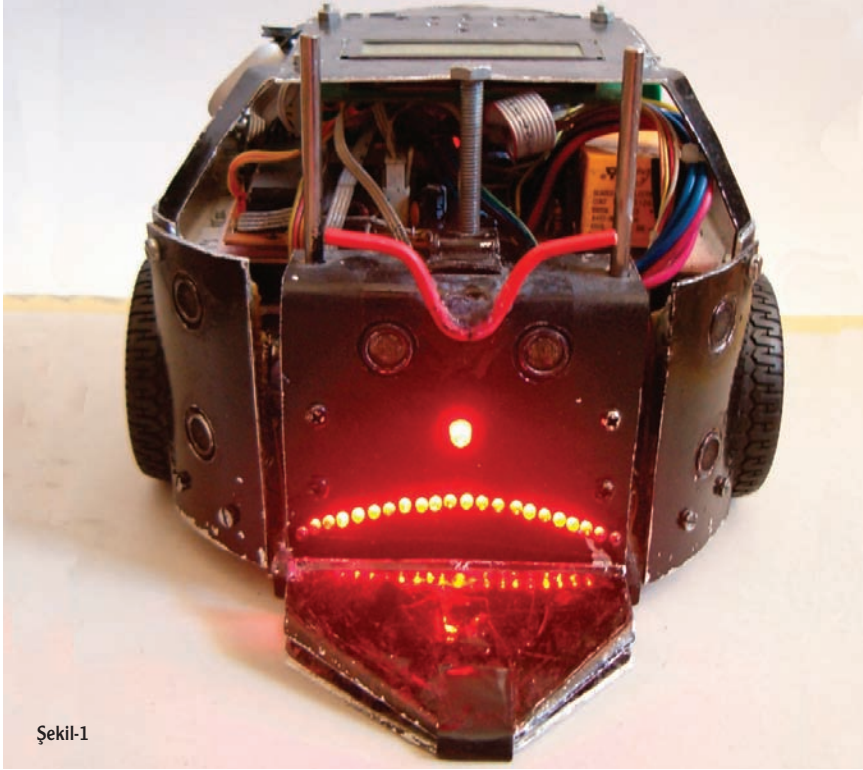


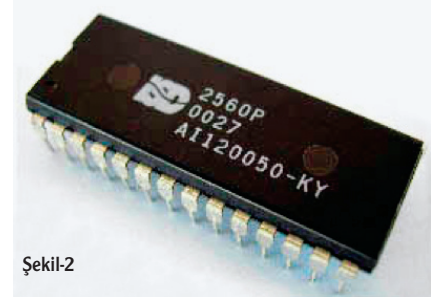
KONUŞAN ROBOT YAPIYORUZ



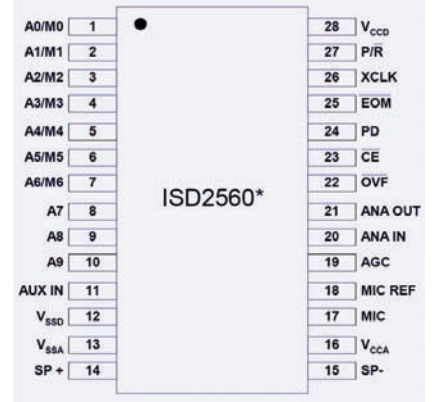
Şekil-1

Son zamanlarda popülerlik kazanmaya başlayan elektronik uygulamalarından birisi de elektronik ses kayıt ve sesli yanıt sistemleridir. Kullanıcıların sesli olarak bilgilendirilmesini amaçlayan birçok uygulamada bu tür elektronik sistemler kullanılmaktadır. Uygulama alanını biraz daha da genişletirsek bu tür bir elektronik uygulamasıyla konuşabilen bir robot bile tasarlayabiliriz. Robotumuz sensörleri ile çevresinden aldığı tepkiler doğrultusunda daha önceden kaydedilmiş çeşitli ses örneklerini dinleterek çevresiyle etkileşimde bulunabilir. Örnek olarak sumo robotlarımızdan gönüllerin fatihi “Kara Murat” (Şekil-1) konuşabilen bir sumo robot ve rakibinin pozisyonu, yakınlığı gibi bilgileri kullanarak içine yüklü olan ses parçalarından birisini seçiyor ve konuşmaya başlıyor. Tabii ki kayıtlı sesler de robotumuzun karakteriyle uyumlu olursa ortaya oldukça etkileyici ve hoş bir robot çıkabiliyor. Biz bu amaçla “Kara Murat” ismine de uyumlu olarak robotumuza Türk filmlerinden çeşitli ünlü replikler yükledik. Bununla da yetinmeyip robotumuza mi-

