

Ultrasonik Uzaklık Algılayıcı Devresi

Tuncay UZUN, Afşin ÖZPINAR

Yıldız Teknik Üniversitesi

Elektrik- Elektronik Fakültesi,

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü,

80750 Beşiktaş/İstanbul e-posta: uzun@yildiz.edu.tr

Abstract

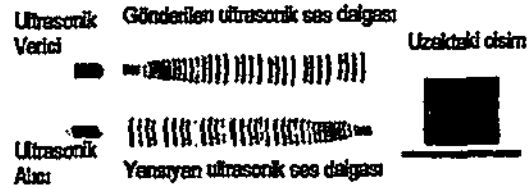
The purpose of using the ultrasonic distance sensor circuit that is to recognize the static or dynamic barriers in front of the mobile robot is realized with this application. This sensor circuit placed on the mobile robot is used for application and it generates electrical signal, which is the ratio of distance remote objects to the front of mobile robot. The circuit sends sound waves with high frequency, which is, can't hear by human ear, to the remote target and it receives echoing sound wave back. To calculate the distance between the remote object and robot, microcontroller based system measures the time the difference sending and receiving operation and it is multiply to the speed of sound. This circuit transfers analog or digital data with the related distance information to the electronic control circuit or remote computer.

Anahtar Kelimeler: Ultrasonik algılayıcı, Temassız uzaklık ölçme.

1. Giriş

Ultrasonik uzaklık algılayıcılar endüstride, askeri, ticari ve eğitim amaçlı temassız uzaklık ölçme uygulamalarında sıkça kullanılan ve diğer algılayıcılara göre birçok avantajları bulunan algılayıcı çeşitleridir. Bu çalışma kapsamında tasarlanarak gerçekleştirilen ultrasonik uzaklık algılayıcı devresinin kullanım amacı bir gezgin robotun önündeki duran engellerin algılanmasıdır. Bu devre, uygulamada kullanılan bir robotun üzerine yerleştirilecek ve önünde bulunan uzaktaki nesnenin robota olan uzaklığı ile orantılı bir elektriksel işaret elde edilecektir. Bu amaçla insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanslı bir ses dalgası uzaktaki hedefe gönderilmekte ve yansıyan ses dalgası geri alınmaktadır. Arada geçen zaman devrede bulunan mikrodenetleyici temelli sistem yardımıyla ölçülmekte ve bulunan değer ses hızıyla çarpılarak uzaktaki nesnenin robota olan uzaklığı hesaplanabilmektedir. Devre bir arabirim ile gezgin robotun elektronik denetim donanımına uzaklıkla orantılı işareti örneksel veya sayısal veri olarak aktarmaktadır. Aktarılan işaret örneksel ise sayısala çevrilerek seri veri olarak uzaktaki bir kişisel bilgisayara aktarılmakta ve bilgisayardaki kontrol programı yardımıyla uzaklık hesabı yapılmaktadır.

Gezgin robotun elektronik denetim yazılımı ile ekranda uzaklık değeri gösterilebilmektedir.



Şekil 1 Ultrasonik ses dalgasının gönderilmesi ve alınması

2. Ultrasonik Algılayıcı Devreleri

Ultrasonik kelime anlamı olarak insan kulağının duyabildiği frekansta yer alan sesin hemen üstünde bulunan yüksek frekanslardaki sese verilen isimdir. Bu frekans aralığı 20-500 kHz arasındaki bir başka deyişle genlik modülasyon yayın bandının hemen altındaki frekanslarda yer almaktadır. Ultrasonik algılayıcıların temel çalışma mantığı bu frekans aralığında bulunan bir ses dalgasının, ultrasonik verici tarafından üretilerek gönderilmesi ve uzaktaki bir nesneden yansıyan ses dalgasının alıcı tarafından alınarak tekrar elektriksel işarete çevrilmesi esasına dayanır. Sadece varlık algılanması bu şekilde yapılabileceği gibi ultrasonik algılayıcılar yardımıyla uzaklık ölçümü de yapılabilmektedir.

