

# E-KİTAP

# ELEKTRONİK NOTLARI



ePUB

**Kişisel Bilgisayar / Dijital Sinyal İşleme / Analog  
Sinyallerin Dijital ve Dijital Sinyallerin Analoga  
Dönüştürülmesi / Terimler Sözlüğü**



**TMMOB  
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI**

EMO YAYIN NO: EK/2012/546



# ELEKTRONİK NOTLARI



**TMMOB**  
**ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI**

1954

# ELEKTRONİK NOTLARI

Elektronik Baskı, Ankara - Temmuz 2013

EMO YAYIN NO: EK/2012/546

**TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası**

İhlamur Sokak No: 10 Kat:2 Kızılay / Ankara

Tel: (312) 425 32 72 Faks: (312) 417 38 18

<http://www.emo.org.tr> E-Posta: [emo@emo.org.tr](mailto:emo@emo.org.tr)

Kütüphane Katalog Kartı

**622 ELE 2013**

**Elektronik notları.**--1.bs.--Ankara. Elektrik Mühendisleri Odası, 2013.

136s. : 24 cm (EMO Yayın No: EK/2013/546; ISBN: 978-605-01-0421-5)

**Elektronik--**

**Dizgi**

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

# ELEKTRONİK NOTLARI

Bu notlar, IDC Technologies'in [www.idc-online.com](http://www.idc-online.com) web sitesinden paylaştığı metinlerden derlenmiştir. Notların tamamı, basılı kitap olarak *Elektronik Cep Kılavuzu* (ISBN:9752711294) ismiyle Bileşim Yayınları tarafından 2006'da kitap olarak yayımlanmıştır.

Çevirenler: Erdemir Fidan – Aydın Bodur,

Yayına hazırlayan: Aydın Bodur

IDC Teknolojileri'nin 1986 yılında Batı Avustralya'da kurulmuş olmasına rağmen, günümüzde bütün ülkelerden mühendisleri çekmektedir. IDC Teknolojileri'nin günümüzde Avustralya, Kanada, İrlanda, Malezya, Yeni Zelanda, Singapur, Güney Afrika, İngiltere ve ABD'de büroları vardır.

*Bu Elektronik Notlarını, kişisel bilgisayarlar, DSP-dijital sinyal işleme, ADC/analog dijital ve DAC/dijital analog sinyal dönüştürme işlemi vb gibi konularda olabildiğince derinlemesine pratik bilgiler edinmeniz amacıyla hazırladık. Tüm mühendisler, bilim adamları ve teknisyenler için yararlı olan kavramları, 'Notlar'ımızın kapsamına almaya çalıştık.*



## İçindekiler

<b>1- Kişisel Bilgisayar</b>	<b>1</b>
1.1 8086 Parçalı Bellek Mimarisi	1
1.2 Sistem Bileşenleri	2
1.3 Bellek ve Bellek Genişletme	2
1.3.1 Temel Bellek	2
1.3.2 Genişletilmiş Bellek Sistemi (EMS)	3
1.3.3 Geliştirilmiş Bellek (XMS)	4
1.4 Görüntü Sistemi	4
1.5 Endüstri Standart Mimarisi (ISA) Veriyolu	6
1.5.1 Adres ve Veriyolu Sinyal Grubu	7
1.5.2 Veri Transferi Kontrol Sinyali Grubu	8
1.5.3 Veriyolu Hakemliği Sinyal Grubu	10
1.5.4 Yardımcı Sinyal Grubu	11
1.6 Onaylanmış Veri Transferi	11
1.7 ISA Kesimleri	12
1.8 ISA DMA	14
<b>2- Dijital Sinyal İşleme</b>	<b>15</b>
2.1 Dijital Filtreleme	16
2.2 Korelasyon Teknikleri	24
<b>3- Analog Sinyallerin Dijital ve Dijital Sinyallerin Analoga Dönüştürülmesi</b>	<b>28</b>
3.1 Tipik Bir DSP Sistemi	28
3.2 Örnekleme	29
3.2.1 Örnekleme Teoremi	31

3.2.2 Frekans Bölgesi Yorumu	33
3.2.3 Örtüşme	37
3.2.4 Örtüşmesiz Filtreler	39
3.2.5 Örnekleme Oranlarında Pratik Sınırlar	40
3.2.6 Matematik Temsil	41
3.3 Niceleme	43
3.3.1 Örnekle-ve-Tut	43
3.3.2 Üniform Niceleme	44
3.3.3 Birörnek Olmayan Niceleme	48
3.3.4 Hareketlendirme	52
3.4 Analogdan Dijitale Dönüştürücüler	57
3.4.1 Art Arda Yaklaşım	58
3.4.2 Çift Eğimli ADC	61
3.4.3 Flaş ADC	62
3.4.4 Sigma-Delta ADC	63
3.5 Analog Rekonstrüksiyon	65
3.5.1 İdeal Rekonstrüktör	66
3.5.2 Merdiven Rekonstrüktör	67
3.5.3 İmge Reddetme Postfiltreleri	69
3.6 Dijitalden Analoga Dönüştürücüler	70
3.6.1 Çarpım DAC'si	71
3.6.2 Bit Akımı DAC'si	72
İmalatçılar	75
<b>Ek A: Terimler Sözlüğü</b>	<b>76</b>
<b>Ek B: Birimler ve Kısaltmalar</b>	<b>116</b>
<b>Ek C: Yaygın Olarak Kullanılan Formüller</b>	<b>118</b>
<b>Ek D: Dirençler için Renk Kodlaması</b>	<b>128</b>
<b>Ek E: Niceleştirme Düzeyleri için Binari Kodlama</b>	<b>131</b>



# 1- Kişisel Bilgisayar

Orijinal Kişisel Bilgisayar (PC), Eylül 1981'de IBM tarafından piyasaya sürülmüştür. Bu tarihten sonra, IBM ve diğer birçok üretici firma tarafından birçok farklı model geliştirilmiş ve pazarlanmıştır.

Bu bölümde, PC'lerin en önemli özellikleri ve bu cihazların, özellikle mühendislerin, teknisyenlerin ve bilim adamlarının çalışmalarıyla nasıl ilişkilendirilebileceği incelenecektir.

PC'lerde, beş (5) ana tip mikroişlemci tipi bulunmaktadır. Bunlar, orijinal olarak tümü Intel tarafından tasarlanmış ve geliştirilmiş olan 8088/8086, 80286, 80386, 80486 ve Pentium'dur.

## 1.1. 8086 Parçalı Bellek Mimarisi

Değişik PC mikroişlemcilerin tümünün kaynağı, Intel 8086 mikroişlemcide bulunmaktadır. Bu,  $2^{30} = 1\ 048\ 576$  bit veya 1 MB belleğe erişilmesini sağlayan 16 bit veri veriyollu ve 20 bit adres alanlı 16 bitlik bir işlemcidir.

8086'nın adres kayıtları 16 bit büyüklüğündedir ve belleğin ancak 64 KB'lık kısmına adresleme yapabilir. Bellek konumunun gerçek adresini elde edebilmek için CPU, CPU kayıtları içinde bulunan ofseti, fazladan dört adres hattı sağlamak amacıyla dört bit sola kaydırılan

16 bit segmentin içeriğine ekler. Buna göre, 64 KB segment içindeki işlemci erişim belleği, segmentlerin adres alanındaki konumlarıyla birlikte dört segmentli kayıt tarafından kontrol edilmektedir.

Bu karışık ve yetersiz adresleme şeması, daha önceki işlemci kuşaklarıyla rekabet edebilirliği sürdürebilmek için miras olarak alınmıştır. Daha yakın zamanda geliştirilen yani 80386'dan sonra geliştirilen işlemciler, tam 32 bit adresleme kullanmaktadır.

## **1.2. Sistem Bileşenleri**

Tipik bir PC'de bulunan sistem bileşenlerinden birkaçı aşağıda incelenmiştir. Bunlar:

- bellek ve bellek büyütme
- görüntü sistemi
- ISA (Endüstri Standart Mimarisi) mimarisi veriyolu

Daha sonra aşağıdaki konularda kısa açıklamalar verilmiştir:

- yoklamalı veri transferi
- ISA kesintileri
- ISA DMA

## **1.3. Bellek ve Bellek Genişletme**

PC sistemlerinde kullanılan bellekler için üç ana sınıflandırma vardır. Bunlar:

- temel bellek
- genişletilmiş bellek
- geliştirilmiş bellek

### ***1.3.1 Temel Bellek***

Adres 0'dan bilgisayarda kurulmuş bellek miktarı veya FFFFh adresine (yani, toplam 1 MB'a kadar) kurulmuş olan bellek, temel bellek olarak adlandırılır. Bu belleğin 640 KB'ı RAM'dir ve normal olarak çalışma sistemi ve uygulama programları tarafından kullanılmaktadır. Geriye kalan 384 KB adres alanı, BIOS ROM ve diğer adaptör ROM'ları, ekran adaptör

belleği, diğer adaptör bellekleri ve genişletilmiş bellek için ayrılmıştır.

### 1.3.2 Genişletilmiş Bellek Sistemi (EMS)

İlk dönem işlemciler (8086/8088) ve gerçek bir konumda çalışan bütün diğer PC işlemcileri, yalnızca ilk 20 adres satırı kullanılabilir olduğundan, 1 MB'lık bellek alanıyla sınırlanmıştır. Aynı durum, 16 bitlik bir işletim sistemi olan DOS için de geçerlidir. Uygulamalarda daha büyük bir bellek alanının kullanılabilmesi amacıyla, Lotus, Intel ve Microsoft tarafından, yaygın adı LIM EMS 4.0 olan ve Genişletilmiş Bellek Sistemi olarak adlandırılan bir program geliştirilmiştir.



**Şekil 1.1**  
**Genişletilmiş Belleğin Düzenlenmesi**

Donanımda, mantıksal olarak genişletilmiş bellek olarak adlandırılan ikinci bir doğrusal dizilimli bellek, sistem için tasarlanmıştır. Bunun büyüklüğü 32 MB'a kadar olabilir. Daha sonra büyük bellek alanında (normal 64 MB) bir bellek bloğu alanı iptal edilmiş ve 16 KB'lık dört ayrı sayfaya bölünmüştür. Bu, genişletilmiş belleği açılmış bir pencere gibi varsaymaktadır. Böylece, gerçek genişletilmiş belleğin

dört sayfası, yüksek bellekteki pencereden istendiği zaman erişilebilir durumdadır. Bu pencereler, sayfa çerçeveleri olarak adlandırılmaktadır. Genişletilmiş belleğin istenen bölümü, bilgisayarın I/O alanındaki yazıcılar yoluyla sayfa çerçevesine dökülebilmektedir. Şekil 1.1, kavramın bir canlandırmasını sunmaktadır.

Verinin yönetimi, normal olarak sistemin devreye alınması sırasında kurulan bir işletim sistemi donanımı olan Genişletilmiş Bellek Yöneticisi (EMM) tarafından yürütülmektedir. Uygulama programları veriler için genişletilmiş belleği kullanmaktadır. Genellikle, EMS içine program kodlarının yerleştirilmesi mümkün değildir. Uygulama programı, 67h yazılım kesme yoluyla EMM'le iletişim kurmakta ve sayfa çerçevesine bir uzaktan işaretçi yoluyla belleğe erişmektedir.

### ***1.3.3 Geliştirilmiş Bellek (XMS)***

Geliştirilmiş bellek, 1 MB işaretinin üzerinde bulunan fiziksel doğrusal bellektir. 80286 ve 80386SX işlemciler taban ve XMS'in 16 MB'ına kadar adresleme yapabilirken 80386DX ve 80486 işlemciler bu tip belleklerin 4 GB'ına kadar adresleme yapabilir. XMS, işlemci (ve dolayısıyla uygulama programı) tarafından doğrudan adresleme yapılabilen ve bu nedenle de daha basit, daha hızlı ve daha etkili olabilen bellektir. Geliştirilmiş bellek, işlemci korumalı konumdayken normal uygulama belleği olarak erişilebilen bir bellektir; buna göre, ancak 32 bit korumalı sistemler ve bunların uzantıları – OS/2, UNIX ve MS-Windows gibi fakat DOS değil – bu belleği programlar için kullanılabilir duruma getirebilir.

## **1.4. Görüntü Sistemi**

1024 × 768 Extended VGA (Video Graphics Array) günümüzün PC sistemleri için fiili bir standarttır. VGA adaptör panellerinde, CRT () kontrolörünü, bir sıralayıcıyı, bir nitelik kontrolörünü ve bir grafik

kontrolörünü içeren programlanabilir birkaç bileşen vardır. Paneldeki VGA ROM BIOS, I/O ve görüntü performansını gerçekleştiren bir dizi rutin grubu içermektedir. 10 h iş kesme üzerinden çağrılacak olan bu rutinler aşağıdakilere uygun fonksiyonlar içermektedir:

- video modunu kurmak
- imlecin konumunu ve şeklini kontrol etmek
- ekran için karakterleri okumak ve yazmak
- renk paletini oluşturmak
- tek tek pikselleri okumak ve yazmak
- durum bilgisini elde etmek

Görüntü, aşağıdaki açılardan birbirlerinden farklı değişik modlarda yapılandırılabilir:

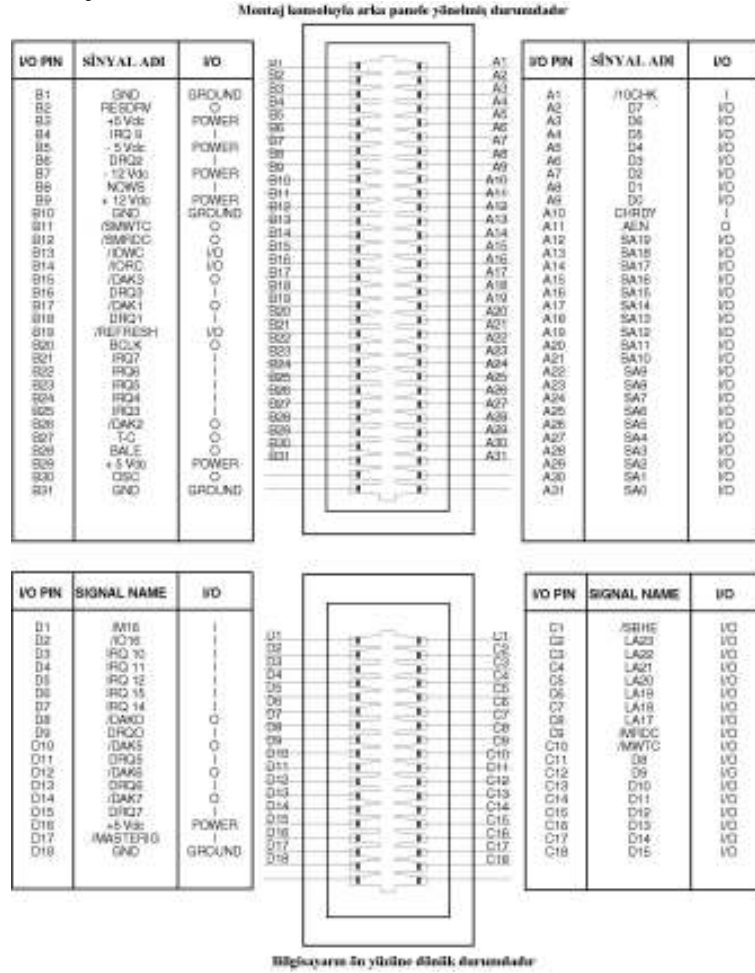
- dikey çözümlenme
- yatay çözümlenme
- video arabelleğinde veri temsili
- kod çözümü temel niteliği (renkler, yanıp sönme ve yoğunluk)

Ekran imajı, video moduna bağlı olarak saniyede 43.5 ile 70 kez arasında tam olarak yenilenmektedir. VGA panel elektron demetinin yoğunluğunu modüle ettikçe, piksellerin her bir çizgisi kırmızı, yeşil ve mavi sinyalleri göstermektedir. Tarama çevrimi, ekranın sol üst tarafı yakınında gösterilen video arabellek verilerinin ilk pikseliyle başlamaktadır. Monitör, her bir tarama hattı boyunca, sabit bir hızla ışını soldan sağa ve tarama çizgisinden diğer tarama çizgisine hareket ettirmektedir.

VGA paneli, ışının önceki tarama hattının sağ el ucundan bir sonraki tarama hattının başlangıcına sapma zamanlamasını kontrol eden yatay bir senkronizasyon (veya sync) sinyali üretmektedir. Yansıma, yatay geri dönüş olarak adlandırılmaktadır.

VGA paneli aynı zamanda ışın demetinin dip tarama hattından ekranın üst sol tarafına kaymasını kontrol eden bir dikey senkronizasyon sinyali de üretmektedir. Bu da dikey geri dönüş olarak adlandırılmaktadır.

## 1.5. Endüstri Standart Mimarisi (ISA) Veriyolu



**Şekil 1.2**  
**ISC Sinyal Anımsatıcı, Sinyal Yönleri ve Bacak Konumları**

ISA veriyolu sinyalleri işlevlerine göre dört gruba bölünmüştür:

- adres ve veriler için veriyolu sinyali grubu
- veri transferi kontrol sinyali grubu
- veriyolu hakemliği sinyali grubu
- yardımcı sinyali grubu

### ***1.5.1 Adres ve Veriyolu Sinyal Grubu***

Bu grup, belleği ve I/O cihazlarını ve gerçek verileri transfer amacıyla kullanılan sinyal hatlarını adreslemek için kullanılan sinyal hatlarını içermektedir.

- D[7..0]  
D[7..0], mikroişlemci, bellek ve I/O kapısı arasında veri iletişimini sağlamak amacıyla kullanılan 16 bit iki yönlü veriyolunun düşük sekiz bitidir.
- D[15..8]  
D[15..8] 16 bit iki yönlü veriyolunun yüksek sekiz bitidir. Bunlar, daha düşük sekiz veri hattı olan D[7..0]'a benzemektedir.
- LA[23..17]  
LA23'e (latchable address) (kilitlenme adresi) LA17 satırları kilitlenme adres veriyolunun bir bölümünü oluşturur.
- SA[19..0]  
SA0'dan SA19'a kadar adres hatları sistem veriyolu I/O'nun ve bellek cihazlarının adreslenmesi için kullanılmaktadır. Bunlar aynı zamanda 32 bit adres veriyolunun düşük düzeyli 20 bitini oluşturur (ancak, ISA sisteminde 32 adres satırının yalnızca 24 tanesi kullanıma açıktır).
- /SBHE  
/SBHE (System Bus High Enable) (Sistem Veriyolu Yüksek Çalışma) yalnızca bir çıktı sinyalidir. Düşük olduğu zaman bu durum genişleme kartına mevcut döngünün D[15..0] veriyolunun yüksek yarısına veri transferi beklendiğini göstermektedir.
- AEN  
AEN (Address Enable) (Adres Çalıştırma) düşük olduğunda bir I/O kölesinin (I/O slave) veriyolu üzerindeki adreslere ve I/O komutlarına tepki göstereceğini göstermektedir.

### ***1.5.2 Veri Transferi Kontrol Sinyali Grubu***

Bu grup, veriyolu üzerindeki veri transfer döngülerini kontrol amacıyla kullanılan sinyalleri içermektedir.

- **BCLK**  
BCLK (Bus Clock) (Veriyolu Saati) ana sistem saatiyle olayları senkronize etmek amacıyla temin edilmiştir.
- **BALE**  
BALE (Address Latch Enable) (Adres Kilitleme Aktif) yüksek olduğunda LA17'den LA23'e kadar kilitlenebilir adres satırları üzerinde geçerli adreslerin olduğunu gösterir. Adresler geçerli olmadan önce yüksek değerleri, adresler geçerli duruma geldiğinde düşük değerleri gösterir.
- **/MRDC**  
Bu sinyal sistem paneli veya ISA tarafından bellek kölesinin verilerini sistem veriyoluna sürmesinin gerekli olduğunu göstermek amacıyla ortaya sürülmüştür.
- **/SMRDC**  
Bu bellek okuma sinyali /MRDC'den türetilmiştir ve benzer bir zamanlaması bulunmaktadır. İki arasında farklılık, /SMRDC'nin yalnızca 0h ve 000FFFFh arasındaki (yani belleğin ilk megabaytındaki) adreslerde aktif olmasıdır.
- **/MWTC**  
Bu sinyal, adreslenmiş bellek kölesinin sistem veriyolundan veri kitleme yapabileceğini göstermek amacıyla sistem paneli veya ISA tarafından onaylanmaktadır.
- **/SMWTC**  
Bu bellek yazım sinyali /MWTC'den türetilmiştir ve benzer bir zamanlaması vardır; ikisi arasındaki fark /SMWTC'nin yalnızca 0h ve 000FFFFh



arasındaki (yani belleğin ilk megabaytındaki) adresler için aktif olmasıdır.

- /IORC

I/O oku sinyali, adreslenen I/O kölesinin kendi verilerini sistem veriyoluna sürmesi gerektiğini göstermek amacıyla sistem paneli veya ISA veriyolu yöneticisi tarafından açıklanmaktadır.

- CHRDY

Bir genişleme cihazı, varsayılan zamandan bir veriyolu çevrimi uzatması sağlamak amacıyla CHRDY (CHannel ReaDY) kullanabilir.

- /NOWS

/NOWS (NO Wait State) sinyali, adres kodunu çözmesinden ve mevcut döngüde kalan BCLK periyotlarının gerekli olmadığını gösterdikten sonra bellek cihazı tarafından sürüme sokulabilir.

- /M16

Adreslenmiş bellik 16 bitlik veriyi bir kerede D[15...0] veri hattına transfer edebilecek yetenekteyse, geçerli adresin kodunun çözülmesinden sonra M16'yı onaylayabilir.

- /IO16

Adreslenin I/O kapısı verinin 16 bitini bir kerede D[15..0] veri hatlarına transfer edebiliyorsa, geçerli adresin kodunun çözülmesinden sonra /IO16'yı onaylayabilir.

### ***1.5.3 Veriyolu Hakemliği Sinyal Grubu***

Bu sinyaller, veriyolunun kontrolü için cihazlar ve sistem paneli arasında hakemlik yapmak üzere tasarlanmıştır.

- DRQ[7..5] ve DRQ[3..0]

DOQ (DMA isteği) satırları DMA altsisteminden bir DMA hizmeti istemek veya sistem veriyoluna erişim için 16 bit ISA veriyolu şefi istemek üzere kullanılmaktadır. DRQ hattı yükseğe sürüldüğünde ve asenkronik olarak belirtildiğinde istek yapılabilir.

- T-C

T-C (*Terminal Count - terminal sayımı*), DMA kanalının programlanmasına bağlı olarak iki modelin birinde çalışan iki yönlü bir sinyaldir. Çıkış durumunda, sistem paneli, DMA kanalının sözcük sayımının nihai değerine eriştiğini belirtmek amacıyla T-C'yi öne sürebilir.

- /MASTER16

Bu sinyal, veriyolu master kartlarının sistem veriyolunu ele geçirmesine izin verir. Master, DMA kanalındaki DRQ'dan /DAK sinyali aldığı anda /MASTER16'yı isteyebilir.

- /REFRESH

Düşük olduğunda, /REFRESH yeni bir döngünün söz konusu olduğunu gösterir. Bu da SA[15..0] veya LA[15..2]'nin /MRDC istediğinde bütün sistem belleğinin bir anda yenileneceği şekilde bütün DRAM gruplarının satır adresi girdilerini sürmesine neden olur.

#### **1.5.4 Yardımcı Sinyal Grubu**

- OSC

OSC (*Oscillation*) genel zamanlama uygulamalarında kullanılmak üzere tasarlanmış bir saat sinyalidir. Frekansı, %50 doluluk boşluk oranında 14.31818 Mhz'dir (yaklaşık).

- RESDRV

RESDRV (*Reset Driver*) (yeniden başlatma sürücüsü), istendiğinde veriyoluna bağlı cihazlar

için bir donanım yeniden başlatımı gerçekleştiren bir çıktı sinylidir.

- IRQ[15..14]
- IRQ[12..9]
- IRQ[7..3]

Yalnızca giriş iş kesme hatları bazı hizmetlerin istenmesi için CPU'yu kesintiye uğratmak amacıyla genişleme kartları tarafından kullanılmaktadır.

- /IOCHK

Genişleme kartları, önemli bir hatanın olduğunu göstermek amacıyla /IOCHK'den (*I/O channel check*) (I/O kanal kontrolü) istekte bulunabilir.

## 1.6. Onaylanmış Veri Transferi

Onaylanmış veri transferi terimi, bir CPU talimatıyla başlatılan CPU'ya veya CPU'dan veri transferi anlamına gelmektedir. Bunlar bellek ve I/O okuma ve yazma transferidir.

Veri transferinin iki boyutu vardır: her biri kendi varsayılan zamanlamasıyla 8 bit ve 16 bit veriler. 8 bit aygıtlarla geriye dönük uyumluluk için , 16 bit talimatlar CPU tarafından işleme tabi tutulursa ve genişleme kartı bunun (/M16 veya /IO16 sinyalleriyle) 16 bit cihaz olduğunu göstermiyorsa, bu durumda sistem kartı veriyolundan veri çevrimini gerçekleştirir. 16 bit işlem 8 bitlik iki işleme dönüştürülmüştür ve tek bir 16 bit çevrim yerine 8 bitlik iki işlem gerçekleştirilir.

80286, 80386 ve 80486 işlemcilerde, iki saat periyodundan veya konumundan oluşan bir makine döngüsü vardır. Bunlar TS gönderme konumu ve TC yürütme komutları olarak adlandırılmaktadır. İşlemci makine döngüsü, işlemcinin /READY girdisini sürerek komut durumunda olduğunu belirten ek komut (TC) kullanılarak genişletilebilir. Bu duruma, ISA'da

CHRDY sinyaliyle erişilebilir ve ek TC durumları bekleme durumları olarak adlandırılmıştır.

Bekleme durumları, uyumlu zamanlamayı garanti altına almak amacıyla sistem kartı tarafından eklenmiştir. Bunlar aynı zamanda genişleme kartlarıyla eklenebilir ve azaltılabilir. BCLK gibi I/O saati de genel olarak CPU saatinden daha yavaştır ve sistem kartı, makinelerin I/O veriyolu üzerinde belirteceği makine durumlarının periyotlarını uzatır. Örneğin, CPU saati 40 Mhz, I/O saati 10 Mhz hızındaysa, I/O döngüsündeki her bir T durumu ana CPU değerinin 4 ile çapılmasıyla elde edilecek bir faktörle uzatılacaktır.

### **1.7. ISA Kesmeleri**

Kesmeler, bilgisayarlar için ortaya çıktıklarında talep edildiğinde önemli olayları izleme araçları sağlar. Bu türden olayların örnekleri anahtarların tuşlanması ve COM kapı verileridir. Kesmeler, CPU'nun I/O cihazlarını düzenli olarak yoklamak yerine yalnızca veriler erişilebilir olduğunda ve gerçekleştirilecek bir hizmet olması durumunda ana programı yürütmesine ve mevcut olduğunda yalnızca I/O verilerini işlemesine olanak sağlar. Bu uygulama da CPU zamanının daha iyi kullanılmasına imkan tanır ve oldukça düşük hızlı veri transferinin olması veya olay tepkisi (40 MHz 386'da 20 ila 40 kHz'e kadar) durumunda oldukça verimlidir.

İş kesme, veriyolu çevriminin büyümesi değil, yukarıda belirtildiği gibi, bilgisayar sistemi üzerinde bir çevrim anlamına gelmektedir. Adaptörün CPU'dan bir iş kesme hizmeti talep ettiği tek donanım sinyali, çizginin düşük durumdan daha yüksek duruma sürülmesi ve iş kesme hizmetinin gerçekleşmesine kadar bu konumda tutulmasıdır. Herhangi bir gerçek veri transferi döngüsü, onaylanmış veri transferi konusundaki önceki bölümde belirtildiği gibi CPU kullanılarak yazılım tarafından karşılanmaktadır. Yazılım veri transferi, bir kesme sinyaliyle başlatılmaktadır.

Bir PC sisteminde ortaya çıkabilecek üç grup iş kesintisi vardır:

- Donanım İş Kesmeleri - cihazın kendi iş kesme hattını belirttiği yerde
- Yazılım İş Kesmeleri - CPU program kodunda bir iş kesme talimatını işlediğinde ortaya çıkar
- İşlemci İş Kesmeleri - donanımda kural dışı bir işlem gerçekleştirildiğinde (örneğin sıfırla bölme) ortaya çıkar

İş kesmelerinin tümü aynı şekilde işlemektedir. Sistem belleğinin ilk 1 KB'ı iş kesme vektörü olarak adlandırılan bölümler için ayrılmış durumdadır. İş kesme vektörü, kod bölümünün, karşılık gelen kesme gerçekleştiğinde yürütülen başlangıç adresini de içeren (gerçekte bellek konumları için) bir bellek yeridir. Kodun yürütülen bölümü Kesme Hizmet Rutini (ISR) olarak adlandırılmaktadır.

Her bir iş kesme vektörü ISR'nin segment adresinin düşük ve yüksek bitlerinden ve segmentle birlikte ISR'nin adres ofsetinin düşük ve yüksek bitlerinden oluşmaktadır. Bunlar, karşılık gelen iş kesmesi gerçekleştiğinde CPU'nun sıçraması için gerekli CS:IP değerlerini oluşturmaktadır. Buna göre, 1 KB bellekte, 256 farklı iş kesme vektörü depolanabilir. Bunlar iş kesme tipleri olarak adlandırılmaktadır.

### **1.8. ISA DMA**

DMA isteği, tek bir veri transferinin gerçekleştiği yalnızca bir DMA döngüsünü başlattığından, ISA Doğrudan Bellek Erişimi (DMA) döngüleri tek bir şekilde çalışır. DMA, CPU'yu devre dışı tutarak, I/O cihazlarından bellek cihazlarına ve bunun tersi yönde (bellekten belleğe) doğrudan transferlere izin verir. Bu da arka planda büyük miktarda verinin belleğe ve bellekten yüksek hızla transferine olanak sağlar.

DMA sistemi, iki tane 8237-tipi DMA kontrolörünü temel olarak almıştır. Kontrolör 2, kontrolör 1 için

kaskat giriş sağladığı kadar 5, 6 ve 7 için de DMA kanalları sağlamaktadır.

8237 cihazı, (erişimi belleğin 64 KB'ına sınırlandırarak) yalnızca 16 bit adresleri desteklemektedir. Her bir DMA kanalının ana plaket üzerinde, DMA yoluyla 64 MB'a kadar belleğe erişilmesine imkan tanıyacak ek adresleri sağlayan, bir ilgili sayfa kaydı vardır. Bu da DMA üzerinden, 64 KB üzerinde aktarım yapılacaksa, her bir 64 KB bloğun transferi ardından sayfa yazmacının programlanması ve yeni bir DMA transferi bloğunun başlatılması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu da verilerin gerçek zamanlı veri toplama genişleme kartından yüksek hızda erişmesi durumunda, DMA tarafından transfer edilen verilerde zaman boşluklarına neden olabilir.

Çift Kanallı DMA olarak adlandırılan teknik, DMA transferli verilerde zaman boşlukları sorunlarının üstesinden gelmek amacıyla kullanılabilir. İki DMA kanalı birbirlerine alternatif olacak şekilde kullanılmıştır. Kanal 2 programlanırken, Kanal 1, öncelikle verileri belleğe transfer etmek için kullanılmaktadır. 64 KB veri transfer edildiğinde, ikinci DMA kanalı kullanılmakta ve ilk DMA kanalı yeniden programlanmaktadır.

## 2- Dijital Sinyal İşleme

Dijital Sinyal İşleme (*DSP*) formal olarak, sayıların giriş sıralaması üzerinde gerçekleştirilen (dijital işlemlerin sonuçlarından geribeslemeyi de içeren) dijital bir işlem olarak tanımlanmaktadır. Gizli yinelemeleri veya kalıpları ortaya koymak amacıyla işlenen sayıların sıralaması, dijitleştirilmiş insan konuşmasından stok maliyeti verilerine kadar herhangi bir şeyi temsil edebilir.

Tipik DSP işlemleri aşağıdakileri içermektedir:

- Dijital filtreleme (alçak geçiş, bant geçirme, yüksek geçiş, bant duruşu ve çoklu bant filtreleri).
- Bir sinyalin periyodik frekans durumunu analiz etmeye yönelik Ayrık Fourier Dönüşümleri (özellikle Hızlı Fourier Dönüşümleri).
- Sinyal modülasyonu (sinüzoidal dalgaların üretilmesi).
- (Tek girişli sinyalin periyodik sinyallerinin analizi için) kendi kendine düzeltme.
- Karşılıklı ilinti (iki farklı fakat ilintili sinyal arasındaki frekans ve zaman ilişkilerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır).

Dijital filtreleme ve karşılıklı ilinti teknikleri izleyen bölümlerde incelenecektir.

## 2.1. Dijital Filtreleme

Dijital filtreleme yaygın olarak kullanılan bir DSP işlemidir ve uygulanması nispeten kolaydır. Dijital filtre, verili bir sayı sıralamasını, daha düşük gürültü veya distorsiyon gibi daha istenen özelliklere sahip ikinci bir sıralamaya dönüştüren bir nümerik prosedür veya algoritmadır.

Dijital filtre, üç basit elemanın (toplayıcılar, çarpımcılar ve geciktiriciler) birbirleriyle bağlantısından oluşmaktadır. Toplayıcı ve çarpımcı, bilgisayarın aritmetik mantık bölümünde zaten kullanılmakta olan bileşenlerdir. Geciktiriciler, sıralamadaki geçmiş ve gelecekteki değerlere erişime izin veren bileşenlerdir.

Bir filtre sonsuz süreli birim örnek tepkisini gösterdiğinde, Sonsuz Darbe Tepkisi (*IIR*) filtresi olarak adlandırılmaktadır. Bu özyinelemeli bir yapı (çıktı geçmişteki çıktıların bir fonksiyonudur) gerektirdiğinden, *IIR* ve özyinelemeli terimleri dijital filtrelere uygulandığında genel olarak birbirlerinin yerini almaktadır. Bir *IIR* filtresi, çıktıda bir birim darbeden sonra kararsız duruma girmesi durumunda sonsuza gidebilir.

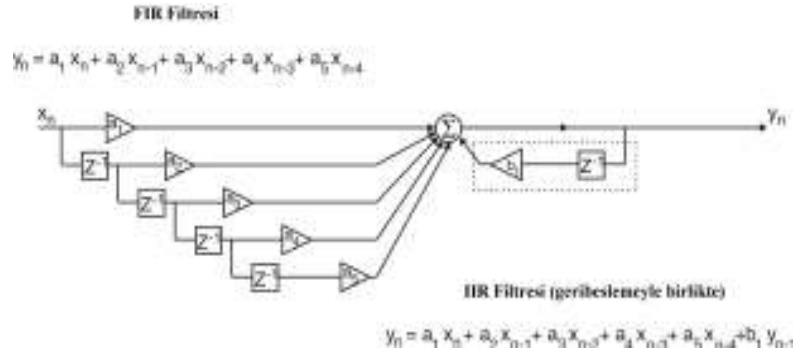
Sonlu bir birim örnek tepkisi veren filtre, Sonlu Tepki Filtresi (*FIR*) olarak adlandırılmaktadır. Çıktı sadece girdilerin fonksiyonu olduğundan, terim, özyinelemeli olmayan terimiyle birbirlerinin yerini alacak şekilde kullanılmaktadır. Bu durumun bir istisnası, gerekli tepki için özyineleme gerektirmeyen *FIR* filtreleri için frekans örnekleme yapısıdır.