mik katabilmesi için çıkan sese göre yanıp sönen ağız şeklinde ışıklı bir Vu-metre de ekledik. Ortaya gayet hızlı ve mücadeleci görünen bir sumo robot çıktı. Robotumuz sanki Bizans ordusuna karşı savaşıyormuşçasına, rakibiyle mücadele ediyor, nidalar atabiliyor bazen espri bile yapıyor. Kulağa gayet hoş geliyor değil mi? Artık sizi fazla meraklandırmadan nasıl konuşan bir robot üretebiliriz şimdi ona bakalım isterseniz.

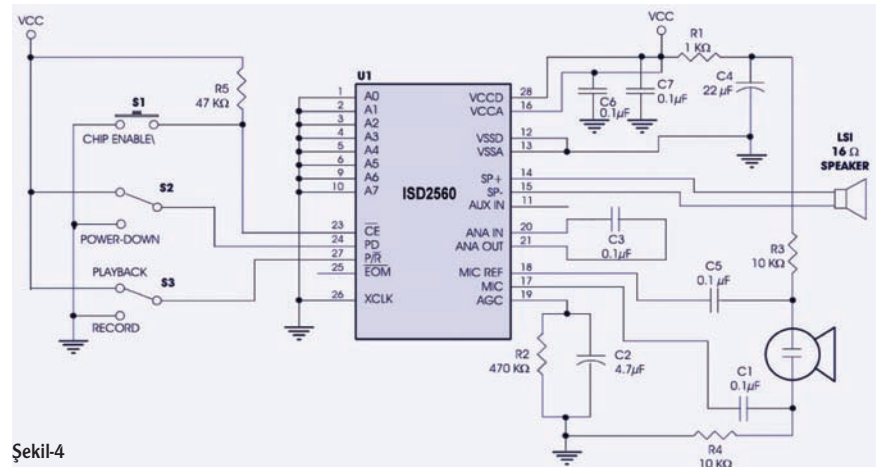


Şekil-2



Şekil-3

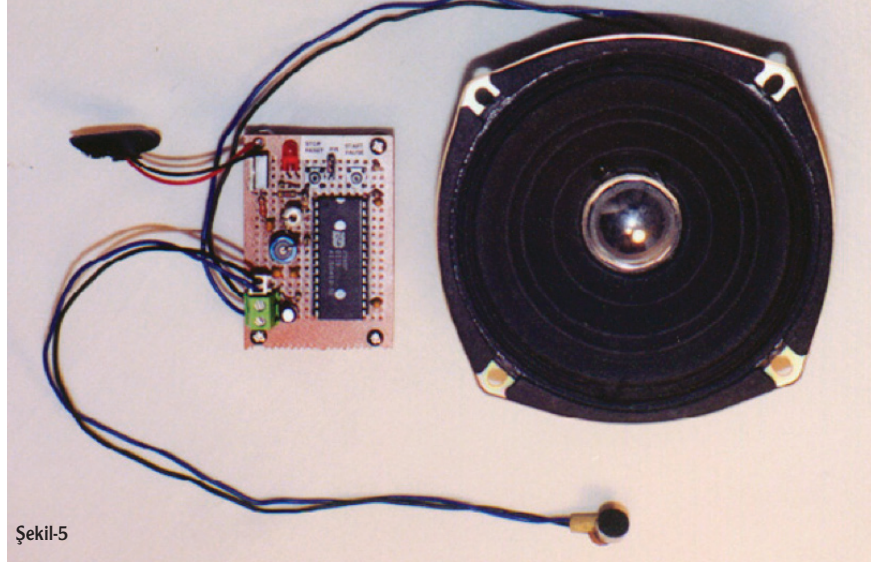
Bu konuda sorulması gereken ilk soru ve en önemli nokta ses gibi analog bir bilginin nasıl dijitale çevrileceği ve 1 ve 0 lar halinde temsil edilip elektronik olarak nasıl saklanacağı olmalıdır. Bilindiği gibi ses dalgaları sürekli değişen frekanslardaki titreşimlerin bir ortamın içinde yayılması ile oluşur. Sesi kaydedebilmek için bu değişken titreşimleri uygun bir ortamda depolamak gerekir. Kaset, plak gibi klasik ses depolama yöntemlerinde ses herhangi