Uzaklık ölçümü için gönderilen ve alınan ses dalgası arasında geçen zaman ölçülürse, bu süre sesin aradaki mesafeyi bir gidiş ve bir geliş için geçirdiği süreye eşittir. Sesin hızı sabit olduğundan (25 °C'de 340 m/sn) hedefin uzaklığı basit bir çarpma işlemi sonucunda bulunabilir. Sesin gidiş ve geliş için harcadığı toplam süre Δt ile ifade edilsin. Bu durumda hedef ile ses dalgasının çıkış noktası arasındaki mesafe ΔX ile ifade edilecek olursa:

$$\Delta X = \frac{\Delta t}{2} \cdot V_{ses} = \frac{\Delta t}{2} \cdot 340 \text{ m/sn} \quad (1)$$

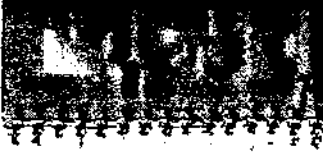
olarak hesaplanabilmektedir. Süre ikiye bölünmelidir çünkü arada geçen süre bir gidiş ve bir geliş zamanı için geçen süredir.

Ultrasonik algılayıcıların oldukça çeşitli kullanım alanları vardır. Bunlar:

1. Herhangi bir nesnenin varlığının tespit işlemi. Örneğin bir üretim bandındaki eşit aralıklı geçen ürünlerin varlığının tespiti
2. Farklı nesnelere birbirinden ayırma işlemi.
3. Boyut ölçümü.
4. Şerit şeklinde yapılan üretimlerde boşluk denetimini. Örneğin bir gazete baskı işlemi sırasında rulonun sürekliliğinin kontrolü.
5. Yine şerit şeklinde üretim işlemlerinde eğim kontrolü
6. Kalınlık ölçümü. Bir rulo için kalınlık ölçüm işlemi.
7. Sıvı seviyesi belirleme.
8. Fotoğraf makinelerinde otomatik odaklanma işlemi.

Bunun yanında otomatik kapı sistemleri, alarm sistemleri ve robot uygulamalarında da sıkça kullanılmaktadırlar. Bu kadar geniş kullanım alanına sahip olmalarının nedenleri aşağıda belirtilen özellikleridir.

1. Temassız ölçüm: Uzak sayılabilecek mesafelerde bile cisme temas etmeden ölçüm yapabilmektedirler.
2. Oran yapabilme özelliği: Bir cismin sadece varlığını tespit edebilmesinin yanında ses hızının bilinmesi dolayısıyla nesnenin uzaklığı da hesaplanabilmektedir.
3. Yüksek çözünürlük: Ölçülen uzaklıkla ilgili yüksek çözünürlük verebilmektedirler.
4. Duyarlılık: Nesne büyük de olsa, küçük de olsa algılama yeteneklerinin olması.
5. Optik Karakterlerden Etkilenmeme: Optik



Şekil 2 Modülün resmi

algılayıcılar kontrolü yapılan nesnenin renginden, optik yansıtma özelliklerinden ve ortamdaki ışıktan etkilenebilmektedirler. Fakat ultrasonik algılayıcılar bu optik özelliklerden etkilenmemektedirler.