Şekil 2.1, iki tip filtreyi göstermektedir. ( $z^{-1}$ 'in gecikmeleri göstermek için bir kısaltılmış yazım yöntemi olduğuna dikkat edin; ayrıca matematik açısından da anlam taşımaktadır).

Örneğin, düzenli zaman aralıkları  $\Delta t$ 'de bir analog gerilim değeri  $f(t)$  örnekleniyorsa:



$$f(t), f(t+3t), f(t+2^3t), \dots f(t+k^3t) \dots$$



**Şekil 2.1**  
**Dijital filtrenin gösterimi**

ve  $t = 0$  değerinde (durumu kolaylaştırmak için), gerilim örneklerinin sıralaması aşağıdaki şekli alır:

$$f(0), f(0+3t), f(0+2^3t), \dots f(0+k^3t) \dots$$

Bu durum,  $z$  dönüşümleriyle aşağıdaki şekilde temsil edilebilir:

$$f(0) + f(1)z^{-1} + f(2)z^{-2} + f(3)z^{-3} + \dots + f(k)z^{-k}$$

$z^{-k}$  değişkeni, çarpım üzerine sinyal örneklerini  $k$  zaman birimi kadar sağa kaydıran bir operatör tipi olarak yorumlanabilir.

Şekil 6.1, herhangi  $x(k)$  girdili ve  $y(k)$  çıktılı bir ayrık zaman (veya dijital) filtresinin genel bir farklılık denklemiyle nasıl gösterilebileceğini ortaya koymaktadır:

$$\begin{aligned} b_0 y(k) + b_1 y(k-1) + \dots + b_M y(k-M) = \\ = a_0 x(k) + a_1 x(k-1) + \dots + a_N x(k-N) \end{aligned}$$

Bunun sonucunda:

$$y_k = \sum_{i=0}^N a_i x_{k-i} - \sum_{i=1}^M b_i y_{k-i}$$

Bu bileşenlerin birleştirilmesiyle, filtrelenmiş çıktı  $y_n$ 'yi elde ederiz. Bu nedenle, bu denklemlerin bir veri kümesine uygulanma süreci, dijital filtreleme olarak adlandırılmaktadır. Ortaya çıkan denklemler de fark denklemleri olarak bilinmektedir.

Bu, girdi örneklerinin diyagramın sol ucundan girdiği ve her bir yeni örnek hazır duruma geldikçe her bir gecikme elemanı üzerinden sağa doğru hareket ettiği anlamına gelmektedir. En yeni girdi örneği  $x(k)$ 'dir. Bir örnek periyoduyla geciktirilen önceki girdi örneği  $x(k-1)$ 'dir. Bundan önceki örnek  $x(k-2)$ 'dir ve işlem böyle sürmektedir. Her bir yeni örnekle, yürürlükteki ve geçmişteki girdilerin karşılık gelen katsayılarıyla çarpıldığı ürün döngüsü gerçekleştirilmektedir.

Yukarıdaki denklemin Z-dönüşümünün alınması durumunda aşağıdaki şekli alır:

$$Y(z) = \sum_{k=0}^{\infty} y(k) z^{-k}$$

Bu da  $X(z)$  ve  $Y(z)$ 'nin aşağıdaki şekilde temsil edilebileceği anlamına gelir:

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x(k) z^{-k}$$

$$Y(z) \left(1 + \sum_{m=1}^M b_m z^{-m}\right) = X(z) \sum_{n=1}^N a_n z^{-n}$$

Bu durumda zamanda ayrık (veya dijital) transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

$$H(z) = \frac{\sum_{n=0}^N a_n z^{-n}}{1 + \sum_{m=1}^M b_m z^{-m}}$$

Bu da aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\mathbf{Y}(z) = \mathbf{H}(z) \mathbf{X}(z)$$

Bu durumda çıktı sıralaması ters z-dönüşümü kullanılarak elde edilir. Aşağıdaki durumda birim darbe girdisi için bu denklemin özel bir durumu elde edilir:

$$x(k) = \begin{cases} 1 & k = 0 \\ 0 & k \neq 0 \end{cases}$$

Bu da  $X(z) = 1$  için Z-dönüşümü sonucunu verir. O halde, bu girdiye yanıt,  $H(z)$ 'nin z-dönüşümüdür.

FIR filtreleri tamamen kararlı olmanın avantajını taşımaktadır ve lineer faz kayması göstermektedir. Bunlar yalnızca geçmiş ve yürürlükteki girdileri kullanmakta ve analog dünyada karşılıkları bulunmamaktadır. IIR filtreleri daha düşük sayıda katsayılarla daha iyi performans üretmekte fakat FIR filtrelerinin bazı avantajlarını kaçırmaktadır. IIR filtreleri girdi içinde geçmişteki çıktıları kullandığından, -uygun dizaynların bu sorunu ortadan kaldırmasına rağmen- kararsız olabilmektedir.

Filtre tepkilerini dikte eden katsayılar genellikle bir filtrenin fonksiyonuna ( $x_n = 1$   $n = 0$ ,  $x_n = 0$   $n > 0$ ) tepkisi çevresine yerleştirilmiştir. Buna göre, darbe tepkisinden geriye doğru çalışılarak, filtre (veya transfer fonksiyonu) için katsayılar çıkarılabilir.

Yinelemeli olmayan filtre transfer fonksiyonu bütün  $z^{-m}$  için Denklem 6.7'den çıkar.

$$H(z) = \sum_{n=0}^N a_n z^{-n}$$

Karşılık gelen fark denklemi aşağıda verilmiştir:

$$y(k) = \sum_{n=0}^N z_n x(k-n)$$

$$y_n = \sum_{i=0}^N a_i x(n-i)$$

Darbe girdisiyle:

$$x_n = \delta_n = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

aşağıdaki çıktıyı elde ederiz:

$$y_n = h_n = \sum_{i=0}^N a_i \delta(n-i)$$

burada,

$$\delta(n-i) = \delta_{n-i} = \begin{cases} 1 & n = i \\ 0 & n \neq i \end{cases}$$

aşağıdaki ilişkiyi

$$\mathbf{h}_n = \mathbf{a}_n$$

sonuç olarak da ayrık sistem için daha kullanılabilir bir transfer fonksiyonu verir:

$$H(z) = \sum_{i=0}^N h_i z^{-i}$$

burada aşağıdaki ilişki vardır:

$$z = e^{j\omega t}$$

Transfer fonksiyonu  $H(z)$ 'nin frekansın periyodik bir fonksiyonu ve gerekli frekans tepkisi olduğunu bilerek, bu durumda hn katsayı serisinin elde edilmesi için Fourier serileri kullanılabilir.

$$c_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) e^{-jn\omega_0 t} dt$$

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{jn\omega_0 t}$$

Değişkenler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$2\pi/\omega_0$   $f(t)$ 'nin periyodu

$c_n$  frekans spektrumudur.

Tersine, zaman frekans rolünü tersine çevirerek aşağıdaki ilişkileri elde ederiz:

$$H(\omega) = \sum_n a_n e^{-jn\omega T}$$

$$a_n = \frac{1}{W_s} \int_{-\omega_s/2}^{+\omega_s/2} H(\omega) e^{jn\omega T} d\omega$$

değişkenler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$a_n$  darbe yanıtı için numaraların zaman bölgesi sıralaması

$\omega_s$  örnekleme frekansı

$\omega_s, T =$  örnekleme periyodu olduğu durumlar için  $2\pi/T$ 'ye eşittir.

Örnekleme frekansının örnekleme yapılacak maksimum frekansın en az iki katı olması gerektiğini

belirten Nyquist teoremini kullanırsak, bu teoreme göre  $\pm w_s/2$  maksimum kesim frekansdır; buna göre,

$$h_n = \frac{1}{w_s} \int_{-w_c}^{w_c} H(w) e^{jnwT} dw$$

Bu denklemde:

$$w_c = \text{kesim frekansı [RT1]} w_s/2$$

Fakat, sonsuz katsayılar ideal filtreleme karakteristiklerini oluşturacaklarından, Şekil 2.2(a)'da olduğu gibi bu halen bir sonsuz seridir. Verilerin Şekil 2.2(b)'de olduğu gibi (5'li artışlarla gecikme) gecikmenin kullanımı yoluyla kırılması ve daha sonra sıfırdan küçük ve N'den büyük bütün katsayıların sıfıra eşitlenmesi yoluyla sınırlı bir katsayılar kümesi sağlanabilir.

Ancak fark denkleminin N işleminden sonra başlayan ilgili verilerle bu gecikme yn çıktısına da taşınacaktır. Bu nedenle, yalnızca örneklenmiş sinyalin çözümü için değil daha büyük katsayı numarası olan filtreler için de ilgili çıktıya erişilmesinden önce uzun gecikmeler olacağından daha büyük veri kümeleri gereklidir.

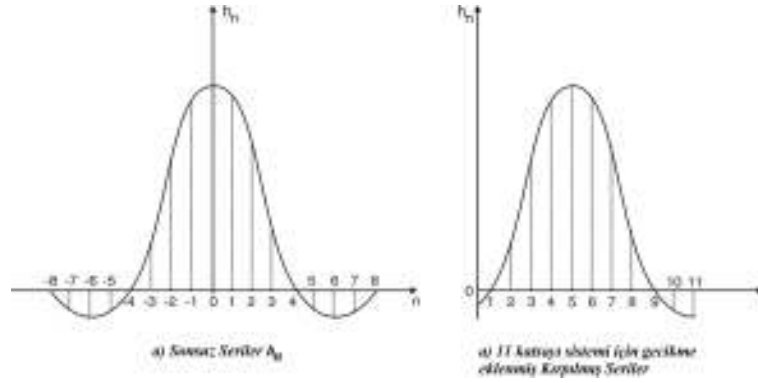
Örneğin, 100 katsayısı olan ve 100 Hz sinyaline dönük 1000 Hz örnekleme hızıyla çalışan FIR filtresi için bu, her bir tam dalga formu için 10 nokta anlamına gelmektedir ve sonuç olarak çıktıda herhangi bir yararlı filtrelemenin başlaması için 100 örnek ve çıktıda yararlı filtreleme sonuçları elde etmek için en azından başka ek 15 örnek gerektirmektedir. Durum böyle olduğunda, yalnızca 15 çıktı noktası ilgili verileri tutmaktadır (bir buçuk periyot uygun şekilde filtrelenmiştir).

Birkaç katsayı değeri elde etmek için aşağıdaki varsayımlarla birlikte Şekil 2.1'den alınan sistemi ve Denklem 2.16'yı kullanabilirsiniz:

- örnekleme frekansı  $f_s = 20$  kHz ve kesme frekansı  $f_c = 5$  kHz ( $f_c = f_s/2$  olduğuna dikkat edin)

$T = (1/20) \times 10^3 = 5 \times 10^{-5}$  san ve  $w_c = 2\pi 5000$  rad/san  $h_n$  için çözersek:

$$h_n = \frac{1}{w_s} \int_{-w_c}^{w_c} H(w) e^{jnwT} dw = \frac{w_c T}{\pi} \frac{\sin nw_c T}{nw_c T}$$



**Şekil 2.2**  
**Sonsuz ve kırılmış seriler**

Örnekleme dönemi ve kesim frekansı değerlerini girerek aşağıdaki denklemi elde ederiz:

$$h_n = \frac{1}{2} \left( \frac{\sin n \frac{\pi}{2}}{n \frac{\pi}{2}} \right)$$

Bu denklemde  $n = 1, \pm 1, \pm 2$

şu değerleri verir  $h_0 = 0.5$

$$h_1 = 0.318309 = h_{-1}$$

$$h_2 = 0 = h_{-2}$$

$a_1 - a_5$  formülüne 2 gecikmesini ekleyerek:

$$h_2 = a_5 = a_1 = 0$$

$$h_1 = a_4 = a_2 = 0.318309$$

$$h_0 = a_3 = 0.5$$

Yalnızca beş katsayısı olan bir sistemin kullanılması kötü bir filtreleme sonucu verecektir ve (daha önce de sözü edildiği gibi) neden olacağı daha yüksek işlem zamanına rağmen daha çok katsayı filtrelemenin kalitesini yükseltecektir. Daha gelişkin bir filtreleme performansı sağlamak amacıyla katsayıları değiştirecek daha uygun pencere işlevlerinin (Kaiser penceresi veya Hamming penceresi) kullanılması yoluyla bu tip filtrasyon, iyileştirilebilir.

Yüksek geçirgen için katsayılarını, bant geçiren filtreyi ve bulmak amacıyla alçak geçirgen katsayılarının kullanılması aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

Alçak geçirgen → yüksek geçirgen

$$h_{n_{HP}} = (-1)^n h_{n_{LP}}$$

Alçak geçirgen → bant geçişi

$$h_{n_{BP}} = (2 \cos \pi W_0 T) h_{n_{LP}}$$

Bant geçişi → bant durdurma

$$h_{n_{BS}} = 1 - h_{n_{BP}} \text{ also } -h_{n_{BS}} = -h_{n_{BP}} \text{ } n = +_1, +_2, \dots$$

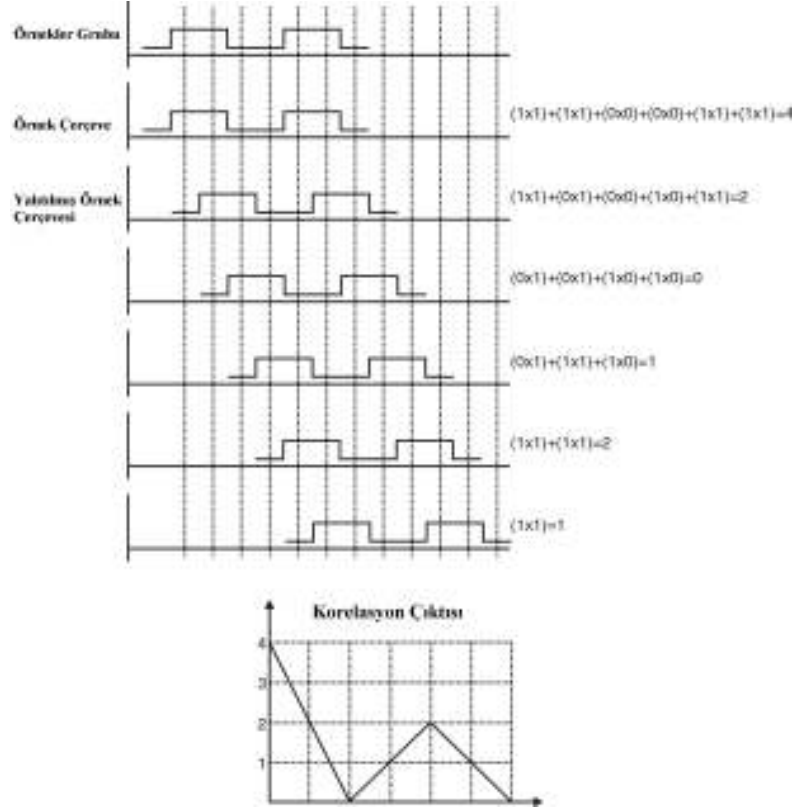
## 2.2. Korelasyon Teknikleri

Korelasyon, normal olarak gürültüler içine gömülmüş bir periyodik sinyalin varlığının bulunması amacıyla kullanılmaktadır. Ana korelasyon tipleri otokorelasyon ve çapraz korelasyondur.

Otokorelasyon, gürültüler arasındaki bir örnekler çerçevesinin kaydırılmış olan yanı çerçeveye çarpılması prosesidir.

Şekil 2.3'te gösterildiği gibi, otokorelasyonlu sinyal, bütün çerçeve kaydırılınca kadar sıfır kaymadan başlayarak her biri kaydırılmış çerçevenin ve orijinal çerçevenin ürünlerin toplamından yapılmıştır.

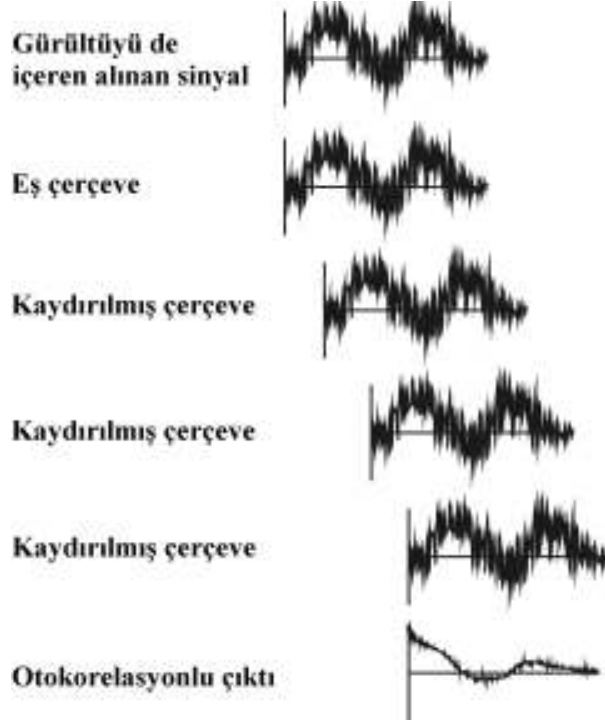




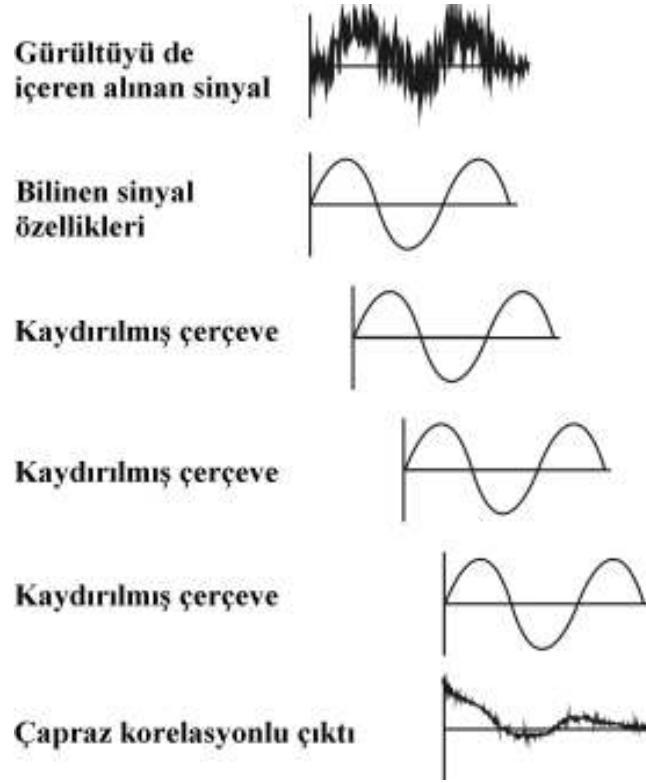
**Şekil 2.3**  
**Otokorelasyonun grafik temsili**

Sinyal/Gürültü oranındaki (S/N) bir gelişme, bunun Şekil 2.4’de görüldüğü gibi daha gerçekçi bir sinyale uygulanması sonucu elde edilebilir.

Çapraz korelasyon, örnek çerçevenin bilinen bir referans çerçeveyle düzeltilmesi dışında otokorelasyona benzemektedir. Sinyalin şekli ve frekansı biliniyorsa bu yöntem kullanılmaktadır. Çapraz korelasyon, Şekil 2.5’te gösterildiği gibi gürültülü örneklenmiş bir çerçeve içindeki bilinen bir sinyali belirlemek amacıyla kullanılabilir.



*Şekil 2.4*  
*Daha düşük S/N ile otokorelasyonun grafik temsili*



*Şekil 2.5*  
*Çapraz korelasyonun grafik temsili*

## 3- Analog Sinyallerin Dijital ve Dijital Sinyallerin Analoga Dönüştürülmesi

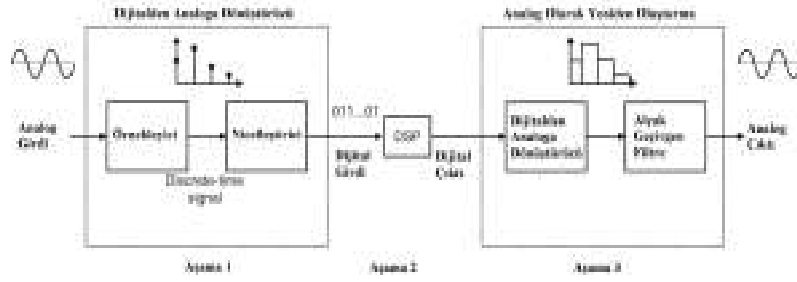
### 3.1. Tipik Bir DSP Sistemi

Mühendislik uygulamalarında rastlanan sinyallerin birçoğu analog sinyallerdir. Dijital teknikler kullanarak analog sinyallerin işlenmesi için öncelikle bu sinyallerin dijital sinyallere dönüştürülmesi gereklidir.

Analog sinyallerin dijital olarak işlenmesi üç aşamada gerçekleştirilir:

- Analog sinyal dijitalleştirilir.  
Dijitalleştirme ikili işlemi içermektedir: örnekleme (zamanın dijitalleştirilmesi) ve nicelleştirme (genliğin dijitalleştirilmesi). Bütün bu süreç analogdan dijital (A/D) dönüştürme süreci olarak adlandırılmaktadır.
- Dijitalleştirilmiş sinyal işlenir.  
Dijitalleştirilmiş sinyal uygun DSP algoritmalarıyla işlenir.
- İşleme sürecinin sonuçları  
İşlemenin sonuçları veya çıktıları, interpolasyon yoluyla yeniden analog sinyallere dönüştürülür. Bu süreç, dijitalden analoga (D/A) dönüştürme süreci olarak adlandırılmaktadır.

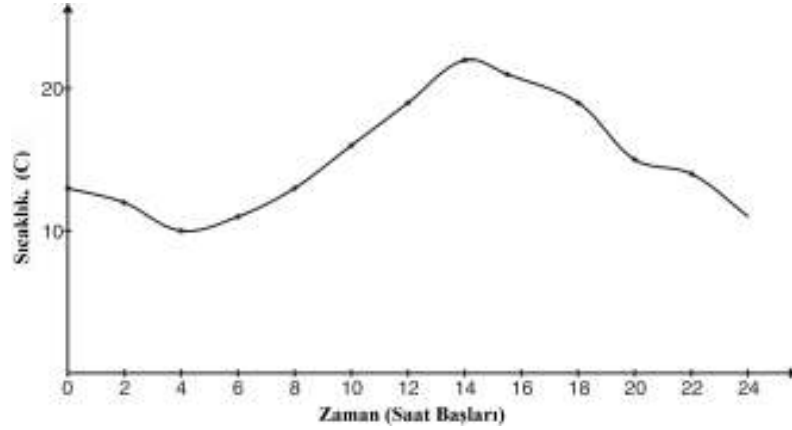
Şekil 3.1 bu üç süreci diyagram olarak göstermektedir.



**Şekil 3.1**  
**Analog-Dijital-Analog Dönüşümünün Üç Aşaması**

### 3.2. Örnekleme

Öncelikle, örnekleme işlemini göz önünde bulunduracağız. Bu işlem, tek bir gün boyunca değişen sıcaklık üzerinden anlatılabilir. Sürekli sıcaklık değişimi, Şekil 3.2’de gösterilmektedir. Ancak, gözlemevi sıcaklığı yalnızca her saat başında kaydediyor olabilir.



**Şekil 3.2**  
**Gün Boyunca Sıcaklık Değişimi**

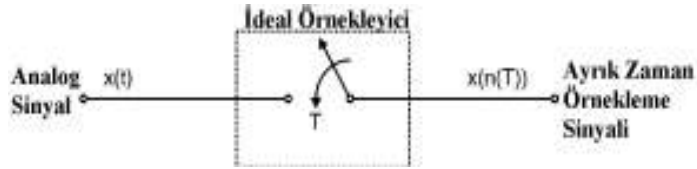
Kayıtlar, Tablo 3.1’de gösterilmektedir. Bu değerlerin zamana karşı grafiğini çıkardığımızda, gün boyu sıcaklık değişimlerinin bir enstantanesi gözümüzün önünde canlanacaktır. Bu enstantaneler, sinyalin (sıcaklık) örnekleri olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.2’de bunlar şekil olarak verilmiştir. Bu durumda

örnekleme aralığı, yani örnekler arasındaki süre bir saattir.

Şekil 3.3, örnekleme sürecinin şematik temsilini göstermektedir.

Saat	Sıcaklık
0	13
2	12
4	10
6	11
8	13
10	16
12	19
14	23
16	22
18	20
20	16
22	15
24	12

**Tablo 3.1**  
**Günün Her Saatinde Ölçülen Sıcaklık**



**Şekil 3.3**  
**Örnekleme Süreci**

Analog sinyal her  $T$  saniyede bir, örneklenmiş veri dizisini oluşturacak şekilde örneklenmektedir. Örnekleycinin, sinyalin değerinin alındığı anda (sonsuz derecede küçük bir süre) ideal olduğu varsayılmaktadır. Kuşkusuz, gerçek bir örnekleyci bu duruma erişemez ve örnekleyci içindeki “anahtar” gerçekte çok küçük olmasına rağmen sınırlı bir süre için kapatılmış durumdadır. Bu durum, sınırlı bir deklanşör hızı olan kameranın durumuyla benzeşmektedir. Sonsuz derecede hızlı bir deklanşörü olan bir kameranın üretilmesi durumunda bile gerçekte

film üzerine erişebilen ışık miktarı çok az olacaktır. Genel olarak, örnekleme sürecinin ideale olabildiğince yakın olduğunu düşünebiliriz.

Bütün değerlendirmelerimiz boyunca, örnekleme aralığının sabit olacağını varsayacağımız konusuna işaret edilmelidir. Başka bir deyişle, örnekler arasındaki aralıklar eşittir. Bu durum, düzenli örnekleme olarak adlandırılmaktadır. Uygun koşullar altında düzensiz olarak örneklenmiş sinyallerin de düzenli olarak örneklenmiş olanlara dönüştürülmesinin mümkün olmasına rağmen bu kavram ve konunun matematiği bu giriş metninin kapsamı dışındadır.

Örnekleme sürecindeki en önemli parametre, örnekleme periyodu  $T$  veya aşağıda verildiği şekilde tanımlanan örnekleme frekansı veya örnekleme periyodu  $f_s$ 'tir

$$f_s = \frac{1}{T}$$

Örnekleme frekansı, “saniyede örnek sayısı” veya “Hertz” olarak verilmektedir. Örnekleme çok sık yapılıyorsa, bu durumda DSP sürecinin, çok daha dar bir zaman çerçevesinde, büyük miktarda veriyi işlemesi gerekecektir. Örnekleme çok seyrek yapılıyorsa, bu durumda örneklenmiş sinyalde önemli verilerin kaybolması ihtimali vardır. Bu konudaki seçimin Örnekleme Teoremi tarafından yürütülmesi gereklidir.

### **3.2.1 Örnekleme Teoremi**

Örnekleme teoremi, orijinal sinyallerin yalnızca bu örneklerle tam olarak kapsanması ve yeniden oluşturulabilmesi için sürekli zaman sinyalinin hangi oranda düzenli olarak alınması gerektiğini belirler. Literatürde bu durum genellikle Shannon örnekleme teoremi olarak adlandırılmaktadır.

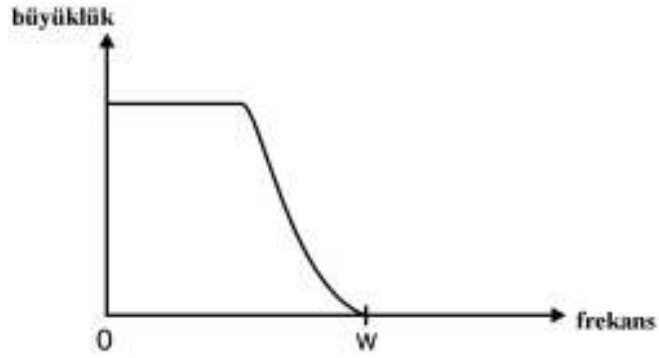
Sürekli bir zaman sinyali  $W$  Hz'den daha yüksek olan hiçbir frekans bileşeni içermiyorsa, bu durumda aşağıdaki ilişkinin

$$f_s \geq 2W$$

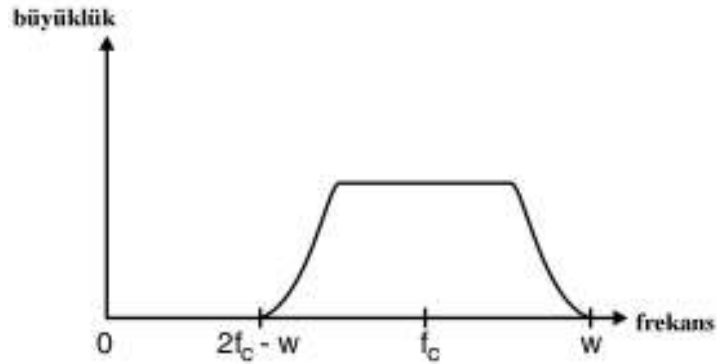
veya örnekleme periyodu terimleriyle

$$T \leq \frac{1}{2W}$$

ilişkisinin geçerli olduğu durumlarda bu ilişki,  $f$  frekansında alınan düzenli örneklerle tam olarak belirlenebilir.



(a) alçak geçiş spektrumu



(b) bant geçiş spektrumu

**Şekil 3.4**  
**İki Bant Sınırlı Spektrum**

Belirli bir maksimum frekansın üzerinde, herhangi bir frekans bileşeni olmayan bir sinyal, bant sınırlı sinyal olarak bilinmektedir. Şekil 3.4, biri düşük bantlı ve



diğeri bant geçirgen olarak bilinen bant sınırlı iki tipik sinyalin spektrumunu göstermektedir.

Örnekleme teoremi ( $f_s = 2W$ ) tarafından izin verilen minimum örnekleme oranı Nyquist hızı oranı olarak adlandırılmaktadır.

Bu teoremin genellikle Shannon rnekleme teoremi olarak adlandırılmasına rağmen bu teoremin her biri İngiliz matematikçiler olan E.T. ve J.M. Whittaker ve Ferrar tarafından ortaya atılmış olmasđ ilginçtir. Rus literatüründe, bu teorem Kotel'nikov tarafından iletişim teorisiyle birleştirilmiştir ve adını ondan almıştır. C.E. Shannon, günümüzde Enformasyon Teorisi olarak bilinen teorem üzerinde 1940'lı yıllarda çalışmalar yapmak amacıyla bu teoremi kullanmıştır. Dolayısıyla, bazen bu teorem matematik ve mühendislik literatüründe Whittaker, Kotel'nikov ve Shannon'dan sonra WKS rnekleme teoremi olarak da adlandırılmaktadır.

### **3.2.2 Frekans Bölgesi Yorumu**

Örnekleme teoremi matematiksel olarak türetilbilir ve kanıtlanabilir. Ancak, rnekleme sürecine frekans alanı perspektifinden bakılarak teorem konusunda daha sezgisel bir perspektif elde edilebilir.

Örneklenen sinyali bir analog sinyal olarak dşnrssek, örnekleme sürecinin, orijinal sinyalin son derece kesin bir yön değiştirmesiyle eşdeğer olduğu açıkça ortadadır. Sinyal genişliğinin sinyal örnekleme anlarının hemen öncesindeki ve hemen sonrasındaki son derece kesin yükseliş ve düşüşleri, sinyal spektrumuna çok miktarda yüksek frekans bileşenlerinin eklenmesine neden olmaktadır.

Fourier transformasyonları (Bölüm 4'te incelenecektir) kullanılarak, örnekleme yoluyla üretilen frekans bileşenlerinin son derece düzenli şekilde olduğu gösterilebilir. Gerçekte, orijinal sinyal spektrumundaki her bir frekans bileşeni, bütün frekans ekseni boyunca

periyodik olarak yinelenmektedir. Bu yinelemenin ortaya çıktığı periyot örnekleme hızıyla belirlenebilir.

Bu yineleme, basit bir sinüzoidal sinyal için kolayca kanıtlanabilir:

$$x(t) = \cos(2\pi f t)$$

Örnekleme öncesinde, spektrum  $f_a$  frekansındaki tek bir spektral hatla ortaya çıkmaktadır. Örnekleme aşağıdaki zaman sabitlerinde yapılmaktadır:

$$t = nT, \quad n = 0, 1, 2, K$$

burada,  $n$  bir pozitif tamsayıdır. O halde, örneklenen sinüzoidal sinyal aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$x(t) = x(nt) = \cos(2\pi f_a nT)$$

Aşağıdaki frekanslarda

$$f = f_a + f_s$$

örneklenen sinyal aşağıdaki değerleri almaktadır

$$x'(t) = \cos[2\pi (f_a + f_s)nT]$$

$$x'(t) = \cos[2\pi f_a nT + 2\pi f_s nT]$$

$$x'(t) = \cos[2\pi f_a nT + 2\pi n\pi]$$

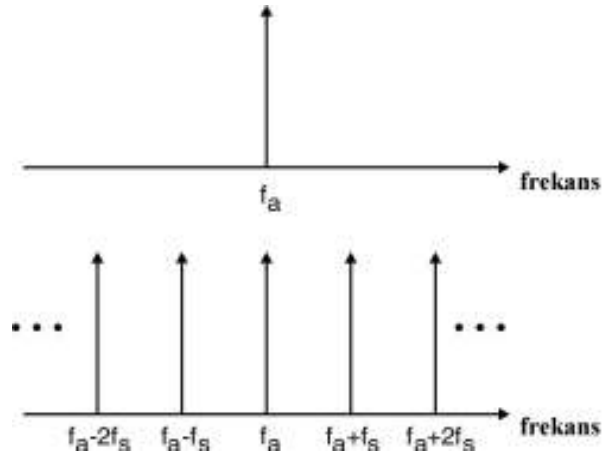
$$x'(t) = \cos[2\pi f_a nT]$$

ve bu değerler orijinal olarak örneklenmiş sinyalle aynıdır. Bu durumda, örneklenen sinyalin aşağıdaki frekans bileşenlerine sahip olduğunu söyleyebiliriz:

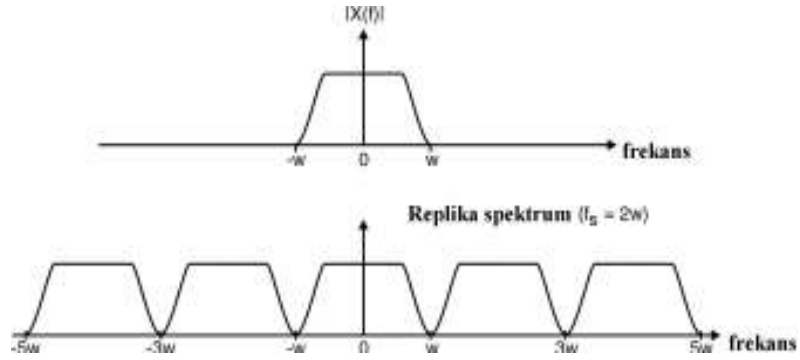
$$f = f_u + nf_s$$

Bu replikasyon Şekil 3.5'te gösterilmektedir.

