

SAYISAL TASARIM

Ege Üniversitesi Ege MYO
Mekatronik Programı

BÖLÜM 5

ADC, Analog Sayısal Dönüştürücüler

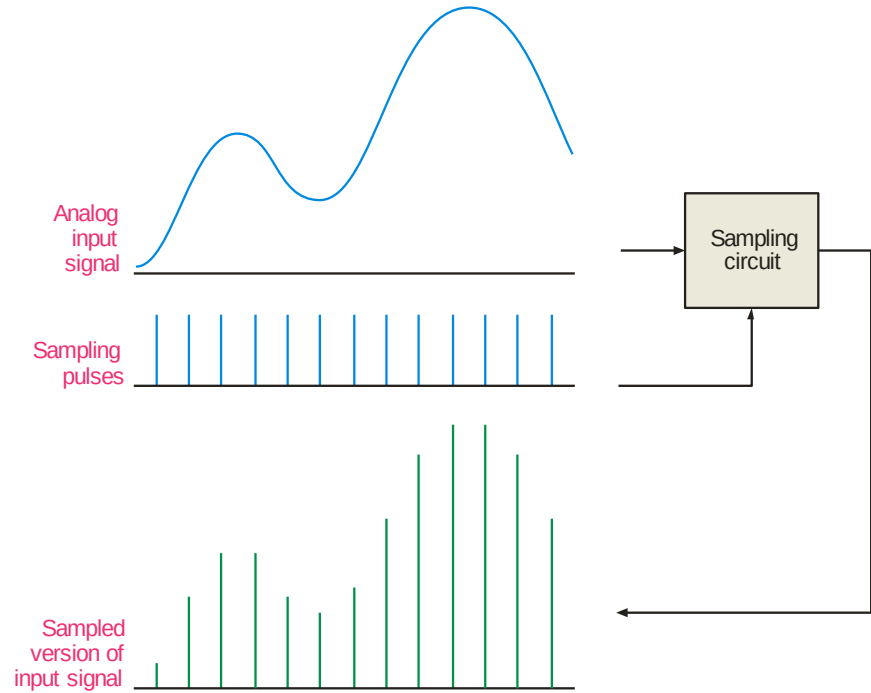
Analog İşaretler

Elektronik devrelerin giriş işaretlerinin büyük çoğunluğu analogtur. Günlük yaşantımızda doğadan elde edilen veriler analog verilerdir. Bu işaretleri işlemek ve yararlı işlerde kullanmak için sayısala dönüştürürüz.

Analog işaretler sayısala dönüştürmeden önce işlemek istediğimiz değişkenin dışında gürültüler içerebilir, bu kısmının filtrelenmesi gerekir.

Analog işaret sayısala dönüştürürken belirli aralıklarla örnekleri alınır ve bu aralıkta sabit kaldığı varsayılır.

Sakıncası yeteri kadar sıklıkta yapılmazsa giriş işaretinin bir çok özelliği kaybolur.



Anti-aliasing Filter

Anti-aliasing filtrenin, gerekliliğini anlamak için örnekleme teoremini öğrenmek gerekir.

İşaretin özelliğini kaybetmeden örneklenebilmesi için örnekleme frekansının işaretin frekansının en az iki katı olması gerekir.

$$f_{\text{örnekleme}} > 2f_{a(\text{max})}$$

$f_{\text{örnekleme}}$ = Örnekleme frekansı

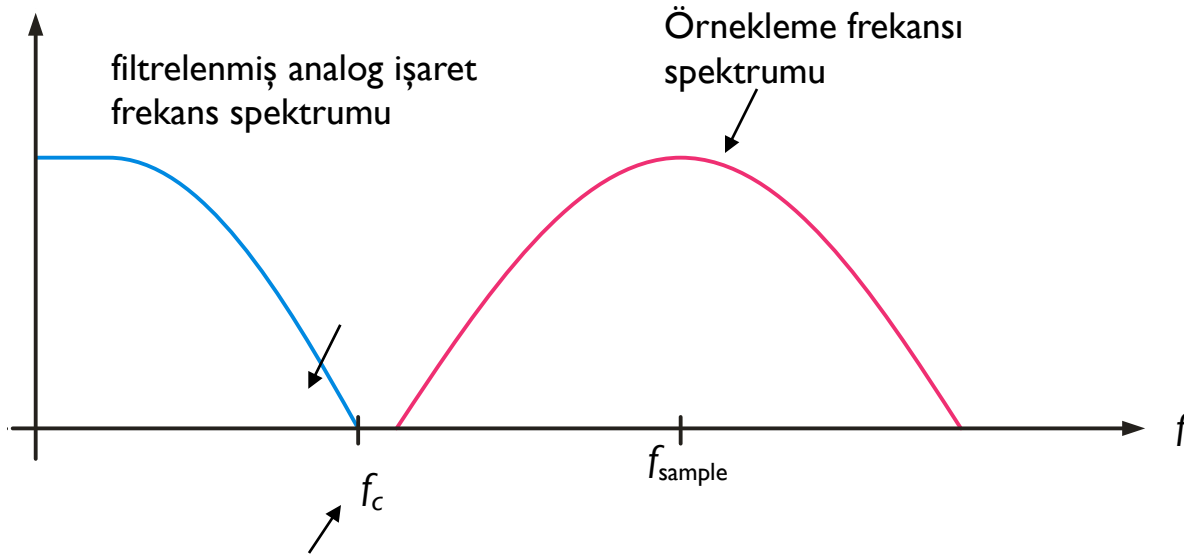
$f_{a(\text{max})}$ = analog sisyalin en yüksek değerli harmoniği



Örnekleme frekansı düşük seçildiğinde Analog işaret sayısala dönüştürüldüğünde aslının özelliklerini içermez.

Anti-aliasing Filter

Anti-aliasing filtre alçak geçiren bir filtredir. Bu filtre devresi analog giriş işaretinin yüksek frekanslı bileşenlerini bastırır. Sonuçta sadece analog işaretin ana bileşeni kalır ve böylece örnekleme frekansı analog işaretinin ana bileşenine göre seçilebilir.



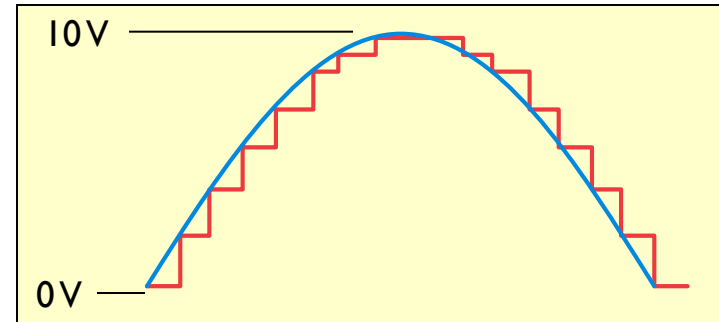
Filtrenin kesim frekanssı, f_c , $\frac{1}{2} f_{\text{örnekleme}}$ frekansından küçük olmalıdır.