Şekil-4

bir dijital çevrime uğramaz ve analog olarak saklanır. Plakta ses dalgaları sert plak yüzeyi üzerine titreşim izleri halinde, kasetlerde ise manyetik bir bant üzerine manyetik alan yardımıyla oluşturulmuş izler şeklinde kaydedilir. Bu iş için robotumuz üzerine bir kasetçalar ya da taş plak eklememiz oldukça gülünç olurdu herhalde. Bu yüzden daha pratik ve gelişmiş bir yöntem olan sesin dijitalleştirilerek depolanması yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem kullanılarak çok küçük bir alanda ses kayıt işlemi gerçekleştirilebilir. Sesin dijitalleştirilerek saklanması şu şekilde çalışır. Öncelikle ses dalgaları bir mikrofon yardımıyla elektriksel sinyallere dönüştürülür. Fakat bu sinyaller hala analog formattadır. Bunu dijitalle çevirebilmek için bir ADC (Analogtan Dijitale Çevirici) gereklidir. ADC girişine uygulanan analog sinyalleri sayısala dönüştürme işlemi yapar ve çıkışında girişindeki değişken gerilim değerlerine uygun sayısal değerler üretir. Bir saniyede gerçekleşen analogtan sayısala çevrim sayısı ve ADC nin sayısal çözünürlüğü kaydedilen sesin kalitesini belirleyen unsurlardır. Son olarak üretilen sayısal değerler bir depolama ünitesinde ardışık olarak saklanırsa ses kaydedilmiş olur. Sesin kayıttan çalınması ise yapılan işlemlerin tam tersi yönde tekrarlanmasıyla sağlanır. Yani kaydedilen sayısal değerler kaydedildiği sıra ile bir DAC (Dijitalden Analoga Çevirici) yardımıyla analoğa dönüştürülür ve yeterince kuvvetlendirildikten sonra bir hoparlöre iletilirse kaydedilen ses dinlenmiş olur.

Sesi dijital olarak depolayabilen ve ses kayıt ve geri oynatımı için geliştirilmiş