Bunun yalnızca tek bir sinüzoid için gösterilmiş olmasına rağmen, replikasyon özelliği, rasgele spektrumlu bir rasgele sinyal için de geçerliliğini korumaktadır. Alçak geçişli bant sınırlı sinyal için sinyal spektrumu replikasyonu, Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

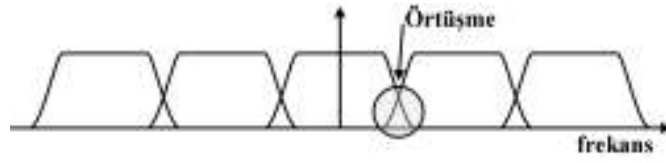


**Şekil 3.5**  
**Örnekleme Yoluyla Spektrumun Replikasyonu**



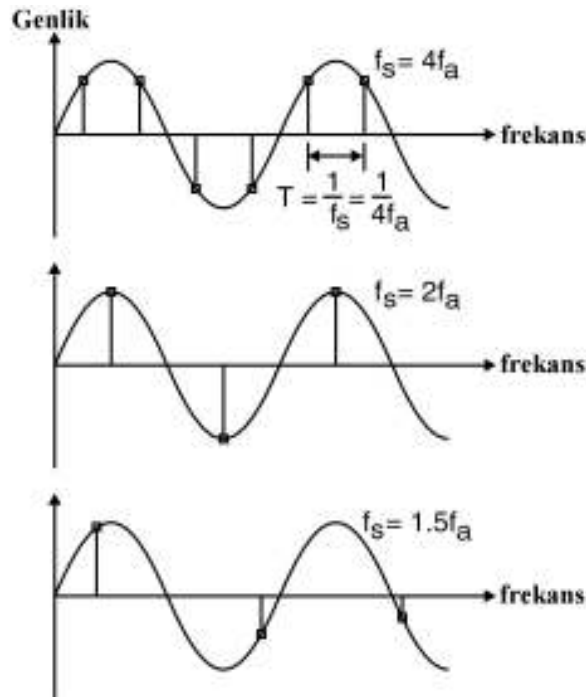
**Şekil 3.6**  
**Örnekleme Sonrasında Orijinal Alçak Geçişli Spektrum ve Replikasyonu Yapılmış Spektrum**

Örnekleme frekansının, örnekleme teoreminin gerekli olduğunu belirttiği gibi en yüksek frekansın iki katından daha düşük olmasının etkileri üzerine düşünelim. Şekil 3.7’de gösterildiği gibi, replikasyonu yapılmış olan spektrumlar, orijinal spektrumun distorsiyonuna neden olacak şekilde, her biriyle örtüşecektir. Bu koşullar altında, orijinal spektrum asla başarıyla yeniden oluşturulamaz. Bu etki örtüşme olarak bilinmektedir.



Şekil 3.7  
Örtüşme

Örnekleme frekansı spektrumun en yüksek frekansının en az iki katı kadarsa, replikasyonu yapılan spektrumlar



Şekil 3.8

### Üç Farklı Hızda Örneklenmiş bir Sinüzoidal Fonksiyon

birbirleriyle çakışmaz ve hiçbir örtüşme ortaya çıkmaz. Böylece, uygun bir filtrasyonla orijinal spektrum başarıyla yakalanabilir.

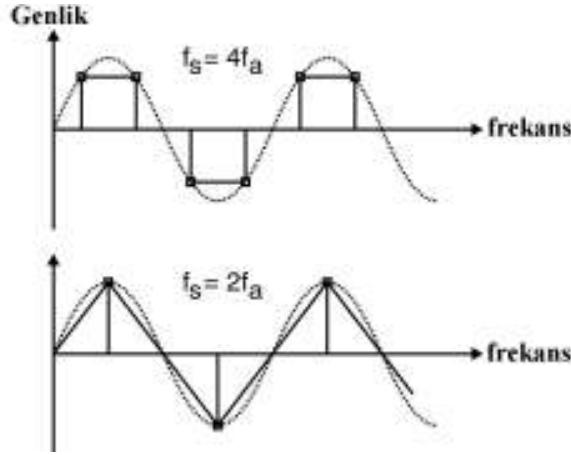
#### 3.2.3 Örtüşme

Örtüşmenin giriş sinyali üzerindeki etkisi,  $f_a$  frekansındaki bir sinüs frekansının farklı örnekleme frekansları kullanılarak örneklenmesiyle gösterilebilir.

Şekil 3.8, üç farklı oranda ( $f_s = 4f_a$ ,  $f_s = 2f_a$  ve  $f_s = 1,5f_a$ ) örneklenmiş böyle bir sinüzoidal fonksiyonu göstermektedir.

İlk iki durumda, örnek noktalarını doğru çizgiler kullanarak birleştirmemiz durumunda, sinüzit grafiğin temel özelliği olan “yukarı-aşağı” özelliğinin, Şekil 3.9’da gösterildiği gibi, işlem sonucu ortaya çıkan üçgen dalgayla halen korunduğu açıkça görülecektir.

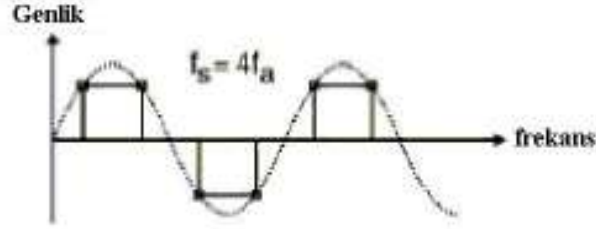
Bu üçgen dalgayı geçirgenliği düşük bir filtreden geçirmemiz durumunda, düzgün değerlendirilmiş bir fonksiyon ortaya çıkacaktır. Düşük geçişli bir filtrenin uygun bir kesim frekansının olması durumunda, orijinal sinüs dalgası yeniden elde edilebilir.



**Şekil 3.9**  
**Örtüşmesi Olmayan Örnek Noktalarının**  
**Yorumlanması**

Şekil 3.8’deki son durumda, örnekleme frekansı Nyquist oranının altındadır. Bu durumda örtüşmenin olmasını bekleriz. Gerçekten de ortaya çıkan durum budur. Örneklenmiş noktaları bir araya getirip birleştirmemiz durumunda, ortaya çıkana fonksiyonun kendini yineleme hızının orijinal sinyalin frekansından farklı olduğu görülecektir. Gerçekte, örnek noktalar arasında interpolasyon yapmamız durumunda Şekil

3.10’da görüldüğü gibi daha düşük frekanslı daha düzgün bir fonksiyon ortaya çıkacaktır.



Şekil 3.10

### Örtüşme Etkisi

Buna göre, bu örneklenen noktalardan yola çıkılarak orijinal sinüs dalgasının yeniden ele geçirilebilmesi mümkün değildir. Bu durumda, şimdi daha yüksek frekanslı sinüs dalgasının örneklerden elde edilen düşük frekanslı sinüs dalgalarından bir “örtüşme”sinin olduğunu söyleriz. Başka bir deyişle, bu örnekler artık giriş sinyalini temsil etmemektedir ve bu nedenle bunu izleyen işlemler geçersiz olacaktır.

Örnekleme Teoremi’nin, sinyalin, ciddi şekilde bant sınırlı olduğunu varsaydığına dikkat edin. Gerçek dünyada tipik sinyallerin geniş bir spektrumu vardır ve bu sinyaller tam anlamıyla bant sınırlı değildir. Örneğin, 20 kHz dalganın insan kulağının işitebileceği en yüksek frekans olduğunu varsayabiliriz. Bunun sonucunda, 40 kHz’in biraz üzerindeki (örneğin, CD’lerde olduğu gibi 44.1 kHz’den) bir frekanstan Örnekleme Teoremi’nin belirttiği şekilde örnekleme yapmayı isteyebiliriz. Ancak, gerçek radyo sinyallerinin normal olarak 20 kHz’den çok daha yüksek bant genişlikleri vardır. Sinyale, 20 kHz alçak geçirimli filtrede bant sınırlaması uygulandığını garanti edebiliriz. Bu alçak geçirimli filtre genel olarak örtüşmesiz filtre olarak adlandırılmaktadır.

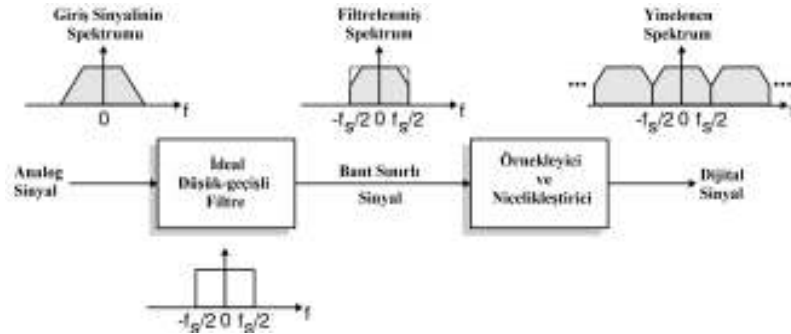
#### 3.2.4 Örtüşmesiz Filtreler

Örtüşmesiz filtreler, örneklenme öncesinde sinyal üzerinde işlemi gerçekleştirdiklerinden her zaman

analog filtreler arasında sayılırlar. Birçok durumda, bant geçişli örnekleme tekniklerinin uygulanmaması durumunda bunlar aynı zamanda düşük geçişli filtrelerdir. (Band geçişi konusu burada incelenmeyecektir.)

İdeal düşük geçişli filtreyi, örtüşmesiz filtre olarak birleştiren örnekleme prosesi Şekil 3.11’de gösterilmektedir. İdeal filtrenin yassı bir geçiş kuşağı vardır ve kesim frekansı çok keskindir. Bu filtrenin kesim frekansı örnekleme frekansının yarısı olduğundan, örnekleme sinyalinin sonuç olarak ortaya çıkan yinelenmiş frekansı birbirleriyle çakışmamaktadır. Bu nedenle, örtüşme durumu ortaya çıkmamaktadır.

Pratik olarak alçak geçişli filtreler ideal karakteristiklere erişemez. Bu durumun ortaya çıkardıkları nedir? Birincisi, bu durum, filtrenin geçiş bandını telafi etmek amacıyla oranda örnekleme zorunluluğu anlamına gelebilir. Düşük



**Şekil 3.11**  
**Örtüşmesiz Filtrelerle Analogdan Dijitale**  
**Dönüştürme Prosesi**

filtre sinyallerini Nyquist oranından daha yüksek bir geçişli bir filtrenin bant genişliği genellikle 3-dB noktası (büyüklük tepkisinin geçiş bandındaki zirve düzeyinin 3-dB altında olduğu veya gücün yarısı olduğu frekans) olarak tanımlanır. Fakat 3 dB'nin altındaki sinyal düzeyleri uygulamaların birçoğu için halen çok çarpıcıdır. Önceki kısımdaki sis sinyali uygulama örneği için, 40 dB altındaki sinyal

düzeylerinin önemli ölçüde bir örtüşmeye neden olmayacağı kararına varılabilir. Kullanılan örtüşmesiz filtrenin bant genişliği 20 kHz olabilir fakat 24 kHz'den başlayarak yanıt 40 dB aşağıda olacaktır. Bu da minimum örnekleme frekansının ideal filtrelerde olduğu gibi 40 kHz değerinde tutulması yerine 48 kHz'e yükseltilmesi anlamına gelmektedir.

Alternatif olarak, örnekleme oranını sınırlandırmamız durumunda, daha keskin bir geçiş kuşağı olan bir örtüşmesiz filtre kullanmamız gereklidir. Aynı ses örneğini kullanarak, örnekleme oranını 44.1 kHz'de tutmayı istiyorsak, ihtiyaç duyduğumuz örtüşmesiz filtrenin yaklaşık 22 kHz'de 40 dB zayıflama değerinin olması gereklidir. 20 kHz bant genişliğiyle, filtrenin düşük 3 dB'den 2 kHz içinde 40 dB'e geçiş yapması gerekli olacaktır. Bu da tipik olarak yüksek düzeyli filtrelerin gerekli olduğu anlamına gelecektir. Yüksek düzeyli filtre aynı zamanda kendisinin kullanılabilmesi için daha çok bileşenin bulunması anlamına gelmektedir.

### **3.2.5 Örnekleme Oranlarında Pratik Sınırlar**

Önceki kısımlarda incelendiği gibi, örnekleme oranı konusundaki pratik seçim, belirli tipte bir girdi sinyali için iki faktörün göz önüne alınmasını gerektirmektedir. Birincisi, örnekleme teoremi izin verilen örnekleme frekansları konusunda daha düşük sınırlara izin vermektedir. Diğer yandan, donanım sistemi maliyetleri bir üst sınır empoze etmektedir. Bu maliyetler, analog dijital dönüştürücünün (ADC) maliyetini ve analog örtüşmesiz filtrenin uygulama maliyetini içermektedir. Daha yüksek hızlı bir ADC konusunda daha yüksek örnekleme frekanslarının uygulanmasına izin verecek fakat maliyeti önemli ölçüde yüksek olacaktır. Ancak, daha düşük örnekleme frekansı, örtüşmesiz filtrenin kesimi üzerinde daha yoğun ihtiyaçlar gerektirecek ve bu durum da daha yüksek maliyetleri olan daha yüksek düzeylerde filtrelerin ve daha karmaşık devrelerin kullanılmasını gerektirecektir.

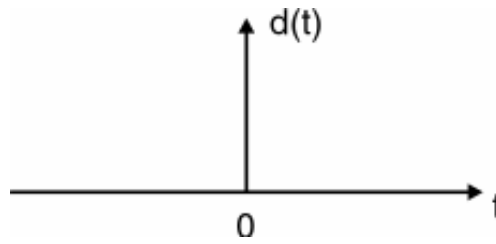


Gerçek zamanlı uygulamalarda, her ele geçirilen (örnek olarak alınan) nicelleştirilir ve bir DSP tarafından işlenir. Çıktı örneklerinin yeniden analog forma dönüştürülmesi gerekebilir. Daha yüksek örnekleme oranı, belirli bir süre içinde işlenmesi gerekli daha çok örnek anlamına gelir. Tproc toplam DSP yongası işleme süresini gösteriyorsa, bu durumda Ts sembolleri arasındaki zaman aralıklarının Tproc'tan daha büyük olması gereklidir. Aksi halde, işlemci bu durumu yönetmeyi başaramayacaktır. Bu da, örnekleme oranını artırmamız durumunda, daha yüksek hızlı DSP yongasına ihtiyaç duyacağımız anlamına gelmektedir.

### 3.2.6 Matematik Temsil

Süreci kesin olarak anlatamamız ve DSP'nin analizinde bize yardımcı olması için, aslında, örnekleme sürecinin (veya bu konuyla ilgili olarak DSP içinde bulunan herhangi bir sürecin) matematik temsili gereklidir.

Örnekleme süreci, analog sinyalin bir periyodik darbe fonksiyonuyla çarpılması olarak anlatılabilir. Bu darbe fonksiyonu aynı zamanda Dirac delta fonksiyonu olarak da bilinmektedir ve genellikle  $\delta(t)$  olarak gösterilmektedir. Fonksiyon, Şekil 3.12'de gösterilmektedir.



**Şekil 3.12**  
**Dirac Delta Fonksiyonu**

Bu fonksiyon, süresi sıfır ve genliği sonsuz olan bir dikdörtgen darbe olarak düşünülebilir. Bu fonksiyon, enerjinin veya darbe altındaki alanın bir e eşit olması

özelliğini taşımaktadır. Bu durum aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) dt = 1$$

Böylece, ağırlıklandırılmış veya ölçeklenmiş darbe fonksiyonu aşağıdaki koşulları taşıyan bir fonksiyon olarak tanımlanabilir:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A\delta(t) dt = A$$

Ağırlıklandırılmış darbe fonksiyonu, yüksekliği ölçeklendirme faktörüyle orantılı bir okla diyagramatik olarak gösterilmektedir.

Darbe fonksiyonu periyodik uygulaması aşağıdaki gibidir:

$$s(t) = \dots + \delta(t - 2T_s) + \delta(t - T_s) + \delta(t) + \delta(t + T_s) + \delta(t + 2T_s) + \dots$$

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \delta(t - nT_s)$$

Bu formülde,  $T_s$  iki darbe arasındaki süreyi göstermektedir. Örnekleme terimleriyle, örnekleme periyodudur.

Girdi analog sinyali  $f(t)$  ile gösteriliyorsa, bu durumda örneklenmiş olan sinyal aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$y(t) = f(t)s(t)$$

$$y(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} f(t)\delta(t - nT_s)$$

veya örnekleme sürecinin çıktı örnekleri aşağıdaki gibidir:

$$y(nT_s) = f(nT_s) \cdot \delta(t-nT_s)$$

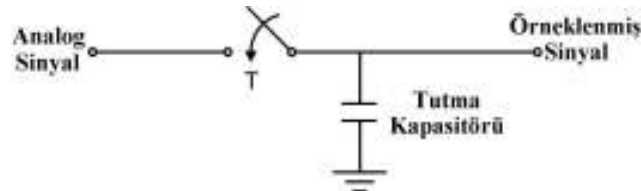
Bazen, örnekleme periyodu anlaşılmış durumdadır ve  $y(nT_s)$ 'yi göstermek için yalnızca  $y(n)$  terimini kullanırız.

Bu matematik temsil, bu kursun daha sonraki bölümlerinde tekrar tekrar kullanılacaktır.

### 3.3. Niceleme

#### 3.3.1 Örnekle-ve-Tut

Bir analog sinyalin dijital şekle dönüştürülmesindeki bir sonraki aşama, örneklenen sinyal genliğinin veya nicelleştirilmesinin farklılaştırma işleminden geçirilmesidir. Uygulamada, niceleme süreci sınırlı bir süre aldığından, örneklenen sinyal genliğinin bu süre boyunca sabit tutulması gereklidir. Örnekleme süreci genellikle mantıki olarak Şekil 3.13'te gösterilen örnekle-ve-tut devresi tarafından tamamlanmaktadır. Niceleme süreci, analog-dijital dönüştürücü (bundan sonra ADC olarak adlandırılacaktır) tarafından yerine getirilmektedir.



**Şekil 3.13**  
**Örnekle Tut Devresi**

Tutma kapasitörü, analog sinyal  $x(nT)$ 'nin örneklenen ölçümünü, nicelenmiş bir  $x_Q(nT)$  değerinin B-bit binari sayısı ile temsil edilen analogtan dijital dönüştürücünün çıktısında en az T saniye süresince tutar. Örnekle-ve-tut devresi ve ADC modülleri birbirlerinden ayrılabilir veya bunları aynı yonga üzerinde birleştirebilir. Tipik olarak,

çok hızlı olan ADC harici bir örnekle-ve-tut cihazı gerektirebilir.

### 3.3.2 Üniorm Niceleme

ADC, girdi değerlerinin tam ölçekli alandaki bütün ölçekleri, örneğin R'ye kapsadığını varsayar. Tipik R değerleri 1 ila 15 volt arasındadır. Niceleştirilmiş örnek değer  $x_Q(nT)$  B-bit tarafından temsil edildiğinden,  $2^B$  olası niceleme değerlerinin yalnızca bir tanesini alabilir. Bu düzeyler arasındaki aralama bütün R erimi boyunca aynı olduğundan, birörnek bir nicelikleştirici yeterli olacaktır. Niceleme düzeyleri arasındaki aralık, niceleme genişliği veya niceleme çözümleyici olarak adlandırılmaktadır.

Birörnek bir nicelleştirme için çözünürlük aşağıdaki şekilde verilmiştir:

$$Q = \frac{R}{2^B}$$

Bu durumda, Q'nun istenen çözünürlük düzeyine erişebilmesi için gerekli bit sayısı aşağıdaki gibidir:

$$B = \log_2 \frac{R}{Q}$$

ADC'lerin birçoğu, bipolar girdiler alabilir ve bu da örneklenen değerlerin simetrik bir alan içinde bulunduğu anlamına gelir:

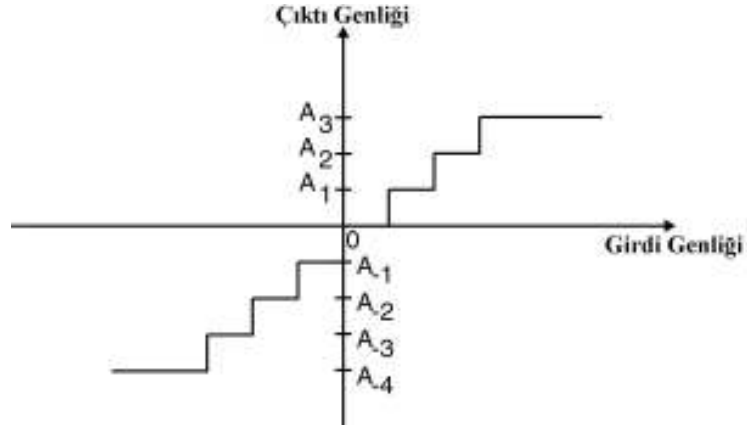
$$-\frac{R}{2} \leq x(nT) < \frac{R}{2}$$

Tek kutuplu girdiler için:

$$0 \leq x(nT) < R$$

Pratikte, girdi sinyali  $x(t)$  nicelleştiricinin tam ölçekli kapsamında yer alacak şekilde ön koşullandırmadan geçirilmiş olmalıdır. Şekil 3.14, iki kutuplu girdiler için 3 bit nicelleştiricinin nicelleştirme düzeylerini göstermektedir.

Nicelleştirilmiş çıktı değeri için mümkün binari gösterimlerin gözden geçirilmesi için Ek E'ye bakın.



**Şekil 3.14**  
**Üniorm 3-bit Niceleyici Transfer Fonksiyonu**

Nicelleştirme hatası, gerçek örnekleme değeri ile nicelleştirilmiş değeri arasındaki farktır. Matematik olarak da aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$e(nT) = x(nT) - x_Q(nT)$$

veya eşdeğer olarak:

$$e(n) = x(n) - x_Q(n)$$

$x(n)$  iki nicelleştirme değerinin arasında bulunması durumunda ya yukarı değerlere doğru yuvarlanacak ya da aşağı değerlere doğru yuvarlanacaktır. Yukarı değerlere doğru yuvarlama,  $x(n)$ 'in değerini en yakın nicelleştirme değeriyle değiştirir. Aşağı değerlere doğru yuvarlama  $x(n)$ 'in değerini aşağıdaki değeriyle değiştirir.

Yukarı değerlere doğru yuvarlamadaki hata aşağıda verilmektedir:

$$-\frac{Q}{2} < e < \frac{Q}{2}$$

Bunun yanında, aşağı değerlere doğru yuvarlamadaki hata aşağıdaki gibidir:

$$0 \leq e < Q$$

Yukarı değerlere doğru yuvarlamanın, analog değerler için, çok daha az hatalı temsili değerler ürettiği ortadadır. Ortalama hata aşağıdaki formülde verilmektedir:

$$\bar{e} = \frac{1}{Q} \int_{-Q/2}^{Q/2} e de = 0$$

Bu da, ortalama olarak değerlerin yarısının aşağı, yarısı da yukarı değerlere yuvarlandığı anlamına gelmektedir.

Hatanın ortalama karesel değeri, hata sinyalinin ortalama gücü hakkında bize bir fikir vermektedir. Bu da aşağıdaki formülle verilmektedir:

$$\bar{e}^2 = \frac{1}{Q} \int_{-Q/2}^{Q/2} e^2 de$$

O halde, ortalama karesel hata aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} e_{rms} &= \sqrt{\bar{e}^2} \\ &= \frac{Q}{\sqrt{12}} \end{aligned}$$

Sinyalin nicelleştirme-gürültü oranı aşağıdaki gibidir:

$$SQNR = 20 \log_{10} \left( \frac{R}{Q} \right)$$

$$SQNR = 20 \log 2^B$$

$$SQNR = 20B \log_{10} 2$$

$$SQNR = 6B \text{ dB}$$

Buna göre, ADC bitlerinin sayısını bir artırırsak, sinyalin nicelleştirme gürültüsüne oranı 6 dB iyileşir.

Önceki denklem bize nicelleştiricinin dinamik kapsama alanını göstermektedir.

### Örnek

İnsan kulağının dinamik olduğu alan, yaklaşık 100 dB'dir. Bu dinamik alanı kapsayacak şekilde dijital bir ses sistemi gerekliyse, bunun koşulu aşağıdaki gibidir:

$$0100 / 6 = 16.67 \text{ bit}$$

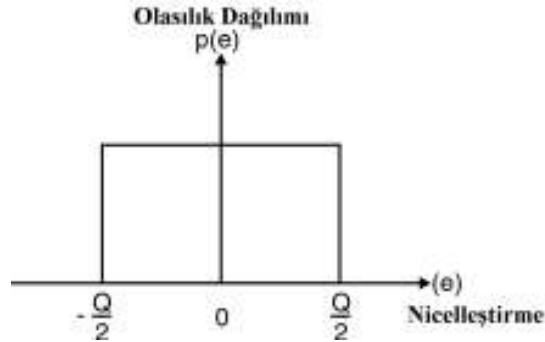
16 bitlik bir nicelleştirici, 96 dB'lik bir dinamik kapsama erişecektir.

İnsan kulağının duyabileceği en yüksek frekans 20 kHz ise, bu durumda en az 40 kHz'lik bir örnekleme düzeyi gereklidir. Gerçek örnekleme düzeyi 44 kHz ise bu durumda bu sistemin bit oranı aşağıdaki gibi olacaktır:

$$16.44 = 704 \text{ kbit/san}$$

Bu da bir CD için tipik bir bit oranıdır.

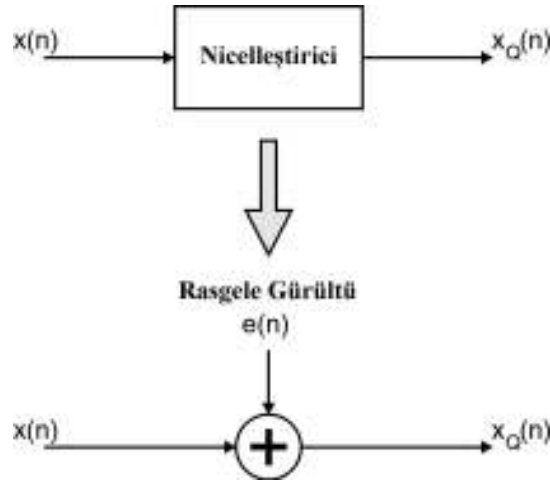
Nicelleştirme hatası, verili bir alandaki bir rasgele rakam olduğundan, genellikle Şekil 3.15'te gösterildiği gibi bir birörnek dağılımlı bir rasgele sinyal (veya gürültü) olarak modellenmektedir.



Şekil 3.15

### Nicelleştirme Hatalarının Matematik Dağılımı

Daha sonra, nicelleştirilmiş sinyal Şekil 3.16'da olduğu



**Şekil 3.16**  
**Nicelleme Gürültüsünün Matematik Modeli**

gibi ek nicelleştirmeyeyle analog örneklenmiş sinyal olarak modellenmektedir. Bu nicelleştirmenin genellikle sıfır ortalamalı, giriş sinyaliyle düzeltilmesi yapılmamış birörnek dağılımlı bir beyaz ses olacağı varsayılmıştır. Bu varsayımın, bütün tam ölçek kapsamında değişim gösteren sinyaller için genellikle doğrudur ve nicelleştiricinin büyük sayıda düzeyleri vardır.

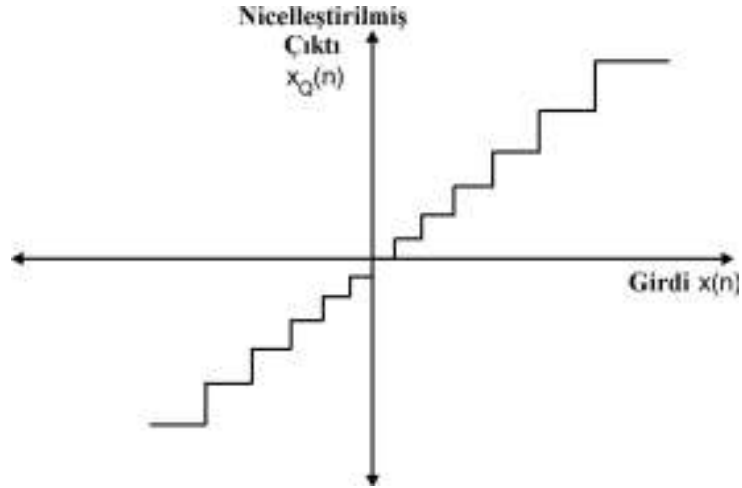
### 3.3.3 Birörnek Olmayan Nicelleme

Nicelleştirme hatasının analizi sırasında yaptığımız bir varsayım, örneklenen sinyal genliğinin bütün tam ölçekli kapsam boyunca birörnek dağılmış olduğu şeklindedir. Belirli uygulamalar için bu varsayım doğru olmayabilir. Örneğin, konuşma sinyallerinin yaygın bir dinamik alanı olduğu bilinmektedir. Seslendirilmiş konuşma (yani, sesli sözler) bütün tam ölçekli kapsama yayılmış genliklere sahip olabilirken, daha yumuşak ve seslendirilmemiş konuşmalar (örneğin, frikatifler gibi sessizler) genellikle daha küçük genliklere sahip olabilir. Aynı zamanda, ortalama bir kişi konuşma zamanının yalnızca %60'ında konuşmaktadır. Kalan %40'lık süre ihmal edilebilir sinyal genliklerinin söz konusu olduğu sessizlik zamanıdır.



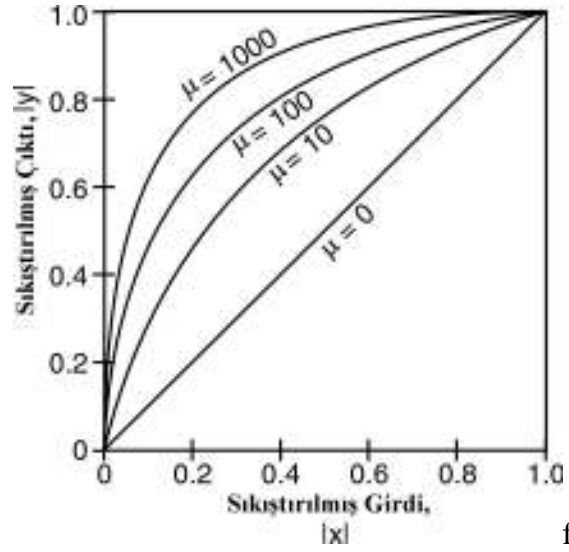
Birörnek nicelleştirmenin kullanılması durumunda, daha gürültülü sesler yeterince temsil edilmiş olacaktır. Ancak, daha yumuşak sesler muhtemelen benzer binari değerlerle nicelleştirme düzeylerinin yalnızca küçük bir bölümünü işgal etmiş olacaktır. Bu da bizlerin daha yumuşak sesler arasında farklılıkları belirleyemeyeceğimiz anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, bu dijital örnekler kullanılarak yeniden oluşturulmuş analog bir konuşma orijinali kadar anlaşılabilir olmayacaktır.

Bu sorunun çözümlenebilmesi için, birörnek olmayan nicelleştirme kullanılabilir. Daha yüksek genlik düzeylerinin daha az sayıda düzeyi varken, daha çok sayıda nicelleştirme düzeyi daha düşük genliklere ayrılmıştır. Bu nicelleştirme şeması Şekil 3.17’de gösterilmektedir.



**Şekil 3.17**  
**Birörnek Olmayan Nicelleştirme**

Alternatif olarak, birörnek nicelleştirici yine kullanılabilir



**Şekil 3.18**  
**μ-kanunu Sıkıştırma Özellikleri**

akat bu durumda giriş sinyalleri önce Şekil 3.18'de gösterilen türden bir girdi-çıkı ilişkisine (veya transfer fonksiyonuna) sahip bir sistemle sıkıştırılmaktadır.

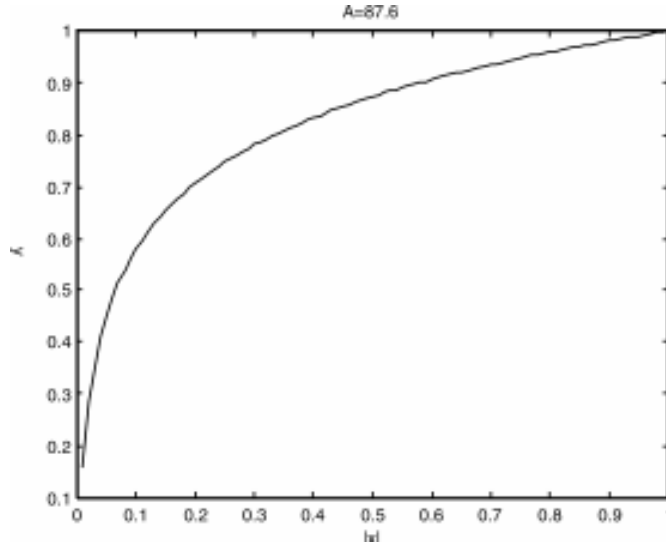
Girdi sinyalinin daha büyük genlik taşıyanları, kendisine atanan düzeylerin sayısını etkin şekilde azaltılarak sıkıştırılmıştır. Düşük genlikli sinyaller genişletilir (veya birörnek olmayacak şekilde güçlendirilir) ve bu şekilde çok sayıda nicelleştirme düzeyleri kaplaması sağlanır. İşlem sonrasında, çıkış sinyaline bunun tersi olan bir işlem (genişletme) uygulanır. Sinyali genişleten sistem, sıkıştırıcının tersi olan bir giriş çıkış ilişkisi taşımaktadır. Genleştirici yüksek genlikleri genişletir ve küçük genlikli olanları sıkıştırır. Bütün süreç sıkıştırma-genleştirme süreci (COMpressing and exPANDING) olarak anılmaktadır. Sıkıştırma-genleştirme kamu telefon sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İki farklı sıkıştırma-genleştirme programı vardır. Avrupa'da A-law sıkıştırma-genleştirme, ABD'de μ-law sıkıştırma-genleştirme sistemleri kullanılmaktadır.

$$y = y_{\max} \frac{\ln\left(1 + \mu \left(\frac{|x|}{x_{\max}}\right)\right)}{\ln(1 + \mu)} \operatorname{sgn}(x)$$

Bu denklemde,

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

Burada,  $x$  ve  $y$  girdi ve çıktı değerlerini temsil etmektedir ve  $x_{\max}$  ve  $y_{\max}$  sırasıyla girdi ve çıktının maksimum pozitif titreşim değerleridir ve  $\mu$  pozitif bir sabittir. Kuzey Amerika standardı,  $\mu$  değerini 255 olarak belirler.  $\mu = 0$  değerinin doğrusal giriş-çıkış ilişkilerine (yani birörnek nicelleştirmeye) karşılık geldiğine dikkat edin. Sıkıştırma özelliği Şekil 3.18'de gösterilmektedir.



Şekil 3.19

## Sıkıştırma Karakteristikleri

A-law sıkıştırma karakteristikleri aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$y = \left[ y_{\max} \frac{A \left( \frac{[x]}{x_{\max}} \right)}{1 + \ln A} \operatorname{sgn}(x), 0 < \frac{[x]}{x_{\max}} \leq \frac{1}{A} \right]$$

$$y = \left[ y_{\max} \frac{1 + \ln \left[ A \left( \frac{[x]}{x_{\max}} \right) \right]}{1 + \ln A} \operatorname{sgn}(x), \frac{1}{A} < \frac{[x]}{x_{\max}} \leq 1 \right]$$

Burada, A bir pozitif sabittir. Avrupa standardı A'yı 87.6 olarak belirtmektedir. Şekil 3.19, özellikleri grafik olarak göstermektedir.

### 3.3.4 Hareketlendirme

Niceliklendirme gürültülerinin analizinde yapmamız gereken bir varsayım, bunun niceliklendirme genişliği boyunca birörnek olarak dağılmış olduğu varsayımının yapılmış olduğudur. Gürültü birörnek dağılmamışsa, niceliklendirme distorsiyonları ortaya çıkacaktır.

