

Veri İletimi

Veri İletimi

- “*Toto, artık Kansas’da olmadığımız yönünde bir hissim var.*” Judy Garland (*The Wizard of Oz*)

İletim Terminolojisi

- Veri iletimi, verici ve alıcı arasında bir iletim ortamı üzerinden gerçekleşir.
- Yönlendirilmiş (guided) ortam
 - Bükümlü kablo (twisted pair), coaxial kablo (coaxial cable), fiber optik (optical fiber)
- Yönlendirilmemiş (unguided) / kablosuz (wireless) ortam
 - Hava, su, vakum

İletim Terminolojisi

- ⦿ Doğrudan bağlantı (direct link)
 - Ara bağlantı cihazı bulunmamaktadır
- ⦿ Uçtan uca (point-to-point)
 - Doğrudan bağlantı
 - Sadece 2 cihaz aynı bağlantıyı kullanmaktadır
- ⦿ Çoklu uç (multi-point)
 - 2 den fazla cihaz aynı bağlantıyı kullanır.

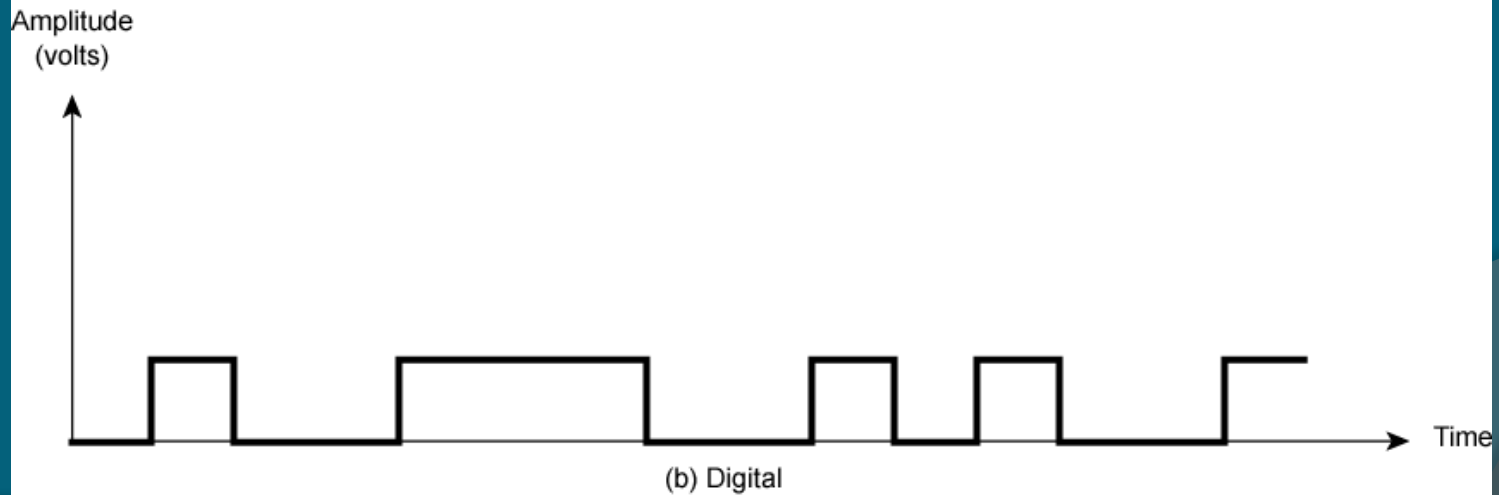
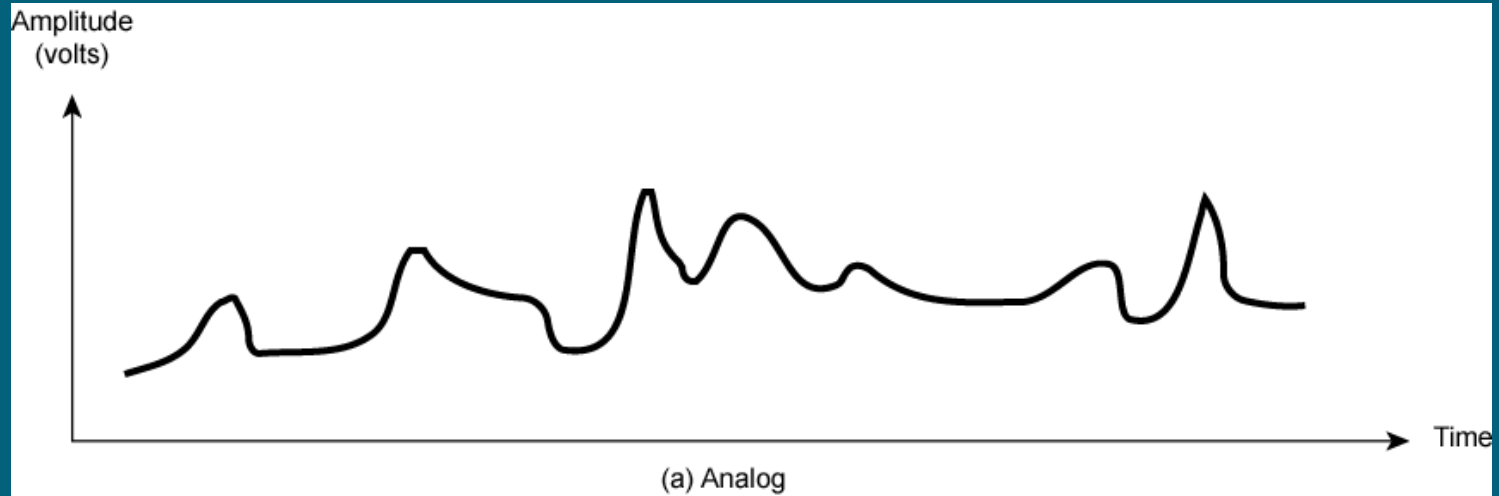
İletim Terminolojisi