Şekil-5

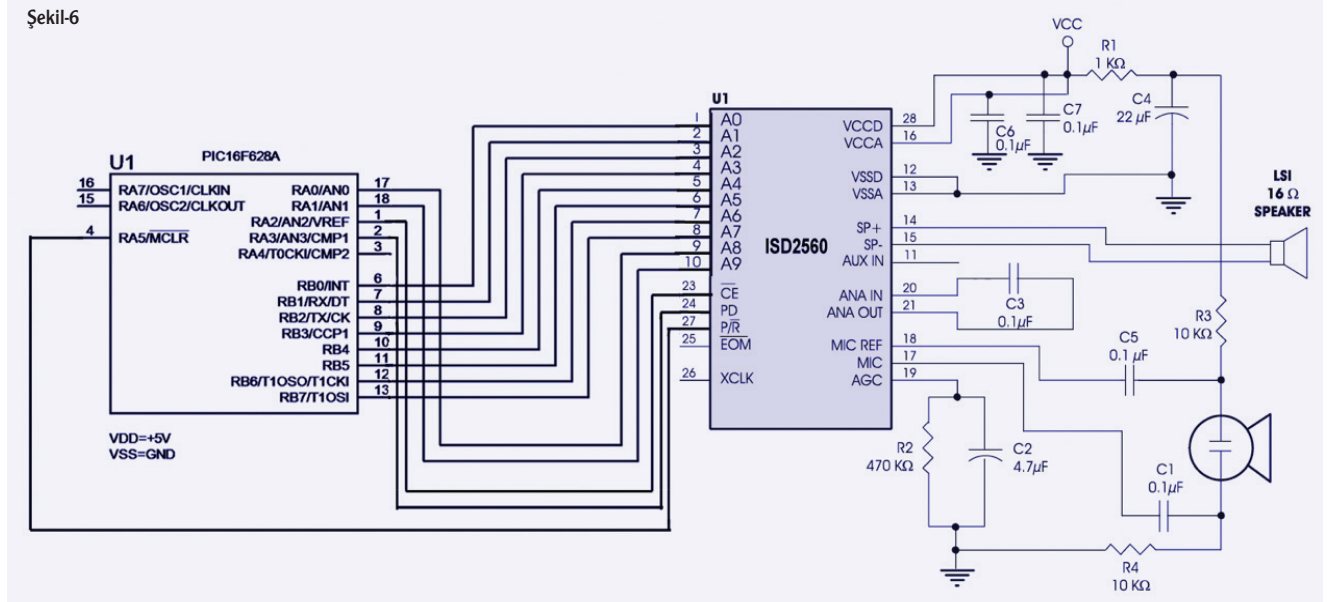
özel elektronik devre elemanları bulunmaktadır. Bu elemanlar sayesinde ses kaydetme ve kayıttan oynatma işlemleri oldukça basitleşmiştir. Bu elemanlar içerisinde statik EPROM hafıza, DAC ve ADC çevirici, mikrofon ön yükseltici, çeşitli ses filtreleri gibi birimleri hâlihazırda bulduğumuz için bizim bu tür detaylarla uğraşmamıza gerek kalmaz ve uygulama geliştirmek oldukça kolaylaşır. Biz bu yazımızda popüler ses kayıt çözümlerinden olan ISD serisi entegreleri kullanacağız. Bu entegreleri seçmemizin en önemli nedenleri yüksek kalite sunması, kullanımının kolay olması, üzerinde birden fazla ses kaydı saklanabilmesi, kayıtların adreslenebilmesi ve en önemlisi ülkemizde bulunabilmesidir. ISD serisi ses kayıt entegreleri "ISD10XXA" "ISD25XX" şeklinde kodlanırlar. Buradaki "XX" değeri o entegrenin saniye cinsinden ses kaydı yapabileceği süre miktarıdır. Piyasada ISD1016A(16 sn), ISD2560(60 sn) ve ISD2590(90 sn) modelleri bulunabilir. Bu entegrelerin tamamının kullanımı ve bacak bağlantıları aynı şekildedir. Biz bu yazımızda 60 saniyelik

ses kayıt alanına sahip ISD2560 modelini kullanmayı tercih ettik. Eğer isterseniz diğer modelleri de kullanabilirsiniz.

Basit Kayıt Ve Dinletim Uygulaması

Şekil1 deki devre şemasında ISD2560 ile yapılmış basit bir kayıt uygulaması gösterilmektedir. Bu uygulamada adresleme kullanılmamış ve 60 saniyelik tek bir kayıt ortamı sağlanmıştır. ISD serisi devreler 5V'luk bir besleme gerilimi ile beslenmelidir. Devreye enerji verildikten sonra S3 anahtarı kayıt için RECORD konumuna getirilir, S2 anahtarı toprağa çekilir. S1 butonuna basıldığı anda devre ses kaydına başlar ve buton basılı tutulduğu süre boyunca devam eder. Kaydedilen sesi dinlemek için ise S3 PLAYBACK konumuna getirilir, S2 kapatılıp açılarak devrenin resetlenmesi sağlanır. S1 butonuna basıldığı anda da kaydedilen ses hoparlörden dinletilmeye başlar. Şekil-2 de devrenin yapılmış hali görünmektedir.

