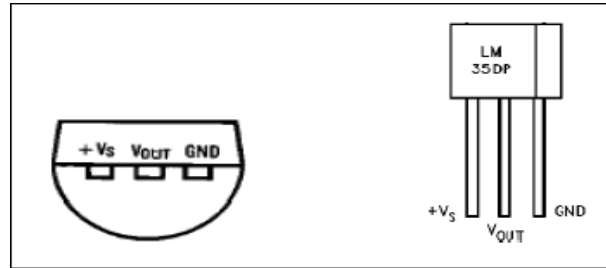
RF Multi Kontrol projesinde kuvvetlendirici seviye 1'de çalıştırılmıştır. Bunun için SW1, SW2, SW3 bacakları VDD'ye bağlanmıştır. Seviye 1'in seçilme sebebi, bu durumda kuvvetlendirici kazancının daha yüksek olmasıdır. Kuvvetlendiricinin 8. bacağı olan PD (power down) pini ise çalışma modunda olduğu için inaktif yapılmış ve toprağa bağlanmıştır.

Kuvvetlendiricinin baskı devreye alımı aşamasında lehim sıcaklığına dikkat edilmelidir. Kuvvetlendirici yaklaşık olarak 240° C'den sonra bozulmaya uğramaktadır.[3] Ayrıca sıcaklık bilgileri için kullanma kılavuzundan bilgi alınabilir.

2.5 LM35 Sıcaklık Sensörü

National Semiconductor firmasının üretmiş olduğu [LM35](#) sıcaklık sensörü bulunduğu ortamdaki sıcaklığı algılar ve algıladığı sıcaklığı, belirli bir katsayı ile çarparak çıkış gerilimi olarak aktaran, santigrat tipi derece ile çalışan bir sıcaklık algılayıcısıdır. Santigrat tabanlı ölçüm yapması nedeniyle kullanım kolaylığı sağlar ve bu projede kullanılmasının nedenlerinden biri budur. Ayrıca düşük güç gereksinimi nedeniyle uzaktan kontrollü uygulamalarda LM35 tercih edilmektedir.

LM35 her 1 °C sıcaklık artışında çıkış gerilimini 10mV artırmaktadır. Besleme gerilimi 4 Volt ile 30 Volt arasında seçilebilmektedir. Bu projede besleme gerilimi 5 Volt olarak seçilmiştir. -55 °C ile + 150 °C arasında sıcaklık ölçümü yapabilen devre, oda sıcaklığı civarında en fazla ± 0.5 °C hatalı ölçüm yapabileceği, üretici firma tarafından garanti edilmektedir. Ayrıca yapılan deneylerde de bu hata payı doğrulanmıştır. Güç tüketimi, devre şeması ve diğer algılayıcı modelleri gibi ek bilgilere ulaşmak için devrenin kataloğu incelenmelidir.

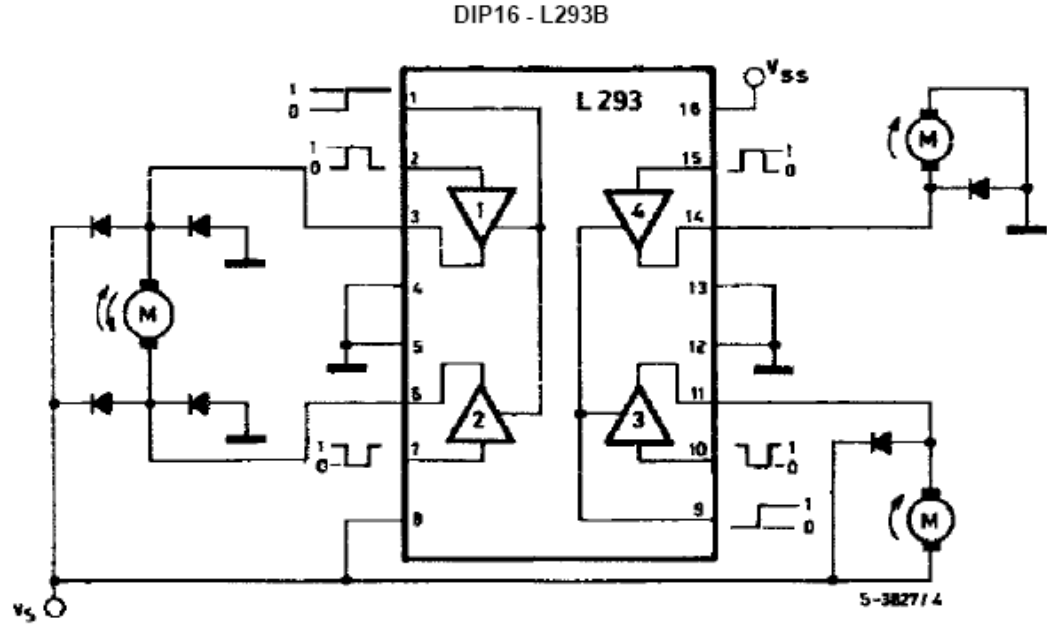


Şekil 2.9 LM35'in üstten ve yandan görünümü

2.6 L293B DC Motor Sürücü

Projede palet aracın hareketini sağlamak amacıyla L293B kullanılmıştır. Aracın DC motorlarının kontrolü tümdevre PIC 16F877 yardımıyla ile sağlanmıştır. L293B ve

L293E her bir kanal için çıkışa 1A akım verebilen çeyrek itme-çekmeli sürücülerdir. Her bir kanal TTL lojik girişler ile kontrol edilir.



2.10 L293B blok diyagram

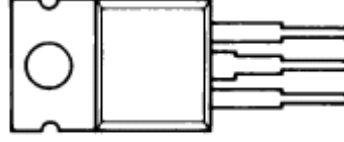
2.7 LM 7805 5V Gerilim Düzenleyici

LM78XX serisi pozitif gerilim düzenleyicileri, elektronik elemanların güç tüketimlerinin hızla azalmaya devam ettiği günümüzde, devre tasarımında sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca LM79XX serisi negatif gerilim düzenleyicileri de bulunmaktadır.

Bir LM7805 devresi, girişine uygulanan 15 Volt'luk gerilimi, 5Volt'a düşürüp sabitlerken; LM7905 devresi, aynı gerilim girişine uygulandığında bu gerilimi -5 Volt'a düşürmektedir. Model olarak; 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24 Volt çıkış gerilimi verebilen modeller bulunmaktadır. Ayrıca LM117XX serisi gerilim düzenleyiciler 1.2 Volt' tan 57 Volt'a kadar çıkış gerilimi sağlayabilmektedirler.

Bu projede kullanılan gerilim düzenleyici modeli LM7805 modelidir. 3 bacağa sahip olan devrede giriş gerilimi 5 Volt ile 24 Volt arası seçilebilmektedir. Bu projede özellikle 5V gerilimle beslenmesi gereken RF modül için kullanılmıştır. Aşağıda

resmi görülen devrenin en üstteki bacağı, düzenlenmiş çıkış bacağıdır. En alttaki bacak pozitif doğru gerilim girişi, ortadaki bacak ise toprağa veya 0 Volt gerilime bağlanması gereken giriştir.



Şekil 2.11 LM7805 Tümdevresi

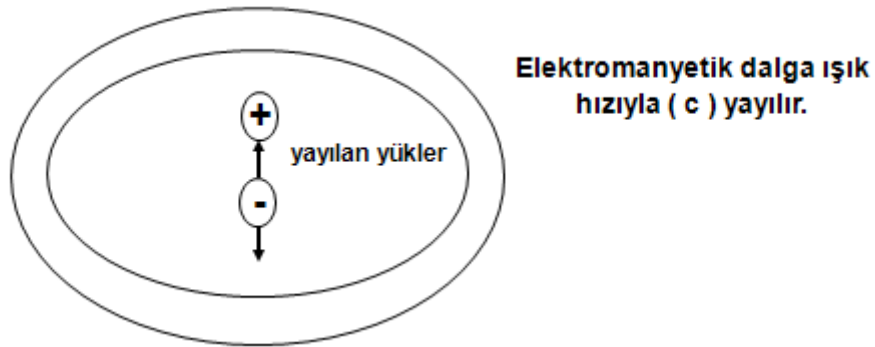
3. RF HABERLEŞME

Bu kısımda ünitelerin birbirleriyle kablosuz haberleşme için radyo frekanslarından, projede kullanılan RF modül ve antenden bahsedilecektir. Ayrıca, RF modüllerin çalışma prensibi içinde yer alan frekans kaydırmalı anahtarlardan da bu kısımda bahsedilecektir.

3.1 RF HABERLEŞME HAKKINDA

Kablosuz (RF) Teknoloji 3 Hz ile 300 GHz spektrum içerisinde elektromanyetik dalgaların iletmesidir. Elektromanyetik dalgaların varlığı ilk olarak 1864 yılında James Maxwell tarafından öne sürüldü. 1887 yılında Heinrich Hertz tarafından varlığı kanıtlandı. 1895 yılında Guglielmo Marconi tarafından icat edilen radyo ile birlikte iletişim için kullanılabilecek bir teknoloji olduğu ortaya çıktı.[14]

Kapalı bir sistemin elektrik enerjisiyle yüklenmesi sonucu oluşan statik bir elektrik alanında, bir değişim söz konusu olduğunda, elektromanyetik dalga oluşur. Bu dalganın şiddeti (E), ana kaynaktan olan mesafesinin karesi ile ters orantılı ($E \propto R^{-2}$) bir zayıflama ile yayılır.



Esas olarak teori:

- Yükleme sisteminin, oluşan alanın bilgi taşıyabilmesi için düzgün aralıklarla elektromanyetik dalga oluşturabilecek şekilde modüle edilmesidir.
- Bu dalgaların başka bir kapalı sisteme ulaştıklarında, o sistem içerisinde oluşturdukları değişimin algılanmasıdır.

RF kablosuz ve yüksek frekans sinyallerle eş anlamlıdır. RF, 535kHz ile 1605 kHz AM radyo frekanslarından 2.4 GHz'lik yerel ağ (LAN) frekanslarına kadar tanımlanır. RF normalde birkaç kHz'den kabaca 1GHz'e kadar tanımlanır. Eğer mikrodalga frekansları düşünülürse bu aralık 300 GHz'e kadar ulaşır. Aşağıdaki tabloda radyo frekansının frekans spektrumu gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Frekans Spektrumu

f	λ	Band	Description
30–300 Hz	10^4 – 10^3 km	ELF	Extremely low frequency
300–3000 Hz	10^3 – 10^2 km	VF	Voice frequency
3–30 kHz	100–10 km	VLFF	Very low frequency
30–300 kHz	10–1 km	LF	Low frequency
0.3–3 MHz	1–0.1 km	MF	Medium frequency
3–30 MHz	100–10 m	HF	High frequency
30–300 MHz	10–1 m	VHF	Very high frequency
300–3000 MHz	100–10 cm	UHF	Ultra-high frequency
3–30 GHz	10–1 cm	SHF	Superhigh frequency
30–300 GHz	10–1 mm	EHF	Extremely high frequency (millimeter waves)

Yukarıdaki tabloda radyo dalgalarının elektromanyetik spektrum üzerindeki frekans dağılımları ve isimlendirilmiş bant aralıkları gösterilmiştir. Haberleşme uygulamalarında bu bantların sadece belirli bölümleri kullanılmaktadır. Bunlardan ISM (Industrial Scientific Medical Band) bandı birçok ülkede telsiz iletişimi için sertifika veya lisansa gerek olmadan belirli bir çıkış gücü sınırlamasına uyarak, üzerinden yayın yapılabilen bir banttır. Ülkemizde ISM bandının yaygın olarak kullanılan frekansları 315MHz, 418 MHz, 433,93 MHz, 868 MHz, 915 MHz ve 2.5 GHz frekanslarıdır. Bu projede 868 MHz frekansı kullanılmıştır.

Yukarıdaki şekilden frekans ile dalgaboyu arasındaki ilişkide gözlemlenebilmektedir. Dalga ya da sinüsoidal tamamen dalgaboyu ya da frekansı ile tanımlanabilir. Dalgaboyu ile frekans arasında ters orantılıdır ve normal ortamda hızları ışık hızıyla orantılıdır. Bu ilişkiyi gösteren denklem aşağıdaki gibidir.

$$C = f \cdot \lambda \quad (3.1)$$

Burada c ışık hızıdır. Dalgaboyu ile frekansın arasındaki ters orantıdan dalgaboyu arttıkça frekans azalmaktadır.

Tablo 3.2 Mikrodalga frekansları harf bant dağılımı

f (GHz)	Letter Band Designation
1–2	L band
2–4	S band
4–8	C band
8–12.4	X band
12.4–18	Ku band
18–26.5	K band
26.5–40	Ka band

RF modüller belirli sabit bir frekansta çalışacak şekilde üretilmişlerdir ve alıcı verici çiftleri halinde satılmaktadır. Kullanımları kolaydır. Devreye sadece bir anten ekleyerek çalıştırılabilirler. Ayrıca bir diğer avantajı ise düşük güç tüketmesidir. Bu sayede taşınabilen sistem uygulamalarında kullanışlıdır.

3.1.1 RF Ölçüm

RF ölçüm metodolojisi genel olarak üç büyük kısma ayrılır. Bunlar spektral analiz, vektör analiz ve network analizdir. Spektrum analizör temel ölçüm yeterliliklerini sağlar. Birçok genel amaçlı uygulamada en popüler RF ölçüm tipidir. Belirli bir biçimde spektrum analizör kullanarak güç frekans bilgisi alınabilir ve bazen analog formata demodülasyonu yapılabilir. Örneğin, genlik modülasyonu (AM), frekans modülasyonu (FM) ve faz modülasyonu (PM).

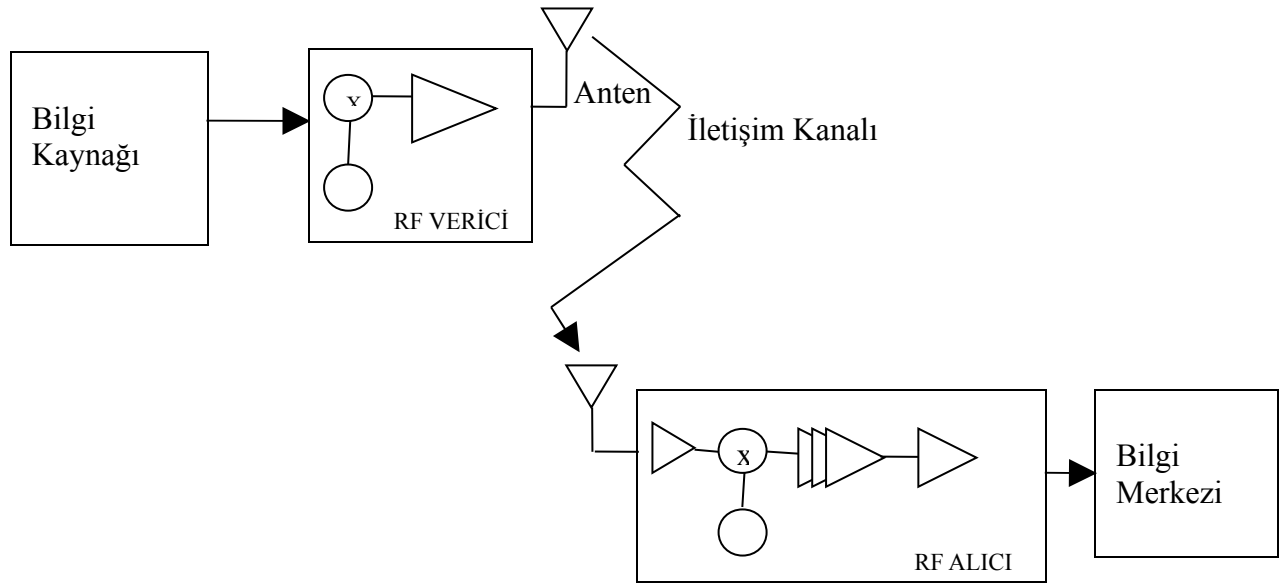
Vektör cihazları, vektör ya da gerçek zamanlı sinyal analizörü ve jeneratöründe içerir. Bu cihazlar analiz yapar, zamanı yakalar, genişbant dalga formu oluşturur, ilgili sinyalin frekans, faz ve güç bilgisini yakalar. Bu cihazlar spektrum analizöre göre daha güçlüdür ve mükemmel modülasyon kontrolü ve sinyal analizi sağlar.