Niceliklendirme distorsiyonlarını bir örnek üzerinden göstereceğiz. Düşük genlikle sinüzoid örneklenmekte ve niceliklendirilmektedir. Sinüzoidin örnekleri aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$x(n) = A \cos(2\pi f_0 n)$$

Bu denklemde, A niceliklendirme çözünürlüğünden küçüktür. Aşağıdaki varsayımları yapalım:

$$f_s = 40 \text{ döngü başına örnek sayısı}$$

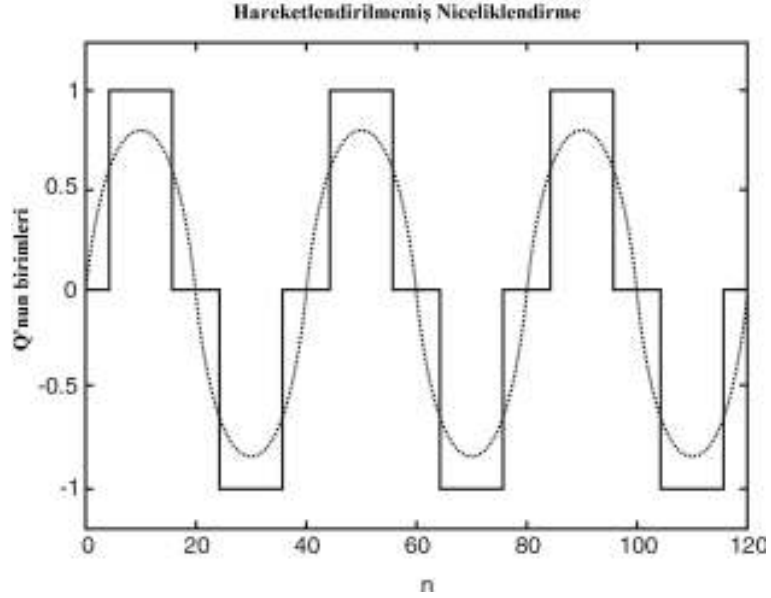
ve

$$A = 0.75Q$$

Bunun sonucunda, 1 kHz sinüzoid için gerçek örnekleme hızı 40 kHz'dir. Şekil 3.20(a), orijinal ve niceliklendirilmiş sinyalleri göstermektedir.

Niceliklendirilmiş sinyalin yalnızca erişilebilir üç niceliklendirme düzeyini doldurduğuna dikkat edin. Bu

niceliklendirilmiş sinyalin frekans spektrumu Şekil 3.20(b)'de gösterilmektedir.

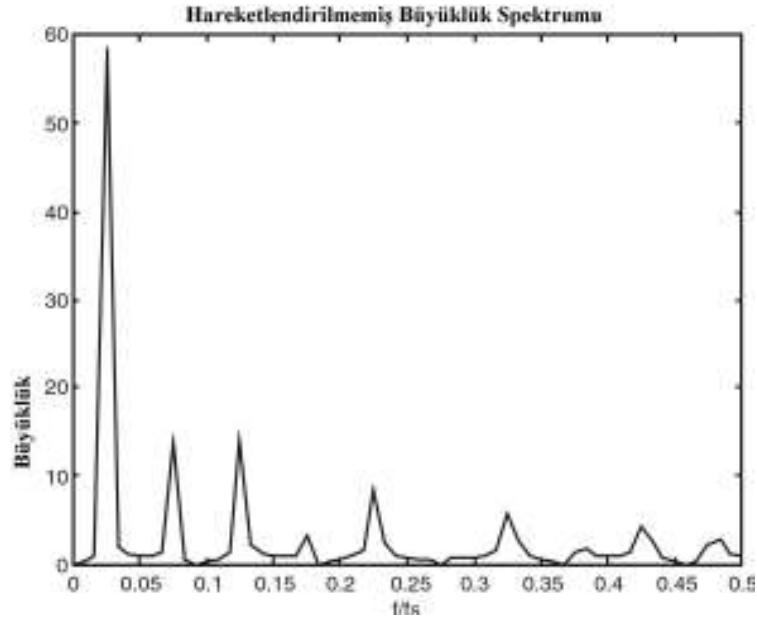


**Şekil 3.20(a)**  
**Orijinal ve Niceliklendirilmiş Sinyal**

Bu sinyalin  $f_0$ 'da zirveleri ve  $3f_0$ ,  $5f_0$ 'vb'de tek harmonik frekansları vardır. Açıkça, tek harmonikler niceliklendirme sürecinin yapılarıdır ve gürültü sinyalinin, beyaz olmayan bu durumda niceliklendirme sinyalinin spektrumu olarak ele alınabilirler.

Bu sorun, orijinal örneklenmiş sinyale aşağıdaki koşulları sağlayabilecek bir hareketlendirilmiş fonksiyon  $v(n)$  eklenerek çözülebilir:

$$y(n) = x(n) + v(n)$$

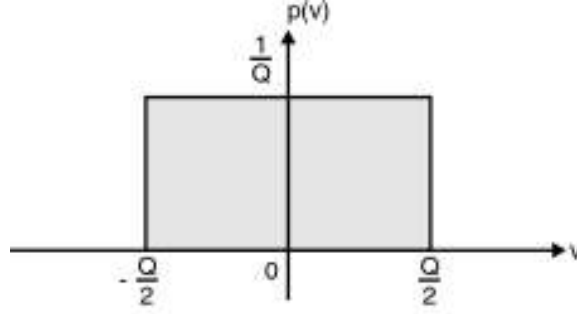


**Şekil 3.20(b)**  
**Niceliklendirilmiş Sinyal Spektrumu**

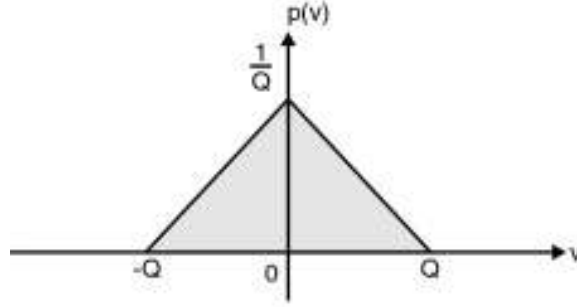
Değişik tipte hareketlendirilmiş fonksiyonlar eklenebilir. Bunların pratik ilgi açısından önemli olan ikisi, dikdörtgen ve üçgen biçimli hareketlendirilmiş fonksiyonlardır. Rasgele sinyal örneklerinin dağılımı sırasıyla dikdörtgen ve üçgen şeklinde olduğundan bu fonksiyonlar böyle adlandırılmaktadır. Dağılımları Şekil 3.21’de gösterilmektedir.

Hareketlendirilmiş fonksiyonun orijinal sinyale eklenmesi, ortalama niceliklendirme gürültüsünün gücünü artıracaktır. Üniform niceliklendirmedeki ortalama gürültü gücünün  $Q^2/12$  olduğunu hatırlayın. Dikdörtgen hareketlendirilmiş fonksiyonun bu ortalama gürültüsünü iki katına çıkaracak, üçgen hareketlendirilmiş fonksiyonun eklenmesi üç katına çıkaracaktır. Ancak, göz önünde bulundurduğumuz örneğin hareketlendirilmiş ve niceliklendirilmiş sinyalinin frekans spektrumuna bakarsak (Şekil 3.22), bu durumdaki gürültü spektrumunun beyaz olduğunu

ve tek harmonik yapıların artık burada olmadığı görülecektir.

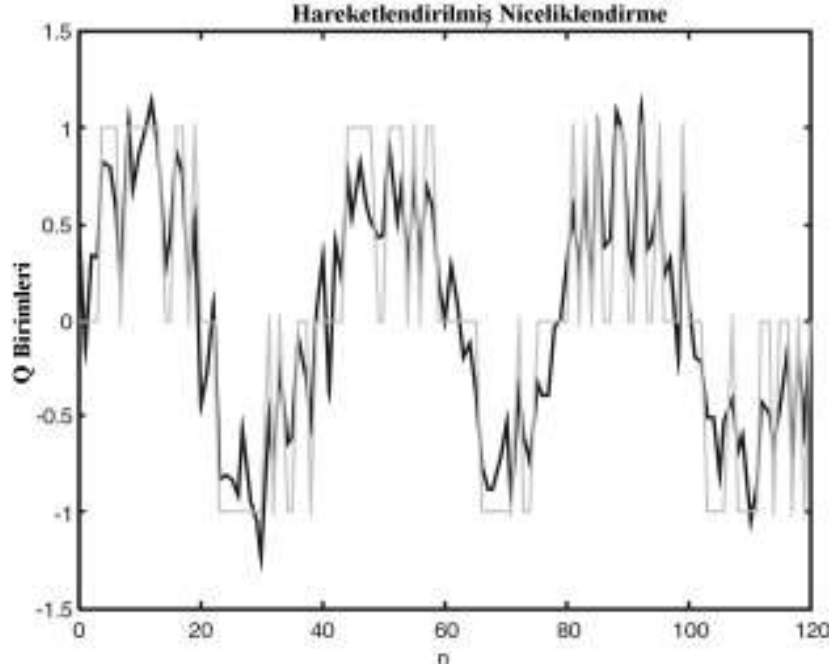


(a) Dikdörtgen biçimli hareketlendirilmiş



(b) Üçgen biçimli hareketlendirilmiş dağılım

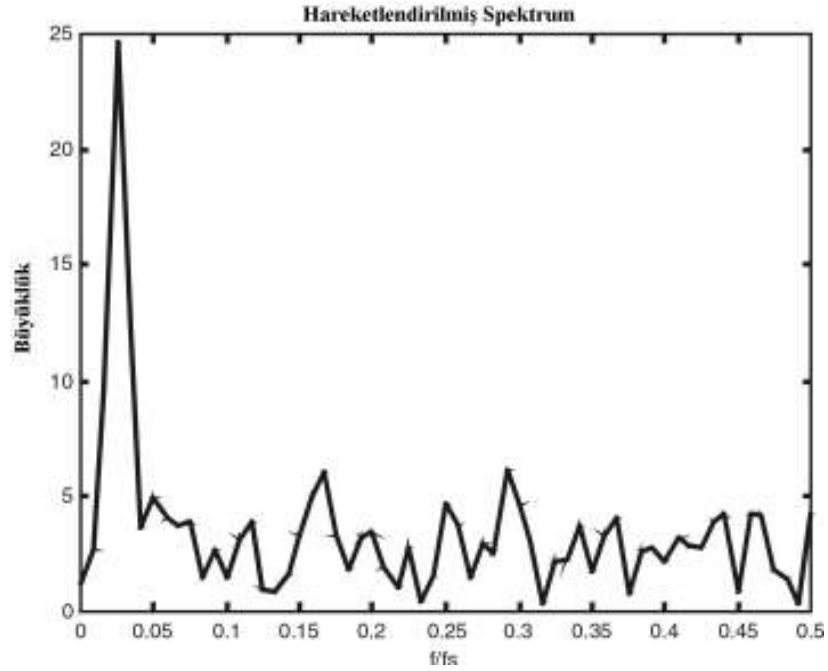
**Şekil 3.21**  
**Dikdörtgen ve Üçgen Şekilli Hareketlendirilmiş**  
**Fonksiyonlarda Genlik Dağılımı**



**Şekil 3.22(a)**  
***Hareketlendirilmiş Sinyal ve Niceliklendirilmiş Versiyonu***

Genel olarak, örnekleme sürecinin, Nyquist aralığının dışında uzanan (bant dışı harmonikler) bütün tek harmoniklerin yeniden aralığın içinde (bant içi harmonik olmayan frekanslarda) örtüşmeli durumda olacağı vurgulanmalıdır. Bunun sonucunda, bütün spektrum tek harmonikler dışında da frekans zirvelerine sahip olacaktır





*Şekil 3.22(b)*  
*Hareketlendirmede Niceliklendirme Gürültüsü*  
*Spektrumu*

### 3.4. Analogdan Dijitale Dönüştürücüler

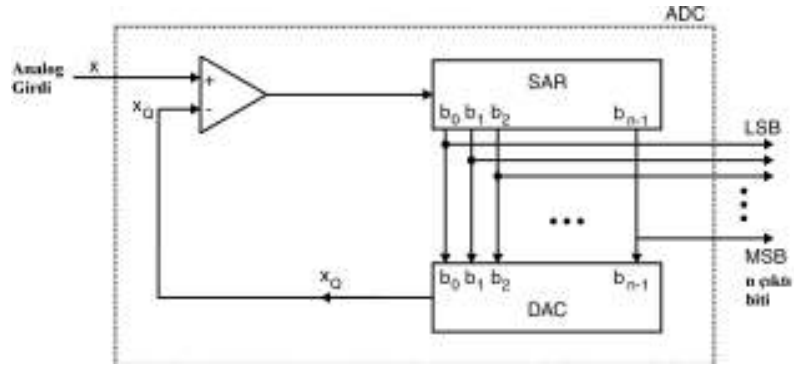
Analog sinyallerin, dijital olarak işlenebilmesi amacıyla dijital sinyallere dönüştürülmesi şeklindeki temel süreçleri konu kapsamına almış bulunmaktayız. Analog sinyal ilk olarak örtüşmenin önlenmesi amacıyla örnekleme frekansının yarıya indirileceği şekilde düşük geçirgenlikli filtreyle filtrelenmektedir. Daha sonra bu sinyal örnekleme ve tutma cihazından geçmekte ve örneklenmiş genlikler niceliklendirilip binari değerlere dönüştürülmektedir. Daha sonra bu binari sayı,  $n$ 'in tipik olarak 8, 10, 12 ve 16 değerlerini aldığı  $n$  bitle temsil edilmektedir. Ek E'de binari temsillerin binari temsillerinin ana tipleri incelenmektedir.

Şimdi, ticari olarak elde edilebilecek analogdan dijitale dönüştürücülerin (ADC) bazı tiplerine kısaca bakacağız. ADC'nin piyasada bulunabilecek birçok çeşitleri mevcuttur. Bunların birçoğu, örnekleme-tut

devreleri içermektedir. Bunlar dönüşüm hızlarının, çözünürlüğü (çıktıyı temsil eden bitlerin sayısını) ve giriş gerilim kapsamının büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Bunların bir bölümü genel amaçlı ve diğerleri video sinyalleri gibi spesifik uygulamalar içindir. Farklı niceliklendirme yöntemleri kullanılmaktadır. En yaygın dört yöntem burada incelenmiştir.

### 3.4.1 Art Arda Yaklaşım

Birbirini izleyen ADC yaklaşımı üç ana bloktan oluşturulmaktadır: analogdan dijitale dönüştürücü (DAC), birbirini izleyen bir yaklaşım kayıt cihazı (SAR) ve bir karşılaştırma cihazı. Şekil 3.23 bu üç bloğun nasıl birleştirildiğini göstermektedir.



**Şekil 3.23**  
**Art Arda Yaklaşım Konvertörü**

Dönüşüm süreci aşağıdaki gibidir: Başlangıçta, n bitlerin bütünü SAR'da sıfıra eşitlenir. En belirgin bit (MSB) olan  $b_{n-1}$ 'le başlanarak, her bir bit sırayla 1'e ayarlanır. DAC yeni oluşturulmuş binari sayıyı, girdi gerilimiyle karşılaştırılan, karşılık gelen gerilime dönüştürür. Giriş gerilimi DAC çıkışını aşıyorsa, bu durumda bit olduğu gibi bırakılacaktır. Aksi halde, sıfıra (kapalı durumuna) yeniden kurulacaktır. n devre sonunda, SAR daha sonra çıktı hatlarına mandallanan doğru bit modelini alacaktır. Böylece, bu teknik temel olarak girdi geriliminin de bulunduğu alana kadar gerilim kapsamını belirleyinceye kadar bölmeyi sürdürür. Alternatif olarak, birbirini izleyen algoritmin nicelikleştirme düzeyleri yoluyla ikili bir araştırma yürüttüğünü söyleyebiliriz.

**Örnek**

Başarılı bir yaklaşım kullanarak, analog değerleri  $x = 0.2$  ve  $-0.7$  olan gerilimleri kendi ofset binari değerlerine dönüştürün. Alanı  $R = 2V$  olan 3-bit nicelleştirici bulunduğunu varsayın.

Döngü	Test biti	b2b1b0	$x_Q$	Test sonucu
1	b2	100	0.00	1
2	b1	110	0.50	0
3	b0	101	0.25	0
		100	0.00	

3-bit nicelleştirme için dönüşüm 3 döngüde gerçekleştirilecektir. Test edilen bit, ara bit kalıbının karşılık gelen nicelleştirilmiş değeri ve test sonuçları,  $x = 0.2V$  için aşağıda tablo haline getirilmiştir.

Test sonucu kolonu için, “1” değeri girdinin DAC çıktısından büyük olduğunu veya bu çıktıya eşit olduğunu, diğer durumlarda “0” değerini göstermektedir. Devre 2’de sonuç “0”dır ve buna göre SAR b1’i yeniden sıfıra eşitleyecektir. Benzer şekilde, devre 3’te, b0 sıfıra getirilmiştir ve bu da “100” çıktısının niceliklendirilmiş gerilimi temsil etmesi sonucunu doğurmaktadır.

Aşağıdaki tablo,  $x = -0.7 V$  durumu için dönüşüm sürecini yansıtmaktadır.

Döngü	Test biti	b2b1b0	$x_Q$	Test sonucu
1	b2	100	0.00	0
2	b1	010	-0.50	0
3	b0	011	-0.75	1

Sonuç olarak ortaya çıkan niceliklendirilmiş değer  $-0.75 V$ ’tur ve “011” olarak kodlanmıştır.

Örnekte, her iki değer de daha aşağı düzeydeki bir değere indirgendiğine dikkat edin. En yakın değere yuvarlama isteniyorsa, bu durumda  $x$  girdi değerinin iki düzeyler arasındaki iletken aralığının yarısı kadar

kaydırılması gereklidir. Yani,  $y$  için kaydırılmış değeri elde edin

$$y = x + Q/2$$

ve birbirini izleyen yaklaşımlarla niceliklendirin.

Birçok ADC aynı zamanda ikinin tamamlayan çıktısını da vermektedir. Bu çıktı formatının gerekli olması durumunda, birbirini izleyen yaklaşım algoritmalarının bir miktar değiştirilmesi gereklidir. Bunun nedeni, MSB'nin (yani işaret bitinin) diğer bitlerden ayrı işlenmesi zorunluluğudur. Girdi değeri sıfırdan büyükse, MSB "0"a, aksi durumlarda "1"e eşitlenmelidir. Bu durumun dengelenmiş ikili durumun tersi olduğuna dikkat edin. Geriye kalan bitler alışıldık şekilde test edilmektedir.

## Örnek

Önceki örnekte olduğu gibi nicelleştirme işlemini gerçekleştirin fakat iki'nin tümleyici temsilini kullanın.

$x = 0.2$  için, süreç aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Döngü	Test biti	b2b1b0	xQ	Test sonucu
1	b2	000	0.00	1
2	b1	010	0.50	0
3	b0	001	0.25	0
		000	0.00	

Sonuç olarak ortaya çıkan binari değer "000"dır.

Aşağıdaki tablo  $x = -0.7$  değerinin ikinin tümleyicilerine nicelleştirilmesini göstermektedir:

Döngü	Test biti	b2b1b0	xQ	Test sonucu
1	b2	000	0.00	0
2	b1	110	-0.50	0
3	b0	101	-0.75	1
		101	-0.75	

İkinin tümleyici temsili "101" şeklindedir.

*Tümleyici MSB'nin (işaret bitinin) bize dengelenmiş binari temsilleri vereceğine dikkat edin.*

*1 MHz veya daha düşük frekanslarda örneklemede çalışan çok sayıdaki ADC birbirlerini izleyen yaklaşımların kullanımını yapacaktır.*

### **3.4.2 Çift Eğimli ADC**

(Örneğin peş peşe yaklaşımdan) daha büyük çözünürlük isteniyorsa, bu durumda çift eğimli dönüşüm tekniği uygulanabilir. Çift eğimli ADC'nin anahtar elemanı bir kapasitördür. Dönüşüm döngüsünün başlangıcında, kapasitör tamamen boşaltılmıştır (yani kapasitör gerilimi sıfırdır). Bu ayar zamanından daha sonra kapasitör bilinen bir negatif referans gerilimine anahtarlanmakta ve kapasitör gerilimi sıfıra erişinceye kadar yavaş yavaş deşarj olmaktadır. Deşarj süreci için alınan zaman, dijital bir sayaç kullanılarak kaydedilmektedir. Sayaç başlangıçta sıfıra ayarlanmış olduğundan, nihai sayaç değeri giriş gerilimiyle orantılıdır. İkili sayaç değeri binari çıktıyla dönüştürülmektedir.

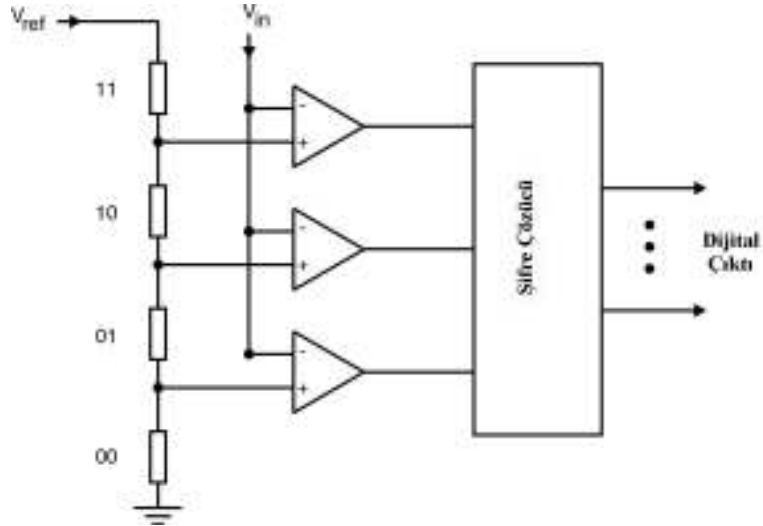
Basit bir şekilde, kullanımı nispeten kolay olan daha kesin değerli bir sayacın kullanılmasıyla daha yüksek çözünürlüklü dönüşüm elde edilebilir. Bu sürecin bir diğer avantajı, bileşen değer değişimlerinin doğruluk üzerinde hiçbir etkisinin olmamasıdır. Örneğin, sıcaklık değişimleri nedeniyle kapasitans değişebilir. Fakat şarj ve deşarj işlemleri aynı kapasitör üzerinden yapıldığından bu kapasitans değişiminin net etkisi ihmal edilebilir düzeydedir.

En önemli dezavantaj, kapasitörün şarj edilmesinin ve deşarjının nispeten uzun zaman almasıdır. Bu nedenle bu süreç normal olarak yüksek çözünürlük, frekans ADC'lerin düşük örnekleme için ayrılmıştır.

### 3.4.3 Flaş ADC

n-bit nicelleştirme için birbirini izleyen yaklaşım tekniği n döngü gerektirir. Hızlı dönüşüm zamanı gerekliyse, paralel olarak ve aynı zaman içinde karşılaştırmalar yapılması gereklidir. Flaş ADC'lerde, girişi gerilimi aynı zamanda referans gerilimler dizisiyle de karşılaştırılmaktadır. Bu referans gerilimler eşit dirençleri olan dirençler merdiveni tarafından ayarlanmaktadır.

n-bit dönüştürücü için,  $2^n$  dirençlere ihtiyacımız vardır. Bu dirençlerin terminallerinden alınan gerilimler daha sonra giriş gerilimiyle karşılaştırılmakta ve dijital çıktı şifrenlenmektedir. Şekil 3-24, bir 2-bit flaş ADC göstermektedir.



**Şekil 3.24**  
**2-bit Flaş ADC**

Uygulamada, her bir direnç uyumlandırılmalı ve lazerin aynı netlik değerine ince ayarı yapılmalıdır. Bu, maliyeti yüksek bir süreçtir. Bunun sonucunda, flaş ADC'ler genellikle pahalıdır ve yalnızca (256 dirençle) 8 bite kadar olan tipleri mevcuttur.

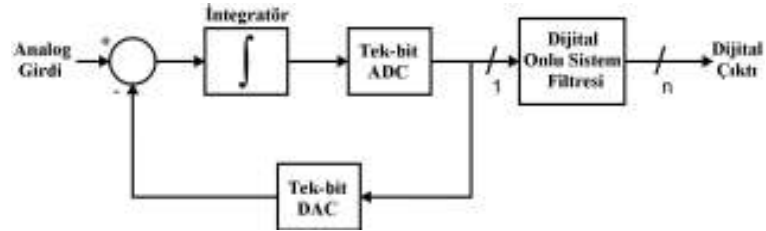
### 3.4.4 Sigma-Delta ADC

Sigma-Delta dönüştürücü kavramı yukarıdaki üç teknikten önemli ölçüde farklıdır. Sigma-Delta ADC

çok düşük çözünürlüklü bir nicelleştirici (tipik olarak 1-bit nicelleştirme) özelliği göstermekte fakat Nyquist oranından (aşırı örnekleme) çok daha yüksek bir nicelleştirme hızında çalışmaktadır. Örnekleme frekansı arttığında örtüşmesiz filtre ihtiyacının azaldığını hatırlayın.

Aşırı örneklemenin bir diğer avantajı, bu durumda nicelleştirme gürültü gücünün çok daha geniş bir frekans alanına yayılmasıdır. Daha net söylersek,  $f_s$  örnekleme frekansıysa, gürültü gücü  $-f_s/2$ 'den  $f_s/2$ 'ye kadar yayılacaktır. Giriş sinyali bu kapsamdan çok daha dar bir bant kaplayacağından, giriş sinyalini etkileyen gürültü gücü bu kapsamdan çok daha dardır, giriş sinyalini etkileyen gürültü gücü çok daha düşüktür.

Tek bit nicelleştirme, Delta modülasyonu olarak adlandırılan iletişim sistemlerinde kullanılan bir modülasyon tekniğidir. Bu sistem, her bir örneğin mutlak değeri yerine birbirini izleyen sinyal örnekleri arasındaki farkı nicelleştirmektedir.

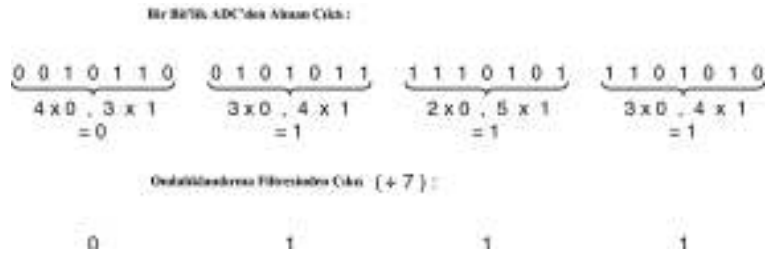


**Şekil 3.25**  
**Sigma-Delta ADC**

Sigma-delta dönüştürücünün blok diyagramı Şekil 3-25'de görülmektedir. "Sigma-Delta" terimi, sistemde bir toplama noktası (sigma) ve bir delta modülatörü (integratör ve 1-bit nicelleştirici) olması gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bu sistemin analizi oldukça karmaşık olabilir. Gürültü performansı frekansa bağlıdır. Döngü, girdi sinyali ve nicelleştirici gürültünün yüksek geçişli filtresi için düşük geçişli filtre gibi çalışmaktadır. Bu gürültü biçimlendirme

özelliği dijital seslendirme uygulamaları için özellikle uygundur.

Nicelleştiricinin 1-bit çıktısı, örnekleme oranındaki azalmanın ondalık olacağı şekilde ondalıklaştırılmaktadır. Bu oran indirgenmesi, bir-bitlik çıktı üretmek amacıyla n-bit bloğunun ortalamasının alınmasıyla gerçekleştirilmektedir. Söz konusu ortalama alma süreci Şekil 3/26'da gösterilmektedir. Bu oran azaltması süreci frekans bölgesinde filtrelemeyle eşdeğerdir ve daha sonraki bölümlerde incelenecektir.



**Şekil 3.26**  
**1 Bit Üretmek Amacıyla 7 Bitlik Bir Bloğun**  
**Ortalamasının Alınması**

Gördüğümüz gibi, sigma-delta dönüşümlerinde yer alan süreçlerin çoğunluğu dijital süreçlerdir. Bu da, analog devrelerin önemli bir bölümüne sahip olan diğer üç tekniğin tersine yonganın çoğunlukla dijital devreler ihtiva ettiği anlamına gelmektedir. Buna göre, sigma-delta ADC'ler genellikle daha güvenilir ve daha kararlıdır. Bu tip ADC'lerin yonga sayımını azaltmak, sistem güvenilirliğini artırmak ve toplam maliyeti azaltmak amacıyla entegre DSP çekirdekleriyle entegre edilmesi de mümkündür.

### 3.5. Analog Rekonstrüksiyon

Peşinde olduğumuz bilginin dijital olarak işlenmiş sinyallerden elde edilebileceği uygulamalar mevcuttur. Bu durumda analog çıktıların üretilmesine ihtiyaç yoktur. Bu nedenle, Şekil 2-1'deki 3. aşama mevcut değildir. Bunun bir örneği, dijital modülasyonu



yapılmış sinyaller için alıcıdır. Alıcının amacı, iletilmekte olan dijital sinyallerin ortaya çıkarılmasıdır. Alıcıya giriş, taşıyıcı tarafından modüle edilmiş sinyaldir ve çıktı belirlenen sinyallerin sıralanmasıdır.

Ancak, numara sırası şeklindeki dijital sinyallerden analog dalga biçimlerinin ve sinyallerin oluşturulmasını gerektiren birçok uygulama vardır. Sezgisel olarak istediğimiz, “boşlukları doldurmak” veya sürekli zaman sinyallerinin ortaya çıkması sonucunun elde edilmesi için örneklenen veriler arasında yorumlama yapılmasıdır.

Bu da, Şekil 3-27’de gösterilen türden bir analog rekonstrüktör tarafından gerçekleştirilmektedir.



**Şekil 3.27**  
**Analog Sinyal Rekonstrüksiyonu**

Genel olarak konuşulduğunda, herhangi bir yorum bu görevi yerine getirecektir. Fakat, uygulanması kolay ve bazı açılardan diğerlerinden daha çok tercih edilen bazı yaklaşım yöntemleri vardır.

İki tip rekonstrüktörü inceleyeceğiz. Birincisi bir ideal rekonstrüktördür. İsmi düşündürdüğü gibi, bu tip rekonstrüktörler pratik değildir ve fiziksel olarak uygulanabilir değildirler. Fakat bu bize ideal durumu yansıtmaktadır ve süreci daha iyi anlamamız için yardımcı olmaktadır. İkinci tip uygulamalı rekonstrüktör olarak adlandırılmaktadır. Bunların çalıştırılması kolaydır ve aslında pratik analog-dijital dönüştürücülerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 3.5.1 İdeal Rekonstrüktör

Saniyede  $1/T$  hızıyla örnekleneş  $X(f)$  frekans spektrumuyla bir analog sinyal  $x(t)$ 'yi göz önünde bulunduralım. Örnekleneş sinyal  $x(n)$ ,  $X(f)$ 'nin  $f_s$ 'in tamsayı katlarıyla kaydırılmış yinlemelerinden oluşan bir spektruma sahip olacaktır.  $X(f)$  spektrumunun bant

sınırlı ve örnekleme hızının yinelemelerin birbirleriyle çakışmalarını sağlayacak kadar yüksek olduğunu varsayalım. Bu durumda,  $X(f)$  kesim frekansı  $f_s/2$  olan düşük geçişli bir filtre tarafından geri kazanılabilir.

İdeal olarak, bu alçak geçişli filtre aşağıdaki frekans özelliklerine sahip olacaktır:

$$H(f) = \begin{cases} T, & \text{for } |f| \leq f_s/2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Buna göre, Nyquist aralığındaki spektrum üzerinde hiçbir bozulma yoktur ve bu aralığın dışında hiçbir frekans bileşeni yoktur.  $H(f)$ , Şekil 3-28(a)'da grafik olarak gösterilmiştir.

$H(f)$ 'e karşılık gelen zaman bölgesi özellikleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

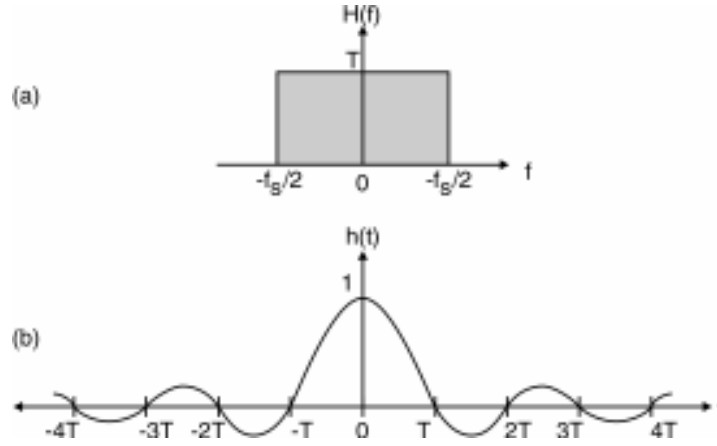
$$h(t) = \frac{\sin(\pi t/T)}{\pi t/T}$$

$$h(t) = \text{sinc}(\pi t/T)$$

$$h(t) = \text{sinc}(\pi f_s t)$$

Bu da sinüs fonksiyonu olarak bilinmektedir. Grafiği, Şekil 3-28(b)'de gösterilmektedir.

$h(t)$ 'nin fiziksel olarak gerçekleştirilebilir olmadığına dikkat edin. Bunun nedeni, fonksiyonun nedensiz olmasıdır. Nedenli bir sistem,  $t = 0$  değerinde etkilendiğinde  $t = 0$ 'dan başlayarak tepkiler üreten sistemdir. Negatif frekans ekseninde  $h(t)$  sıfırdan farklı olduğundan, bu fonksiyon nedensizdir. Bu da söz konusu alçak geçişli filtrenin  $t = 0$  anında tek bir darbeye etkilenmesi durumunda, uyarının girdi olarak erişmesinden bile önce tepkinin başlayacağı anlamına gelmektedir. Açıkçası, gerçek bir sistem için bu mümkün değildir. Bu nedenle, ideal bir rekonstrüktörü uygulayabilmemiz mümkün değildir.



Şekil 3.28(a) ve 3.28(b)  
İdeal Alçak Geçişli Filtre ve Darbe Yanıtı

### 3.5.2 Merdiven Rekonstrüktör

Uygulamalarda sık sık kullanılan rekonstrüktörler merdiven rekonstrüktörler veya sıfır derece tutunmadır (ZOH). Bu rekonstrüktör basitçe, bir sonraki örneğin gelişine kadar en son örneğin değerini korumaktadır. Bu nedenle, her örnek değer  $T$  saniye boyunca tutulmaktadır. Bu durum, Şekil 3-29(a)'da gösterilmektedir.

