



“Haberleşme Sinyalleri”

Dr. Cahit Karakuş, 2020



Sinyaller

Sinyal

- Sinyal, bilgi taşıyan bir değişimin modelidir. Sinyal, bilgiyi taşır ve anlamlandırır. Sinyalleri ölçerseniz yönetirsiniz. Sinyal, bilginin bütünleşerek taşındığı kavramların matematiksel fonksiyondur.
- Sinyal: Kainattaki herhangi bir olayın sayısal olarak gözlemlenebilir davranışı hakkında bilgi taşıyan değişimlerin fonksiyonlarıdır. Matematiksel olarak, sinyaller bir veya daha fazla bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak temsil edilir.
- Sinyal (işaret): Bir değişiklik hakkında bilgi taşıyan ve matematiksel olarak fonksiyon (İşlev) biçiminde gösterilen kavrama denir.
- Sinyal matematiksel olarak bir veya daha fazla bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak tanımlanır.
- Bir resim, iki uzamsal değişkeni (x ve y) olan bir fonksiyon.
- Genellikle zaman, t olarak adlandırılan tek bağımsız değişken içeren sinyaller ele alınmaktadır. Bir sinyal, bağımsız bir t değişkeninin gerçek değerli veya skaler değerli bir fonksiyonudur.
- Sinyaller, verilerin atom altı parçacık, elektrik veya elektromanyetik gösterimleridir.

Sinyal

- **Sinyal bilgiyi taşıyandır.** Bilgi sinyal ile anamlanır. Sinyalleri ölçerseniz yönetirsiniz.
- Kainatı, sinyallere gizlenmiş bilgileri keşfederek bilinçleniyoruz.
- Var olduğu kaynağa ait bilgiyi taşıyan sinyaller, etkileşime girdikleri ortamlara sıra dışı özellikler sağlar.
- Elektronikte sinyal, verileri bir yerden diğerine taşımak için kullanılan bir elektrik akım veya elektromanyetik alandır.
- Sinyaller uzaklara dalgalar şeklinde yayılırlar. Dalgalar sinyaller taşırlar. Akustik sinyaller, Sismik Sinyaller, Elektrik sinyaller, Elektromanyetik sinyaller, Isı, Titreşim, ...
- **Yakın gelecekte bilgi, elektron, foton gibi atom altı parçacıkların oluşturduğu sinyaller olarak taşınacak ve işlenecektir.**
- **Taşınan bilgi sinyal üzerinde saklanır ve anlam kazanır; bilgi bir taş, bir kitaba yazılır. Bir belleğe ya da beyine yazılır. Bilgiyi güçlü kılan şey sinyaller ile bütünleşik taşınabilecek ve saklanabilecek olmasıdır. Kil tablette işlenen bilgi çağlar boyu saklanır ve zamanı durdurur.**
- Sinyal, bilginin fizik kanunlarına göre nasıl davrandığını gösterir. İnsanlık bilginin fiziksel dünya ile bütünleşik olduğunu öğrenmek zorundadır.

Sinyallerin yayıldığı enerji kaynakları

- Elektromanyetik Radyasyon (Işıma): elektromanyetik dalgalar, ışık, güneş
- Kozmik ışınlar: Gezegenler, Yıldızlar
- Mekanik (potansiyel, kinetik, elastik, akışkan)
- Kimyasal (pil, yakıt hücresi, fosil yakıtlar, faz değişimi)
- Manyetik (Mıknatıslanma, akımlar vb.)
- Elektrik akım, gerilim
- Elektronik: Pulse Generator, Osilatör
- Isı, Işık, Ses, Titreşim, Çekim kuvvetleri
- Radyoaktif malzemeler
- Tipleri: Sine Wave, Ramp, Step, Chirp, Clock, Consant
- Noise, Signal to Noise
- Quantum: Foton – Elektron
- Laser

Sinyal Algılama

Öğrenmek, için bilgi toplamak gerekir. Belirsizlikler ölçüm, sorgulama ve kıyaslama ile azaltılabilir.

- **Algı: Çevresel değişimlerin uyarılmasıdır.**
- **Algılama:** Çevresel değişimlere ait bilgilerin sinyal olarak alınması, yorumlanması, seçilmesi ve düzenlenmesidir. Tüm algılamaların bir dereceye kadar belirsizliği vardır.
- **Algılayıcı:** Fiziksel ortam değişiklikleri algılayan elektronik elemanlara “algılayıcı”, algıladığı bilgiyi elektrik sinyaline çeviren elemanlara “transdüser” denir.
- **Transdüser:** Bir enerji biçimindeki değişimi algılar ve onu başka bir enerji biçimine, çoğunlukla çevresel değişimleri elektrik sinyaline dönüştürür.
- **Algılayıcıları sınıflandırmak:** Bilgi türü, fiziksel ilke, mutlak ve türev, bilgi miktarı (bant genişliği), düşük ve yüksek okuma (dinamik aralık), doğruluk ve hassasiyet
- **Algılayıcı Çeşitleri:** Konum (gsm), görüntüleme, ısı, ışık(optik), ses, manyetik, basınç, kuvvet, hareket, duman, gaz, titreşim, yön, ivmeölçerler/jiroskoplar (Yerçekiminden bağımsız bağımsız yön tespiti), ıslaklık ya da seviye, analog lazer mesafe ölçüm, ultrasonik uzaklık, dokunma sensörleri
- **Aktüatör:** Bir mekanizmayı ya da sistemi kontrol eden veya hareket ettiren, elektriksel, termal, hidrolik ya da pnömatik gibi mekanik büyüklükleri harekete dönüştüren elemanlara aktüatör denmektedir. Aktüatörler son kontrol elemanlarıdır ve kontrol ünitesi ile hareket arasındaki ara yüzü oluştururlar. Düşük güçlü sinyalleri, proses kontrolü için uygun enerji seviyesine dönüştürürler.
- **Göstergeler(Indicator):** Mevcut koşulları ölçmek ve finansal veya ekonomik eğilimleri tahmin etmek için kullanılan istatistiklerdir.

Sinyallerin İletilmesi

- Haberleşme: Bilgi taşıyan sinyallerin bir noktadan diğer bir noktaya yüksek verimde, yüksek kalitede ve güvenli bir biçimde iletilmesidir.
- Haberleşme sistemi; gönderilecek bilginin üretildiği kaynak, gönderici, iletişim ortamı ve alıcı devrelerinden oluşur.
- Telemetri: Ölçerlerdeki verilerin toplanması ve alıcı ekipmana otomatik olarak aktarılmasıdır.
- Sinyal iletim ortamında kanal, sinyalin bir yerden başka bir yere gönderildiği haberleşme ortamlarında işgal edilen frekans, zaman, kod aralığıdır.
- Sinyal, bilgi taşıyan veri parçacıklarıdır.

Sinyallerin iletilebilmesi için nelere ihtiyaç var?

- Sinyal kaynağı (where the data originates)
- Verici - İletici(device used to transmit data)
- İletim Ortamı, kanallar ve sistemler
- Alıcı (device used to receive data)
- Son kullanıcı(where the data will be placed)

Sinyal iletiminde vericiler

Verici ve Bileşenleri:

- Verici, bilgi taşıyan sinyali belirli bir ortam üzerinden iletmek için ortamdan etkilenmeyen sinyallere dönüştüren bir elektronik sistemler ve devreler topluluğudur.
- Vericiler, osilatörler, amplifikatörler, ayarlanmış devreler ve filtreler, modülatörler, frekans karıştırıcılar, frekans sentezleyiciler ve diğer devrelerden oluşur.

Sinyal iletiminde alıcılar

Alıcı ve Bileşenleri:

- Bir alıcı, iletilen sinyali iletilen ortamdan kaptan ve sistemler tarafından anlaşılabilir bir forma dönüştüren bir elektronik bileşenler ve devreler topluluğudur.
- Alıcılar, amplifikatörler, osilatörler, karıştırıcılar, ayarlanmış devreler ve filtreler ve modüle edilmiş taşıyıcıdan orijinal sinyali geri kazandıran bir demodülatör veya dedektör içerir.

Sinyal İletiminde Alıcı - Vericiler

Alıcı-verici ve bileşenleri:

- Alıcı-verici (transceiver), sinyal gönderen ve alan devreleri içeren elektronik bir birimdir.
- Examples are:
 - Telephones
 - Fax machines
 - Handheld CB radios
 - Cell phones
 - Computer modems

Sinyal iletim ortamları

– İletişim Ortamları:

- İletken burgulu teller (2 /4 tel)
- Fiber optik kablolar
- Koaksiyel Kablolar
- Boşluk, hava
- Özel Ortamlar(Örnek, su sonar için ortamdır).
- Laser
- Kızıl Ötesi

Soru: İletim ortamlarını, sinyali bozan gürültü kaynaklarına göre en iyi ortamdan en kötü ortama sıralayınız: fiber, iletken kablo, hava

Soru: Sinyaller haberleşme ortamlarında ilerlerken çok hızlı zayıflayarak bozuldukları için haberleşme ortamlarından, sayısal sinyaller iletilmez. Analog sinyal olarak iletilir. Modem kullanılarak sayısal sinyal analog sinyale dönüştürülür ya da benzetilir. Modem, sinyallerin ortamdan etkilenmeden iletilmesini sağlayan sistemdir.

Sinyalleri Bozan Hata Kaynakları

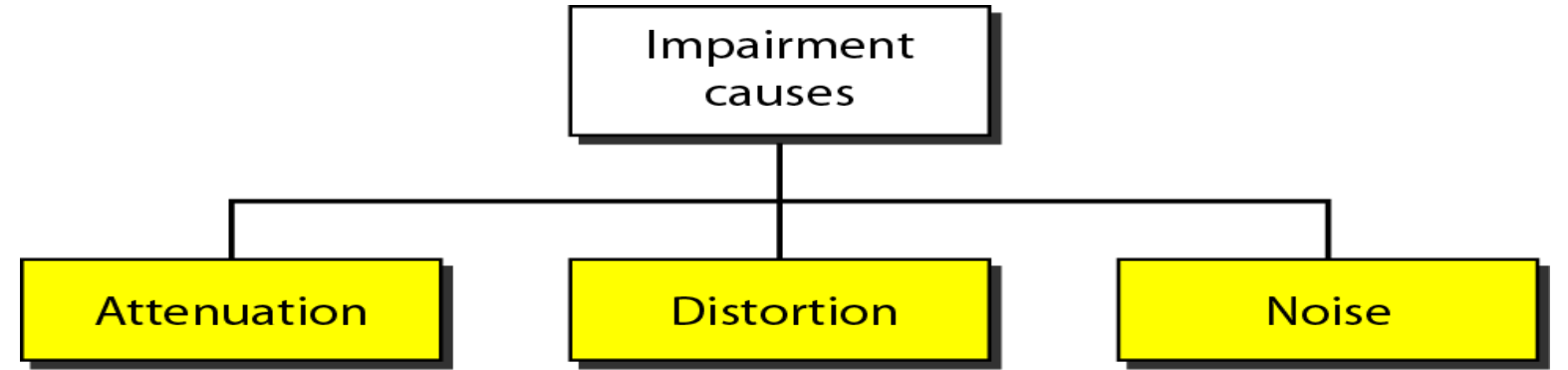
- Gürültü
- Eksik ya da kayıp Veri
- Bilinmezlik, belirsizlik
- Hassasiyet, değişkenlik
- Önyargı, yanlılık
- İnterferans: parazit, karışma, engelleme
- Sapma
- Hatalar:
 - Kasdi hatalar. Fark edilmeyen sistematik hatalar.
 - Bireysel kaynaklı hatalar.
 - Yazılım hataları: matematiksel modelleme, algoritma, kodlama; verilerin yanlış girilmesi
- Sistematik hata : Rasgele, Ölçme hatası, Örnekleme hatası.

Sinyal İletiminde Bozulmalar

Sinyaller, mükemmel olmayan iletim ortamından geçer. İletim ortamının kusurları, sinyal bozulmasına neden olur. Bu, ortamın başlangıcındaki sinyalin, ortamın sonundaki sinyalin aynısı olmadığı anlamına gelir. Gönderilen, alınan şey değildir. Bozulmanın üç nedeni zayıflama, bozulma ve gürültüdür.

Haberleşme sistemlerinde sinyaller iletilirken,

- Alınan sinyal iletilen sinyalden farklı olur.
- Analog sinyalin kalitesi bozulur.
- Dijital sinyalde bit hataları oluşur.
- Zayıflar.



Haberleşme sistemlerinde sinyaller iletilirken etkilendiği olumsuzlukların ve bozuklukların Sebepleri:

- Gecikme
- Gürültü
- Zayıflama
- Distorsiyon: Bozulma
- İnterferans: Parazit, karışma, engelleme
- Harmonik: Yarı iletken elemanlar nonlineer yüklerin etkisiyle, akım ve gerilim dalga biçimleri, periyodik olmakla birlikte sinüsoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer sinüsoidal dalgaların toplamından meydana gelmektedir. Temel dalga dışındaki sinüsoidal dalgalara harmonik denir.



Veri Hiyarşisi

Sembol - Veri – Bilgi – Yetenek - Bilgelik

- **Semboller (Alfabe, Sayılar, Resimler, Şekiller, ...):** Giriş aşamasında bilgisayarın belleğine aktarılan ve rakamlar, kelimeler, görüntüler, video ve ses gibi bilgi mesajlardan oluşurlar. Mesaj taşıyan sinyaller ile temsil edilirler.
- Bilgisayarda verilerin temsil edildiği ikili sayı sistemi (Bit:0/1) semboldür. Bu semboller, bilgisayarın temel elektronik devre elemanı olan transistör üzerinde elektrik sinyali ile temsil edilir.
- **Veri:** Sinyal ile taşınan ham bilgidir. Veri işlenerek bilgi elde edilir, bilgiden bilegeliğe, bilgelikten yetenek geliştirme ve deneyim kazanmaya; yetenek geliştirmeden bilinçlenmeye yolculuk başlar.
- **Veri:** Anlam kazanmamış, ilişkilendirilmemiş, özümlememiş, işlenmemiş gerçekler ya da bilgi parçacıklarıdır. Herhangi bir içerikten yoksun formlardadırlar. Bazen fiziksel bir olaydır, yorumlanmamış gözlemlerdir. Yorum taşımazlar ancak işlenmek için hazırdırlar. Karar vermede etkili değildirler.
- **Information (Bilgi) :** Cevaplanması gereken ne, kim, ne zaman, nerede sorulardır. Bilgi, işlenmiş, düzenlenmiş, anlamlandırılmış verilerdir. Gerektiğinde sınıflandırılıyor, matematiksel denklemlerin katsayıları ile temsil ediliyor, kümeleniyor. Bilgi, organize, anlamlı ve yararlı verilerdir. Çıktı aşaması sırasında, oluşturulan bilgiler basılı rapor, grafik ve görseller ile sunum formuna sokulur. Bilgiler ileride kullanılmak üzere bilgisayar saklanır. **Bilgi: Genel olarak, veri ve enformasyonun yorumlanmasıyla ortaya çıkar.**
- **Büyük Veri:** Verilerin günümüzde hız, çeşitlilik, kapasite (hacim) açısından büyük artış göstermesi ve bu artışa teknolojinin de destek vererek, yeni çözümler üretmesi ile birlikte “Büyük Veri” kavramı ortaya çıkmıştır.
- **Knowledge (irfan sahibi, Yetenek - Tecrübe, Deneyim):** Karar vermede, kestirim yapmada, doğruyu aramada performansı yükseltmektir.
- **Understand (Bilinçlenmek):** anlayarak, kavrayarak, hissederek bilinçlenmektir.
- **Wisdom (Bilgelik):** Değerlendirilmiş anlayıştır. Sorgulayarak, kestirim yaparak karar vermek ve yorumlamaktır.

Veri – Enformasyon - Bilgi

- **Veri:** Anlam kazanmamış, ilişkilendirilmemiş, özümlememiş, işlenmemiş gerçekler ya da bilgi parçacıklarıdır. Herhangi bir içerikten yoksun formlardadırlar. Yorum taşımazlar ancak işlenmek için hazırdırlar.
- **Enformasyon:** Veriye değer katılarak, verinin anlamlandırılmasıdır. Belli bir amaç için birbiriyle ilişkili verilerin biraraya getirilmesi, düzenlenmesi sonucu oluşur ve bir anlam taşır, haber niteliği vardır. Kurumsal olarak bakıldığında enformasyon, anlamı olan veritabanıdır. Veri, içerik işlemleriyle değer kazandırılarak enformasyona dönüştürülmektedir. Enformasyon veriden doğmaktadır ve enformasyon da bilgiye dönüşmektedir.
- **Bilgi:** Genel olarak, veri ve enformasyonun yorumlanmasıyla ortaya çıkar.
- **Büyük Veri:** Verilerin günümüzde hız, çeşitlilik, kapasite (hacim) açısından büyük artış göstermesi ve bu artışa teknolojinin de destek vererek, yeni çözümler üretmesi ile birlikte “Büyük Veri” kavramı ortaya çıkmıştır.

Veri Tipleri

Veriler farklı boyutlarda ve ayrıca türlerde gelir:

- Sinyaller: Ses, elektrik, elektromanyetik dalgalar, koku, titreşim, ısı
- Alfabe, dokümanlar, metinler
- Sayılar
- Klavye tuşları
- Grafikler, şekiller
- Tablolar
- Görüntüler, resimler
- Aritmetik işlemler
- Mantıksal işlemler, karşılaştırmalar
- Videolar
- Animasyon
- Parçacık, koku

- Analog sinyal: genliği, frekansı, fazı zamanla değişen sinyaldir.
- Analog sinyalin bileşenleri: genlik, frekans, faz, zaman
- Elektriksel sinyaller analog olduğundan, belirli zaman aralıklarında alınan genlik değerlerinden ayırık değerler elde edilir. Bu ayırık değerlerin ikili sayı sistemine (bit: 0/1) dönüştürüldüğünde sayısal değer elde edilir. Böylece tüm veri tipleri elektrik sinyal olarak ikili sayı sisteminde temsil edilir.
- Bilgisayar, mikroişlemci, bellek, .. Temel elektronik devre elemanı: Transistör.
- Transistör elektron akışını kontrol eder.

Veri Örnekleri

Bir sinyal, bazı (genellikle fiziksel) olaylar hakkında bilgi ileten bir veya daha fazla değişkenden oluşan bir fonksiyonun bileşenleridir. Analog sinyal, $y(t)=A\sin(\omega t+\theta)$

Bazı sinyal örnekleri şunları içerir:

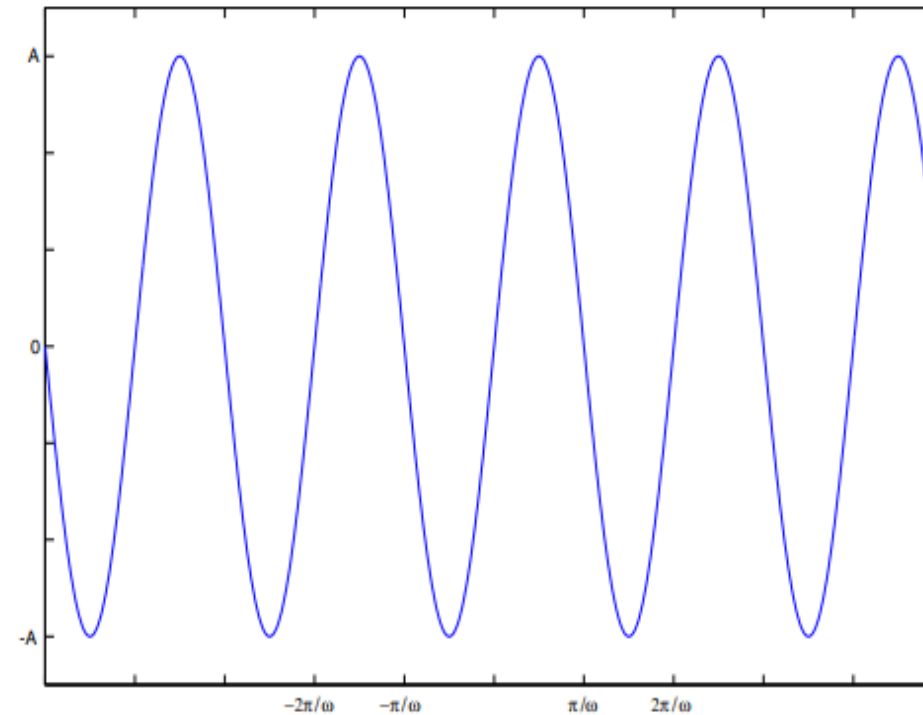
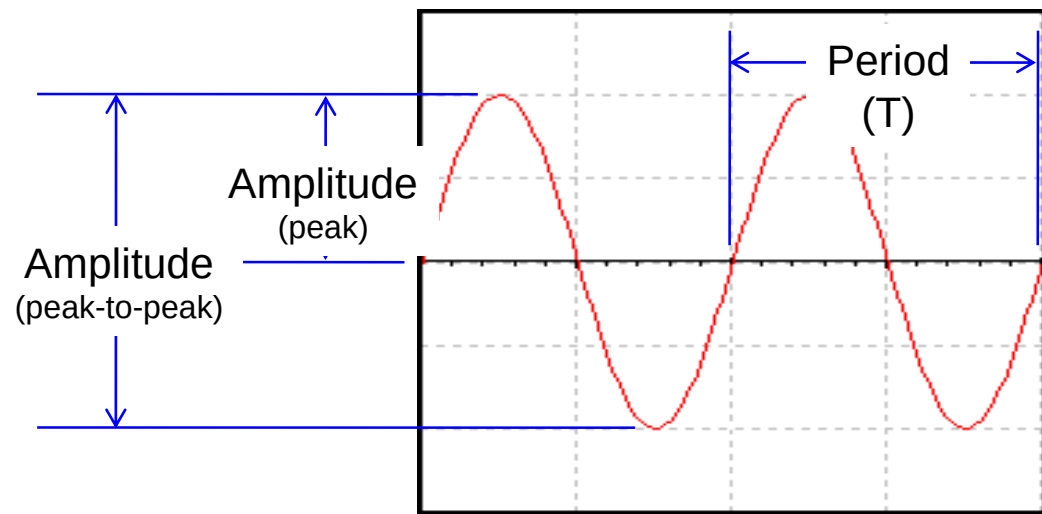
- Elektronik devrede bir voltaj veya akım; bir telefon teli üzerinden akan akım; elektriksel sinyal
- Bir nesnenin konumu, hızı veya ivmesi
- Mekanik bir sistemdeki bir kuvvet veya tork
- Kimyasal bir süreçte bir sıvı veya gazın akış hızı
- Resim, video
- Borsa endeksi
- Ses dalgaları
- Bir verici antenden çıkan elektromanyetik dalga,
- Bir fiber kablonun kılındaki ışık yoğunluğunun değişimi

Neredeyse sonsuz bir çeşitlilikte sinyaller olduğunu ve sinyalleri bir yerden başka bir yere taşıyan çok sayıda yol olduğunu görürüz.



Analog Sinyaller

Sinusoidal Signals.



Frequency:

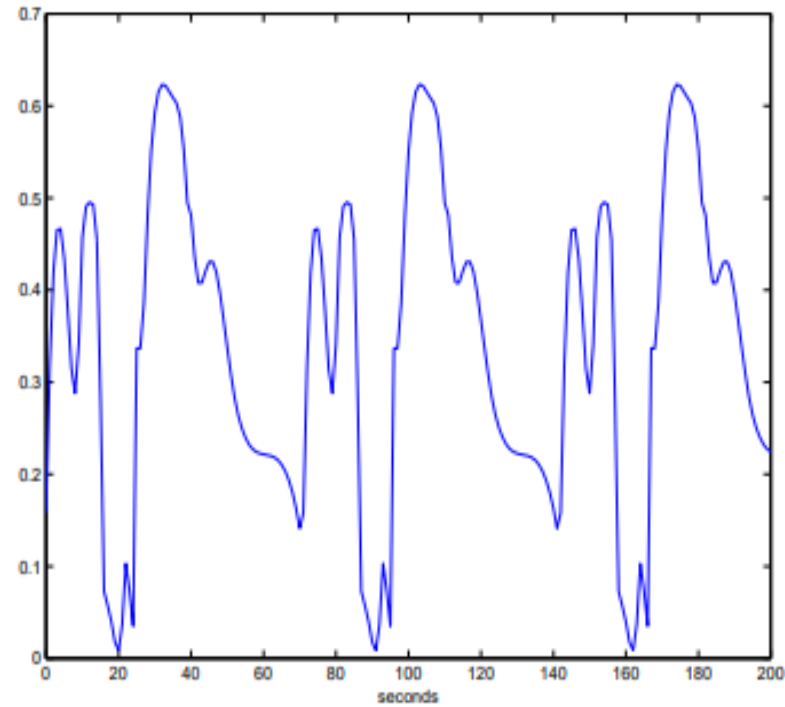
$$F = \frac{1}{T} \text{ Hz}$$

The sinusoid $x(t) = A \sin(\omega t)$.

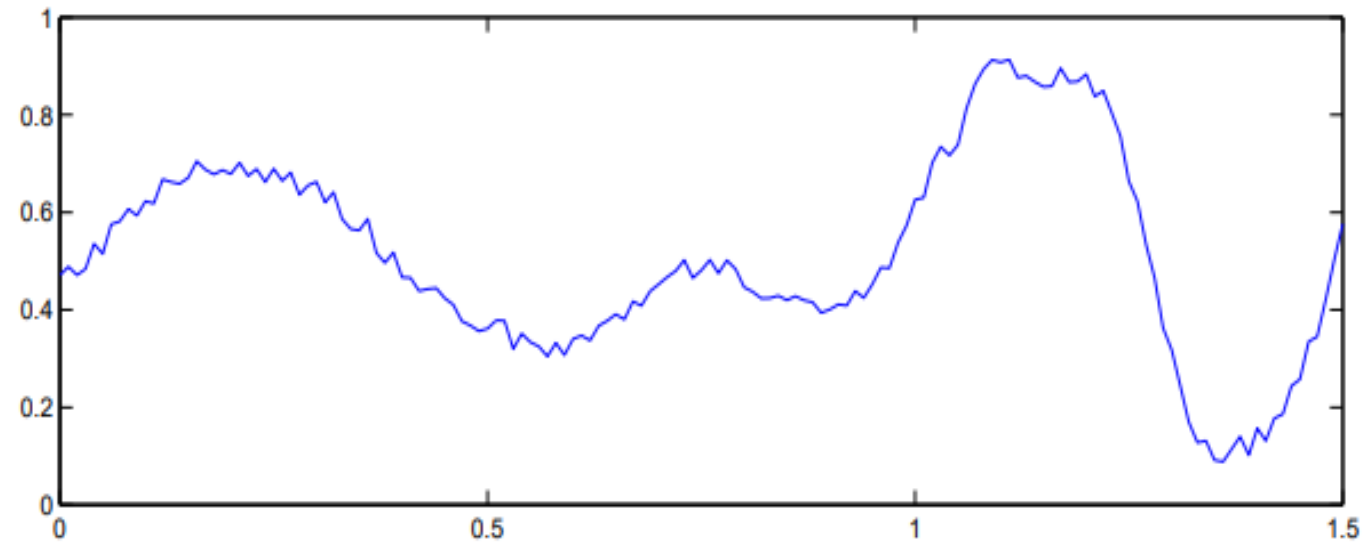
Analog sinyaller, herbirinin frekansı, genliği ve fazı farklı olan sinüsoidal sinyallerin toplamından oluşur. Daralıp genişleme frekans, büyüp küçülme genlik, birinin diğerine göre ileride ya da geride olması faz.

Parts of an analog signal: amplitude, period, & frequency.

Analog Sinyal



A periodic signal



Adding noise to an analog signal.

The analog signal consists of the sum of the sinusoidal signals.

Analog Sinyal

- *Analog sinyalin* genliği, frekansı ve fazı zamanla değişir.
- Analog sinyal, farklı sinüsoidal dalgalarının toplamından oluşur.
- Frekans, bir saniyedeki titreşim ya da peryot sayısıdır. Titreşim rezonanstır. Tersine ise periyottur.
- Peryod, bir sinyalde sürekli tekrarlanan aynı formatta ya da biçimde temel benzer parçadır.
- Haberleşme ortamlarında sinyaller analog olarak gönderilir.
- Analog işaret, çok sayıda frekans bileşiminden oluştuğundan işareti işlemek zordur. O nedenle frekans domaininde işlenir.
- Frekans spektrumunda işaretin başladığı ve bittiği frekans aralığı bant genişliğini verir.
- Sadece fiber kablolarında sinyaller ışıktır. Bu nedenle sinyaller, fiber kablolarda ışık hızı ile iletilir. Band genişliği çok büyüktür.

Terminology of a Signal

A wave is usually described by the following terms :

- Amplitude
- Wavelength (λ)
- Frequency (f)
- Period (T)
- Wave velocity (v)

- Sinyal, elektromanyetik ışıma, elektrik ve manyetik alanların dalgalar şeklinde yayıldığı bir ortamdan veya vakumdan yayılan enerji şeklidir. Sinyal, bir ortamda enerji taşıyan bir uyarıcıdır.
- Sinyalin yayılma hızı, dalganın frekansı ile dalga boyunun çarpımıdır.
- The **amplitude** is the maximum displacement of the medium from its equilibrium position. **Unit : Volt, Amper**
- Dalga boyu (λ), birbirini izleyen iki tepeciğin en alt ya da en üst noktaları arasındaki uzaklıktır. Unit : Meter
- Frekans (f), belirli bir noktadan birim zamanda geçen max veya min sayısıdır. Birimi 1/zaman yani 1/s olup saniyedeki çevrim sayısıdır. **Unit : Hz**
- The **period** (T) is the time taken for one complete oscillation. It is related to frequency by **$T = 1/f$** , **Unit : s**

Fundamentals of Analog Signals

- Analog Sinyal Bileşenleri:
 - Zaman, t [sec]
 - Genlik, A [Birim, Volt, Amper, Watt]
 - Frekans, f [Hz=1/sec]
 - Faz, θ [derece, rad; rad= π *derece/180]
 - Dalga boyu, $\lambda=c/f$ [m]

Analog sinyal: Genliği, zamanla değişen sinyallerdir.