Bir diğer yandan network analizörler yüksek frekans bileşenleri için ya da RF’de tipik olarak S parametrelerinin ölçümü için ve diğer karakteristik ölçümler için

kullanılırlar. Network analizör çoklu kanallarda analiz ve jeneratörün ikisini beraber barındırır. Fakat network analizör diğer ikisinden daha pahalıdır.

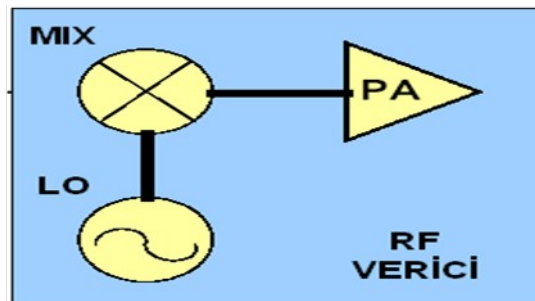
3.1.2 RF Genel Yapısı ve RF Birimleri

Radyo frekansı ile kablosuz olarak çalışmanın temel yapısı aşağıdaki blok diyagramda özetlenmiştir. Bilgi kaynaktan çıkar RF vericiden anten yardımıyla gönderilir. Bilgi havada ilerledikten sonra alıcı kısımdaki anten yardımıyla alınır ve istenen hedefe bilgi ulaştırılır.



Şekil 3.2 RF haberleşme temel yapı

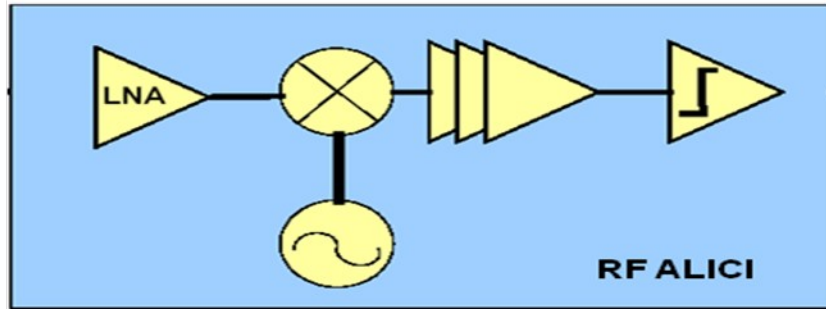
RF verici, girişine verilen dijital bilgiyi transfer edebilmek için işareti elektromanyetik dalgaya dönüştürür. Buradaki RF verici kısmı şu şekildedir.



Şekil 3.3 RF verici

Yukarıdaki şekilde gösterilen "LO" ile ifade edilen osilatördür, frekans üretir. "MIX" modülatördür. Kullanılan RF modüle göre bu projede frekans kaymalı anahtarlama yapmaktadır. "PA" ise kuvvetlendiricidir.[2]

RF alıcı ise modüle edilerek gönderilen elektromanyetik dalgayı alır ve demodüle ederek verici girişine verilen orijinal forma dönüştürür.



Şekil 3.4 RF alıcı

Yukarıdaki şekilde gösterilen "LNA" düşük gürültülü kuvvetlendiricidir. Gelen sinyal demodüle edildikten sonra integral alıcı devreye gönderilir ve işaret ilk formatına çevrilerek hedefe iletilir.

3.2 RF Modül: UFM-M12

Bu kısımda projenin karşılıklı haberleşmesini sağlamak maksadıyla kullanılan RF modüllerden ve teknik özelliklerinden bahsedilmiştir.

UDEA firmasının ürettiği UFM-M12 model modül 868 MHz 'de çalışmaktadır. Bu modül, dar bant FSK modülasyon kullanır. Düşük akım sarfıyatı sayesinde bu projedeki gibi pilli uygulamalar için idealdir. Akım sarfıyatı RX için 50 mA, TX için 90 mA'dır. Ayrıca bu modül tam olarak +5V'da çalışmaktadır. Başka voltaj değerlerinde haberleşme sorunları yaşanmakta veya modül çalışmamaktadır. Yüksek frekanslarda kararlılık gösterir. Modülün iletişim mesafesi 500m ile 1km arasında değişmektedir. 6 adet kanal mevcuttur ve kullanımına göre istenilen kanal seçilebilmektedir. 868 MHz için gerekli olan güç 25 mW'dır. Data hızı 1800 bps ile 38400 bps'dır. [2]



Şekil 3.5 UFM-M12 RF Modül

RF modülün uygulama alanları;

- Uzaktan kontrol sistemleri
- LAN (Local Area Network) uygulamaları
- Ev otomasyon sistemleri
- Telemetry sistemleri
- Güvenlik amaçlı alarm sistemleri

UFM-M12 RF modülün pin bağlantı konfigürasyonu aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 3.3 RF modülün pin özellikleri [2]

Pin No.	Pin İsmi	Giriş/ Çıkış	Açıklama	
1,3, 4	GND		Kontrol kartınızı toprağa bağlayın	
2	ANT		Anten bağlantı noktası	50 ohmluk anten bağlayınız
5	TX	Çıkış	Veri Çıkışı 5V DC TTL	İşlemcinin RX-UART pinine bağlanır.
6	RX	Giriş	Veri Girişi 5V DC TTL	İşlemcinin TX-UART pinine bağlanır. Kullanılmıyorsa 10K dirençle 5V pull-up yapılması zorunludur.
7	GPIO	G/Ç		

8	+5V	-	+5V besleme terminali	Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır.
9	+5V	-	+5V besleme terminali	Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır.

UFM-M12 üretildiği band içerisinde 6 farklı kanalda çalışabilmektedir. Kullanıcı ihtiyacına ve isteğine bağlı olarak bu kanallardan birini seçebilir. Kullanıcı modülün çalışma frekans kanalını firmanın belirttiği komutları kullanarak değiştirebilir. Bu projede haberleşmek için 1. Kanal seçilmiştir.

Kanal 1: 868.1090 MHz

Kanal 2: 868.5120 MHz

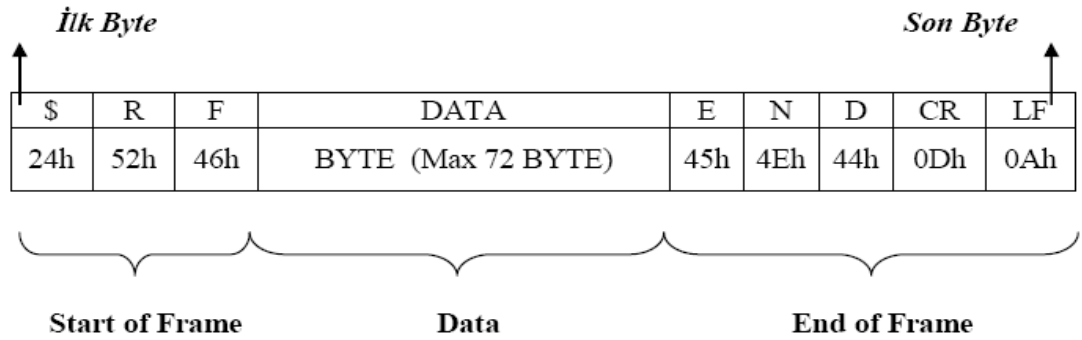
Kanal 3: 868.7422 MHz

Kanal 4: 869.2030 MHz

Kanal 5: 869.4336 MHz

Kanal 6: 869.6640 MHz

Modülün kullanımı için firmanın belirttiği komut yapısı ve data formatı kullanılmaktadır. Buna göre komut yapısında, komuttan önce “\$C” kullanılmalıdır. Bu ön ek HEX formatında (24H) ve (43H) olarak da yazılabilir. Gönderilen data paketinin formatı ise şu şekildedir.



Şekil 3.6 Data formatı [2]

Bu projede 3 Byte’lık bilgi gönderilmektedir. Modülün MAC katmanı verinin RF ile iletilmesi için gerekli eklemeleri (preamble, synchronization header) yaparak RF katmanına verir.

Data girişinin yapılmasında ise önce “start of frame” (3 byte), sonra veri (max 72 byte) ve sonunda “end of frame” (5 byte) açılır. Modülün MAC katmanı datanın RF ile iletilmesi için gerekli eklemeleri (preamble, synchronization header, CRC) çıkararak modül çıkışına verir.

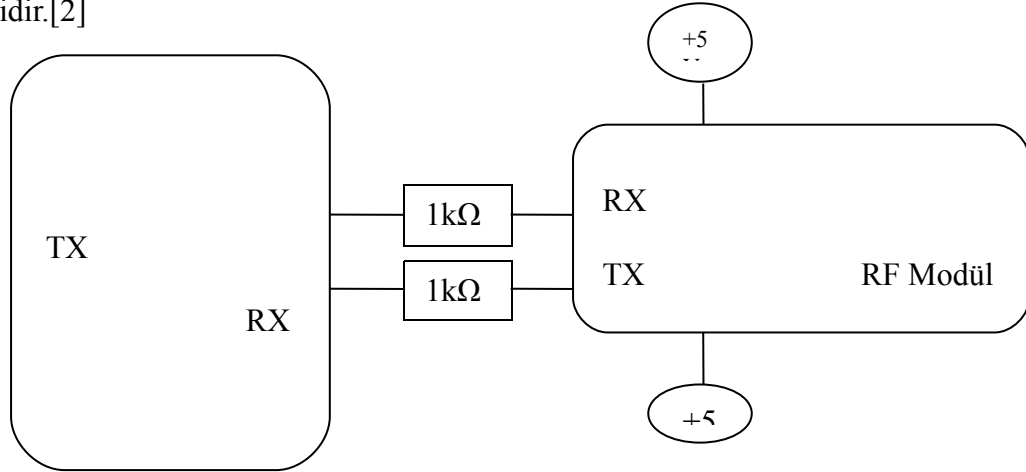
Yani veri modülden gönderildiğinde karşı tarafta ilk “\$RF” e bakılır. Eğer varsa bilgi alınır. Sonunda “END CR LF” geldiğinde alma işlemi bitirilir. Karşı tarafta da modül veriyi alacağı zaman bu seferde tersten bir yol izlenir.

Firmanın uyarısına göre 72 byte’dan daha kısa bilgi art arda gönderilecekse araya hesaplanacak sürelerde boşluklar konmalıdır.

$$T_d = (300 + \text{Data Boyu} * 4) \text{ msn.} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki bu formüle göre, 3 byte’lık bilgide araya 312msn boşluk konularak program yazılmıştır.

Mikrodenetleyicinin USART portu verinin modüle verilmesi ve RF olarak gelen sinyalin modülden alınması için kullanılır. Bağlantının gösterim şeması aşağıdaki gibidir.[2]



Şekil 3.7 Modül-mikrodenetleyici bağlantı yapısı

3.3 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama

Frekans kaydırmalı anahtarlama (FSK) frekans kaydırma modülasyonu ve frekans kaydırmalı sinyalleşme olarak da bilinir. FSK veri sinyalinin spesifik bir frekansa ya da istenen noktaya optik fiber, kablo, tel veya kablosuz ortam üzerinden iletilmesini

sağlayan bir tona çevrilmesidir. FSK'in tarihi 1900lerin başlarına dayanmaktadır. Bu teknik keşfedildiği zamanlarda, radyo ile iletimi sağlamak amaçlı kullanılmıştır. Fakat FSK, bazı modifikasyonlarla beraber, genelde düşük hızlı modemler ile bilgisayarlar arasındaki bağlantıyı sağladığı dijital dünyada dahil olmak üzere hala birçok kullanışlı örneği bulunmaktadır.[11]

FSK en yaygın türü yüksek frekanslı radyo spektrumunda ve telefon devrelerinde önemli uygulamaları olan sayısal (dijital) modülasyon türüdür. FSK taşıyıcı dalganın ayırık frekans değişikliği boyunca sayısal bilginin iletilebildiği frekans modülasyonudur. En kolay FSK ikili (binary) FSK'dir. BFSK sayısal ekipmanlar arasındaki haberleşmeyi sağlamak aracı ile kullanılmaktadır.

Veri ikili olarak iki ayırık frekanstan biri ya da öteki için sürekli taşıyıcının frekansının kaydırılması ile iletilir. BFSK tam olarak adı üstünde ikili sistemde bilgiyi (0,1) iletmek için ayırık frekans çiftleri kullanılmaktadır. Bu durumda, 1 işaret frekansı (mark frequency), 0 ise boşluk frekansı (space frequency) olarak adlandırılır. Bununla işaret frekansı yüksek radyo frekanslarına denk gelir. Aşağıdaki şekil veri iletilen sinyal arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu şekilden FSK ile dijital sinyal arasındaki ilişki gözlemlenebilir.

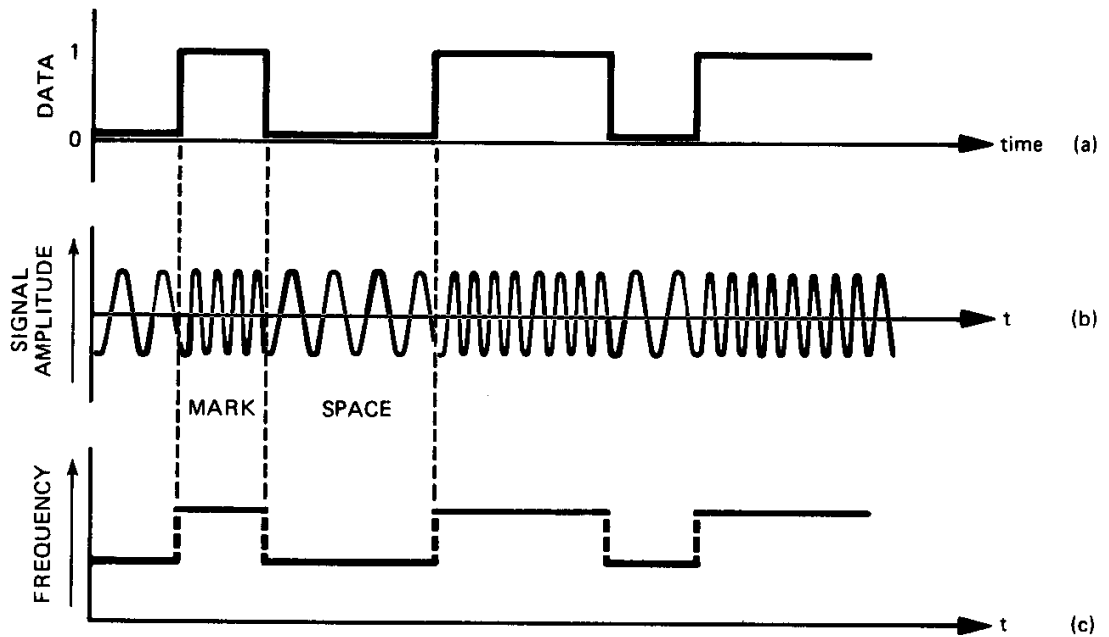


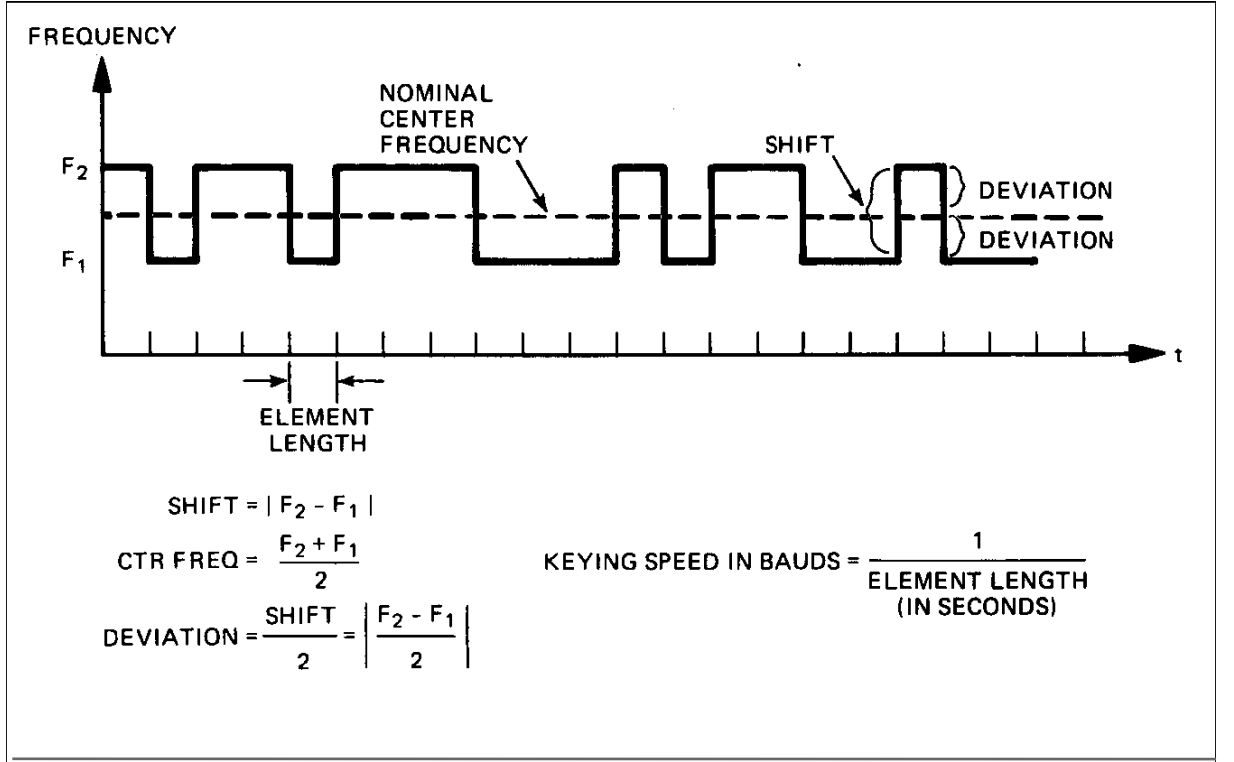
Figure 1. FSK modulation. Binary data (a) frequency modulates the carrier to produce the FSK signal (b) which has the frequency characteristic (c).

