

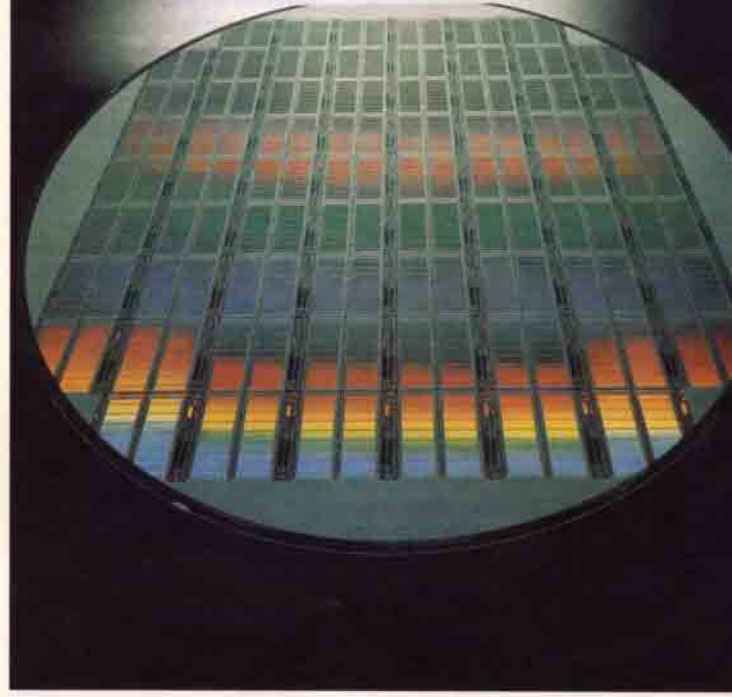
Elektronik Çeviriciler

ELEKTRONİK, dünyanın en fakir ülkesinden en zengin ülkesine, teknolojik açıdan en az gelişmiş ülkelerden teknoloji devi olanlara kadar hemen her alanda ve yerde oranları değişse de kullanılmaktadır. Bir anlamda dünya elektroninin etrafında dönmektedir demek yanlış olmaz. Öyle ya!... Radyo dinlemek veya televizyon seyretmek isterseniz elektronik bir sistem gerekir, satı öğrenmek isterseniz, günümüzde artık pek çok saat, aralarında çok ünlü markalar da dahil olmak üzere elektronik bir yapıyla tasarlanmakta ve daha binlerce hatta milyonlarca kullanım alanı... Aslında geçmişte çok da eski olmayan elektronik, katı hal fiziğinin gelişmesi ve ilerleyen teknoloji sayesinde ortaya çıkan seri üretim araçlarıyla kısa zamanda, inanılmaz değişimler geçirdi. Lambalı sistemlerin yerini transistörlü sistemlere bırakması, öncelikle elektronun hemen herkesin amatör olarak da uğraşabileceği bir olgu olabilmesine olanak verdi. Analog ve dijital sistemlerdeki bilimsel ve teknolojik devrim sonucu, özellikle de dijitalin inanılmaz boyutlarda üretim teknolojisine girmesi sayesinde, sistemler daha basite hatta tek bir entegre yapıya dönüştü. Aslında elekt-

ronikle uğraşan hemen her kişi bu olguyu çok iyi bilmektedir ya da en azından duymuştur. Ancak başta bu iki farklı elektronik sistem arasındaki gerekli çevirimleri sağlayan bazı özel elektronik devreler geliştirilmiştir. Elektroninin boyutlarının sınırlarını aşmasına yol açan bu devreler; "Analog/Dijital" (A/D) ve "Dijital/Analog" (D/A) çeviricilerdir.