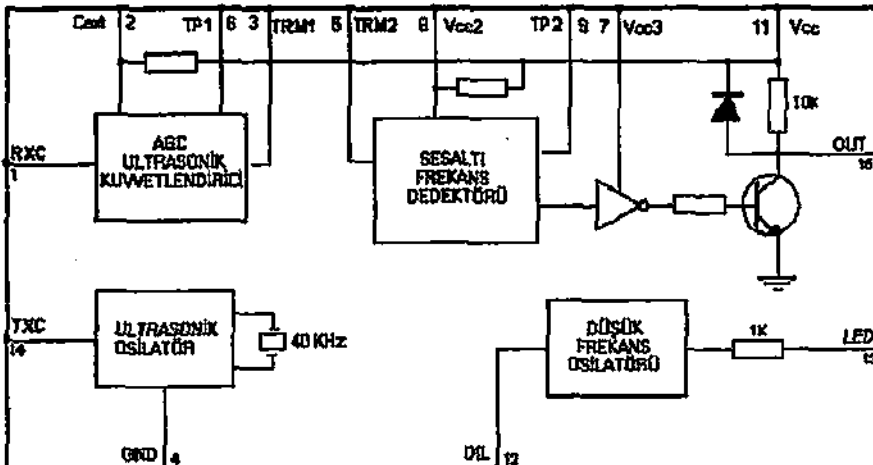
3. Gerçekleştirilen Ultrasonik Algılayıcı Devreleri

İlk olarak, ticari bir firmanın ürettiği modül incelenmiş ve bu modül kullanılarak bir ultrasonik uzaklık ölçüm devresi, tasarımı yapılarak gerçekleştirilmiştir. Gerilim karşılaştırıcı, işlemsel kuvvetlendirici ve zamanlayıcı tümleşik devreleri kullanılarak diğer bir ultrasonik uzaklık ölçüm devresi gerçekleştirilmiştir. Her iki tasarım daha sonra mikrodenetleyici temelli sistem ile desteklenerek geliştirilmiş ve gerçekleştirilmiştir.

3.1. Modül ile Gerçekleştirilen Devre

Herhangi bir cismin hareketine göre genliği değişen 40 kHz ultrasonik işaret yardımıyla hareket işlemi algılamakta kullanılan bu modül ince film melez teknolojisiyle yapılmış ve bu özelliği sebebiyle kararlı elektriksel karakteristikler göstermektedir. Başlıca kullanım alanları arasında araba alarm sistemleri, güvenlik sistemleri, otomatik açılıp kapanabilen kapı sistemleri yer almaktadır. Esas kullanım amacı hareket işlemi algılamaktır. Blok diyagramda görüldüğü gibi bu devrede ultrasonik osilatör bloğu iç yapısındaki kristal yardımıyla frekansı sabit 40 kHz, genliği 0 V ile kullanılan besleme gerilimi arasında değişmekte olan düzgün kare dalgalar üretmektedir. Bu kare dalgalar melez devrenin 14 numaralı bacağına bağlanan ultrasonik vericiye gönderiliyor. Böylece ultrasonik verici gelen kare dalganın genliğiyle orantılı kuvvette bir ses dalgası üretiyor ve bu ses işaretleri boşluğa gönderiliyor.

BLOK DİYAGRAM



Şekil 3 Modülün blok diyagramı ve bağlantı uçları

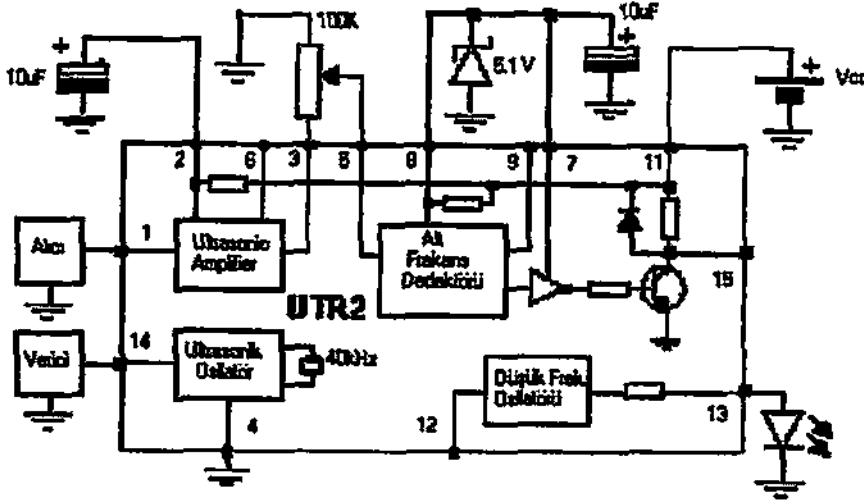
1	RXC	Ultrasonik alıcı ucu
2	Ce01	Besleme gerilimi dış kapasitesi
3	TRM1	Dış teklifleme ucu
4	GN0	Toprak
5	TRM2	Dış teklifleme ucu
6	TP1	Test noktası
7	VCC3	Dış besleme
8	VCC2	İç besleme
9	TP2	Test noktası
10	INS	Kullanılmıyor
11	VCC	Ana besleme
12	DİL	LED kapatma ucurekili "U"
13	LED	LED
14	TXC	Ultrasonik verici ucu
15	OUT	Çıkış nazım hareketli ise "U"ya düşer