Şekil 3.8 FSK modülasyon

İşaret ya da boşluk durumunun minimum süresine element uzunluğu (element lenght) denir. Element uzunluğu için tipik değerler 5 ile 22 milisaniye arasında değişmektedir. Fakat element uzunluğu 1 milisaniyeden küçük 1 saniyeden büyük değildir. Bantgenişliği, HF kanallarda, telefon kanallarının ve sinyal yayılımının durumu altında element uzunluğu 0.5 milisaniyeden uzun olmalıdır.

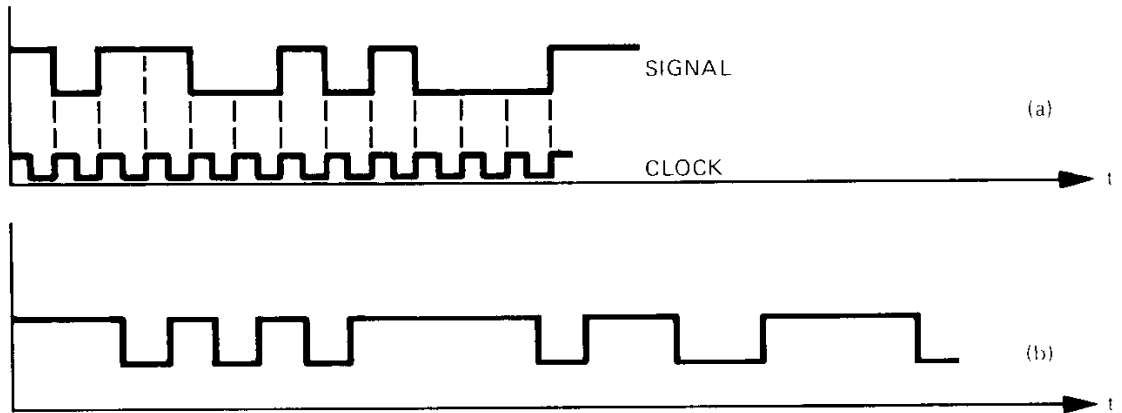
Element uzunluğunu belirlemenin başka bir yolu ise anahtarlama hızıdır. Anahtarlama hızı “bauds” cinsindendir ve element uzunluğunun saniyeler cinsinden tersine eşittir. Örneğin, element uzunluğu 20 milisaniye ise buna eşdeğer anahtarlama hızı 50-baud’dur.

FSK sinyalin frekans ölçümleri için genelde kaydırma ve merkez frekansı cinsinden belirtilir. Kaydırma frekansı işaret ve boşluk frekansları arasındaki frekans farkına eşittir. Kaydırma frekansı genelde 50-1000 Hertz arasında değer alır. Merkez frekansı ise işaret ve boşluk frekansları arasındaki orta noktadır. Bazen “sapma” terimi de kullanılabilir. Sapma, merkez frekansı ile işaret ya da boşluk frekansı arasındaki mutlak değer ifadesidir. Sapma, nümerik olarak kaydırmanın bir yarısına eşittir.



Şekil 3.9 FSK parametreleri

FSK ile veri iletiminde birçok farklı kod şeması kullanılır. Bunlar iki ana grupta senkron ve asenkron olarak sınıflandırılabilirler. Senkron iletim, referans saat darbesi ile birlikte işaretten boşluğa ve boşluktan işarete geçişlerdir. Asenkron sinyaller referans saat darbesine gerek duymazlar, bunun yerine kod çözme süresi boyunca zamanı kontrol etmek için özel bit paternlerine ihtiyaç duyarlar. Aşağıdaki şekilde senkron ve asenkron anahtarlama gösterilmiştir.



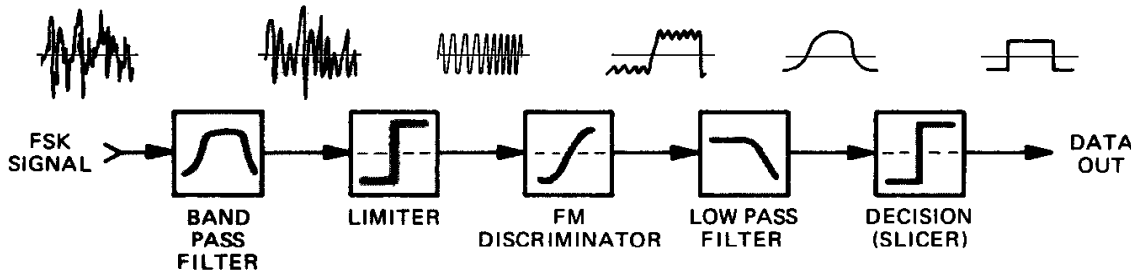
Şekil 3.10 Senkron (a) ve asenkron (b) sinyaller

3.4 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama Demodülasyon

FSK demodülasyon türleri FM- detektör demodülasyon ve filtre tipi demodülasyon olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

3.4.1 FM Detektör Demodülasyon

Bu modülasyon tipi ikili sistemde modüle edilmiş basit FM sinyali gibi davranan FSK sinyalidir. Aşağıdaki şekilde, girişimi bant dışına taşıyan ve sonra AM girişimi sınırlayan FM detektör tipi demodülatörün blok diagramı gösterilmektedir.



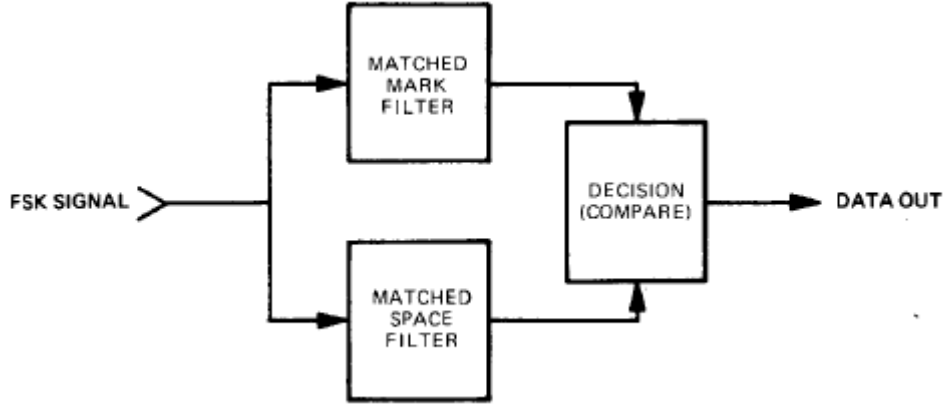
Şekil 3.11 FM detektör tipi FSK demodülatör

FM algılamalı sınırlı sinyal işaret durumunda pozitif çıkış, boşluk durumunda ise negatif çıkış üretmektedir. Algılanan sinyal gürültünün giderilmesi için alçak geçiren filtreden geçirilir. Sonuç olarak karar devresi tüm pozitif voltajları ikili sistemdeki 1 ve tüm negatif voltajları ikili sistemdeki 0 haline getirir.

3.4.2 FSK Filtre Tipi FSK Demodülatör

Filtre tipi demodülatör ile hata performansı azaltılmaya çalışılmıştır. Filtre tasarım özellikleri sadece sinyal parametrelerine dayanmamaktadır. Sinyal gürültüsünün yapısına da bağlıdır.

Klasik uyumlu (matched) filtre demodülasyonun basit blok diyagramı aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.12 Uyumlu filtre FSK demodülatörü

Demodülatörde, uyumlu filtre çıkışı karşılaştırılır. Eğer çıkışta işaret filtresi boşluk filtresinden büyükse sinyale işaret olarak karar verilir. Boşluk deteksiyonu ise benzer şekilde yapılır.

4. PIC 16F877 MİKRODENETLEYİCİ

Raporun bu kısmında projede kullanılan PIC 16F877 mikrodeneleyicisinin teknik özelliklerinden ve projedeki kullanımından bahsedilecektir.

4.1 Mikrodenetleyici Nedir?

Mikrodenetleyici bir tümdevre üzerinde üretilen mikro bilgisayarlaradır. İçinde bir yazılım olmadan işe yaramayan, içine yazılan program sayesinde programa göre istenilen işlemi gerçekleştiren kontrol elemanıdır. Bir mikrodenetleyici tüm devresinde bulunan hafıza ve giriş/çıkış alt sistemleri bu mikroişlemcilerin birçok uygulama içinde, gömülü olarak doğrudan ve tek başına, mikroişlemcilere göre çok daha basit ve ucuz arabirim teknikleriyle, kontrol amaçlı olarak kullanılmasını sağlar.

Mikrodenetleyiciler teknik özelliklerine bağlı olarak sınırsız bir kullanım alanına sahiptirler. Bir nevi bilgisayardırlar. Monitör, klavye gibi çevre birimleri olmasa da bilgisayarın yaptığı her işi yapabilir.[6]

Bir mikrodenetleyici genel olarak CPU (Merkezi İşlem Birimi- Central Processing Unit), RAM, EPROM/PROM/ROM (Silinebilir Programlanabilir ROM- Erasable Programmable Read Only Memory), giriş/çıkış portu, zamanlayıcı ve kesmelerden oluşur.[6]

Mikrodenetleyiciler özel amaçlı bilgisayarlardır. Mikrodenetleyiciler sadece bir iş için programlanmışlardır ve bu program değişmemek üzere ROM'da saklı tutulur. Ayrıca bilgisayarlara göre çok düşük güçte çalışırlar. Bir mikrodenetleyiciye giriş yapılabilirdiği, mikrodenetleyiciden çıkışta alınabilir. Bu özelliği ile mikrodenetleyicilerde LCD göstergeden çıkış alınabilir. Maddi açıdan bakıldığında ise mikrodenetleyiciler düşük fiyatlı çiplerdir. Kompleks bir devreyi daha uygun maliyette yapılmasına olanak sağlar.

Mikrodenetleyiciler bellek çeşitlerine farklılık gösterirler. Bunlar,

- EEPROM Bellekli Mikrodenetleyiciler
- Flash (EPROM) Bellekli Mikrodenetleyiciler
- OTP Bellekli Mikrodenetleyiciler

4.2 PIC Nedir?

PIC serisi mikroişlemciler MICROCHIP firması tarafından geliştirilmiş ve üretim amacı çok fonksiyonlu mantıksal uygulamaların hızlı ve ucuz bir mikrodenetleyici ile yazılım yoluyla karşılanmasıdır. PIC'in kelime anlamı "Peripheral Interface Controller" giriş çıkış işlemcisidir. PIC mikrodenetleyicilerinin mimarisi değiştirilmiş Harvard RISC yapısına dayalıdır.[4]

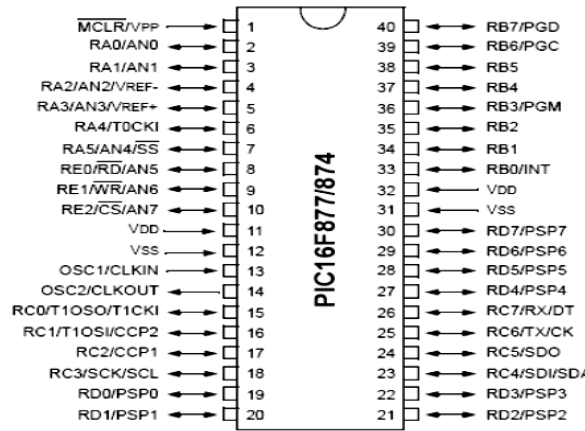
4.3 PIC 16F877 Mikrodenetleyici Özellikleri ve Yapısı

RF Multi Kontrol projesinde sistemlerin veri girişini sağlamak, sensör bilgilerini gönderip almak, robot kol ve araç kontrolünü sağlamak ve alınan bilgileri LCD

ekranda göstermek amacıyla mikrodenetleyici kullanılmıştır. Mikrodenetleyicinin bu işlemleri sağlaması için öncelikli olarak A/D girişinin olması gerekmektedir, ayrıca yeterli sayıda giriş/çıkış portunda olmalıdır.

PIC 16F877, 16F84 kadar popüler bir mikrodenetleyicidir. Flash ROM bellek hafızası sayesinde içine birçok kez program yazılabilir. 8 Kword'e kadar artan flash belleği 1 milyon kez programlanabilir. 368 Byte'a kadar artan veri belleği, 256 Byte'a kadar artan EEPROM veri belleği vardır. Yüksek hızlı RISC temeline dayalıdır. İşlem hızı DC 20 MHz'dir. 8 bit veri yoluna sahiptir. Aynı anda, veri belleğine 8 bit genişliğindeki bu yolla erişilirken, program belleğine program yolu ya da adres yolu denilen 14 bit genişliğindeki başka bir yolla erişilir. 35 adet komuta sahiptir ve bu komutların her biri sadece 1 çevrimlik süre içerir.[4]

Aşağıdaki şekilde PIC 16F877'nin bacak bağlantı yapısı gösterilmiştir. Bu projede veri girişleri için özellikle mikrodenetleyicinin Port B ve Port D pinleri kullanılmıştır.



Şekil 4.1 PIC 16F877 Bacak bağlantı yapısı [1]

Aşağıdaki tabloda ise mikrodenetleyicinin bacakları açıklanmıştır.