Analog-Digital Dönüşüm

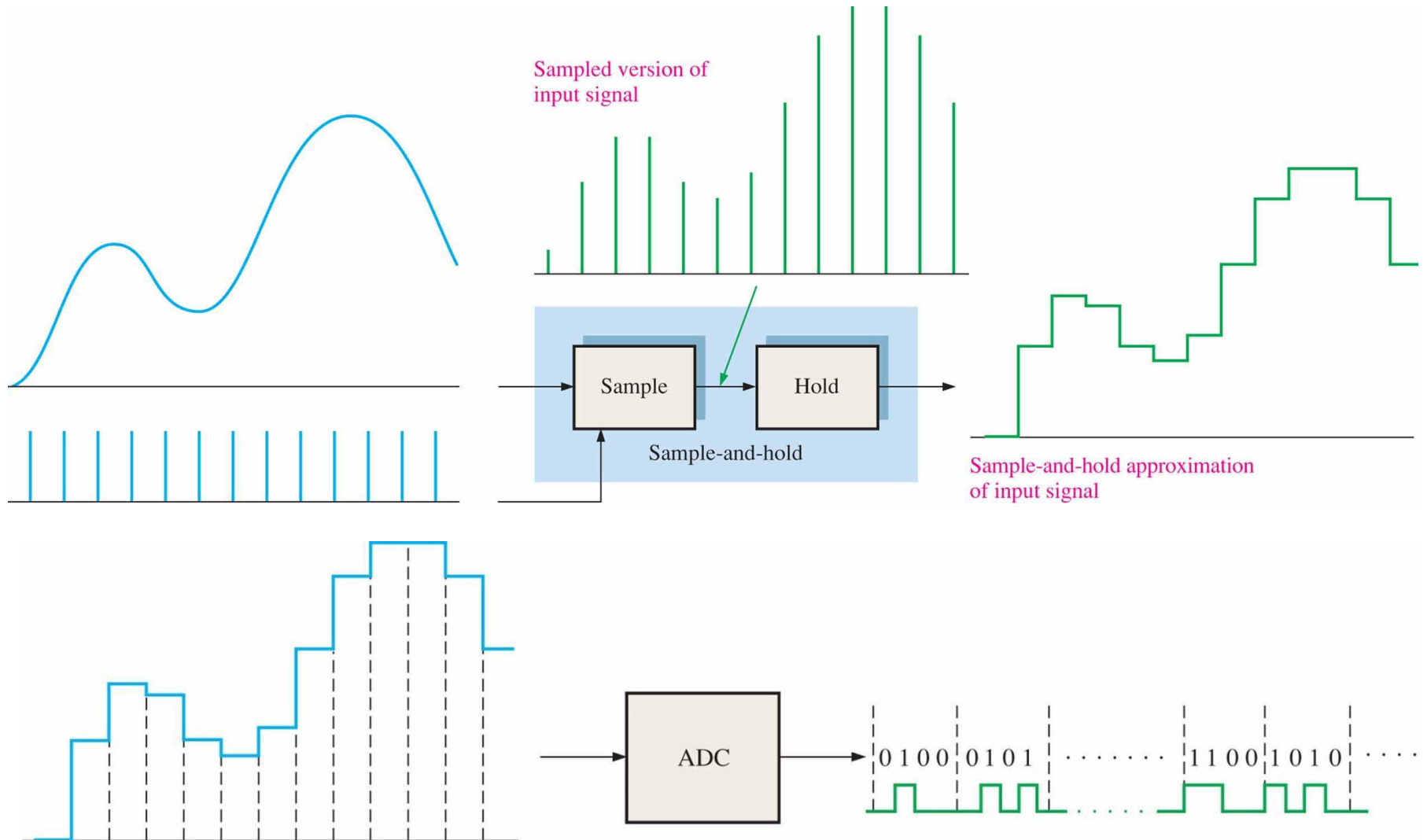
Analog işaretler aslının özelliklerini en fazla oranda içermesi için anti-aliasing filtreledikten sonra sayısala dönütürölür.

Sayısala dönüşümün ilk adımı örnek alma-tutma devresidir. Bu devre önceden belirlenen saat işaretine göre analog işaretren örnek alınır ve bir kondansatörde depolanır bir sonraki saat işareti gelene kadar tutulur.

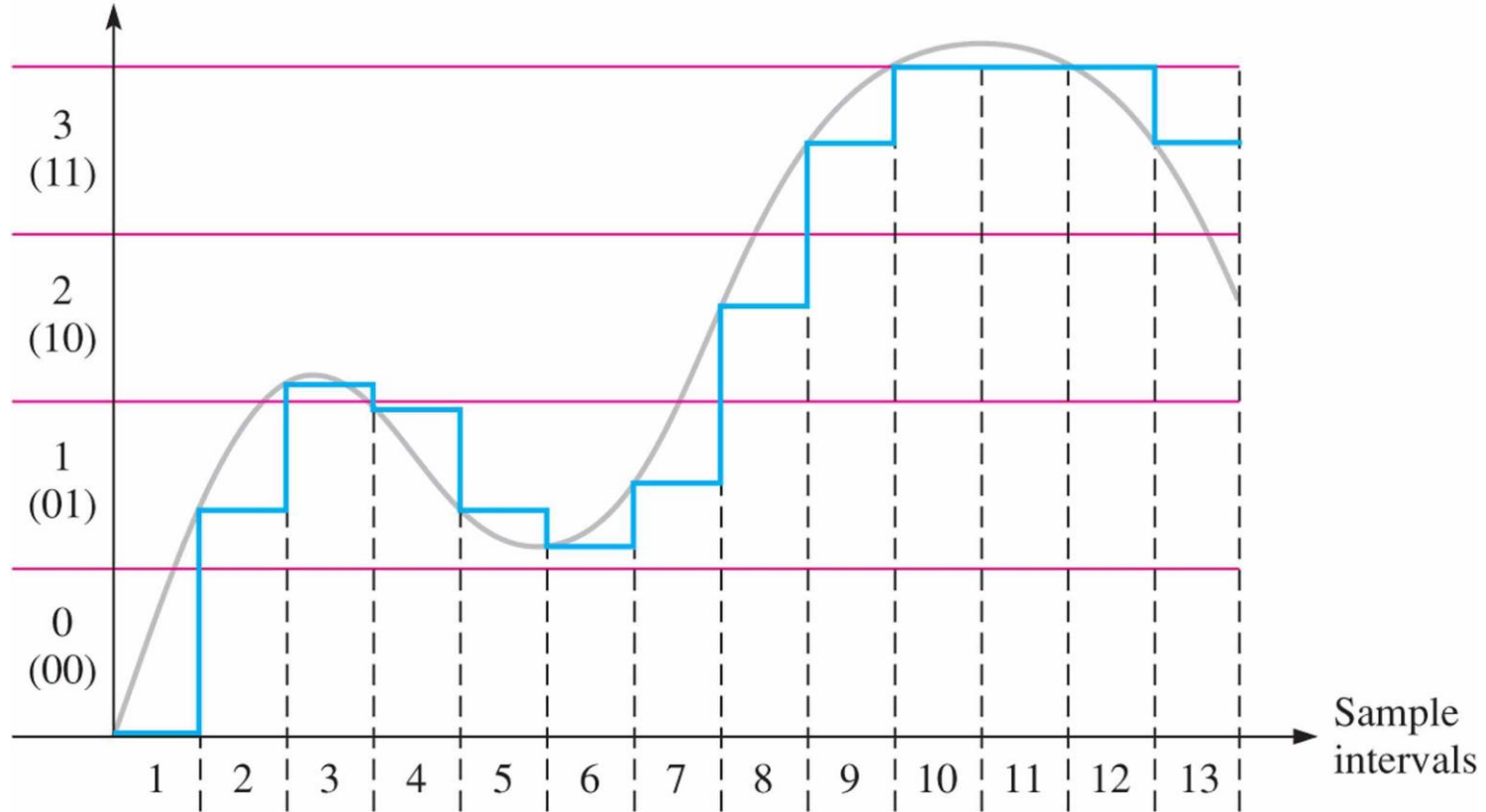
0-10V analog işaret örnek alma-tutma devresine uygulandığında merdiven şeklinde bir işaret elde edilir.