Şekil 4 Modülün uç ayrıntıları

belirlenebilmekte ve elektronik denetim yazılımında gösterilebilmektedir.

3.2. Mikrodenetleyici Temelli Sistem ile Gerçekleştirilen Devre

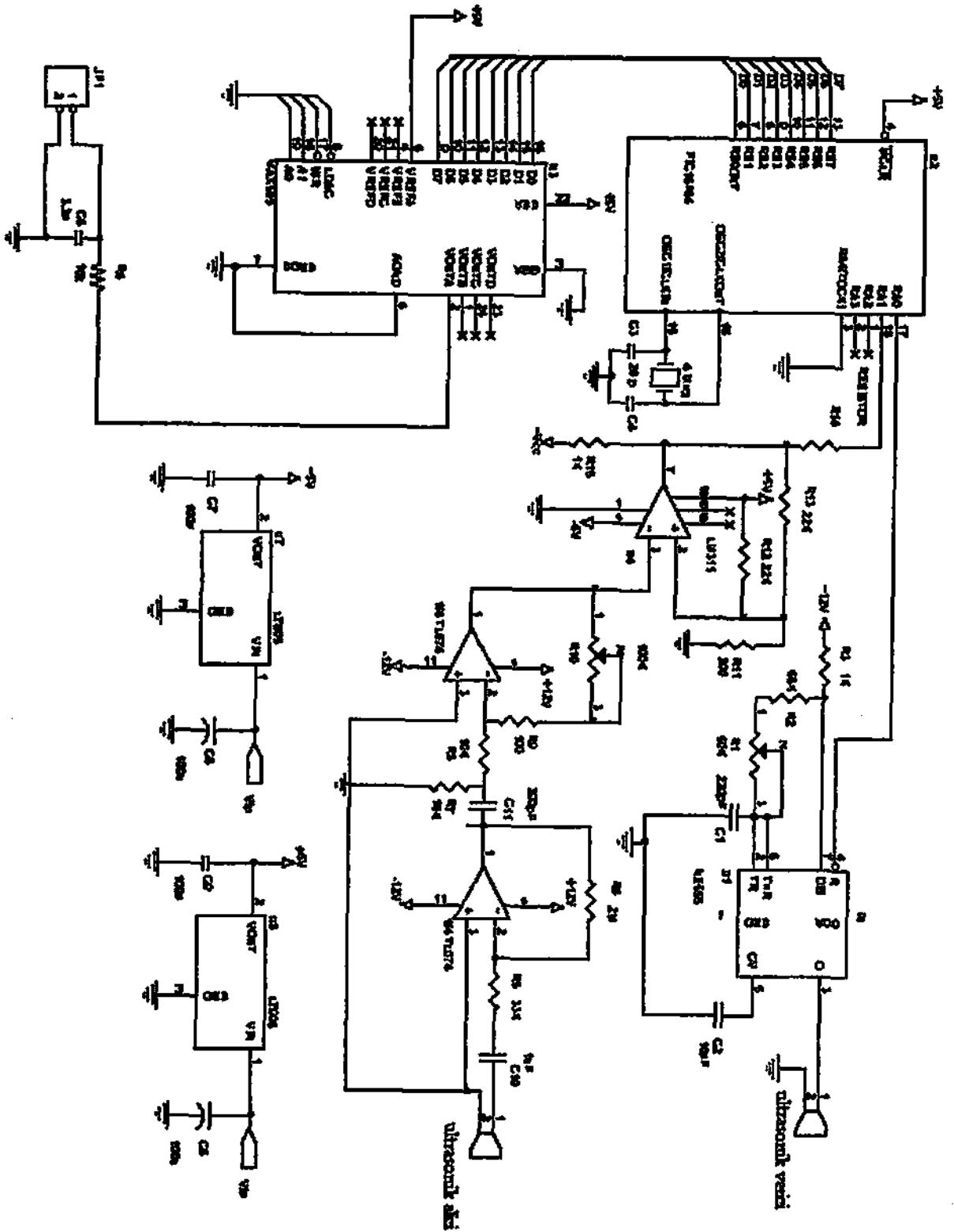
Birinci devrede kullanılan modül ve bir mikroişlemci eğitim seti olan DIGIAC2000 sisteminin uygulama modülünde bulunan ultrasonik uzaklık ölçme donanımı ve yazılımın yapısı ve çalışma şekli incelenmiş buradan elde edilen bilgiler kullanılarak mikrodenetleyici (PIC16F84) temelli sistem destekli gerilim karşılaştırıcı kullanılarak ikinci ve daha gelişmiş bir sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu sistem 80 cm 'ye kadar ölçüm yapabilmektedir ve bu da örnek uygulamalar arasında iyi bir mesafedir. Bu sistemde ultrasonik verici kısmı +12V ile beslenen ve