ZOH, darbe yanıtıyla karakterize edilebilir:

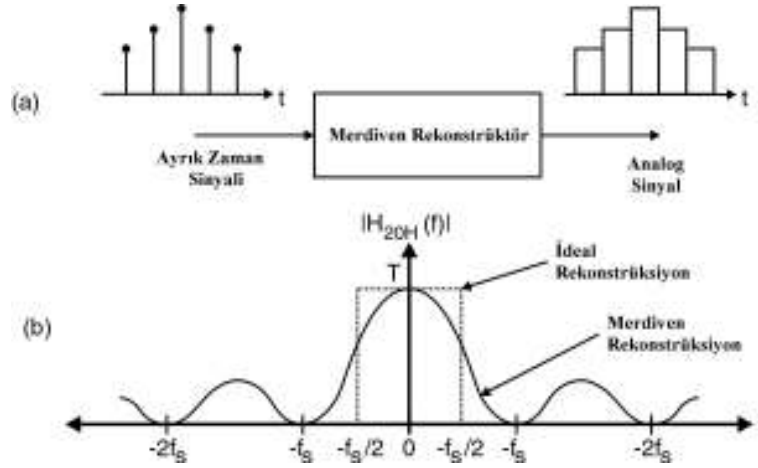
$$h_{ZOH}(t) = 1, \quad \text{for } 0 \leq t \leq T$$

$$0, \quad \text{otherwise}$$

Bu da, rekonstrüktörün  $t = 0$  anındaki bir darbeye uyarılması durumunda, rekonstrüktörün çıktısının, genliği  $T$  saniye süreli darbeye eşit dörtköşe şekilli bir kare dalga şeklinde olacağı anlamına gelmektedir.

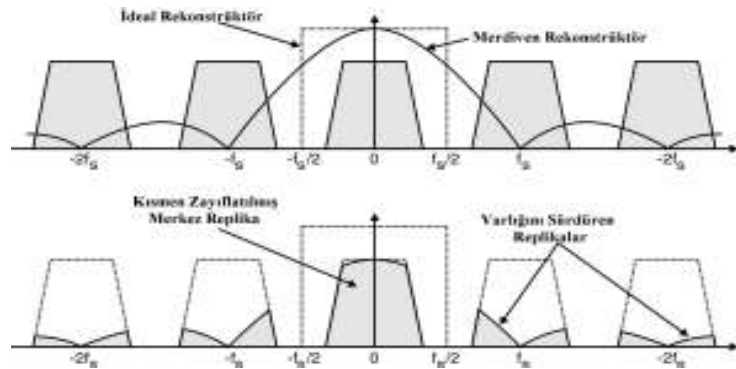
Sonuç olarak ortaya çıkan merdiven çıktının sinyal düzeylerindeki ani değişiklikler nedeniyle bazı yüksek frekanslı bileşenler içereceği ortadadır. Gerçekte,  $h_{ZOH}(t)$ 'nin spektrumu, genliği zamana karşı üstel olarak sönen bir sinüs fonksiyonudur.

$$H_{ZOH}(f) = T \frac{\sin(\pi f T)}{\pi f T} e^{-j\pi f T}$$



**Şekil 3.29(a) ve 29(b)**  
**Sıfır Derece Tutunma Kullanılarak Analog**  
**Rekonstrüksiyon**

Bu durum, ideal rekonstrüktörün spektrumuyla karşılaştırmalı olarak Şekil 3-29(b)'de gösterilmektedir. Taban bantı spektrumunun yinlemelerinin parçalarının ZOH çıktısı içinde içerileceği açıkça ortadadır. Şekil 3-30, ZOH giriş ve çıkışlarındaki spektrumları göstermektedir.



**Şekil 3.30**  
**Sıfır Derece Tutunmanın Girişinde ve Çıkışında**  
**Spektrum**

### 3.5.3 İmge Reddetme Postfiltreleri

Taban bantı spektrumu replikalarının bir kısmının içerilmesi distorsiyona neden olacaktır. Örnekleme oranı yeterince yüksek olduğundan, taban bantı spektrumu alçak geçişli filtreyle yalıtılabilir.

Geriye kalan replika spektrumları uzaklaştıran alçak geçişli filtreler aynı zamanda imge reddetme filtreleri olarak da bilinmektedir. Açıkça görüleceği gibi, bu filtrenin sönme frekansı  $f_s/2$  olmalıdır. Özellikleri açısından, örtüşmesiz filtrelere oldukça benzemektedir.

Replika edilmiş spektrumların tamamen uzaklaştırılmış (reddedilmiş) olmasına rağmen, taban bantı spektrumu ZOH ve imge reddetme filtresi tarafından hafifçe bozulmuş durumdadır.  $f_s/2$  frekansında, ZOH yaklaşık 4 dB, imge reddetme filtresi de ek 3 dB zayıflama sağlamış durumdadır. Bazı uygulamalar için bu değerlerin kabul edilebilir olmasına rağmen, yüksek kaliteli dijital ses sistemleri gibi uygulamalar için bu durum istenmez.

Bu durum, ekolizasyon yoluyla ortadan kaldırılabilir. Ekolayzırın HEQ(f) frekans karakteristiği bulunmaktadır ve ekolayzır, merdiven rekonstrüktör ve imge reddetme filtresinin birleşik frekans tepkileri  $H(f)$  olacaktır. Yani,

$$H_{EQ}(f)H_{ZOH}(f)H_{post}(f) = H(f)$$

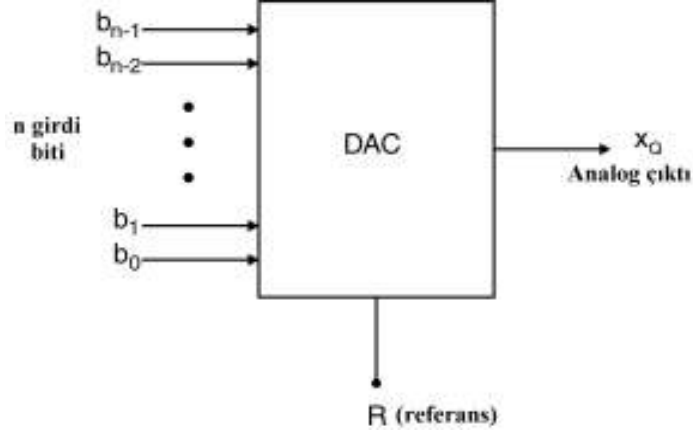
Denklemden,  $H_{post}(f)$ , imge reddetme filtresinin frekans karakteristiğini göstermektedir.

DSP kullanmanın avantajı, gerçekte ekolayzırın dijital olarak uygulanabilmesidir. Başka bir deyişle, orijinal dijital sinyal örnekleri, analog sinyale dönüştürülmeden önce dijital olarak ön dengelemeden geçirilmektedir.

## 3.6. Dijitalden Analoga Dönüştürücüler

Dijitalden analoga dönüştürücüler (DAC) rekonstrüktörlerin uygulamasıdır. DAC'ler ADC'lerden çok daha basit olduğundan, karşılaştırmalı olarak da

ucuzdurlar. Bir binari dijital kod, akım veya gerilim cinsinden bir analog çıktıya dönüştürülmektedir. Şekil 3-31, n bit bir DAC'nin şemasını göstermektedir.

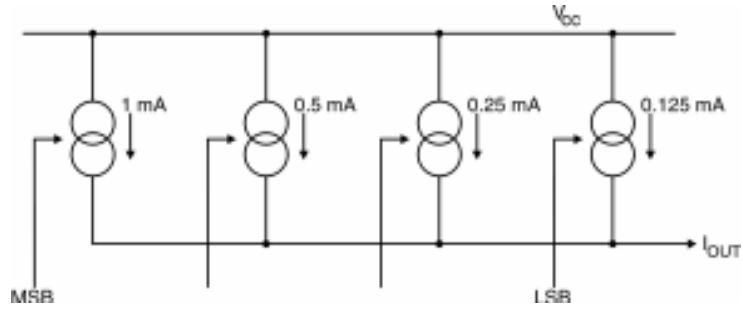


**Şekil 3.31**  
**n-Bit DAC**

ADC'nin önemli parametrelerinden biri dönüşüm zamanıdır - cihazın, dönüşümün başladığı zamandan kararlı bir nicelleştirilmiş değer elde etmesine kadar geçen gerekli süre. DAC için buna karşılık gelen parametre kararlılık süresidir - girdide görünen binari veriler ve çıktıdan elde edilen kararlı gerilim arasındaki gecikme.

### 3.6.1 Çarpım DAC'si

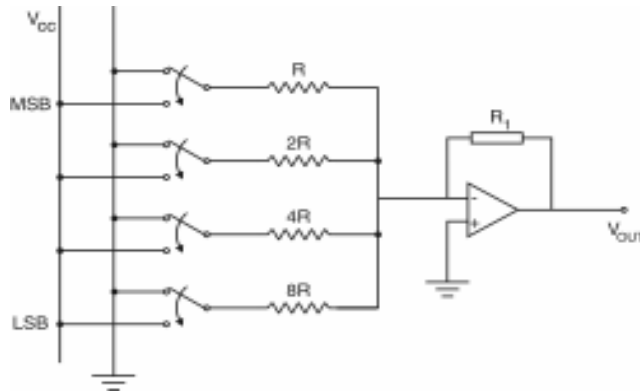
En yaygın DAC'ler, çarpım DAC'leridir. Bu cihazların çıktıları binari kodların ve akım kaynaklarının toplamı olduğundan cihazlara bu isim verilmektedir. İkili kodun her biti karşılık gelen akım kaynağını açık veya kapalı konuma getiri. Mevcut tüm akımların toplamı gerilim çıkısına dönüştürülebilir veya olduğu şekilde kalabilir. Şekil 3-32, bu türden bir akım kaynağı çarpım DAC'sini göstermektedir. Normal olarak akım kaynakları açık durumdadır ve kullanımda olmadığı zaman topraklanmaktadır.



**Şekil 3.32**  
**Akım Kaynağı Çarpım DAC'si**

Akım kaynakları yerine gerilim kaynakları kullanılabilir. Ölçeklendirilmiş direnç serilerine gerilim kaynağı uygulanmaktadır. Dirençlerin bir ucundaki gerilimler, Şekil 3-33'te görüldüğü gibi "on" durumuna veya "off" durumuna anahtarlanmaktadır. "On" gerilimler toplanmaktadır. Çıktı, giriş gerilimlerinin ağırlıklandırılmış toplamıyla orantılıdır. Bazı cihazların yapısında referans gerilimleri vardır. Diğerleri ise kullanıcının harici referans gerilimleri kullanmasına ve böylelikle çıktının doğruluğunu ayarlayabilmesine imkan sağlar.

Yaygın olarak kullanılan hemen bütün DAC'ler ZOH cihazları olduklarından, imaj reddetme filtreleri gereklidir. Dönüşüm paralel olarak yapıldığından, çarpım DAC'lerinin ayarlanma süreleri kısadır.



**Şekil 3.33**  
**Gerilim Kaynağı Çarpım DAC'si**

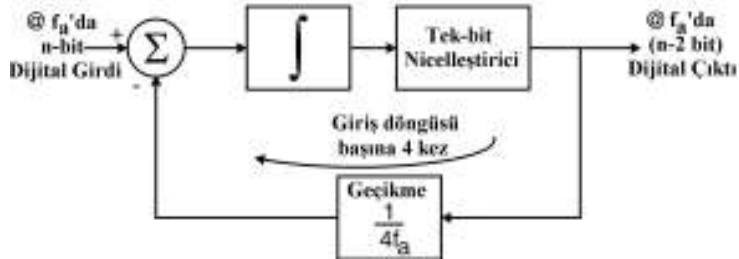
### 3.6.2 Bit Akımı DAC'si

Çarpım DAC'lerinin dezavantajı, en önemli bitin (MSB) çok kesin olması zorunluluğudur. Bu kesinliğin sağlanması, cihaz için belirtilen bütün sıcaklık aralıkları için gereklidir. Üstelik, bunun zaman içinde tutarlı olması zorunludur.

Bur 8-bit DAC için, MSB'nin  $2^8=256$  için bir parçada kesin olması gereklidir. 16-bit DAC'nin,  $2^{16}=65536$ 'da bir parça için kesin olması gereklidir. Aksi halde, önemi en düşük bitlerden biri yararsız duruma gelecek ve DAC'nin gerçek çözünürlüğü azalacaktır. Gerilim ve akım kaynaklarının bu kesinlik düzeyinde korunması kolay değildir.

Bu sorunun üstesinden gelinmesinin bir yolu bit akım dönüşüm tekniklerinin kullanılmasıdır. Kavram, sigma-delta ADC'lerindeki benzemektedir. Bit akımı DAC'lerinde, daha az sayıda nicelleştirme düzeyleri yerine önemli ölçüde yüksek örnekleme frekansı kullanılmaktadır.

Şekil 3-34, özel bir bit-akımı DAC'si için girişlerdeki aşırı örnekleme aşamasını göstermektedir. Bu kademedeki girdi  $f_a$  frekansı ile örneklenen n-bit dijital girdi, çıktı da  $4f_a$  frekansında örneklenen (n-2)-bit veri sıralamasıdır. Akım dijital girdisi ve dijital çıktısı arasındaki fark hesaplanmıştır. Entegratör dijitaldir ve basit şekilde, önceki değeri mevcut olana eklemektedir. En önemsiz iki çarpıcı bitin kırılması yoluyla, entegratörün çıktısı, (n-2)'ye nicelleştirilmiştir. Bu çözünürlük kaybı, çıktının geri beslenmesiyle ve bu işlemin her bir dijital girdi örneği için dört kez gerçekleştirilmesi gerçeğiyle dengelenmiştir.



**Şekil 3.34**  
**Bit Akımı DAC'si için Aşırı Örnekleme Aşaması**

Genel olarak, bir n-bit girdi ve q-bit nicelleştirici için aşırı örnekleme frekansının orijinal örnekleme oranının



$2^{n-2}$  katı olması gereklidir. Bazı pratik DAC'ler için bu aşırı örnekleme kademesinin çıktısı, girdi sinyalinin 1-bit temsilidir. Zamana karşı ve birleştirilmiş örnekleme noktalarıyla çizilmesi durumunda, Şekil 3-35'de görüldüğü gibi bu bit akımı darbe yoğunluğu modülasyonlu (PDM dalga biçimiyle eşdeğerdir. Bu bit akımı daha sonra 1-bit DAC'ye dönüştürülür ve daha sonra da alçak geçiren filtrelemeye tabi tutulur.

Orijinal dijital sinyalin az sayıdaki düzeylerde yeniden nicelleştirilebilmesi gerçeği nedeniyle, bazı durumlarda çıktılar doğru olmayan değerlerde "sıkışmış" duruma gelebilmektedir. Aynı girdi değerinin uzun kuyruklar oluşturduğu durumlarda bu olgu daha sık ortaya çıkabilmektedir. Bu "asılı durum" girdi değerinde bir sonraki değişimin ortaya çıkışına kadar ısrarla kalacaktır. Bu "asılı durum"un sonucu, çıktının girdi değerinden oldukça farklı bir DC (veya ortalama) değere sahip olabilmesidir.



Şekil 3.35

#### **Darbe Yoğunluğuyla Modüle Edilmiş Dalga Biçimi**

Bu sorunun üstesinden gelebilmek için, bir hareketlendirme sinyali eklenebilir. Hareketlendirmenin etkisi, Bölüm 2.3.4'te incelenmiştir. Bu durumda, hareketlendirme herhangi bir değer için uzun sıralanmalar oluşturması ihtimalini azaltır.

Bit akımı tekniğiyle karşılaşılan bir diğer sorun, yüksek aşırı örnekleme frekansıdır. Örneğin, CD kalitesinde bir sesi bir bite yeniden örnekleme istiyorsak, bu durumda  $2^{16} \times 4.1 \times 10^3$  (yaklaşık 3 GHz) frekansa ihtiyacımız vardır. Bu çok yüksek bir örnekleme frekansısıdır ve mevcut silikon teknolojisini kullanarak uygulanması güçtür. Bu durumlarda, 1-bit DAC

kullanılması pratik değildir. Nihai olarak dizayn örnekleme hızı ve DAC için gerekli bit sayısı arasında uzlaşma anlamındadır.

### **Daha İleri Çalışmalar İçin**

Örnekleme ve veri dönüşümü kapsamlı bir konudur. Burada ancak temel ilkeleri ele alabilmekteyiz. Analogtan dijital ve dijitalden analoga veri dönüşümü tekniklerini ayrıntılı olarak anlatan son derece iyi kitaplar vardır. Bunların ikisi aşağıda verilmiştir:

D.H. Sheingold (ed.). *Analog-Digital Conversion Handbook*, 3rd edition. Prentice-Hall, 1986.

G.B. Clayton. *Data Converters*. Wiley, 1982.

Burada alçak geçişli sinyallerden örneklemeyi inceledik. Minimum örnekleme frekansı sinyalin bant genişliğinin en az iki katıdır. Örnekleme gereken sinyal bir bant geçişli sinyalse, bu durumda, düşük frekans bileşenlerini birçoğu yararsız olduğundan, normal olarak sinyalin en yüksek frekans bileşeninin iki katı frekansta örnekleme yapmayız. Bu da bant geçişli örnekleme başlığına yer verilmesine neden olmaktadır. Bant geçişli örnekleme, taşıyıcı modülasyonlu iletişim sistemlerindeki uygulamalar için özel bir önem taşımaktadır. Sonuçlara ilişkin araştırmalar aşağıdaki makalede bulunabilir:

R.G. Vaughan and N.L. Scott, "*The Theory of Bandpass Sampling*", IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 39, no. 9, September 1991, pp. 1973-1983.

Hareketlendirme konusunu daha ayrıntılı olarak anlamak isteyenler için aşağıdaki iki makale önerilmektedir:

I. Schuchman, "*Dither Signals and Their Effect on Quantization Noise*", IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-12, pp. 162-165, 1964.

S.P. Lipshitz, R.A. Wannamaker and J. Vanderkooy, "*Quantization and Dither: A Theoretical Survey*", Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 40, 1992.

Türkçe olarak Bileşim Yayınları tarafından yayınlanan “*Newnes Analog ve Dijital Filtre Tasarımı*”, S.Winder, okuyabilirsiniz

### **İrtibat Kurulabilecek İmalatçılar**

Birçok yarıiletken üreticisi, değişik tiplerde ADC ve DAC üretmektedir. İlgili veri kitaplarında ve üreticilerin Web sitelerinden ürün bilgileri elde edilebilmektedir. Bunlar genellikle yerel dağıtıcılardan da elde edilebilmektedir.

1. Analog Devices, Inc. <http://www.analog.com>
2. Motorola, Inc. <http://www.motorola.com>
3. National Semiconductors, Inc. <http://www.natsemi.com>
4. Texas Instruments, Inc. <http://www.ti.com>

## Ek A

### Terimler Sözlüğü

<b>10BASE2</b>	İnce koaksiyel kabloda (RG58/AU) IEEE802.3 (veya Ethernet) uygulaması.
<b>10BASE5</b>	Kalın koaksiyel kablo üzerinde IEEE802.3 (veya Ethernet) uygulaması.
<b>10BASET</b>	Yalıtılmamış 22 AWG çiftli burkulmuş kablo IEEE802.3 (veya Ethernet) uygulaması.
<b>A/D Conversion Time</b> (A/D Dönüşüm Zamanı)	Bir analog sinyalin bir dijital değere dönüştürülmesi için panelde ihtiyaç duyulan sürenin uzunluğudur. Teorik maksimum hız (dönüşüm sayısı/saniye) bu değer tersidir. Hız/Tipik Çıktı maddesine bakın.
<b>A/D</b>	Analog Dijital dönüşümü
<b>Absolute Addressing</b> (Tam Adresleme)	Verilerin hem komutlarını hem konumlarını (adreslerini) içeren adresleme yöntemi.
<b>Accuracy</b> (Kesinlik)	Anlatılan veya gösterilen değerlerin ideal ölçülmüş değere yakınlığı.
<b>ACK</b>	Onaylamak (ASCII - Control F).
<b>Acknowledge</b> (Onaylamak)	Alıcı cihaz tarafından, iletilen verileri okumuş olduğunu göstermek üzere kullanılan el sıkışma hattı veya protokol kodu.
<b>Active Device</b> (Aktif Cihaz)	Bir devre için güç sağlayabilen cihaz.
<b>Active Filter</b> (Aktif Filtre)	Aktif devre cihazlarının (genellikle amplifikatörlerin), ideal filtrelere pasif filtrelerden daha iyi yanıt veren özelliklere sahip pasif devre elemanlarıyla (dirençler ve kapasitörler) birleşimi.
<b>Actuator</b> (Aktüatör/Çalıştırıcı)	Proses parametresini modüle etmek (veya değiştirmek) için kullanılan kontrol elemanı veya cihaz.
<b>Address</b> (Adres)	Verilerin konumu veya tek bir iletişim hattı üzerindeki her bir cihazın kendi mesajına tepki göstermesine izin veren bir çevre cihazının kimliği için normal olarak tek bir tasarımcı.
<b>Address Register</b> (Adres Kaydı)	Talimatla çağrılan veri gruplarını içeren konumların adresini bulunduran kayıt grubu.
<b>AFC</b>	Automatic Frequency Control. Otomatik Frekans Kontrolü. Bir radyo alıcısındaki, filtrelerin ve demodülatörlerin geçiş bandındaki

---

	taşıyıcı frekansını otomatik olarak tutan devre.
<b>AGC</b>	Automatic Gain Control. Otomatik Kazanç Kontrolü. Bir radyoda, taşıyıcı kazancını uygun düzeyde tutan devre.
<b>Algorithm</b> (Algoritma)	Bir bilgisayar programının yazılabilmesi için temel olarak kullanılabilir. Bir problemin çözümü için aşamaların sınırlı sayısı ile oluşturulmuş bir kurallar bütünüdür.
<b>Alias Frequency</b> (Örtüşme Frekansları)	Yetersiz örnekleme hızı (orijinal verilerin maksimum frekansının iki katından daha düşük) gerçekleştiğinde orijinal verilerden yeniden oluşturulan verilerde görülen yapay düşük frekans.
<b>ALU</b>	Arithmetic Logic Unit'e bakın.
<b>Amplitude Modulation</b> (Dalga Boyu Modülasyonu)	(AM ve ASK olarak da gönderme yapılan) ve verilerin anahtarlanmış telefon şebekesi gibi bir analog şebekeden iletilmesine izin vermek amacıyla kullanılan modülasyon tekniği. Tek bir frekansın (taşıyıcı) dalga boyu değiştirilir veya biri binari 0 biri binari 1'e karşılık gelen iki düzey arasında modüle edilir.
<b>Analog</b> (Analog)	Bilgi değerlerinin değişken ve sürekli dalgalar biçiminde temsil edildiği sürekli gerçek zaman olgusu.
<b>Analog Input Board</b> (Analog Girdi Paneli)	Gelen analog sinyalleri dijital değerlere dönüştüren Baskılı Devre Paneli.
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute. ABD'de ana standartların gerçekleştirilmesini sağlayan kurum.
<b>Apogee</b> (Yeröte)	Eliptik bir yörüngede yerden en uzakta olduğu varsayılan nokta.
<b>Appletalk</b> (Appletalk)	Apple Computer tarafından, Macintosh standardındaki bilgisayarların ve (Lazer Yazıcı basım cihazlarını da içeren) çevre cihazlarının bağlantılarının sağlanması amacıyla kullanılan tescilli bir bilgisayar şebekelendirme standardı.
<b>Application Program</b> (Uygulama Programı)	Örgüt yönetiminin karşı karşıya kaldığı spesifik problemlerin çözümü amacıyla yazılan talimatlar serisi. Bu programlar normal olarak yüksek düzey bir dille yazılmakta ve çalışma sisteminin kaynaklarına ve mevcut görevlerini yerine getirmede bilgisayar donanımına bakmaktadır.
<b>Application Layer</b> (Uygulama Düzeyi)	Bütün kullanıcı veya uygulama programlarını içeren yedi düzeyli ISO/OSI Referans

---

	Modelinin en yüksek düzeyi.
<b>Arithmetic Logic Unit</b> (Aritmetik Mantık Birimi)	Toplama, çarpma, çıkarma, bölme ve tersini alma, AND, OR, NAND veya NOR gibi matematik işlevleri gerçekleştiren işletim sistemlerinin elemanları.
<b>ARP</b>	Address Resolution Protocol. Adres Çözme Protokolü. Ethernet'le kullanım için TCP/IP tarafından ihtiyaç duyulan IP adresinin Ethernet adresine gönderen Veri İletim Protokolü/İnternet Protokolü (TCP/IP) işlemi.
<b>ARQ</b>	Automatic Request for Transmission. Otomatik Yeniden Gönderme. Orijinal olarak alınan mesajda hatalar belirlenmesi nedeniyle alıcı tarafından bir bloğun veya çerçevenin yeniden iletilmesi için yapılan istek.
<b>AS</b>	Avustralya Standardı.
<b>ASCII</b>	American Standard Code for Information Interchange. Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standardı. Alfanümerik karakterlerin 7 veya 8 binari bite kodlanması için evrensel standart. ANSI tarafından farklı bilgisayar sistemleri arasındaki tutarlılığın sağlanması amacıyla tasarlanmıştır.
<b>ASIC</b>	Application Specific Integrated Circuit.
<b>ASK</b>	Amplitude Shift Keying. Dalga Boyu Modülasyonu'na bakın.
<b>ASN.1</b>	Abstract Syntax Notation One. Soyut Sentaks Notasyon Bir. Özel protokol varlıklarıyla ilintili protokol verilerinin yapısının tanımlanması amacıyla kullanılan sentaks.
<b>Asynchronous</b> (Asenkronik)	Karakterlerin rasgele, senkronik olmayan bir şekilde, asenkronik zamanlarda iletebileceği ve iletilen karakterler arasındaki zaman aralıklarının değişik uzunluklarda olabileceği iletişim. İletişim, her karakterin başındaki ve sonundaki başlangıç ve duruş bitleriyle kontrol edilir.
<b>Attenuation</b> (Zayıflama)	İki nokta arasında sinyal önemindeki veya gücündeki azalma.
<b>Attenuator</b> (Zayıflatıcı)	Sinyalin dalga boyunu (sinyale bozulmuş gibi istenmeyen herhangi bir karakteristik eklemeksizin) azaltan pasif ağ.
<b>AUI CABLE</b>	Attachment Unit Interface Cable. (Bağlantı Birimi Arayüzey Kablosu). Bazen, terminalleri alıcı verici birimine bağlayan bağlantı kablosu

---

	olarak adlandırılmaktadır.
<b>Auto Tracking Antenna</b> (Taşıt İzleme Anteni)	(Uzaktan ölçülen taşıt gibi) hareket eden iletim cihazıyla eşzamanlı olarak hareket eden alıcı anten.
<b>Autoranging</b> (Otomatik Erişim Belirleme)	Otomatik erişim belirleme paneli, gelen sinyali izlemek ve önceden gelen sinyaller bazında uygun kazanç düzeyini otomatik olarak seçmek üzere ayarlanabilir.
<b>AWG</b>	American Wire Gauge. Amerikan Tel Kalınlığı.
<b>Background Program</b> (Arkaplan programı)	Daha yüksek öncelikli programlar tarafından sistem kolaylıklarına ihtiyaç duyulmadığı durumlarda kullanılacak uygulama programı.
<b>Backplane</b> (Arka Yüzey)	(I/O kartları, bellek kartları ve güç beslemeleri gibi) devre kartlarının bağlanabileceği soketler içeren panel.
<b>Balanced Circuit</b> (Dengelenmiş Devre)	Dengeli biçimde ayarlanmış devre.
<b>Band Pass Filter</b> (Bant Geçiren Filtre)	Yalnızca belirlenmiş sınırlar içindeki frekansların geçişine izin veren filtre. Bu sınırlar (veya bant) dışındaki bütün diğer frekansların gücü büyük ölçüde azaltılır.
<b>Band Reject</b> (Bant Reddetme)	Tanımlanmış bir frekans bandı dışındaki (hem yüksek hem daha düşük frekanslı) bütün sinyallerin geçişine izin verirken tanımlanmış frekansların geçişini reddeden devre.
<b>Bandwidth</b> (Bant Genişliği)	Hertz (saniyede salınım, Hz olarak kısaltılmıştır) cinsinden tanımlanan en yüksek ve en düşük frekanslar arasındaki farklılık olarak tanımlanan mevcut frekansların kapsamı.
<b>Bar Code Symbol</b> (Bar Kod Sembolü)	Nesnelerin tek kodla etiketlenebilmesi için tasarlanmış dikdörtgen şeklindeki değişik genişliklerdeki paralel çubuk ve boşluklar oluşturan düzenleme. Bar kod sembolü, başlangıçtaki bir sinyalsiz alan, bir başlangıç karakteri, bazı durumlarda bir kontrol karakteri, bir durdurma karakteri ve sondaki sessiz alanı kapsayan bir veya daha çok sayıda veri karakterleri içerir.
<b>Base Address</b> (Baz Adresi)	Referans noktası olarak hizmet veren bellek adresi. Diğer bütün noktalar, baz adresiyle ilişkisine göre bağlı konumu belirlenerek konumlandırılmıştır.
<b>Base Band</b> (Baz Bandı)	Baz Bandı operasyonu, verilerin bir iletim ortamından, yüksek frekans taşıyıcı bandında önceden modülasyon yapılmaksızın doğrudan

---

---

	iletimidir.
<b>Base Loading</b> (Baz Yükleme)	Elektrik uzunluğu modifiye etmek amacıyla dikey antenin dip ucunun yakınına yerleştirilmiş olan indüktans. Bu sistem, empedansların uyumunun sağlanmasına yardımcı olur.
<b>Baud</b> (Baud)	Saniye başına olgu sayısından (normal olarak saniye başına bit sayısından) türetilen sinyalleme hızı birimi. Ancak, her bir olayın kendisiyle ilintili birden çok bitin olması durumunda, baud hızı ve saniye başına bit sayısı eşit değildir.
<b>Baudot</b> (Baudot)	Beş bitin bir karakteri temsil ettiği veri iletim kodu. Altmış dört karakter temsil edilebilir.
<b>BCC</b>	Block Check Character (Blok Kontrol Karakteri). Bir kontrol karakteriyle hata kontrol planı; iyi bir örneği Blok Toplam Kontrolüdür.
<b>BCD</b>	Binary Coded Decimal (Binari Kodlanmış Onlu). Onlu rakamları binari kodla temsil etmek için kullanılan kod.
<b>BEL</b>	Bell (Kontrol-G için ASCII).
<b>BERT/BLERT</b>	Bit Error Rate/Block Error Rate Testing (Bit Hata Oranı/Blok Hata Hızı Testi). İletim hattı kalitesini belirlemek amacıyla, alınan veri örüntüsünü bilinen iletilmiş veri örüntüsüyle karşılaştıran bir hata kontrol tekniği.
<b>Bifilar</b> (Bifilar)	(Bobin şeklinde sarılmış iki paralel tel gibi) paralel olarak kullanılan iki iletken eleman.
<b>Binary Coded Decimal</b> (Binari Kodlanmış Onlu)	(BCD) Onlu rakamları binari kodla temsil etmek amacıyla kullanılan kod.
<b>BIOS</b>	Bilgisayarlar için genellikle belenim bazlı temel giriş/çıkış sistemleri. Bu program PC donanımıyla arayüzeyi yönetir ve Çalışan Yazılım'ı (OS) donanımın düşük düzeyli etkilerinden izole eder. Sonuç olarak, uygulama yazılımı, üzerinde çalıştığı donanımın özel spesifikasyonlarından daha bağımsız ve daha taşınabilir duruma gelir.
<b>Bipolar Range/Inputs</b> (Bipolar Sınır/Girişler)	Hem pozitif hem negatif değerleri içeren sinyal sınırı. Bipolar girişler hem pozitif hem negatif voltajları kabul edebilecek şekilde tasarlanmıştır. (Örnek: $\pm 5V$ ).
<b>Bisynchronous Transmission</b> (Bisenkronik İletim)	BSC maddesine bakın.