Bu çeviricilerin en önemli özelliği, iki sistemi tam anlamıyla birbirine uyumlu hale getirmek için kullanılmalarıdır. İki sistemin en önemli ayrımı; analog sistemlerin, aynı doğadaki gibi bir anlamda sürekli olması, dijital sistemlerin ise, daha çok matematiksel bir yapıya benzer şekilde basite indirgenmiş, fakat doğal olanın bit adı verilen küçük birimlere bölünmüş hali olarak düşünülebilir. Örneğin basit bir sinüs dalgası olan herhangi bir sinyal analog olarak sürekli iken, dijital olarak bitlere ayrılmıştır. İşte bu noktada gerekli durumlarda kullanılan çeviriciler, A/D sinyali bitlere ayırıp dijital hale getirmekte, D/A çeviriciler ise, dijital bir bilgiyi analog hale getirmektedir.

Çeviricilerden en yaygın kullanımı olan A/D çeviricilerdir. Bunun nedeni ise, genelde özellikle de bilgisayar teknolojisinin bir anlamda evrim geçirdiği günümüzde, analog



her türlü sinyal dijital olarak işlenebilmekte, araştırılmakta hatta dijital olarak bir yerden bir yere nakledilebilmektedir. Her şeyin ötesinde dijital, bir anlamda matematiksel olarak ifade edilebildiğinden birçok araştırma için ideal olan bir durumdur. En başta daha önce belirttiğimiz gibi, uygun ara sistemlerin yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılabilir ve veri yani bilgi haline getirilebilir. Bu andan sonra öyle ya da böyle bir şekilde derlenen bilgi, bilinen veya özel olarak tasarlanmış programlama yöntemleriyle istenildiği şekilde işlenebilir. Örneğin çeşitli matematiksel işlemlerden geçirilerek başka bir bilgi olarak derlenebilir veya grafiği çizilerek, davranışı bilinen bir ortamda incelenebilir, istenilen hemen her ortamda kullanılabilecek kadar bozulmadan veya değişime uğramadan saklanabilir ve belki de en önemlisi benzer başka derlemelerle karşılaştırılabilir.

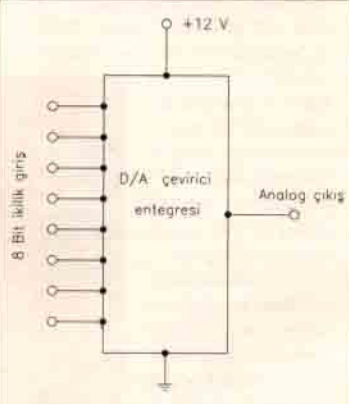
Bilimsel anlamda en çok deneysel araştırmalarda kullanılan bu sistemlerin günlük hayattaki yeri de yabana atılmayacak kadar çoktur. Bu tür sistemlerin en yaygın kullanıldığı yer iletişim teknolojisi ve onun yan ürünleridir. Örneğin dijital radyolar ve televizyonlar içerdikleri çeviriciler sayesinde, analog ve dijital teknolojinin aynı anda, en çok kullanıldığı sistemlerdir. Son bir iki yılın en gözde iletişim araçlarından olan çağrı cihazları, araç telefonları ve cep telefonları da bu iki farklı sistemin bir arada kullanıldığı gözde ürünlerdir.

"Dijital/Analog" (D/A) çeviricilerin en önemli teknik özelliği; herhangi bir "binary" yani ikilik bir giriş uygun bir analog sinyale dönüştürmesidir. Elde edilen bu sinyal ise, kullanım amacına göre ya belirli bir voltaj ya da akım değeridir. Temel olarak analog bir sinyal tanımsal olarak sonsuz sayıda ölçülebilir değer içermektedir, yani süreklilik göstermektedir. Bu noktada şu soru akla gelebilir: Acaba iyi bir D/A çevirici kullanarak tam anlamıyla analog bir sinyal elde edilebilir mi?... Elbette ki bu sorunun yanıtı "HAYIR"dır. Çünkü teknoloji ne kadar ilerlerse ilerlesin bu tür çeviriciler ancak sayılabilir miktarda bit içeren sistemden oluşturulabilir. Bu ise D/A çeviricilerin çıktısının gerçek anlamda analog bir sinyal veremediği gibi yorumlanabilir. Ancak gerçek hayattaki ölçümlerde de belirli bir miktar hata olabilmektedir. İşte bu çıkan sinyaldeki eksiklikler de bu tür hatalar gibi görüldüğünden, elde edilen sonuçlar kullanım açısından yeterli olabilmektedir. Kaldı