Sinüzoidal Sinyaller

Sürekli zamanlı bir sinüzoidal sinyal aşağıdaki biçimde ifade edilebilir,

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta)$$

A : Genlik (Volt)

ω : Açısal frekans (rad)

θ : Faz açısı (rad)

Temel periyot: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Temel frekans: $f = \frac{1}{T} \text{ Hertz(Hz)}$

$$\omega = 2\pi f$$

Soru

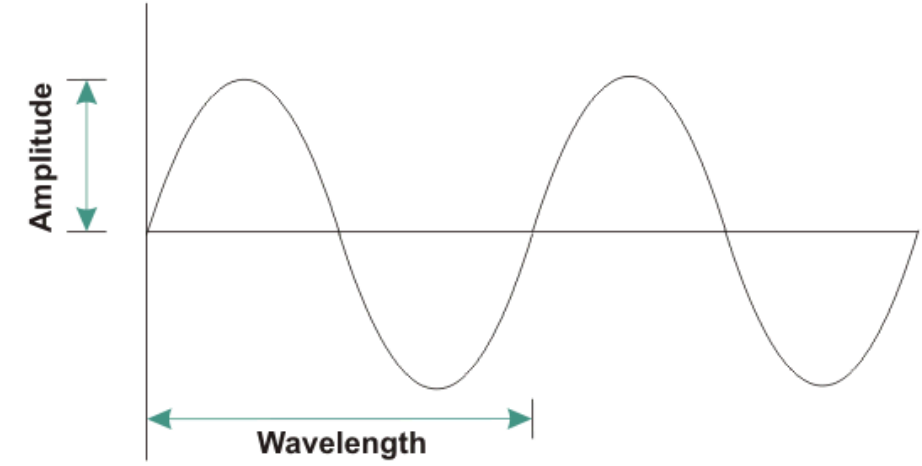
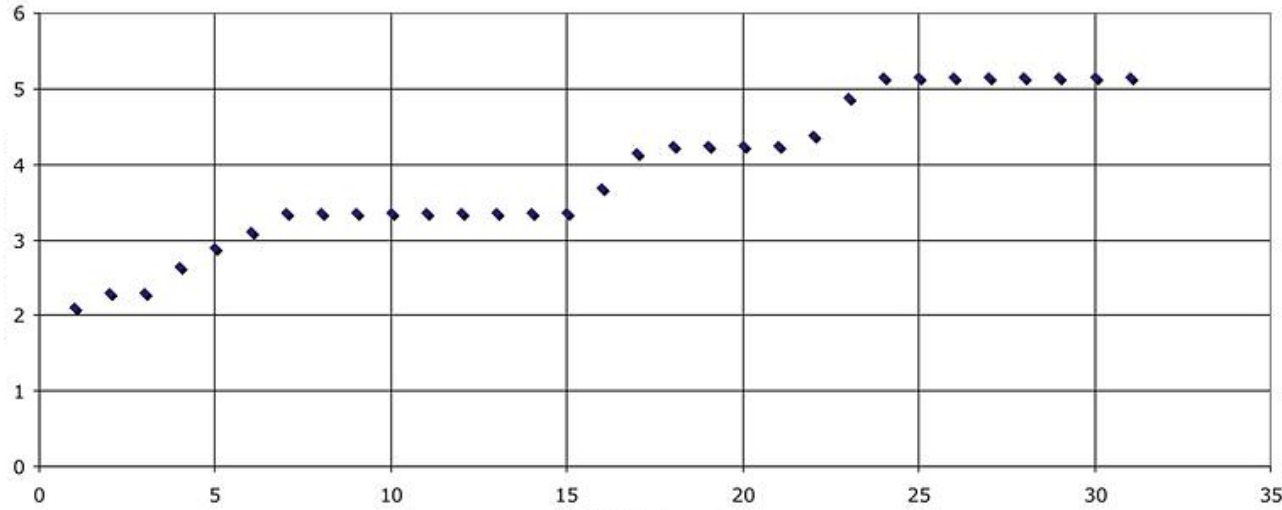
Aşağıdaki soruları,

- $x(t)=150\sin(2\pi 1000\ 000\ 000t+90)$ analog sinyalinde
- $x(t)=A\sin(\omega t+\phi)$
- $\phi_{\text{rad}}=\phi_{\text{deg}} * \pi/180$
- $\omega=2\pi f$ ise
- $T=1/f=2\pi/\omega$
- denklemleri kullanarak çözünüz.
-
- genlik kaç birimdir? 150
- frekans kaç GHz? $1\ 000\ 000\ 000\text{Hz}=1\text{GHz}$
- faz kaç derecedir? 90
- faz kaç radyan? $\pi/2$
- periyod, T kaç saniyedir? $1/1\ 000\ 000\ 000=10^{-9}$ saniye

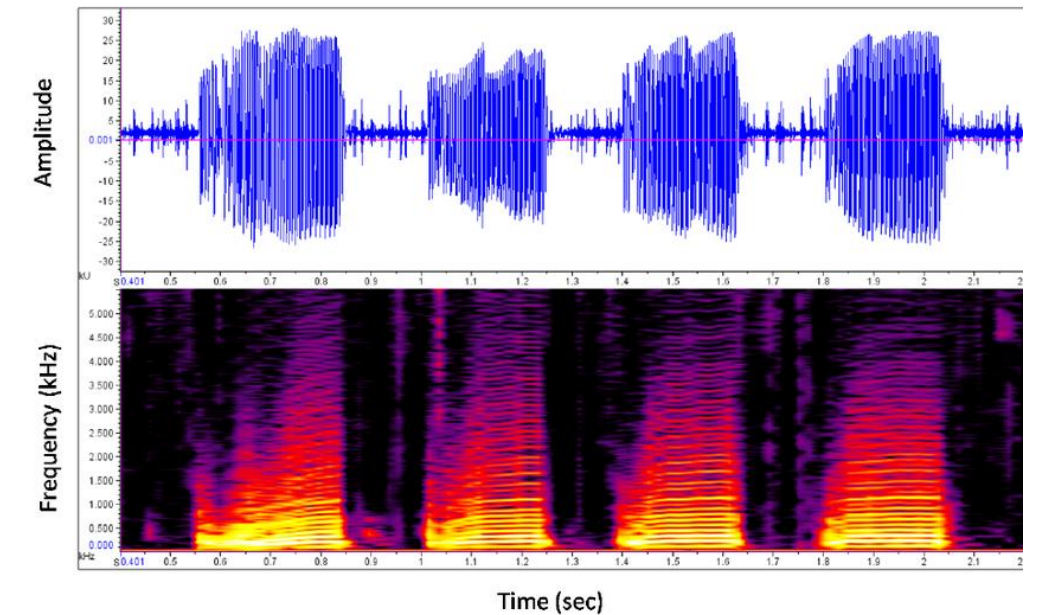
Nedir ?

Sinüzoidal Dalga Nedir, Belli frekanslarla tekrar eden, belli genlikler arasında gidip gelen dalgalardır. Bu dalgalar ile bir ses sinyali oluşturulabilir.

Analog Sinyal Nedir, Taşıdıkları bilgiyi uzay ve zamanın sürekli bir fonksiyonu olarak ifade eden sinyallerdir. Farklı sinüzoidal dalgalarının toplamından oluşur.



Spektrogram Nedir, Zamana göre değiştiği için bir sinyalin frekans spektrumunun görsel bir gösterimidir.



Dalga Kavramı

- Bir dalganın önemli özelliklerinden biri de hızıdır (v , C), $v = \text{Uzaklık} / \text{Zaman}$.
- Dalga boyu ile frekansın çarpımı hızı verir.
- Dalga boyu, dalganın uzunluğunu ya da tek bir dalga için mesafeyi gösterir, $\lambda = \text{Uzaklık} / \text{Dalga}$.
- Dalga boyu genellikle metre ile temsil edilir.
- Frekans ise Hz ile verilir. Frekans ile periyod arasındaki ilişki $f = 1/T$ ile belirtilir, $f = \text{Dalga} / \text{Zaman}$. T , periyottur, saniye ile gösterilir.
- $\text{Uzaklık} / \text{Zaman} = (\text{Uzaklık} / \text{Dalga}) \times (\text{Dalga} / \text{Zaman})$
- $C = \lambda \times f$
- $\lambda = C / f$

Frequency

Dalgalar ortamda yayılırken titreşirler. Bir saniyedeki titreşim sayısı analog sinyalin frekansını verir. Bir analog sinyal çok sayıda frekansların karışımından oluşabilir.

Frequency is measured in *cycles per second*, or *Hertz* (Hz)

Wavelength (λ), the distance between corresponding points on the wave, is the inverse of frequency.

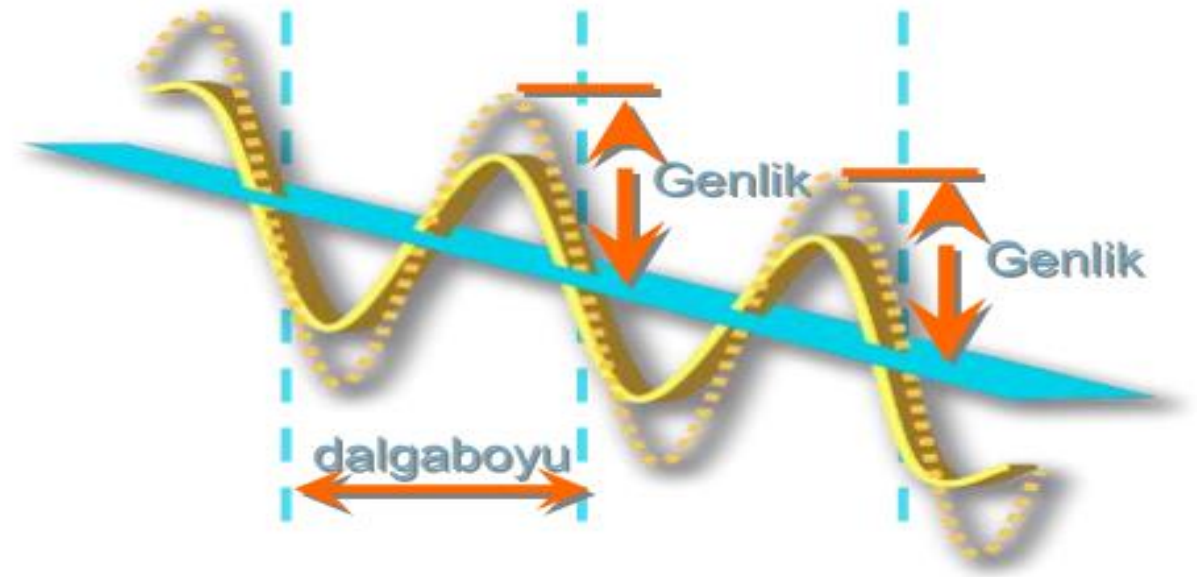
Dalga boyu sinyal ortamda ilerlerken tepeden tepeye aldığı mesafedir.

$$f = 100 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{342 \text{ m/sec.}}{100/\text{sec.}} = 3.42\text{m}$$

$$f = 1000 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{342 \text{ m/sec.}}{1000/\text{sec.}} = 0.342\text{m}$$



- Sesin havada yayılma hızı =342m/sec
- Elektromanyetik dalganın havada ya da boşlukta yayılma hızı=3*10(m/sec
- Frekans birimi : 1/sec=Hz

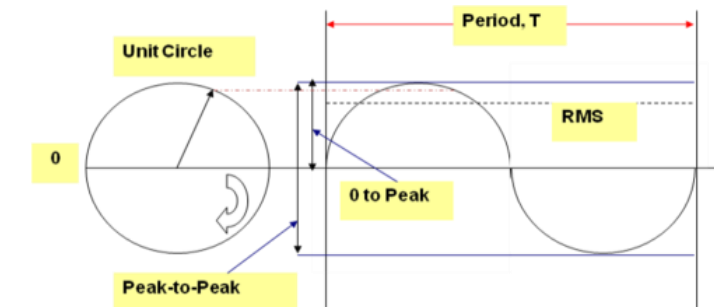
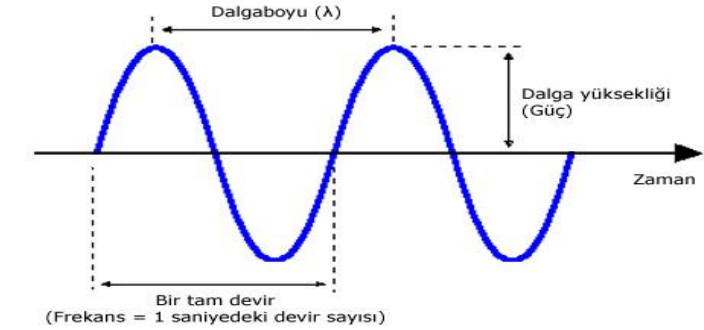
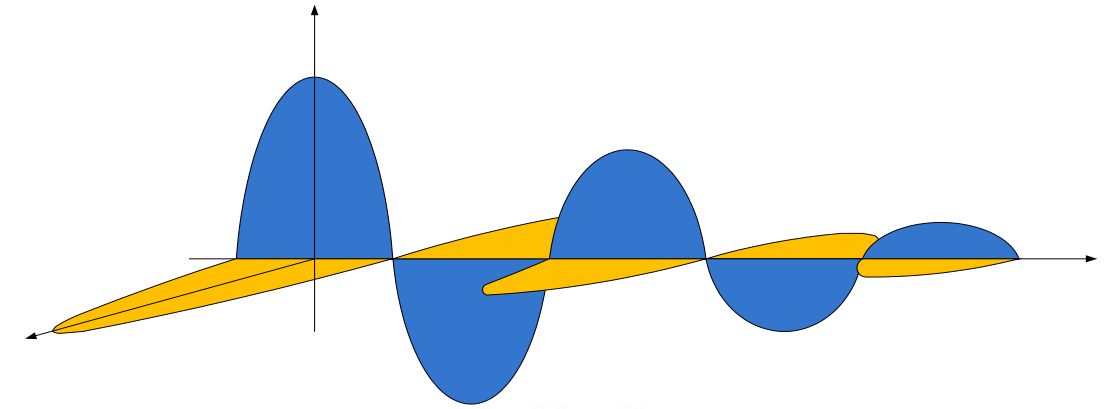
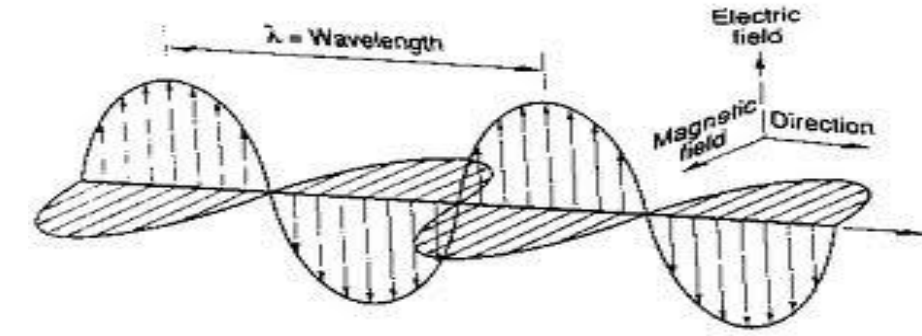
Dalga Boyu – Band Genişliği - Peryod

Wavelength: The distance between repeating units of the propagation wave

- İşaretin 1 saniyedeki tekrarlama (cycle-saykıl) sayısıdır. Birimi Hertz'dir.
-
- Frekans $f=1/T$ formülüyle hesaplanabilir. Burada: f = Frekans, T = Peryot 'tur.
- $f=1 \text{ KHz}=1000\text{Hz}=10^3 \text{ Hz}$, $f=1 \text{ MHz}=1\,000\,000=10^6 \text{ Hz}$, $f=1\text{GHz}=1\,000\,000\,000=10^9 \text{ Hz}$
- $\lambda=\text{Işık hızı} / \text{frekans} = c / f$ (metre)

Band genişliği:

- $B=\text{Veri hızı (bps)} / (\text{Kodlama oranı} \times \text{Sembol oranı} \times \text{FEC})$, Hz olarak bulunur.
- Bir işaretin alt frekansı $=f_1$, üst frekansı $=f_2$ ise işaretin band genişliği $BW=f_2-f_1$ dir.



Dalga Sayısı

Dalga Sayısı (k): Bir dalganın uzamsal frekansı olarak tanımlanabilir ve harmonik bir dalganın bir periyodundaki dalga sayısını ifade eder.

$$k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi f}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Dalga sayısı (1/m) Frekans (r/s) Frekans (Hz) Dalgaboyu (m)

Analog Sinyalde Kaliteyi Belirleyen Parametreler

- Maksimum sinyal gücü
- Analog sinyalin bileşenleri: Band Genişliği, Genliği, Frekansı, Fazı,
- İşaretin Gürültüye Oranı
- İletim hızı
- Sinyal Gücü Kaybı, $K_{dB} = 10 \times \log_{10} (P_2 / P_1)$

Kanal kapasitesini belirleyen parametreler:

- Veri hızı
- Bant genişliği
- Gürültü
- Hata oranı

Analog Sinyallerin Band Genişliği (BW)

- Sinyalin maksimum ve minimum frekansları arasındaki farka ne denir?
- Sinyal veya haberleşme kanalının frekans aralığının genişliği (Hz).
- Verici ve iletim ortamı tarafından belirlenen frekans aralığıdır. (Hertz)
- Bir sinyal tarafından işgal edilen frekans aralığıdır.
- **Analog sinyaller çok sayıda frekansdan oluşur. En yüksek frekans ile en düşük frekans arasındaki fark, band genişliğini verir.**
- Kanal band genişliği, istenen bilgiyi bir ortamdan iletmek için gereken frekans aralığını ifade eder.
- Veri hızı ne kadar yüksekse, bant genişliği o kadar büyük ve ihtiyaç duyulan frekans bandı da o kadar yüksek olur. Bant genişliği maliyetlidir.

Band Genişliği

Bir bileşik sinyalin bant genişliği, o sinyalde bulunan en yüksek ve en düşük frekanslar arasındaki farktır.

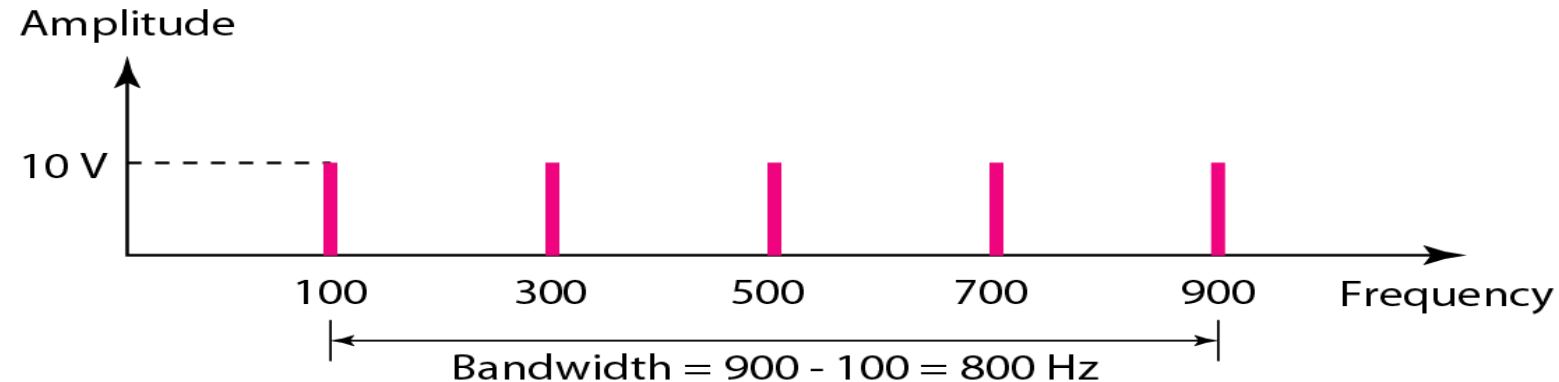
Periyodik bir sinyal 100, 300, 500, 700 ve 900 Hz frekanslı beş sinüs dalgasına ayrışırsa, bant genişliği nedir? Tüm bileşenlerin maksimum genliğinin 10 V olduğunu varsayarak spektrumunu çiziniz.

zm

f_h en yüksek frekans, f_l en düşük frekans ve B bant genişliği olsun. Sonra

$$B = f_h - f_l = 900 - 100 = 800 \text{ Hz}$$

Spektrumun 100, 300, 500, 700 ve 900 Hz'de yalnızca beş sinyal vardır



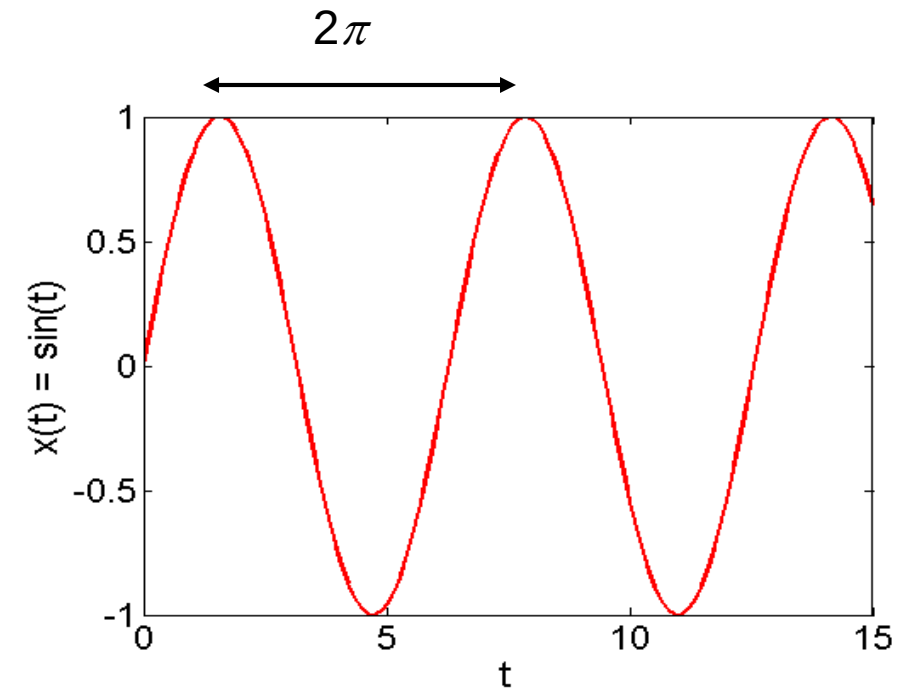
PERIODIC ANALOG SIGNALS

Basit bir periyodik analog sinyal, sinüs dalgasıdır. Kompozit periyodik analog sinyal çoklu sinüs dalgalarından oluşur.

Peryod: Bir $x(t)$ analog işarete $x(t+T)=x(t)$ olacak şekilde T positif bir sayı ise Bu işaret periyodiktir. T değerine periyod ve $f=1/T$ (Hz=1/sec) periyodun tersinede frekans denir. Frekans 1 saniyedeki periyod sayısıdır.

Periodic Signals

- $x(t) = x(t + T)$
- where $T > 0$, for all t .
- Examples:
 - $\cos(t + 2\pi) = \cos(t)$
 - $\sin(t + 2\pi) = \sin(t)$
 - Are both periodic with period 2π



Herhangi bir anındaki sinyalinin belirli parçası, herhangi bir sabit süre sonra fonksiyonda yerine konulduğunda aynı değeri veriyorsa bu sinyale periyodik sinyal denir.

Peryodik Sinyallerin Toplanması

- $X(t) = x_1(t) + x_2(t)$
- $X(t+T) = x_1(t+m_1T_1) + x_2(t+m_2T_2)$
- $m_1T_1 = m_2T_2 = T_o = \text{Fundamental period}$

Example: $x(t) = \cos(t\pi/3) + \sin(t\pi/4)$

- $T_1 = (2\pi)/(\pi/3) = 6$; $T_2 = (2\pi)/(\pi/4) = 8$;
- $T_1/T_2 = 6/8 = 3/4 = (\text{rational number}) = m_2/m_1$
- $m_1T_1 = m_2T_2 \rightarrow \text{Find } m_1 \text{ and } m_2 \rightarrow$
- $6 \times 4 = 3 \times 8 = 24 = T_o$

Sum of periodic Signals – may not always be periodic!

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) = \cos t + \sin \sqrt{2}t$$

$$T_1 = (2\pi)/(1) = 2\pi;$$

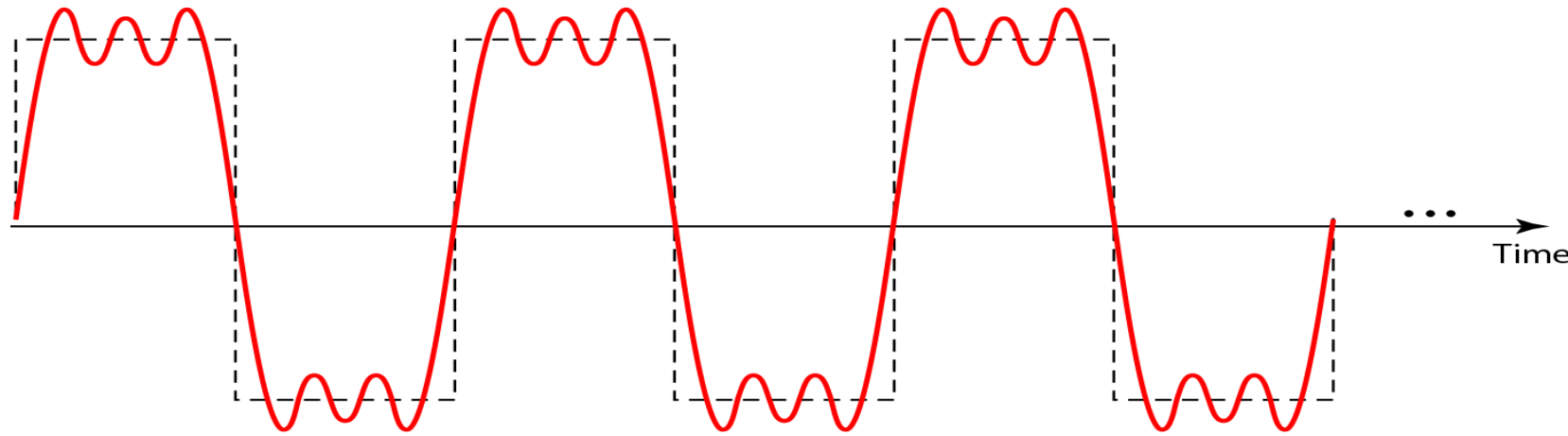
$$T_2 = (2\pi)/(\sqrt{2});$$

$$T_1/T_2 = \sqrt{2};$$

- Note: $T_1/T_2 = \sqrt{2}$ is an irrational number
- $X(t)$ is aperiodic

Birleşik sinyaller ve periyodiklik

- Bileşik sinyal periyodik ise, ayrışma ayrı frekanslara sahip bir dizi sinyal verir.
- Bileşik sinyal periyodik değilse, ayrışma sürekli frekanslı sinüs dalgalarının bir kombinasyonunu verir.

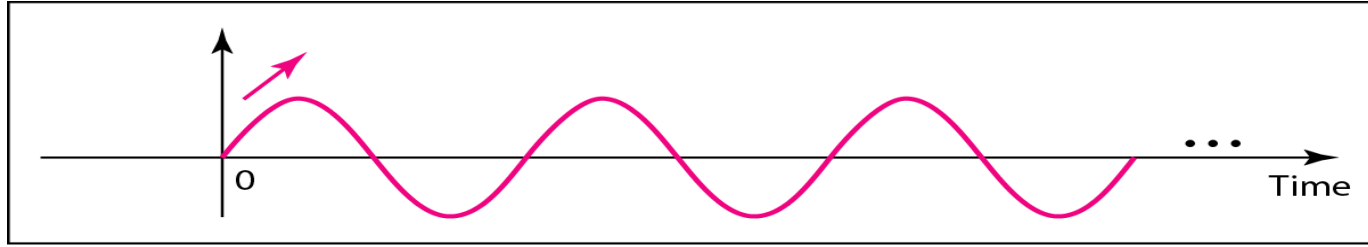


Örnek

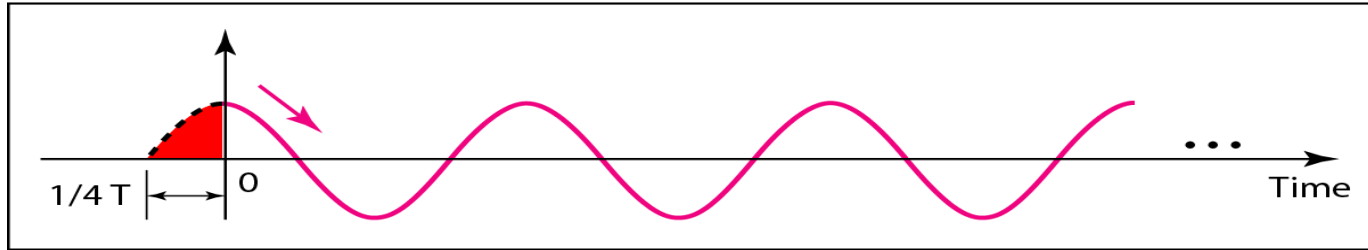
$x(t)=72\sin(2\pi 1000t+120)$ analog sinyalinde

- a) Genlik kaç birimdir? 72 Birim
- b) Frekans kaç Hz? 1000Hz
- c) Faz kaç derecedir? 120 derece
- d) Açısal frekans kaç radyandır? $2\pi 1000$ rad
- e) Peryod kaç saniyedir? $T=1/1000$ saniye

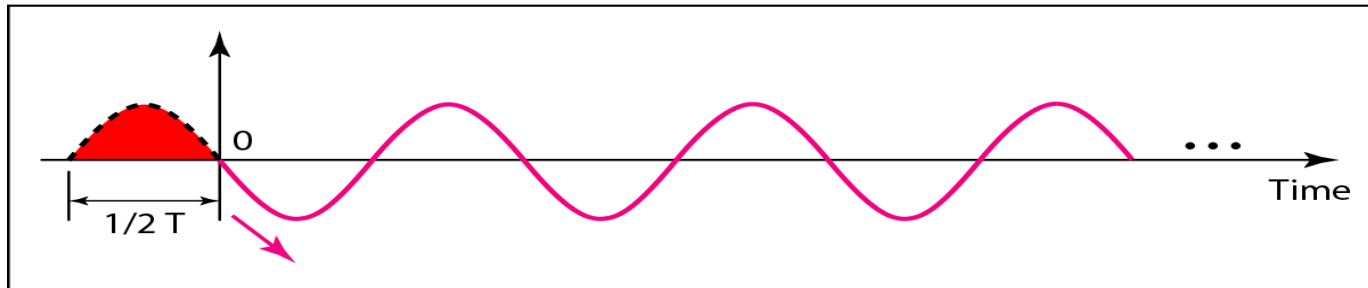
Fazlar



a. 0 degrees



b. 90 degrees



c. 180 degrees

Zaman domeninde genliği, frekansı aynı olan iki sinyalin birini fazı açısıl olarak zaman ekseninde ileride ya da geride olabilir. Bu faz denir, açısıl derece ile belirtiler. Örnek: Ses dalgaları ile mesafe ölçme. Faz derecesinden uzaklık bulunur. Sonar ile deniz dibinin taranması.

Sinyal çevrimlerinin referans alınan zamana göre ilişkisidir. Faz derece ($^{\circ}$) cinsinden ifade edilir. Bir çevrim 360 derecedir (2π).