Şekil 5 Modül ile gerçekleştirilen devrenin bağlantı şeması

Gönderilen bu işaretler uzaktaki bir cisimden yansırıp geri geldiği zaman 1 numaralı bacağı bağlanmış olan ultrasonik alıcı geri yansıyan bu ses dalgasını algılıyor ve geri gelen sesin genliğiyle orantılı olan bir elektriksel işarete dönüştürüyor. Elde edilen bu işaret blok diyagramda görülen kuvvetlendirici katına aktarılıyor. Kuvvetlendirici katında kuvvetlendirilen bu işaret 3 numaralı baktan dışarıya veriliyor. Çıkış olarak kullanılacak işaret de bu aşamada elde edilmiş oluyor. Çünkü burada elde edilen işaret uzaktaki cismin uzaklığıyla doğru orantılı olarak elde edilmiş olan bir örnek sel gerilim işaretidir. Modülün esas çıkışı olan ve herhangi bir cismin hareket etmesiyle birlikte 0 V seviyesine düşen 15 numaralı baktan basıklı devre üzerinde çıkış alındı böylece eğer hareket algılama işlemi yapılmak istenirse bunun için de uygun bir çıkış bulunmaktadır. Bu şekilde bağlantıları yapılan ve basıklı devre üzerinde yeri bulunan modülün 3. bacağından alınan işaret Elektronik Denetim Kartına, oradan da seri olarak kişisel bilgisayara aktarılmaktadır. Böylece bilgisayarda cismin uzaklığı