Tablo 4.1 PIC 16F877'nin bacak açıklamaları

OSC1/CLKIN	13	G	ST/CMOS	Kristal osilatör girişi/Harici osilatör kaynağı girişi
OSC2/CLKOUT	14	Ç	—	Kristal osilatör çıkışı/RC osilatör modunda 1/4 f değerinde frekans çıkışı
MCLR/VPP/THV	1	G/P	ST	Mikrodenetleyici için reset ucu. Normal çalışmada 1 seviyesinde tutulur
RA0/AN0	2	G/Ç	TTL	PORTA: G/Ç olarak yönlendirilebilir port. Pinler G/Ç görevi dışında; RA0: 0. Analog giriş görevi yapar. RA1: 1. Analog giriş görevi yapar. RA2: 2. Analog giriş veya negatif referans gerilimi girişim görevi yapar. RA3: 3. Analog giriş veya pozitif referans gerilimi girişim görevi yapar. RA4: TIMER0 için clock girişi görevi yapar. Açık drain çıkışı sahiptir. RA5: 4. Analog giriş veya SSP için slave seçimi görevi yapar.
RA1/AN1	3	G/Ç	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	G/Ç	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	G/Ç	TTL	
RA4/T0CKI	6	G/Ç	ST	
RA5/SS/AN4	7	G/Ç	TTL	
RB0/INT	33	G/Ç	TTL/ST	PORTE: G/Ç olarak yönlendirilebilir port. Tüm girişlerinde yazılımda programlanabilir düşük değerli pull-uplar vardır. Pinler G/Ç görevi dışında; RB0: Harici kesme ucu görevi yapar. RB3: Düşük seviye programlama girişi görevi yapar. RB6: Seri programlama girişi görevi yapar RB7: Seri programlamada data girişi görevi yapar.
RB1	34	G/Ç	TTL	
RB2	35	G/Ç	TTL	
RB3/PGM	36	G/Ç	TTL	
RB4	37	G/Ç	TTL	
RB5	38	G/Ç	TTL	
RB6/PGC	39	G/Ç	TTL/ST	
RB7/PGD	40	G/Ç	TTL/ST	
RC0/T1OSO/T1CKI	15	G/Ç	ST	PORTC: G/Ç olarak yönlendirilebilir port. Pinler G/Ç görevi dışında; RC0: TIMER1 osilatör çıkışı veya TIMER1 clock çıkışı görevi de yapar. RC1: TIMER1 osilatör girişi veya Capture2-G/Compare2-O/PWM2-Ç görevi yapar. RC2: Capture1-G/Compare1-Ç/PWM1-Ç görevi de yapar. RC3: SPI ve I2C modunda senkron seri clock G/Ç görevi yapar. RC4: SPI modunda SPI data girişi, I2C modunda data G/Ç görevi yapar. RC5: SPI modunda SPI data çıkışı görevi yapar. RC6: USART asenkron gönderme veya senkron clock görevi yapar. RC7: USART asenkron alma ve senkron data görevi yapar.
RC1/T1OSI/CCP2	16	G/Ç	ST	
RC2/CCP1	17	G/Ç	ST	
RC3/SCK/SCL	18	G/Ç	ST	
RC4/SDI/SDA	23	G/Ç	ST	
RC5/SDO	24	G/Ç	ST	
RC6/TX/CK	25	G/Ç	ST	
RC7/RX/DT	26	G/Ç	ST	
RD0/PSP0	19	G/Ç	ST/TTL	PORTD: G/Ç olarak yönlendirilebilir port veya mikroişlemci hattında arabirim olarak kullanıldığında paralel slave port.
RD1/PSP1	20	G/Ç	ST/TTL	
RD2/PSP2	21	G/Ç	ST/TTL	
RD3/PSP3	22	G/Ç	ST/TTL	
RD4/PSP4	27	G/Ç	ST/TTL	
RD5/PSP5	28	G/Ç	ST/TTL	
RD6/PSP6	29	G/Ç	ST/TTL	
RD7/PSP7	30	G/Ç	ST/TTL	
RE0/RD/AN5	8	G/Ç	ST/TTL	PORTE: G/Ç olarak yönlendirilebilir port. Pinler G/Ç görevi dışında; RE0: Paralel Slave porttan okuma kontrolü veya 5. analog giriş görevi yapar. RE1: Paralel Slave porttan yazma kontrolü veya 6. analog giriş görevi yapar. RE2: Paralel Slave porttan seçim kontrolü veya 7. analog giriş görevi yapar.
RE1/WR/AN6	9	G/Ç	ST/TTL	
RE2/CS/AN7	10	G/Ç	ST/TTL	
VSS	12,31	P	—	Mikrodenetleyici için toprak seviyesini oluşturur.
VDD	11,32	P	—	Mikrodenetleyici için pozitif kaynak gerilimini oluşturur.

4.4 PIC 16F877'nin Port Yapısı ve Fonksiyonları

PIC 16F877 de A,B,C,D,E giriş çıkış portları mevcuttur. Bu portların giriş ya da çıkış olarak kullanılması isteğe bağlıdır. Bu portlar giriş/çıkış yapmakla beraber bazı çevresel işlemleride yapacak özelliğe sahiptirler. Bu bacaklar çevre birimleri kullanıldığında genel giriş/çıkış olarak kullanılmaz.

4.4.1 PORT A

Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak ayarlanabilmektedir. A port'u hem giriş/çıkış hem de analog giriş çıkış uçları görevi yapan 6' bitlik bir portdur. RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5 bitleri analog/sayısal dönüştürücü olarak ayarlanabilir. A portunu TRISA yazmacı yönlendirir. A portunda bulunan RA4 biti diğer Port A bacaklarından farklıdır. Bu pin açık kolektör özelliğine sahip olduğu için pull-up

direnci ile kullanılmalıdır. Analog giriş kullanıldığında TRISA yazmacı RA'nın yönünü kontrol eder.

4.4.2 PORT B

Port B giriş/çıkış olarak kullanılabilen 8 bitlik bir portdur. Bu portu TRISB yazmacı yönlendirmektedir. Bu port mikrodnetleyici içinde dahili olarak pull-up yapılmış gibidir. B portunun her bacağı dahili bir direçle VDD'ye bağlıdır. Bu özellik varsayılan olarak etkin değildir. Fakat OPTION yazmacının 7. Bitini sıfıra çekerek B portunun bu özelliğı etkinleştirebilir. Bu özelliğı ile bu port giriş çıkış olarak kullanıldığında girişte sinyal yokken giriş lojik-1 olarak algılanır. Bu yapısı ile buton girişı olarak kullanıma uygun bir portdur. Analog giriş kullanıldığında TRISB yazmacı RB'nin yönünü kontrol eder.

4.4.3 PORT C

C portu 8 bitlik dijital giriş/çıkış portudur. Bu port TRISC yazmacıdır. Diğer portlara oranla daha fazla bilgi barındırır. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE yazmacının 4. biti olan PSPMODE bitini 1 yaparak “parallel slave mode” da kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki herhangi bir mikroişlemci bus'ına bağlanabilir. Analog giriş kullanıldığında RC'nin yönünü TRISC yazmacı kontrol eder.

4.4.4 PORT D

D portu da C portu gibi 8 bitlik sayısal giriş/çıkış portudur. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE yazmacının 4.biti olan PSPMODE bitini 1 yaparak paralel slave modda kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki herhangi bir mikroişlemci bus'ına bağlanabilir.

4.4.5 PORT E

E portu 3 bitlik sayısal giriş çıkış portudur. Port E'nin kontrolü TRISE tarafından yapılır. Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. RE0, RE1 ve RE2 bacaklarında Schmitt Trigger giriş tamponları vardır. Her bir bacak A/D dönüştürücü olarak konfigüre edilebilmektedir. Eğer Port D paralel slave port olarak konfigüre edilirse RE0, RE1, RE2 bacakları Port D'nin bağlandığı mikrodenetleyici bus'ına sırasıyla READ, WRITE ve CHIP SELECT kontrol girişleri olarak kullanılabilir. Bunun için TRISE uygun biçimde ayarlanmalıdır.

4.5 PIC 16F877'nin Özel Fonksiyonları

4.5.1 USART

USART, yani senkron / asenkron alıcı verici PICF877'deki iki seri giriş / çıkış biriminden biridir. Seri iletişim arayüzü (SCI) olarak da bilinen USART, monitör veya PC gibi aygıtlara tam çift yönlü asenkron bağlantıda kullanılmak üzere konfigüre edilmiştir. A / S veya S / A arayüzlerine, seri kullanılmak üzere konfigüre edilebilmektedir. USART aşağıdaki gibi konfigüre edilebilmektedir.

Asenkron: Tam çiftyönlü

Senkron: Master, yarım çift yönlü

Senkron: Slave, yarım çift yönlü RC6 verici, RC7 ise alıcı port olarak kullanılmaktadır. RCSTA (0x18) ve TXSTA (0x98) yazmaçları da konfigürasyonda kullanılmaktadır.[4]

4.5.2 Master Synchronous Serial Port (MSSP)

MSSP birimi diğer çevre birimleri ya da mikrodenetleyicilerle haberleşmek için kullanışlı bir modüldür. Bu çevre birimleri seri EEPROM, kaydırmalı yazmaçlar (shift register), gösterge sürücüleri, A / S çeviriciler vb. olabilir. MSSP birimi aynı anda aşağıdaki iki moddan birine konfigüre edilebilir.[4]

- Seri çevre arayüzleri (Serial Peripheral Interface, SPI)
- Inter-Integrated devreler (Inter-Integrated Circuit, I²C)

4.5.3 Analog Sayısal Dönüştürücü Birimi

Analog/sayısal dönüştürücü birimi 10 bittir. Toplamda 8 adet analog/sayısal kanal bulunmaktadır. 16F877’de, mikrodnetleyici uyku modunda iken bile analog/sayısal birimi geri planda çalışmaya devam etmektedir. Analog/sayısal kanalları için RA4 hariç diğer RA portları ve RE portları kullanılabilir. İlgili yazmaçlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.[4]

ADRESH 0x1E; analog/sayısal sonuç yazmacı (high register)

ADRESL 0x9E; analog/sayısal sonuç yazmacı (low register)

ADCON0 0x1F; analog/sayısal kontrol yazmacı 0

ADCON1 0x9F; analog/sayısal kontrol yazmacı 1

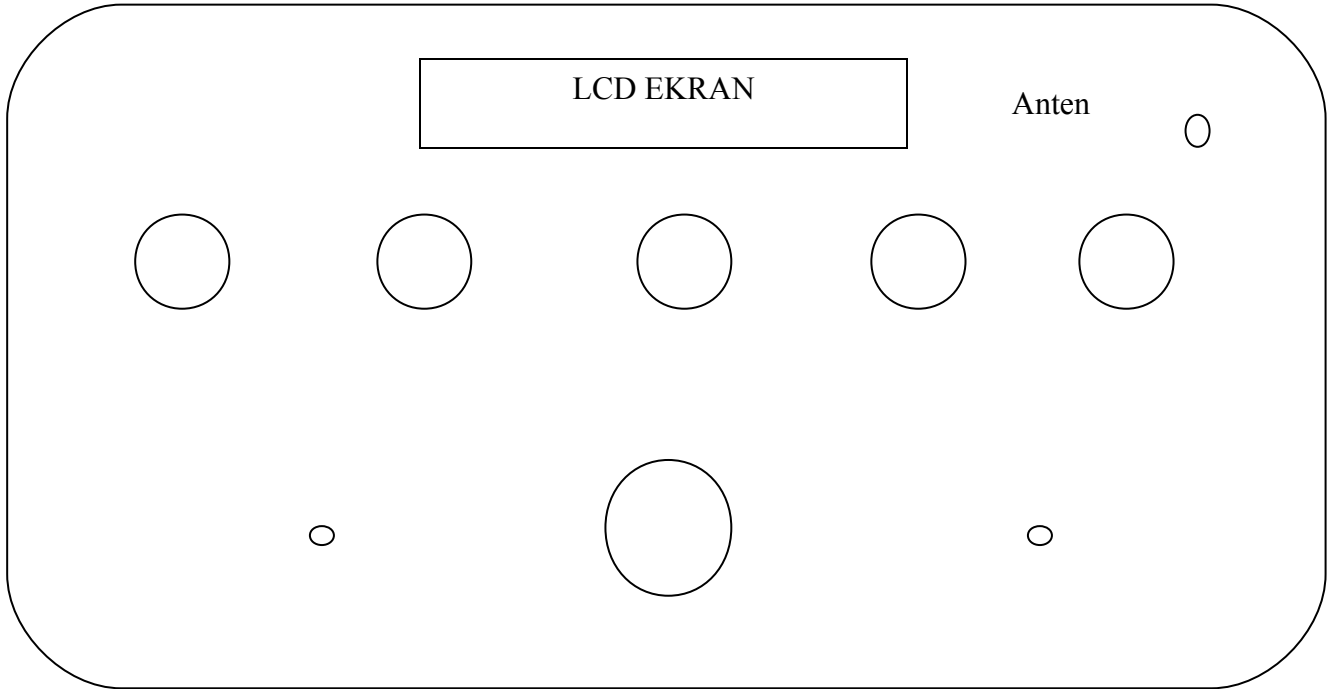
5. DEVRE TASARIMI

Bu kısımda RF Multi Kontrol sistemi devrelerinin nasıl tasarlandığı ve baskı devre aşaması anlatılacaktır. RF Multi Kontrol projesinde kontrol ünitesi (verici) ve robot kol ünitesi (alıcı) devreleri olmak üzere iki adet devre bulunmaktadır. Devre donanımı gerçekleşmeden önce yazılan programlar tasarlanan bir devre şeması üzerinde, Proteus ISIS simülasyon programında simule edilmiştir. Daha sonra sistem devreleri tasarlanmış ve baskı devreleri Proteus ARES programını kullanarak hazırlanmıştır.

5.1 Kontrol Ünitesi (Verici Kısım)

Alıcı ve verici kısımda ikişer tane mikrodnetleyici bulunmaktadır. Ayrıca verici kısımda robot kolun beş eklemine hareketini kontrol etmek için on adet joystick kol

bulunmaktadır. Buna ek olarak paletin dört eksene hareketini kontrol edecek bir joystick, sensörlerden bilgi talep edecek iki buton bulunmaktadır. Son olarak, tüm elde edilecek sensör ve hareket bilgilerinin gösterileceği bir LCD ekran bulunmaktadır. Verici ve alıcı kısımda ek olarak karşılıklı haberleşmeyi sağlayacak RF modüller bulunmaktadır. Verici kısmı üstten gösteren blok diyagram aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.1 Verici kısım üstten görünümü

Verici kısımdaki iki tane mikrodnetleyiciden bir tanesi hem paleti kontrol etmektedir hem de sıcaklık ve renk sensörünün bilgi talebini göndermektedir. Bu PIC paletin joystick'inden gelen komutları palete iletmektedir. Ayrıca sistemde kullanılan LCD ekranının bilgileri de yine bu mikrodnetleyici üzerinden gönderilmektedir. Ek olarak sistemde kullanılan renk ve sıcaklık sensörlerinden bilgilerin istenmesinde de yine bu mikrodnetleyici kullanılmaktadır. Kontrol ünitesindeki mikrodnetleyicilerden diğeri ise sadece kol hareketlerinin kontrolünü sağlayan mikrodnetleyicidir.

Sistemde verici ve alıcı tarafta ikişer adet mikrodnetleyici kullanılmasının sebebi kullanılan PIC 16F877'nin bacak sayısının yeterli olmamasıdır. Kullanılacak pin sayıları hesaplanacak olursa, kolun hareketi için 10 adet input girişine ihtiyaç vardır. 6 tane palet kontrolü, sıcaklık ve renk sensörü için bacağa ihtiyaç vardır. Ayrıca LCD kontrolü içinde 14 adet bacağa ihtiyaç vardır. Toplamda kullanılan pin sayısının, standart pin sayısını aştığı için iki adet mikrodnetleyici kullanılmıştır.

Verici kısımda kolu kontrol eden on adet joystick bulunmaktadır. Bu joystickler mikrodnetleyiciye bağlıdır. Mikrodnetleyici joysticklerden gelen inpuarı RF modül üzerinden alıcı kısma iletecektir. Verici kısımda palet ve sensörlerle ilgili olan PIC, palete ait olan joystickden gelen inputları alıp RF modül üzerinden paletin alıcı kısmına iletir. Aynı zamanda bu mikrodnetleyiciye LCD ekran ve iki harici giriş bağlıdır. Bu girişlerden biri sıcaklık sensöründen sıcaklık bilgisini talep edecek, diğeri ise renk sensöründen renk bilgisini talep edecek girişlerdir. Bu taleplerle ilgili olan bilgi karşı taraftan geldiğinde, gelen sonuç LCD ekran üzerinde gösterilecektir.