Frekanslarına Göre Sinyallerin Sınıflandırılması

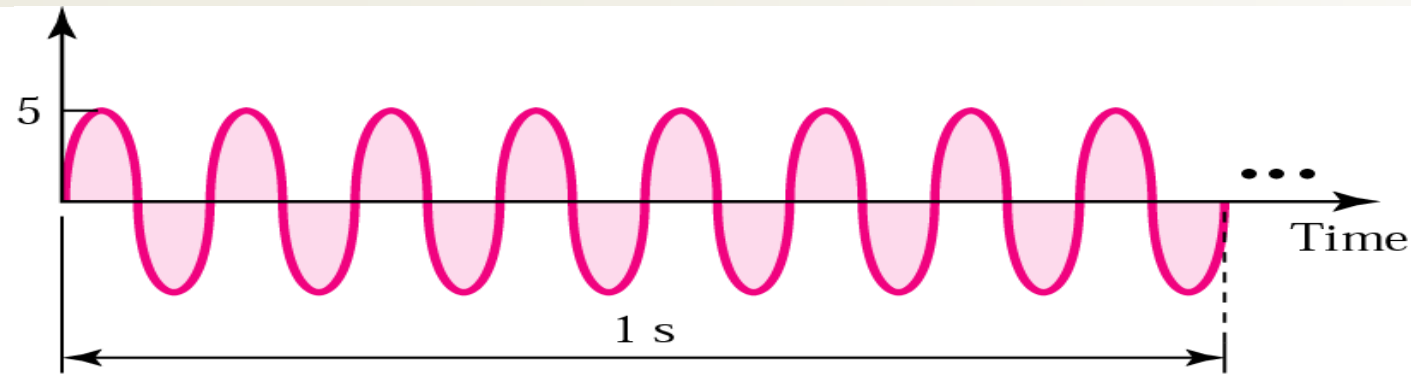
- Aşağıda ITU (international telegraph union) (uluslararası telgraf birliği) band numarasına göre bandların isimleri, frekansları ve dalga boyları verilmiştir:

ITU Band	BAND ADI (Kısaltma)	BAND ADI (İNGİLİZCE)	BAND ADI (TÜRKÇE)	FREKANS ARALIĞI (hertz)	DALGA BOYU (metre)
1	ELF	Extremely Low Frequency	Aşırı Düşük	3-30hz	10^5 -
2	SLF	Super Low Frequency	Süper	30-300	10^4 -
3	ULF	Ultra Low Frequency	Ultra Düşük	300-3000hz	10^3 -
4	VLF	Very Low Frequency	Çok Düşük	3-30Khz	10^2 -10Km
5	LF	Low Frequency	Düşük	30-300Khz	10-1 Km
6	MF	Medium Frequency	Orta	300-	1000-100
7	HF	High Frequency	Yüksek	3-30Mhz	100-10 m
8	VHF	Very High Frequency	Çok	30-300Mhz	10-1m
9	UHF	Ultra High Frequency	Ultra	300-	1000-
10	SHF	Super High Frequency	Süper	3-30Ghz	100-
11	EHF	Extremely High	Aşırı	30-300Ghz	10-1mm
12	THF	Tremendously High	Müthiş	300-	1-0,1mm

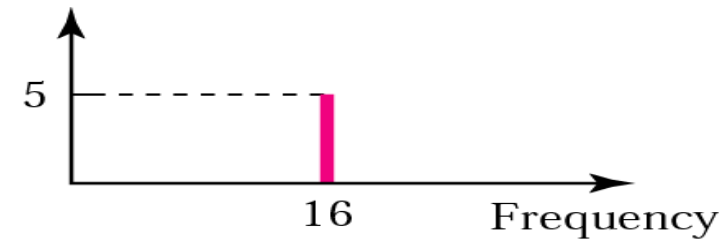
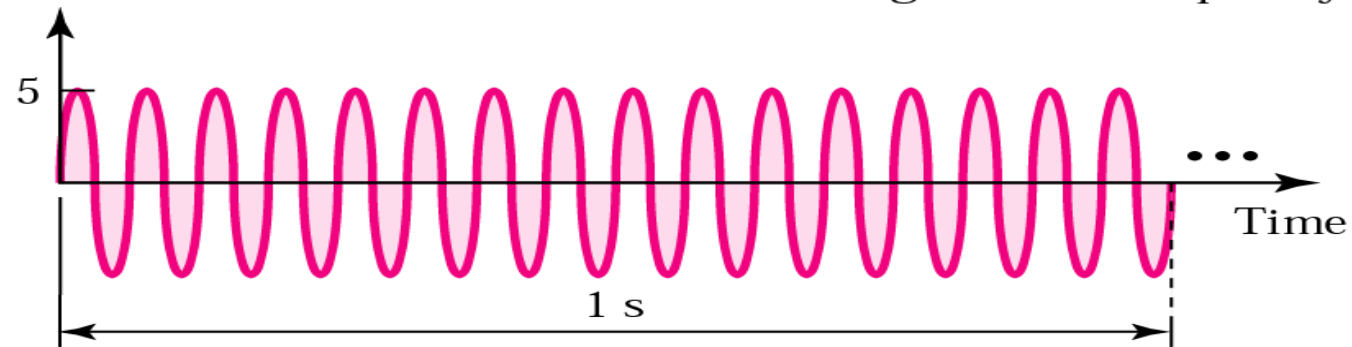
Analog Sinyallerin Analiz edilmesi

- Sinyaller analiz edilirken üç domende analiz edilir: Zaman, frekans ve faz.
- Zaman domeninde; frekansa, genliğe, faza ve peryoduna bakılır.
- Analog sinyal, çok sayıda frekans bileşiminden oluştuğundan, zaman domeninde analiz etmek zordur. O nedenle frekans domeninde analiz edilir.
- Analog sinyali oluşturan frekansların band genişliği, frekanslarına bağlı olarak genlikleri ve fazları analiz edilir.
- Frekans spektrumunda işaretin başladığı ve bittiği frekans aralığı bant genişliğini verir. Bir işaretin alt frekansı $=f_1$, üst frekansı $=f_2$ ise sinyalin band genişliği $BW=f_2-f_1$ dir.

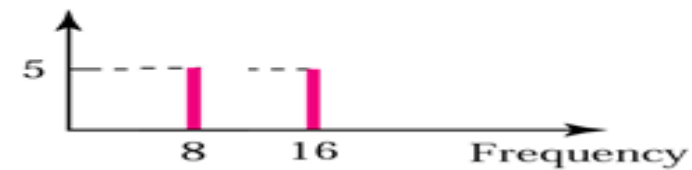
Time and frequency domains



b. A signal with frequency 8



c. A signal with frequency 16



Frekans, bir saniyedeki periyot sayısıdır.



Akustik Sinyaller

Akustik Dalgalar

- Akustik dalgaları aldıkları çeşitli enerjiler sayesinde titreşim hareketi yaparlar ve sahip oldukları enerjiyi bulundukları ortamdaki taneciklere aktararak taneciklerin kinetik enerji kazanmasını sağlarlar. Kinetik enerji kazanan tanecikler, etrafındaki diğer taneciklere çarparak diğer tanecikleri de titreştirirler. Yayıldıkları ortamdaki taneciklerin titreşim enerjilerini birbirlerine aktarması sonucu akustik dalgaları oluşur ve akustik dalgalar kinetik enerjinin taşınmasını sağlar.
- Akustik dalga: Hava, gaz, sıvı ya da katı materyaller gibi ortam içerisinde yayılan bir dizi basınç darbesi veya elastik yer değiştirmelerinden oluşan uzunlamasına dalgadır.
- Akustik dalga elastik bir dalgadır. Elastik madde çekildikten veya bastırıldıktan sonra orijinal şekline veya boyutuna dönebilir.
- **Piezoelektrik malzemelerin** özelliği, kristal yapılarına bağlı olarak bir kuvvet uygulandığında elektrik akımı üretmeleri; elektrik alan etkisi altında kaldıklarında da biçim değiştirmeleridir. Tersi de doğrudur.
- Bir cismin sabit bir nokta etrafında yaptığı ileri – geri gidip gelme hareketine **titreşim** hareketi denir.

Ses Dalgaları

- Ses dalgası: İnsan kulağının duyulabilir aralığına düşen frekans dalgalar ile sınırlıdır. Yaklaşık 20Hz ila 20kHz arasındadır. 20kHz'den büyük frekans dalgaları ultrasonik dalgalardır.
- Sesin havada ortalama yayılma hızı=342 m/s. Yayılma hızı hava sıcaklığı ve diğer koşullara bağlı olarak değişim gösterir.
- Sesin yayılma hızı ortam özellikleriyle ilgilidir. Ortamın özgül ağırlığı ve esneklik katsayısı önemlidir.
- Sıcaklık yükseldikçe ses hızı artar. Sesin yayılma hızı; katı ortamlarda, gaz ortamdan daha fazladır.
- Ses dalgası: Nesnelerin titreşiminden meydana gelen ve hava, su, katı gibi uygun bir ortam içerisinde bir yerden başka bir yere, sıkışma (compressions) ve genleşmeler (rarefactions) şeklinde ilerleyen bir dalgadır. Ses, bir basınç dalgasıdır.
- Ses dalgaları boşlukta yayılmaz. Görsel köpürür. Ses dalgalarının oluşabilmesi için bir ses kaynağı, sesin içerisinde geçeceği bir ortam ve bir alıcı gerekir.
- Ses dalgaları su dalgalarına benzer fakat su dalgaları gibi görünen dairesel dalgalar şeklinde değil, görünmeyen küresel dalgalar şeklinde yayılır. (Tribündeki seyircilerin dalga hareketine benzer).

Ses Dalgalarının Genel Özellikleri

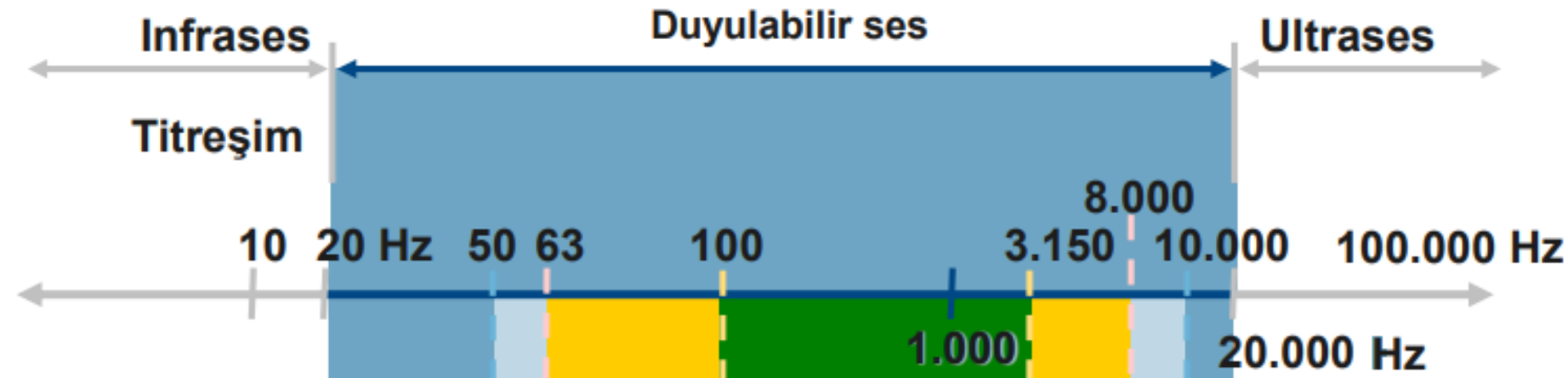
Ses sinyallerinin bileşenleri: Frekans, genlik, faz, dalga boyu ve periyod gibi özellikleri vardır.

- Sesin Şiddeti ve Desibel Ölçeği
- Ses Basınç Seviyesi
- Sesin Kalitesi: Tanıma, Anlama, Hissetme ve Gecikme
- Ses dalgaları kırılma, yansıma ve girişim özelliklerini gösterirler.
- Yansıtıcı yüzeylerde aynı zamanda yutulma da olur.
- **Sesin** maddeler tarafından emilmesine (tutulmasına) sesin soğurulması denir.

Ses titreşimlerinin(frekans) malzemelerde yayılma hızı

• Medium	velocity m/sec
air (20 C)	343
air (0 C)	331
water (25 C)	1493
sea water	1533
diamond	12000
iron	5130
copper	3560
glass	5640

Ses akustiğinde frekans aralığı



- Ses ötesi (Infrasound); 20 hertz ve altındaki ses dalgalarıdır.
- İşitilebilir ses; 20Hz-20 000 hertz arasında olan ses dalgalarıdır.
- Ultra ses (Ultrasound); 20KHz (20.000 hertz) den 15MHz'e kadar olan ses dalgalarıdır. Bu dalgalar anne karnında bebek görüntüleme ve böbrek taşı kırmada kullanılır.
- Hiperses(Hypersound): frekansları 15MHz'den yukarı olan ses dalgalarıdır.
- 10^9 - 10^{13} Hz frekans dalgalarına hipersonik dalgalar denir.

İşitme

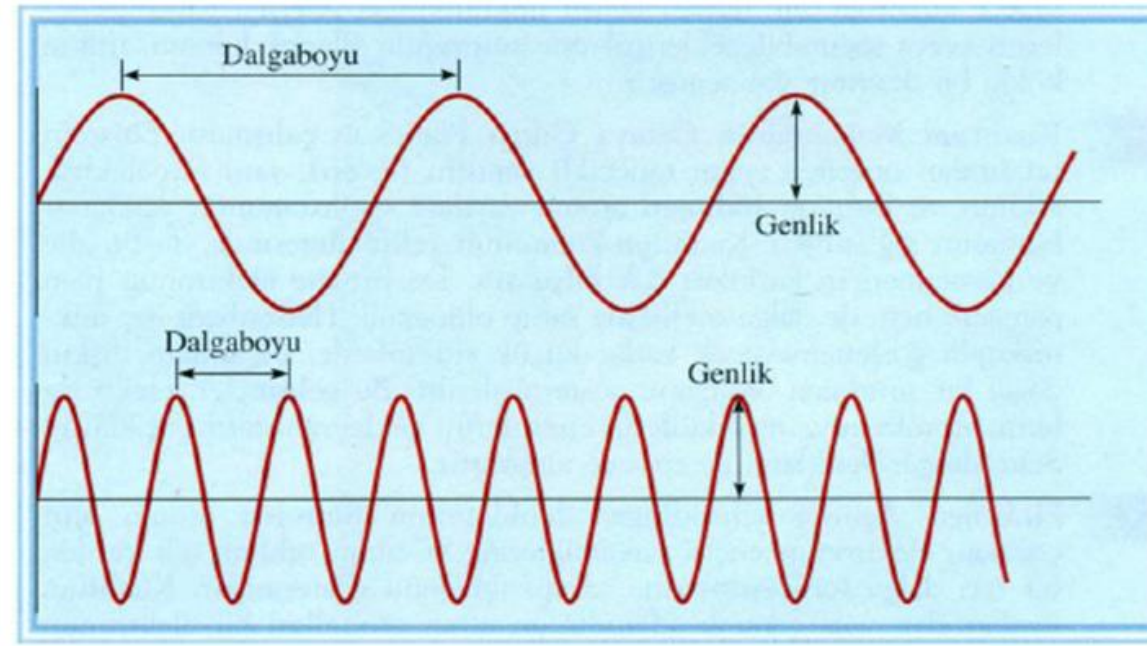
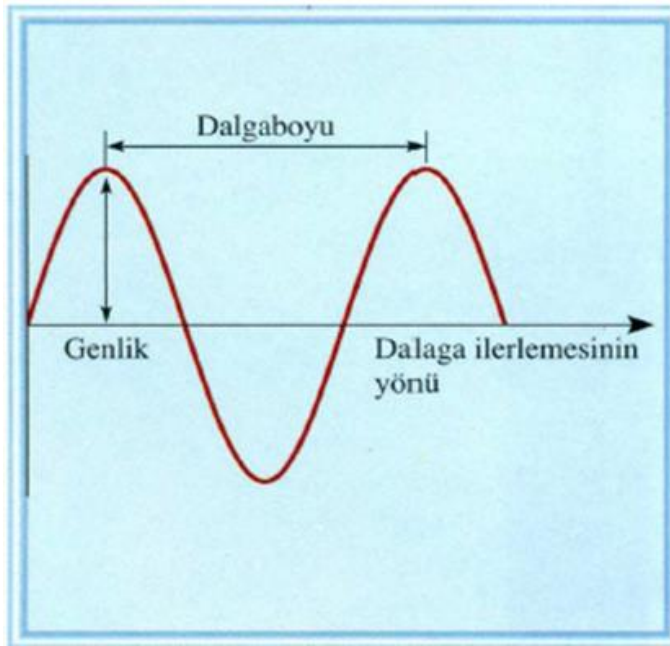
- İnsan kulağı, nominal olarak 20 Hz (0.02 kHz) ila 20.000 Hz (20 kHz) arasındaki sesleri duyabilir. Üst sınır yaşla azalma eğilimindedir; yetişkinlerin çoğu 16 kHz'in üzerinde duyamıyor.
- İdeal laboratuvar koşullarında müzik tonu olarak tanımlanan en düşük frekans 12 Hz'dir.
- 4 ila 16 Hz arasındaki tonlar vücudun dokunma duyusuyla algılanabilir.
- 111 Hz ile 121Hz arası ses dalgalarının duygusallık oluşturduğu gözlenmiştir.
- Kulakta duymak kadar kemik ve dokularda da titreşen sesler duyulur. Tanımlayamadığınız başka bir yerden bir ses geldiğini hissederseniz transa bile geçebilirsiniz.
- Koku parçacık yayılımıdır.

Sesin Sınır Frekans Aralığı

- Sesin işitme frekans aralığı, 20Hz-16kHz dir. Konuşma 100Hz-7kHz aralığındadır.
- Ses dalgaları mikrofon yardımıyla elektriksel analog sinyale dönüştürülür. Peryodik sinüsoidal sinyallerden oluşur. İletim için kolayca elektromanyetik sinyale dönüştürülür
- Sesin sınır frekans aralığı kaliteyi belirleyen minimum sınır değerlerini sağlar: (300Hz- 3400Hz)
- Kaliteyi belirleyen minimum sınır değerleri: Tanıma, Anlama, Hissetme, Gecikme.
- Haberleşme teknolojilerinde sesin sınır frekans aralığı: 4KHz dir.
- Ses, bir noktadan diğer bir noktaya iletilmek için elektrik sinyaline dönüşür.
- Analog sinyalin karakteristikleri: Genlik, frekans (f), Dalga boyu (λ), Faz

Dalga Kavramı

- Dalgalar, ses dalgaları, elektromanyetik dalgalar, ...
- Kuantum kavramın anlayabilmek için dalgalar hakkındaki kavramların çok iyi bilinmesi gerekir.
- Dalga, titreşmeyle enerjisini aktaran bir olgu olarak düşünülebilir.
- Bir dalganın hızı dalganın türüne ve yol aldığı ortama bağlıdır.
- Ardışık dalgalarda eş noktalar arasındaki mesafeye dalga boyu denir. Genellikle, λ ile tanımlanır.
- Bir dalganın frekansı ise belirli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısıdır. Genellikle f ya da ν ile gösterilir.
- Bir dalgaya ilişkin genlik (ya da yükseklik), dalganın orta çizgisinden tepesine ya da çukuruna olan dik mesafe olarak tanımlanır.





Haberleşmede Sinyal Tipleri

Haberleşmede Sinyal Türleri

Sinyal

- Analog: Zamanla genliği, frekansı, fazı değişen sürekli değer verileri alan sinyallerdir (ses, ışık, sıcaklık). Veri taşımak için frekans veya genlik modülasyonu kullanan sürekli dalgalar. Analog Sinyal: Sürekli değişen elektriksel sinyal ya da elektromanyetik dalga
- Dijital: Ayırık darbe değerleri alan sinyallerdir (Sembol, bit: 0/1). İletişim ortamı üzerinden iletilen ayırık darbe kodları. Dijital Sinyal: Seri voltaj darbeleri (ikili sayı sistemi, bit:0/1)

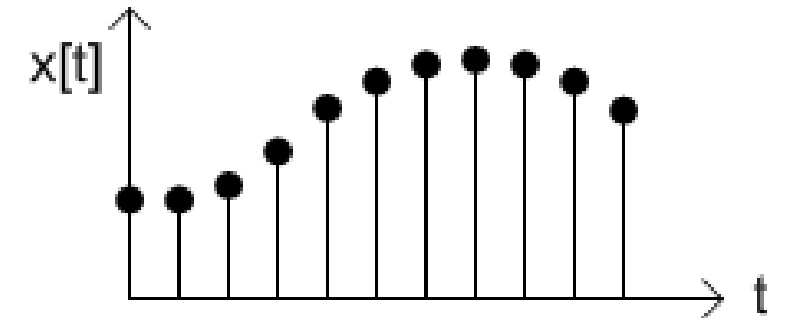
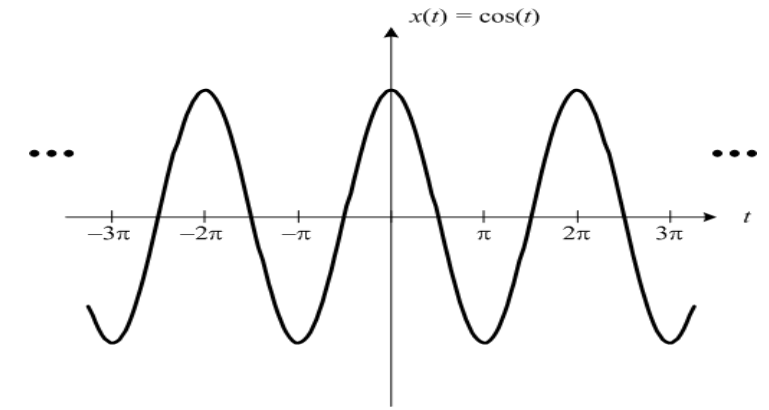
İletim

- Analog: Analog veya dijital sinyaller için kodekler ve modemler kullanılır.
- Dijital: Yalnızca dijital sinyallerle kullanılır

Haberleşmede Sinyallerin sınıflandırılması

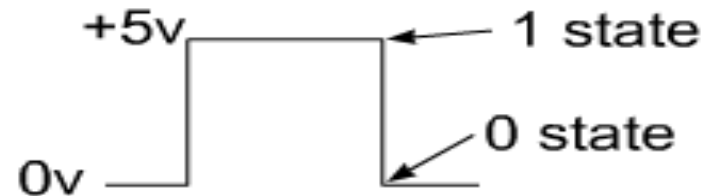
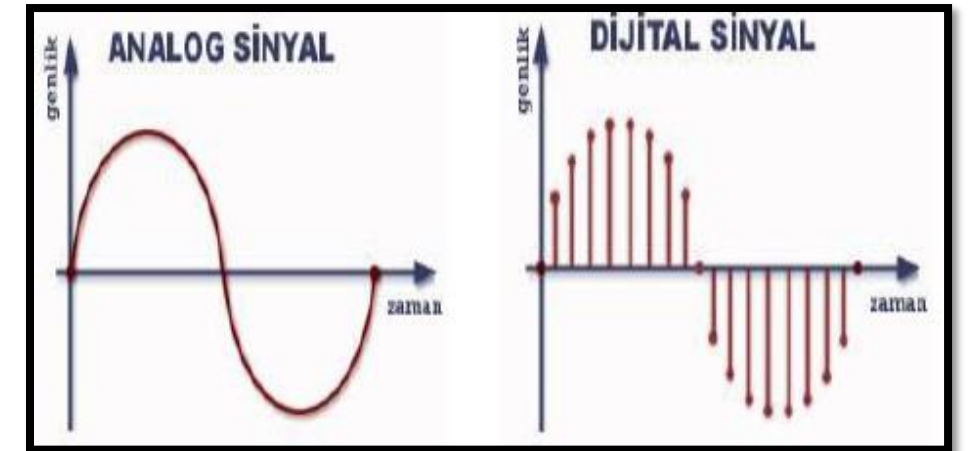
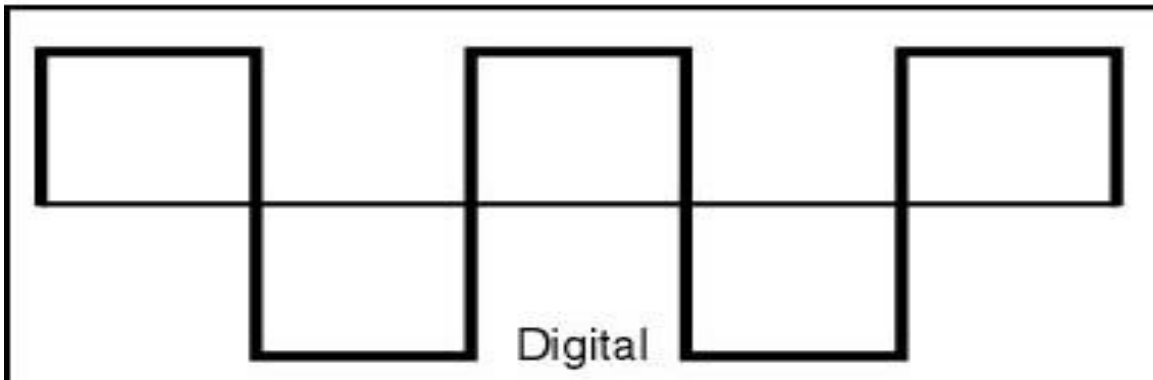
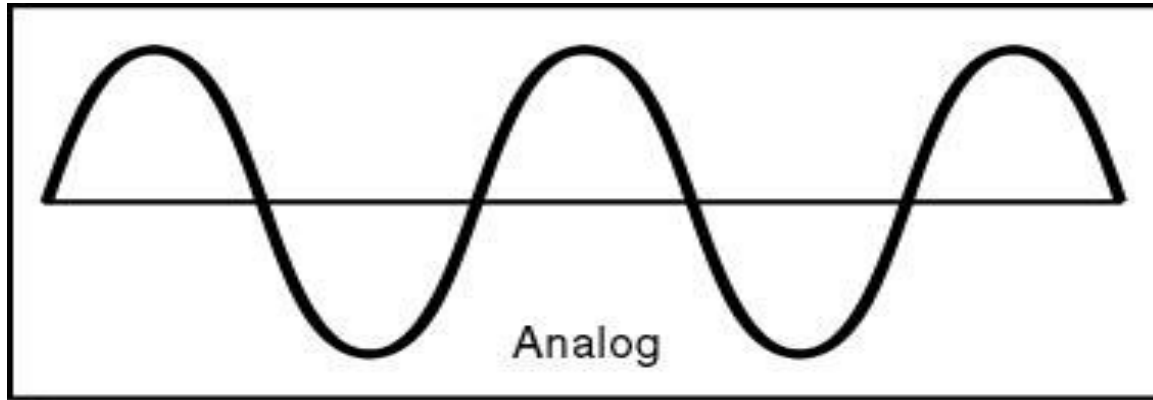
Signals are basically classified into two different types as follows:

- Continuous time signals: Sürekli genlik ve zaman sinyali, sürekli zaman sinyali veya analog sinyal olarak bilinir. Bir sinyal her an bir değere sahip olacaktır.
- Analog signals: An analog signal is a continuous signal and is often represented by a $V(t)$.
- Discrete (Ayrık) time signals: Giriş değerinin belirli aralıklarla veya seviyelerde ölçülmesi ile elde edilen çıktı sinyaline verilen addır. Ayrık zamanlı sinyali, örnekleme işlemi ile giriş sinyalinden türetilir. Ayrık zamanlı sinyalinden alınan örnekler quantalama ile sayısal sinyale dönüştürülür. Her bir ayrık sinyal değeri ikil sayı sisteminde belirli bir grup ile temsil edilir
- Digital signals : A digital signal is a discrete time signal, binary signal. An On/Off light switch applies a fixed, predetermined voltage.



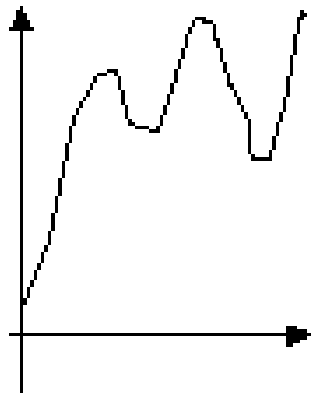
İletimde Sinyaller

- İletilen veriler elektriksel sinyaller olarak iletilir.
- İki tür sinyal vardır:
 - Analog sinyaller genliği zamanla değişen sinyallerdir. Süreklidir. An analog signal is a continuous signal and is often represented by a $V(t)$. A dimmer light switch continuously increases/decreases the current. Analog: Continuous waves using frequency or amplitude modulation to carry data.
 - Dijital (Sayısal) Kesiklidir, 0 ya da 1 lerden oluşur. Digital signal is a discrete time signal, binary signal. Digital: Discrete pulse codes transmitted across communication media. An On/Off light switch applies a fixed, predetermined voltage.

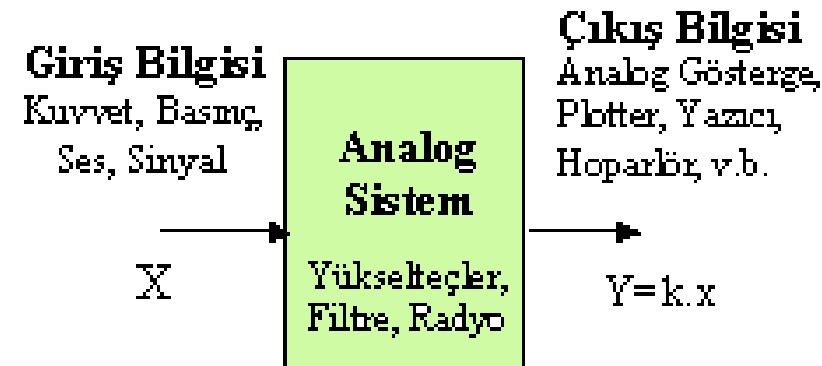


Analog sinyal

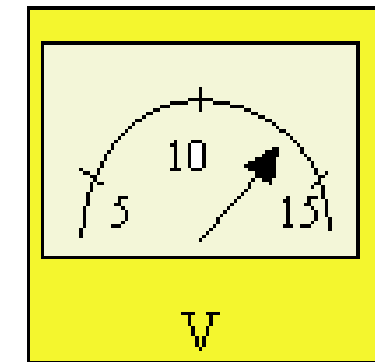
- Bir analog sinyal, düzgünce ve sürekli değişen bir voltaj veya akımdır.
- Sonsuz sayıda ara değer alabilen, devamlılık arz eden büyüklük, analog büyüklük olarak tanımlanır.
- Dünyadaki çoğu büyüklük analogdur. Kainatın sesi analogtur. Kainatı oluşturan tüm varlıklar çevreleri ile analog sinyal olarak etkileşim ve iletişim halindedir.
- Analog sinyal aslında yaşadığımız hayat demektir..
- Analog Signals: Sine wave, Voice, Video (TV)
- Görme, işitme, tat alma, dokunma, koklama duyularımızın tümü analog algılama biçimlerine birer örnektir.
 - Analog sinyal kesintisiz ve sürekli dir.
 - Bir amfiden çıkıp hoparlöre giden elektriksel ses sinyali ve
 - hoparlörden çıkıp kulaklarımıza ulaşan akustik ses sinyali analog sinyal formundadır.



a) Analog işaret

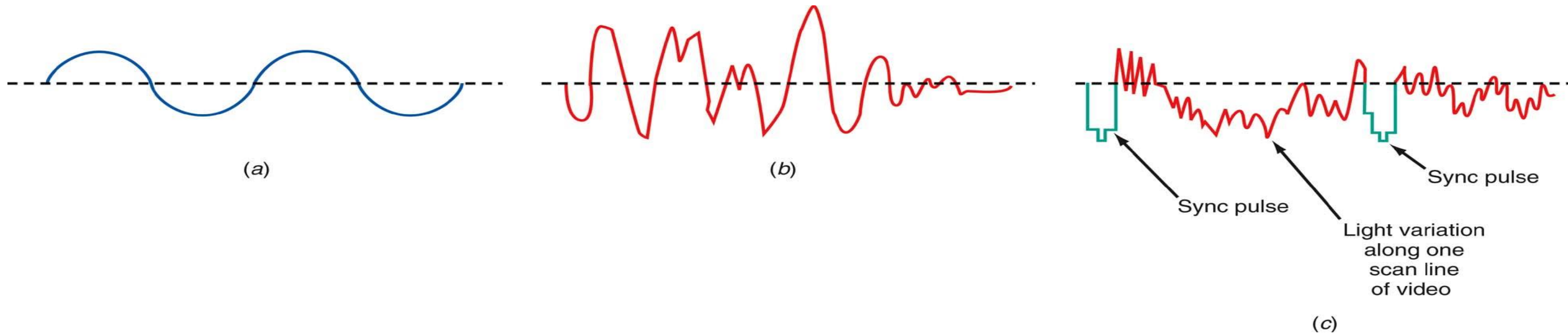


b) Analog Sistem



c) Analog gösterge

Analog Signals



Analog signals (a) Sine wave "tone." (b) Voice. (c) Video (TV) signal.