Şekil-6



Adreslemeli Kayıt

ISD serisi entegreler birçok farklı çalışma moduna sahiptirler. Bu modlardan en önemlilerinden birisi adreslemeli erişim modudur. Bu modda ISD entegremiz minyatür bir kasetçalara benzetilebilir. Kayıt ve dinleme için kasetçalarda bulunan kafa gibi entegremiz yazma/okuma kafasını istenilen konuma getirilebilir ve istenirse yeni bir kayda başlayabilir istenirse de var olan bir kaydı çalabilir. Konumlandırma işlemi ise entegrenin adresleme pinlerine gidilecek olan adres bilgisinin yazılması ile olur. ISD 25XX serisi entegrelerde A0-A9 arası 10 adet adres pini bulunmaktadır. Biraz açıklamak gerekirse örnek olarak ISD2560 maksimum 600'e kadar adresleme yapabilmektedir. Bu değer 60 saniyelik kayıt süresi için $60\text{sn}/600=0,1\text{sn}$ lik bir çözünürlüğe eşdeğerdir. Başka bir deyişle, bu entegre üzerinde minimum 0,1 saniyelik çözünürlükle ses kayıtları depolanabilir. Mesela 10. saniyeden başlaması gereken bir kayıt için $10/0,1=100$ değerini dijital olarak A0-A9 arasına yazmamız gerekir. Yani, 100 değeri binary olarak 01100100 şeklindedir. Ve bu değer A0 dan başlayarak adres pinlerine, 1 olan pinlere +5V, 0 olanlara 0V bağlanarak yazılmalıdır. P/R pinine playback için +5V kayıt içinse 0V uygulandıktan sonra CE (chip enable) pini üzerindeki gerilim pozitiften 0 volta değiştirilirse kayıt ya da kayıttan çalma işlemi başlatılmış olur.

Mikroişlemci Kontrollü Kayıt Uygulaması

ISD serisi ses kayıt entegreleri ile çoklu kayıt ve adreslemeli erişim uygulaması yapmanın en kolay yolu girişte bir mikroişlemci kullanmak ve çalınması istenilen parçaları mikroişlemciye seçtirmek olacaktır. Robot üzerinde bulunan işlemci bu işi yapabilir Bu şekilde bu devreyi bir robota eklemek ve robotu konuşturmak oldukça kolaylaşmış olur. Şekil-4 te bulunan devre şeması bir mikroişlemci ile ISD2560 entegresinin nasıl kontrol edilebileceğini göstermektedir. Bu devrede mikroişlemci olarak kullanması en kolay olanlardan PIC16F628 kullanmayı tercih ettik. Ve hatırlarsanız 16F628 de yerleşik bir osilatör bulunduğuna için ayrıca bir kristal osilatör kullanmamıza da gerek kalmadı.

Mikroişlemciye Yüklenecek Picbasic Kodu:

```
*****GERİ SAYIM UYGULAMASI*****
CMCON = 07 ;PORTA DİJİTAL
TRISB = %00000000
TRISA = %00000000
PORTB = %00010001
PORTA = %00000000

CE VAR PORTA.2
PR VAR PORTA.5
RESET VAR PORTA.3

LOW RESET
HIGH PR ;PLAYBACK MODU SEÇİMİ
PAUSE 10

PORTB = %00010000 ;ÜÇ (1,6. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE
PAUSE 990

PORTB = %00001000 ;İKİ (0,8. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE
PAUSE 1000

PORTB = %00000000 ;BİR (0. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE
PAUSE 1000

PORTB = %00011000 ;SIFIR (2,4. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE

END:
*****
```

Mikroişlemci içerisine yüklenmiş olan yazılım kodu ile istediği sesi seçip dinletmesini şu şekilde sağlayabilir. Önce mikroişlemci A0-A9 arasındaki adres pinlerine kaydedilmek ya da kayıttan çalınmak istenen pozisyon bilgisini yazdıktan sonra P/R pinine playback için +5V kayıt içinse 0V uygular. Son olarak CE pini tetiklendiğinde kayıt ya da kayıttan çalma işlemine başlanır.