5.2 Robot Kol-Palet Ünitesi (Alıcı Kısım)

Alıcı kısmında da verici kısmın karşılığı olan iki adet mikrodnetleyici bulunmaktadır. Vericiden gelen palet ile ilgili bilgiler, alıcıdaki palet ile ilgili olan mikrodnetleyiciye gelmektedir. Bu mikrodnetleyici L293B DC motor sürücü tümdevresine bağlıdır. Vericiden gelen bilgiye göre paletin hangi doğrultuda hareket etmesi gerekiyorsa o doğrultuda DC motor sürücü tümdevresiden paletin hareketi

sağlanmaktadır. Ayrıca L293B DC motor sürücüsünün girişlerini tetiklemek için anahtar olarak BC237 transistörler kullanılmıştır. Transistörlerin baz uçları PIC'in çıkışlarına bağlanmıştır. Transistörler DC motor sürücü tümdevresi PIC'in çıkışlarından akım çekmesin diye anahtar olarak kullanılmıştır. Bu işlemin yapılma sebebi, L293B çok fazla akım çeken bir entegre olmasıdır.

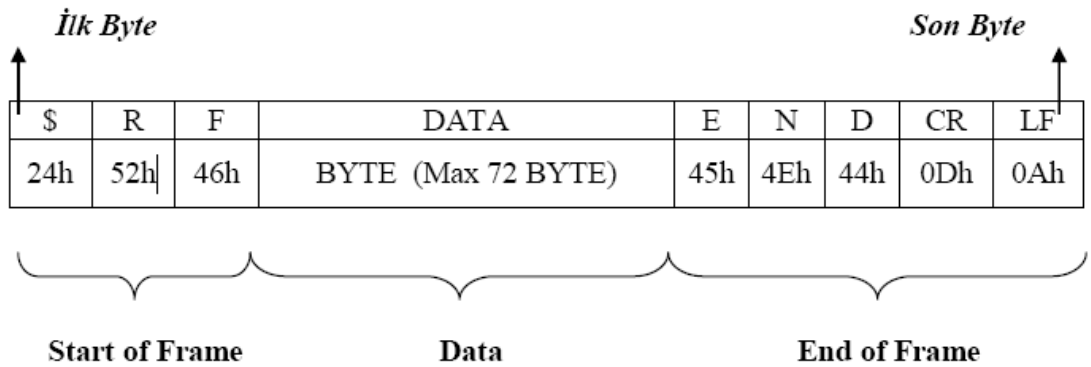
Aynı zamanda Port.A'daki dijital/analog çevirici bacaklarına bağlı olan renk ve sıcaklık sensörleri vardır. Sıcaklık bilgisini ölçmek için LM 35 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Bu sensör mikrodenetleyicinin Port A.0 pinine bağlıdır. Bu pin bir numaralı dijital/analog inputtur. Sıcaklık sensöründe de sıcaklık algılaması ve hesaplaması yapıldıktan sonra sıcaklık bilgisi RF modül üzerinden alıcı kısımdan verici kısmına geri gönderilir. Bu şekilde karşılıklı haberleşme sağlanmış olur. Bu sistemde sıcaklık bilgisi 100 defa alınmıştır ve ortalamaları alınıp sonuç olarak gösterilmiştir. Bu sayede ölçüm hata oranının azaltılması hedeflenmiştir. Son olarak bilginin karşı tarafa iletilmesi ile LCD ekranda sıcaklık bilgisi gösterilir.

Renk sensörü ise öncelikle kendi kuvvetlendiricisi olan MTI04CS entegresine bağlıdır. Kuvvetlendirici çıkışları ise mikrodenetleyiciye bağlıdır. Renk sensörü algıladığı rengin çıkış ucunda μA mertebesinde çok küçük akımlar sürer. Bu akımlar, akım girişli gerilim yükseltici kuvvetlendirici ile voltaj değerlerine dönüştürülür. Kuvvetlendirici tersleyen kuvvetlendirici mantığında çalışmaktadır. Bu mantık ile yüksek akım giren inputun çıkışında gerilim düşer. Normalde tüm çıkışlar maksimum gerilim seviyesindedir. PortA.1, PortA.2, PortA.3 pinlerine bağlı olan bu kuvvetlendiricinin çıkışları karşılaştırılarak hangisinin en düşük voltaj olduğu algılanır. Bu uca ait olan bilgi tekrar RF modül üzerinden verici ünitesine gönderilir. Verici ünitesindeki ekranda hangi renk olduğu gösterilir.

Robot kol kısmında ise, vericiden gelen bilgi işlenir ve alıcı kısımda robot kol ile ilgili kısma gelir. Bu kısımda, anlık olarak hangi eklemün hangi yöne hareket etmesi gerektiğine karar verilir. Buna göre mikrodenetleyiciye bağlı olan on adet çıkıştan ilgili bacaklar lojik 1 konumuna geçer. Bu pinlerden yine anahtarlama mantığı ile on

adet röle sürülmüştür. Rölelerin çıkışlarına da robot kolun eklemleri bağlıdır. Röleleri sürerek robot kolun istenen hareketleri yapması sağlanır.

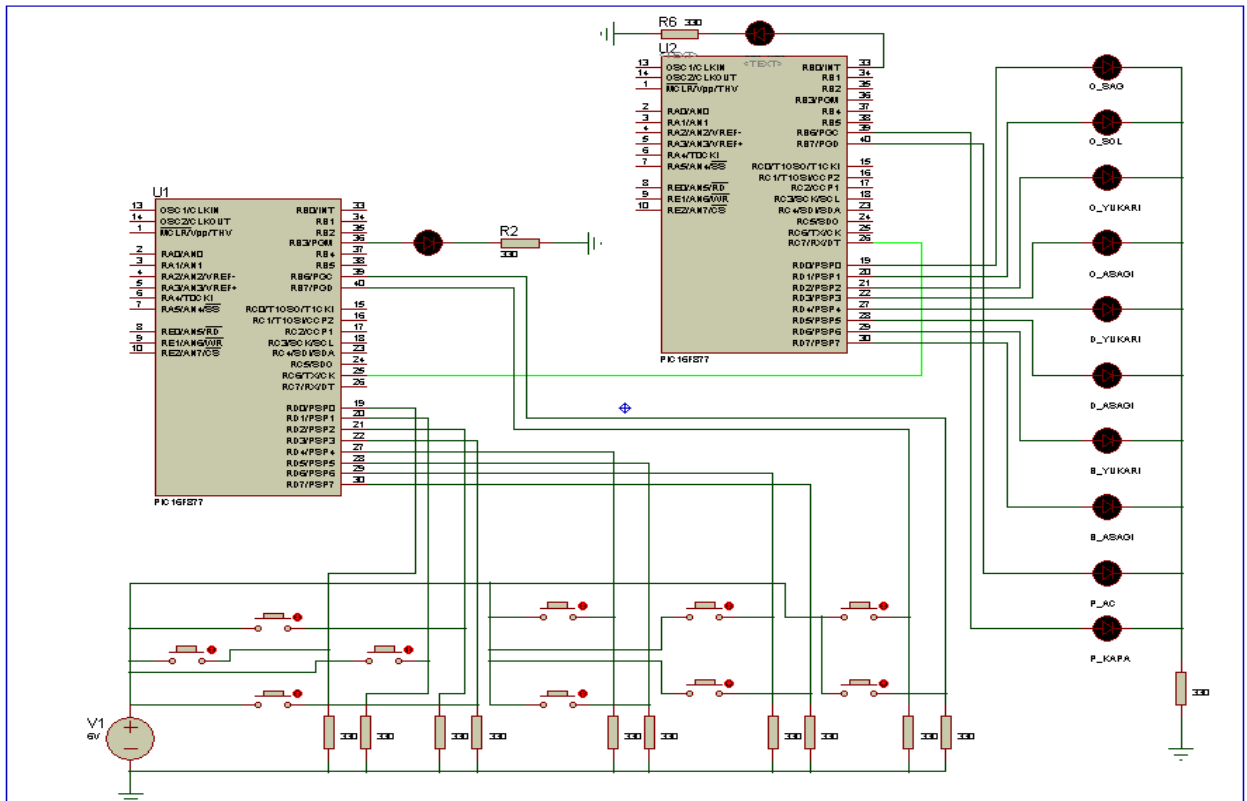
Alıcı ve verici kısımdaki bilgilerin karşılıklı olarak gönderilmesi RF modüller sayesinde yapılmaktadır. RF haberleşme ise modüllerin yapısında bulunan kodlarla karşılıklı olarak gönderilip alınması ile sağlanmıştır. RF modüller 2400 baud rate ile 868MHz'de çalışmaktadır. RF modülün data formatı ise aşağıdaki şekildedir. Bu sistemde 3 byte'lık bilgi gönderilip alınmaktadır.



Şekil 5.2 Genel data formatı

5.3 Robot Kol Alıcı-Verici Simülasyonu

Alıcı ve verici taraftaki robot kola ait mikrodenetleyicilerinin birbirleri arasında

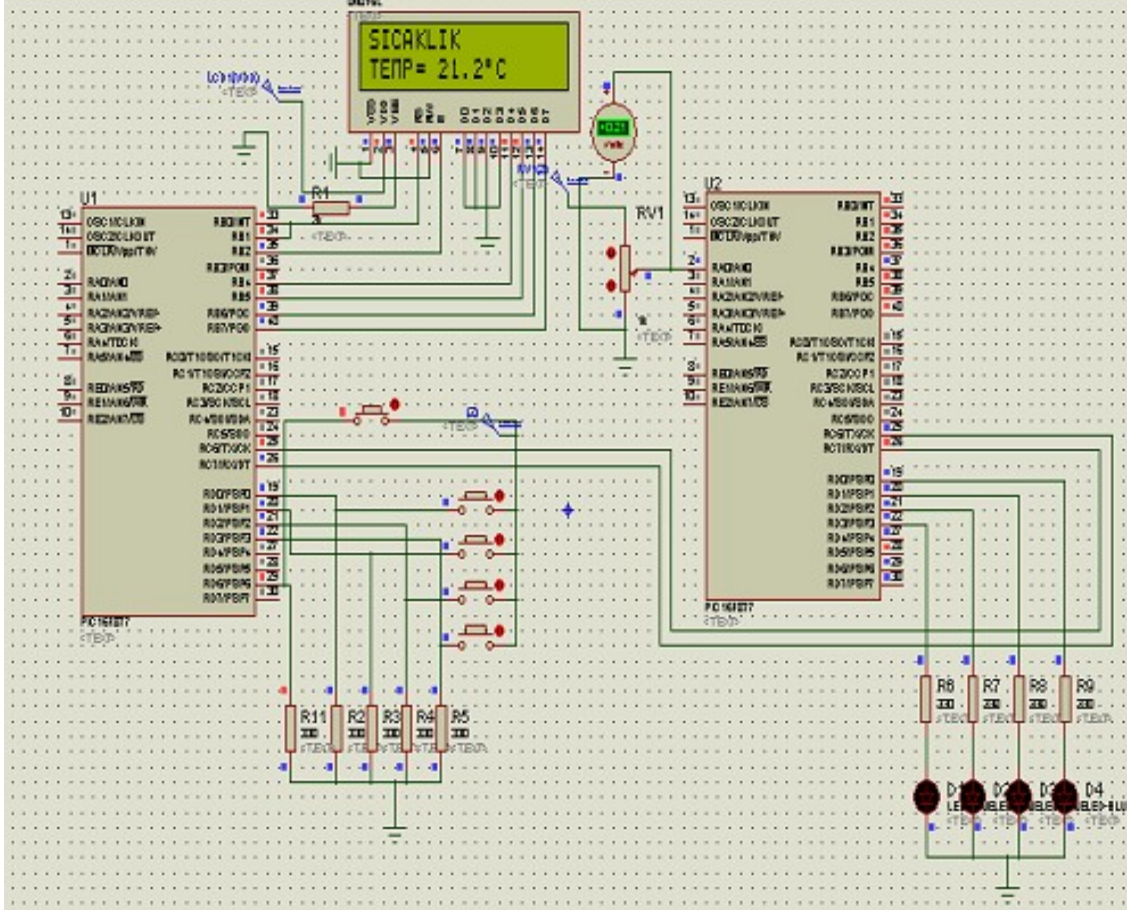


Alıcı ve verici taraftaki palet ve sensörlere ait mikrodnetleyicilerinin birbirleri arasında doğru bilgi gönderip almasını ve yazılan programların çalışmasını gözlemlemek amacıyla donanımın gerçekleşmesinden önce simülasyonu yapılmıştır. Simülasyon programı olarak Proteus ISIS kullanılmıştır. Simülasyon ekranının şekli aşağıdaki şekildedir.

Şekil 5.3 Robot kol alıcı-verici

5.4 Palet Alıcı-Verici Simülasyonu

Alıcı ve verici taraftaki palet ve sensörlere ait mikrodnetleyicilerinin birbirleri arasında doğru bilgi gönderip almasını ve yazılan programların çalışmasını gözlemlemek amacıyla donanımın gerçekleşmesinden önce simülasyonu yapılmıştır. Simülasyon programı olarak Proteus ISIS kullanılmıştır. Simülasyon ekranının şekli aşağıdaki şekildedir.