Örnek alma-tutma

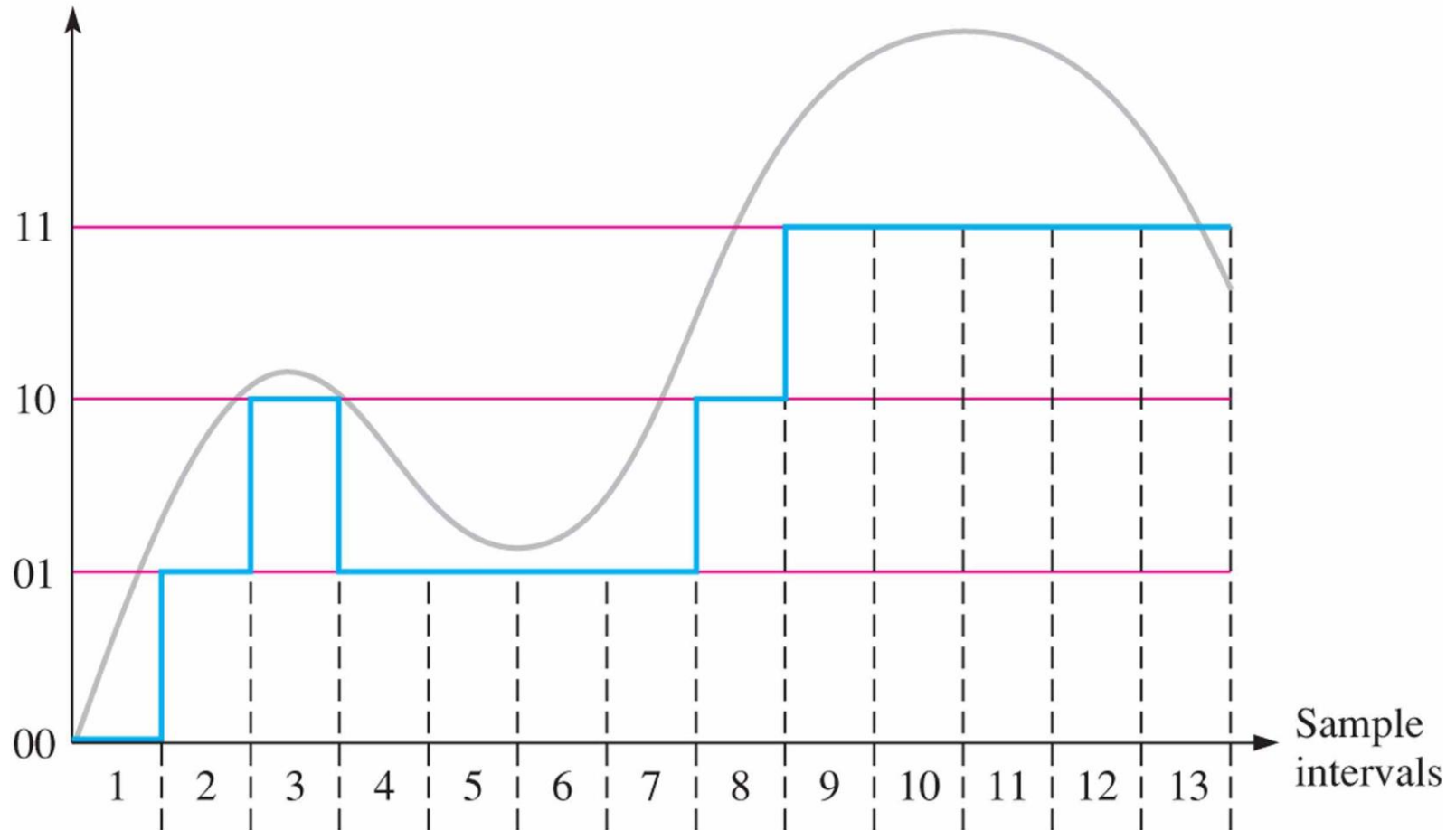


Quantization
level
(Code)