Örnek olması amacıyla biz bir geri sayım uygulaması yaptık. Bu uygulamada mikroişlemcimiz üçten geriye doğru sa-

yım yapmakta ve bir saniye aralıklarla ISD2560 içine önceden yüklenmiş olan ses kayıtlarını çaldırmaktadır. PICBASİC dilinde yazılmış kod aşağıda görülmüştür. Burada dikkat edilmesi gereken nokta bir ses dosyası çalıştığı süre boyunca farklı bir ses dosyasının seçilmemesi gerektiğidir. Bu sebeple farklı kayıttan çalınan sesler arasında yeterli bekleme süreleri bulundurmak gerekir.

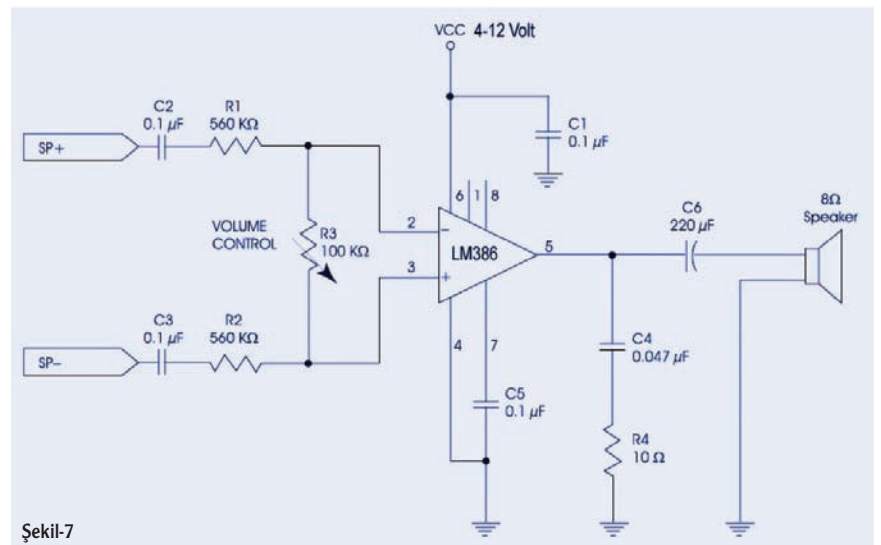
Ses Çıkışının Güçlendirilmesi

Eğer uygulamalarda daha yüksek güçte bir ses çıkışına ihtiyaç duyulursa Şekil-5 te bulunan devre kullanılabilir. Bu devrede LM386 basit kuvvetlendirici entegresi kullanılmıştır. Devre 4-12 V besleme aralığında çalışabilir. Eğer 12 volta 8 ohm luk bir hoparlör ile sürülürse 1 Watt kadar bir çıkış gücü üretebilir. Bu devreyi kullanabilmek için SP+ ve SP- girişlerini ISD25XX in ilgili pinlerine bağlamamız yeterli olacaktır. Tabii ki bu durumda ISD gerilim besleme katı ile LM386 besleme katı birbirinden ayrı tutulmalıdır. R3 potansiyometresi ile ses çıkış seviyesi ayarlanabilir.

Yardım ve destek için <http://robot.metu.edu.tr/forum> adresi altındaki foruma iletilebilir.

Ömer Çayırpunar
ODTÜ Robot Topluluğu
omercayir@yahoo.com

Kaynaklar:
Odtü Robot Topluluğu sitesi :<http://www.robot.metu.edu.tr>
Microchip, 16F628A Data Sheet:<http://www.microchip.com>
ISD 2560 Datasheet :http://www.winbond-sa.com/products/isd_products/chiporder/datasheets/2560/ISD2560.pdf



Şekil-7