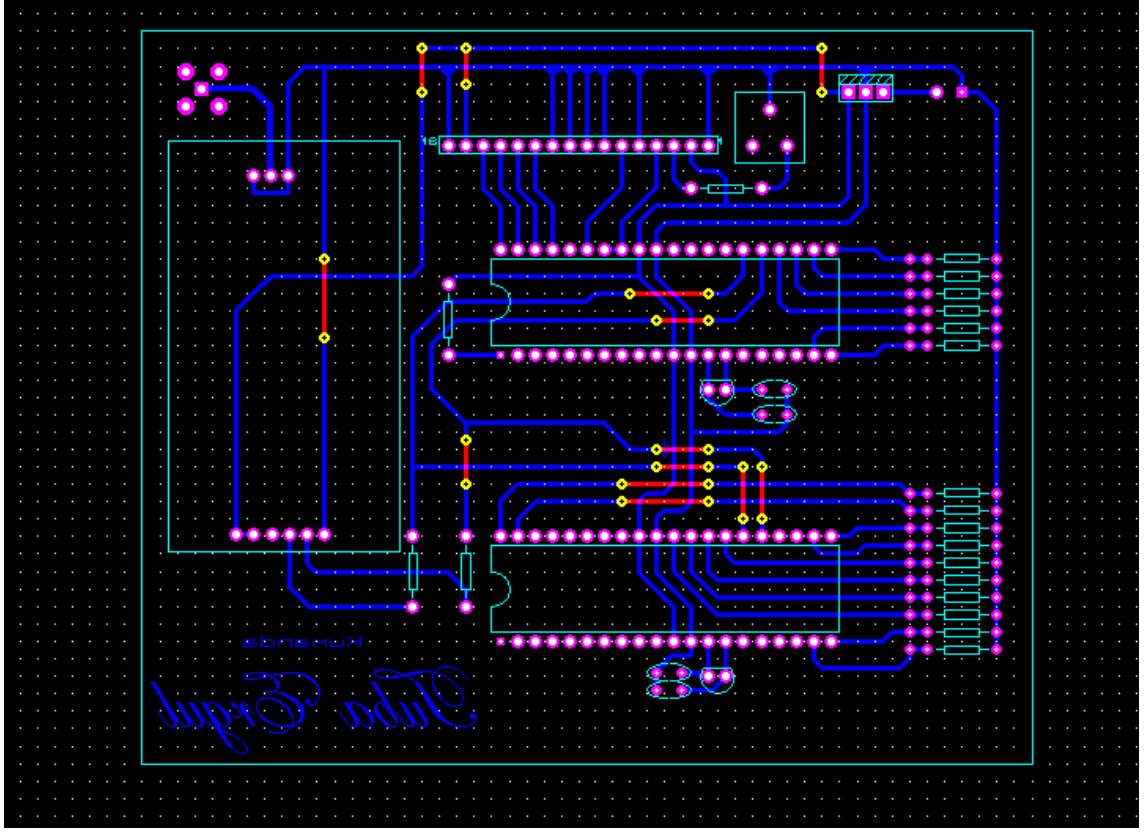
Şekil 5.4 Palet alıcı-verici

5.5 Baskı Devre

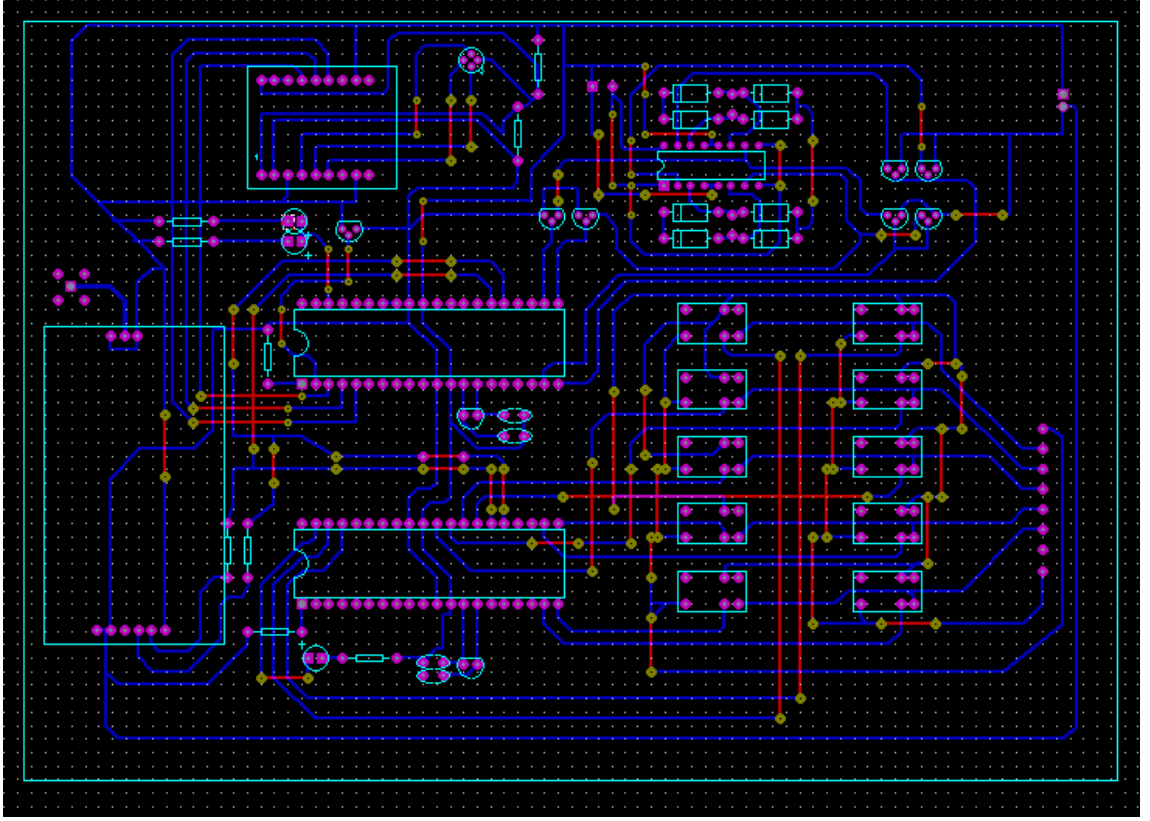
Programların simülasyonlarının yapılması ve devrelerin board üzerinde gerçekleşmesinden sonra projeye son halini vermek için baskı devre şemaları hazırlanmıştır. Baskı devreleri hazırlamak için Proteus ARES programı kullanılmıştır. Baskı devre hazırlama metodu olarak şu şekilde bir yol izlenmiştir.

- **1. Adım:** Çizimlerin mavi PCB kağıdına lazer yazıcı ile çıktıları alınmıştır.
- **2. Adım:** Alınan çıktıları ütü yardımı ile bakır plakalara geçirilmiştir.
- **3. Adım:** Bakır plakalarda çıkan yolların erimesi için demir3klorür, tuz ruhu, perhidrolden oluşan karışımda bekletilmiştir.
- **4. Adım:** Noktalar delinip, elemanların lehimleri yapılmıştır.

Proteus ARES programı ile yapılan baskı devreler alıcı ve verici olmak üzere aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.5 Verici baskı devre şeması



Şekil 5.6 Alıcı baskı devre şeması

6. YAZILIM TASARIMI

Bu kısımda PIC Assembly PIC Basic programlama diline giriş yapılacaktır. Ayrıca programlarda derleyici olarak kullanılan CodeDesigner ve programlar hakkında bilgi verilecektir. Bu kısmın sonlarına doğru hexadecimal (HEX) koda dönüştürmelerden ve mikrodenetleyicinin HEX kod ile programlanmasından bahsedilecektir.

6.1 PIC Assembly Nedir?

PIC Assembly, PIC mikrodenetleyicileri için tasarlanmış olan, tamamı ile Assembly tabanlı olan alt düzey bir programlama dilidir. Adının özellikle PIC Assembly olmasının sebebi, bazı komutlarının 8086 veya 8051 gibi işlemcilerin kullandığı Assembly dilindeki komutlardan farklı yazılışta olmasından kaynaklanmaktadır. PIC Assembly dili ile program yazarken, kullanılan donanımın çok önemi vardır. Yazılan kodların çoğu donanıma bağlı yazılır ki; bu programın taşınabilirliğini azaltan bir faktördür. Örneğin PIC16F877 için yazılmış bir Assembler kodu, PIC16F84 ile kullanılamayacaktır. Bu durum Assembly dillerinin en zayıf yönüdür. Daha sonraki kısımlarda PIC Assembly ile ilgili bilgi verilecektir.

6.1.1 PIC Assembly Kodları

PIC Assembly donanıma bağlı olarak farklı sayıda koddan oluşabilir. Bu projede PIC 16F877 kullanılmıştır. 16F877 35 komuta sahiptir. Tüm bu komutlar aşağıdaki tablodaki gibidir.

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode				Status Affected	
			MSb		LSb			
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	1fff	ffff	Z
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z
DECf	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff	
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff	
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	1fff	ffff	
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000	
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff	
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff	
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff	
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff	
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff	
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS								
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk	
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	$\overline{TO}, \overline{PD}$
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk	
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk	
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001	
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk	
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000	
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	$\overline{TO}, \overline{PD}$
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z

Tablo 6.1 PIC 16F877'nin assemblydeki komut seti

6.2 Pic Basic Nedir?

Pic Basic, üst düzey programlama dili olan BASIC 'in, bir denetleyici olan PIC için düzenlenmiş sürümüdür. Bu programlama dili kullanılarak, PIC çok daha kolay ve hızlı biçimde istenilen işlevleri yerine getirebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı en çok kullanılan programlama dili olma özelliğine sahiptir.

6.2.1 Pic Basic Komutları

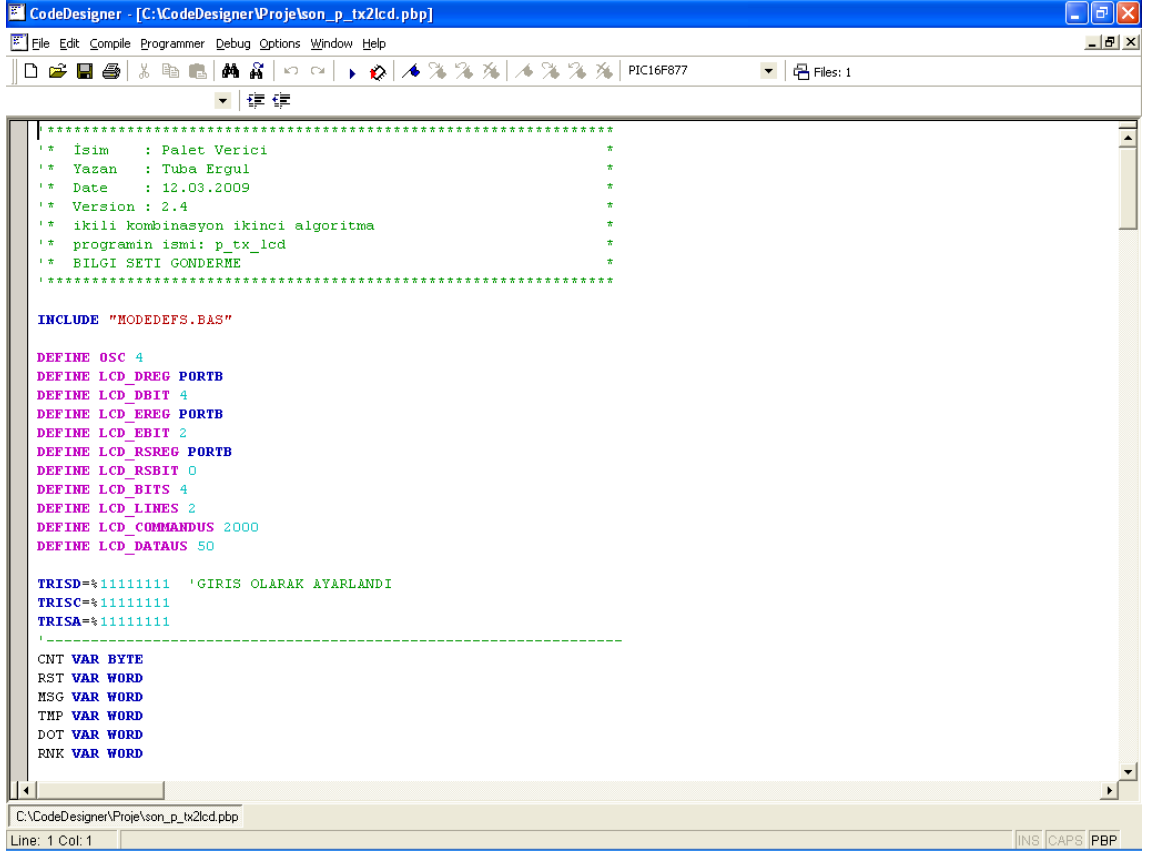
PIC BASIC 65 adet komut içermektedir. PIC Basic içerdiği bu 65 komutla her türlü programlama ihtiyacına cevap verebilmektedir. Ayrıca Assembly kodu kullanılmak istendiğinde ASM-ENDASM komutlarının arasına yazarak Assembly kodları da BASIC kodlarıyla birlikte kullanılabilir.

Tablo 6.2 PIC Basic komut seti [4]

@	ASM..ENDASM	ADCIN	BRANCH	BRANCHL
BUTTON	CALL	CLEAR	CLEARWDT	COUNT
DATA	DTMFOUT	EEPROM	END	FREQOUT
FOR-NEXT	GOSUB	GOTO	HIGH	HSERIN
HPWM	HSEROUT	I2CREAD	I2CWRITE	INPUT
IF-THEN-ELSE	LCDOUT	LCDIN	LET	LOOKDOWN
LOOKDOWN2	LOOKUP	LOOKUP2	LOW	NAP
OUTPUT	OWIN	OWOUT	PAUSE	PAUSEUS
POT	PULSIN	PULSOUT	PWM	RANDOM
RCTIME	READ	READCODE	RETURN	REVERSE
SELECT-CASE	SERIN	SERIN2	SEROUT	SEROUT2
SHIFTIN	SHIFTOUT	SLEEP	SOUND	STOP
SWAP	TOGGLE	WRITE	WRITECODE	WHILE-WEND

6.3 PIC Basic Programı Derleyicisi: CodeDesigner

Bu projede PIC Basic ile yazılan programları mikrodeneleyiciye yüklenmesi için CodeDesigner kullanılmıştır. Mikrodeneleyici HEX kodlar ile çalışmaktadır. Yazılan programı mikrodeneleyici için HEX hale getirmek için CodeDesigner kullanılmıştır. CodeDesigner yazılan PIC Basic kodlarını PIC Assembly'e dönüştürmektedir. CodeDesigner'ın ekran görüntüsü aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.1 CodeDesigner ekran görüntüsü

6.4 PIC Programının Tasarımı

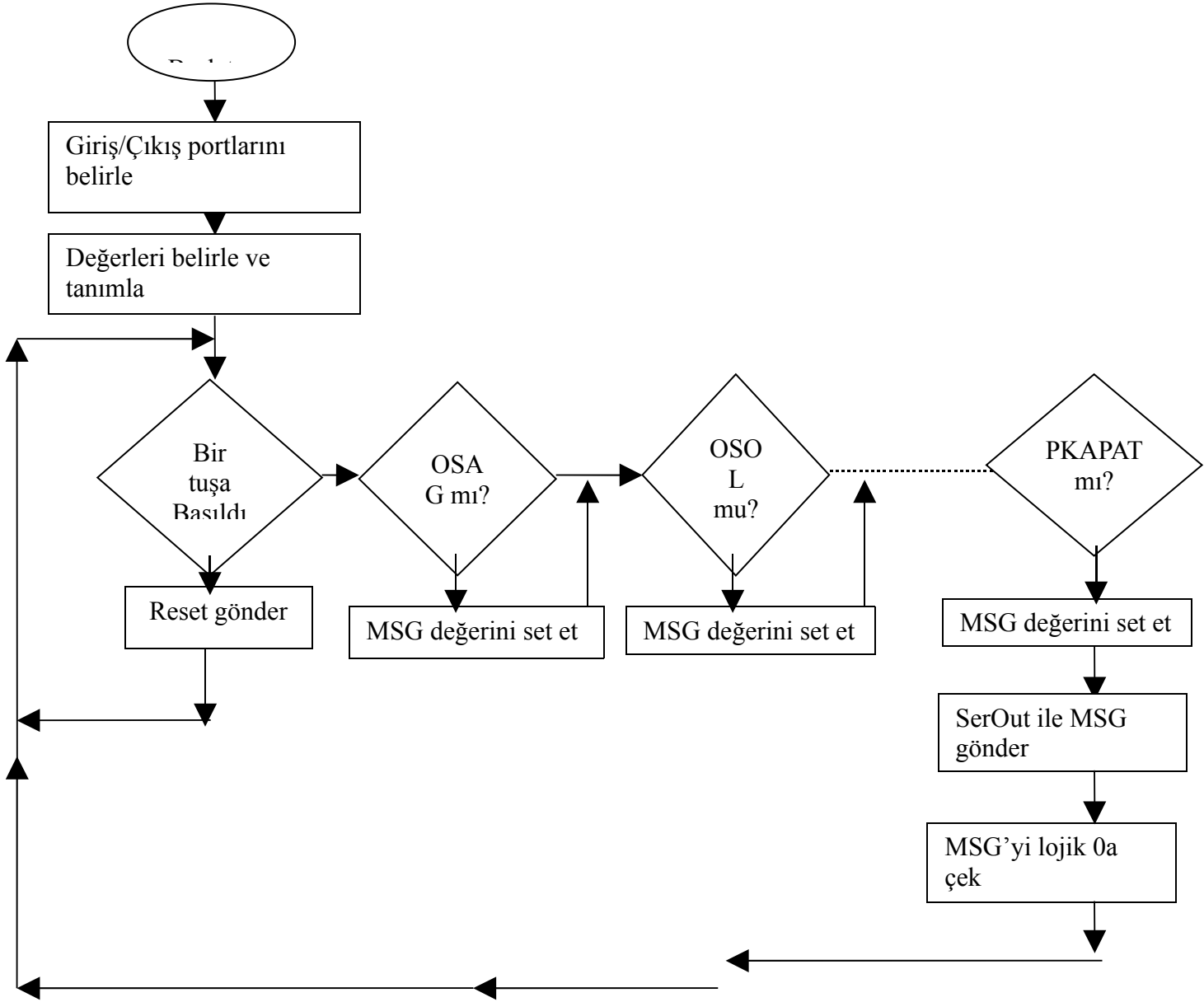
RF Multi Kontrol projesinde dört adet mikrodnetleyici kullanılmıştır. Bu mikrodnetleyiciler için dört adet program yazılmıştır. Bu programların ikisiyle robot kolun alıcı ve verici taraftaki kontrol ve ayarlamaları yapılmıştır. Diğer iki programda ise paletin, renk ve sıcaklık sensörlerinin kontrol ve ayarlamaları yapılmıştır. Program algoritmalarından daha sonraki kısımlardan bahsedilecektir. Yazılan programlar ise ektedir.