---



<b>Bit Stuffing with Zero Bit Insertion</b> (Sıfır Bit Eklemeyle Bit Dolgulaması)	Sadece binarilerden oluşmuş verilerin senkronik iletim hattından iletilmesini sağlamak için kullanılan teknik. Her mesaj bloğu (çerçeve) özel bit dizisi olan iki bayrak arasında kapsüllenmiştir. Bu durumda, mesaj verileri muhtemelen benzer sıralamalar içeriyorsa, gönderici tarafından veri akışına bir ek (sıfır) bit eklenir ve daha sonra bu alıcı cihaz tarafından uzaklaştırılır. Bu durumda, iletim yönteminin veri saydamlığı taşıdığı söylenir.
<b>BIT (Binary Digit)</b> (BIT) Binari Sayı)	“Binary Digit”ten türetilmiştir; binari sistemde bir veya sıfır koşullarından biridir.
<b>Bits &amp; Bytes</b> (Bit ve Bayt)	Bir bit, 0 veya 1 olan bir binari rakamdır. Bir bayt, bilginin her bir karakterini (metin veya sayılar) depolamak için ihtiyaç duyulan bellek miktarıdır. Bir bayt (veya karakter) için sekiz bit vardır ve bir kilobaytta (KB) 1024 bayt vardır. bir megabaytta (MB) 1024 kilobayt vardır.
<b>Block</b> (Blok)	Blok yapıları programlama dillerinde, programlama dillerinin bir bölümü veya program kodlamanın bir bölümü bir birim olarak ele alınır.
<b>Block Sum Check</b> (Blok Toplamı Kontrolü)	Veriler transfer edilirken ortaya çıkan hataların meydana çıkarılması için kullanılmaktadır. Bir çerçevedeki (blok) veya mesajdaki tek tek karakterlerin veya oktetlerin modülo 2 toplamı olan binari rakamlar kümesini (bits) içermektedir.
<b>BNC</b>	Bayonet tipi koaksiyel kablo.
<b>bps</b>	Saniyede bit. Veri iletim hızı birimi.
<b>Bridge</b> (Köprü)	Kendi şebeke adresi olmaksızın benzer alt şebekeleri bağlamakta kullanılan cihaz.
<b>Broad Bant</b> (Geniş Bant)	Ses niteliğindeki hatlardan daha büyük bant genişliği olan ve potansiyel olarak daha yüksek iletim hızları sağlayabilen iletişim kanalı.
<b>Broadcast</b> (Yayın)	Bir yanıt gerektirmeyen bütün cihazlarda kullanılması amaçlanan bir veriyolu üzerindeki mesaj.
<b>BS</b>	Geri alma (ASCII Control H).
<b>BS</b>	British Standard.
<b>BSC</b>	Bisynchronous Transmission (Bisenkron İletim). Endüstri standardı durumuna gelmiş olan (IBM tarafından yaratılmıştır) bir bit veya karakterlere yönlendirilmiş iletişim protokolü. bir veri iletişim sistemindeki istasyonlar arasındaki binari kodlu verilerin eş zamanlı

---

	iletimi için tanımlanmış kontrol karakterlerini kullanmaktadır.
<b>Bubble Memory</b> (Balon Bellek)	Verilerin, yarıiletken malzemeden yapılmış bir ince film üzerindeki manyetik alanlar olarak adlandırılan manyetize alanlarda temsil edildiği belleklerde saklanması yöntemini anlatmaktadır. Normal olarak, yüksek titreşimli, yüksek sıcaklıklı veya başka şekilde sert endüstriyel ortamlarda kullanılmaktadır.
<b>Buffer</b> (Tampon)	İki cihaz arasında veri oranındaki veya veri akışındaki farkı dengelemek amacıyla kullanılan aradaki geçici depolama cihazıdır (bir bilgisayarın ve yazıcının arayüzeyi için bekletici olarak adlandırılmaktadır.).
<b>Burst Mode</b> (Patlama Modu)	Bir fiziksel sinyal sürülürken veri adresinin sırt sırta veri sözcükleriyle izlenerek gönderildiği yüksek hızlı veri transferi.
<b>Bus</b> (Veriyolu)	Sinyallerin, verilerin veya gücün iletimi amacıyla bir veya daha çok iletkeni bulunan, birçok cihaz tarafından paylaşılan veri yolu.
<b>Byte</b> (Bayt)	Birleştirilmiş sekiz bilgi bitine gönderme yapan terim; bazen "karakter" olarak adlandırılmaktadır.
<b>Cache Memory</b> (Kaşe Bellek)	CPU'nun veri isteklerini hızlandırmak amacıyla CPU ve daha yavaş olan ana bellek arasında çalışmaya uygun hızlı bir tampon bellek.
<b>Capacitance (Mutual)</b> (Kapasitans (Karşılıklı))	İki iletkenle, toprağa kısa devre yapılmış yalıtımı da içeren diğer bütün iletkenler arasındaki kapasitans.
<b>Capacitance</b> (Kapasitans)	Elektriksel olarak ayrılmış şarjların Farklı potansiyelli iki levha arasında depolanması. Değeri, levhaların yüzey alanlarıyla doğru orantılı, levhalar arasındaki mesafeyle ters orantılıdır.
<b>Cascade</b> (Kaskat)	Birinin çıktısının bir sonrakinin girdisine beslendiği iki veya daha çok elektrik devresi.
<b>Cassegrain Antenna</b> (Cassegrain Anteni)	Parabolün odağına konumlandırılmış hiperbolik bir pasif yansıtıcısı olan parabolik anten.
<b>CCD</b>	Charge-Coupled Device (Şarja Takılı Aygıt) (kamera).
<b>CCIR</b>	Comité Consultatif Internationale des Radiocommunications.
<b>CCITT</b>	Consultative Committee International

---

---

	Telegraph and Telephone (Uluslararası Telgraf ve Telefon Danışma Komitesi). Dünya çapındaki standartları (örneğin, V.21, V.22, V.22bis) belirleyen uluslar arası kuruluş.
<b>Celular Polyethylene</b> (Havalı Polietilen)	Polietilen ortamındaki tek tek kapalı hücrelerden oluşan şişirilmiş veya "köpüklü" polietilen.
<b>CGA</b>	Color Graphics Adapter (Renkli Grafik Kartı). 320'ye 200 piksel ölçüsünde çözünürlük ve 16 renklilik bir palet sunan dijital sinyalleri kullanan bilgisayar standardı.
<b>Channel Selector</b> (Kanal Seçici)	Bir FM seçicide, cihazın kanallardan birini seçmesine ve ara taşıyıcının verileri alabilecek şekilde demodülasyonuna neden olan fişli modül.
<b>Character</b> (Karakter)	Bir mesajın içerdiği harf, rakam, noktalama, kontrol figürü veya diğer başka semboller.
<b>Characteristic Impedance</b> (Karakteristik Empedans)	Herhangi bir uzunluktaki iletim hattının çıkış terminaline bağlandığında, hattın sonsuz uzunlukta görünmesini sağlayan empedans. Üzerinde duran dalga bulunmayan iletim hattı boyunca her noktada gerilimin akıma oranı.
<b>Clock</b> (Saat)	Bir PC'de eşzamanlı veri transferi veya CPU operasyonu gibi elektronik olayların sıralanması amacıyla kullanılan zamanlama sinyallerinin kaynağı.
<b>Clock Pulse</b> (Saat Darbesi)	8254 zamanlayıcı/sayaç'ın saat girdisine uygulanan türden (sırasıyla) yükselen kenar daha sonrada düşen kenar.
<b>Clock</b> (Saat)	Senkronik veri transferi gibi elektronik olayların sıralanması amacıyla kullanılan zamanlama sinyallerinin kaynağı veya kaynakları.
<b>Closed Loop</b> (Kapalı Döngü)	Sinyal, sinyal için geri besleme şebekesi ve toplama noktası için ileri yön de içeren işaret hattı.
<b>CMRR</b>	Common Mode Rejection Ratio (Ortak Mod Zayıflaması Oranı). Veri toplama panelinin, uçların ortak olarak nelere sahip olduğunu göz önünde bulundurmaksızın, yalnızca dönüştürücünün uçları arasındaki gerilim farklılığını ölçme yeteneği.
<b>CMV</b>	Common Mode Voltage (Ortak Mod Gerilimi).
<b>CNR</b>	Carrier to Noise Ratio (Taşıyıcı Gürültü Oranı). Modüle edilmiş sinyalin kalitesinin göstergesi.
<b>Cold-junction Compensation</b>	Termik uç ölçümleri, bağlanmış ara yüzey termik uçlarıyla kolayca etkilenebilir. Soğuk

---

---

(Soğuk Bağlantı Dengelemesi)	bağlantılı dengeleme devresi bileşenleri, dönüşüm sürecinde karşılaşılan hataları dengeler.
<b>Collector</b> (Kolektör)	Bazı kontrol kaynağı, transmitteri kontrol çıktısı gibi olan transistörde gerilim kaynağı.
<b>Collision</b> (Çarpışma)	İki veya daha çok LAN düğümünün aynı zamanda iletimde bulunduğu durum.
<b>Common Carrier</b> (Ortak Taşıyıcı)	Genel kamuya iletişim hizmetlerini sağlayan özel veri iletişim yardımcı grubu.
<b>Common Mode Signal</b> (Ortak Mod Sinyali)	Dengelenmiş bir devreye uygulanan fark sinyalinin iki bölümünün ortak gerilimi.
<b>Commutator</b> (Komütatör)	Yineleyen ardışık anahtarlama yoluyla zaman bölümü çoğullamasını etkilemek amacıyla kullanılan cihaz.
<b>Compiler</b> (Derleyici)	Yüksek düzeyli kaynak kodlarını (BASIC gibi) CPU için uygun makine koduyla işlenebilir şekle dönüştürmek amacıyla kullanılan program.
<b>Composite Link</b> (Kompozit Bağlantı)	Çoğullayıcı veya yoğunlaştırıcı çiftlerini; çoğullanmış veri taşıyan devreleri bağlayan hat veya devre.
<b>Composite</b> (Kompozit)	Video ürünleri için gerekli bütün yoğunluk, renk ve zamanlama bilgilerini içeren video sinyali.
<b>Conical Scan Antenna</b> (Konik Taramalı Anten)	Işının, koni oluşturacak biçimde dairesel bir yolla hareket ettirileceği otomatik izleme anteni sistemi.
<b>Contention</b> (Yarış Konumu)	Çoklu terminallerin ilk gelişlerinde yarışmalarına izin veren, daha az sayıdaki bilgisayar girişleri için ilk hizmet gören baz olan numara çevirme şebekesi veya veri PABX'i tarafından sağlanan kolaylık.
<b>Control System</b> (Kontrol Sistemi)	Orijinal olarak ölçülmüş değerlerin istenen değerlerine erişebilmek amacıyla sistemdeki değişik parametrelerin ayarlanması konusunda kararları verebilmek amacıyla kullanıldığı ölçülmüş değerler serisinden oluşmuş sistem.
<b>Convolution</b> (Bükülme)	Her bir pikselin pikselleri en yakın komşularıyla gruplandırılan ve değerini bu duruma göre hesaplayan bir matematiksel işleme tabi kaldığı bir imaj zenginleştirme tekniği.
<b>Correlator</b> (Düzeltilici)	İki sinyali karşılaştıran ve iki sinyal arasındaki benzerliği gösteren cihaz.
<b>Counter/Timer</b>	Yerleşik sayaç/zamanlayıcı devreleri,

<b>Trigger</b> (Sayaç/Zamanlayıcı Tetiği)	kullanıcının seçebileceği bir hızla ve belirli bir zaman aralığı için veri toplamayı tetiklemek amacıyla ayarlanabilir.
<b>Counter Data Register</b> (Sayaç Veri Yazmacı)	Okuma işlemleri için ayacın çıkış mandalındaki iki bitten birine ve yazma işlemleri için sayaç yazmacına karşılık gelen (8254 yonga) zamanlayıcı/sayaçın 8-bit yazmacı.
<b>CPU</b>	Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi).
<b>CR</b>	Carriage Return (Yazıcı Güdüm Komutu) (ASCII control-M).
<b>CRC</b>	Cyclic Redundancy Check (Çevrimsel Hata Kontrolü). Transmitterdeki mesaj çerçevesinde ve çerçeveye eklenmiş alanda bulunanlar bazında polinom algoritmayı kullanan hata kontrol mekanizması. Alıcıda, daha sonra bu alıcı tarafından gerçekleştirilen hesaplamaların sonuçlarıyla karşılaştırılır. Ayrıca CRC-16 olarak da adlandırılmaktadır.
<b>Cross Talk</b> (Çapraz Girişim)	İletişim kanalından gelen sinyalin ilgili kanalın sinyalleriyle girişim yaptığı durum.
<b>Crossed Pinning</b> (Çaprazlanmış Bağlama)	iki DTE ve DCE cihazının iletişim kurabilmesini sağlayabilen bağlantı düzenlemesi. Bu yaklaşım temel olarak iki cihazdaki bacak 2'nin bacak 3'e bağlanmasıyla sağlanır.
<b>Crossover</b> (Atlama)	İletişimde, kablo içinden geçen ve her bir uçta farklı numaralı bir pine bağlanan iletken.
<b>Crosstalk</b> (Çapraz Girişim)	İletişim kanalından sinyallerin ilgili kanalların sinyalleriyle girişimde bulunduğu durum.
<b>CSMA/CD</b>	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (Taşıyıcıyı Dinleyen Çoklu Erişim/Çarpışmayı Sezen). İki cihaz bir yerel alan şebekesinde aynı zamanda iletimde bulunduğu anda, her ikisi de iletişimi keser ve çarpışmanın olduğu yolunda sinyal üretirler. Daha sonra ikisi de belirsiz bir süre boyunca bekledikten sonra yeniden deneme yapar.
<b>Current Sink</b> (Akım Batığı)	Dijital çıktı sinyalleri için plaketin sağlayabileceği akım miktarıdır. 10-12 mA veya daha yüksek akım düşüşü kapasitesiyle paneller röleleri açık veya kapalı duruma getirebilirler. 10-12 mA altında düşüş kapasitesi olan dijital I/O plaketler donanımın güç rölesinin anahtarlanması için değil yalnızca veri transferi için tasarlanmıştır.

<b>Current Loop</b> (Akım Döngüsü)	Verilerin standart RS-232C voltaj yönteminde olduğundan daha yüksek gürültü korunma düzeyiyle daha uzun mesafelere taşınmasına izin veren iletişim yöntemi. İşaret (binari sayı sisteminde 1) akımla, boşluk (binari sayı sisteminde 0) ise akımın bulunmamasıyla temsil edilmektedir.
<b>Curret Inputs</b> (Akım Girişleri)	Analog akım düzeylerini gerilime dönüştürmeksizin doğrudan kabul edebilecek akım girdileri için tasarlanmış paneller.
<b>D/A</b>	Digital to Analog (Dijitalden Analoga).
<b>DAS</b>	Data Acquisition System (Veri Edinim Sistemi).
<b>Data Integrity</b> (Veri Bütünlüğü)	Belirlenmemiş hataların oranı bazında performans ölçüsü.
<b>Data Reduction</b> (Veri İndirgeme)	Temel parametrelerin bazı istatistik özelliklerini özetlemek amacıyla verilerin büyük bir miktarının analiz edilmesi süreci.
<b>Data Link Layer</b> (Veri Bağlantısı Katmanı)	Açık sistemler arabağlaşımı için ISO Referans Modeli'nde düzey 2'ye karşılık gelmektedir. Verilerin kullanılmakta olan veri bağlantısından güvenilir transferiyle (kalan iletim hataları olmaksızın) ilgilidir.
<b>Datagram</b> (Datagram/Datagraf)	Paket anahtarlamalı veri ağında sunulan bir hizmet şekli. Datagram, minimum protokol destekli şebekeyle gönderilmiş bilgi paketinin özerk paketidir.
<b>dB<sub>i</sub></b>	İzotropik bir vericinin kazancıyla karşılaştırıldığında antenin kazancını temsil etmek amacıyla kullanılan birim.
<b>dB<sub>m</sub></b>	1-mW referansla karşılaştırılan sinyal düzeyi.
<b>dB<sub>mV</sub></b>	1-mW referansla karşılaştırılan sinyal genliği.
<b>dB<sub>W</sub></b>	1-mW referansla karşılaştırılan sinyal genliği.
<b>DCE</b>	Data Communication Equipment (Veri İletişim Cihazı). Veri iletişim bağlantısını kurmak, sürdürmek ve sona için gerekli fonksiyonları sağlamak için gerekli cihazlar. Normal olarak modem kastedilmektedir.
<b>Decibel</b> (Desibel)	$dB = 20 \log_{10} V_1/V_2$ durumunda iki sinyal düzeyi oranının logaritmik olarak ölçülmesi. Oran olduğundan bir ölçüm birimi yoktur.
<b>Decibel (dB)</b> (Desibel (dB))	$dB = 20 \log_{10} V_1/V_2$ veya $dB = 20 \log_{10} P_1/P_2$ olduğu durumlar için ve V gerilimi, P gücü gösterirken iki sinyal düzeyi oranının logaritmik ölçümü, Herhangi bir ölçüm biriminin olmadığına dikkat ediniz.

---

<b>Decoder</b> (Kod Çözücü)	Sinyallerin birleşimini bu birleşimi temsil eden tek bir sinyale dönüştüren cihaz.
<b>Decommutator</b> (Dekomütatör)	Anahtarlanmış sinyallerin çözücülüğünü gerçekleştiren ekipman.
<b>Default</b> (Varsayılan)	Bir başkasının belirlenmemesi durumunda otomatik olarak atanan değer veya kurulma koşulu.
<b>Delay Distortion</b> (Gecikme Bozulması)	Sinyalin iletişim ortamı boyunca farklı üretim hızlarının olmasına neden olan frekans bileşenlerinin neden olduğu sinyal bozulması.
<b>DES</b>	Data Encryption Standard (Veri Şifreleme Standardı).
<b>Deviation</b> (Sapma)	Gerekli değerlerden uzaklaşma durumu.
<b>DFB</b>	Display Frame Buffer (Ekran Çerçevesi Arabelleği).
<b>Diagnostic Program</b> (Tanımlayıcı Program)	PC'yle ilgili donanım ve aygıt yazılım arızalarını belirlemek amacıyla kullanılan kullanım programı.
<b>Dielectric Constant (E)</b> (Dielektrik Sabiti (E))	Araştırılan malzeme kullanılarak elde edilen kapasitansın malzeme havayla değiştirildiğinde ortaya çıkan kapasitans değerine oranı.
<b>Differential</b> (Diferansiyel)	Kanal sayıları maddesine bakın.
<b>Digital</b> (Dijital)	Tanımlı durumları (normal olarak iki) olan sinyal.
<b>Digitise</b> (Dijitleştirme)	Analog sinyalin dijital sinyale dönüştürülmesi.
<b>DIN</b>	Deutsches Institut Fur Normierung.
<b>DIP</b>	Entegre devrelere ve anahtarlara gönderme yapan hat yazılım paketindeki ikili durum için yapılan gönderme.
<b>Diplexing</b> (Dupleks)	Ortak bir antenden aynı anda iki sinyalin alınmasını veya gönderilmesini sağlamak amacıyla kullanılan cihaz.
<b>Direct Memory Access</b> (Doğrudan Bellek Erişimi)	Bilgisayar belleği ve bilgisayar veriyolu üzerindeki cihaz arasında mikroişlemcinin aracılığı olmaksızın veri transfer tekniği. Ayrıca, DMA olarak da kısaltılmıştır.
<b>Discriminator</b> (Farklaştırıcı)	Analog veri üretmek amacıyla, frekans modülasyonu yapılmış taşıyıcıyı veya analog veri üretmek amacıyla kullanılan ara taşıyıcıyı demodüle etmek için kullanılan donanım cihazı.
<b>Dish Antenna</b>	Antenin kazancını artırmak amacıyla parabolik

---

---

(Çanak Anten)	çanağın yansıtıcı gibi davrandığı anten.
<b>Dish</b> (Çanak)	VHF veya daha yüksek frekanslarda kullanım amaçlı konkav anten yansıtıcısı.
<b>Diversity Reception</b> (Alış Çeşitlemesi)	Sinyal kalitesini iyileştirmek amacıyla, bilgiyi transfer etmek için iki farklı radyo sinyali kullanılarak iki veya daha çok sayıda farklı antenlere bağlanmış olan alıcılar.
<b>DLE</b>	Data Link Escape (Veri Bağı Değiştirme) (ASCII karakteri).
<b>DMA</b>	Direct Memory Access (Doğrudan Bellek Erişimi).
<b>DNA</b>	Distributed Network Architecture (Dağıtılmış Ağ Mimarisi).
<b>Doppler</b> (Doppler)	Gözlem cihazına göre hareketli olduğu sırada yayın yapan cihazın neden olduğu dalganın gözlenen frekansındaki değişiklik.
<b>Downlink</b> (Uydur yer Bağlantısı)	Uydudan yer istasyonuna bağlantı yolu.
<b>DPI</b>	Dots per Inch (İnç Başına Nokta Sayısı).
<b>DPLL</b>	Digital Phase Locked Loop (Sayısal Faz Kilitlenmiş Döngü).
<b>DR</b>	Dynamic Range (Dinamik Erim). Veri dönüştürücünün tam ölçekli durumunun (FSR) çözebileceği en küçük farka oranı. n'in bitlerdeki çözünürlüğü gösterdiği durumda DR = $2^n$ dir.
<b>DRAM</b>	Dynamic Random Access Memory (Dinamik Rasgele Erişilir Bellek). RAM maddesine bakın.
<b>Drift</b> (Kayma)	Belirli bir zaman periyodu içinde, tanımlanan giriş/çıkış koşullarından kademeli olarak uzaklaşma.
<b>Driver Software</b> (Sürücü Yazılımı)	Bir bilgisayarın yüksek düzeyli kodlama yapısı ve daha düşük düzeyli donanımı/bellenimi arasında arayüzey gibi davranan program.
<b>DSP</b>	Digital Signal Processing (Dijital Sinyal İşleme).
<b>DSR</b>	Data Set Ready (Veri Hazır Durumdadır). Terminalin iletim için hazır olduğunu gösteren RS-232 modem arayüzey kontrol sinyali.
<b>DTE</b>	Data Terminal Equipment (Veri Terminal Donatımı). Veri kaynağı, veri alıcısı veya her ikisi gibi davranan cihazlar.
<b>Dual-ported</b> (Çift Erişimli RAM)	Elde edilen verinin, veri toplama işleminin sürdüğü sırada yerleşik bellekten bilgisayara



---

	transfer edilmesine izin verir.
<b>Duplex</b> (Dupleks)	Aynı iletişim hattı üzerinden veri gönderme ve alma imkanı.
<b>Dynamic Range</b> (Dinamik Erim)	Bir sistemdeki aşırı yük veya maksimum ve minimum görülebilir sinyal düzeyi arasındaki desibel cinsinden fark.
<b>EBCDIC</b>	Extended Binary Code Decimal Interchange Code (Genişletilmiş İkiye Kodlanmış Onlu Sayı Değişim Kodu). Öncelikle IBM ekipmanlarında kullanılan 8-bit karakter kodu. Kod, 256 farklı bit örüntüsüne olanak tanır.
<b>EEPROM</b>	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (Elektrikle Silinebilir ve Salt Okunur Bellek). Bu bellek birimi EEPROM'a elektrik sinyali uygulanarak silinebilir ve daha sonra yeniden programlanabilir.
<b>EGA</b>	Enhanced Graphics Adapter (Geliştirilmiş Grafik Uyarlayıcı). 640 × 350 pikselin, 64 renkli bir paletin çözünürlüğünü ve aynı zaman içinde 16 renge kadar renk gösterme yeteneği sağlayan bilgisayar ekranı standardı.
<b>EIA</b>	Electronic Industries Association (Elektrik Sanayi Birliği). ABD'de ara yüzey ekipmanlarının elektrik ve fonksiyonel özellikleri üzerinde uzmanlaşmış bir organizasyon.
<b>EIA-232-C</b>	Seri ikili veri değişimini kullanan DTE ve DCE arasındaki arayüzey. Tipik maksimum spesifikasyonlar 19200 Baud'da 15 m'dir.
<b>EIA-423</b>	DTE ve DCE arasında, dengelenmemiş gerilim arayüzey devrelerinin elektrik özelliklerini kullanan arayüzey.
<b>EIA-449</b>	Seri ikili değişimi kullanan DTE ve DCE için genel amaçlı 37 pin ve 9 pinli arayüzey.
<b>EIA-485</b>	EIA'nın, dengelenmiş dijital çok noktalı sistemde kullanılan sürücü ve alıcıların elektrik özelliklerini belirten önerilen standardı.
<b>EIRP</b>	Effective Isotropic Radiated Power (Etketif İzotropik Radyasyon Gücü). Antenin kazancını belirlemek amacıyla izotropik ışınım kısmı kullanıldığında verici antenden ışınması gerçekleşen efektif güç.
<b>EISA</b>	Enhanced Industry Standard Architecture (Geliştirilmiş Endüstri Standartlı Mimari).
<b>EMI/RFI</b>	Electro-Magnetic Interference or Radio Frequency Interference (Elektro-Manyetik

---

---

	Girişim veya Radyasyon Frekansı Girişimi). Veri iletimini değiştirebilen veya bozabilen arkaplan gürültüsü.
<b>EMS</b>	Expanded Memory Specification (Genişletilmiş Bellek Spesifikasyonu).
<b>Emulation</b> (Emülasyon)	Programların uyumsuz sistemler arasında işletilmesini sağlayan yazılım veya donanım bileşimiyle gerçekleştirilen bilgisayar sistemi taklidi.
<b>Enabling</b> (Çalıştırmak)	Bir cihazın fonksiyonunun tanımlanmış bir sinyalle aktif duruma getirilmesi.
<b>Encoder</b> (Kodlayıcı)	Sinyalin optimum iletimini sağlamak amacıyla verili sinyali kodlu bileşime dönüştüren devre.
<b>ENQ</b>	Enquiry (Sorgulama). (ASCII Control-E).
<b>EOT</b>	End of Transmission (İletimin Sonu). (ASCII Control-D).
<b>EPROM</b>	Erasable Programmable Read Only Memory (Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellek). Ultraviyole ışık altında silinebilen ve yeniden programlanabilen, uçucu olmayan bellek.
<b>Equaliser</b> (Denkleştirici, Ekolayzer)	Alınan sinyalin eşit olmayan kazanç karakteristiklerini telafi eden cihaz.
<b>Error Rate</b> (Hata Oranı)	Bozulacak bitlerin ortalama sayısının veri bağlantısı veya sitem için transfer edilen bitlerin toplam sayısına oranı.
<b>Error</b> (Hata)	Ayar noktası ve ölçülen değer arasındaki fark.
<b>ESC</b>	Escape (İptal). (ASCII karakteri).
<b>ESD</b>	Electrostatic Discharge (Elektrostatik Deşarj).
<b>Ethernet</b>	CSMA/CD veriyolu erişim yöntemi bazında yaygın olarak kullanılan Local Area Network'ün (Yerel Alan Ağı) (LAN) adı (IEEE 802.3).
<b>ETX</b>	End of Text (Metin Sonu). (ASCII control-C).
<b>Even Parity</b> (Çift Eşlik)	Normal olarak her bir karakterin (ve parite bitinin) ON bitlerinde çift sayı olması gereken donanımlarda kullanılan veri doğrulama yöntemi.
<b>External Pulse Trigger</b> (Harici Darbe Tetiği)	A/D panellerin [:board] birçoğu, örneklemenin, harici bir kaynaktan gelen gerilim darbesiyle tetiklenmesine izin verir.
<b>Fan-in</b>	Mantık devre girişiyle sinyal hattına yerleştirilen yük.

---

---

(Giriş Yelpazesi)	
<b>Fan-out</b> (Çıkış Yelpazesi)	Mantık devre çıktısının sürücü gücünün ölçüsü.
<b>Farad</b> (Farad)	Bir kolombluk şarjın bir voltluk gerilim farklılığı yarattığı kapasitans birimi.
<b>FCC</b>	Federal Communications Commission (ABD).
<b>FCS</b>	Frame Check Sequence (Çerçeve Denetim Sözcüğü). Alıcının olası iletim hatalarını denetlemesi amacıyla kaynak tarafından iletilen çerçeve ve mesaja eklenen ek bitlere verilen genel terim.
<b>FDM</b>	Frequence Division Multiplexer (Frekans Bölüşümü Çoklayıcısı). Kullanılabilir iletim frekansı kapsamını her biri farklı bir kanal için kullanılan daha dar bantlar halinde bölen cihaz.
<b>Feedback</b> (Geribesleme)	Çıktı sinyalinin yükseltici devresinin girdisine geri beslenen bir bölümü.
<b>Field</b> (Alan)	312.5 satırdan oluşan (PAL için) video imajının () yarısı. Çerçeve içinde iki alan vardır. Saniyenin 1/25'inde her biri alternatif olarak gösterilmektedir.
<b>FIFO</b>	First in, First out (ilk giren ilk çıkar).
<b>Filled Cable</b> (Dolgu Kablo)	Kablo göbeğinin kablo boyunca nem girmesini veya dolaşmasını önleyecek bir malzemeye dolu olduğu telefon kablosu üretimi.
<b>FIP</b>	Factory Instrumentation Protocol (Fabrika Enstrümantasyon Protokolü).
<b>Firmware</b> (Bellenim)	Sürekli olarak PROM'da veya ROM'da veya yarı sürekli olarak EPROM'da depolanan bilgisayar programı veya yazılımı.
<b>Flame Retardancy</b> (Kışkırtma Gecikmesi)	Bir malzemenin, kışkırtma kaynağı bir kez uzaklaştırıldığında kışkırtma ortaya çıkarmama yeteneği.
<b>Floating</b> (Yüzer)	Toprak potansiyelinin üzerinde olan elektrik devresi.
<b>Flow Control</b> (Akış Kontrolü)	Cihazın tamponu kapasitesine eriştiğinde verilerin iki cihaz arasında veri kaybı olmaksızın aktarılmasını düzenlemek amacıyla kullanılan prosedür.
<b>Frame</b> (Çerçeve)	İki alanı kapsayan tam video imajı. PAL çerçevede toplam 625 (NTSC çerçevede toplam 525) satır vardır.
<b>Frame</b> (Çerçeve)	Bir veri hattı üzerinden transfer edilen bilgi birimi. Tipik olarak, hat yönetimi için iki

---

	kontrol çerçevesi ve mesaj verilerinin transferi için bilgi çerçeveleri vardır.
<b>Frame Grabber</b> (Çerçeve Sayısallaştırıcı)	Bilgisayar belleğindeki kamera çerçevelerini örnekleyen, dijitalleştiren ve depolayan imaj işleme çevre cihazı.
<b>Frequency Modulation</b> (Frekans Modülasyonu)	Verilerin, frekansın iki değer - biri binari '0' diğeri binari '1' - arasında değiştiği bir analog şebeki üzerinden taransfer edilmesini sağlayabilmek amacıyla kullanılan bir modülasyon tekniği (FM şeklinde kısaltılmıştır). Aynı zamanda Frequency Shift Keying (FSM) (Frekans Kaydırmalı Kiplenme) olarak da bilinmektedir.
<b>Frequency</b> (Frekans)	Saniyedeki çevrim sayısı anlamına gelmektedir.
<b>Frequency Domain</b> (Frekans Bölgesi)	Frekansa karşı elektrik miktarlarının gösterilmesi.
<b>Fringing</b> (Saçaklama)	Açık şekilde tanımlanmış çizgeler gerektiğinde, bir nesnenin veya karakterin zayıf renklerle istenmeyen şekilde sınırlandırılması.
<b>Full Duplex</b> (Tam Dupleks)	Aynı anda her iki yönde de birbirinden bağımsız iletişim (4 telde). Dupleks başlığına bakın.
<b>G</b>	Giga (metrik sistem öneki - $10^9$ ).
<b>Gain of Antenna</b> (Anten Kazancı)	Verili bir antenle referans olarak alınan bir izotropik antenin sinyal güçleri arasındaki farklılık.
<b>Gain</b> (Kazanç)	Amplifikasyon; geliş sinyaline uygulandığında, kazanç sinyal üzerinde, aksi halde kart tarafından kullanılmak açısından çok zayıf olan sinyallerin kullanımını sağlayan bir çarpım faktörü olarak davranmaktadır. Örneğin, 10 kazanç değerine ayarlandığında, +5 V aralığındaki bir kart +0.5 V'a (+500 mV) kadar ham giriş sinyallerini kullanabilir; 20 değerindeki bir kazançla, bu sınırlar +250 mV'a kadar genişleyebilir.
<b>Gateway</b> (Geçit Yolu)	Farklı protokollerin çevirisini yapan iki farklı şebekenin birleştirilmesini sağlayan cihaz.
<b>Genlock</b> (Genlock)	Bütün sinyallerin birbirleriyle uygun veya birbirleriyle ilintili olacağını garanti eder, bir video sinyalini, ana referansa senkronize etme sürecidir.
<b>Geostationary</b> (Yerdurağan)	Uydunun ekvator üzerinde sabit bir konumda kalmasını sağlayan özel dünya yörüngesi.

---

---

<b>Geosynchronous</b> (Eşzamanlı Uydu)	Bir uydunun dönmesi için gerekli sürenin bir yıldız gününün integral bir bölümüne eşit olduğu herhangi bir dünya yörüngesi
<b>GPIB</b>	General Purpose Interface Bus (Genel Amaçlı Arayüzey Veriyolu). paralel veri iletişimi için kullanılan arayüzey standardı; genellikle elektronik cihazların bir bilgisayardan kontrol edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca IMMM-488 standardı olarak da adlandırılmaktadır.
<b>Graphics Mode</b> (Grafik Modu)	Grafik modunda, gösterim ekranındaki her bir piksel adreslenir durumdadır ve her bir pikselin yatay (veya X) veya dikey (veya Y) bir koordinatı vardır.
<b>Grey Scale</b> (Gri Ölçeği)	İmge işlemede, erişilebilir gri düzeylerin erimi. 8-bit bir sistemde gri ölçek 0'dan 255'e kadar değerler barındırmaktadır.
<b>Ground</b> (Topraklama)	Toprakla aynı potansiyeli taşıyan elektrik olarak nötral devre. Aynı zamanda, güvenliğin sağlanması amacıyla güdüldüğü elektrik sistemlerinde referans noktasını oluşturmaktadır.
<b>Half Duplex</b> (Yarı Dupleks)	Her iki yönde ancak aynı anda yapılmayan iletim.
<b>Half Power Point</b> (Yarı Güç Noktası)	Frekansa karşı güç çiziminde, maksimum gücün yarısı noktasındaki güç düzeyidir (ayrıca, 3dB noktası olarak da adlandırılmaktadır).
<b>Hamming Distance</b> (Hamming Uzaklığı)	Hata ölçümündeki etkinliğin bir ölçümü. Hamming uzaklığı (HD) indeksi yükseldikçe, veri iletimi daha güvenli duruma gelmiş demektir.
<b>Handshake Lines</b> (Elsıkışma Hattı)	İki farklı cihazın asenkronik donanım kontrolü altında veri değişmesini sağlayan özel sinyaller.
<b>Handshaking</b> (Elsıkışma)	Bir bağlantı kurmuş olan iki cihaz arasında önceden belirlenmiş sinyallerin değişimi.
<b>Harmonic</b> (Harmonik)	Frekans temel bir frekansın bir tam sayıyla çarpımı olan periyodik miktarda bir salınım. Temel frekans ve harmonikler, birlikte orijinal dalga formunun Fourier serisini oluşturur.
<b>Harmonic Distortion</b> (Harmonik Distorsiyon)	İstene sinyalde harmoniklerinin bulunmasının neden olduğu distorsiyon.
<b>HDLC</b>	High Level Data Link Control (Üst Düzey Veri Bağlantı Kontrolü). ISO tarafından veri değişimini noktadan noktaya vere bağlantısını

---

---

	veya çok prizli veri bağlantısını kontrol etmek amacıyla tanımlanan uluslararası standart iletişim protokolü.
<b>Hertz (Hz)</b>	Frekans birimi olarak saniyede titreşim sayısının yerini alan terim.
<b>Hex</b>	(Hexadecimal) Hegzadesimal/Onaltılık
<b>Hexadecimal Number</b> (Hegzadesimal Sayı)	Mikroişlemci sistemleri tarafından yaygın olarak kullanılan 16 bazlı sayı sistemi.
<b>HF</b>	Yüksek Frekans
<b>High Pass (Yükseğe Geçirgen)</b>	Genellikle, frekansı belirlenenin üzerinde olan sinyallerin geçişine izin veren ancak frekansı belirlenenin altında olan sinyalleri zayıflatan filtreler gönderme yapmaktadır.
<b>High Pass Filter</b> (Yüksek Geçirgenlikli Filtre)	HPF maddesine bakın.
<b>Histogram</b> (Histogram)	Frekans gibi dağılım fonksiyonunun, genişlikleri gözlenen verilerin eriminin bölündüğü aralıkları, yükseklikleri her bir aralıkta gerçekleşen gözlemlerin sayısını temsil eden dikdörtgenlerle grafik gösterimi.
<b>Horn (Boynuz)</b>	Orta düzeyde kazançlı geniş huzme genişlikli anten.
<b>Host (Konuk)</b>	Normal olarak, bilgisayarı veri iletişim ağına bağlamak için gerekli iletişim donanımına ve yazılımına sahip (elinde bulunduran) kullanıcıya ait bilgisayar.
<b>HPF</b>	High-Pass Filtre (Yüksek Geçirgenlikli Filtre). (Sıfırdan farklı) kesim frekansından sonsuz frekansa kadar tek bir iletim bandında işlem yapan bir filtre.
<b>HPIB</b>	Hewlett-Packard Interface Buss (Hewlett-Packard Arayüzey Veriyolu) IEEE-488 standardına kendi bulduğu uygulama için Hewlett-Packard tarafından kullanılan ticari isim.
<b>I/O Address (I/O Adresi)</b>	CPU'nun farklı kart sistemleri arasında farklılık yaratmasına izin veren yöntem. Bütün kartların farklı adreslerinin olması gereklidir.
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission.
<b>IEE</b>	Institution of Electrical Engineers.
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronic Engineers..
<b>Illimination</b>	Gözlenmekte olan nesne üzerine düşen kaynak

<b>Component</b> (Aydınlatma Elemanı)	ışık miktarı.
<b>Impedance</b> (Empedans)	Bir devrenin alternatif akımın akışı veya belirli frekanstaki değişik türden akımların akışı karşısında gösterdiği toplam direnç.
<b>Individual Gain per Channel</b> (Kanal Başına Bireysel Kazanç)	Her bir giriş kanalının bireysel kazanç düzeyine izin veren ve böylelikle düşük düzeyli sinyallerin doğruluk gereklerinden fedakarlık yapmalarını talep etmeksizin çok daha geniş girdi seviyelerine ve tiplerine izin veren bir sistem.
<b>Inductance</b> (İndüktans)	Bir devrenin veya devre elemanının, akımın akışındaki değişikliklere direnç gösteren ve böylelikle akım değişikliklerinin gerilim değişikliklerinin arkasında kalmasına neden olan özelliği.
<b>Insulation Resistance</b> (Yalıtım Direnci (IR))	Bir yalıtım tarafından, etkilediği ve yalıtımdan bir kaçak oluşturma eğiliminde olan dc gerilime karşı gösterilen direnç.
<b>Interface</b> (Arayüzey, Arabirim)	Yaygın fiziksel arabağlantı karakteristikleri, sinyal karakteristikleri ve alışı yapılmış sinyallerin ölçülmesi yoluyla tanımlanan paylaşılmış sınır.
<b>Interlace</b> (Kenetlenme)	İki alanın alternatif olarak, bir alanın diğer alanın boş çizgilerini dolduracağı ve böylelikle şekilde gösterilmesi. PAL standardı saniyede 25 video çerçevesi gösterir.
<b>Interlaced</b> (Kenetlenmiş)	Kenetlenmiş - standart televizyon yöntemi matris taramayı anlatmaktadır. Bu yöntemde imaj iki alanın ürünüdür. Bu alanlar, bir alan eşdeğeriyle ayrılmış başarıyla taranmış hatların ürünüdür. Birbirine komşu olan çizgiler farklı alanlara aittir.
<b>Interrupt</b> (Kesme)	CPU'nun belirlenmiş etkinliğe hizmet verme biçiminde yürürlükteki görevini durdurması gerektiğini gösteren harici olgu.
<b>Interrupt Handler</b> (İş Kesme Gerçekleştirici)	Programın, gerçekleştiğinde kesintiye karşı gerekli işlemleri gerçekleştiren programı.
<b>IP</b>	Internet Protocol (Internet Protokolü).
<b>ISA</b>	Instrument Standard Architecture (Standart Alet Mimarisi) (IBM Kişisel Bilgisayarlar için).
<b>ISA</b>	Instrument Society of America.
<b>ISB</b>	Intrinsically Safe Barrier (Esas Olarak