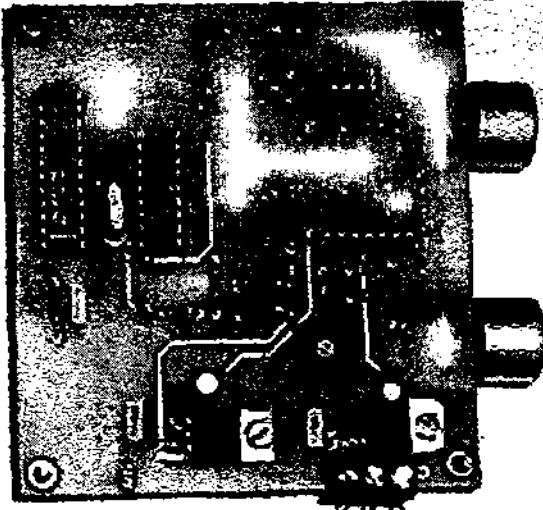
yaklaşık 40 kHz frekansa sahip kare dalga üreten bir zamanlayıcı tımlaşık devresi (555) ile gerçekleştirildi. Tımlaşık devrenin çıkışında elde edilen 40 kHz frekansındaki kare dalga vericiye gönderildi. Bu işlem sırasında 555'in sıfırlama girişinin kontrolü de PIC16F84 vasıtasıyla yapılmaktadır. Böylece 16 tane darbeden oluşan kare dalga dizisi gönderildiği anda PIC16F84'ün TMR0 zamanlayıcısı da çalışmaya başlatılmaktadır. Alıcı katta ise vericiye gelen yansıyan dalga sebebiyle oluşan çok küçük genlikteki işaret önce iki adımdan oluşan bir kuvvetlendirici katından geçirilmektedir. Kuvvetlendirme katlarının ikisi de TL074 tımlaşık devresi içinde yer alan 4 adet işlemsel yükselteç ile gerçekleştirilmektedir. Birinci kat normal bir eviren kuvvetlendirici katı şeklinde ve kazanç 60 civarındadır. İkinci katta yine eviren kuvvetlendirici şeklinde fakat bu sefer kazanç değiştirilmesine imkan tanımak amacıyla işlemsel yükseltecin negatif ucuna bağlı direncin değeri sabit 10K iken çıkış ile 1. işlemsel yükseltecin negatif ucu arasında 100K değerinde bir ayarlanabilir direnç bulunmaktadır.



Şekil 6. Gerçekleştirilen ultrasonik uzaklık algılama devresinin açık devre şeması

Böylece kazanç 60 ile 600 arasında ayarlanabilir. Daha sonra bu kuvvetlendirilen işaret gerilim karşılaştırıcı LM311'e aktarılmakta ve istenen eşik değerini aşan işaretler için çıkışta TTL lojik "1" seviyesinde bir işaret elde edilmektedir. Bu işaret de PIC16F84'e aktarılmaktadır.

Mikrodenetleyicinin zamanlayıcı darbe dizisinin gönderildiği anda başlanıyor ve yansumanın alındığında değişecek olan LM311'in çıkış bacağı taranmaya başlanmaktadır. Yansıma alındığı anda zamanlayıcı durdurulmakta, böylece ses dalgasının uzaktaki cisme gidip gelmesi arasında geçen süre