- ⦿ Tek Yönlü (simplex)
 - Tek yönlü iletim
 - Televizyon gibi
- ⦿ Yarı Çift Yönlü (half duplex)
 - Her iki yönde iletim mevcut ancak bir anda tek yön mümkün
 - Walkie-Talkie gibi
- ⦿ Çift Yönlü (full duplex)
 - Aynı anda çift yönlü iletim
 - Telefon gibi

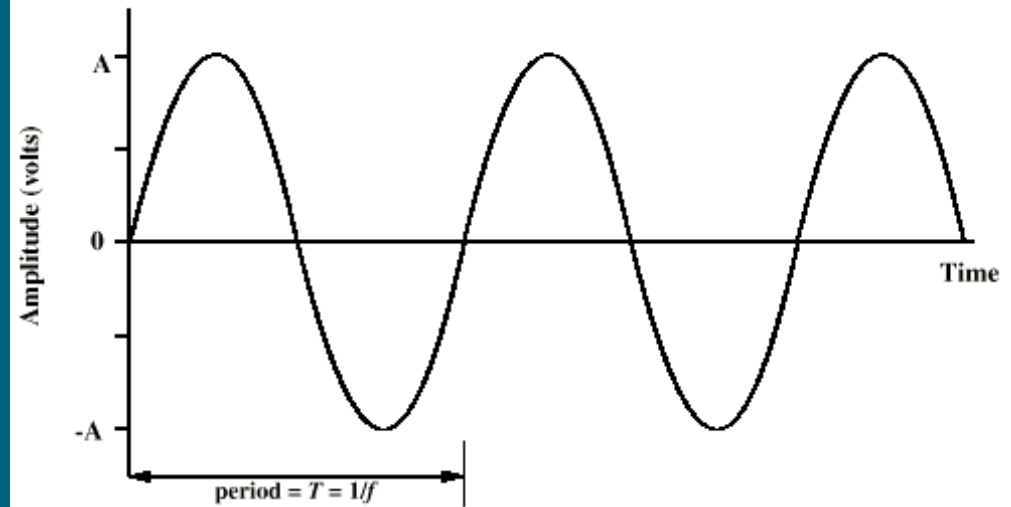
Frekans, Spektrum ve Band Genişliği

- ⦿ time domain (zaman bölgesi) kavramları
 - Analog Sinyal
 - Zamanla değişen bir yapı gösterir.
 - Dijital Sinyal
 - Sabit bir değerden başka bir sabit değere değişim gösterir.
 - Periyodik Sinyal
 - Zamanla tekrarlayan bir görünüm sergiler.
 - Periyodik Olmayan Sinyal
 - Zamanla tekrarlayan bir görünüm sergilemez.