---

	Güvenlikli Sınırlar).
<b>ISDN</b>	Integrated Services Digital Network (Tümleşik Hizmetler Sayısal Ağı). Hem anahtarlama hem iletişim için dijital teknikleri kullanan dünya çapındaki telekomünikasyon ağlarının oldukça yakın zamanda gerçekleştirilmesi. Bu sistem hem sesli iletişimi hem de veri iletişimini desteklemektedir.
<b>ISO</b>	International Standards Organisation (Uluslar arası Standartlar Örgütü).
<b>Isolation</b> (Yalıtım)	İki devrenin elektrik açısından birbirlerinden ayrılması. Örneğin, optik yalıtım yüksek gerilimle bir sinyalin elektrik etkileşim olmaksızın düşük gerilimle girdiye dönüştürülmesine imkân sağlar.
<b>Isotropic Antenna</b> (İzotropik Anten)	Bir nokta kaynaktan bütün yönlerde enerji radyasyonu sağlayan referans anten.
<b>ISR</b>	Interrupt Service Routine (İş Kesme Hizmet Yordamı). İş Kesme Gerçekleştirici maddesine bakın.
<b>ITU</b>	International Telecommunications Union.
<b>Jabber</b> (Atıklar)	LAN düğüm noktası arızalanıp sürekli iletişim durumuna geçtiğinde iletilen atık veriler.
<b>Jumper</b> (Atlama Kablosu)	(Örneğin yalnızca kablonun bir ucundaki) bir veya daha çok bacağı birbirine bağlayan tel.
<b>k</b> (kilo)	Tipik olarak bir değer bin katı (örneğin, 1 kilometre = 1000 metre).
<b>K</b>	Bilgisayar terminolojisinde, bir $K 2^{10} = 1024$ değerindedir. Bu değer, K değerini SI birimlerinin 1000'e eşit olan k (kilo) değerinden farklılaştırır.
<b>LAN</b>	Local Area Network (Yerel Alan Ağı). Tipik olarak, orta veya yüksek veri hızı (100 kbps ile 50 Mbps arası) taşıyan yaklaşık 10 km'lik sınırlı bir geometrik alanla sınırlanmış olan bir veri iletişim sistemidir. Bazı tip anahtarlama teknolojileri kullanılır fakat ortak taşıyıcı devreler kullanılmamaktadır.
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran). Birçok dizüstü bilgisayarda ve diğer dijital ekipmanlarda kullanılan düşük güçlü ekran sistemi.
<b>LDM</b>	Limited Distance Modem (Sınırlı Mesafe Modeli). Bir dijital sinyali sinyalin standart EIA-232 sinyalinden daha hızlı iletilebileceği

---



---

	şekilde koşullandıran ve hızlandıran sinyal dönüştürücü.
<b>Leased (or Private) Line</b> (Kiralık (veya Özel) Hat)	Aradeğişimli anahtarlama düzenlemeleri olmayan özel telefon hattı.
<b>LED</b>	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot). Görünür ışık veya infrared ışık yayınlayan yarı iletken ışık kaynağı.
<b>LF</b>	Line Feed (Hat Besleme) (ASCII Control-J).
<b>Line Driver</b> (Hat Sürücü)	Sinyali uzak bir mesafeden garantili olarak iletilebilecek şekilde koşullandıran sinyal dönüştürücü.
<b>Line Turnaround</b> (Hattın Yön Değişirmeden Kaynaklanın Gecikmesi)	Yarı dupleks devre kullanıldığında, iletim yönünün göndericiden alıcıya veya ters yönde değişmesi.
<b>Linearity</b> (Doğrusallık)	Çıktının girdiyle doğrudan ilintili olduğu durumlardaki ilişki.
<b>Link Layer</b> (Veri Bağlantı Katmanı)	OSI referans modelinde Katman 2; aynı zamanda veri bağlantı tabakası olarak da bilinmektedir.
<b>Listener</b> (Dinleyici)	GPIB veriyolu üzerindeki, veriyolundan bilgiyi kabul eden cihaz.
<b>LLC</b>	Logical Link Control (Mantıksal Bağ Kontrolü) (IEEE 802.2).
<b>Loaded Line</b> (Yüklü Hat)	Genlik bozulmasını en aza indirmek amacıyla indüktans eklemek amacıyla yüklemeye bobinleriyle donatılmış telefon hattı.
<b>Long Wire</b> (Uzun Tel)	Büyüklüğü bir dalgaboyuna eşit veya daha büyük olan yatay tel anten.
<b>Loop Resistance</b> (Abone Hattı Direnci)	Bir devre oluşturan iki iletkenin ölçülmüş olan direnci.
<b>Loopback</b> (Geri Yansıtma)	İletilmiş sinyalin veri iletişim hattının veya şebekesinin tamamından veya bir parçasından geçtikten sonra gönderici cihaza geri gönderildiği diyagnostik test tipi. Geri yansıtma testi geri gönderilen sinyalin iletilen sinyalle karşılaştırılmasına olanak sağlar.
<b>Low Pass</b> (Alçak Geçirgen)	Genellikle, frekansları belirtilmiş bir frekansın altında olan sinyallerin geçmesine izin veren ancak sinyali belirtilen bu değerin üzerinde olanları zayıflatan filtreler gönderme

---

	yapmaktadır.
<b>Low-Pass Filter</b> (Alçak Geçirgen Filtre)	LPF maddesine bakın.
<b>LPF</b>	Low Pass Filtre (Alçak Geçirgen Filtre). Sıfırdan belirtilmiş bir kesim frekansına kadar uzanan bir iletişim bandını işleyen filtreler.
<b>LSB</b>	Least Significant Byte (En Önemsiz Bayt) veya Least Significant Bit (En Önemsiz Bit).
<b>Luminance</b> (Aydınlık)	Video sinyalinin resim için aydınlık ve ayrıntı veren siyah ve beyaz bölümleri.
<b>LUT</b>	Look-Up Table (Başvuru Çizelgesi). Nokta işlem için değerleri depolayan belleğe gönderme yapar. Çıktı için olan değerlerin seçilen nokta işlemle değiştirilmiş şekliyle monitörde gösterilen değerler olmasına karşın, giriş piksel değerleri orijinal imaj için olanlardır.
<b>Lux</b> (Lüks)	Aydınlanmanın ışıksal durumu için SI birimi; metrekare başına bir lümene eşittir.
<b>Lux-second</b> (Lüks-Saniye)	Aydınlanma için SI birimi.
<b>m</b>	Metre. Uzunluk için metrik sistem birimi.
<b>M</b>	Mega. $10^6$ için metrik sistem öneki.
<b>MAC</b>	Media Access Control (Medya Erişim Kontrolü) (IEEE 802).
<b>Manchester Encoding</b> (Manchester Kodu)	Her bir bit periyodunun iki tümler yarıya bölündüğü bir dijital teknik (IEEE-802.3 Ethernet taban bandı şebeke standardı için); bit periyodunun yarısında negatiften pozitif voltaja geçiş binari sayı sisteminde "1"i gösterirken pozitiften negatife geçiş "0"ı temsil eder. Kodlama tekniği aynı zamanda alıcı durumundaki cihazın gelen veri akımından iletilen saati algılayabilmesine de olanak tanır (otomatik saatleme).
<b>MAP</b>	Manufacturing Automation Protocol (Üretim Otomatikleştirme Protokolü). General Motors tarafından ortaya atılan ve OSI modelinin yedi düzeyini takip eden şebeke protokolleri takımı. Daha küçük çapta uygulamaları mini-MAP olarak adlandırılmaktadır.
<b>Mark</b> (İm/Mark)	İkili sistemdeki 1'e eşittir.
<b>Mask</b> (Maske)	Fotoğraf işleme sırasında ışığa duyarlı ortamın belirli kısımlarını kapatan yapı.

<b>Masking</b> (Maskeleye)	Bir imajın belli kesimlerinin siyah veya beyaz bir sabit değere ayarlanması. Ayrıca bir imajın taslağının çıkarılması ve daha sonra bunun test imajlarına uyumlu hale getirilmesi süreci.
<b>Master/Slave</b> (Efendi/Köle)	İletim hakkının yalnızca Efendi olarak adlandırılan bir cihaza tanındığı ve Köle olarak adlandırılan bütün diğer cihazların yalnızca istek yapıldığında iletimde bulunabildiği veriyolu erişim yöntemi.
<b>Main Oscillator</b> (Ana Osilatör)	Gönderici veya alıcı frekansının kontrolü için birincil osilatör. Değişik tipleri şunlardır: Değişken Frekanslı Osilatör (VFO); Değişken Kristal Osilatör (VXO); Geçirgenliği Ayarlanmış Osilatör (PTO); Fazı Kilitlenmiş Devre (PLL); Lineer Master Osilatör (LMO) veya frekans sentesayzıdır.
<b>Media Access Unit</b> (Medya Erişim Birimi)	Genellikle MUA anılmaktadır. Daha sonra bir saplama kabloyla terminale bağlanan koaksiyel kablo üzerine yerleştirilmiş olan Ethernet alıcı-verici birimidir.
<b>Microwave</b> (Mikrodalga)	1 GHz veya daha yüksek frekansları olan AC sinyalleri.
<b>MIPS</b>	Million Instructions per Second (Saniyede Milyon Cinsinden Komut Sayısı).
<b>MMS</b>	Manufacturing Message Services (Üretim Mesajları Servisi). Uygulama düzeyinin bir bölümünü oluşturan protokol ögesi. Özellikle üretim veya proses kontrol sanayiinde kullanım için amaçlanmıştır. Gözcü durumundaki bir bilgisayarı bilgisayar bazlı cihazların çalışmasını kontrol edebilir duruma getirir.
<b>Modem</b> (Modem)	MOdulator - DEModulator. Seri haldeki iletim terminalinden dijital verileri bir telefon kanalından iletilebilir duruma dönüştürmek için veya iletilmiş sinyali alıcı terminal için seri dijital verilere yeniden dönüştüren cihaz.
<b>Modem Eliminator</b> (Modem Ortadan Kaldırıcı)	Yerel bir terminali ve bilgisayar kapısını normal olarak bağlayacakları modem çifti yerine bağlamak, aksi halde standart kablolar ve bağlantılarla kolayca gerçekleştirilemeyen DTE'den DTE'ye veri ve kontrol sinyali bağlantılarına izin vermek için kullanılan cihaz.
<b>Modulation Index</b> (Modülasyon İndisi)	Modüle dalga frekans sapmasının modüle sinyal frekansına oranı.
<b>Morphology</b> (Morfoloji)	İmajdaki nesnenin yapısının/biçiminin incelenmesi.

---

<b>MOS</b>	Metal Oxide Semiconductor (Metal Oksit Yarıiletken).
<b>MOV</b>	MOV (Metal Oksit Varistor).
<b>MSB</b>	Most Significant Byte (En Önemli Bayt) veya Most Significant Bit (En Önemli Bit).
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failures (Arızalar Arasındaki Ortalama Süre).
<b>MTTR</b>	Mean Time To Repair (Onarıma Kadar Ortalama Süre).
<b>Multidrop</b> (Çok Prizli)	Üç veya daha çok noktayı bağlamak amacıyla kullanılan tek bir iletişim hattı veya veriyolu.
<b>Multiplexer (MUX)</b> (Çoklayıcı (MUX))	Bir iletişim hattının frekans bölünmesinden veya zaman bölünmesinden yararlanılarak iki veya daha çok kanala bölünmesi amacıyla kullanılan cihaz.
<b>Multiplexer</b> (Çoklayıcı)	Çoklu sinyallerin bir kanal şeklinde birleştirildiği bir teknik. Daha sonra bunlar orijinal bileşenleri elde edilecek şekilde ayrıştırılabilir.
<b>NAK</b>	Negative Acknowledge (Olumsuz Alındı) (ASCII Control-U).
<b>Narrowband</b> (Dar Bant)	Yalnızca dar bir frekanslar bandında çalışabilen cihaz.
<b>Negative True Logic</b> (Negatif Doğru Mantık)	Negatif durumun DOĞRU (veya 1) pozitif gerilimin YANLIŞ (veya 0) olarak kabul edildiği normal mantığın tersine çevrilmesi durumu.
<b>Network Layer</b> (Ağ Katmanı)	OSI modelinde 3. tabaka; iletim hattından kendisine geçen verilerin yönlendirilmiş ve ağdan gönderilmiş olduğunu garanti etmekten sorumlu mantık ağı ögesine hizmet veren mantık ağı.
<b>Network Architecture</b> (Ağ Mimarisi)	Tasarımının ve uyguluma ağının temeli olarak kullanılan veri formatlarının ve prosedürlerin düzenlenmesini de içeren tasarım ilkeleri kümesi.
<b>Network</b> (Ağ)	Düğümlerin ve istasyonların iç bağlantılı grubu.
<b>Network Topology</b> (Ağ Topolojisi)	Bir ağdaki boğumların fiziksel ve mantuki ilişkisi; bir ağın bağlarının ve ağlarının şematik düzenlemesi tipik olarak bir yıldız, halka, ağaç veya veriyolu topolojisi şeklindedir.
<b>NMRR</b>	Normal Mode Rejection Ratio (Normal Mod Deddetme Oranı) - Normal bir kartın, örneğin AC güç kartları gibi harici kaynaklardan gelen

---

---

	<p>gürültüyü filtreleme yeteneği. NMRR filtrasyon, daha büyük kesinlik kazandırmak amacıyla gelen sinyaldeki geçici değişiklikleri dengeler. NMRR değeri yükseldikçe, gelen verilerin filtrelenmesi daha iyi olacaktır.</p>
<b>Node</b> (Düğüm Noktası)	Ağa bağlantı noktası.
<b>Noise</b> (Gürültü)	Bir iletim hattında üretilebilecek veya birikebilecek harici elektrik sinyalleri için kullanılan bir terim. Veri taşıyıcı sinyaliyle karşılaştırıldığında gürültü sinyali büyükse, bu durumda iletim hatalarının bir sonucu olarak veri taşıyıcı sinyal iletişim hatalarına neden olacak şekilde bozulacaktır.
<b>Non-linearity</b> (Doğrusallığını Kaybetme)	Bir cihazın çıktılarının doğrusal olarak girdilerle ilintili olmayacağı hata türü.
<b>NRZ</b>	Non Return to Zero (Sıfıra Dönüşsüz). Birbirini izleyen 1 bit değerler için değişken yönler gidilmesi ancak 0 bit için mevcut sinyal geriliminden hiçbir değişiklik olmaması.
<b>NRZI</b>	Non Return to Zero Inverted (Tersine Çevrilmiş Doğrusallığını Kaybetme).
<b>NTSC</b>	National Television System Committee (ABD). Saniyede 60 alan ve 525 hat olarak belirtilen televizyon standardı.
<b>Null Modem</b> (Modemsiz)	DCE cihazının fiziksel bağlantılarını taklit ederek iki DTE cihazını doğrudan bağlayan cihaz.
<b>Number of Channels</b> (Kanal Sayısı)	Bir panelin örnekleyebileceği girdi hatlarının sayısıdır. Tek uçlu girişler aynı toprak bağlantısını paylaşırken, farklı girişlerin, her bir gelen sinyal için daha yüksek kesinliğe ve sinyallerin yalıtımına olanak tanıyan, tek başına iki kablolu girişleri vardır. Ayrıca çoklu başlığına da bakınız.
<b>Nyquist Sampling Theorem</b> (Nyquist Örnekleme Teoremi)	Belirli bir sinyal hakkında bütün bilgileri edinebilmek için belirlenen sinyalin maksimum frekans bileşeninin en az iki katı kadar örnekleme yapılması gereklidir.
<b>OCR</b>	Optical Character Recognition (Optik Karakter Tanıma), optik karakter okuyucu.
<b>ohm</b>	Bir amper akımlı sabit bir devrenin bir iletken üzerinde bir voltluk gerilim farklılığı oluşturduğu direnç birimi.
<b>OLUT</b>	Output Look-Up Table (Çıktı Başvuru

---

---

	Çizelgesi).
<b>On-board Memory</b> (Yongadaki Tümleşik Bellek)	Gelen veriler PC'nin belleğine gönderilmeden önce yongadaki tümleşik bellekte depolanmaktadır. Yüksek hızlı panellerde veriye PC belleğine yazılabileceğinden çok daha hızlı erişilmekte olduğundan, veriler yongadaki arabellekte depolanmaktadır.
<b>Optical Isolation</b> (Optik Yalıtım)	Optoelektronik gönderici ve alıcı kullanıldığından bağlantılarında elektrik açısından süreklilik olmayan iki şebeke.
<b>OR</b>	Outside Radius (Dış Çap).
<b>OSI</b>	Open System Interconnection (Açık Sistem Arabağlantısı). Farklı üreticilerin ekipmanları arasında standartlaştırılmış ara yüzeyi oluşturulmasına imkân tanıyan tanımlanmış protokol katmanı kümesi.
<b>Output</b> (Çıktı)	Bir PC'den harici bir 'gerçek dünya'ya analog veya dijital çıktı kontrol tipi sinyal.
<b>Overlay</b> (Bindirmeli)	Bir video resmi üzerinde bilgisayar tarafından üretilen metinlerde olduğu gibi bir diğeri üzerine yerleştirilmiş video sinyali.
<b>Packet</b> (Paket)	paket anahtarlama ağı üzerinde bir bütün olarak iletilen (verileri ve çağrı kontrol sinyallerini de içeren) bitler grubu. Genellikle iletim bloğundan daha küçüktür.
<b>PAD</b>	Packet Access Device (Paket Erişim Cihazı). Bir terminal veya bilgisayar ve paket anahtarlama ağı arasındaki arayüzey.
<b>PAL</b>	Phase Alternating Lines (Faz Alternatifli Çizgiler). Avrupa ve Avustralya'da kullanılan televizyon standardı. PAL standardı, her birinin 625 çizgisi olan çerçeveden saniyede 25 tane üretilmesi anlamına gelir.
<b>Parallel Transmission</b> (Paralel İletim)	Çoklu veri bitlerinin farklı paralel hatlar üzerinden aynı zamanda gönderildiği iletim modeli. Doğru senkronizasyon zamanlama (darbe) sinyalinin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir. Paralel iletim genellikle tek yönlüdür; yazıcıya Centronics arayüzeyi bu durumun bir örneği olabilir.
<b>Parametric Amplifier</b> (Parametrik Amplifikatör)	Sinyalin girdiden çıktıya frekans ötelemesi olmaksızın güçlendirilmesi için tersine döndüren parametrik cihaz.
<b>Parasitic</b> (Parazitli)	Osilasyon veya kapasitans gibi bir devrede istenmeyen elektrik parametreleri.

---

<b>Parity Bit</b> (Parite Biti)	Veri ve eşlik alanlarında 1 bitlerin toplam sayısının tek veya çift olmasını garanti etmek amacıyla "0" veya "1"e ayarlanmış olan bit.
<b>Parity Check</b> (Parite Denetimi)	Veri ve eşlik bitlerinin toplam sayısının her zaman çift (çift eşlik) veya tek (tek eşlik) olmasını garanti etmek amacıyla, iletişim bloğunu oluşturan iletişim sağlamayan bitlerin eklenmesi. İletim hatalarını belirlemek amacıyla kullanılan bu cihazlar, hataların belirlenmesindeki zayıflıkları nedeniyle hızla popülaritesini kaybetmektedir.
<b>Passive Filter</b> (Pasif Filtre)	Dirençler, kapasitörler ve indüktörler gibi yalnızca pasif elektronik bileşenleri kullanan bir devre.
<b>Passive Device</b> (Pasif Cihaz)	Gücünü bağlı olduğu ekipmandan alması gereken cihaz.
<b>Path Loss</b> (Yol Kaybolması)	Gönderici ve alıcı antenler arasında sinyallerin kaybolması.
<b>PBX</b>	Private Branch Exchange (Özel Santral).
<b>PCIP</b>	Personal Computer Instrument Products (Kişisel Bilgisayar Aleti Ürünleri).
<b>PCM</b>	Pulse Code Modulation (Darbe Kod Modülasyonu). Sinyalin örneklenmesi ve her örneğin genliğinin bir seri birörnek darbeye kodlanması.
<b>PDU</b>	Protocol Data Unit (Protokol Veri Biti).
<b>PEP</b>	Peak Envelope Power (Zarfin Tepe Gücü).
<b>Perigee</b> (Yerberi)	Eliptik bir yörüngede dünyaya en yakın olan nokta.
<b>Peripherals</b> (Çevre Sistemleri)	Bir bilgisayara bağlanmış olan giriş/çıkış ve veri depolama cihazları; disket sürücüler, yazıcılar, tarayıcılar, klavyeler, ekran, iletişim paneli gibi.
<b>Phase Shift Keying</b> (Faz Kaydırmalı Modülasyon)	Binari verileri, fazı iletilen verilerin fazına göre değişen tek sinüsoidal frekans frekans sinyalini de kapsayan bir analog forma dönüştürmek için kullanılan modülasyon tekniği (aynı zamanda PSK olarak da adlandırılmaktadır).
<b>Phase Modulation</b> (Faz Modülasyonu)	Sinüs dalgasının veya taşıyıcının fazı iletilecek bilgilere göre değişecektir.
<b>Physical Layer</b> (Fiziksel Katman)	ISO/OSI Referans Modeli'nde, ağ sonlandırıcı cihazın elektrik ve mekanik özellikleriyle ilgili olan Layer 1.
<b>PIA</b>	Peripheral Interface Adapter (Çevre Donanımı)

---

		Uyarlayıcı). PPI (Programmable Peripheral Interface) (Programlanabilir Çevre Arayüzeyi) olarak da anılmaktadır.
<b>Pixel</b>	(Piksel)	Dijitalleştirilmiş imajın bazen resim elemanı veya pel olarak da adlandırılan bir elemanı.
<b>PLC</b>		Programmable Logic Controller (Programlanabilir Lojik Kontrolör).
<b>PLL</b>		Phase Locked Loop (Faz Kilitleme Devresi).
<b>Point to Point</b> (Noktadan Noktaya)		Ekipmanın yalnızca iki ögesi arasındaki bağlantı.
<b>Polar Orbit</b> (Polar Yörünge)		Yörünge düzlemi kuzey ve güney kutupları içerdiğinde izlenen yörünge.
<b>Polarisation</b> (Polarizasyon)		Bir antenden radyasyonu gerçekleşen bir elektrik alanın yönü.
<b>Polling</b>	(Yoklama)	CPU'nun (CPU'ya) transfer bekleyen verileri kontrol etmek amacıyla düzenli olarak sorguladığı ('yokladı') çok noktalı hat cihazlarının çok noktalı hat üzerindeki I/O cihazlarının kontrol araçları.
<b>Polyethylene</b> (Polietilen)		Etilen gazının polimerleştirilmesiyle üretilen ve yüksek IR, düşük dielektrik sabit, ve frekans spektrumu boyunca düşük yalıtkanlık kaybı gibilerini de içeren önemli elektrik özellikleriyle ön plana çıkan yalıtkanlar ailesi.
<b>Polyvinyl Chloride</b> (PVC) (Polivinil Klorür (PVC))		Temel bileşeni polivinil klorür veya bu maddenin vinil asetatla ortak polimeri olan genel amaçlı yalıtkanlar ailesi. Bu malzemenin mekanik ve/veya elektrik özelliklerini iyileştirmek amacıyla plastikleştiriciler, dengeleyiciler, boya maddeleri ve dolgu malzemeleri eklenmektedir.
<b>Port</b>	(Kapı)	Dijital ve analog sinyallerin giriş/çıkışı için kullanılan, bir cihaza veya ağa erişim kapısı.
<b>PPI</b>		PIA maddesine bakın.
<b>Presentation Layer</b> (Sunuş Katmanı)		ISO/OSI Referans Modeli'nin bir uygulama sırasında uygun sentaks transferinin pazarlığıyla ilgili olan Seviye 6'sı. Bunun yerel sentakstan ayrı olması durumunda bu sentaksa/sentakstan çeviri gerçekleştirilir.
<b>Pretrigger</b> (Öntetikleme)		'Öntetikleme' kapasitesi olan kartlar verilerle doldurulmuş bir sürekli tampon bulundurlar. Böylelikle tetikleme koşulları karşılandığında örnek tetikleme koşullarına yol açan verileri de içermektedir.
<b>Profibus</b>		Proses Alan Veriyolu, standardizasyon amacını

---



---

(Profibus)	güden ağırlıkla Alman firmalarının oluşturduğu bir konsorsiyum tarafından geliştirilmiştir.
<b>Program I/O</b> (I/O Programı)	Verilerin her parçasının bir değişkene atıldığı ve PC işlemcisi tarafından bireysel olarak depolandığı standart bellek erişim yöntemi.
<b>Programmable Gain</b> (Programlanabilir Kazanç)	A/D panelinde amplifikatör yongası kullanılarak gelen analog sinyal kazanç çoklama faktörü kadar artırılır. Örneğin: giriş sinyali -250 mV ile +250 mV arasındaysa, $10^3$ a ayarlanmış bir kazanç faktörüyle çalışan yükseltici yonga setinden sonra gerilim -2.5 V ile +2.5 V arasında olacaktır.
<b>PROM</b>	Programmable Read Only Memory (Programlanabilir Salt Okunabilir Bellek). Üretici tarafından, kullanıcının kolaylıkla değiştiremeyeceği şekilde bir veri veya program olarak programlanmıştır.
<b>Protocol Entity</b> (Protokol Varlığı)	Bir protokol düzeyinin çalışmasını kontrol eden kod.
<b>Protocol</b> (Protokol)	formatlama, kontrol prosedürlerini ve iki iletişim sistemi arasındaki mesaj değişiminin nispi zamanlamasını yöneten formel uzlaşma kümeleri.
<b>PSDN</b>	Public Switched Data Network (Kamusal Anahtarlama Veri Ağı). Teleks ve kamu telefon ağları gibi birçok müşteriye devre anahtarlama sağlayan veri iletişim sisteminin herhangi bir anahtarlama.
<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network (Kamusal Anahtarlama Telefon Sistemi). (Analog) kamusal telefon sistemini tanımlamak için kullanılan bir terim.
<b>PTT</b>	Post, Telephone and Telecommunications Authority.
<b>Public Switched Network</b> (Kamusal Anahtarlama Ağı)	Teleks ve kamu telefon ağları gibi birçok müşteriye devre anahtarlama sağlayan herhangi bir iletişim sistemi anahtarlama.
<b>Pulse Input</b> (Darbe Girdisi)	Akış hızıyla oranlı darbeler gönderen akış ölçüm cihazı gibi bir gerçek dünya cihazından gelen kare formundaki dalga girişi.
<b>QAM</b>	Quadrature Amplitude Modulation (Dördüncü Dereceden Genlik Modülasyonu).
<b>QPSK</b>	Quadrature Phase Shift Keying (Dördüncü Fazdan Genlik Kaydırmalı Anahtarlama).
<b>Quagi</b> (Quagi)	Hem bütün dalga boyu döngülerinden hem de

---

---

	Yagi elemanlarından oluşan anten.
<b>R/W</b>	(Read/Write) (Okuma/Yazma).
<b>RAM</b>	Random Access Memory (Rasgele Erişimli Bellek). Yarı iletken okuma/yazma uçucu bellek. Gücün kesilmesi durumunda kaybedilir.
<b>RAMDAC</b>	Random Access Memory Digital to Analog Converter (Rasgele Erişimli Bellek Sayısal Analog Dönüştürücü).
<b>Range</b> (Erim)	Ölçülen bir değerin alt ve üst sınırları arasındaki farklılık.
<b>Range Select</b> (Erim Seçimi)	Plaketin kullandığı tam ölçekli erim üç yöntemden biri kullanılarak seçilmektedir: uygun yazılım kullanılması yoluyla, plaket üzerinde bir donanım atlama kablosuyla veya harici referans geriliminin kullanılmasıyla.
<b>Raster</b> (Tarama Örüntüsü)	Video sistemlerinde doğrusal taramayla taranın çizgilerin örüntüsü.
<b>Reactance</b> (Reaktans)	Alternatif akımın akışına bir bileşenin veya devrenin indüktansı veya kapasitansı ile gösterilen direnç.
<b>Real-time</b> (Gerçek Zaman)	Bir sistem gerçek dünya olgularına yeterince hızlı tepki gösterebilecek kadar hızlı olduğunda gerçek zamanda çalışabilmektedir.
<b>Reflectance Component</b> (Reflektans Bileşeni)	Gözlenmekte olan sahnede bir nesne tarafından yansıtılan ışık miktarı.
<b>Refresh Rate</b> (Yenilenme Sıklığı)	Bilginin bir bilgisayar görüntüsünde (CRT) güncelleştirilme hızı.
<b>Repeater</b> (Yineleyici)	Sinyali yeniden üreten ve böylelikle ağı genişleten amplifikatör.
<b>Resistance</b> (Direnç/resistans)	Ohm cinsinden ölçülen verili bir devre için gerilimin elektrik akımına oranı.
<b>Resolution</b> (Çözünürlük)	Sayılaştırılmış bir değerin depolanacağı bitlerin sayısı. Bu değer, tam ölçeğin bölüneceği bölmelerin sayısını temsil eder; örneğin, 12-bit çözünürlüklü 0-10 V ölçekli bir erim, her biri 2.44mV çözünürlüklü 4096 ( $2^{12}$ ) bölüme sahip olacaktır.
<b>Response Time</b> (Tepki Süresi)	Terminaldeki mesajın son karakterinin üretilmesi ve yanıtın ilk karakterinin alınması arasında geçen zaman. Terminal gecikmesini ve ağ gecikmesini de içermektedir.
<b>RF</b>	Radio Frequency (Radyo Frekansı).