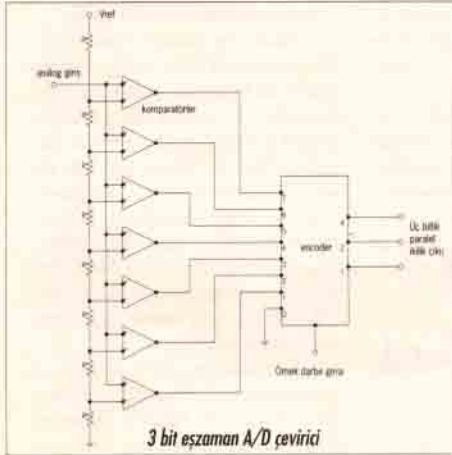
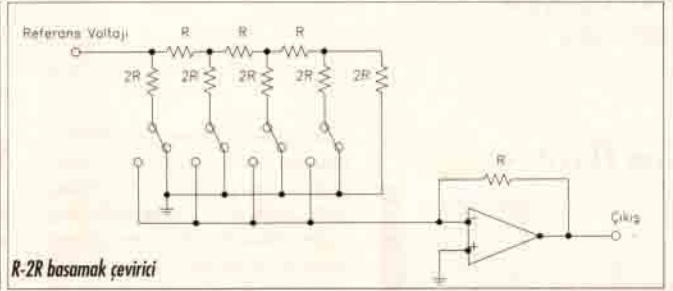
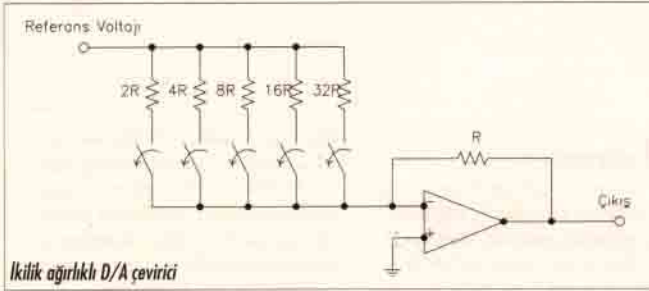
Elektronik Notları

Analog bir sinyali dijitize etmenin ya da başka bir deyişle N eşit parçaya bölmenin inanılmayacak kadar çok yolu vardır. Ancak hemen hepsi birkaç temel yaklaşımda toplanabilmektedir. Değişim ve hassasiyet bu temel yaklaşımlar tarafından kontrol edilmektedir ki bu temel yaklaşımlardan en önemlisi de bit sayısının belirlenmesidir. Çünkü bit sayısı hassasiyeti belirlemektedir. A/D çeviricilerin büyük çoğunluğu ortak kullanılan bir

eleman ise, bu hassasiyeti yani bit sayısını belirlemek için oldukça önem taşımaktadır. "Comparator" yani karşılaştırıcı adı verilen bu elektronik elemanlar, OP-AMP'lardan başka bir şey değildir. Gelen voltaj, belirli bir referans voltajı aşarsa OP-AMP çalışarak belirli bir voltaj çıkışı verir. İşte bu voltaj, kullanılan dijital sistemin yüksek değerini yani "1" sayısını oluşturur. Eğer çıkış yoksa bu da "0" demektir ki, ikilik sistem için gerekli tüm sayılar oluşturulmuş demektir. Geriye kalan bu sayıları kuralına göre sıralamak yani derlemek ve veriyi elde etmekten başka bir şey değildir.