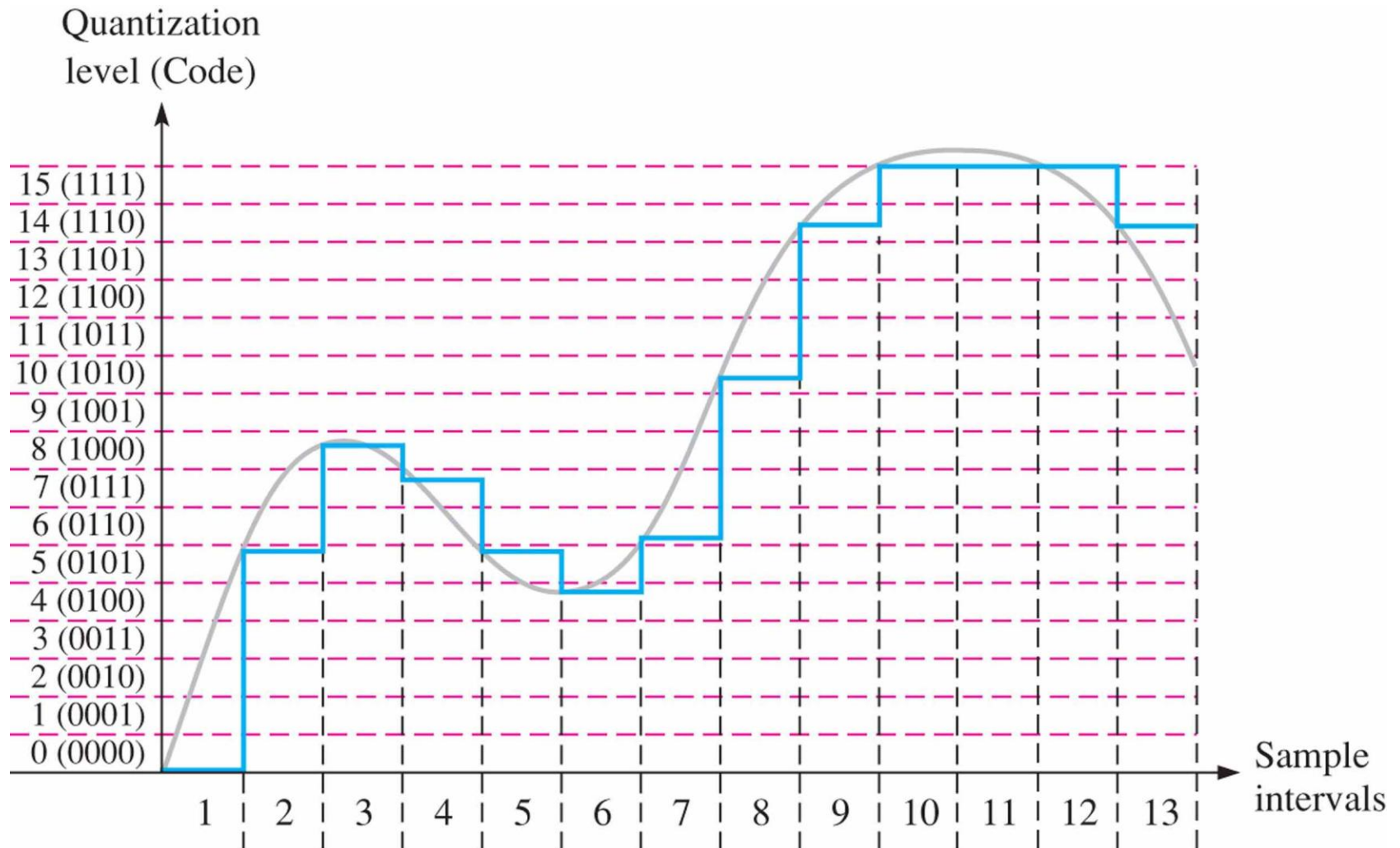


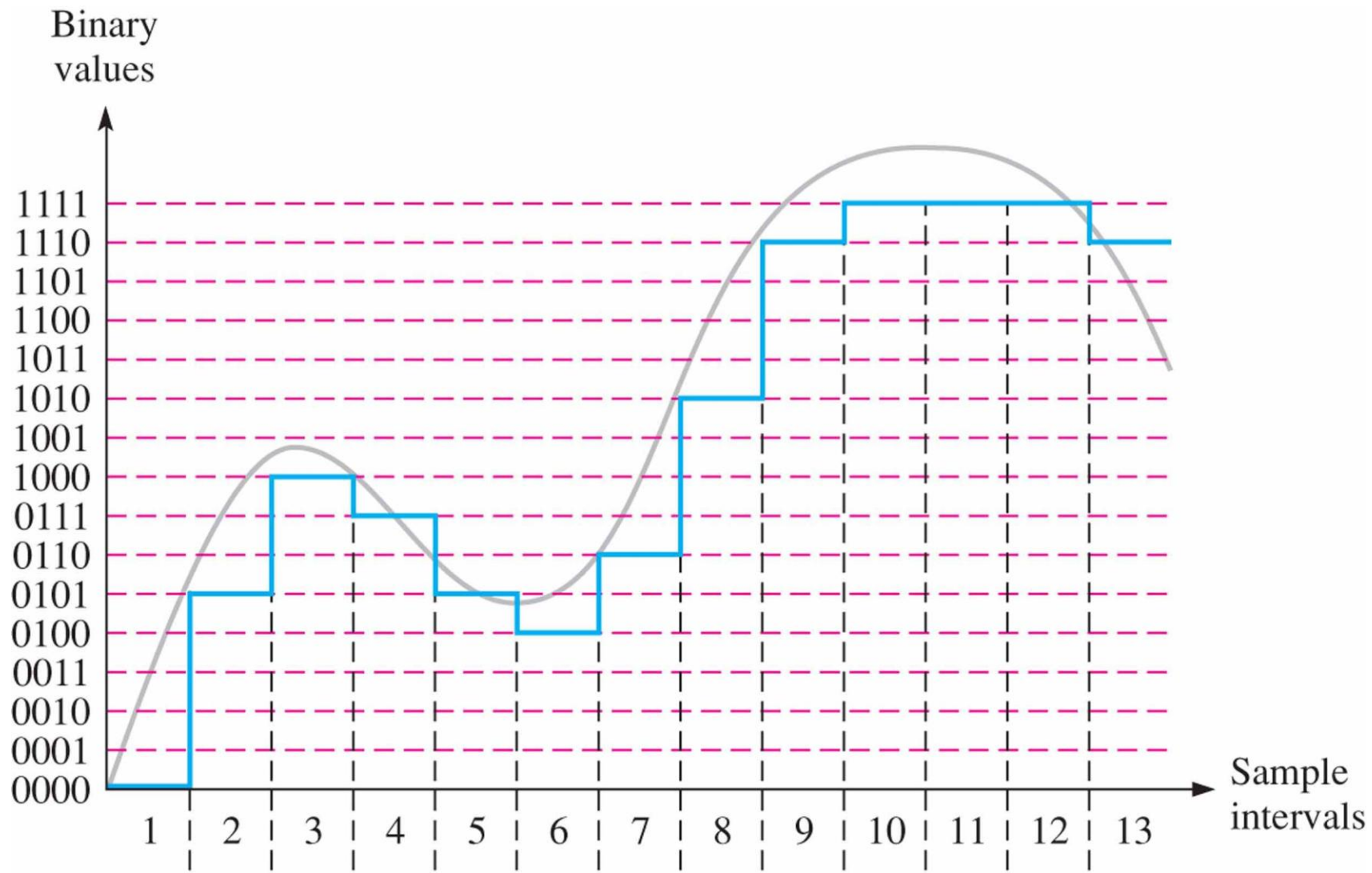
2- bit

Binary
values



4-bit



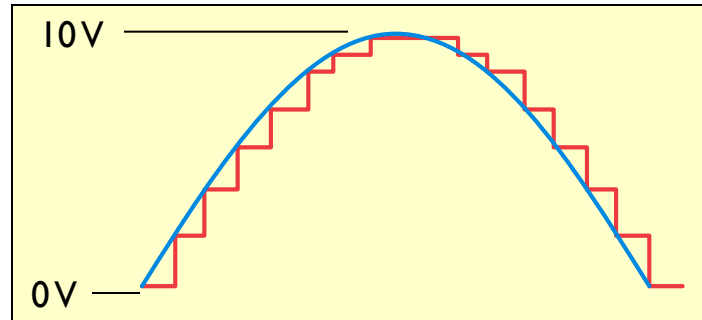


Analog-Digital Dönüşüm

Dönüşümün ikinci adımı merdiven basamaklarının değerlerinin belirlenmesidir. Değerler belirlendiğinde dönüşüm tamamlanmış olur. (ADC).

Örnek: Dalga şeklinin maksimum sayısal değeri nedir

Çözüm: $10V = 1010_2 V$.



tepe = 10V →

0.0000
10.0001
100.0001
101.1110
111.0111
1000.1011
1001.1001
1010.0000
1010.0000
1001.1001
1000.1011
111.0111
101.1110
100.0001
10.0001
0.0000

Anti-aliasing Filtre

Bir çok işaret yüksek frekanslı harmaniğe ve gürültü bilenleri içerir. ADC'lerin filtreleri ve örnek alma devreleri bu bileşenler olmadan tekrar analog işaretin oluşturulmasını sağlayacak şekilde dönüşümü gerçekleştirilmelidir. Bu arada bu filtreleme sırasında az da olsa ana bileşenlerin bir kısmı kaybolabilir.

Ses CD'si için kabul edilebilir örnekleme frekansı 44.1 kHz'dir. Bu değerın seçilmesinin nedeni insan kulağının duyma sınırı 20 KHz'dir, bu değerin üstündeki seğışkenler bastırılır.

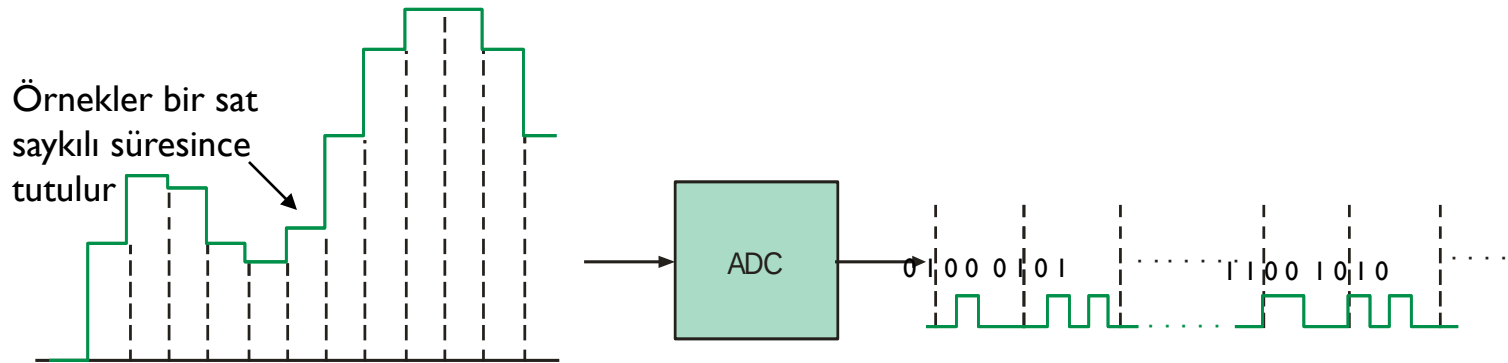
Örnek: Sayısal ses CD 'lede kullanılacak anti-aliasing filtrenin kesim frekansı ne olmalıdır?

Çözüm: 22.05 kHz'den küçük bir değeri.