Analog and Digital Signals

Analog Signals

- Continuous
- Infinite range of values
- More exact values, but more difficult to work with

Digital Signals

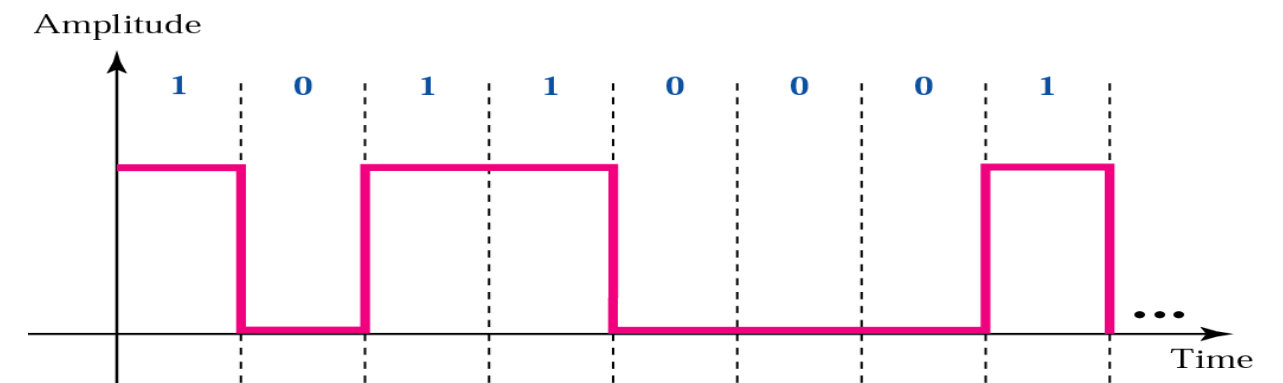
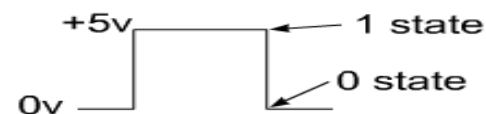
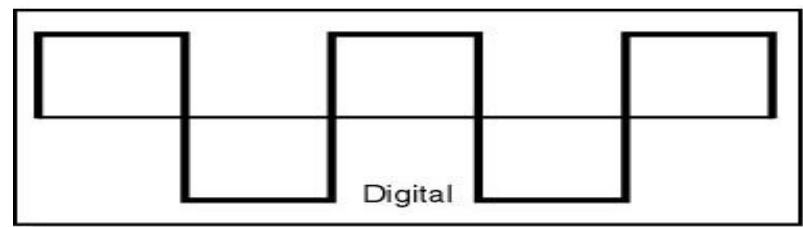
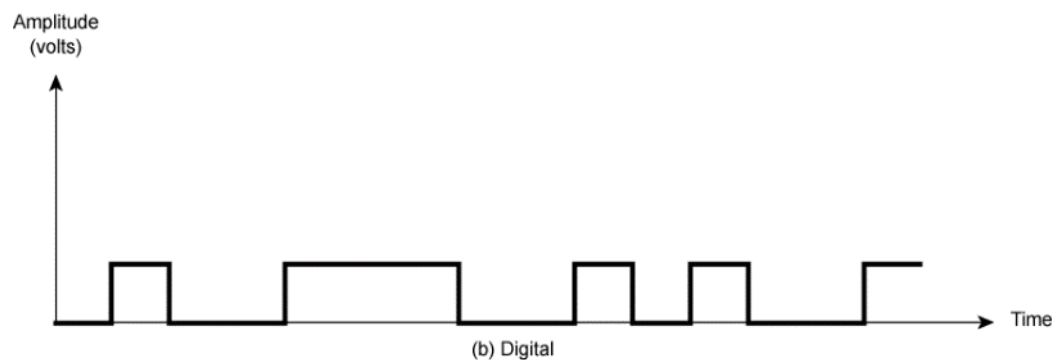
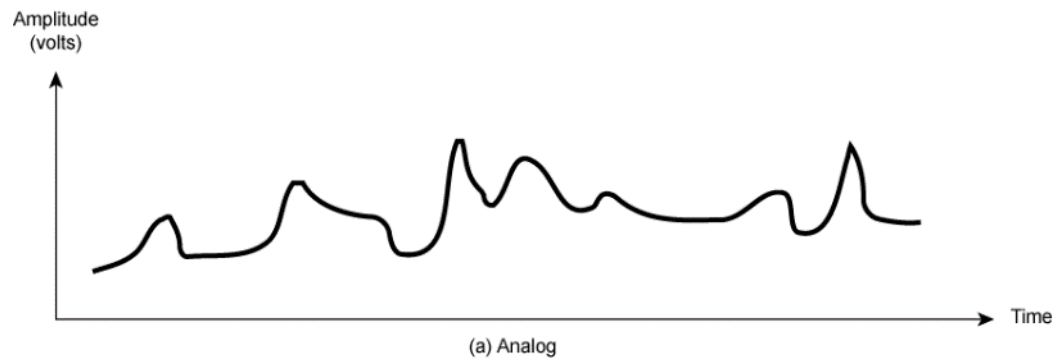
- Discrete
- Finite range of values (2)
- Not as exact as analog, but easier to work with

Example:

A digital thermostat in a room displays a temperature of 72°. An analog thermometer measures the room temperature at 72.482°. The analog value is continuous and more accurate, but the digital value is more than adequate for the application and significantly easier to process electronically.

Analogue & Digital Signals

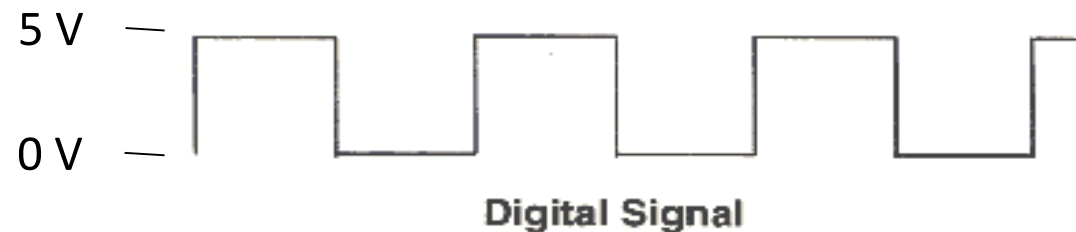
- Data can be analog or digital. Analog data are continuous and take continuous values.
- Digital data have discrete states and take discrete values.
- Analog signals can have an infinite number of values in a range; digital signals can have only a limited number of values.
- Sürekli zaman veya analog sinyaller t zamanının tüm değerleri için tanımlanır.
- In communication systems, it is commonly used periodic analog signals and nonperiodic digital signals.
- Clock is a periodic digital signals.



Analog - Digital

- Birçok iletim, dijital biçimde ortaya çıkan ancak iletim ortamına uyması için analog biçime dönüştürülmesi gereken sinyallerdir. Bilgisayarın bileşenlerinden mikroişlemci ve ana bellekler dijital ekipmanlardır. – ON or OFF. Also called – discrete.

- **analog** signals are anything that can be a full range of values. What are some examples? More on this later...



Dijital Sinyaller

Digital Signals

- Dijital sinyaller adım adım veya ayırık artışlarla değişir.Çoğu dijital sinyal, ikili veya iki durumlu kodlar kullanır.
- Önce bir analogdan dijital (A/D) dönüştürücü ile dijitalleştirilirler.Veriler daha sonra bilgisayarlar ve diğer dijital devreler tarafından iletilebilir ve işlenebilir.
- Examples are:
 - Telegraph (Morse code)
 - Continuous wave (CW) code
 - Serial binary code (used in computers)

Dijital sinyal

- Dijital sinyal ya da ayırık sinyal, verileri ayırık değerler dizisi olarak temsil etmek için kullanılan bir sinyaldir. Herhangi bir zamanda, sınırlı sayıda değerden en fazla birini alabilir.
- Çoğu dijital elektronik devrelerinde sinyal iki olası değer alabilir: bu sinyaller ikili sinyal (binary signal) ya da mantık sinyali (logic signal) olarak ifade edilir. Bu sinyal değerleri referans (toprak) ve tedarik voltaj değerine tekabül eder. Boole cebiri'nde 0 ve 1 olarak bilinen bu değerler bir bite eşdeğerdir.
- Sayısal işaret işlemede dijital sinyaller analog sinyallerin örnekleme ile oluşturulabilir. Telekomünikasyonda ise dijital sinyaller sürekli dalgaların ayırık sinyallerle modülasyonu ile elde edilebilir.

Digital Signals

- Data and information can be represented as electrical signals (e.g. Morse code)
- A code is a set of symbols (such as dots and dashes in Morse code) that represents another set of symbols, such as the letters of the alphabet, or integers or real numbers, or light in an image, for the tone of a violin.

Parts of a Digital Signal

Amplitude:

For digital signals, this will ALWAYS be 5 volts.

Period:

The time it takes for a periodic signal to repeat. (seconds)

Frequency:

A measure of the number of occurrences of the signal per second. (Hertz, Hz)

Time High (t_H):

The time the signal is at 5 v.

Time Low (t_L):

The time the signal is at 0 v.

Duty Cycle:

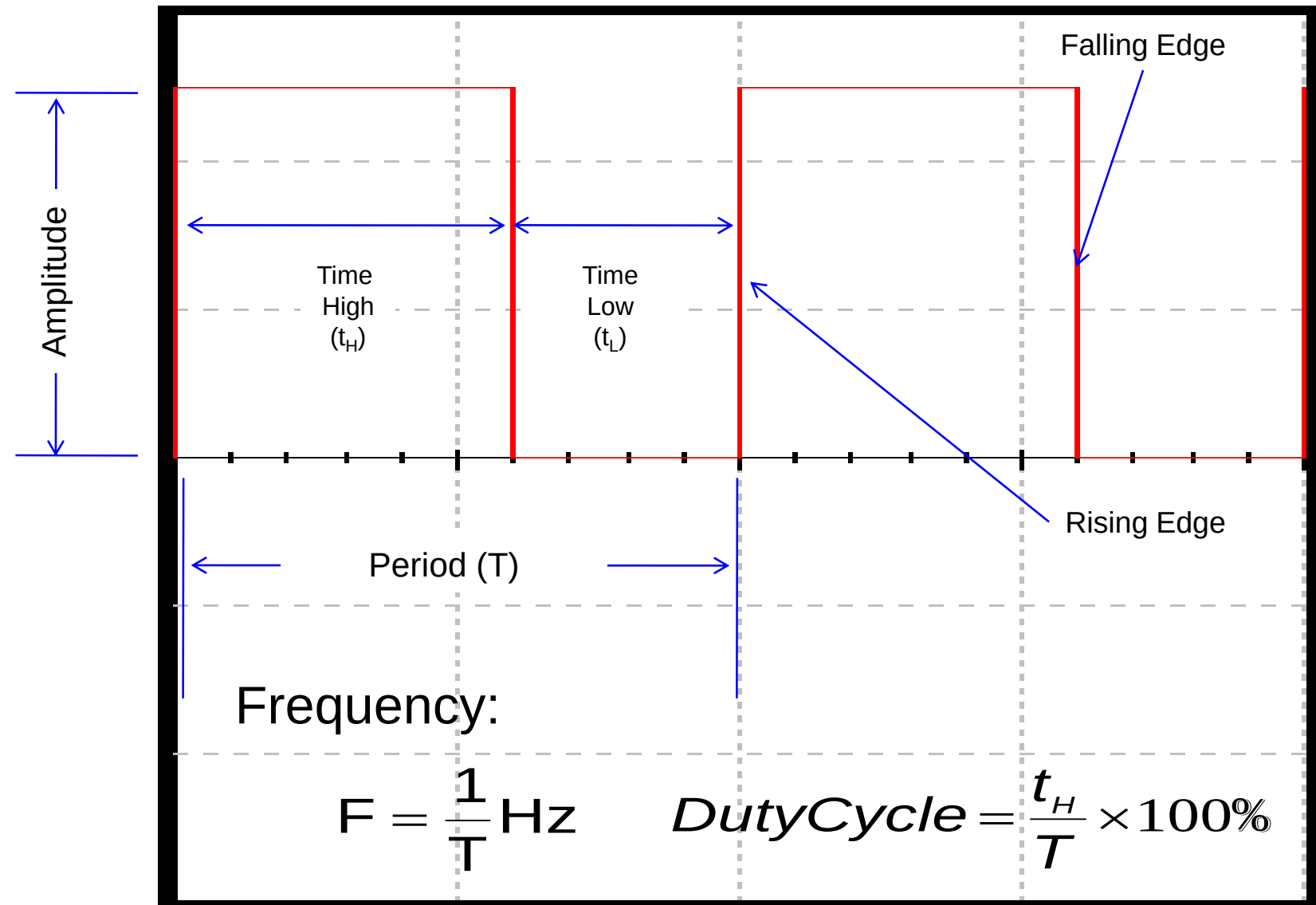
The ratio of t_H to the total period (T).

Rising Edge:

A 0-to-1 transition of the signal.

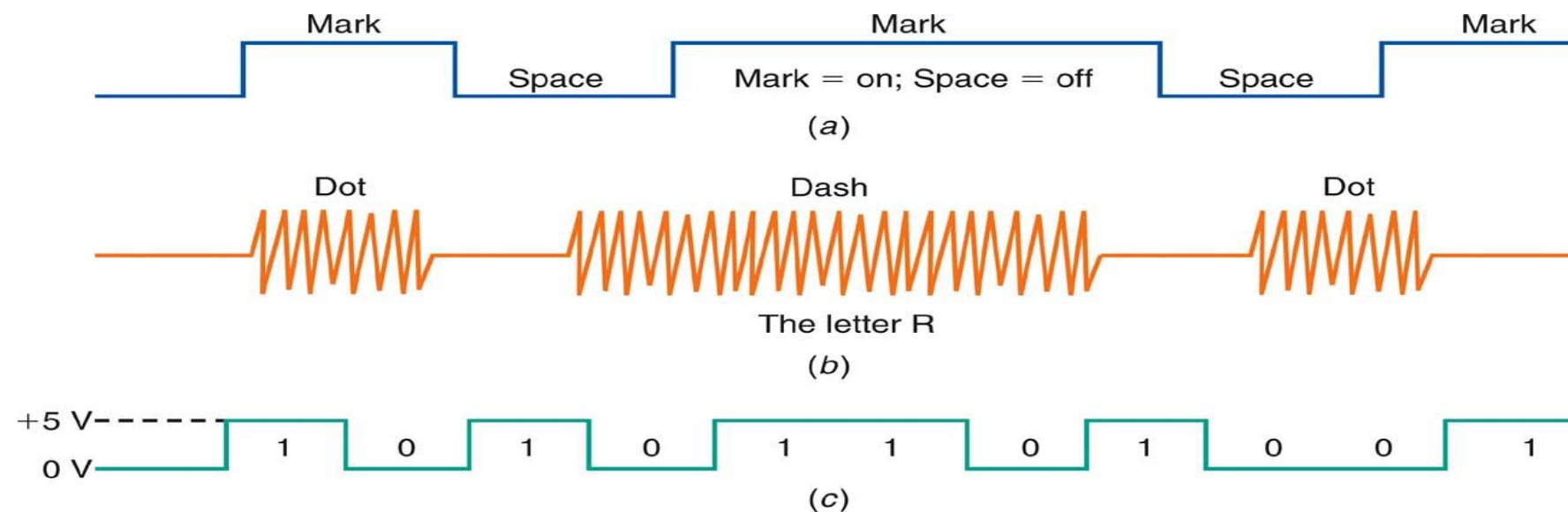
Falling Edge:

A 1-to-0 transition of the signal.



Digital Signals

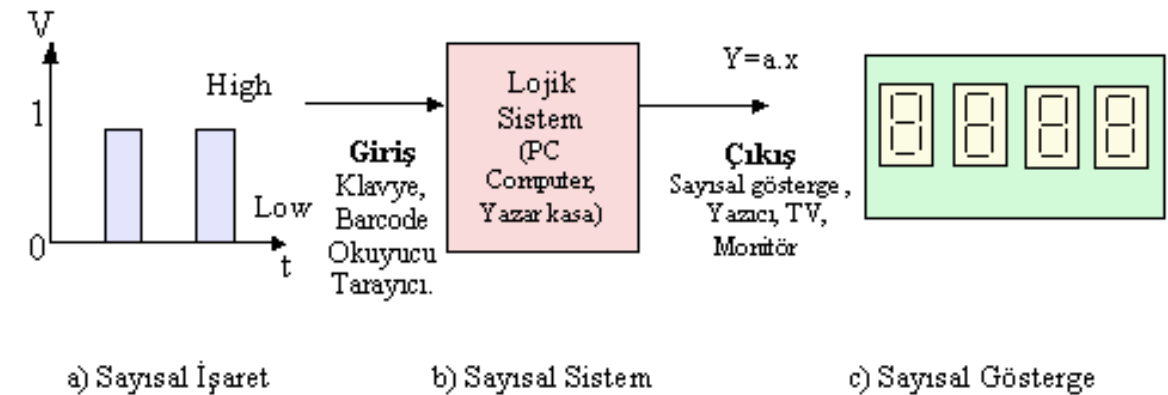
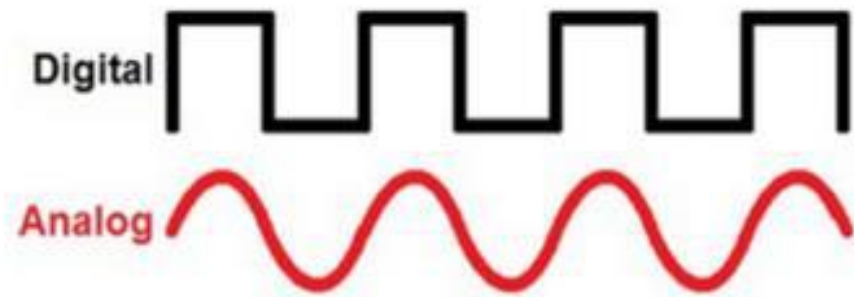
- Digital signals change in steps or in discrete increments.
- Most digital signals use binary or two-state codes. Examples are: Telegraph (Morse code), Continuous wave (CW) code, Serial binary code (used in computers)



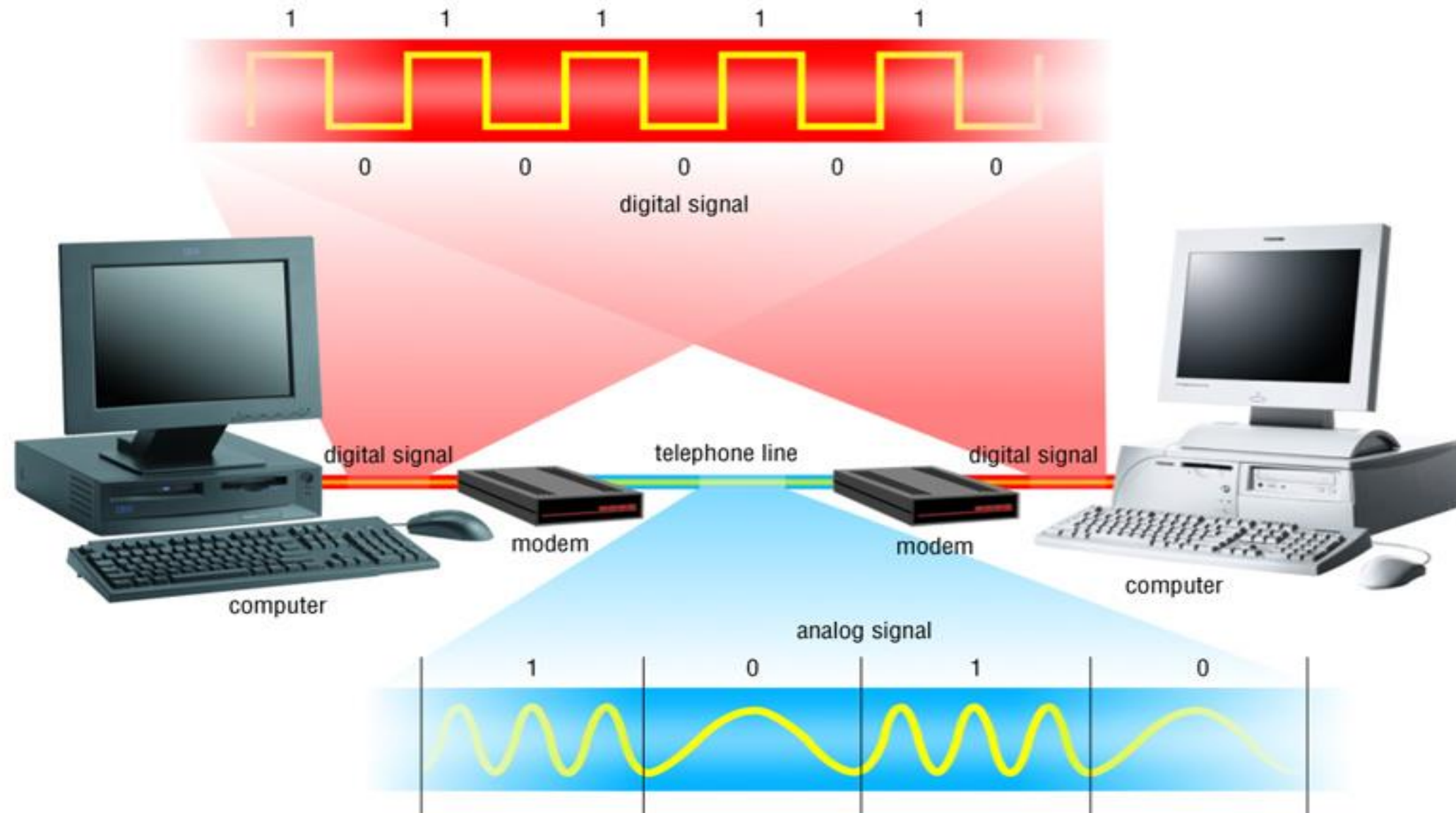
Digital signals (a) Telegraph (Morse code). (b) Continuous-wave (CW) code. (c) Serial binary code.

Dijital Sinyal

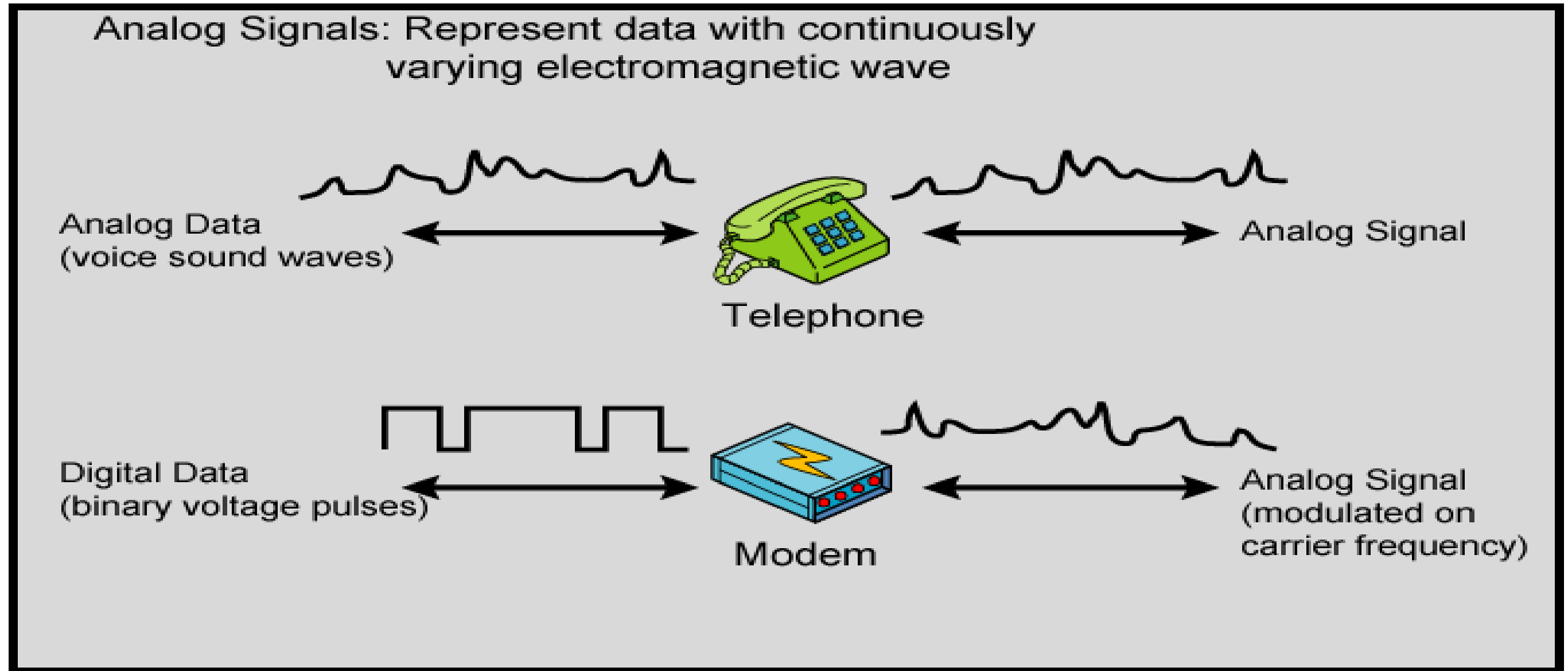
- Yalnızca iki değer alabilen (var-yok, kapalı-açık, vb.) büyüklük, ‘sayısal büyüklük’ olarak isimlendirilir.
- Sayısal büyüklüğü göstermek için kullanılan 0 ve 1 rakamları ‘sayısal sinyal (işaret)’ olarak adlandırılır.
- Bununla beraber dijital elektronğin analog elektroniğe göre belirgin üstünlükleri vardır.
- En başta dijital bilgi analog bilgiden daha etkin, daha güvenli işlenebilir ve iletilebilir.
- Ayrıca bilginin saklanması gerektiğinde dijital bilgi çok kolay kayıt altına alınır.
- Örneğin müzik dijitalleştirildiğinde, çok daha kolay depolanıp büyük bir hassasiyetle yeniden üretilebilir ve analog biçime dönüştürülebilir.
- Analog sinyal yumuşak geçişli ve devamlı iken dijital sinyal basamaklı ve kare şeklindedir.
- Havanın sıcaklığı birdenbire örneğin 27°C’den 28°C’ye çıkmaz, bu iki derece arasında sonsuz sayıdaki bütün değerleri alarak değişir.
- Analog büyüklüklere diğer örnekler, zaman, basınç, uzaklık ve sestir.



Communication Systems

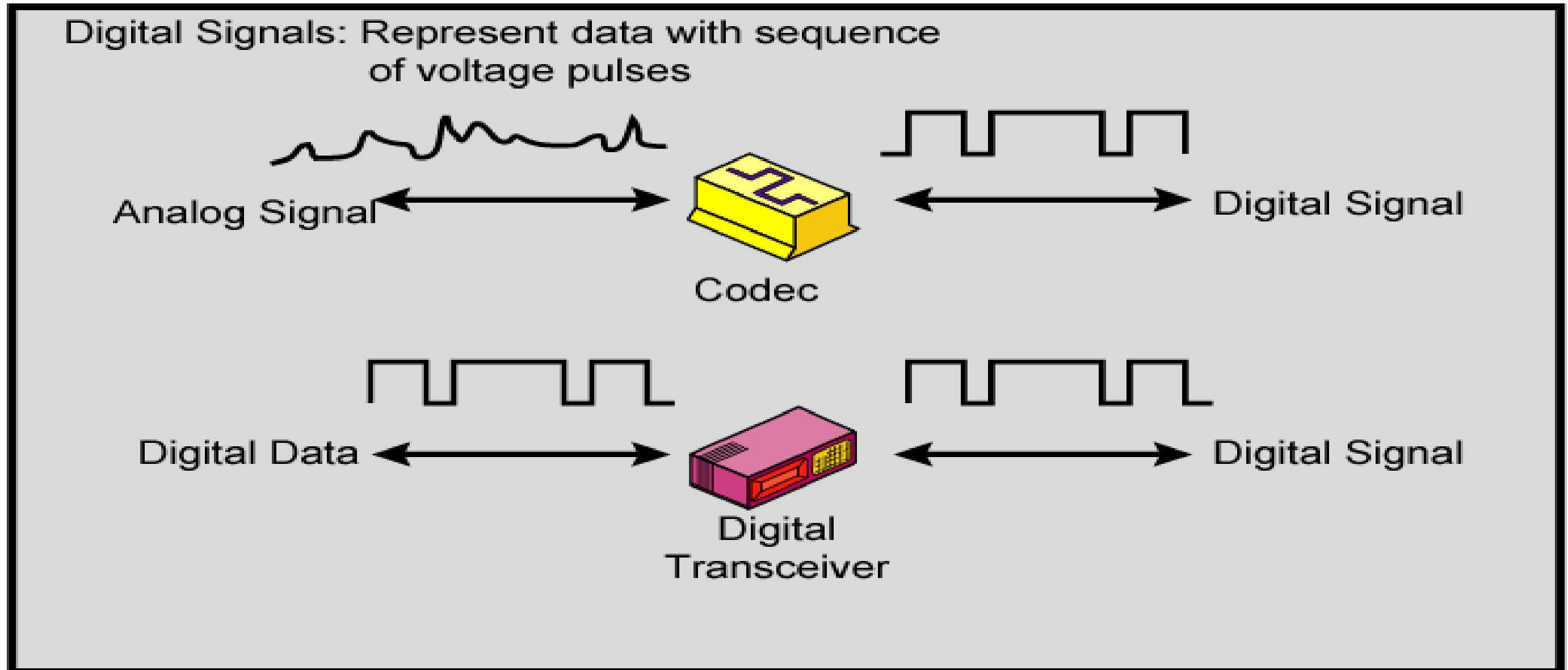


Analog ve Sayısal Veri Taşıyan Analog Sinyaller

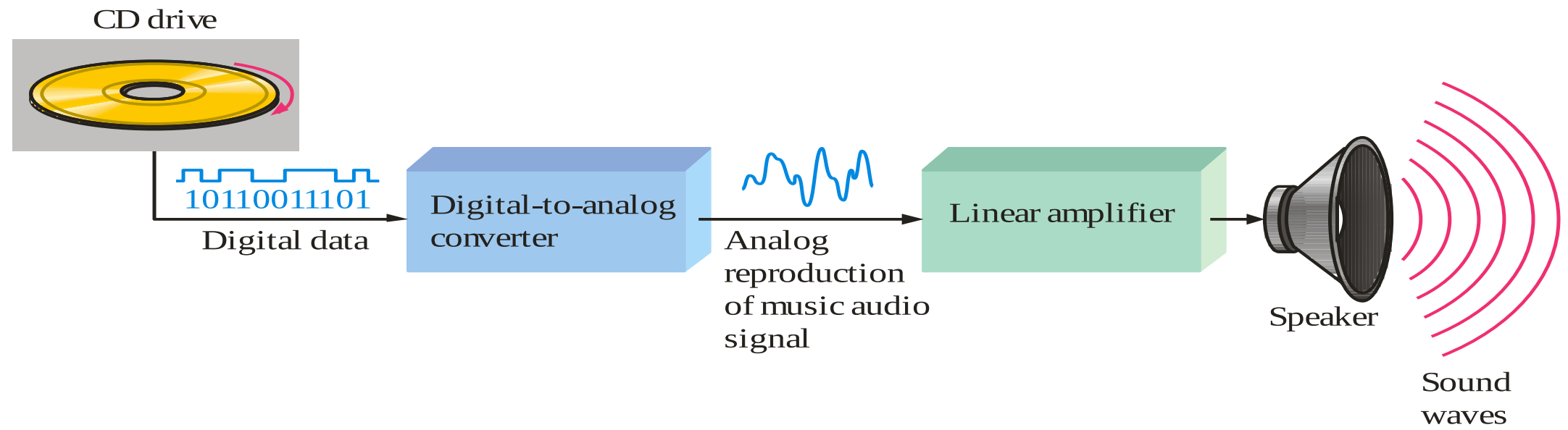


Haberleşme ortamlarından sinyaller analog olarak gönderilir.