Temel D/A çevirici



rekli basamak aralığını (ki bu basamak aralığı ne kadar dar ise çıktığı o kadar gerçek sinyale yakındır) 2^N ibaresini kullanarak hesaplamak olası. Burada N kullanılan bit sayısını göstermektedir. Basamak ise; (basamak aralığı= üst voltaj değeri/ 2^N volt) formülasyonu ile belirlenmektedir. Buna göre örneğimizde-

ki sistem 8 bitlik olduğuna göre $2^8=256$, üst voltaj değeri=12 olduğuna göre; basamak aralığı= $12/256=0.046875$ volt'tur. Bu değer ise endüstriyel olarak kullanılan standartlar açısından yeterli bir basamak aralığı voltaj değeridir. Ancak piyasada 10, 12 hatta 14 ve üstüne kadar olan değerlerde çeviriler geliştirilebilecek gerekli elemanlar var. Bu konuda, eğer örneğimizdeki 12 volt üst voltaj değeri

riyle birlikte bit sayısı 14 olsaydı; basamak aralığı= $12/2^{14}=0.000732422$ volt olacaktı... Görüldüğü gibi bit sayısı arttıkça hassasiyet artmakta, hassasiyet arttıkça gerçeğe daha çok yaklaşmaktadır. Elbette ki elde edilecek analog sinyal için tek kriter, kullanılan bit sayısı değildir; ancak en önemlisidir.

"Analog/Dijital" çeviriciler de ise en önemli teknik olgu, analog bir voltaj ya da akım değerinin "binary" yani ikilik bir olguya dönüştürülmesidir. Genelde bu tür çeviricilerde benzer özellikler ve elemanlar kullanılır. A/D çevirimi, analog bir sinyal bilgisayar benzeri ortamlara aktarılmasına, bilginin saklanmasına ya da gösterilmesine ihtiyaç duyulduğunda kullanılan bir çevirimdir. Birçok farklı yöntemler geliştirilmiş olmasına karşın, en basit olan ve sık kullanılan yöntem İngilizce'de "Simultaneous Method" adı verilen, eşzamanlı çevirim yöntemidir. Bu yöntemde, birden çok paralel bağlanmış "comparator" yani karşılaştırıcı kullanılarak sistem oluşturulur. Sistemi oluşturan karşılaştırıcılardan her biri belirli bir referans voltaj değerine göre çalışmaktadır. Eğer gelen sinyalin voltaj değeri herhangi bir karşılaştırıcı için belirlenmiş referans voltaj değerini aşarsa, karşılaştırıcının çıktısında yüksek çıkış, yani ikilik sistemdeki "1"e karşılık gelen voltaj değeri elde edilir.

Kullanılan paralel karşılaştırıcı sayısı ikilik sistemde elde edilecek bit sayısını etkilemektedir. Örneğin 7 adet karşılaştırıcının (comparator) kullandığı bir düzenden 3 bitlik bir dijital veri elde edilir. Genel olarak 2^N-1 adet karşılaştırıcı N-dijital yani bitlik ikilik bir sayı elde etmeye yaramaktadır. Sonuç olarak, makul miktarda bit yani dijital elde edilebilir için, çok miktarda karşılaştırıcı kullanılmak gerekmektedir. Fakat, kullanılan bu sistemle birlikte, eşzamanlı olarak dijital veri el-

de edilebilmektedir. Ne var ki, bu A/D çevirme yöntemi, kullanılan metodlardan sadece biri ve en basiti- dir.

Aslında bu tür çeviricilerin büyük bir çoğunluğunun işini yapabilen ve genellikle deneysel amaçlı araştırmalar için geliştirilmiş özel bilgisayar kartları, dünya ve ülkemiz piyasalarında bulunmaktadır. Bu kartlar, gerek bilgisayar içine monte edilebilecek, gerekse dışardan bağlanabilecek şekillerde tasarlanmaktadır. Tasarım ve bit sayısına göre fiyatları değişen bu kartlara genel olarak "Lab Cards" yani laboratuvar kartları adı verilmektedir. Bu kartlar, kullanıcının istediği işi yapabilmesi için gerekli yazılımların bir kısmı ya da yol gösterici kılavuzlarla birlikte pazarlanmaktadır. Çalışma prensibi olarak; kullanılan yazılıma göre ya A/D ya da D/A çevirici olarak çalışmaktadır. Hatta gerekli durumlarda ikisini de yapabilmektedir. Örneğin deneysel bir araştırmada tetikleme işini, bu tür bir kartı kullanarak bilgisayar ortamında kontrol edip, yine deneysel verileri aynı kartı kullanarak eşzamanlı olarak toplayabilmek olasıdır.