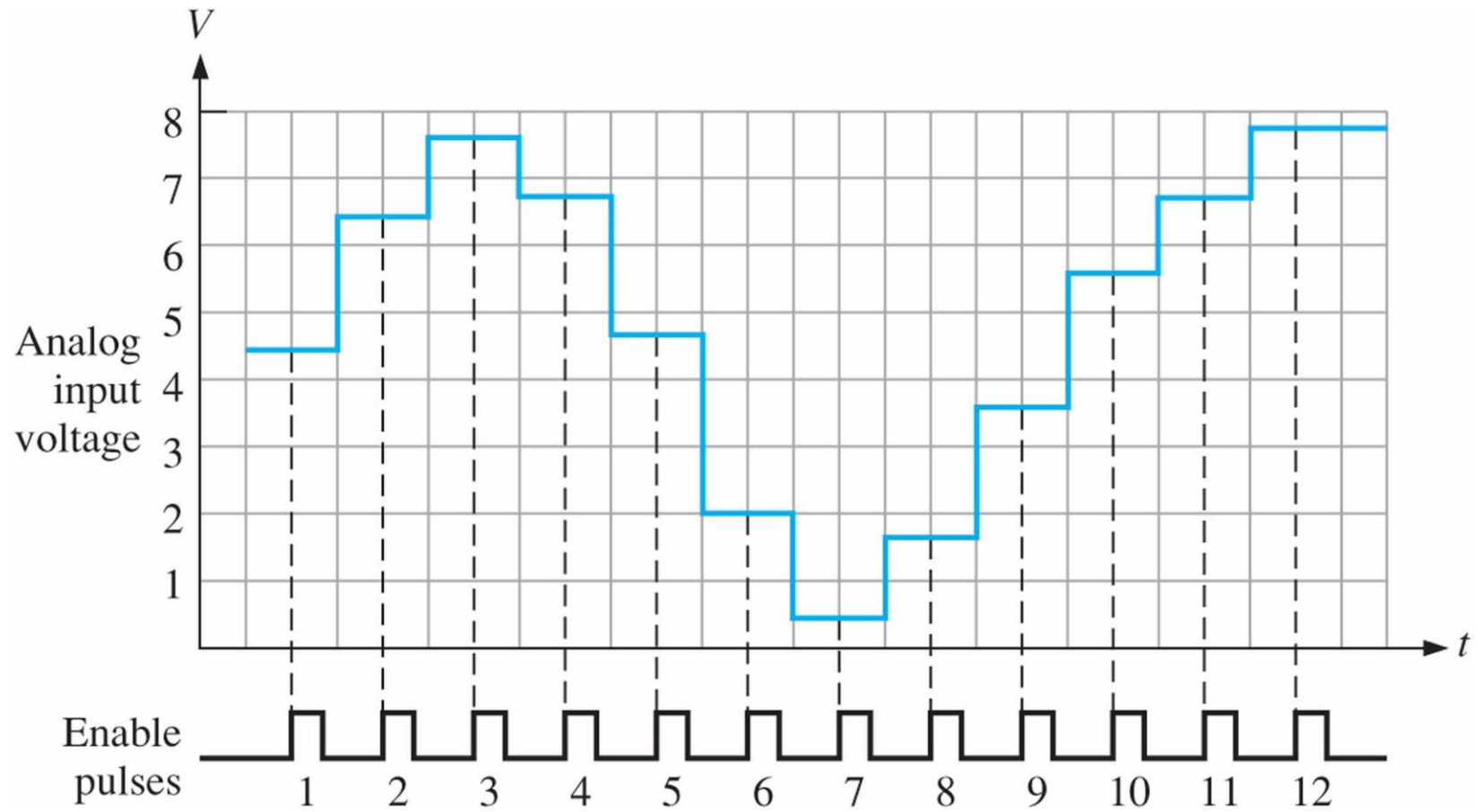
Örnek alma-tutma ve ADC

anti-aliasing filtrenin çıkışındaki analog işaret örnek alma-tutma deresine ve sonrada analog sayısal dönüştürücüye uygulanır.



Birçok tümdevre bu üç işlevi gerçekleştirebilir. Ses işaretlerini dönüştürmek için AD1871 kullanılabilir, bu tüm devre stereo audio ADC'dir.

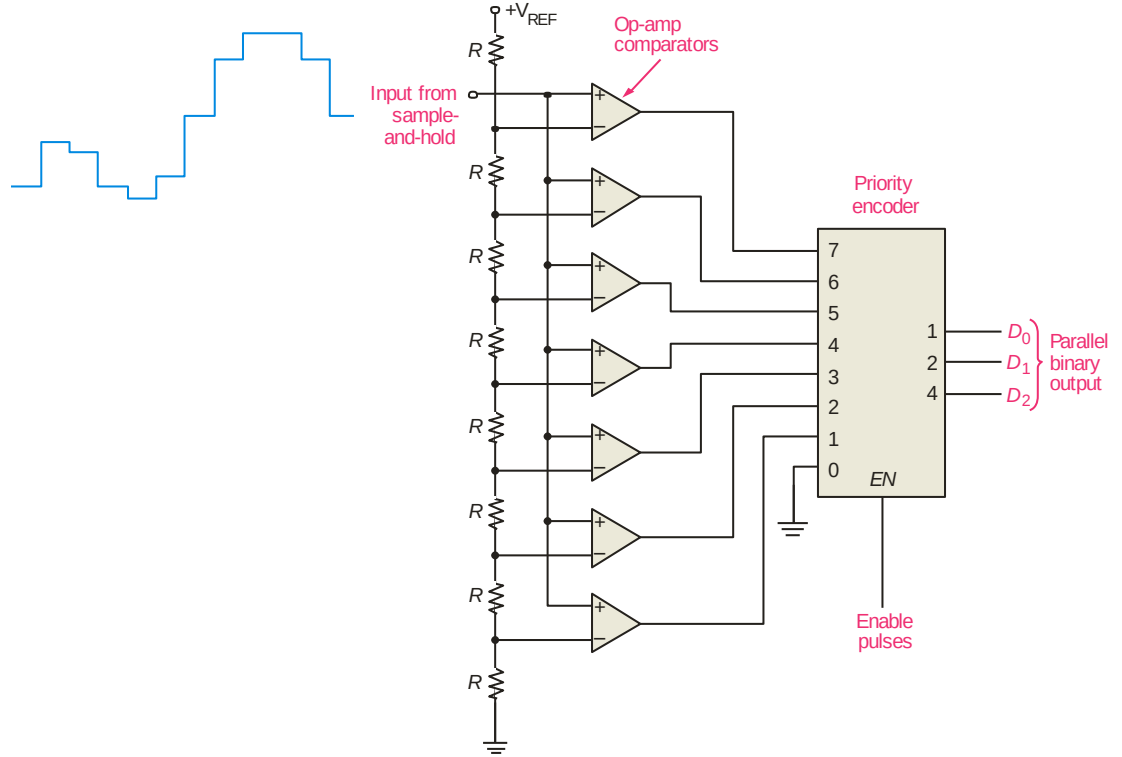
Örnek Alma



Analog'dan Sayısal Dönüştürme Yöntemleri

Flash ADC:

Flash ADC yüksek hızlı karşılaştırıcılar kullanır. Örnek alınmış ve turulmuş işaret n bitlik dönüşüm yapılacak ise 2^n adet kullanılan gerilim bölücü değerleri ile karşılaştırılır ve eşit olan değerdeki enkoder girişi aktif yapılır.



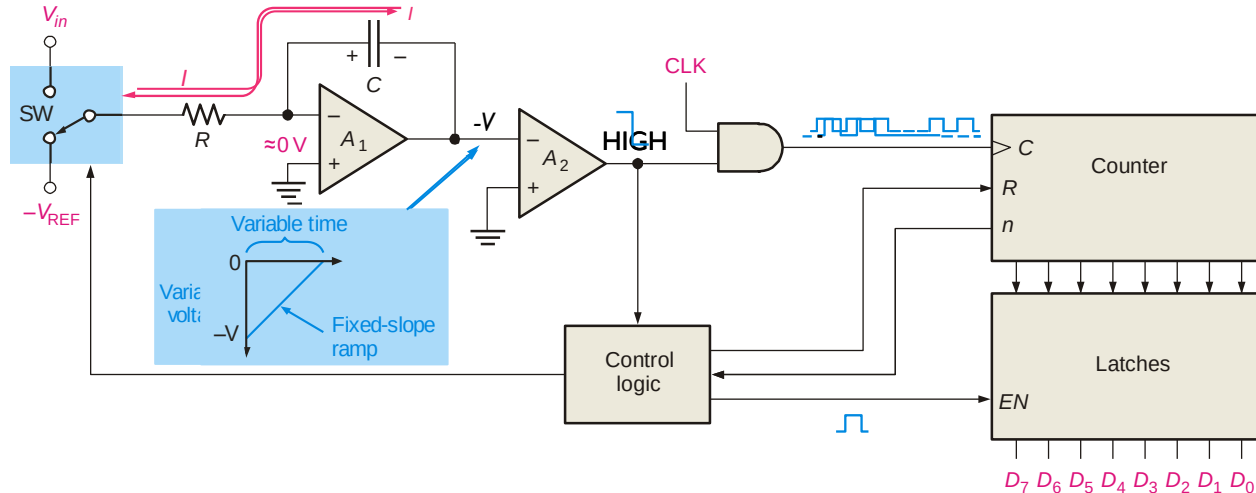
Örnek:
Çözüm:

10-bit flash ADC için kaç adet karşılaştırıcıya gereksinim vardır?