Analog ve Sayısal Veri Taşıyan Sayısal Sinyaller



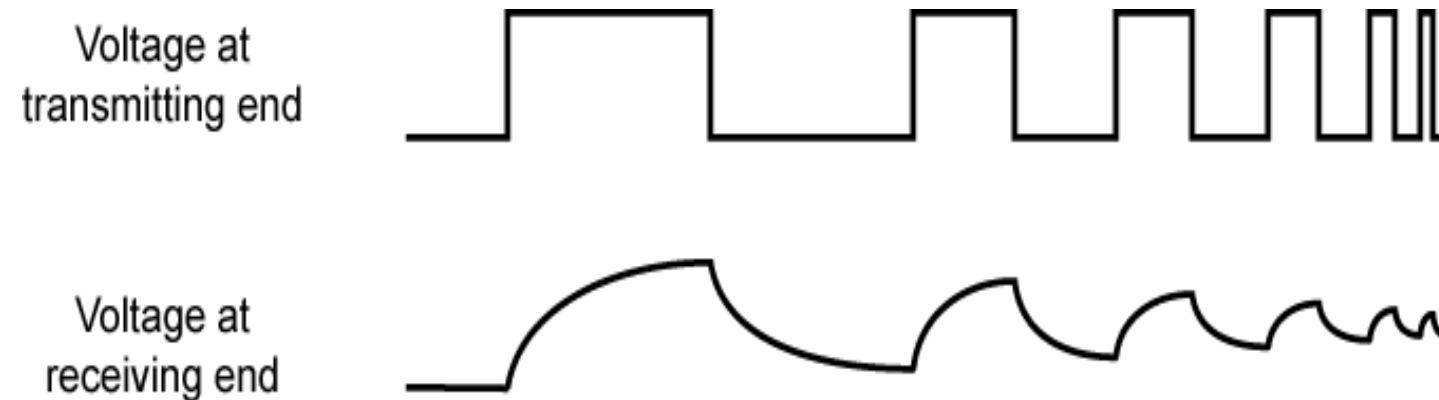
Analog ve Sayısal Sistemler



Advantages & Disadvantages of Digital

- Cheaper
- Less susceptible to noise
- Greater attenuation
 - Pulses become rounded and smaller
 - Leads to loss of information

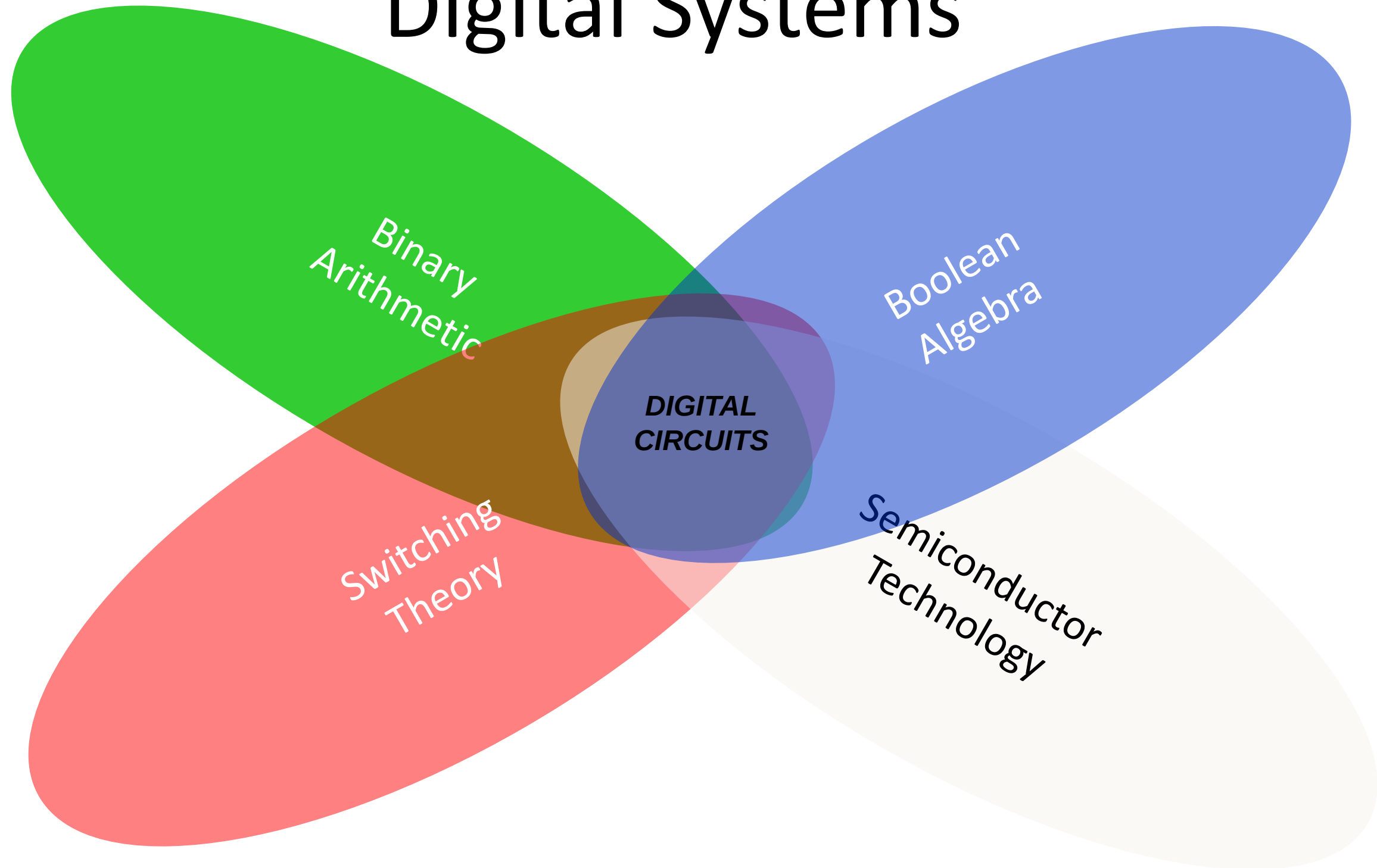
Attenuation of Digital Signals





Dijital Sistemler

Digital Systems



Bilgisayar ve Bilgi

- Bir bilgisayar girdi işlemlerini alır, depolanan yazılım kodlarına göre çıktı olarak sonuç üretir.
- Giriş: Veri
- Kodlar: Yazılım, Programlar
- Yazılım ve programları kim hazırlar?
- Çıktı: Bilgi (sayılar, kelimeler, sesler, görüntüler).

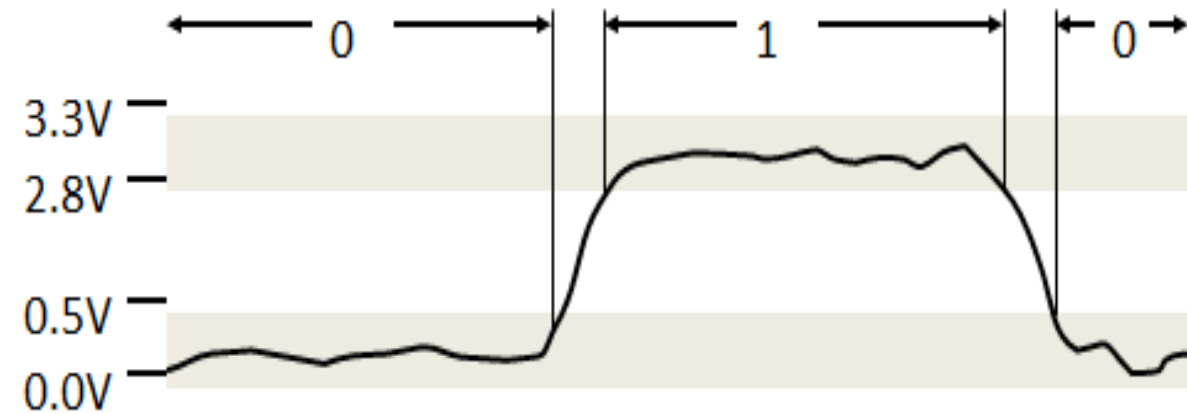
İkili Sinyal- Bit

İkili sinyal (Binary signal), iki durum sinyali: İki durumlu veriler (0/1).

- off & on
- Elektriksel sinyaller ile taşınır, saklanır. low voltage & high voltage; 0v & 5v

Bit: Sadece matematiksel bir kavram değil, aynı zamanda fiziksel dünyada karşılığı vardır.

- İkili sayı sistemi 0 veya 1 değerine sahip olur ve başka hiçbir şey olmaz.
- Bir bit, bir bilgisayardaki en küçük bilgi birimidir



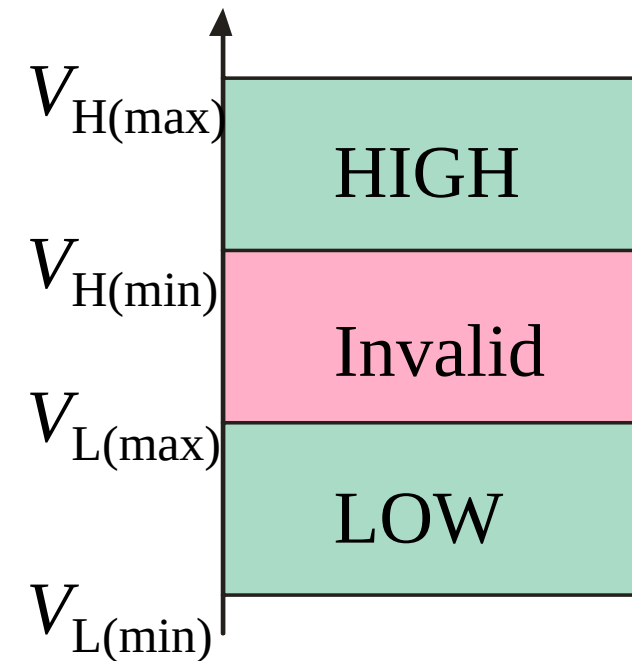
Bit

- Bit, bilgisayarlarda kullanılan bilgi ve hesaplamanın temel kavramıdır, temel taşıdır. Bitler 0 ve 1 lerden oluşur. Birer matematiksel nesnelerdir, ve birer fiziksel durumlara karşılık gelirler.
- *Bir bit(0/1) bilginin dijital sistemlerde temel birimidir.* Bit bilgisayarlar ile bilginin temsil edilmesinde kullanılır. Fiziksel gerçekleştirilmesi ne olursa olsun, bir bit her zaman, bir 0 ya da bir 1 olduğu anlaşılmaktadır. Buna bir benzetme, bir lamba anahtarı ile 0 temsil kapalı konuma ve 1 açık konumda olduğudur.

Binary Digits and Logic Levels

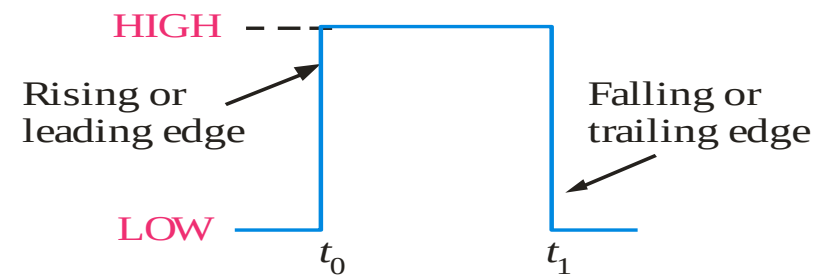
Digital electronics uses circuits that have two states, which are represented by two different voltage levels called HIGH and LOW. The voltages represent numbers in the binary system.

In binary, a single number is called a *bit* (for *binary digit*). A bit can have the value of either a 0 or a 1, depending on if the voltage is HIGH or LOW.

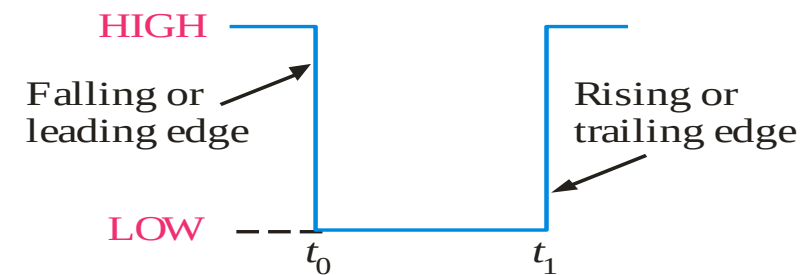


Digital Waveforms

Digital waveforms change between the LOW and HIGH levels. A positive going pulse is one that goes from a normally LOW logic level to a HIGH level and then back again. Digital waveforms are made up of a series of pulses.



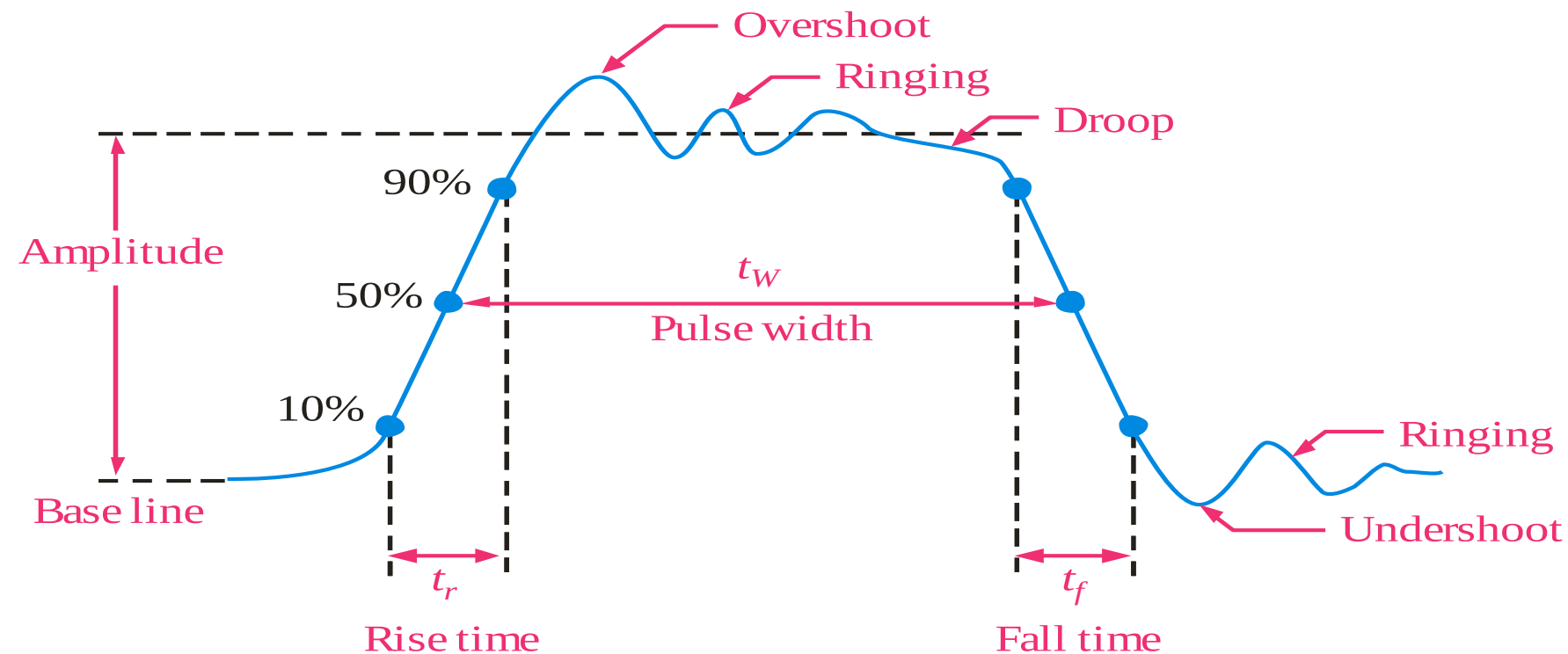
(a) Positive-going pulse



(b) Negative-going pulse

Pulse Definitions

Actual pulses are not ideal but are described by the rise time, fall time, amplitude, and other characteristics.



Periodic Pulse Waveforms

Periodic pulse waveforms are composed of pulses that repeats in a fixed interval called the **period**. The **frequency** is the rate it repeats and is measured in hertz.

$$f = \frac{1}{T} \qquad T = \frac{1}{f}$$

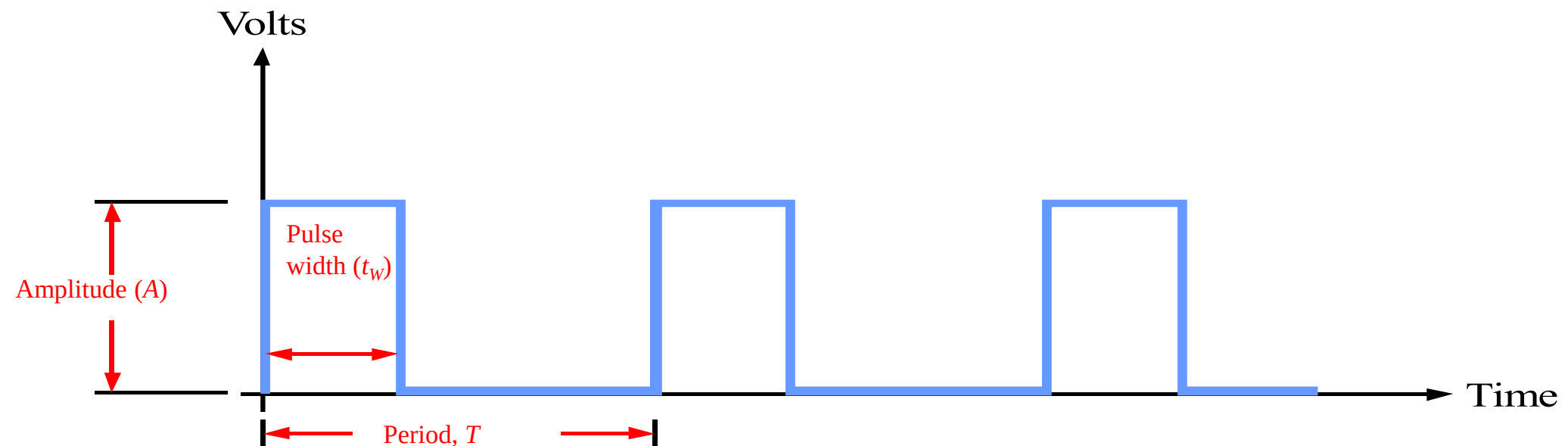
The **clock** is a basic timing signal that is an example of a periodic wave.

What is the period of a repetitive wave if $f = 3.2 \text{ GHz}$?

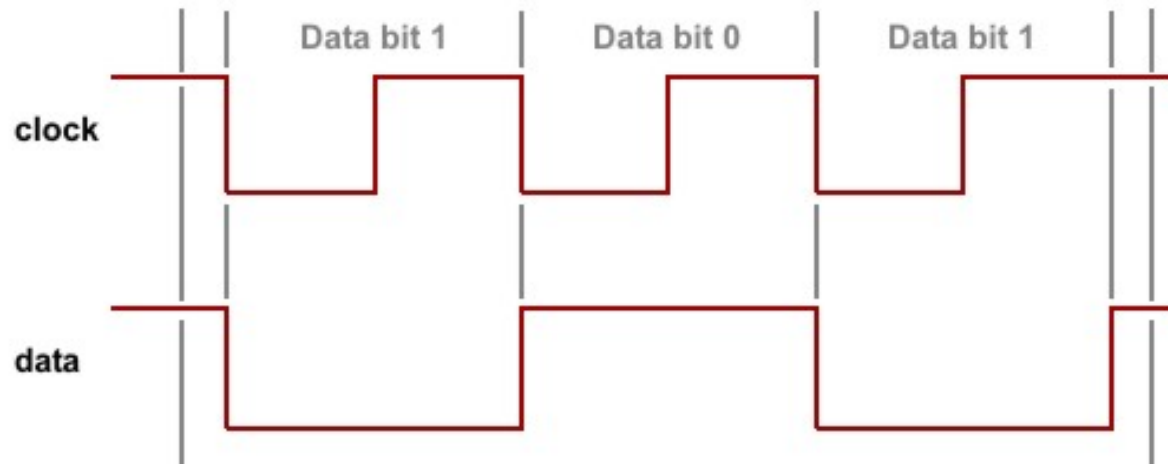
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3.2 \text{ GHz}} = 313 \text{ ps}$$

Pulse Definitions

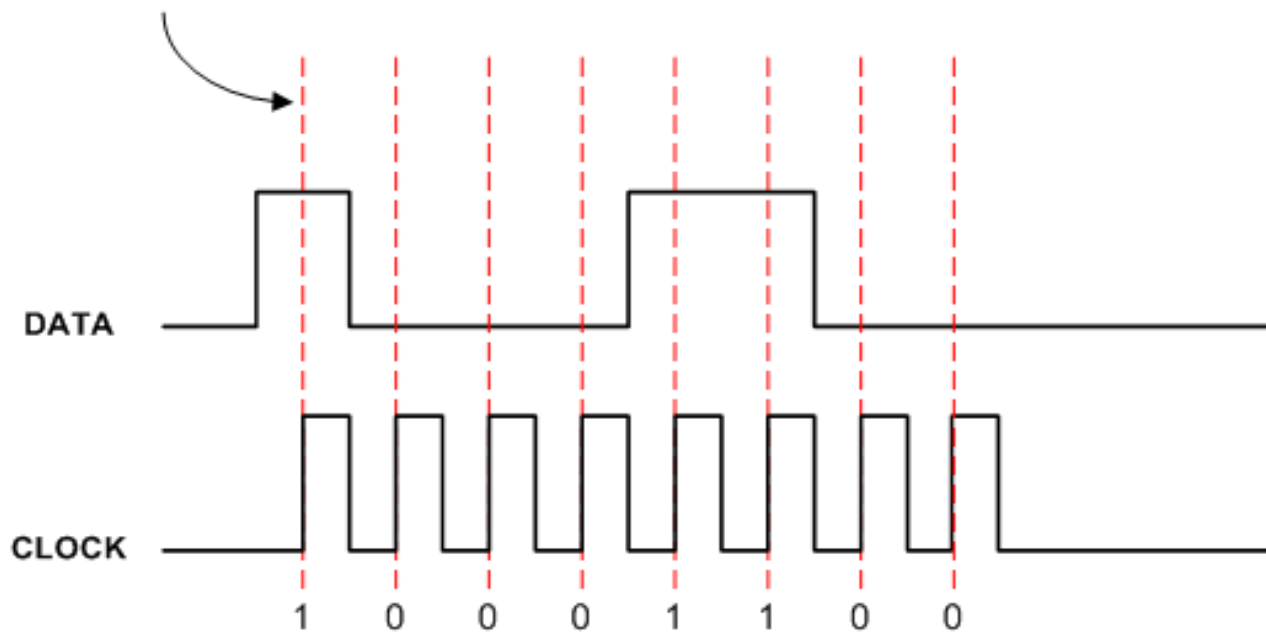
In addition to frequency and period, repetitive pulse waveforms are described by the amplitude (A), pulse width (t_w) and duty cycle. Duty cycle is the ratio of t_w to T .



Clock and Data



Data sampled on
rising edge of clock

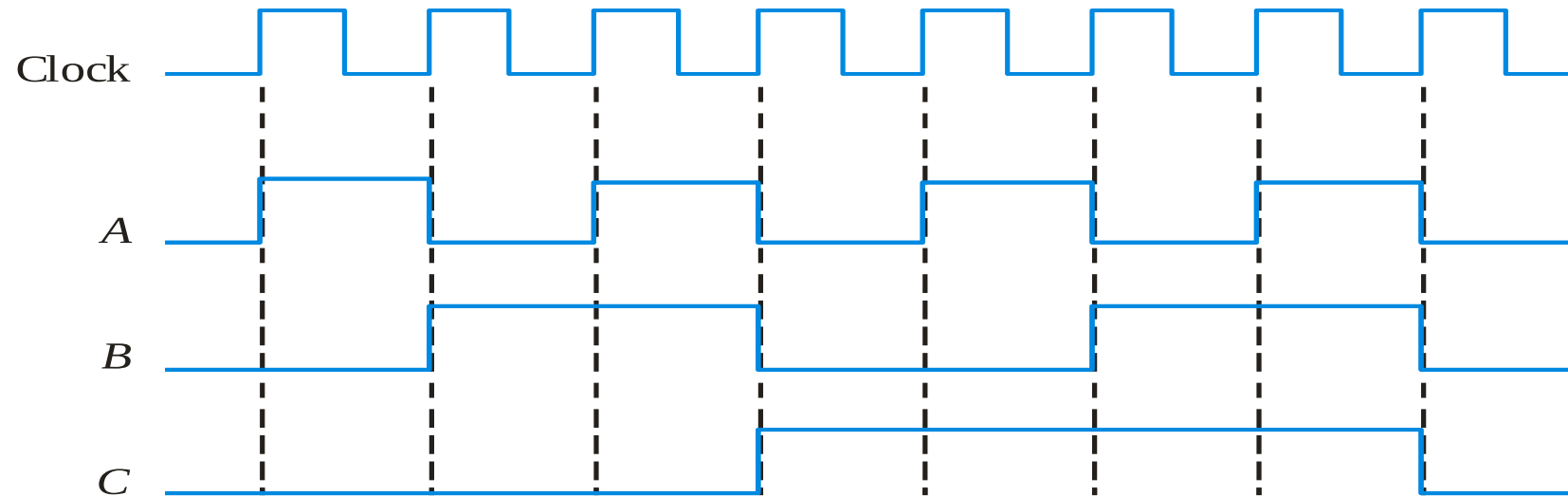


Sayısal haberleşme sistemlerinde data ve clock birlikte çalışır. Datanın ne olduğunu clock sinyalinin yükselen ya da düşen kenarı ile tetiklemesi karar verir.

Clock: Eşit aralıklı elektriksel darbe katarıdır. (01010101). Clock, verileri (bit: 0/1) yükselen ya da düşen kenar ile tetiklemek için kullanılır.

Timing Diagrams

A timing diagram is used to show the relationship between two or more digital waveforms,



A diagram like this can be observed directly on a logic analyzer.



Bit, Bit/San

Bit: Dijital elektronikte ve binary sayı sisteminde sadece 0 ve 1 değerleri vardır. Tüm işlemler bu iki değer üzerinden yapılır. 0 ya da 1 bilgisinin her birine bit denir. Bit→0/1 den oluşan bilgi

- Bits are the units used to describe an amount of data in a network
 - 1 kilobit (Kbit) = 1×10^3 bits = 1,000 bits
 - 1 megabit (Mbit) = 1×10^6 bits = 1,000,000 bits
 - 1 gigabit (Gbit) = 1×10^9 bits = 1,000,000,000 bits

Bit/Saniye: Bit/sec→1 sn. ye de bir noktadan diğer noktaya iletilen bilgi. Ya da bir saniyede işlen bit yani bilgi miktarıdır. **BPS (Bit Per Second);** Saniyede iletilen bit sayısına bps denir.

- Seconds are the units used to measure time
 - 1 millisecond (msec) = 1×10^{-3} seconds = 0.001 seconds
 - 1 microsecond (msec) = 1×10^{-6} seconds = 0.000001 seconds
 - 1 nanosecond (nsec) = 1×10^{-9} seconds = 0.000000001 seconds
- Bits per second are the units used to measure channel capacity/bandwidth and throughput
 - bit per second (bps)
 - kilobits per second (Kbps)
 - megabits per second (Mbps)

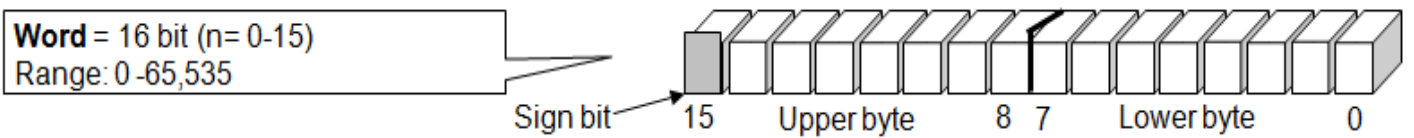
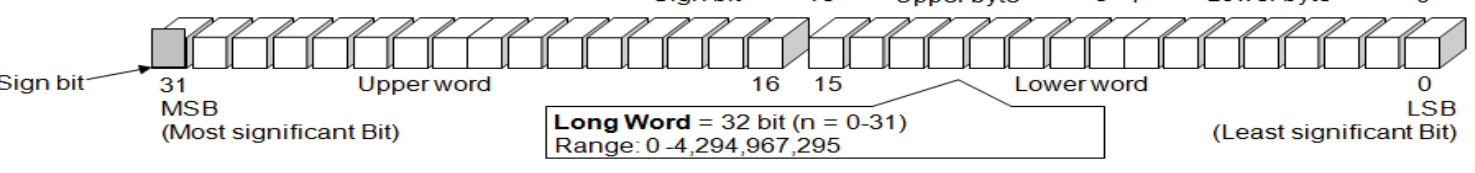
Byte

Byte: Bellek boyutunu verir. Elektronik ve bilgisayar bilimlerinde genellikle 8 bitlik dizilim boyunca 1 veya 0 değerlerini bünyesine alan ve kaydedilen bilgilerin türünden bağımsız bir bellek ölçüm birimidir.

Kilobyte	Kb	2^{10} Byte
Mega Byte	Mb	2^{20} Byte
Giga Byte	Gb	2^{30} Byte
Tera Byte	Tb	2^{40} Byte
Peta Byte	Pb	2^{50} Byte
Exa Byte	Eb	2^{60} Byte
Zetta Byte	Zb	2^{70} Byte
Yotta Byte	Yb	2^{80} Byte

Bit terimi belleğin 8 bitlik bir değerini işaretleyen ya da tanımlayan en küçük birimi olarak tanımlanmıştır.
Byte→bellekte 8bitlik adres gözü ya da bellek boyutu tanımlar tanımlanır.