---

---

<b>RFI</b>		Radio Frequency Interference (Radyo Frekansı Girişimi).
<b>RGB</b>		Red/Green/Blue (Kırmızı/Yeşil/Mavi). Dört farklı elemanı (kırmızı/yeşil/mavi ve eşzamanlama) olan bir RGB sinyali. Düşük distorsiyon ve girişim düzeyi nedeniyle bu uygulama bileşik sinyallerle elde edilenden daha net imajların üretilmesi sonucunu doğurur.
<b>Ring</b>	(Halka)	Yerleştirilmiş bir alanda (örneğin, bir fabrika veya ofis bloğu) dağıtılmış dijital cihaz topluluklarının birbirleri arasındaki bağlantılarının sağlanması için yaygın olarak kullanılan bir ağ topolojisi. Her bir cihaz, bütün cihazlar kapalı bir devre veya halka içinde birbirlerine bağlanıncaya kadar en yakın komşusuna bağlanmıştır. Veriler yalnızca bir yönde iletilmektedir. Her bir mesaj halka çevresinde dolaşırken, halkaya bağlı cihazlar tarafından okunmaktadır.
<b>Ringing</b>	(Parazit Salınım)	İstenmeyen salınım veya darbeli akım.
<b>Rise Time</b>	(Yükselme Süresi)	Bir dalga formunun daha küçük bir değerden belirlenen en yüksek değerine erişmesi için gerekli süre.
<b>RLE</b>		Run Length Encoder (Yürütüm Süresi Kodlayıcı). her bir ardışık noktadan noktaya örneğin ilk gri düzeyinin ve bu örneğin gri düzey sıralamasındaki konumunun kodlandığı dijital imaj yöntemi. Yineleyen dijitalleştirilmiş gri düzeylerin uzun süreli kullanılmasının söz konusu olduğu durumlara bir eğilimin olduğu durumlarda bu yöntem kullanılır.
<b>RMS</b>		Root Mean Square (Ortalama Karekök).
<b>ROI</b>		Region of Interest (İlgi Alanı).
<b>ROM</b>		Read Only Memory (Salt Okunur Bellek). Verilerin düzenli olarak okunabileceği fakat ROM üretilirken özel araçlar kullanılarak yalnızca bir kez yazılabileceği bilgisayar belleği. ROM verilerin veya programların sürekli olarak depolanması için kullanılmaktadır.
<b>Router</b>	(Yönlendirici)	ISO/OSI Referans Modeli'nin 1, 2a ve 2b Tabakaları'nda farklı olan ağ parçaları arasındaki bağlantı cihazı.
<b>RS</b>		Recommended Standard (Önerilen Standart) örneğin RS-232C. Daha yakın zamanlı

---

---

	tasarımlar EIA'yı, örneğin EIA-232C'yi kullanmaktadır.
<b>RS-232C</b>	DTE ve DCE arasında, seri binari veri değişimini kullanan arayüzey. Tipik maksimum spesifikasyonlar 19200 baud değerinde 50 feet'tir (15 m).
<b>RS-422</b>	DTE ve DCE arasında dengelenmiş gerilim arayüzey devrelerinin elektrik özelliklerini kullanan arayüzey.
<b>RS-423</b>	DTE ve DCE arasında dengelenmemiş gerilim arayüzey devrelerinin elektrik özelliklerini kullanan arayüzey.
<b>RS-449</b>	Seri ikili değişim kullanan DCE ve DTE için 37-bacak ve 9-bacak arayüzey.
<b>RS-485</b>	EIA için sürücülerin elektrik karakteristiklerini belirleyen ve dengelenmiş çok noktalı sistemlerde kullanım alanı bulan önerilmiş standart.
<b>RTU</b>	Remote Terminal Unit (Uzak Terminal Birimi). Ana kontrol sisteminden uzağa yerleştirilmiş Terminal Birimi
<b>S-Video (S-Video)</b>	Bir video sinyalinin aydınlık ve renklilik elemanları birbirlerinden yalıtılmıştır ve bu da daha büyük çözünürlüklü ve çok daha temiz sinyallerin elde edilebilmesini sağlar.
<b>SAA</b>	Standards Association of Australia (Avustralya Standartlar Kurumu).
<b>SAP</b>	Service Access Point (Servis Erişim Noktası).
<b>SDLC</b>	Synchronous Data Link Control (Eşzamanlı Veri Bağlantısı Kontrolü). Bisenkronik standardın yerini alan IBM standart protokolü.
<b>Selectivity</b> (Seçicilik)	Bir devrenin, istenen sinyali diğer frekanslardan ayırt etme konusundaki performansının ölçüsü.
<b>Self-calibrating</b> (Kendi Kendini Kalibre Eden)	Kendi kendini kalibre eden bir panelde, A/D ve D/A devrelerini yüksek doğruluk için kalibre etmekte kullanılan son derece kararlı bir yerleşik referans vardır.
<b>Self-diagnostics</b> (Kendi Kendine Tanılama)	Güç açma veya kapama istekleri sırasında panelin fonksiyonlarının tamamını veya çoğunu test eden panel üstü tanı rutini.
<b>Serial Transmission</b> (Seri İletim)	Veri bitlerinin sırayla gönderildiği tek bir veri kanalının en yaygın iletim kipi.
<b>Session Layer</b> (Oturum Katmanı)	ISO/OSI Referans Modeli'nde iki uygulama ögesi arasında bir mantık bağlantısının

---

---

	oluşturulmasıyla ve bunların arasındaki diyalogun (mesaj değişiminin) kontrol edilmesiyle ilgili olan 5. Seviye.
<b>Shielding</b> (Kalkanlama)	Bir enstrümanın veya kablunun harici gürültüden korunması (veya bazen de kablunun yakın çevresinin kablodan gelecek gürültüden korunması) işlemi.
<b>Short Haul Modem</b> (Kısa Erimli Modem)	DC sürekli özel hat metalik devrelerden aynı telefon kablolarındaki komşu tel çiftleriyle girişim yapmaksızın güvenilir bir iletimi güvence altına almak amacıyla bir dijital sinyali koşullandıran bir sinyal dönüştürücü.
<b>Shutter</b> (Sürgü)	Işığa duyarlı bir malzemenin radyasyona maruz kaldığı sürenin kontrolü amacıyla kullanılan mekanik veya elektronik cihaz.
<b>SI</b>	Birimler için uluslar arası metrik sistem (Système Internationale).
<b>Sidebands</b> (Kenar Bandı)	Bir taşıyıcı üzerine frekans modülasyonu uygulandığında üretilen frekans bileşenleri.
<b>Upconverter</b> (Frekans Yükseltici)	Modüle edilmiş bir sinyali daha yüksek bir frekanslar bandına dönüştürmek için kullanılan cihaz.
<b>Sidereal Day</b> (Yıldız Günü)	Yıldızların baz alındığı durumda dünyanın dönme periyodu.
<b>Signal to Noise Ratio</b> (Sinyal Gürültü Oranı)	Sinyal gücünün gürültü düzeyine oranı.
<b>Signal Conditioning</b> (Sinyal Şartlama)	Daha ileri işlemlere tabi tutmak amacıyla sinyali kabul edilebilir bir düzeye getirmek için bir sinyalin daha genel amaçlı bir analog girdi sistemiyle ön işleme tabi tutulması.
<b>Simplex Transmission</b> (Tek Yönlü İletim)	Yalnızca tek yönde veri iletimi.
<b>Simultaneous Sampling</b> (Eşzamanlı Örnekleme)	Çoklu sinyalleri tam olarak aynı anda elde etme ve depolama yeteneği. Örnekten örneğe hatalar tipik olarak nanosaniye cinsinden ölçülmektedir.
<b>Single-ended</b> (Tek Uçlu)	Kanal sayısı maddesine bakın.
<b>Slew Rate</b> (Dalga Değişim Hızı)	Gerilimin bir değerden diğerine değişme hızı olarak tanımlanmıştır.
<b>Smart Sensors</b> (Akıllı Algılayıcı)	Dönüştürücüye giriş sinyallerini önceden işlemek için bir yerleşik mikro işlemcisi olan bir

---

	dönüştürücü (veya algılayıcı).
<b>SNA</b>	Systems Network Architecture (Sistem Ağ Mimarisi).
<b>SNR</b>	Signal to Noise Ratio (İşaret Gürültü Oranı).
<b>Software Drivers</b> (Yazılım Sürücüler)	Tipik olarak, kullanıcının kurulum ve veri giriş gibi temel panel işlemlerini kontrol edebilmesine izin veren programlar veya altyordamlar kümesi. Basit fakat işlevsel bir DAS sistemi yaratmak amacıyla bunlar kullanıcı tarafından yazılmış programlarla bütünleştirilebilir. Panellerin birçoğu, temin edilen sürücülerle birlikte gelmektedir.
<b>Software Trigger</b> (Yazılım Tetiği)	Veri toplama tetikleme sinin yazılımla kontrolü. Birçok panel yazılım tarafından kontrol edilecek biçimde tasarlanmıştır.
<b>SOH</b>	Start of Header (Başlığın Başlatılması-ASCII Ctrl+A)
<b>Space</b> (Boşluk)	Sinyalin bulunmaması. Bu durum binari sistemdeki sıfıra eşittir.
<b>Spark Test</b> (Kıvılcım Testi)	Kablo veya tel yalıtımında, kablolar elektrik alanından çekilirken çok kısa bir zaman süresi için gerilim uygulanmasıyla hataları (özellikle pin boşluklarını) konumlandırmak amacıyla tasarlanmış bir test.
<b>Spatial Resolution</b> (Uzamsal Çözünürlük)	Bir sistemin ortaya koyabileceği görüntünün ayrıntı düzeyinin ölçülmesi. Mil veya piksel başına inç olarak ifade edilen değer, görüntü alanının lineer boyutlarının (imaj düzleminde ölçüldüğü şekliyle $x$ ve $y$ ) sistemin imgeleme diziliminin veya imaj dijitleştiricisinin $x$ ve $y$ boyutlarındaki piksellerin sayısı ile bölünmesiyle türetilmiştir.
<b>Spatial Filtering</b> (Uzamsal Süzme)	İmaj işlemede, uzamsal frekanslarını artırarak veya azaltarak bir imajın iyileştirilmesi.
<b>Spectral Purity</b> (Spektral Safılık)	Bir sinyalin harmoniklerin, parazit sinyallerin ve gürültünün yokluğuyla ölçülen kalitesi.
<b>Speed/Typical Throughput</b> (Hız/Tipik Üretim Hızı)	Bir panelin gelen örnekleri örnekleyip dönüştürebileceği maksimum hız. Tipik üretim hızı, her bir kanaldaki örnek/saniye değerine erişmek için gerekli kanalların sayısı ile bölünmektedir. Yanlış okumalardan sakınmak için her bir kanaldaki saniye başına numune değerinin ölçülmekte olan analog sinyalin frekansının iki katından daha büyük olması gereklidir.
<b>Standing Wave Ratio</b>	En az dalga boyunun dörtte biri kadar uzunluğu olan bir iletim hattı üzerindeki maksimum

---

---

(Duran Dalga Oranı)	gerilim (veya akımın) minimum gerilime (veya akma) oranı. (VSWR, gerilim duran dalga oranının (Voltage Standing Wave Ratio) kısaltmasıdır.)
<b>Star</b> (Yıldız)	İçinde bütün anahtarlama (buna göre yönlendirme) işlevlerini yerine getiren merkezi bir düğüm bulunan ağ topolojisi tipi.
<b>Statistical Multiplexer</b> (İstatistiksel Çoklayıcı)	Veri yüklemenin düzenli aralıklarla gerçekleştiği standart çoklayıcılar yerine çoklu cihazlardan veri yüklemenin her zaman rasgele gerçekleştiği çoklayıcılar.
<b>STP</b>	Shielded Twisted Pair (Ekranlı Bükümlü Çift Kablo).
<b>Straight Through Pinning</b> (Bacakla Düzleştirilmiş)	Bacaktan bacağa (bacak 1'le birlikte bacak 1, bacak 2'yle birlikte bacak 2, vb.) DTE'den DCE'ye kadar olan koşulları sağlayan EIA-232 ve EIA-422 konfigürasyonu.
<b>Strobe</b> (Tetikleme)	Bir alıcı cihaza okunacak veri mevcut olduğu sinyalini vermek üzere kullanılan tokalaşma hattı.
<b>STX</b>	Start of Text (Metin Başlangıcı) (ASCII Control-B).
<b>Subharmonic</b> (Altharmonik)	Referans frekansının entegral ast katları olan frekans.
<b>Switched Line</b> (Anahtarlama Link)	Kamuya açık telefon ağı gibi, fiziksel hattın her kullanımında değişebileceği türden iletişim bağlantısı.
<b>Synch</b> (Eşzaman)	Eşzaman veya eşzamanlama darbesi, bilgiyi gösteren monitörün verileri sağlayan cihaz tarafından düzenli aralıklarla eşzamanlanması ve böylelikle verilerin doğru konumlarda gösterildiğini garanti eder. Örneğin, eşzamanlı bir darbe, bir kamera ve bir gösterim cihazı arasında imajın başlangıcı için imajı çerçevenin üst bölümünde yeniden başlama amacıyla kullanılabilir.
<b>Synchronisation</b> (Eşzamanlama)	Birkaç devre elemanının etkinliklerinin koordinasyonu.
<b>Synchronous Transmission</b> (Eşzamanlı İletim)	Veri bitlerinin eşzamanlı bir göndericiyle ve alıcıyla sabitlenmiş bir hızla gönderildiği iletim. Eşzamanlı duruma getirilmiş iletim başlangıç ve duruş bitleri için duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.
<b>Talker</b> (Konuşucu)	GPIB veriyolunda basit olarak veriyolu üzerindeki bilgiyi gerçek olarak veriyolunu kontrol etmeksizin gönderen devre.

---

<b>Tank</b> (Tank)	Sınırlı bantlar arasındaki elektrik enerjisini depolayabilen İndüktans ve kapasitanstan oluşan devre.
<b>TCP/IP</b>	Transmission Control Protocol/Internet Protocol (İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü). İnternette (tek bir geniş ağ olarak işlev gören paket anahtarlamalı ağlar ağı) güvenilir veri iletimini garanti eden katmanlı protokoller takımı için kullanılan toplu terim
<b>TDM</b>	Time Division Multiplexer (Zaman Bölmeli Çoklama). Terminalleri her keresinde bir tane, düzenli aralıklarla bağlamak, her bir terminalden bitler (bit TDM) veya karakterleri (Karakter TDM) serpiştirme yoluyla tek bir iletim yolu üzerindeki çoklu kanalları kabul eden cihaz.
<b>TDR</b>	Time Division Reflectometer (Zaman Bölmeli Reflektometre). Söz konusu test cihazı kablodan darbeler gönderir ve geriye gelen dalgalanmalarla kullanıcının kablo kalitesini (kusur mesafesi ve kusur tipi) belirlemesine olanak sağlar.
<b>Temperature Rating</b> (Sıcaklık Sınırları)	Yalıtım malzemesinin sürekli işlemlerde temel özellikler kaybolmaksızın kullanılabilmesi en yüksek ve en düşük sıcaklıklar.
<b>Text Mode</b> (Metin Kipi)	Cihazın durumunu göstermek üzere donanımdan gelen sinyaller yalnızca metin karakterleri olarak yorumlanabilir.
<b>Thresholding</b> (Eşikleme)	Binari sayılarla işlem sırasında her bir pikselin iki değerden hangisinin verileceğini belirlemek amacıyla özel bir yoğunluk düzeyinin tanımlanması süreci. Pikselin parlaklığı eşik değerinin üzerindeyse, bu imgede beyaz olarak görülecektir; bu değer eşikleme değerinin altında olması durumunda siyah görülecektir.
<b>TIA</b>	Telecommunications Industry Association (Telekomünikasyon Sanayii Birliği).
<b>Time Division</b> (Zaman Bölüşümü)	Yenilenen zaman sıralamalı tarzda her bir sinyalin örneklerinin alınarak çoklanma yoluyla çoklu sinyallerin tek bir kanal üzerinden iletilmesi prosesi.
<b>Time Sharing</b> (Zaman Paylaşımı)	Değişik interaktif terminallerin bir bilgisayarın kullanılmasına izin verdiği bilgisayar işletim yöntemi.
<b>Time Domain</b> (Zaman Bölgesi)	Zamana karşı elektrik niceliklerin gösterilmesi.



<b>Token Ring</b> (Jetonlu Halka)	IEEE 802.2 halka topolojisinde olduğu gibi çarpışmasız, deterministik veriyolu erişim yöntemi.
<b>TOP</b>	Technical Office Protocol (Teknik Ofis Protokolü). ABD'deki öncelikle bürolarda açık iletişimle ilgilenen kullanıcı birliği.
<b>Topology</b> (Topoloji)	Örneğin veriyolu, halka, yıldız, ağaç konularında ağın fiziksel dağılımı.
<b>Transciever</b> (Transiver)	Alıcı ve verici bileşimi.
<b>Transducer</b> (Transdüser)	Gerçek dünyaya ait fiziksel ölçümlerden bir elektrik sinyali üreten herhangi bir cihaz. Örnekleri, LVDT'ler, gerilim ölçümleri, sıcaklık ölçücüler ve RTD'lerdir. Sensörler ve bunları destekleyen devreler için temel bir terimdir.
<b>Transient</b> (Transient)	Kısa süreli gerilimlerde ani değişimler.
<b>Transmission Line</b> (İletim Hattı)	Elektrik enerjisini bir noktadan bir diğer noktaya iletmek için kullanılan bir veya daha çok sayıda iletken.
<b>Transport Layer</b> (İletim Katmanı)	ISO/OSI Referans Modeli'nde, uygulamaya yönelik katmanlara ağlardan bağımsız güvenilir mesaj değişimi sağlamakla ilgili, Tabaka 4.
<b>Trigger</b> (Tetikleme)	8254 zamanlayıcı/sayıcı girişindeki yükselen kenar.
<b>Trunk</b> (Trank)	Her ikisi de anahtarlama merkezi ve ya bireysel dağılım noktası olan iki nokta birçok kanal üzerinde aynı zamanda işlem yapar.
<b>Twisted Pair</b> (Bükümlü Kablo Çifti)	Birbirine sarılmış yalıtımlı iki bakır kablodan oluşan veri iletim ortamı. Bu uygulama iletilen sinyale hasar verebilecek yakındaki elektrik kaynaklarından girişime karşı korunmayı sağlamaktadır.
<b>UART</b>	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (Üniversal Asenkron Alıcı Verici). Bir bilgisayar içindeki paralel temsil ve bir iletişim üzerinde veri iletişiminin seri yöntemi arasında veri formatlarının dönüştürülmesini gerçekleştiren bir elektronik devre.
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency (Çok Yüksek Frekans).
<b>Unbalanced Circuit</b> (Dengelenmemiş Devre)	İki iletken üzerindeki gerilimlerin topraklamaya, örneğin ekstenel kabloya göre eşit olmadığı iletim hattı.

<b>Unipolar Inputs</b> (Tek Kutuplu Girdi)	Tek kutuplu sinyali kabul etmek üzere ayarlandığında, kanal yalnızca pozitif gerilimleri (örneğin 0'dan +10 V'a kadar olan gerilimleri) izler ve dönüştürür.
<b>Unloaded Line</b> (Yüksüz Hat)	İşitilebilir frekanslarda hat kaybını azaltan yüklenmiş sarımları olmayan hat.
<b>Upconverter</b> (Frekans Yükseltici)	Modüle edilmiş bir sinyali daha yüksek bir frekanslar bandına çevirme işlemi için kullanılan cihaz.
<b>Uplink</b> (Yer-Uydu Bağlantısı)	Bir yeryüzü istasyonundan bir uyduya çizilen yol.
<b>USRT</b>	Universal Synchronous Receiver/Transmitter (Üniversal Senkron Alıcı Verici). UART maddesine bakın.
<b>UTP</b>	Unshielded Twisted Pair (Yalıtımsız Bükümlü Kablo Çifti).
<b>V.35</b>	60 kbps üzerinde 108 kHz'a kadar olan grup bant devrelerinin 48 kbps'te iletimini yöneten CCIT standardı.
<b>VCO</b>	Voltage controlled oscillator (gerilim kontrollü osilatör). Bağlantı kapasitanslarını değiştirmek için ayar diyotlarına uygulanan değişken DC. Bu uygulama da çıkış frekansının giriş gerilimine bağlı olması sonucunu doğurur.
<b>Velocity of Propagation</b> (Yayınım Hızı)	Yüzde alan olarak ifade edilen boşluktaki hızla karşılaştırılmış olarak bir kablunun uzunluğu boyunca elektrik sinyalinin hızı.
<b>VFD</b>	Virtual Field Device (Sanal Alan Cihazı). şebekedeki başka bir düğüm noktası tarafından erişilebilecek kendisi tarafından beslenen nesnelere, örneğin ölçülen verileri, olayları, durumları, vb. tanımlayan alan cihazının yazılım imajı.
<b>VGA</b>	Video Graphics Array (Video Grafik Dizilim). Bu standart, 640'a 480 piksel çözünürlük, 256 000 renk arasından 256 renk paleti ve aynı zaman içinde 16 renk gösterme yeteneği sunarak yalnızca (0 ve 1 arasındaki) analog sinyallerden yararlanır.
<b>VHF</b>	Very High Frequency (Çok Yüksek Frekans).
<b>Vidicon</b> (Vidikon)	Orijinal olarak kapalı devre televizyonlar için geliştirilmiş küçük televizyon tüpü. Ekran yaklaşık bir inç (2.54 cm) çapında ve 5 inç (12.7 cm) uzunluğundadır. Bu cihazın kontrolü nispeten kolaydır ve deneyimsiz personel

---

	tarafından da kullanılabilir. Vidicon, yayın servisleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.
<b>Volatile Memory</b> (Uçucu Bellek)	Güç kesildiğinde bütün verileri kaybeden depolama ortamı.
<b>Voltage Rating</b> (Nominal Gerilim)	Bir tele spesifikasyon standartlarıyla uyumlu olarak sürekli uygulanabilecek en yüksek gerilim.
<b>VRAM</b>	Volatile Random Access Memory (Uçucu Rasgele Erişimli Bellek). RAM maddesine bakın.
<b>VSD</b>	Variable Speed Drive (Değişken Hızlı Sürücü).
<b>VT</b>	Virtual Terminal (Sanal Uç).
<b>WAN</b>	Wide Area Network (Geniş Alan Ağı).
<b>Waveguide</b> (Dalga Kılavuzu)	Mikrodalga enerjisinin iletimi için kullanılan içi boş iletken tüp.
<b>Wedge Filter</b> (Kama Filtresi)	Yoğunluğun bir uçtan diğerine kademeli olarak artacağı veya bir dairesel disk çevresinde açılmal olarak artacağı şekilde üretilmiş bir optik filtre.
<b>Word</b> (Sözcük)	Bir işlemcinin veya belleğin aynı zaman içinde manipüle edebildiği bitlerin standart sayısı. Tipik olarak bir sözcükte 16 bit vardır.
<b>X.21</b>	Kamusal veri ağı üzerinde senkron çalışma için çalışan DTE ve DCE cihazlarının arayüzlerini yöneten CCITT standardı.
<b>X.25 Pad</b>	X.25 kapsamında olmayan ve X.25 ağı içindeki cihazlar arasında iletişime izin veren cihaz.
<b>X.25</b>	Kamusal veri ağı üzerindeki paket uçbirimi içinde çalışan terminaller için DTE ve DEC cihazlarının arayüzlerini yöneten CCITT standardı.
<b>X.3/X.28/X.29</b>	Görsel ekran terminali gibi karaktere dayalı cihazların paket anahtarlı veri ağına bağlanmasına izin vermek amacıyla tanımlanan, üzerinde uluslararası düzeyde anlaşılmış standartlar.
<b>X-ON/X-OFF</b>	İletimin başlaması (X-ON) ve iletimin sona ermesi (X-OFF) amacıyla akış kontrolü için kullanılan kontrol karakterleri

## Ek B

### Birimler ve Kısaltmalar

Birim Sembolü	Birim	Ölçülen
m	metre	uzunluk
kg	kilogram	kütle
s	saniye	zaman
A	amper	elektrik akımı
K	kelvin	termodinamik sıcaklık
cd	kandela	aydınlatma yoğunluğu

*Tablo B.1*  
*SI birimleri*

Sembol	Önek	Birim için çarpım faktörü
T	tera	$10^{12}$
G	giga	$10^9$
M	mega	$10^6$
k	kilo	$10^3$
h	hekto	$10^2$
da	deka	10
d	desi	$10^{-1}$
c	santi	$10^{-2}$
m	mili	$10^{-3}$
u	mikro	$10^{-6}$
n	nano	$10^{-9}$
p	piko	$10^{-12}$

*Tablo B.2*  
*Onluk Önekler*

Miktar	Birim	Sembol	Eşdeğeri
düzlem açısı	radyan	rad	-
kuvvet	newton	N	kg m/s <sup>2</sup>
iş, enerji, ısı	joule	J	N m
güç	watt	W	J/s
frekans	hertz	Hz	s <sup>-1</sup>
viskozite: kinematik	-	m <sup>2</sup> /s	10 c St (Sentistok)
dinamik	-	Ns/m <sup>2</sup> veya Pa s	10 <sup>3</sup> cP (Sentipois)
basınç	-	Pa veya N/m <sup>2</sup>	paskal, Pa

**Tablo B.3**  
**Ek ve Türetilmiş Birimler**

Miktar	Elektrik Birimi	Sembol	Türetilen birim
potansiyel	volt	V	W/A
direnç	ohm	Ω	V/A
yük	coulomb	C	A s
kapasitans	farad	F	A s/V
elektrik alan gücü	-	V/m	-
elektrik akı yoğunluğu	-	C/m <sup>2</sup>	-

**Tablo B.4**  
**Ek ve Türetilmiş Birimler (elektrik)**

Miktar	Manyetik Birim	Sembol	Türetilen birim
manyetik akı	weber	Wb	V s = Nm/A
indüktans	henry	H	V s/A = Nm/A <sup>2</sup>
manyetik alan gücü	-	A/m	-
manyetik akı yoğunluğu	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup> = (N)/(Am)

**Tablo B.5**  
**Ek ve Türetilmiş Birimler (manyetik)**

Adı	Sembolü	Eşdeğeri
Avogadro sayısı	N	$6.23 \times 10^{26} / \text{kg mol}$
Bohr magneton	B	$9.27 \times 10^{-24} \text{ A m } 25^2$
Boltzman sabiti	k	$1.380 \times 10^{-23} \text{ J/k}$
Stefan-Boltzman sabiti	d	$5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K}^4)$
Karakteristik serbest alan sabiti	$Z_0$	$(\mu_0/E_0)^{1/2} = 120\pi\Omega$
Elektron volt	eV	$1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
Elektron şarjı	e	$1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Serbest elektron kütlesi	$m_e$	$9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Elektronik şarjın kütleyle oranı	$e/m_e$	$1.759 \times 10^{11} \text{ C/kg}$
Faraday sabiti	F	$9.65 \times 10^7 \text{ C}/(\text{kg mol})$
Serbest alan geçirgenliği	$\mu_0$	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$
Serbest alan dielektrik geçirgenliği	$E_0$	$8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
Planck sabiti	h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Proton kütlesi	$m_p$	$1.627 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Protonun elektrona kütle oranı	$m_p/m_e$	1835.6
Standart yerçekimi ivmelenmesi	g	$9.80665 \text{ m/s}^2$ $9.80665 \text{ N/kg}$
Evrensel yerçekimi sabiti	G	$6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
Evrensel gaz sabiti	$R_0$	$8.314 \text{ kJ}/(\text{kg mol K})$
Boşlukta ışık hızı	C	$2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$
1 atm ve $0^\circ\text{C}$ altında 1 kg mol ideal gazın hacmi	-	$22.41 \text{ m}^3$
Sıcaklık	$^\circ\text{C}$	$5/9(^{\circ}\text{F} - 32)$
Sıcaklık	K	$5/9(^{\circ}\text{F} + 459.67)$ $5/9^{\circ}\text{R}$ $^{\circ}\text{C} + 273.15$

**Tablo B.6**  
**Fiziksel Sabitler**

## Ek C

### Yaygın Olarak Kullanılan Formüller

#### Formüllerde kullanılan semboller

Aşağıda anlatılan semboller, bir sonraki bölümde gösterilen formüllerde kullanılmaktadır.

Sembolü	Birim	SI Birimi
a	Ses hızı	$\text{ms}^{-1}$
a	İvme	$\text{ms}^{-2}$
A	Alan	$\text{m}^2$
c	Işık hızı	$\text{ms}^{-1}$
C	Kapasitans	F
D	Çap	m
E	Young modulus	$\text{Nm}^{-2}$
$\Delta E$	Enerji farkı	J
f	Frekans	Hz
F	Kuvvet	N
H	Manyetizasyon kuvveti manyetik alan gücü	$\text{Am}^{-1}$
I	Akım	A
I	Eylemsizlik momenti	$\text{kgm}^2$
k	Dönme yarıçapı	m
kp	Pitch sarım faktörü	-
l	Uzunluk	m
l	İletken uzunluğu	m
L	İndüktans	H
m	Kütle	kg
M	Momentum	$\text{kg.m.s}^{-1}$
n	Dönme hızı	rpm
N	Dönüş sayısı	-
p	Kutup çiftleri sayısı	-
Q	Volumetrik akış hızı	$\text{m}^3\text{s}^{-1}$
Q	Şarj	C

R	Direnç	$\Omega$
s	Kısmi kayma	-
t	Zaman	s
T	Zaman faktörü	-
T	Tork	Nm
T	Sıcaklık (mutlak)	K
$\Delta T$	Sıcaklık farklılığı	$^{\circ}\text{C}$
u	Hız	$\text{ms}^{-1}$
v	Hız	$\text{ms}^{-1}$
V	Gerilim	V
V	Hacim	$\text{m}^3$
x	Mesafe (dx değişkenindeki gibi)	m
Z	Armatür iletkenlerinin sayısı	-
Z	Empedans	$\Omega$
a	Volumetrik genleşme katsayısı	$\text{Hm}/(\text{mK})$
a	Direnç katsayısı	$\Omega\text{K}^{-1}$
b	Volumetrik genleşme katsayısı	$\text{K}^{-1}$
$\epsilon_0$	Serbest mekân geçirgenliği	$\text{Fm}^{-1}$
$\epsilon_0$	Geçirgenlik - görelî	-
$m_0$	Serbest mekân geçirgenliği	$\text{Hm}^{-1}$
$m_r$	Geçirgenlik - görelî	-
$r_0$	Dirençlilik	$\Omega\text{m}^3$
r	Yoğunluk	$\text{kgm}^{-3}$
s	Stefan-Boltzman sabiti	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$
$\phi$	Açı	radyan
F	Manyetik akı, kutup başına akı	Wb
w	Açısal hız	$\text{rad.s}^{-1}$
$w_n$	Doğal frekans	$\text{rad.s}^{-1}$
$w_0$	Doğal frekans	$\text{rad.s}^{-1}$
$w_d$	Söndürülmüş doğal frekans	$\text{rad.s}^{-1}$



**Formüller***Ohm Kanunu (DC versiyonu)*

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

*Ohm Kanunu (AC versiyonu)*

$$\underline{V} = \underline{I} \cdot \underline{Z}$$

*Kirchhoff Kanunu*

$$\sum_{j=0}^N I_j = 0$$

*Güç*

$$P_{dc} = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

$$P_{ac} = \text{Re}(\underline{V} \cdot \underline{I}) = VI \cos \phi$$

**Direnç**

Seri dirençler için:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Paralel dirençler için:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

**İndüktans**

$$V = -L \frac{dI}{dt}$$

$$I = -\int \frac{V}{L} dt$$

$$L = N^2 \mu_0 \mu_r \frac{a}{l}$$

LR devre akım zayıflaması için, depolanan enerji aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\mathbf{Enerji} = \frac{1}{2} L I^2$$

*Kapasitans*

$$Q = CV = \int i dt$$

$$i = \frac{dQ}{dt} = C \frac{dV}{dt}$$

n paralel levha için:

$$C = \varepsilon_o \varepsilon_r (n-1) \frac{a}{d}$$

$$\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

RC devre deşarjı için:

$$i = -I e^{-\frac{t}{RC}}$$

Depolanan enerji

$$i = \frac{1}{2} \epsilon_o \epsilon_r a \left( \frac{V}{x} \right)^2$$

Seri kapasitörler için:

$$C_{total} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots}$$

Paralel kapasitörler için:

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

### *Elektrostatik*

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_o r^2}$$

$$\underline{F} = e \cdot \underline{E} = -e\Delta V$$

$$\underline{D} = \epsilon_o \epsilon_r \underline{E}$$

Elektromanyetizm

$$E = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$B = \mu_o \frac{1}{2\pi r}$$

$$F = BIl$$

$$F = \mu_o I_1 I_2 \frac{1}{2\pi d}$$

$$\frac{dH}{dl} = \frac{I \sin \alpha}{4\pi x^2}$$

Solenoit için:

$$H = \frac{NI}{l}$$

*Manyetizm*

$$H = \frac{B}{\mu_o \mu_r}$$

Manyetik devre için:

$$B = \frac{\Phi}{a}$$

Depolanmış enerji yoğunluğu:

$$\mathbf{Enerji} = \frac{1}{2} HB = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_o}$$

### AC Devreler

$$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{peak}$$

$$Z = \left( R^2 + \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\underline{Z} = R = j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

$$\cos \phi = \frac{R}{Z}$$

Rezonans koşullarında aşağıdaki ilişki geçerlidir:

$$\omega = \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Q faktörü aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$Q_{factor} = \omega_o \frac{L}{R}$$

### Ses

Desibellerin gerilim oranları, akımlar ve güç gibi birimler değildir; örneğin:

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

$P_1$  ve  $P_2$  güç düzeyleri olduğunda:

$$dB = 20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2}$$

Farklılaşan girdi ve çıktı empedansları için, aşağıdaki formül uygundur:

$$dB = 20 \text{Log}_{10} \frac{V_1}{V_2} + 10 \text{Log}_{10} \frac{Z_2}{Z_1}$$

Bu denklemde  $V_1$  ve  $V_2$  gerilimleri,  
 $Z_1$  ve  $Z_2$  empedansları göstermektedir.

## Ek D

### Dirençler için Renk Kodlaması

Direnç değerleri, aşağıdaki renk kodlamasına göre hesaplanmaktadır:

Direnç üzerindeki renk	Değer
Siyah	0
Kahverengi	1
Kırmızı	2
Turuncu	3
Sarı	4
Yeşil	5
Mavi	6
Menekşe/Mor	7
Gri	8
Beyaz	9

*Tablo D.1*



## Yaygın Bant Renkleri

Dirençlerde, aşağıdaki iki önemli renk kodlama grubu bulunmaktadır:

### Tolerans Bant Renkleri - %1

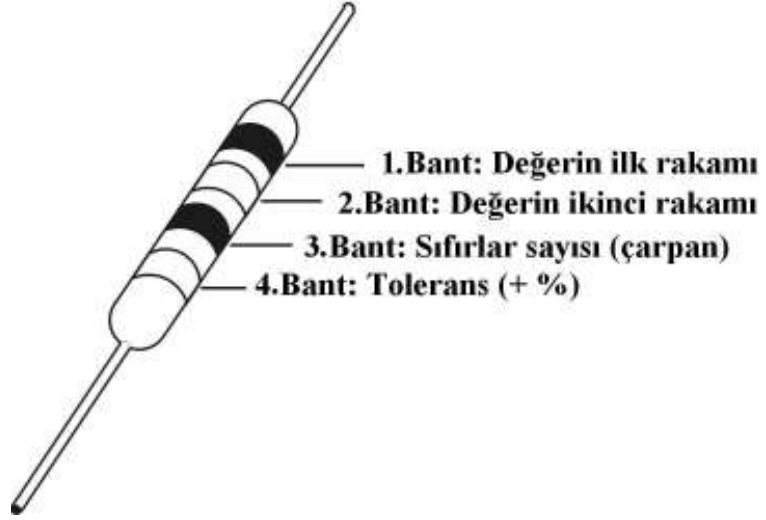
- %±1 - Kahverengi
- %±2 - Kırmızı
- %±5 - Altın rengi
- %±10 - Gümüş rengi
- %±20 - Bantsız (veya Siyah)



Şekil D.1

### Tolerans Bant Renkleri - %1

- %±2 - Kırmızı
- %±5 - Altın rengi
- %±10 - Gümüş rengi
- %±20 - Bantsız



*Şekil D.1*  
*Tolerans dirençleri için renk kodlama*

## Ek E

### Nicelleştirme Düzeyleri için Binari Kodlama

R'nin bütün kapsamını temsil eden n-bit binari bir sayıyı göz önünde bulunduralım. Başka bir deyişle. R'nin kapsamının  $2^n$  niceliklendirme düzeylerine niceliklendirilmiş olduğunu düşünelim. R tek kutupluysa, niceliklendirilmiş olan  $x_Q$   $[0, R)$  aralığında bulunmaktadır. İki kutupluysa,  $x_Q$   $[-R/2, R/2)$  aralığında bulunmaktadır.

n bit modeli,  $b_{n-1}$ 'in en önemli biti (MSB),  $b_0$ 'ın en önemsiz biti (LSB) gösterdiği  $b = [b_{n-1}, b_{n-2}, \dots, b_1, b_0]$  vektörü olarak göstereceğiz. Bu n bit kalıbın  $x_Q$ 'yu kodlamak amacıyla kullanılabileceği birçok yol vardır.

En yaygın üç yöntem şunlardır:

1. Tek kutuplu natürel binari

$$x_Q = R(b_{n-1}2^{-1} + b_{n-2}2^{-2} + \dots + b_12^{-(n-1)} + b_02^{-n})$$

2. İki kutuplu offset binari

$$x_Q = R(b_{n-1}2^{-1} + b_{n-2}2^{-2} + \dots + b_12^{-(n-1)} + b_02^{-n} - 0.5)$$

3. Bipolar iki'nin tamamlayıcısı

$$x_Q = R(b_{n-1}2^{-1} + b_{n-2}2^{-2} + \dots + b_12^{-(n-1)} + b_02^{-n} - 0.5)$$

Burada,  $b_{n-1}$ ,  $b_{n-1}$ 'in tamamlayıcısını göstermektedir.

İzleyen örneğe bakın.

**Örnek**

$R = 2\text{ V}$  ve 3-bit (8 düzeyli) niceliklendirme için, binari temsiller ve niceliklendirilmiş değer arasındaki ilişkiler izleyen tabloda verilmektedir.

$b_1b_2b_0$	Doğal Binari	Offset Binari	2'nin Tümüleyicisi
111	1.75	0.75	-0.25
110	1.50	0.50	-0.50
101	1.25	0.25	-0.75
100	1.00	0.00	-1.00
011	0.75	-0.25	0.75
010	0.50	-0.50	0.50
001	0.25	-0.75	0.25
000	0.00	-1.00	0.00

**Tablo E.1**  
**Örnek**

Tek kutuplu doğal binari temsiller, 0 ila 2 V arasındaki düzeyleri kodlar. Offset binariler ve 2'nin tümleyicileri -1V'tan 1V'a kadar olan aralığı kodlar.

# ELEKTRONİK NOTLARI

IDC Teknolojileri'nin 1986 yılında Batı Avustralya'da kurulmuş olmasına rağmen, günümüzde bütün ülkelerden mühendisleri çekmektedir. IDC Teknolojileri'nin günümüzde Avustralya, Kanada, İrlanda, Malezya, Yeni Zelanda, Singapur, Güney Afrika, İngiltere ve ABD'de büroları vardır.

Bu Elektronik Notlarını, kişisel bilgisayarlar, DSP-dijital sinyal işleme, ADC/analog dijital ve DAC/dijital analog sinyal dönüştürme işlemi vb gibi konularda olabildiğince derinlemesine pratik bilgiler edinmeniz amacıyla hazırladık Tüm mühendisler, bilim adamları ve teknisyenler için yararlı olan kavramları, 'Notlar'ımızın kapsamına almaya çalıştık

# E-KİTAP

**TMMOB**

**ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI**

İhlamur Sokak No:10 Kat:3 Kızılay / Ankara  
Tel: (312) 425 32 72 Faks: (312) 417 38 18  
<http://www.emo.org.tr>



**TMMOB**  
**ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI**

EMO YAYIN NO: EK/2012/546