1023

Çift Eğimli ADC

1. Çift eğimli ADC giriş işaretini önceden belirlenmiş sabit bir sürede integralini alır. Bu arada sayıcı sayar
2. Denetim devresi girişteki analog işaretten anahtarı V_{REF} girişine alır.
2. Sabit eğimli giriş $-V$ değerinden başlayarak 0 değerine gelinceye kadar sayıcı sayar. 0 olduğunda sayıcı durur ve sayıcının değeri tutucu çıkışına aktarılır..



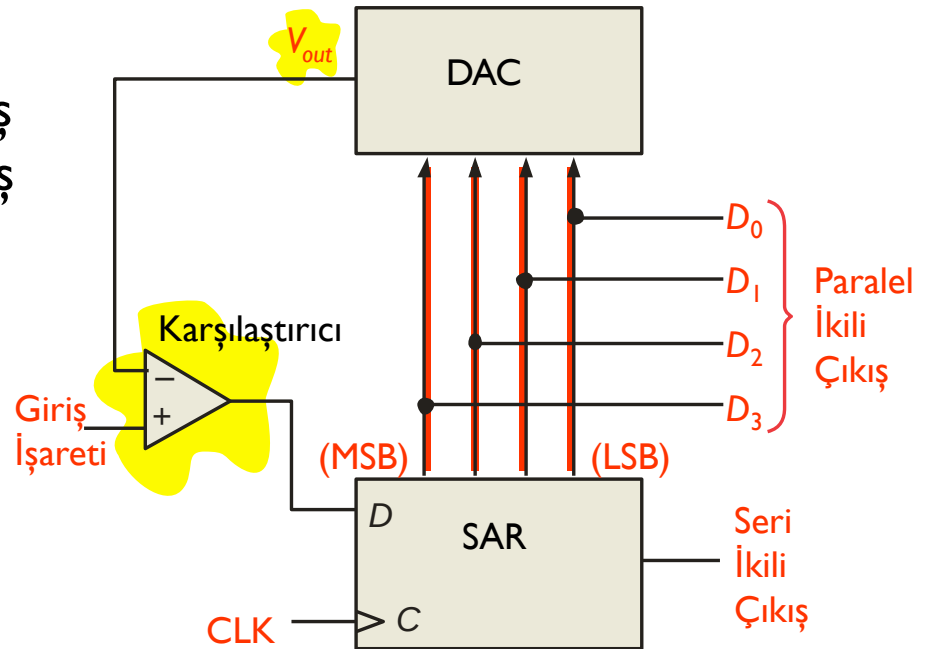
Sıralı Yaklaşım ADC:

1. MSB'den başlayarak sıralı yaklaşım yazacında (SAR) tüm bitler sıralı olarak aktif yapılır ve sayısal analog dönüştürücü DAC tarafından test edilir.

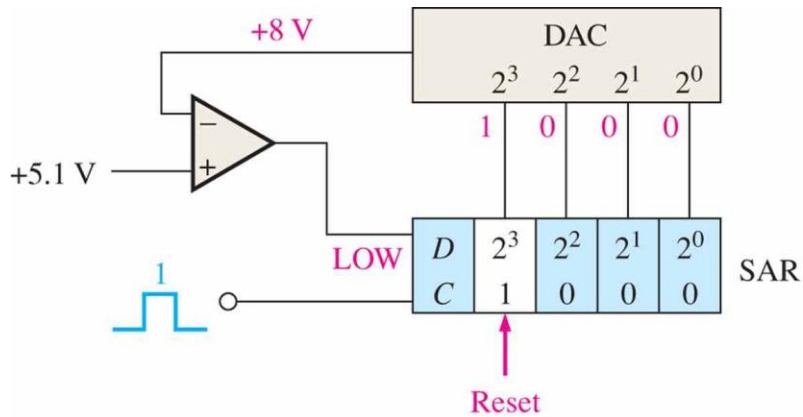
2. Her test sonucu DAC giriş bitlerine bağlı olarak bir çıkış gerilimi üretir.

3. Karşılaştırmacı üretilen bu gerim ile giriş işaretini karşılaştırır. Eğer giriş gerilimi büyük ise bit korunur aksi halde sıfırlanır.

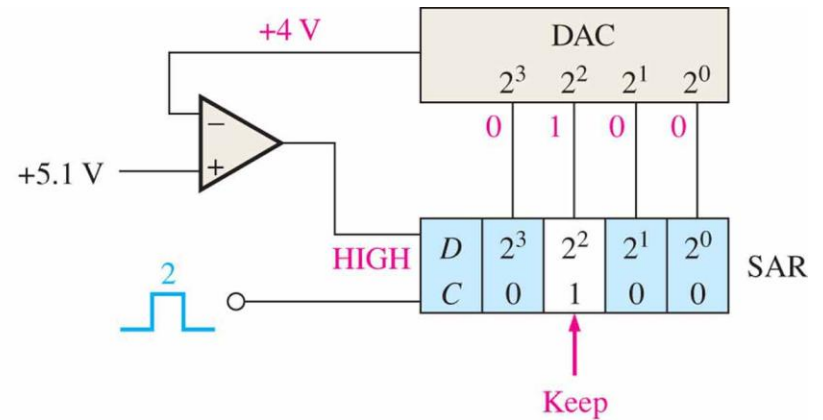
Bu yöntem hızlıdır ve dönüşüm süresi sabittir.