DATA SIZE

Nibble	4 bit	Nibble = 4 bit (n= 0-3) Range: 0 -15 
Byte	8 bit	Byte = 8 bit (n = 0-7) Range: 0 -255 
Word	16 bit	Word = 16 bit (n= 0-15) Range: 0 -65,535 
Long word	32 bit	Long Word = 32 bit (n = 0-31) Range: 0 -4,294,967,295 

Binary

- Binary is exactly the same, only instead of ten digits/states (0 to 9) we have just two, so the base becomes 2:

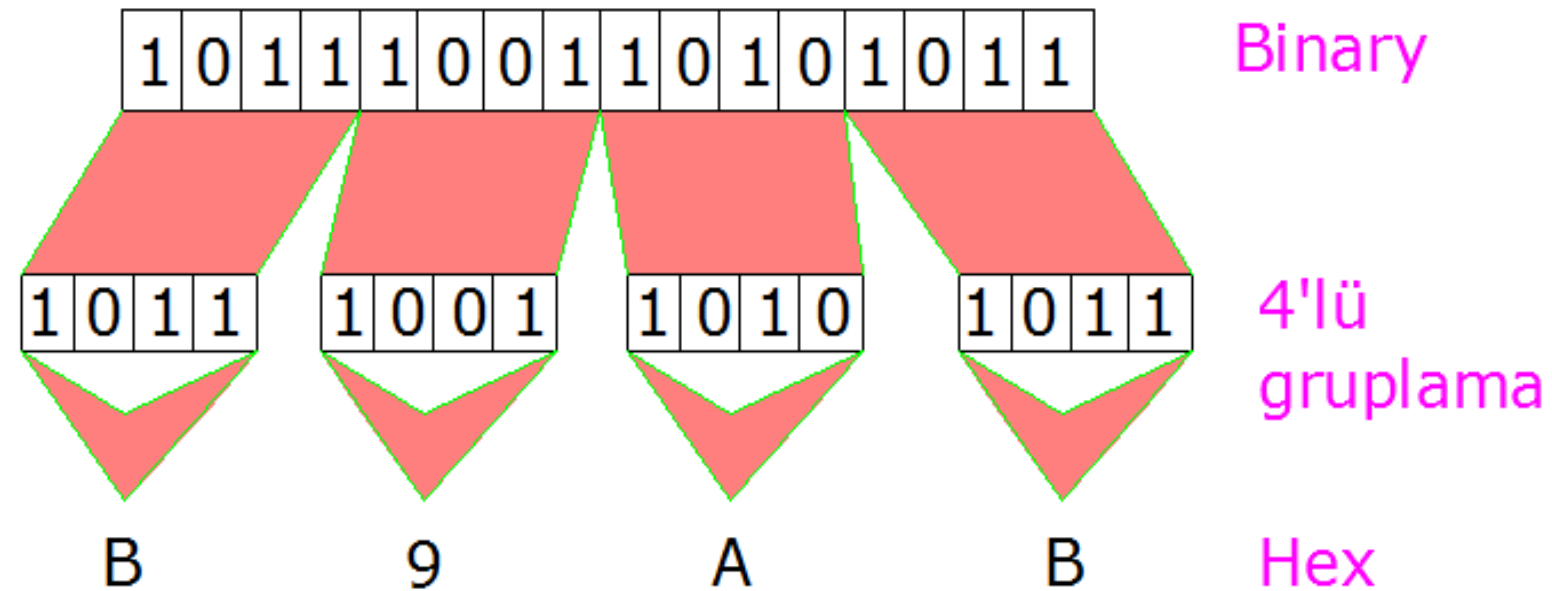
Bilgisayar sistemlerinde 2 üzeri indeksleme 0,1,2,3,.. Biçimindedir. İndeksleme sağdan başlar.

$$1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$
$$10110_b = 22_d$$

Most Significant Bit (MSB)

Least Significant Bit (LSB)

Binary Sayının Hexa decimal'e Çevrilmesi

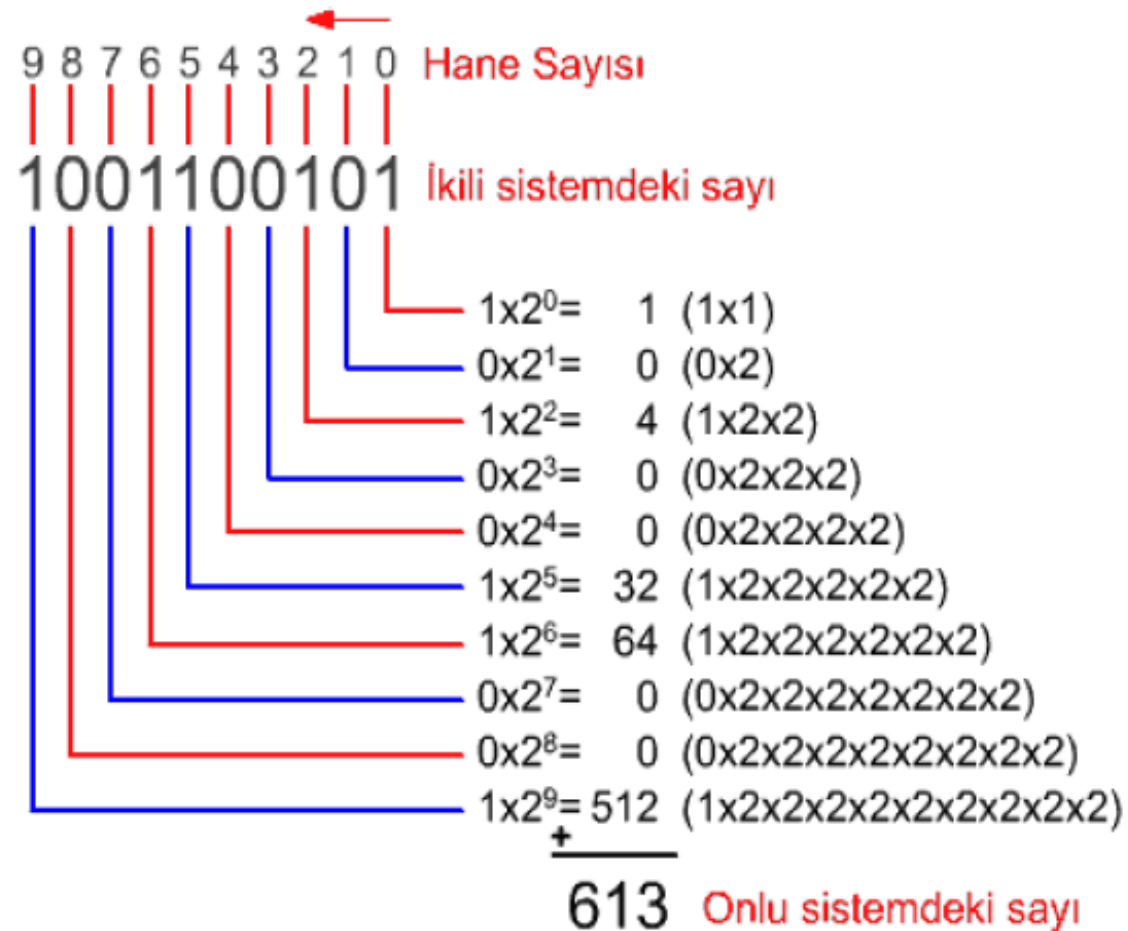


Binary – Hexa Numbering System

Hexadecimal	Binary	Decimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

- Short-hand for all these 1s and 0s
- HEX notation
- Each group of 4 bits represents a number in the range 0 – 15
- Hex is used as a notation for any sequence of bits (e.g. ASCII characters require just two hex digits)

Binary sayı sisteminden decimal'a çevirme



Bölünen	Bölüm	Kalan
1316 : 2 =	658	0
658 : 2 =	329	0
329 : 2 =	164	1
164 : 2 =	82	0
82 : 2 =	41	0
41 : 2 =	20	1
20 : 2 =	10	0
10 : 2 =	5	0
5 : 2 =	2	1
2 : 2 =	1	0
1 : 2 =	0	1

İkili sistemdeki sayı 10100100100

Addition (binary)

$$\begin{array}{r} 0 \\ + 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 0 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ + 1 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} {}^1 1 \\ + 1 \\ \hline 10 \end{array}$$

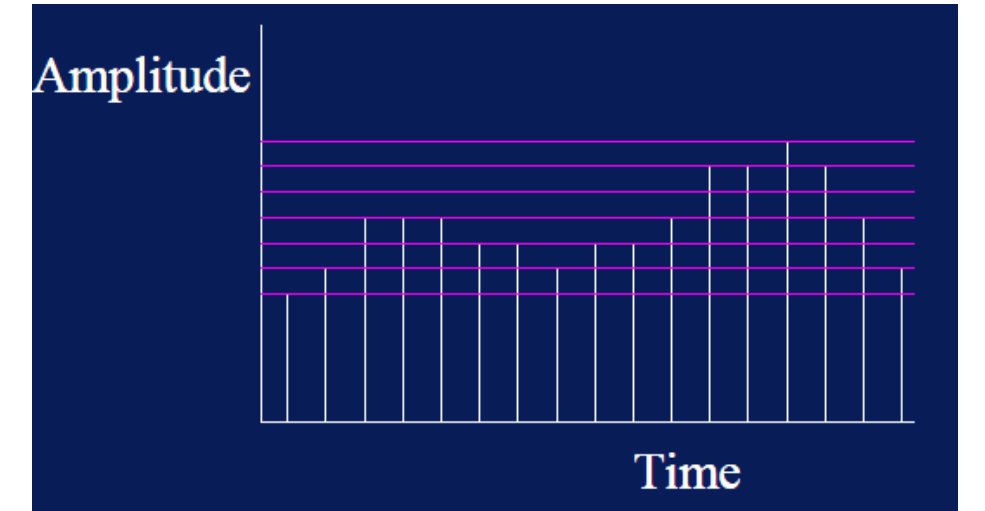
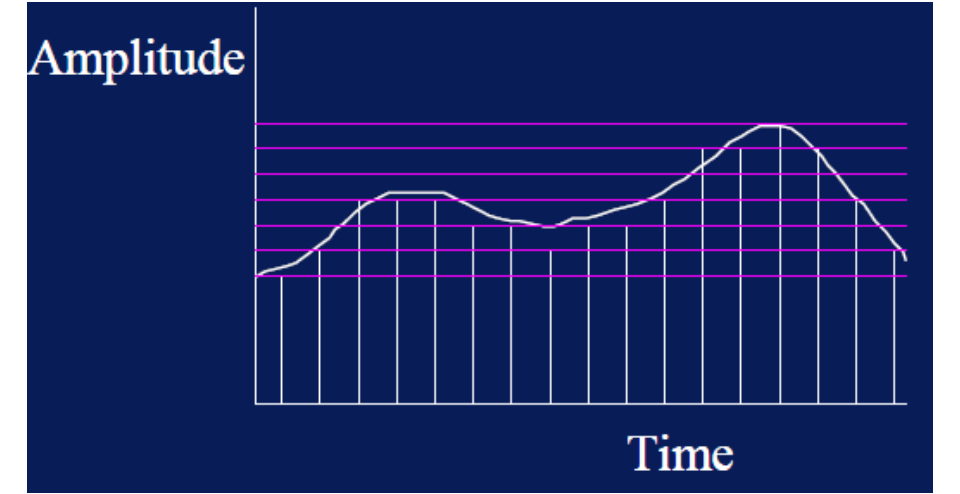
$$\begin{array}{r} 1 \\ 1 \\ 1 \\ + \\ \hline 11 \end{array}$$



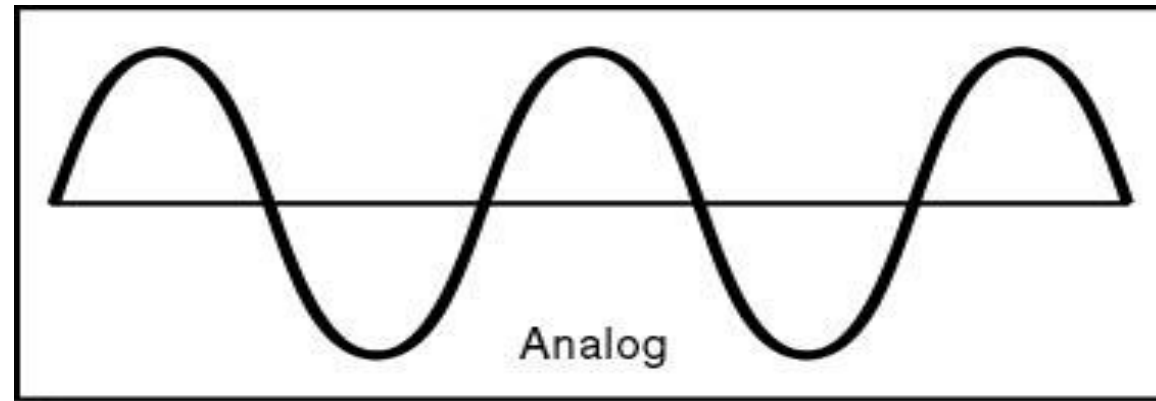
Analog Sayısal Dönüştürücü

Analog ve Dijital Sinyaller

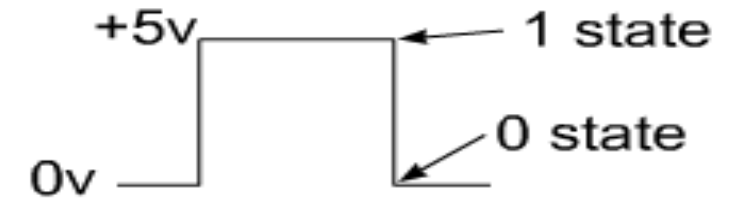
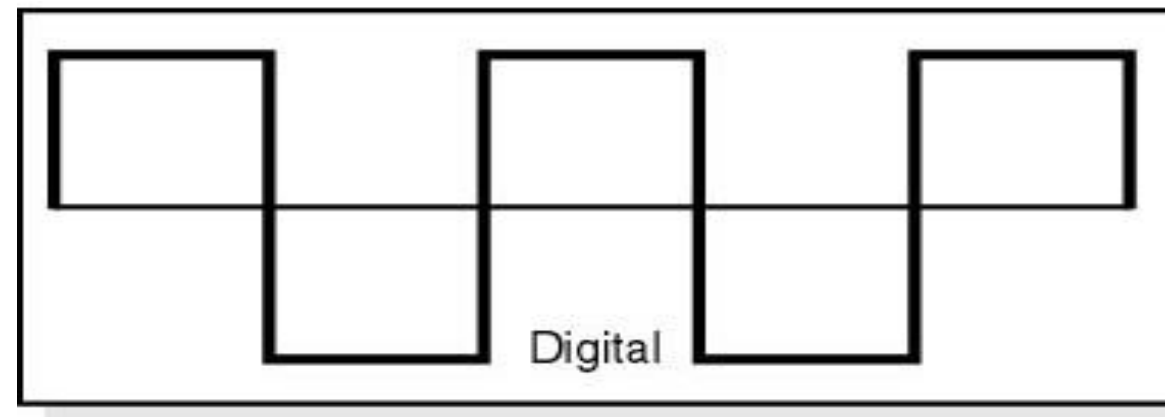
- Kainatı oluşturan tüm bileşenler ürettikleri analog sinyaller ile etkileşimli iletişim halindedirler.
- Analog sinyal, genliği, frekansı ve fazı zamanla değişen sinyaldir.
- Analog sinyal sayısal sinyale dönüştürülürken, genlik değerlerinden, belirli zaman aralıklarında örnekler alınır. Bu işleme örnekleme denir.
- Analog sinyalden belirli zaman aralıklarında alınan örneklere ait değerler, genlik ölçeklendirme aralığında ayırık değerlere atanır. Bu işleme quantalama denir. Bu atama işlemi esnasında, örnek alma zaman aralığı, quantalama değerlerine öteleme ve çözünürlüğe bağlı olarak quantalama hataları oluşur.
- Ayırık değerler belirli sayıda ikili sayı sistemi ile temsil edilmesine ikili sayı sisteminde kodlama denir. Herbir ayırık genlik değeri belirli sayıdaki ikili (0/1) sayı sistemi ile temsil edilir. Böylece sayısal (dijital) sinyaller elde edilir.



Analog and Digital Signals



Light intensity
Temperature
Pressure
Flow rate



ANALOG-TO-DIGITAL CONVERSION

A digital signal is superior to an analog signal because it is more robust (güçlü) to noise and can easily be recovered, corrected and amplified. For this reason, the tendency (eğilim) today is to change an analog signal to digital data.

Dijital bir sinyal analog sinyale göre daha üstündür çünkü ekonomiktir, gürültüye karşı daha dayanıklıdır ve kolayca geri kazanılabilir, düzeltilebilir ve yükseltilebilir. Bu sebeple, günümüzdeki eğilim bir analog sinyali dijital verilere dönüştürmektir. Bilgisayar ya da sayısal sistemlerden bahsedilmektedir. Bilgisayarın iç mimarisi ikili sayı sistemi ile çalışır. İletim ortamında sayısal sinyal elverişli değildir. Sayısal sinyaller haberleşme kanallarında iletilirken analog sinyallere dönüştürülür.

Analogdan dijital ve dijitalden analogla çevirme

- Dünyada, pek çok büyüklük analogdur. Örneğin ısı, basınç, ağırlık gibi büyüklükler hep analog olarak değişirler. Bunlarda sadece 0 ve 1 gibi iki değer değil, •minimum ile maksimum arasında çok geniş bir yelpazede çeşitli değerler söz konusudur.
- Bununla beraber; bilgi işleyen cihazlar (dijital sistemler, mikroişlemciler, bilgisayarlar) dijitaldir.
- Dijital sistemler, bilgiyi daha güvenli, daha hızlı işler ve değerlendirir. Elde edilen bilginin tekrar dış dünyaya aktarılması da analog veya dijital biçimde olabilir.
- Bütün bu nedenlerle analog değerlerin dijital, dijital değerlerin de analog değerlere çevrilmesi gerekir.
- Analog sinyali dijital, dijital sinyali ise analogla çevirmek için ADC ve DAC kullanılır.
 - ADC (Analog toDigitalConverter) analog bir sinyali dijital sinyale çevirmeye yarayan ünitenin adıdır.
 - DAC (DigitaltoAnalog Converter) ise dijital sinyali analog sinyale çevirmeye yarayan ünitenin adıdır.

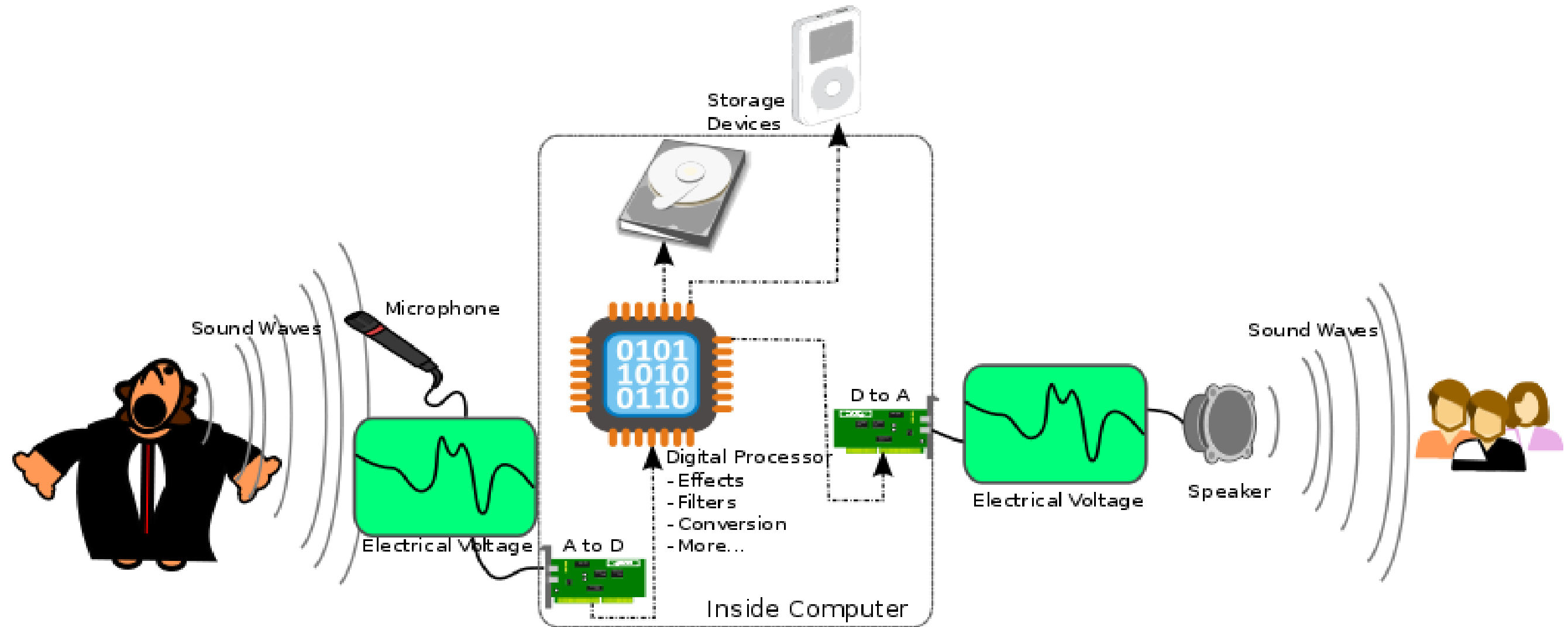
SAYISAL VE ANALOG TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

- Sayısal sistemlerin tasarımı daha kolaydır.
- Sayısal sistemlerde bilgi saklaması kolaydır: Sayısal sistemlerde kullanılan yöntemlerle bilgilerin bir yere konması, onun alınması ve gerektiği kadar elde tutulması mümkündür.
- Sayısal devrelerde daha çok sayıda devrenin birbiriyle irtibatı mümkündür.
- Sayısal devrelerde işlemler programlanabilir: Sayısal sistemleri tasarlamak, sistemdeki işlemler saklanabilen komutlar (program) tarafından kontrol edildiğinden kolaydır.
- Sayısal devreler gürültüden daha az etkilenir.
- Sayısal sistemlerde bir entegre içerisine daha fazla sayıda sayısal devre elemanı yerleştirilebilir.
- Sayısal sistemlerin dezavantajı, günlük hayatımızda kullandığımız büyüklüklerin büyük bir kısmının analog olmasıdır. Bundan dolayıdır ki analog sinyalin dijitale çevrilmesi, işleme tabi tutulmuş dijital bilgilerin ise dış dünyaya aktarılması için tekrar analoğa dönüştürülmesi gereklidir.

Niçin ADC?

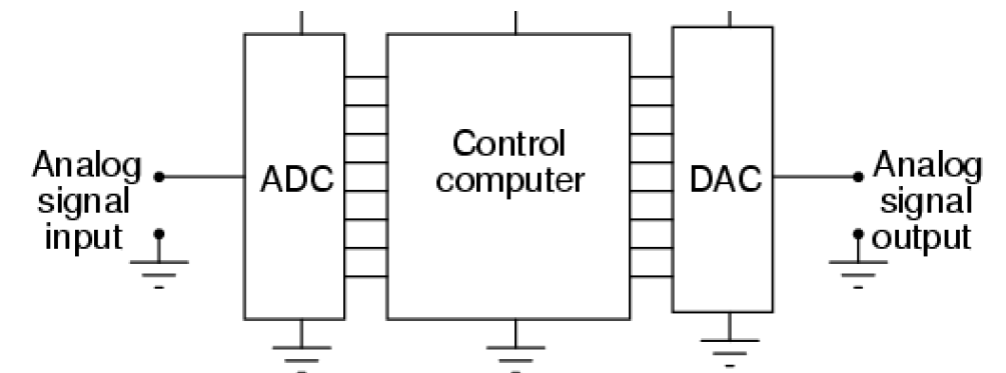
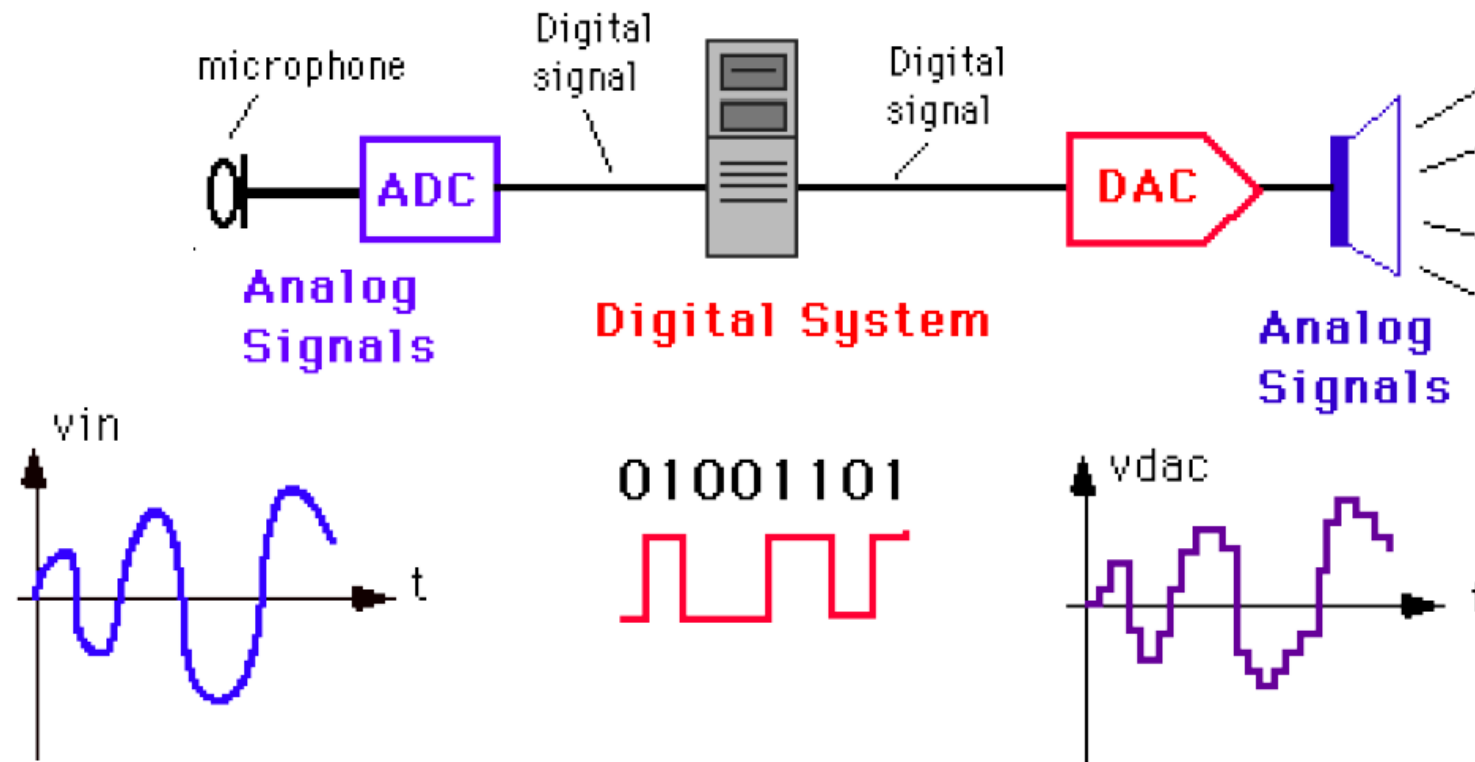
- Verileri bilgisayar sistemlerindeki belleklerde saklamak, işlemek ve sağlıklı bir biçimde iletmek için
- Bilgisayar sistemlerindeki mikroişlemciler ve bellekler dijitaldir.
- What is analog ? It is continuous range of signal values (not just 0 or 5V). Genliği, frekansı ve fazı zamanla değişen sinyaldir.
- Why convert to digital ? Because microprocessors and memories only understand digital.