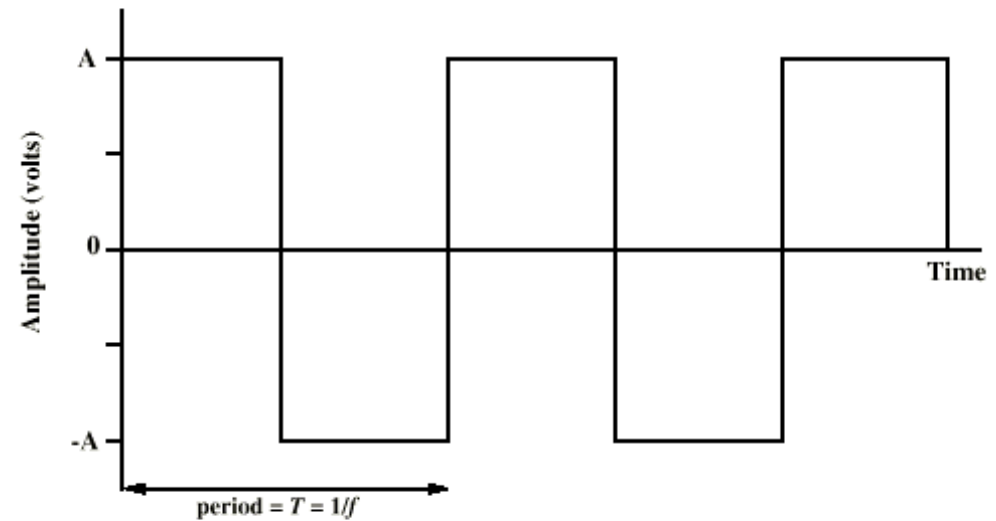
Analog ve Dijital Sinyal



Periyodik Sinyaller



(a) Sine wave



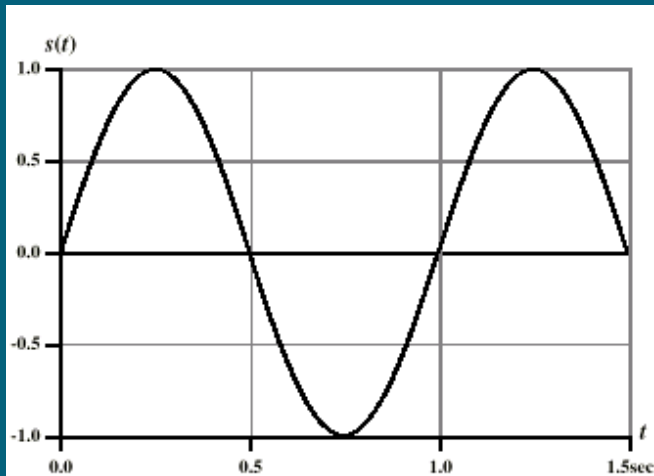
(b) Square wave

Sinüs Dalgası

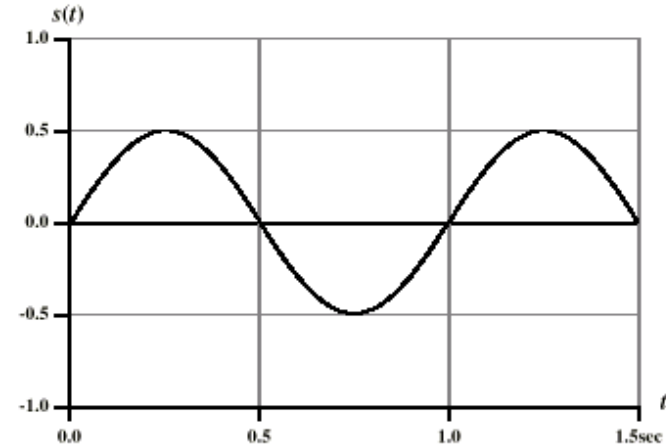
- ⦿ Genlik (A)
 - Sinyalin maksimum gücünü gösterir
 - volt
- ⦿ Frekans (f)
 - Sinyalin değişim sıklığı
 - Hertz (Hz) ve saniyedeki tekrar miktarı
- ⦿ Periyot (T)
 - $T = 1/f$
- ⦿ Faz (phase) (ϕ)
 - Zaman içerisindeki izafi pozisyon