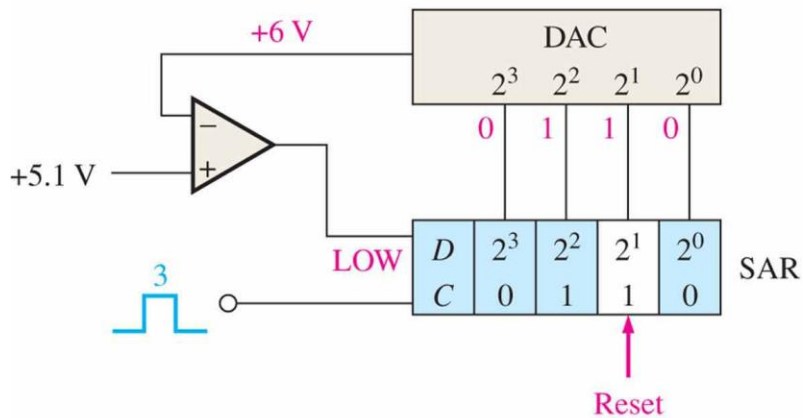
SAR ADC'nin Çalışması



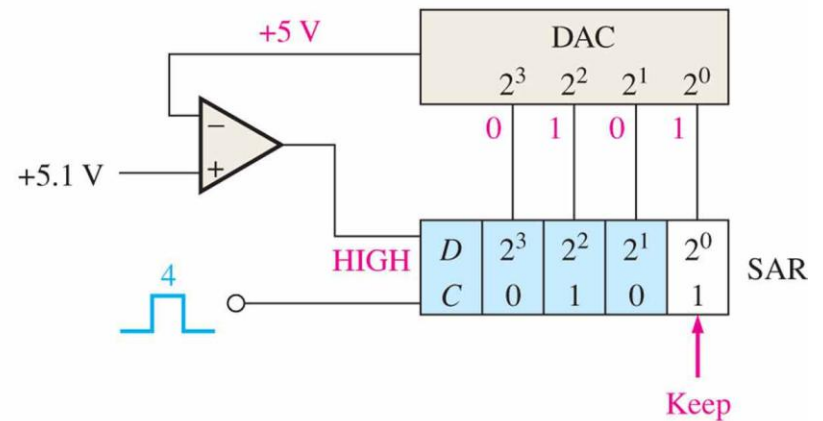
(a) MSB trial



(b) 2²-bit trial



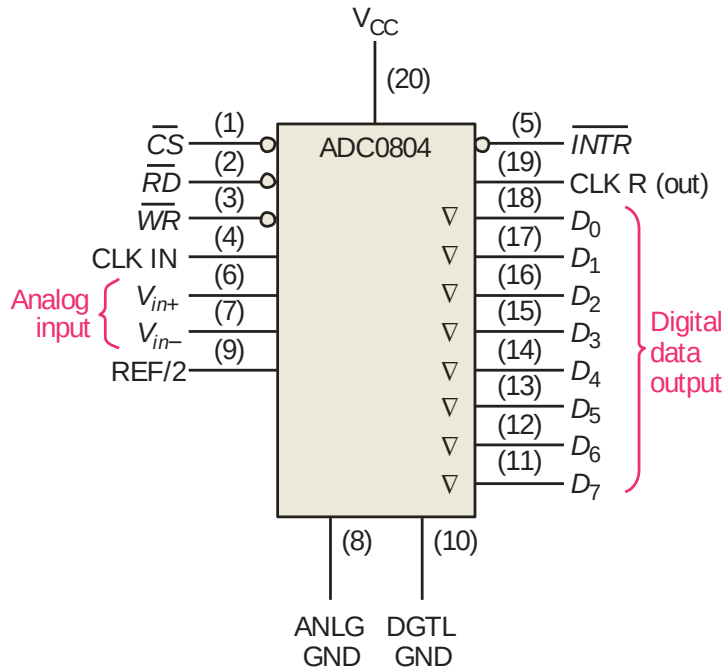
(c) 2¹-bit trial



(d) LSB trial (conversion complete)

Örnek ADC

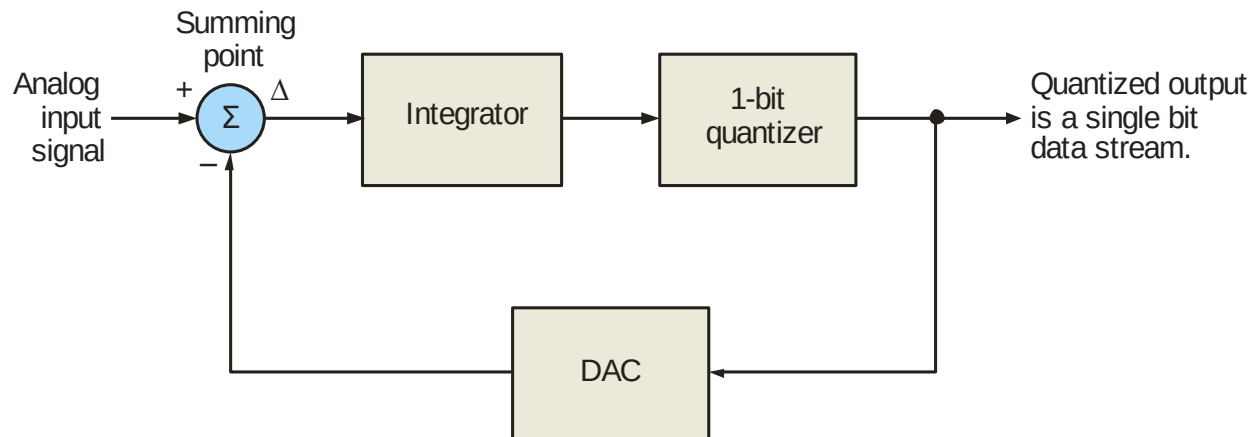
Sıralı yaklaşım yöntemiyle dönüşüm yapan en yaygın kullanımı olan ADC tümdevresi ADC804'tür. Bu ADC 8-bitlik dönüşümü 64 saat saykılında tamamlar (100 μ s).



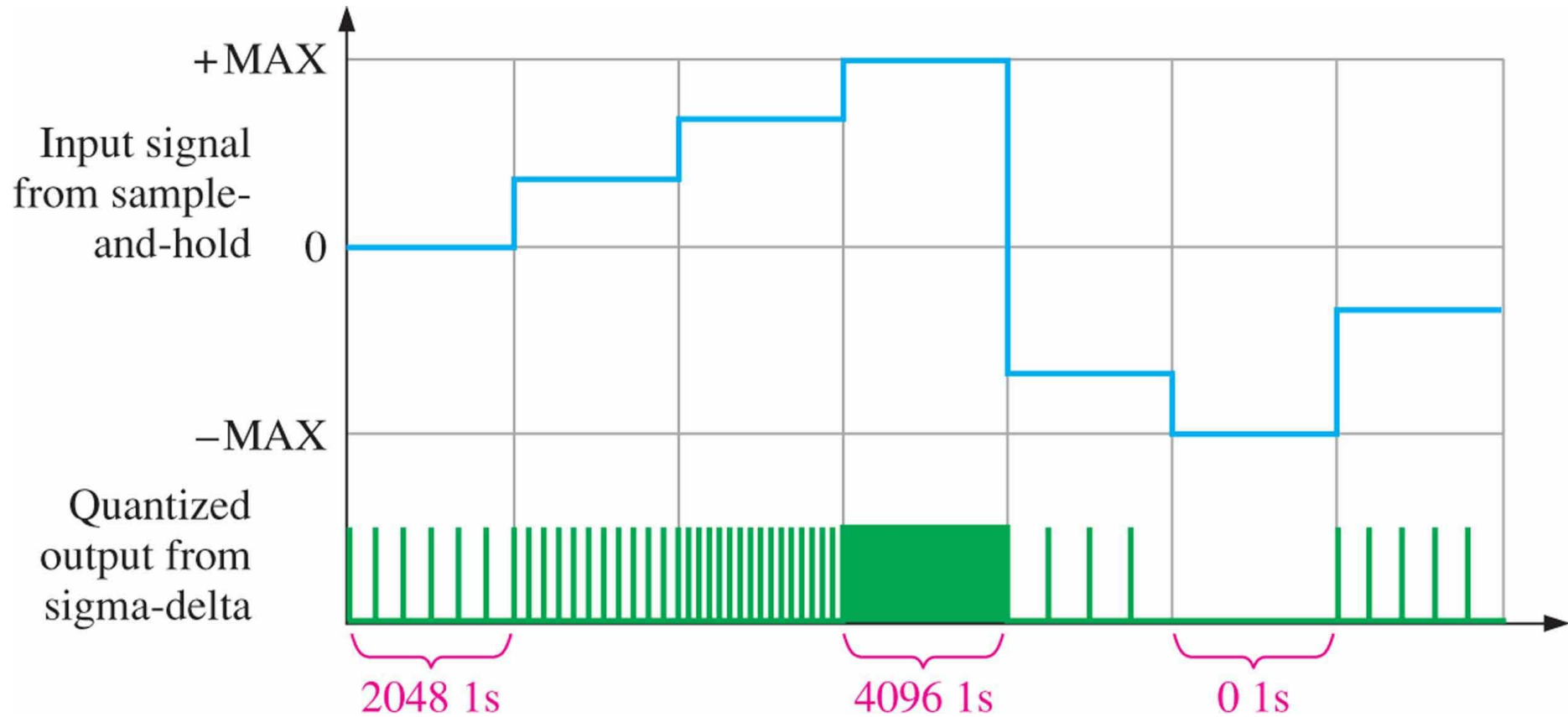
Dönüşüm tamamlandığında $\overline{INTR}$ hattı düşüğe çekilir.