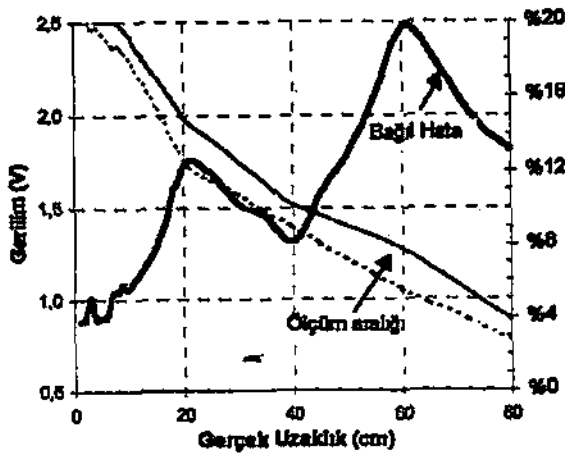


Şekil 7 Gerçekleştirilen devrenin resmi

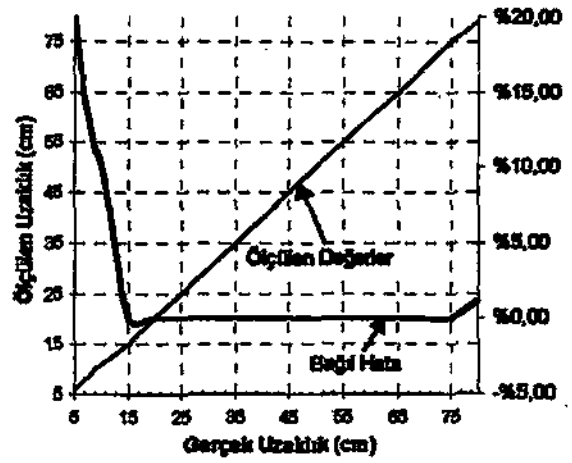
ölçülmüş olmaktadır. Ölçülen bu süre değeri sayısal olarak PortB'den çıkış olarak verilmektedir. PortB'ye aktarılan bu işaret MAX505 DAC'ı ile sayısaldan örneksel çevrilmekte, RC yapısı şeklinde oluşturulmuş bir filtre ile süzülerek Elektronik Denetim Kartı'na aktarılmaktadır.

4. Sonuç

Modül ile yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Şekil 8 'de görülmektedir. Elde edilen bu grafikte ölçülen gerilim değerlerinin bir aralık içinde değiştiği görülmektedir. Bu aralığın ortalamasına göre bağlı hatanın, 0 ile 80 cm arasındaki uzaklıklar için gerilim değişimine bağlı olarak sağdaki ekseninden %4 ile %20 arasında değiştiği görülebilir. Uzaklık arttıkça hata artmaktadır. 60 cm uzaklık %20 bağlı hata sonucunda 54 cm ile 66 cm arasında bir değer olarak ölçülecektir. Ölçülebilecek mesafe kullanılan ultrasonik alıcı vericinin kalitesi ve besleme gerilimi ile doğrudan orantılıdır. Mikrodenetleyici temelli sistem ile 5 cm ile 80 cm arasında çok düşük hatta 15 cm ile 75 cm arasında hatasız ölçüm yapan ikinci devrenin sonuçları ise Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 8. Modül ile Ölçülen Değerler



Şekil 9. Mikrodenetleyici temelli sistem ile Ölçülen Değerler

Ultrasonik vericinin kullanım alanı robot elektronığı olduğundan ve besleme, büyüklük, ağırlık gibi bazı konularda kısıtlı kalmak gerektiğinden gerçekleştirilen devreler alternatifleri arasında kayda değer bir yere sahiptir.



KAYNAKÇA

- [1] "Ultrasonik Uzaklık Ölçme" Elektor, Ekim 1982.
- [2] "Ultrasonik Park Etme sonar devresi" Elektor, Nisan 1998.
- [3] "UTR-2 Ultrasonik Alıcı/Verici Modül Devresi", <http://www.telecontrolli.com/>
- [4] MPLAB, MPASM and MPLINK Users Guide, Microchip Technology Inc. 2000.
- [5] Microcontroller CDROM Data Book, Microchip Technology Inc. 2000.

Tuncay UZUN

1963 'de Şile'de doğdu. 1985 'de Yıldız Üniversitesi'nden Elektronik ve Hab. Müh. derecesini aldı. 1986 yılında aynı üniversitenin Elektronik ve Hab. Müh. Bölümü Devreler ve Sistemler Anabilim dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1987'de Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Elektronik ve Hab. Yüksek Müh. , 1994 'de Doktor Müh. derecelerini aldı. Aynı yıl Elektronik Anabilim dalında Yrd. Doç. kadrosuna atandı. 1995 'den bu yana Devreler ve Sistemler Anabilim dalında çalışmalarını sürdürmektedir. Programlama dilleri, kişisel bilgisayar donanımı ve yazılımı, bilgisayarlı ölçme ve kontrol sistemleri, mikroişlemciler, mikrodenetleyiciler, programlanabilir denetleyiciler, devreler ve sistemler teorisi konularında çalışmaları bulunmaktadır.