6.5 Program Algoritmaları

Bu kısımda projede yazılan programların yazılım algoritmalarından bahsedilecektir. Yazılan bu programlar ise daha öncede belirtildiği gibi ektedir.

6.5.1 Robot Kol Verici Programının Algoritması

Kumanda kısmında bulunan robot kolun alıcısına bilgi gönderecek programdır.



Şekil 6.2 Robot kol verici program akış şeması

Programın ilk başında giriş çıkış portları ve değerler (variable) belirleniyor. Değerlerin ilk bilgileri içlerine yazılıyor. Örneğin; RST=11001100. Bu değerler ilk başta belirleniyor. Ayarlanan be değerler daha sonra programda döngülerin içinde kullanılacaktır.

Program ilk döngüsünün (BASLA:) içine girilir. Eğer hiçbir tuşa basılmamışsa yani kolun hareket etmesi için hiçbir joystick'e basılmamışsa CNT değerinin yardımıyla bir kere RST yani reset bilgisi gönderir. Bu reset bilgisi karşıdaki işlemci (KOL Alıcı) tarafından algılandığında tüm çıkış bacaklarını lojik 0 yapar. Eğer herhangi bir tuşa basılmışsa yani joystick ile kolun herhangi bir eklemının hareket etmesi istenmişse ilk koşul sağlanmayacak ve program “if” koşulunun altına geçecektir. Burada hangi tuşa basıldığını anlamak için tek tek tüm “if” koşulları sorgulanır. Hangi tuşa basılmış ise MSG değerinin o tuşa ait belirlenen bitini lojik 1 yapar. Örneğin; MSG= 00001000. Burada tüm “if” durumları alt alta olduğu için eğer başka bir tuşada aynı anda basılmışsa birden fazla biti lojik 1 yapar. Örneğin; MSG=00100100. Bu şekilde harekette ikili kombinasyonlar elde edilir. Aynı şekilde daha fazla tuşa basılmış ise o bitlerde lojik 1 yapılır. Örneğin; MSG=01101001 gibi. Son iki tuş için bir bit değil iki bit lojik 1 yapılır. Bunun sebebi değerlerin 8 bit ve eklem tuş sayısının 10 olmasıdır. Daha sonra hangi tuşa basıldığı belirlenmiş olan MSG bilgisi SerOut komutu ile karşı tarafa gönderiliyor. Bundan sonrada MSG'nin içi bir sonraki turda hangi tuşa ya da tuşlara basıldığını anlamak için sıfırlanıyor. Eğer hiçbir tuşa basılmadıysa ilk “if” durumunun içindeki RST (reset) bilgisini gönderebilmek için sıfırlanıyor.

6.5.2 Robot Kol Alıcı Programının Algoritması

Programın başında tüm portlar çıkış olarak belirlenmiştir. Karşıdan bilgi gelmeden hiçbir röleye enerji gitmesin ve kolun hareket etmesin diye çıkış olarak belirlenen portlar başlangıçta lojik 0 yapılmıştır. Bunların altında değerler (MSG ve CMD) tanımlanmıştır. İlk başta MSG=00000000 yapılmıştır. Daha sonra karşı taraftan bilgi geldiği zaman “SerIn” komutu ile gelen bilgi MSG'nin içine konulmuştur. Bu komutların içinde “ST” kullanılmıştır. Karşı taraftan MSG gönderilmeden önce başına “ST” konulmuştur. Bu durumda işlemci MSG'nin içine bir bilgi koymadan önce “ST” bilgisini bekliyor. “ST” geldiği zaman, “ST” nin hemen arkasından gelen 8 bitlik bilgi MSG'nin içine yazılıyor. Buradan anlaşıldığı üzere, karşıdan “ST” gelmeden MSG'nin içeriği değişmez. Diğer taraftan tuş veya tuşlara basılmışsa, sadece başına “ST” koyup gönderdiğimiz bilgi MSG'nin içine yazılabilir. MSG'nin içine ilk başta sıfır yapıldığı için eğer MSG sıfırdan farklı ise karşı taraftan bilgi

gelmiş demektir. “IF MSG != %00000000 Then “ satırı ile MSG’nin içeriğinin değişip değişmediği anlaşılır. Yani bu satır ile kumandaya bilgi gönderilip gönderilmediği anlaşılır. Eğer sıfırdan farklı ise hangi bitin 1 olduğunu anlamak için, alt alta yazılan if’ler ile bir dizi oluşturulmuştur. MSG’nin içeriği kaybolmaması için ve hangi bitin set edildiğini anlamak için CMD’nin içine MSG konulmuştur. “Acaba son bit mi 1 olmuş?” sorusunu sormak için CMD 00000001 ile çarpılmıştır yani lojik AND işlemi yapılmıştır. Bu çarpma işleminin sonucunda CMD’nin içinde 00000001 var ise, CMD’nin yani MSG’nin ilk biti 1 olduğu anlaşılır. Bu durumda ise çıkış lojik 1 yapılır, böylece röle enerji çeker ve kol eklemi hareket eder. Alt alta if’ler ile teker teker bütün bitler kontrol edilir. Eğer birden fazla bit 1 ise bunlar teker teker algılanıp ilgili röle enerjilendirilir. Bu if’lerin altında “IF MSG == %11001100 || MSG2 == %11001100 Then” satırı yer almaktadır. Bu satırla, eğer karşıdan reset gönderildiyse bütün çıkış bitleri lojik 0 yapılıyor. Sonra program başa dönerek aynı işlemi yapmayı sürdürür.

6.5.3 Palet Verici Programının Algoritması

Palet verici programı ilk başta LCD göstergenin ayarları yapılarak başlamıştır. Bu ayara göre LCD 4MHz’de dört bitle çalışacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra B portu hariç diğer portlar giriş olarak ayarlanmış ve değişken değerleri belirlenmiş ve program içinde aktif kullanılan değerlerin içerikleri başlangıçta sıfırlanmıştır. Daha sonra ana döngüye girilmiştir. Ana döngünün başında hiçbir tuşa basılmaması halinde aracın hiçbir hareketi yapmamasını istediğimizden ötürü ilk başta komut gelmediği sürece karşı tarafa “reset” bilgisi gönderilmiştir. Bu reset gönderme işlemi “CNT” değeri ile sağlanmıştır. CNT başlangıçta sıfırlanmıştı. Eğer hiçbir tuşa basılmamışsa ve CNT sıfır karşı tarafa reset gönderilir reset gönderme işleminin sonunda CNT değeri bir yapılır. CNT’nin tekrar sıfır yapıldığı yer ise ana döngünün dışında programın bitti yerdir. Eğer bir tuşa basılmışsa reset bilgisi göndermeyecek istenen işlemi yapacaktır. Ayrıca reset bilgisinin gönderildiği döngü içerisinde ekrana “BİTİRME PROJESİ” “TUBA ERGÜL” yazıları yazdırılmıştır. Buna göre hiçbir tuşa basılmamış ise ekranda sürekli olarak bu yazılar gösterilecektir.

Bu işlemlerden sonra renk algılama koşulu gelmektedir. Renk algılama isteğini gerçekleştiren butona basılmışsa ilk başta hangi tuşa basılmış ise MSG değerinin o tuşa ait belirlenen bitini lojik 1 yapar. Bunun ardından karşı tarafa MSG işaretini gönderir ve karşıdan RNK değeri içinde renk bilgisini alır. Karşıdan gelen bu değerin ilk başta sıfır olup olmadığı kontrol edilir. Eğer sıfır değilse diğer hangi koşulu sağladığına bakılır. Bu sayede cismin rengi anlaşılır ve o renk ekrana yazdırılır.

Renk algılamadan sonra sıcaklık algılama butonuna basılıp basılmadığı kontrol edilir. Eğer sıcaklı butonuna basılmışsa MSG değerini gönderir. TMP ve DOT değerlerin karşıdan alır. Ekranda sıcaklık bilgisini gösterir. Burada sıcaklık değerinin virgülden sonraki kısmını hesaplamak için bir hesaplama yapılmıştır. Karşı taraftan 200 kere örnek alınan ve 200'e bölümünden kalan kısmın belirli değerlerden büyük olması durumuna göre virgülden sonraki değer belirlenmiştir. Bu kısımda virgülden önceki sıcaklık değerinin peşine yazılarak ekranda gösterilmiştir.

Algılama işlemlerinden sonra paletin hangi yöne hareket edeceğine bakılmıştır. İlgili portun ilgili bacağının lojik 1 yapılması ile o yönde hareket gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu hareket ise LCD ekranda gösterilecektir ve MSG değeri alıcı tarafa gönderilecektir. Ana döngünün sonunda ise CNT ve MSG değerleri sıfırlanmış ve programa başa döndürülmüştür. Ayrıca ana döngünün dışında programın sonunda "CIK2" etiketi bulunmaktadır. Bu etikette ekrana "HATA" bilgisi yazdırılmaktadır. Bu etiket alıcı taraftan sıcaklık bilgisi alındığı zaman, eğer yarım saniye içerisinde sıcaklık bilgisi gelmiyorsa ekrana "HATA" bilgisini yazdırmaktadır.

6.5.4 Palet Alıcı Programının Algoritması

Programa analog/sayısal birimlerin ayarlamasını yaparak başlanmıştır. Ana döngüye girilmeden önce programda kullanılacak değişkenler tanımlanmıştır. Ana döngü içerisinde kullanılacak değerler ve portların çıkışları sıfırlanmıştır. Ana döngü içerisinde MSG olarak tanımladığımız değişkenin içeriği "0" olarak atanmıştır ki bunu yapmamızın amacı her bir döngü başlangıcında bir önceki döngüden kalan bilginin kullanılmaması ve o döngüde alınacak olan bilginin kullanılmasıdır. C

portunun 7nci pininden Serin komutu ile bilgi alınmış ve eğer gelen bilgi “DE” bilgisi ile başlıyorsa bu bilgiden sonra gelen bilgi MSG isimli değişkenin içine yazılmıştır. Bu durumda verici tarafından gönderilen komut bilgisi MSG isimli değişkenin içerisinde. Verici tarafından gönderilen komutlar palet hareket yönü komutu, sıcaklık bilgisi talep komutu veya renk bilgisi talep komutu olabilir. Program MSG değişkeninin içeriğinin “0” dan farklı bir bilgi olup olmadığını sorgulayarak alıcıdan herhangi bir komut gelip gelmediğini belirler ve eğer bir komut alındı ise bu komutun ne bilgisi olduğunu yine “IF” komut blokları ile belirlenmiştir. Eğer gelen komut palet hareket yönünü belirleyen bir komut ise devrenin palet DC motorlarını süren DC motor sürücü kısmının ilgili bölümlerini tetiklemek üzere microişlemcinin ilgili pinin çıkışı 1 yapılarak palete yön verilmektedir. Eğer gelen komut sıcaklık bilgisi talep komutu ise analog giriş olarak tanımlanmış olan ve sıcaklık sensörünün bağlı olduğu A portunun “0” ncı pininden ölçümleme hatasını engellemek amacıyla 100 adet örnek değer alınarak toplanır. Bu toplamın ortalaması alınarak sıcaklık bilgisi belirlenir. Sıcaklık bilgisinin ondalık kısmının belirlenebilmesi için modülüs operatörü ile ortalama işlemi için kullanılan bölümden kalan belirlenir ve sıcaklık bilgisi ile sıcaklık bilgisinin ondalık kısmının belirlendiği değişkenler ayrı veri setleri Serout komutu ile tekrar verici kısmına gönderilir ve bu bilgi verici tarafından işlenerek LCD ekranda yazdırılır. Eğer gelen komut renk bilgisi talep komutu ise analog giriş olarak tanımlanmış ve renk sensörlerinin bağlı olduğu A portunun 1nci, 2nci ve 3ncü pinlerinden analog bilgiler alınır. Yine ölçüm hatalarının engellenmesi için örneklemelerin ortalaması alındıktan sonra renk sensörünün çalışma prensibi sebebiyle en düşük değere ait pine bağlı olan sensör çıkışının (kırmızı, yeşil, mavi) cisim rengi olarak tanımlandığı için, bu renge ait bilgi seti Serout komutu ile tekrar vericiye gönderilir ve bu bilgi verici tarafından işlenerek LCD ekranda yazdırılır.

7. SONUÇ

Bu raporda RF Multi Kontrol isimli proje tanıtılmaya çalışılmıştır. RF Multi Kontrol isimli bu projede karşılıklı haberleşen iki ünite bulunmaktadır. Verici kısım kontrol ünitesi, alıcı kısım ise palet ve robot koldan oluşmuşmuş, renk ve sıcaklık sensörleriyle donatılmış ünedir. Bu projedeki asıl amaç karşılıklı haberleşme işleminin sağlanması ve uzaktan kontrol sistemleri ile insan gücüne olan ihtiyacın ve maliyetlerin azaltılmasıdır.

Mezuniyetimizden önce böyle bir proje yapmamızın amaçlarından biride, eğitim hayatımız süresince teorik olarak edindiğimiz teknik bilgileri gerçek hayatta kullanırken karşılaşılabileceğimiz zorlukların neler olabileceğini öğrenmek olduğu inancındayım. Projenin yapımı esnasında bu zorlukların birçoğu karşılaşılmıştır. Karşılaşılan bu zorluklar ile proje yönetim metodolojilerinin hem proje maliyetleri hem de proje dönüm noktalarının zamanlaması yönünden ne denli önemli olduğu görülmüştür. Bunun yanında ideal olmayan ortam şartlarının, ekipman temininin ve ekip çalışmasının projenin ilerleyişini nasıl etkileyebileceği görülmüş ve mezuniyetimizden sonraki profesyonel meslek hayatımıza başlangıç için oldukça büyük bir tecrübe olmuştur.