Özellikle bu tür kartların kullanıldığı deneylerin içinde uzay araştırmaları, nükleer araştırmaları, çekme, basma, eğme vb... mühendislik deneyleri, ısı kontrol ve ölçüm deneyleri gibi daha birçok bilimsel ve teknolojik deneyleri yapabilmek olasıdır. Bilimsel araştırmaların dışında birçok fabrikada kullanılan makinelerin otomatik kontrolleri yine benzer sistemlerle yapılmaktadır. Bunun dışında savunma sanayii gibi askeri amaçlar için de en çok ihtiyaç duyulan sistemlerin başında gelen çeviriciler, bir anlamda gerçek dünya ile matematik ve/veya mantık arasında bir köprü görevi görmektedir diyebiliriz. Ayrıca kullanılan sistemlerin yapılarının ve kullanılan elemanların basit olması da sonuçları açısından en önemli kazançtır.

ki, sistemler için kullanılan teknolojinin ilerlemesiyle elde edilen analog çıktılar daha da hassaslaşmakta ve gerçeğe her geçen gün daha da yaklaştırılmakta ya da en azından gerçeğe arasında önemsenmeyecek kadar fark kalması sağlanmaktadır.

Sistemin hassaslığı için gerekli bit sayısının ne kadar önemli olduğunu, basit bir formülasyona bağlı bir örnekle görebilmek olası: Diyelim ki elimizdeki D/A çevirici 8 bitlik giriş ve 0-12 volt arası voltaj değerleri için geçerli bir yapıya sahip olsun. Bu noktada analog sinyale ait çıkış voltajı için ge-



Dijital elektronik, uygulama ve anlama açısından en kolay olan yapılardan biridir. Çünkü belirli bir mantık yapısı üzerine kurulmuştur. Çoğunlukla toplama ve sayma işi ile sonuç elde edilir. Örneğin bilgisayarlar dijital teknolojinin bir ürünüdür ve çalışma prensibi toplama üzerine kurulmuştur. Yani hemen tüm hesaplamalar ve benzeri işlemler bilgisayar tarafından, toplama yapılarak oluşturulur. Bunun dışında dijital olan sistemler, genelde belirli bir sayıya (counter) bağlı olarak çalışır. Bu sayıca bir anlamda dijital devrenin kalbidir. Sayıca kavramına en belirgin örnek ise dijital saatlerdir. Çalışma prensibi olarak da mantık üzerine kurulmuş olan dijital elektronik "VE, VEYA, DEĞİL" kavramlarının biri, hepsi ya da karşınımlı

kullanarak elde edilir. Bu bakımdan kullanılması gereken elektronik elemanlar da entegre yapılaradır. Entegre yapılar kendi içinde çok büyük farklılıklar gösterebilir de temelde hepsi aynıdır. Ancak işin ilginç olan yanı, dijital devreleri elde etmek için kullanılan entegre yapıları analog elemanlardan, özellikle de transistörleri gerekli sayıda kullanılarak elde etmek olasıdır. Aslında entegre yapıların büyük bir çoğunluğunda da, özel olarak tasarlanmış transistör konfigürasyonları bulunmaktadır.



Kaynaklar
Dieffenderfer, A. J., "Principles of Electronic Instrumentation"
Floyd, T. L., "Digital Fundamentals"
Floyd, T. L., "Electronic Devices"
Schuler, C. A., McNamee, W. L., "Industrial Electronics And Robotics"

Düzenleme
228 sayıdaki "Elektronik Dünyası" dergisinde bulunan bir di dergi de "Electronic World" dergisinden alınmıştır. Dergiye Aralık 1991 sayısından itibaren "Yar Yolu Gözleme Devresi" başlığında bulunan BF547 ve BF422 transistörleri PWM dijital MPN olarak.