Lifecycle Analog to Digital

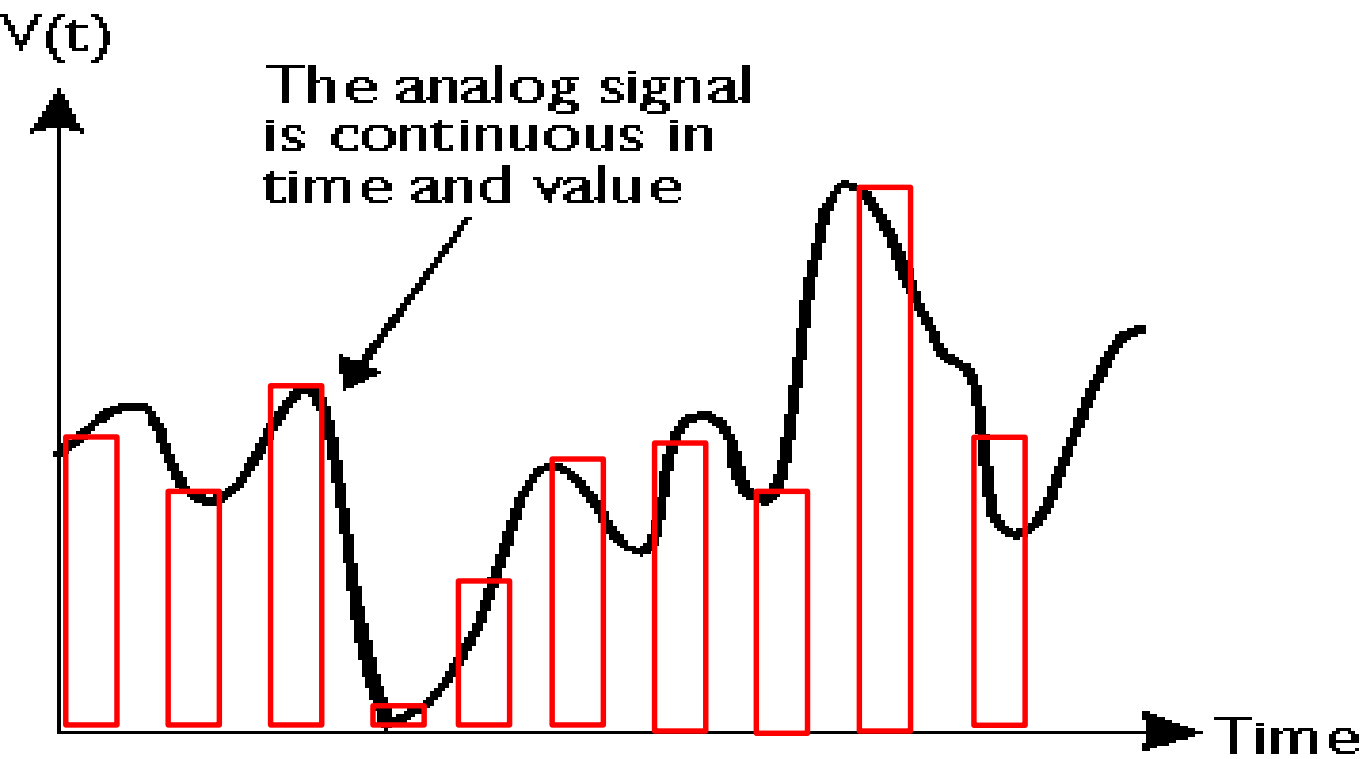


Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_audio

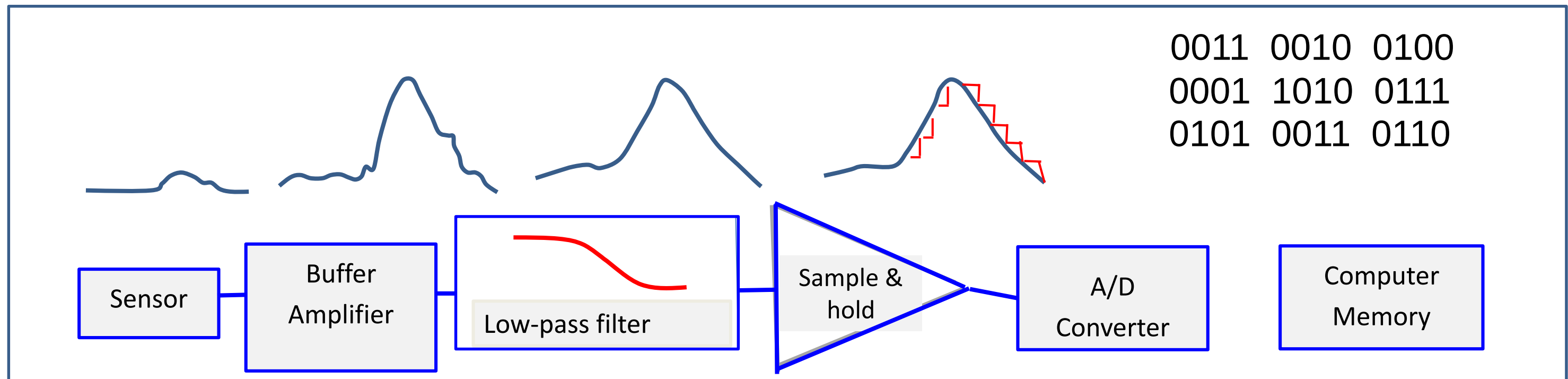
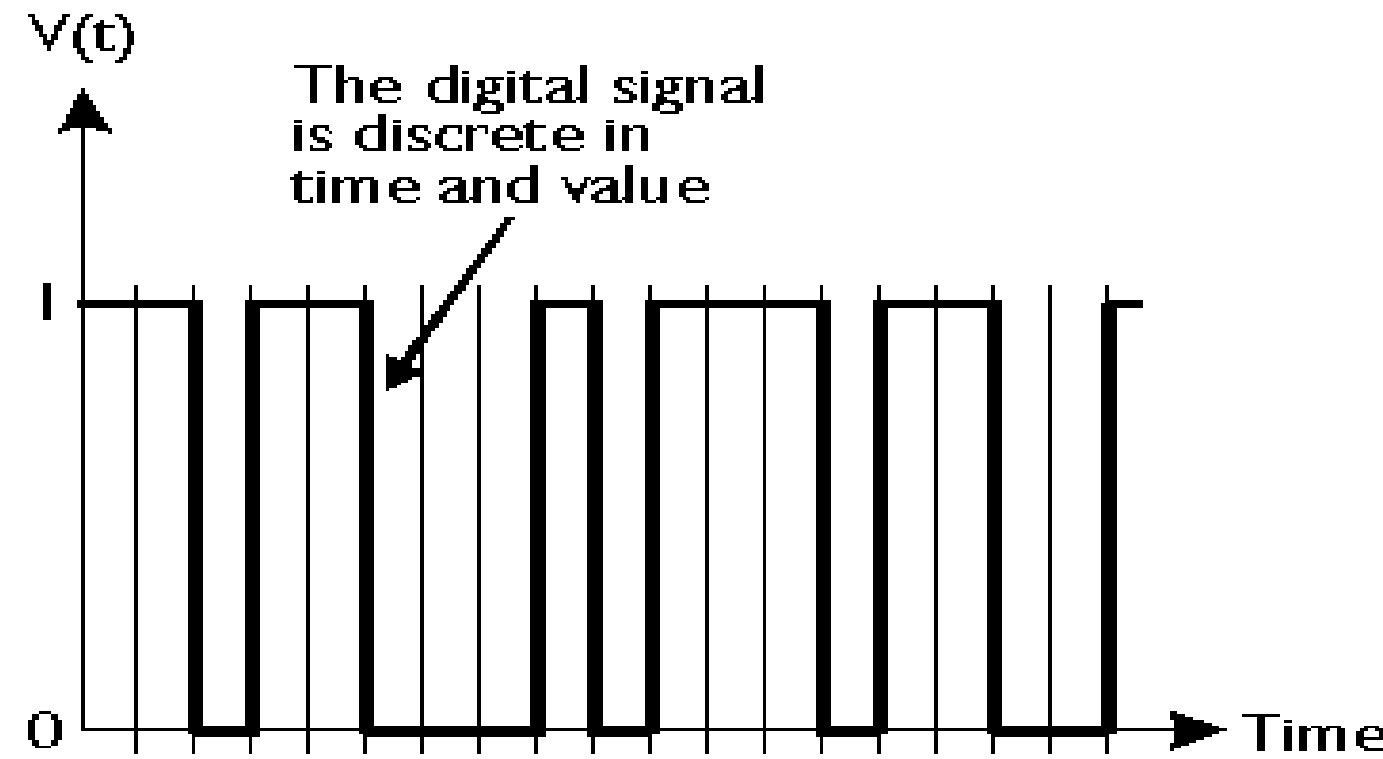
Analogdan dijital ve dijitalden analoğa çevirme



Analog Signal



Digital Signal



Filtre

- Haberleşme ortamlarında
 - Telli: İki tel; dört çift burgulu tel; koaksiyel; fiber;
 - Hava / Ortam: GSM, RFID, Kızıl ötesi, Uydu, WIFI, ...
- İstenmeyen sinyallerin yayılmasını engeller.
- Analog sinyalde istenen frekans aralığındaki sinyalleri geçiren, istenmeyen sinyalleri geçirmeyen elektronik ya da yazılımsal sistemlerdir.
- LPF
- HPF
- BPF

Örnek:

- Bir analog sinyalin dijital karşılığının alınmasında iki önemli kriter vardır; Örnekleme zaman aralığı ve her bir ayırık değerin temsil edildiği bit sayısı.
- Örnekleme ne kadar sık olursa kayıp o kadar az, dosya boyutu da o kadar büyük olur. Örnekleme işleminde hem kullanılan bit sayısı ve hem de örnekleme sıklığı kritik öneme sahiptir.
- Soru: 125 mikrosaniyede bir, bir analog sinyalden alınan örneğin ayırık değeri 8bit ile temsil ediliyor ise bir saniyede kaç bit transfer edilir.
 $64.000\text{bps}=64\text{Kbps}$
- Soru: 125 mikrosaniyede bir, bir kanaldan 8bit transfer ediliyorsa, 125 mikrosaniye zaman aralığında 32 kanal bir çerçeveyi oluşturuyorsa, Bir çerçeveden bir saniyede kaç bit transfer edilir. $32*64\text{Kbps}=2.048\text{Mbps}$

Nyquist Örnekleme Teoremi

Bir analog sinyal örneklenip sayısala dönüştürüldükten sonra yeniden analog işarete dönüştürüldüğünde aynı orijinal sinyalin elde edilmesi için örnekleme frekansı, analog sinyalin band genişliğinin ya da maksimum frekansının iki katına eşit ya da büyük olması gerekmektedir.

$$f_s \geq 2 * f_m$$

$$f_s \geq 2 * B$$

$$T_s = 1/f_s$$

- burada f_s , örnekleme frekansıdır ve f_m , sinyaldeki maksimum frekanstır; B bant genişliğidir.
- Analog sinyal titreşerek yayılır. Analog sinyalin frekansı bir saniyedeki titreşim ya da peryod sayısıdır.
- Telefon haberleşmesinde band genişliği 4KHz alınır. Çünkü sesin temel özelliği olan anlama, tanıma, hissetme özelliklerini 0-4KHz aralığı kapsamaktadır. O halde $f_s = 8\text{KHz}$ olur. Peryodu, $T = 1/8\text{KHz} = 125\text{mikrosaniye}$ dir.

Nyquist Örnekleme Teoremi

Bir analog sinyalin frekans aralığı 20KHz ile 40KHz arasındadır. Bu sinyal analogdan sayısala dönüştürülecektir. Sayısal sinyale dönüştürülen ayrık sinyaller 8bit ile temsil edilecektir.

frekans aralığı, $B=f_{\max} - f_{\min}=40\text{KHz} - 20\text{KHz} = 20\text{KHz}$

*$f_s=2*B=2*20\text{KHz}=40\text{KHz}$*

Örnek alma aralığı, $T_s=1/f_s=1/40\text{KHz}$

*!: temel birimlerde aritmetik işlemler yapılır. $40\text{KHz}=40*10^3\text{Hz}$ ($\text{Hz}=1/\text{sec}$)*

Temel birimler: gr, saniye, metre, Hz, Volt, Amper, ...

*$T_s=1/(40*10^3)=0.000025$ saniye=25mikrosaniye*

Nyquist Theorem: Gürültüsüz Ortamda kanal kapasitesi

- Nyquist teoremi gürültüsüz bir kanal için kanal kapasitesini hesaplar:
 - $C = 2 B \log_2 2^m = 2 B m$
 - m : bir sembolün ya da bir örneklemin temsil edildiği bit sayısı (toplam sembol sayısı, $n=2^m$)
 - n : örneklem işleminde genlik aralığı sayısıdır. Quantalama genlik seviye sayısıdır.
 - C : kanal kapasitesidir, bir kanaldan bir saniyede transfer edilen bit sayısıdır. Birimi: bit/saniye dir.
 - B : Band genişliğidir, birimi Hz dir.
- m : bir sembolün temsil edildiği bit sayısı ise $n=2^m$ dir, burada n : örnekleme aralığı sayısıdır.
- Örnek: $B=10\text{MHz}$, $m=8\text{bit}$ ise $C=?$
$$C=2*B*m=2*10*10^6*8=160*10^6=160\text{Mbps}$$

Örnek

Soru:19- Nyquist teoremi gürültüsüz bir kanal için kanal kapasitesini hesaplar: Bir kanalın kapasitesini hesaplayan formül, $C = 2Bm$ bit/saniye ile verilir. Burada B: Band genişliği (Hz=1/saniye), Analog sinyalin genliğinin aralık sayısı 2^m bağıntısı ile hesaplanır, m ise bit olarak sembol sayısıdır.

O halde band genişliği 1MHz, sembol sayısı 8 bit kanal kapasitesini bit/saniye olarak hesaplayınız. Not: Aritmetik işlemlerde birim uzunluklarının uyumuna dikkat ediniz.

- **$C=2*B*m = 2* 10^6*8=16*10^6\text{bit/saniye}$**

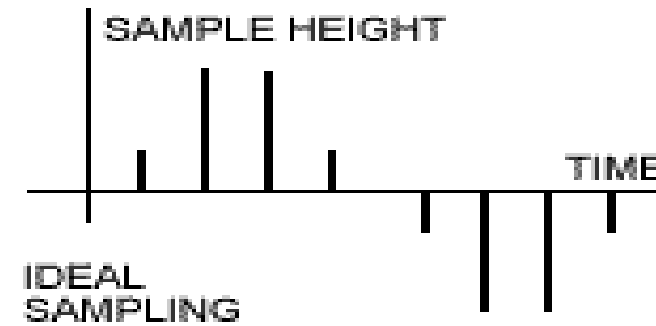
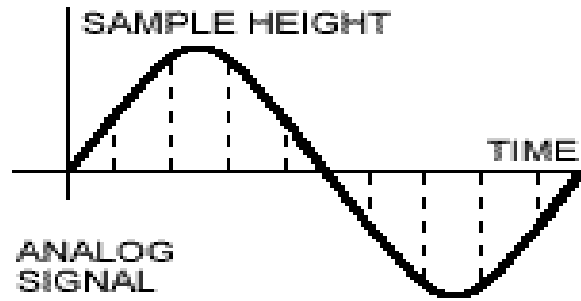
Soru: 19- Nyquist teoremi gürültüsüz bir kanal için kanal kapasitesini hesaplar: Bir kanalın kapasitesini hesaplayan formül, $C = 2Bm$ bit/saniye ile verilir. Burada B: Band genişliği (Hz=1/saniye), Analog sinyalin genliğinin aralık sayısı 2^m bağıntısı ile hesaplanır, m ise bit olarak sembol sayısıdır.

O halde band genişliği 8MHz, sembol sayısı 8 bit kanal kapasitesini bit/saniye olarak hesaplayınız. Not: Aritmetik işlemlerde birim uzunluklarının uyumuna dikkat ediniz.

- **$C=2*B*m = 2* 8*10^6*8=128*10^6\text{bit/saniye}$**

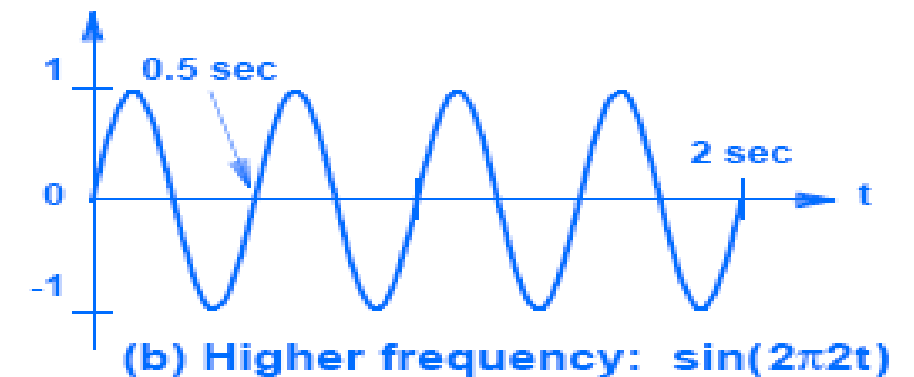
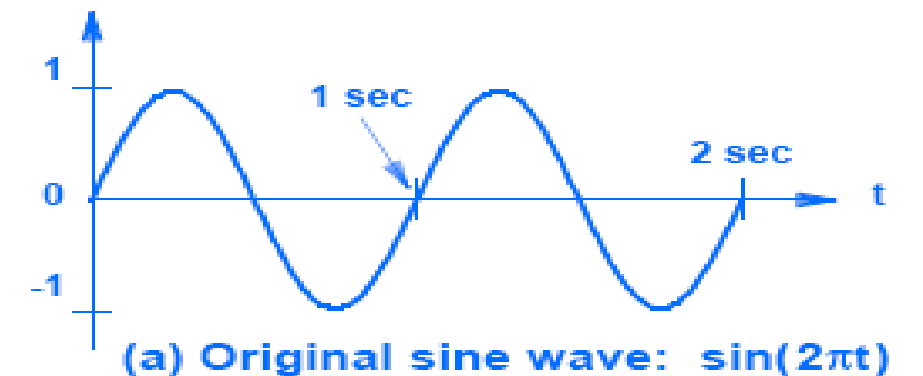
Ses Sinyalini Örnekleme

- Örnekleme, sürekli bir zaman sinyalini (analog sinyali) ayırık bir zaman sinyaline (Dijital sinyal) dönüştürmektir
- Örnekleme genellikle eşit zaman aralıklarında yapılır; bu aralığa örnekleme aralığı denir. Örnekleme aralığının karşılığına örnekleme frekansı veya örnekleme oranı denir. Örnekleme oranı birimi Hz dir.
- Örnekleme teoremine uygun olarak, telefon ses sinyalleri frekansı 300 Hz ila 3400 Hz arasındadır. Bu nedenle band genişliği 4KHz olarak alınır (Sesin temel kalite özelliği; olmaz ise olmazı: anlama, tanıma, hissetme), örnekleme frekansı 8000 Hz'e eşit veya daha büyük alınır.
- Bir analog sinyalden saniyede eşit aralıklarla 8000 örnek alınıyor ve bir örnekleme 8 bit ile temsil ediliyorsa saniyede kaç bit örnek alınır? $8000 \times 8 = 64\,000 \text{ bit/sec} = 64\text{Kbit/sec}$.
- Veri haberleşmesinde bir kanalın minimum kapasitesi $= 64\text{Kbit/s}$.
- Herbir örnek 8 bit ile temsil ediliyor ise, örnekleme aralık sayısı (Kuantalama) $2^8 = 256$ dır.
- 256 quantalama aralığı (katman) elde edilir.
- Sese dalagaları analog sinyale dönüştürüldükten sonra $125 \mu\text{sec}$ de bir örnek alınır. Örnekleme aralığı, $T = 1/8000 = 0.000125 \text{ sec.} = 125 \mu\text{s}$, T örnekleme aralığıdır.



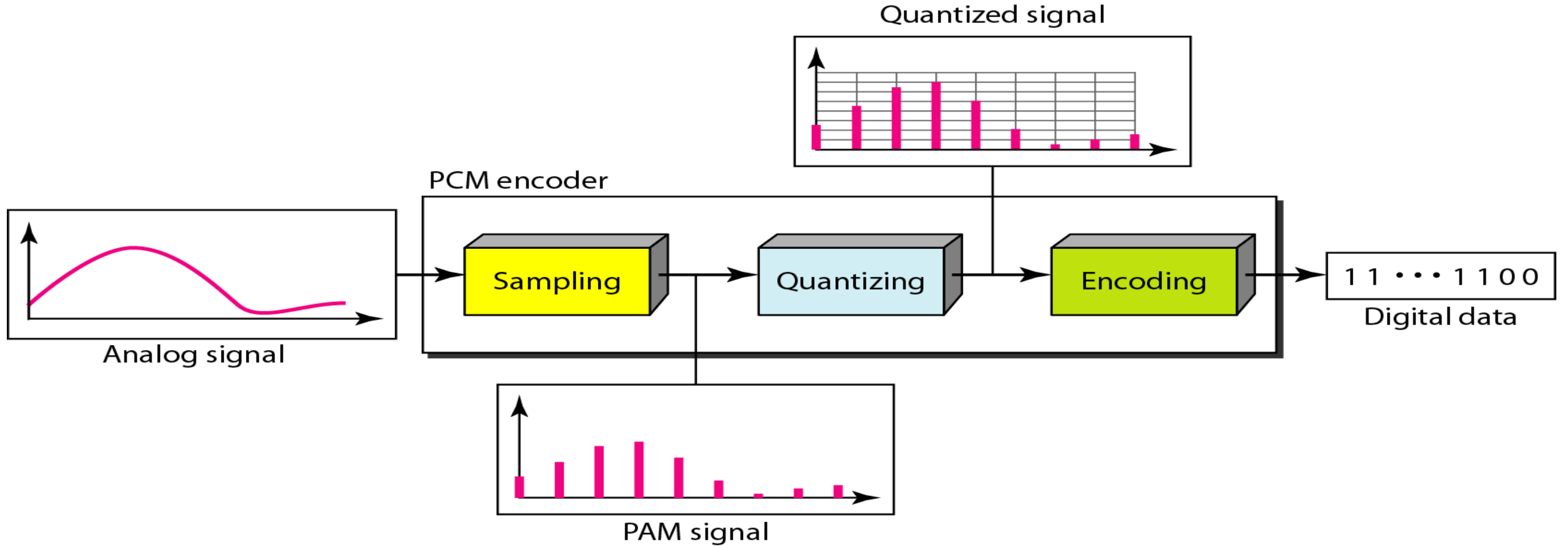
Ideal Sampling and Aliasing(Gölgesinde Kalmak)

- Aliasing: Sinyali oluşturun bir frekansı örnekleme sonucunda aynı sinyalin içinde kaybolmasıdır. Yutulmasıdır. Örnekleme işleme yapıldığında sinyallerden biri tamamen yok olur. Bir sinyalin bir frekansı diğer bir sinyalin başka bir frekansının katları olduğunda bu olumsuzluk ortaya çıkar.
- Sampled signal is discrete in time domain with spacing T_s
- Spectrum will repeat for every f_s Hz
- Aliasing (spectral overlapping) if f_s is too small ($f_s < 2f_m$)
- Nyquist sampling rate $f_s = 2f_m$
- Generally oversampling is done $\rightarrow f_s > 2f_m$



Quantalama

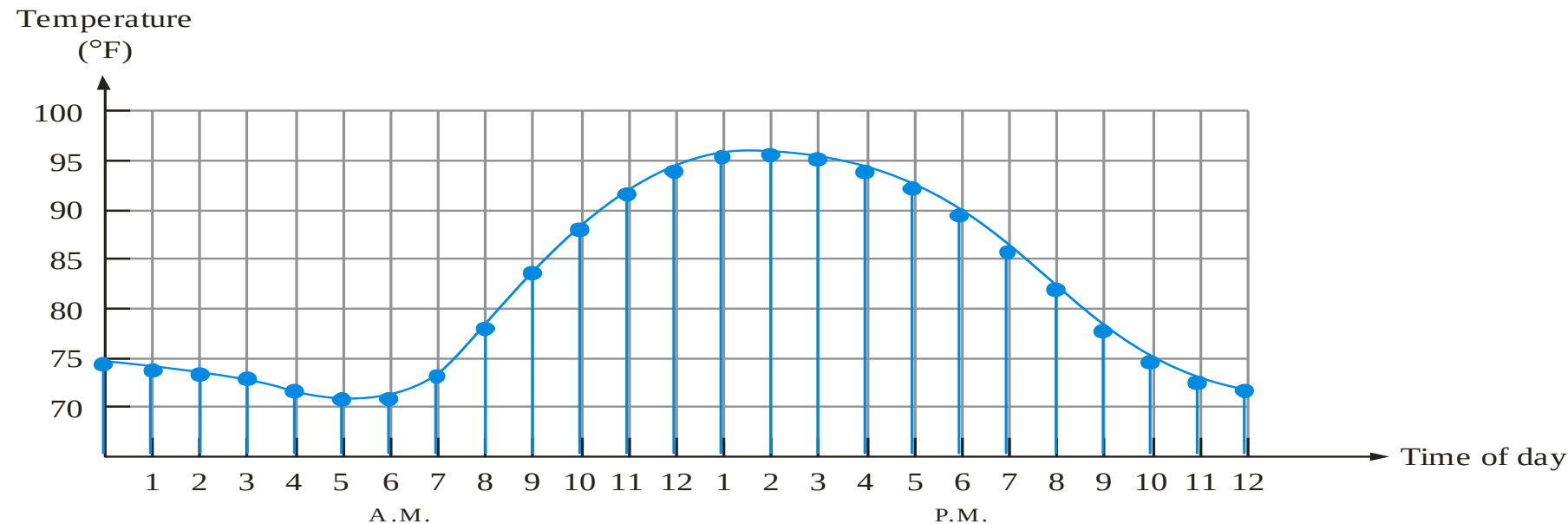
Analog sinyalin sayısallaştırılmasında Quantalama



Örnekleme alındığında herbir ayrık değerin rakamsal karşılığı vardır. Fakat ikili sayı sisteminde belirli bir bit sayısı ile temsil edilen ayrık değer ile örnekleme ile elde edilen ayrık değer farklı olduğunda quantalama hatası ortaya çıkar.

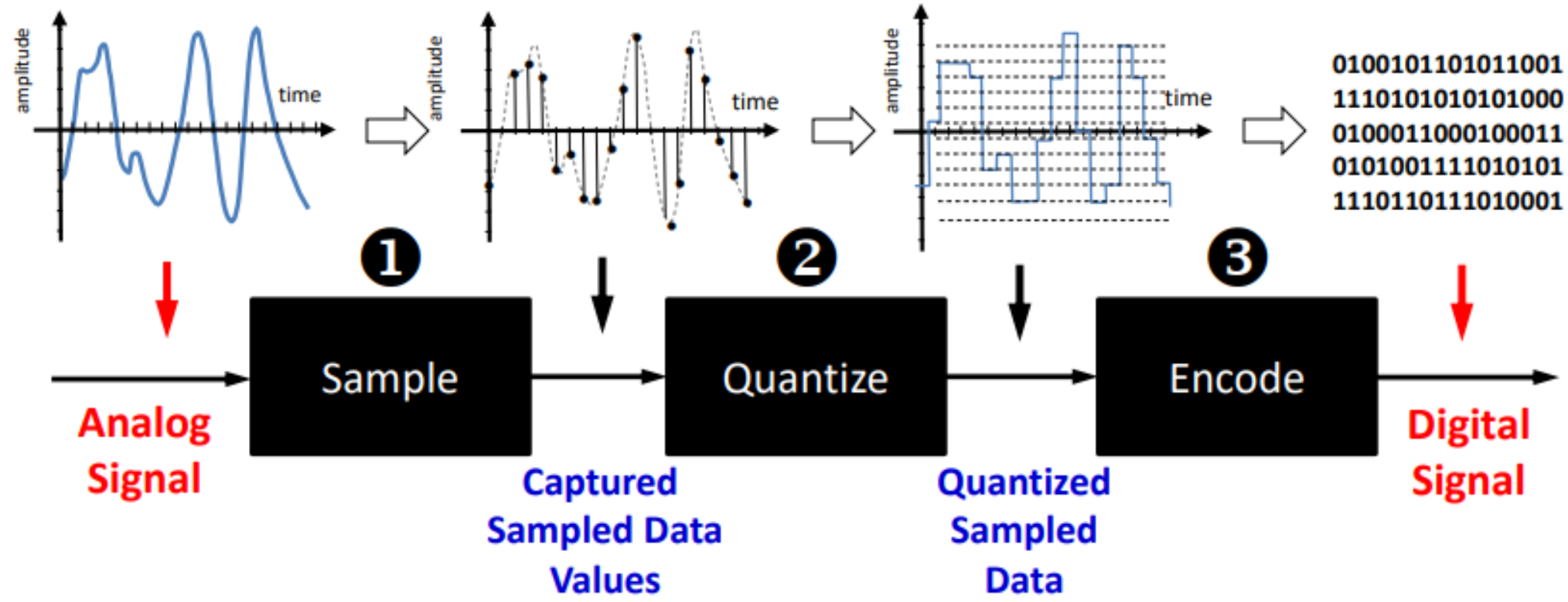
Analog Quantities

Most natural quantities that we see are **analog** and vary continuously. Analog systems can generally handle higher power than digital systems.



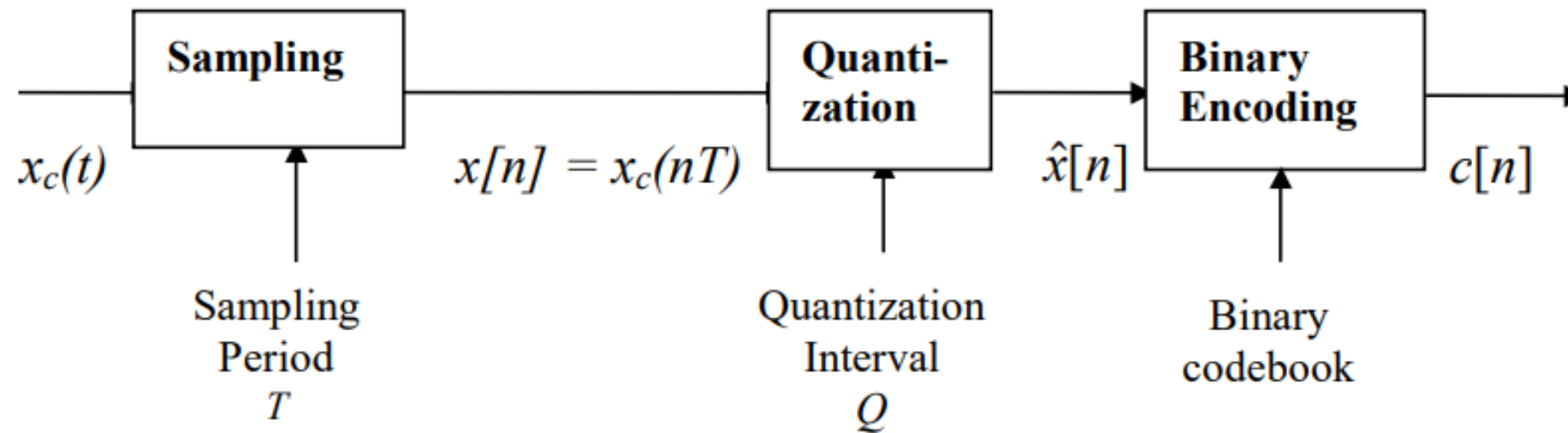
Digital systems can process, store, and transmit data more efficiently but can only assign discrete values to each point.

Analog to Digital Conversion Process (ADC)



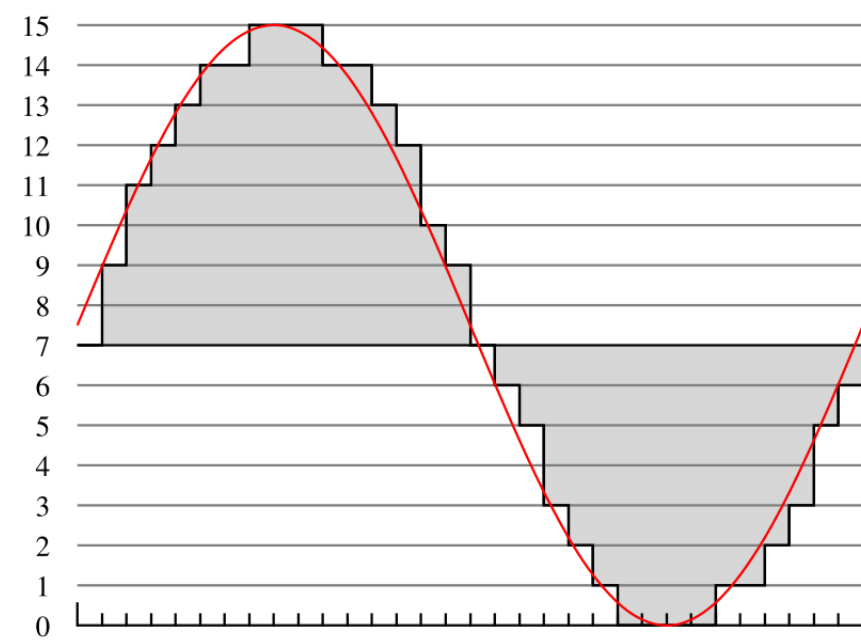
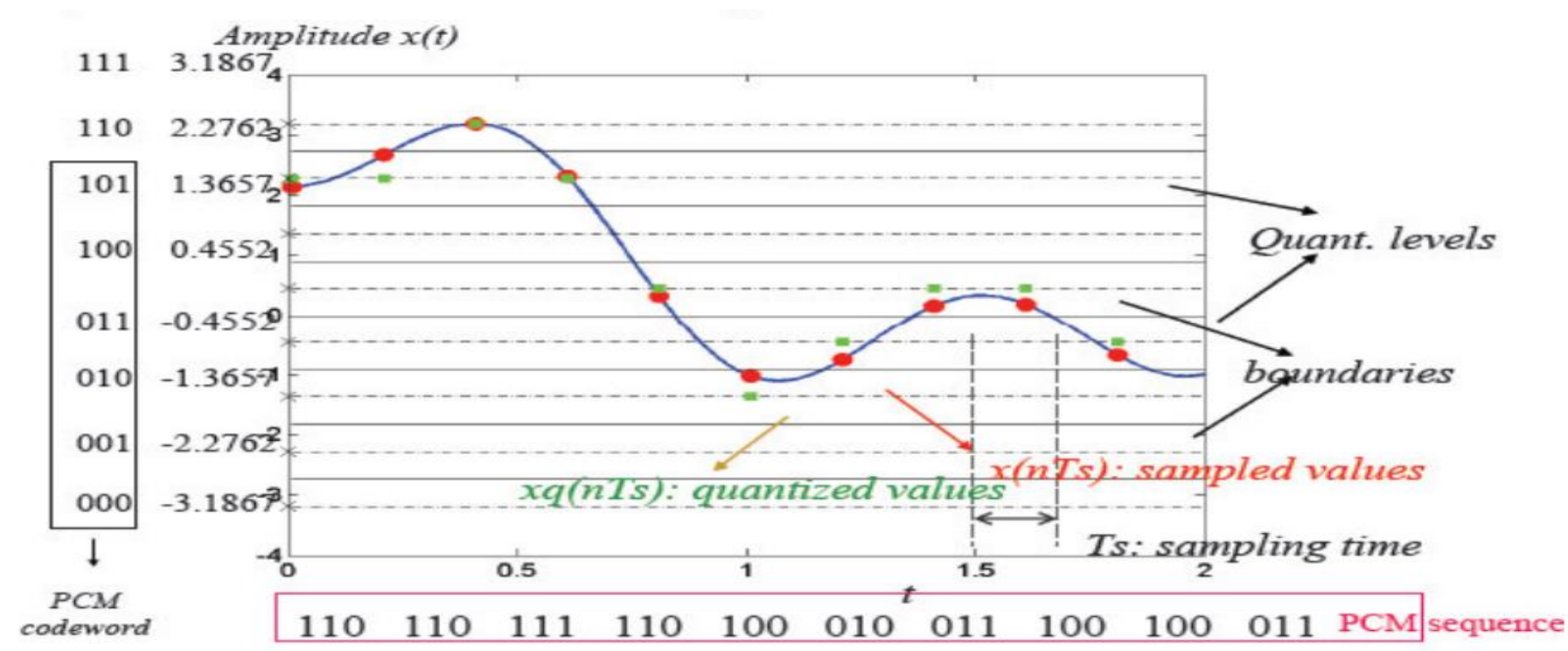
Quantalama: Analog sinyalden alınan örnekler bit dizisine dönüştürülürken (sayısala dönüştürülürken) seviyeler arasındaki değerler ya üst katmana ya da alt değere ötelenir. Bu işleme quantalama denir.