Değişik Sinüs Dalgaları

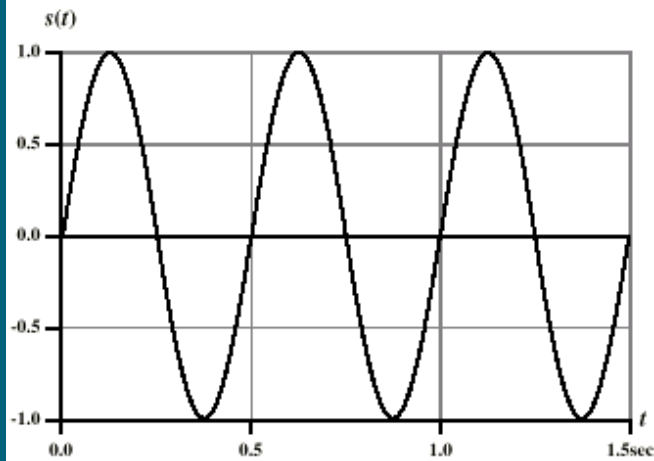
$$s(t) = A \sin(2\pi f t + \Phi)$$



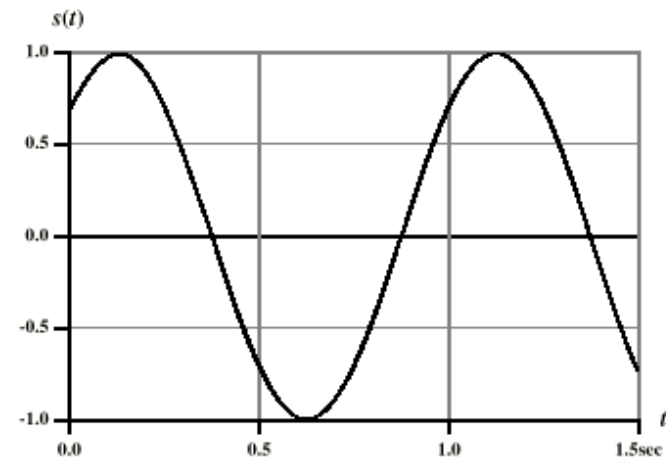
(a) $A = 1, f = 1, \phi = 0$



(b) $A = 0.5, f = 1, \phi = 0$



(c) $A = 1, f = 2, \phi = 0$



(d) $A = 1, f = 1, \phi = \pi/4$

Dalgaboyu (λ)

- Bir periyodun kapladığı mesafe
- Arka arkaya gelen iki periyotdaki ilgili fazlar arasında tanımlanır
- Sinyal hızı v ise $\lambda = vT$
- Eşdeğeri $\lambda f = v$
- $V=C$
 - $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (uzayda ışık hızı)