Projeye ilk başlandığı zamanlarda projenin erkenden bitirilip ek donanım eklenmesi hedeflenmişti fakat zamanın yeterli olmamasından ötürü bu hedef gerçekleştirilemedi. Bunun dışında başlangıçta konulan temel hedefler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma başka RF sistemleri için bir prototip özelliği taşımaktadır. Bu proje endüstriyel uygulamalar için daha çok geliştirilebilir. Örneğin projede ortamın sıcaklığı algılanıyor. Fakat sıcaklık sensörünün parmaklara taşınması ile tuttuğu cismin sıcaklık algılamasını yapabilir. Proje daha fazla geliştirilerek örneğin mesafe sensöründe eklenerek, x mesafedeki cismin rengini ve sıcaklığını ölçüp sonuçları LCD ekranda gösterebilir. Ayrıca proje çoklu kontrol sistemi olduğu için bir kumandayla birden fazla araç kontrol edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] www.alldatasheet.com
- [2] www.udea.com.tr
- [3] www.mazet.de
- [4] ALTINBAŞAK, O. (2007), PicBasic Pro ile Programlama, Altaş Yayıncılık, İstanbul.
- [5] www.microchip.com
- [6] ÇİÇEK, S. (2007), CCS C ile PIC Programlama, Altaş Yayıncılık, İstanbul.
- [7] <http://www.linuxfocus.org/Turkce/September2002/article258.shtml>
- [8] <http://www.national.com/analog>
- [9] www.antrak.org.tr
- [10] <http://www.melabs.com/>
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift_keying
- [12] <http://www.tech-faq.com/fsk.shtml>
- [13] www.fatih.edu.tr/~syilmaz/habl/den9.doc
- [14] <http://en.wikipedia.org/wiki>
- [15] Kızılbey, O. (2005), “Deniz Suyu Termometresi ”, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- [16] Yıldız, F. (2004), “Gezgin Robot Uygulaması”, Bitirme Tezi, Y.T.Ü. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul

EK A

Program Algoritmaları

Kol Verici Programı

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

TRISB=%11110111 'ILK 4 BIT CIKIS SON 4 BIT GIRIS OLARAK AYARLANDI

TRISD=%11111111 'GIRIS OLARAK AYARLANDI

TRISC=%11111111

TRISA=%11111111

'-----

CNT VAR BYTE

RST VAR WORD

MSG VAR WORD

CNT=%0

RST=%11001100 'BB

MSG=%00000000 '00

'-----

SerOut PORTC.6,0,["\$"),("C"),("1")] Kanal 1 seçildi

Pause 500

BASLA:

High PORTB.3

'----- RESET -----

IF (PORTD.0=0 AND PORTD.1=0 AND PORTD.2=0 AND PORTD.3=0 AND
PORTD.4=0 AND PORTD.5=0 AND PORTD.6=0 AND PORTD.7=0 AND
PORTB.2=0 AND PORTB.1=0) Then

IF CNT=0 Then

'SerOut PORTC.6,0,["\$"),("R"),("F"),("S"),("T"),RST,("E"),("N"),("D"),("CR"),
("LF")]


```
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),RST,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
```

```
'Pause 350
```

```
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),RST,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
```

```
'Pause 350
```

```
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),RST,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
```

```
'Pause 350
```

```
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),RST,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
```

```
'Pause 350
```

```
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),RST,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
```

```
'Pause 350
```

```
'SerOut PORTC.6,0,["S"),("T"),RST]
```

```
CNT=%1
```

```
EndIF
```

```
GoTo BASLA
```

```
EndIF
```

```
'----- RESET -----
```

```
IF PORTD.0=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00000001
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.1=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00000010
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.2=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00000100
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.3=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00001000
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.4=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00010000
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.5=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00100000
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.6=1 Then
```

```
MSG=MSG | %01000000
```

```
EndIF
```

```
IF PORTD.7=1 Then
```

```
MSG=MSG | %10000000
```

```
EndIF
```

```
IF PORTB.2=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00000011
```

```
EndIF
```

```
IF PORTB.1=1 Then
```

```
MSG=MSG | %00001100
```

```
EndIF
```

```
'IF PORTB.5=1 Then
```

```
'MSG=MSG | %00001101
```

```
'EndIF
```

```
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),MSG,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
```

```

'Pause 350
SerOut PORTC.6,0,[$24,$52,$46,("S"),("T"),MSG,$45,$4E,$44,$0D,$0A]
'Pause 350

'SerOut PORTC.6,0,["S"),("T"),MSG]

MSG=%00000000
CNT=%0
Low PORTB.3
GoTo BASLA
End

```

Kol Alıcı Programı

```

*****

```

```

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

```

```

TRISB=%00000000
TRISD=%00000000

```

```

Low PORTD.0
Low PORTD.1
Low PORTD.2
Low PORTD.3
Low PORTD.4
Low PORTD.5
Low PORTD.6
Low PORTD.7
Low PORTB.6
Low PORTB.4
Low PORTB.5

```

MSG VAR WORD
CMD VAR WORD

MSG=%00000000

Pause 300

SerOut PORTC.6,0,["\$"),("C"),("1")] 'Kanal 1 seçildi

Pause 500

'-----

MAIN:

MSG=%00000000

High PORTB.6

SerIn PORTC.7,0,30,CIK,["ST"],MSG

SerIn PORTC.7,0,300,CIK,["ST"],MSG

SerIn PORTC.7,0,300,CIK,["ST"],MSG

IF MSG != %00000000 Then

CMD=MSG

CMD=CMD & %00000001

IF CMD == %00000001 Then

High PORTD.0

Else

Low PORTD.0

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00000010

IF CMD == %00000010 Then

High PORTD.1

Else

Low PORTD.1

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00000100

IF CMD == %00000100 Then

High PORTD.2

Else

Low PORTD.2

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00001000

IF CMD == %00001000 Then

High PORTD.3

Else

Low PORTD.3

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00010000

IF CMD == %00010000 Then

High PORTD.4

Else

Low PORTD.4

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00100000

IF CMD == %00100000 Then

High PORTD.5

Else

Low PORTD.5

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %01000000

IF CMD == %01000000 Then

High PORTD.6

Else

Low PORTD.6

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %10000000

IF CMD == %10000000 Then

High PORTD.7

Else

Low PORTD.7

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00000011

IF CMD == %00000011 Then

Low PORTD.0

Low PORTD.1

High PORTB.5

Else

Low PORTB.5

EndIF

CMD=MSG

```
CMD=CMD & %00001100
IF CMD == %00001100 Then
Low PORTD.2
Low PORTD.3
High PORTB.4
Else
Low PORTB.4
EndIF
```

```
'CMD=MSG
'CMD=CMD & %00001101
'IF CMD == %00001101 Then
'Low PORTD.0
'Low PORTD.2
'Low PORTD.3
```

```
'High PORTB.2
'Pause 1000
'Low PORTB.2
'Pause 50
'High PORTB.3
'Pause 1000
'Low PORTB.3
'Pause 50
```

```
'High PORTB.2
'Pause 1000
'Low PORTB.2
'Pause 50
'High PORTB.3
'Pause 1000
'Low PORTB.3
```

'Pause 50

'Else

'Low PORTB.2

'Low PORTB.3

'EndIF

EndIF

IF MSG == %11001100 Then

Low PORTD.0

Low PORTD.1

Low PORTD.2

Low PORTD.3

Low PORTD.4

Low PORTD.5

Low PORTD.6

Low PORTD.7

Low PORTB.5

Low PORTB.4

EndIF

CIK:

Low PORTB.6

GoTo MAIN

End

Palet Verici Programı

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

DEFINE OSC 4

DEFINE LCD_DREG PORTB

DEFINE LCD_DBIT 4

DEFINE LCD_EREG PORTB

DEFINE LCD_EBIT 2

DEFINE LCD_RSREG PORTB

DEFINE LCD_RSBIT 0

DEFINE LCD_BITS 4

DEFINE LCD_LINES 2

DEFINE LCD_COMMANDUS 2000

DEFINE LCD_DATAUS 50

TRISD=%11111111 'GIRIS OLARAK AYARLANDI

TRISC=%11111111

TRISA=%11111111

'-----

CNT VAR BYTE

RST VAR WORD

MSG VAR WORD

TMP VAR WORD

DOT VAR WORD

RNK VAR WORD

CNT=%0

RST=%11001100 'BB

MSG=%00000000 '00

RNK=%00000000 '00

'-----

BASLA:

IF (PORTD.0=0 AND PORTD.1=0 AND PORTD.2=0 AND PORTD.3=0 AND
PORTD.6=0 AND PORTD.5=0) Then

IF CNT=0 Then

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RST]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RST]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RST]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RST]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RST]

'SerOut PORTC.6,0,["E"),("D"),RST]

LCDOut \$FE,1

Pause 50

LCDOut "Bitirme Projesi"

Pause 10

LCDOut \$FE,\$C0," TUBA ERGUL "

Pause 10

CNT=%1

EndIF

GoTo BASLA

EndIF

'RENK

'-----

IF PORTD.5=1 Then

MSG=MSG | %01000000

```
SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]
SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]
SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]
```

```
SerIn PORTC.7,0,500,CIK2,["DE"],RNK
```

```
IF RNK != %00000000 Then
```

```
'IF RNK == %00001000 Then
'LCDOut $FE,1
'Pause 50
'LCDOut "CISIM RENG"
'LCDOut $FE, $C0, "YOK    ",DEC RNK
'Pause 500
'EndIF
```

```
IF RNK == %00000001 Then
LCDOut $FE,1
Pause 50
LCDOut "CISIM RENG"
LCDOut $FE, $C0, "YOK    ",DEC RNK
Pause 500
EndIF
```

```
IF RNK == %00001000 Then
LCDOut $FE,1
Pause 50
LCDOut "CISIM RENG"
LCDOut $FE, $C0, "Mavi    ",DEC RNK
Pause 500
```

EndIF

IF RNK == %00000010 Then

LCDOut \$FE,1

Pause 50

LCDOut "CISIM RENGİ"

LCDOut \$FE, \$C0, "YESİL ",DEC RNK

Pause 500

EndIF

IF RNK == %00000100 Then

LCDOut \$FE,1

Pause 50

LCDOut "CISIM RENGİ"

LCDOut \$FE, \$C0, "KIRMIZI ",DEC RNK

Pause 500

EndIF

RNK=%00000000

EndIF

EndIF

'-----

-

'SICAKLIK

'-----

IF PORTD.6=1 Then

MSG=MSG | %01000000

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]

```
SerIn PORTC.7,0,500,CIK2,["DE"],TMP  
SerIn PORTC.7,0,500,CIK2,["TT"],DOT
```

```
LCDOut $FE,1
```

```
Pause 50
```

```
LCDOut "SICAKLIK"
```

```
LCDOut $FE, $C0, "TEMP= ",DEC TMP
```

```
IF DOT > 180 Then
```

```
LCDOut ".9"
```

```
GoTo CD
```

```
EndIF
```

```
IF DOT > 160 Then
```

```
LCDOut ".8"
```

```
GoTo CD
```

```
EndIF
```

```
IF DOT > 140 Then
```

```
LCDOut ".7"
```

```
GoTo CD
```

```
EndIF
```

```
IF DOT > 120 Then
```

```
LCDOut ".6"
```

```
GoTo CD
```

```
EndIF
```

```
IF DOT > 100 Then
```

```
LCDOut ".5"
```

```
GoTo CD
```

```
EndIF
```

```
IF DOT > 80 Then
```

```
LCDOut ".4"
```

```
GoTo CD
```

```
EndIF
```

```
IF DOT > 60 Then
```

```

LCDOut ".3"
GoTo CD
EndIF
IF DOT > 40 Then
LCDOut ".2"
GoTo CD
EndIF
IF DOT > 20 Then
LCDOut ".1"
GoTo CD
Else
LCDOut ".0"
GoTo CD
EndIF
CD:
LCDOut 223
LCDOut "C"
Pause 100
EndIF

```

```

'-----
-

```

```

IF PORTD.0=1 Then
LCDOut $FE,1
LCDOut "ILERI"
MSG=MSG | %10010001
EndIF

```

```

IF PORTD.1=1 Then
LCDOut $FE,1
LCDOut "GERI"
MSG=MSG | %00000010

```

EndIF

IF PORTD.2=1 Then

LCDOut \$FE,1

LCDOut "SAG"

MSG=MSG | %00000100

EndIF

IF PORTD.3=1 Then

LCDOut \$FE,1

LCDOut "SOL"

MSG=MSG | %00001000

EndIF

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]

SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),MSG]

'SerOut PORTC.6,0,["E"),("D"),MSG2]

'SerOut PORTC.6,0,["S"),("T"),MSG]

'SerOut PORTC.6,0,["E"),("D"),MSG2]

MSG=%000000000

CNT=%0

GoTo BASLA

CIK2:

LCDOut \$FE,1

Pause 50

LCDOut " !!! HATA !!!"

Pause 1000

GoTo BASLA

End

Palet Alıcı Programı

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

DEFINE ADC_BITS 10

DEFINE ADC_CLOCK 3

DEFINE ADC_SAMPLEUS 50

adcon1 = %10000010

X VAR BYTE

i VAR BYTE

j VAR BYTE

k VAR BYTE

l VAR BYTE

TMP VAR WORD

TEMP VAR WORD

DOT VAR WORD

TEMPT VAR WORD

TESTD VAR WORD

MSG VAR WORD

CMD VAR WORD

CLR VAR WORD

RNK VAR WORD

MAT VAR WORD

KIT VAR WORD

YET VAR WORD

MAVI VAR WORD
YESIL VAR WORD
KIRMIZI VAR WORD
KONT VAR WORD
CNT VAR BYTE

KONT=0
CNT=0
TEMPT=0
MAT=0
YET=0
KIT=0

TRISA=%11111111
TRISB=%00000000
TRISD=%00000000

Low PORTD.0
Low PORTD.1
Low PORTD.2
Low PORTD.3
Low PORTB.5
Low PORTD.6

MSG=%00000000

Pause 1000

MAIN:

MSG=%00000000

```
SerIn PORTC.7,0,30,CIK,["DE"],MSG  
SerIn PORTC.7,0,300,CIK,["DE"],MSG  
SerIn PORTC.7,0,300,CIK,["DE"],MSG
```

```
IF MSG == %11001100 Then
```

```
Low PORTD.0
```

```
Low PORTD.1
```

```
Low PORTD.2
```

```
Low PORTD.3
```

```
Low PORTB.5
```

```
Low PORTD.6
```

```
GoTo MAIN
```

```
EndIF
```

```
IF MSG != %00000000 Then
```

```
    CMD=MSG
```

```
    CMD=CMD & %10010001
```

```
    IF CMD == %10010001 Then
```

```
        High PORTD.0
```

```
    EndIF
```

```
    CMD=MSG
```

```
    CMD=CMD & %00000010
```

```
    IF CMD == %00000010 Then
```

```
        High PORTD.1
```

```
    EndIF
```

```
    CMD=MSG
```

```
    CMD=CMD & %00000100
```

```
    IF CMD == %00000100 Then
```

High PORTD.2

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %00001000

IF CMD == %00001000 Then

High PORTD.3

EndIF

CMD=MSG

CMD=CMD & %01000000

IF CMD == %01000000 Then

i=1

While i<100

i=i+1

ADCIN 0 , TMP

TEMPT=TEMPT+TMP

Wend

TEMP=TEMPT*1/200

DOT=TEMPT//200

SerOut PORTC.6,0,["D"],["E"],TEMP]

SerOut PORTC.6,0,["D"],["E"],TEMP]

SerOut PORTC.6,0,["D"],["E"],TEMP]

SerOut PORTC.6,0,["D"],["E"],TEMP]

SerOut PORTC.6,0,["D"],["E"],TEMP]

SerOut PORTC.6,0,["T"],["T"],DOT]

SerOut PORTC.6,0,["T"],["T"],DOT]

SerOut PORTC.6,0,["T"],["T"],DOT]

SerOut PORTC.6,0,["T"],["T"],DOT]

SerOut PORTC.6,0,["T"),("T"),DOT]

i=1

TEMPT=0

EndIF

'-----

CMD=MSG

CMD=CMD & %01000000

IF CMD == %01000000 Then

High PORTB.5

j=1

While j<10

j=j+1

ADCIN 1 , CLR

KIT=KIT+CLR

Wend

KIRMIZI=KIT*1/10

k=1

While k<10

k=k+1

ADCIN 2 , CLR

YET=YET+CLR

Wend

YESIL=YET*1/10

l=1

```

While l<10
    l=l+1
    ADCIN 3 , CLR
    MAT=MAT+CLR
Wend
MAVI=MAT*1/10

IF CNT=0 Then
KONT=MAVI
KONT=KONT-%00000001
CNT=1
EndIF

IF MAVI < KIRMIZI Then
    IF MAVI < YESIL Then
        IF KONT > MAVI Then
            RNK = %00000001 'MAVI
        Else
            RNK = %00001000 ' YOK
        EndIF
    Else
        RNK=%00000010 'YESIL
    EndIF

Else
    IF KIRMIZI < YESIL Then
        RNK = %00000100 'KIRMIZI
    Else
        RNK = %00000010 'YESIL
    EndIF
EndIF

```

```

        SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RNK]
        SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RNK]
        SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RNK]
        SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RNK]
        SerOut PORTC.6,0,["D"),("E"),RNK]
        j=1
        k=1
        l=1
        KIT=0
    MAT=0
    YET=0

EndIF
'-----
EndIF

CIK:

GoTo MAIN

End

```

ÖZGEÇMİŞ

Tuba ERGÜL

Doğum Tarihi : 08.08.1986

Doğum yeri : Isparta / Türkiye

Lise : 2000 – 2004 Isparta Anadolu Lisesi

Lisans : 2005- 2007 Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Electrical Electronic Engineering
2007- 2009 Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Staj Yaptığı Yerler :

Türk Telekom A.Ş. Isparta Şubesi, Isparta (6 hafta),
ASELSAN, Ankara (6 hafta).