Processes in A/D Conversion

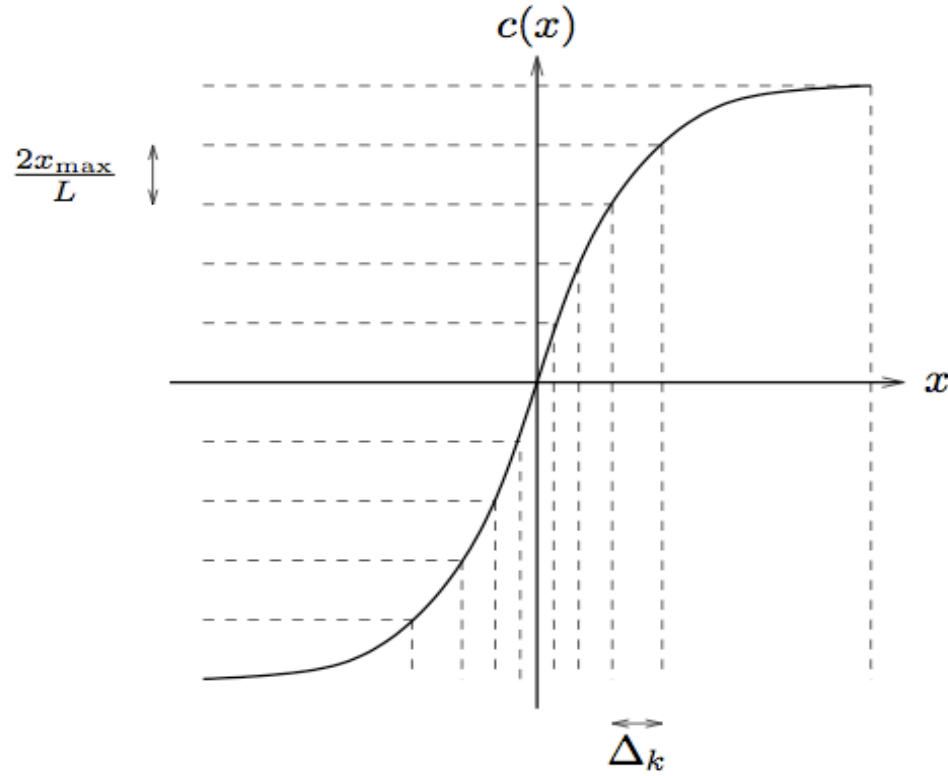


- Sampling: take samples at time nT
 - T : sampling period;
 - $f_s = 1/T$: sampling frequency
- Quantization: map amplitude values into a set of discrete values kQ
 - Q : quantization interval or stepsize
- Binary Encoding
 - Convert each quantized value into a binary codeword

Quantalama



NON-LİNEER QUANTALAMA



- Lineer quantalama sisteminde düşük genlikli sinyallerin hata oranı yüksek olur.
- Telefonda **kısıp sesli konuşanların seslerinin büyük kısmı kaybolur**. Bunu önlemek için genlik eksenini parçalara bölerken eşit bölünmez.
- Düşük genlikli sinyallerde aralıklar daha sık yüksek genlikli sinyallerde aralıklar daha seyrek.
- Aralıklar öyle ayarlanır ki sinyal gürültü oranı hep aynı olur. Bu işleme non-lineer quantalama denir.

NON-LİNEER QUANTALAMA

$2^8 = 256$ Adet işareti kodlayabiliriz.

1. **1.Bit** pozitif veya negatif bölgeyi gösterir.
1 olursa pozitif bölge
0 olursa negatif bölge
 2. **2,3,4. Bitler** hangi parçada bulunduğunu gösterir.(010)
 3. **5,6,7,8. Bitler** parça içinde bulunduğu yeri gösterir.
 - Bu dört karakterle 16 ayrı kodlama yapabiliriz.
 - Görüldüğü her parçada 15 adet kodlama vardır.
- ÖRNEK:** Pozitif 2.parçada 45 in kodlaması nasıl yapılır?
- 1 0 1 0 1 1 0 1

Lineer Olmayan Quantalama

- Niceleme (quantizing: sayısal olarak belirtmek) aralıkları eşit boyutta değil
- Küçük niceleme aralıkları küçük sinyal değerlerine (örnekler) ve büyük niceleme aralıkları büyük örnekler tahsis edilmiştir, böylece sinyal-niceleme bozulma oranı neredeyse sinyal seviyesinden bağımsızdır.
- Zayıf sinyaller için S / N oranları çok daha iyidir, ancak daha güçlü sinyaller için biraz daha düşüktür
- "Genişleme" sinyalleri nicelemek için kullanılır



Sinyallerin Analizi

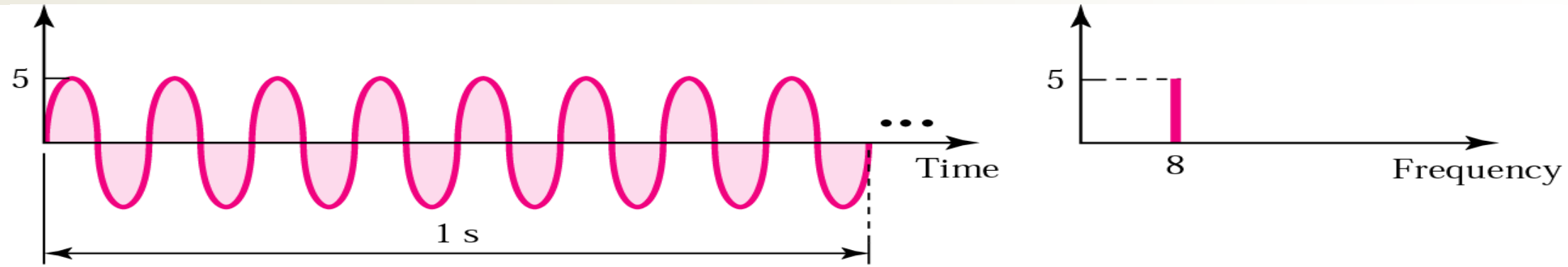
Analog Sinyallerin Analiz edilmesi

- Analog sinyaller analiz edilirken üç domende analiz edilir: Zaman, frekans ve faz.
- Zaman domeninde analog sinyalin frekansına, genliğine, fazına ve peryoduna bakılır.
- Analog sinyal, çok sayıda frekans bileşiminden oluştuğundan, zaman domeninde analiz etmek zordur. O nedenle frekans domeninde analiz edilir.
- Analog sinyali oluşturan frekansların band genişliği, frekanslarına bağlı olarak genişlikleri ve fazları analiz edilir.
- Frekans spektrumunda işaretin başladığı ve bittiği frekans aralığı bant genişliğini verir. Bir işaretin alt frekansı $=f_1$, üst frekansı $=f_2$ ise sinyalin band genişliği $BW=f_2-f_1$ dir.

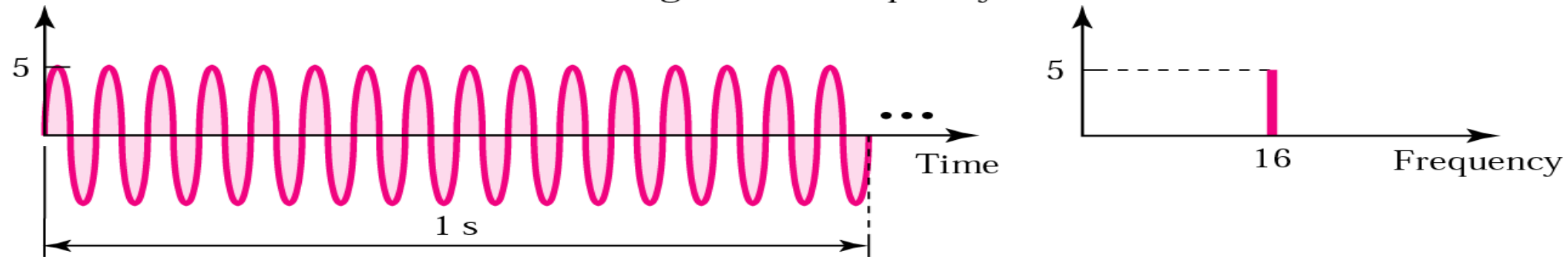
Frekans

- Bir saniyedeki peryod sayısıdır.
- Peryod bir sinyalde tekrar eden benzerlerin tekrarlanma süresidir.
- İşitmede ses sinyalinin frekans aralığı nedir?
- Ses sinyali nedir? Ses dalgaları ortamda ilerler. Hava ortam. Boşluk ses için iletim ortamı değildir. Ortamda ilerleyen ses dalgaları elektrik sinyallerine (analog sinyallerine) dönüştürülür.

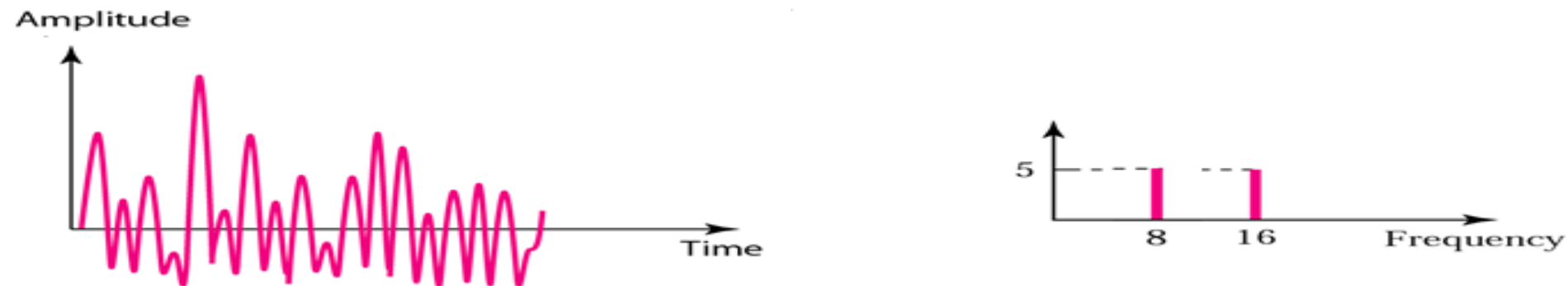
Time and frequency domains



b. A signal with frequency 8



c. A signal with frequency 16



Frekans, bir saniyedeki peryod sayısıdır.

Frekans bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Titreşim rezonanstır.

Sinyallerin Analizi

- Tek frekanslı sinüsoidal sinyal veri iletişimde kullanışlı değildir. Öte yandan analog sinyal çok sayıda sinüsoidal sinyalin birleşmesinden oluşur.
- Fourier analizine göre, herhangi bir kompozit analog sinyal, farklı frekanslara, genliklere ve fazlara sahip basit sinüs dalgalarının bir kombinasyonudur.
- O halde çok sayıda sinüsoidal sinyallerin birleşmesinden oluşan analog sinyalin frekans domeninde analizi ile analog sinyali oluşturan farklı frekanslardaki sinüsoidal sinyallerin genlikleri belirlenebilir.
- Sinyallerin özelliklerini belirleme, gürültü analizinde, gürültülü ortamdan siyalin ortaya çıkarılmasında ve sahtekarık tespitinde Fourier dönüşümü kullanılmaktadır.

Fourier Series

- Fourier analizi, bir zaman alanı sinyali bir frekans alanı sinyale ve bunun tersi şekilde değiştiren bir araçtır.
- Her bileşik periyodik sinyal, bir dizi sinüs ve kosinüs fonksiyonuyla temsil edilebilir.
- Fonksiyonlar, bileşik sinyalin temel frekansı "f" nin integral harmonikleridir.
- Seriyi kullanarak herhangi bir periyodik sinyali harmoniklerine ayrıştırabiliriz.

Fourier series

$$s(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cos(2\pi nft)$$

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt \quad A_n = \frac{2}{T} \int_0^T s(t) \cos(2\pi nft) dt$$

$$B_n = \frac{2}{T} \int_0^T s(t) \sin(2\pi nft) dt$$

Coefficients

Fourier Dönüşümü

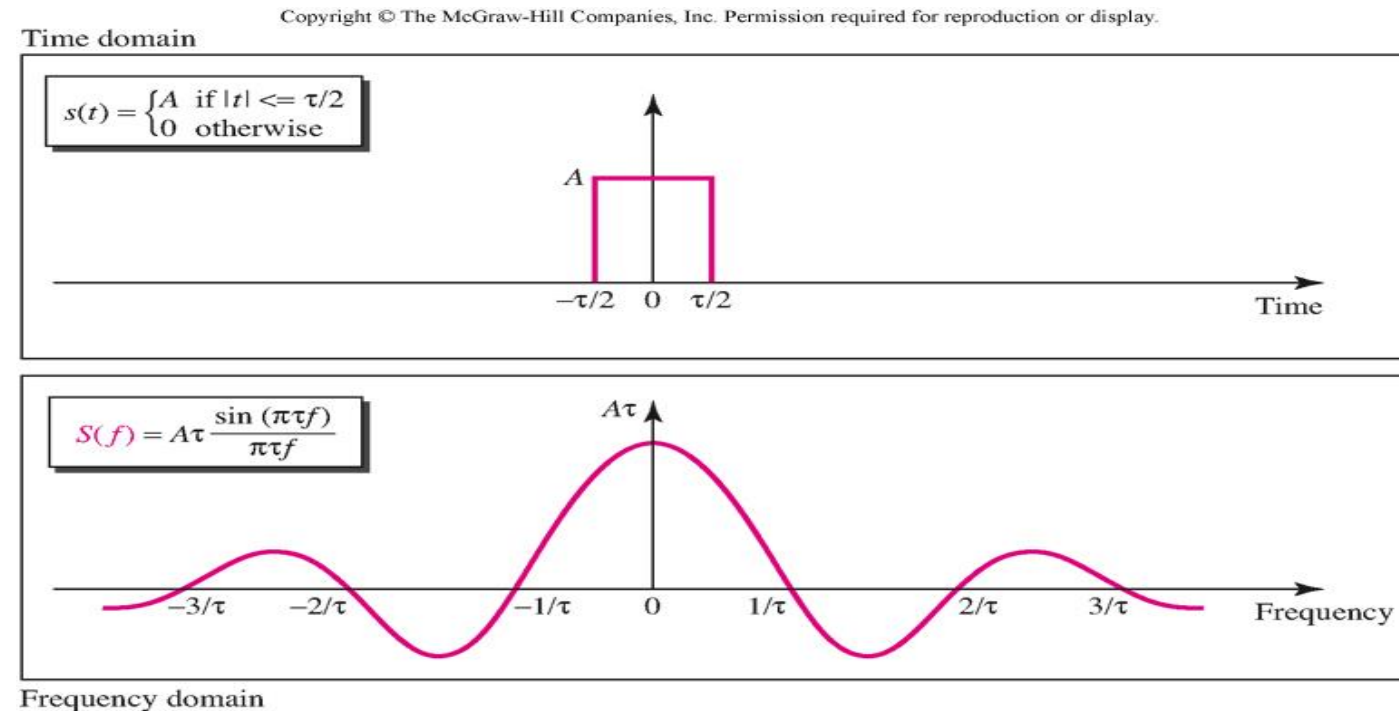
- Fourier Dönüşümü, periyodik olmayan bir zaman aralığı sinyalinin frekans aralığını verir. Herhangi bir frekans analog sinal içerisinde olup olmadığı, var ise gürültü mü? Olduğuna bakar.

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j2\pi ft} dt$$

Fourier transform

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) e^{j2\pi ft} df$$

Inverse Fourier transform

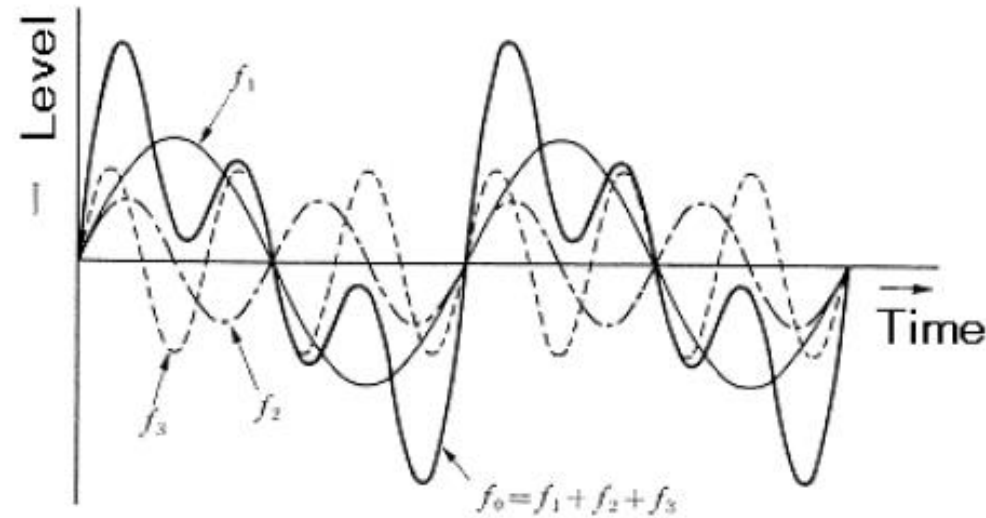


Sinyallerin Ölçülmesi

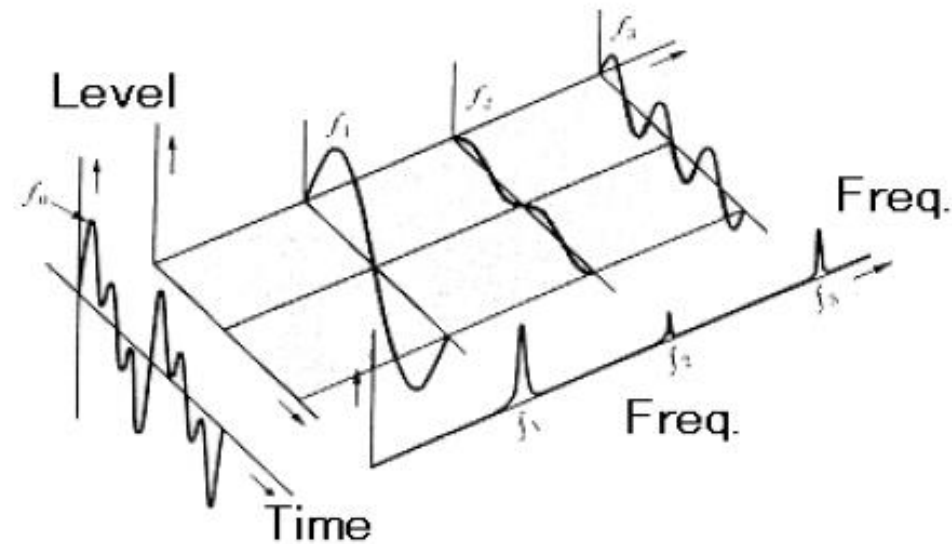
- Multimeter: Akım, Gerilim, Direnç
- Power meter: Güç seviyesi
- Frequency counter: Frekans
- Spectrum analyzer: Elektromanyetik Spektrum, sinyallerin frekanslarını
- Network analyzer: Sinyal iletme ve alma; yansıma, empedans
- Oscilloscope: Sinyallerin zamanda değişen karakteristikleri
- Modulation analyzer: Modülasyon karakteristikleri

Describing Electrical Signals

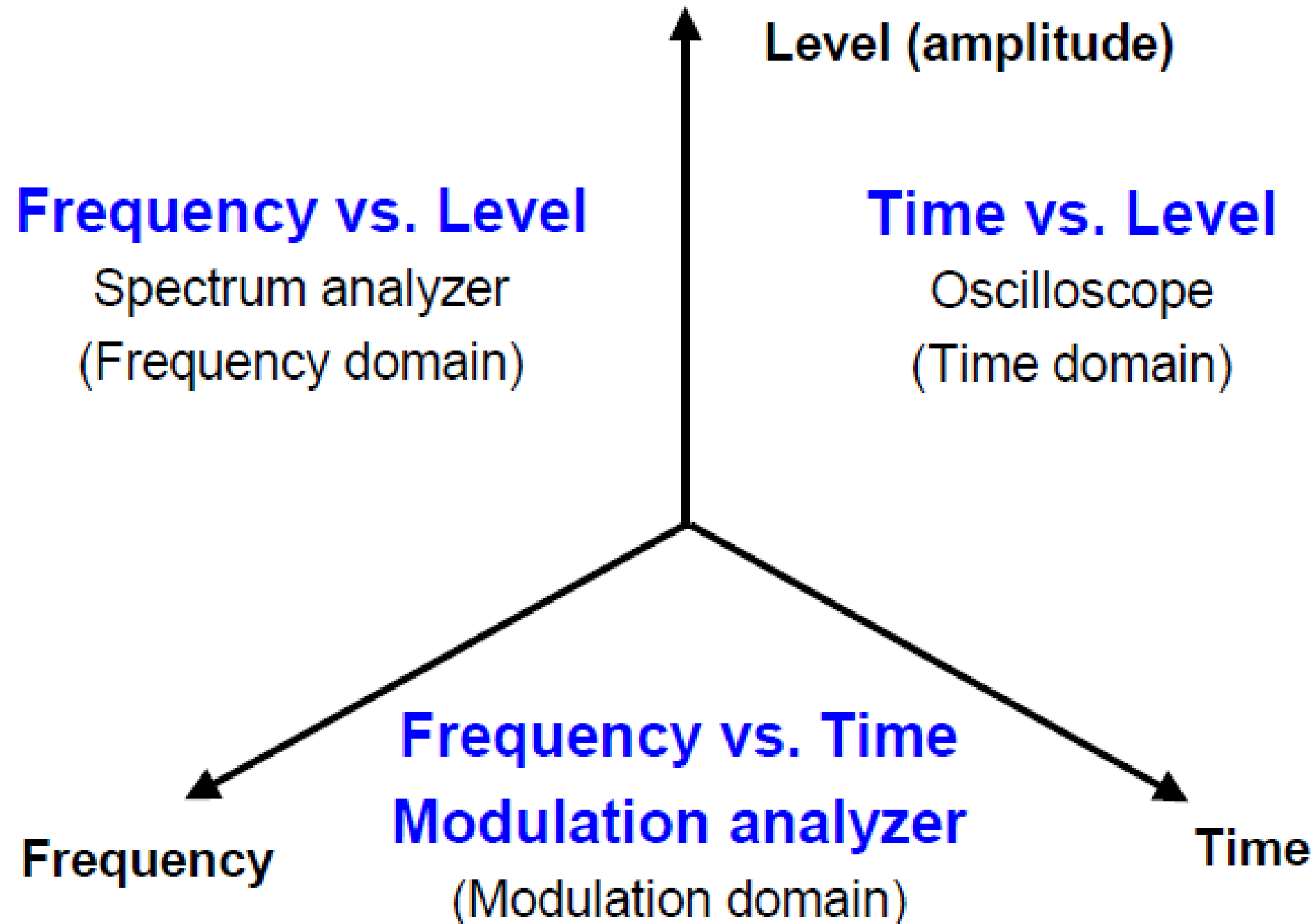
Oscilloscope waveforms



Spectrum analyzer waveforms



Measurement Categories



Sinyallerinin Analizi

Zaman domen

- Zaman değişiklikleri görülebilir.
- Bir sinyalin çok sayıda frekans elemanı varsa, analiz zordur.

Frekans Alanı

- Karmaşık bir sinyalin her bir elemanı frekansına göre kolayca ayrılabilir.
- Düşük seviyeli bozulma sinyalleri tespit edilebilir.
- Yapay sinyaller ölçülebilir.

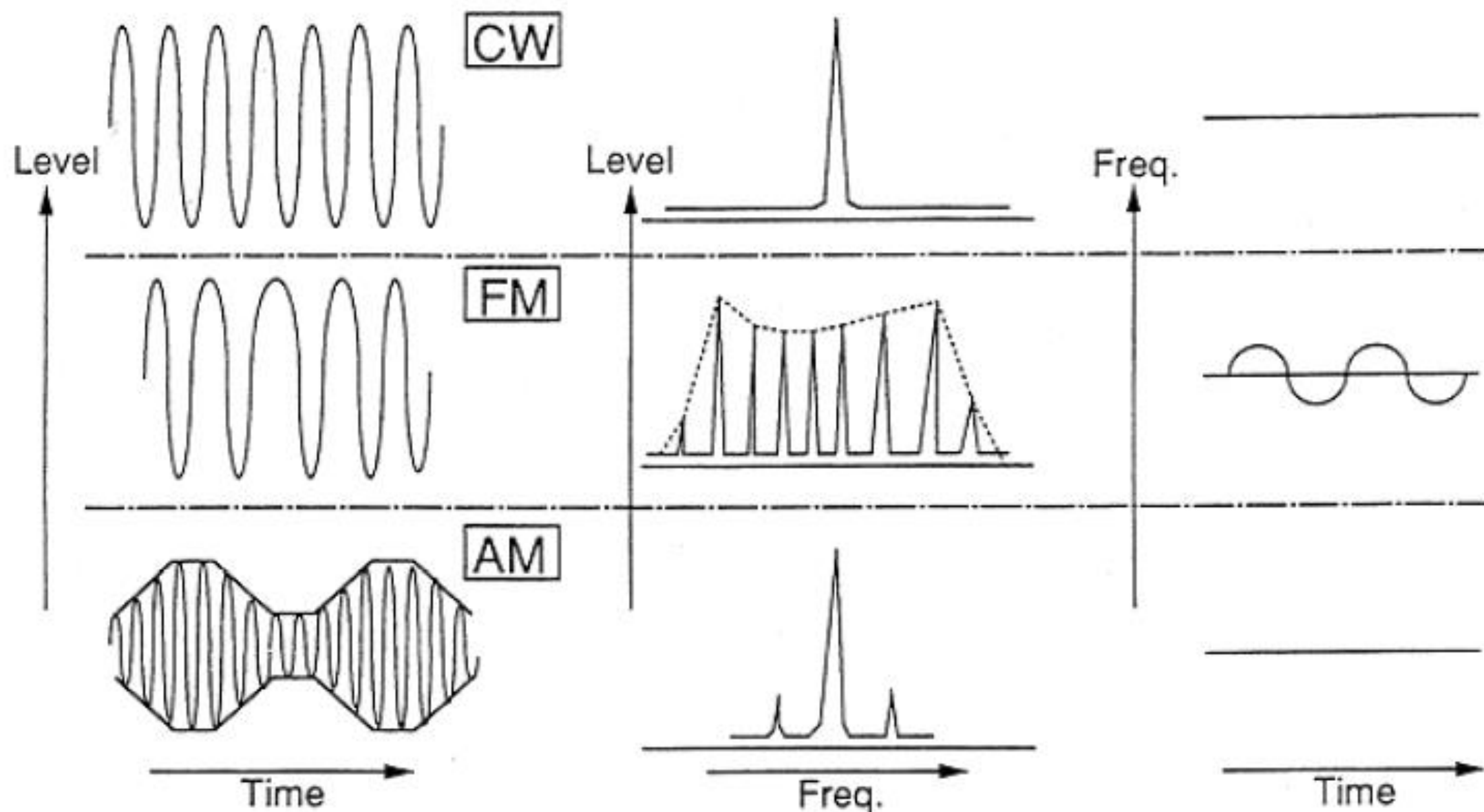
Modülasyon Alanı

- Frekansta değişiklikler görülebilir.
- Modülasyon doğruluğu analiz edilebilir.
- Genlikteki değişiklikler görülemez.

Time
domain

Frequency
domain

Modulation
domain



Spektrum Analizör

Frekansına göre bir elektromanyetik sinyali görüntüleyen bir ölçüm cihazı. Giriş sinyalinde bulunan her bir frekans bileşeni, o frekansa karşılık gelen bir sinyal seviyesi olarak görüntülenir.

- Suitable Input Level
- Maximum Input Level
- Measurement Frequency Range
- Sideband Noise
- Resolution bandwidth for frequency (RBW)
- RBW and Sweep Time
- Detection method
- Video filter (VBW)
- Dynamic Range (Average Noise Level, Residual response, Distortion)

Kaynaklar

- Analog Electronics, Bilkent University
- Electric Circuits Ninth Edition, James W. Nilsson Professor Emeritus Iowa State University, Susan A. Riedel Marquette University, Prentice Hall, 2008.
- Lessons in Electric Circuits, By Tony R. Kuphaldt Fifth Edition, last update January 10, 2004.
- Fundamentals of Electrical Engineering, Don H. Johnson, Connexions, Rice University, Houston, Texas, 2016.
- Introduction to Electrical and Computer Engineering, Christopher Batten - Computer Systems Laboratory School of Electrical and Computer Engineering, Cornell University, ENGRG 1060 Explorations in Engineering Seminar, Summer 2012.
- Introduction to Electrical Engineering, Mulukutla S. Sarma, Oxford University Press, 2001.
- Basics of Electrical Electronics and Communication Engineering, K. A. NAVAS Asst.Professor in ECE, T. A. Suhail Lecturer in ECE, Rajath Publishers, 2010.
- <http://www.ee.cityu.edu.hk/~csl/sigana/sig01.ppt>
- İnternet ortamından sunum ve ders notları

Usage Notes

- These slides were gathered from the presentations published on the internet. I would like to thank who prepared slides and documents.
- Also, these slides are made publicly available on the web for anyone to use
- If you choose to use them, I ask that you alert me of any mistakes which were made and allow me the option of incorporating such changes (with an acknowledgment) in my set of slides.

Sincerely,

Dr. Cahit Karakuş

`cahitkarakus@esenyurt.edu.tr`

Thank You