Sigma-delta ADC

Sigma-delta dönüşümü analog girişten alınan iki örneğin integrali alınarak bir bitlik değerlendirilmesi ile yapılır. Çıkıştan ikilik değer bir bitliktir, ya 0 yada 1'dir. 1'lerin sayısının fazla olması giriş işaretinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

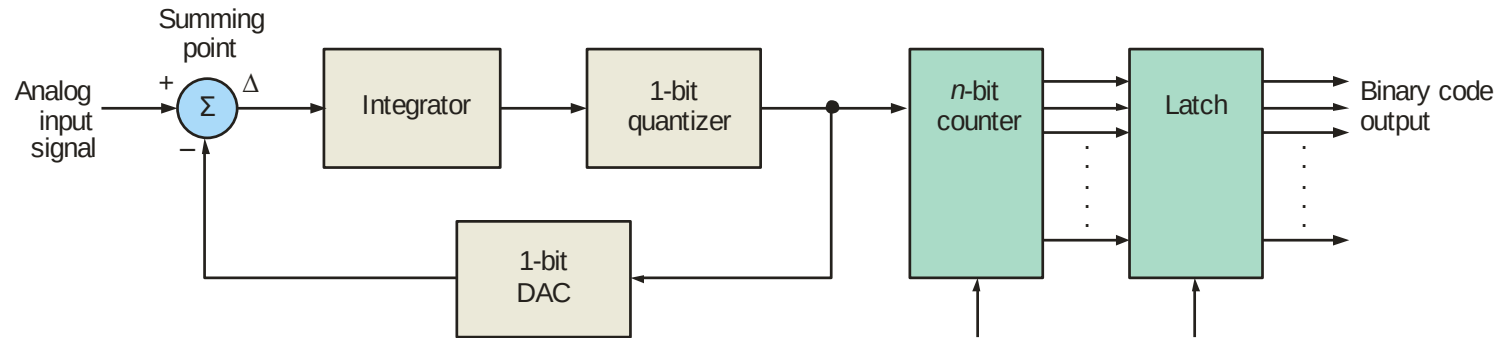


Sigma-delta ADC



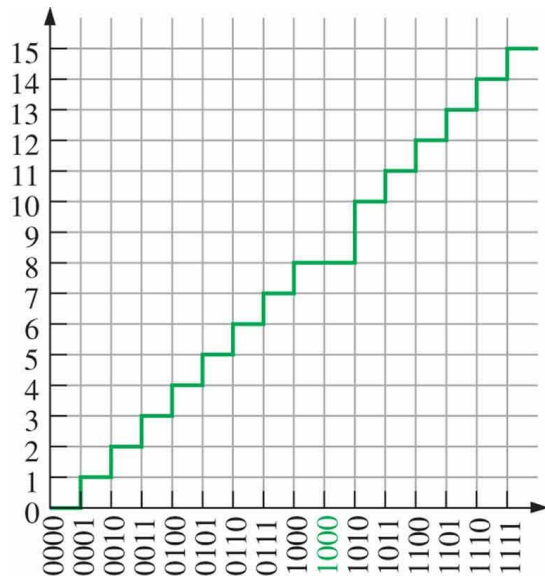
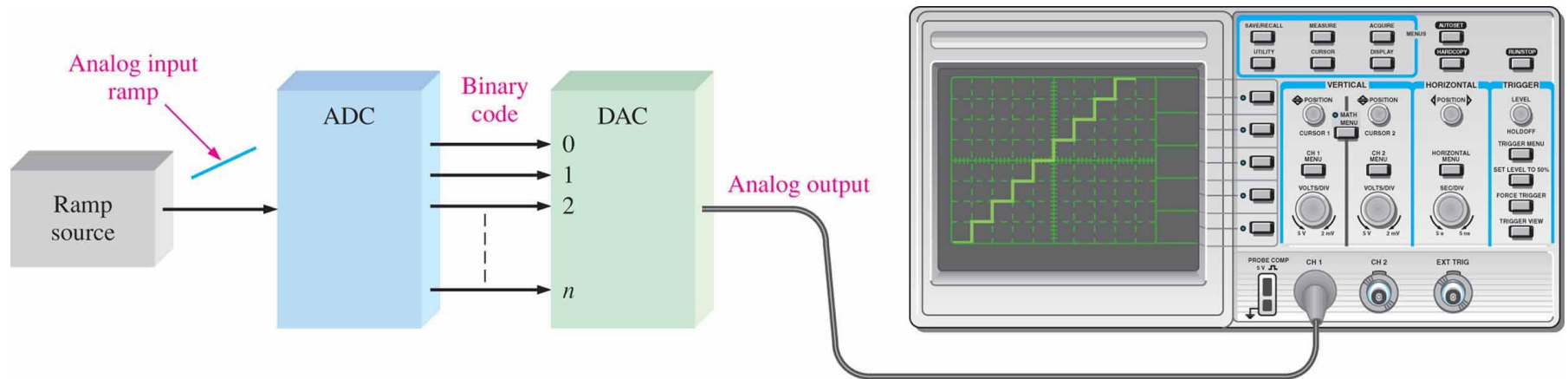
Sigma-delta ADC

Sayısal değeri belirlemenin yöntemlerinden birisi çıkıştaki 1'lerin sayısını belirli süre boyunca saymaktır. Sayıcı çıkışı o aralıktaki girişin saayısal karşılığı olur.

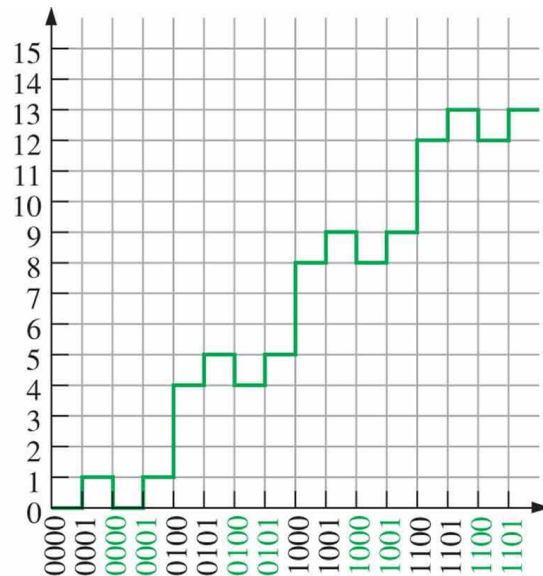


Sigma-delta ADC'ler diğer yöntemlerden daha yüksek çözünürlüklü dönüşüm gerçekleştirir, ayrıca giriş içerisinde yer alan gürültü bileşenlerini bastırabilir. Bu özelliklerinden dolayı ölçme devrelerinde sıkça kullanılır. Bu tür ADC'ler genellikle programlanabilir yükselteçleri ile birlikte aynı tümdevre içerisine yerleştirilir.

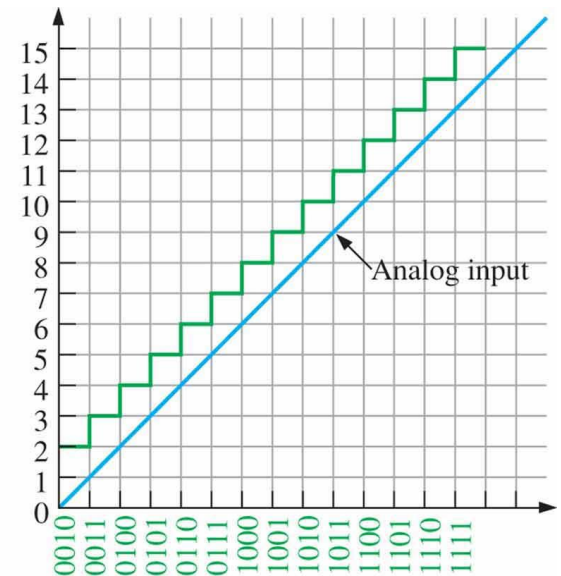
ADC'lerin Test edilmesi



(a) Missing code (green)



(b) Incorrect codes (green)



(c) Offset

ADC Deneyi

- ▶ ADC0804 Tümdevresini kullanarak 0-30 V aralığında DC gerilimleri ölçen ve çıkışta 3 (digit) basamak olarak görüntüleyen devreyi ISIS'te tasarlayıp çalıştırın.
- ▶ Tasarladığınız devreyi deney kartınızda kurarak çalıştırın.
- ▶ Deneyinizin raporunu elektronik ortamda hazırlayıp teslim ediniz.