Örnek - Dalgaboyu

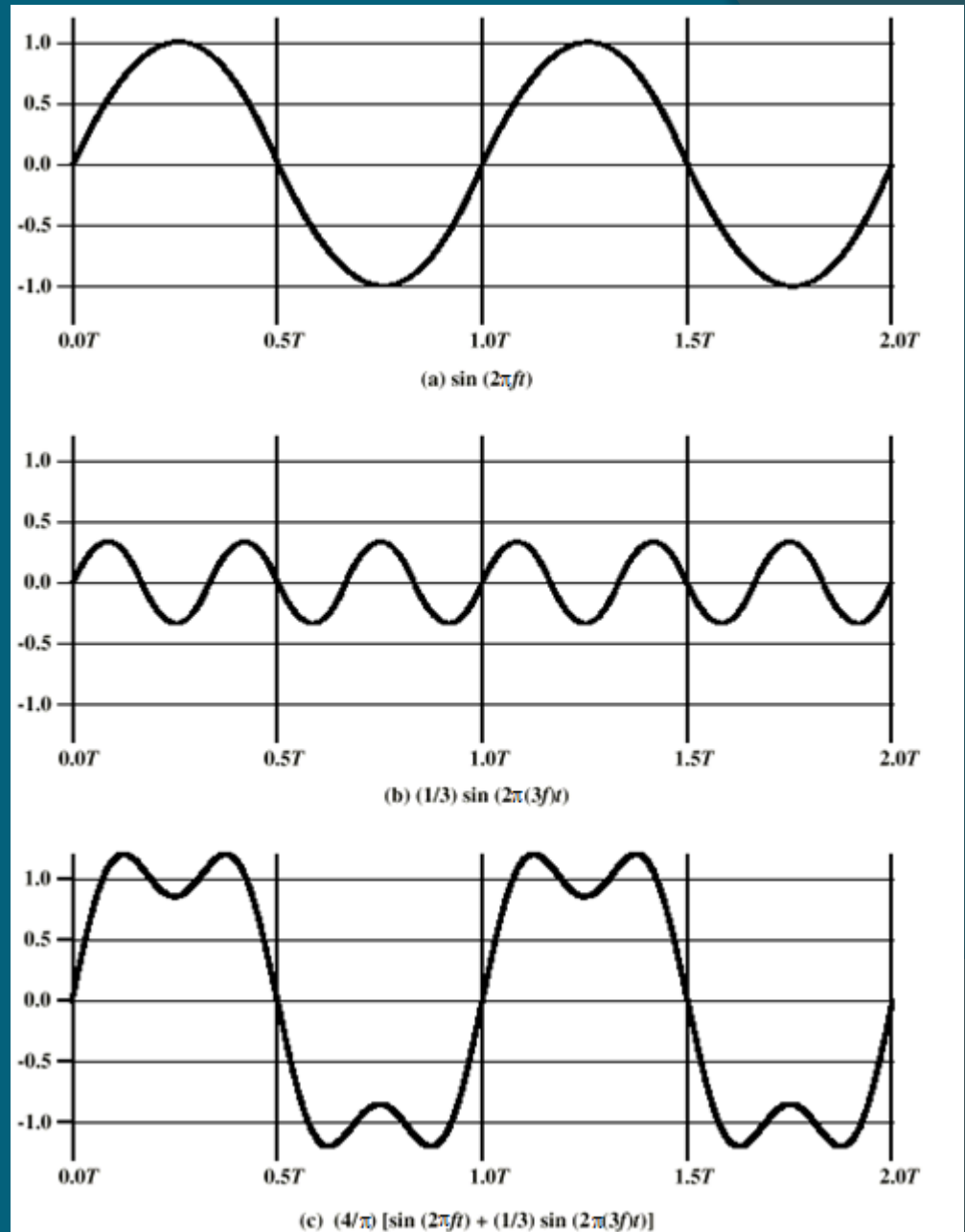
- Türkiye'de evlerdeki şebeke gerilmi $V_{rms}=220\text{ V}$ ve frekans= 50Hz
- $V(t) = V_{pik} * \sin(2\pi ft)$
- $V_{rms} = V_{pik} / \sqrt{2} = 0,707 * V_{pik}$
- $V(t) = 311 * \sin(2\pi * 50 * t)$
- $T = 1/50 = 0,02\text{s}$
- $v = 0,9 * c = 0,9 * 3 * 10^8$
- $\lambda = v * T = 0,9 * 3 * 10^8 * 0,02 = 5,4 * 10^6\text{m}$
 $= 5.400\text{ km}$

Frekans Bölgesi Kavramları

- Sinyaller pek çok frekansın birleşiminden oluşmaktadır.
- Birleşim sinüs dalgalarından oluşmaktadır.
- Fourier analizi herhangi bir sinyalin sinüs dalgalarından oluştuğunu göstermektedir.

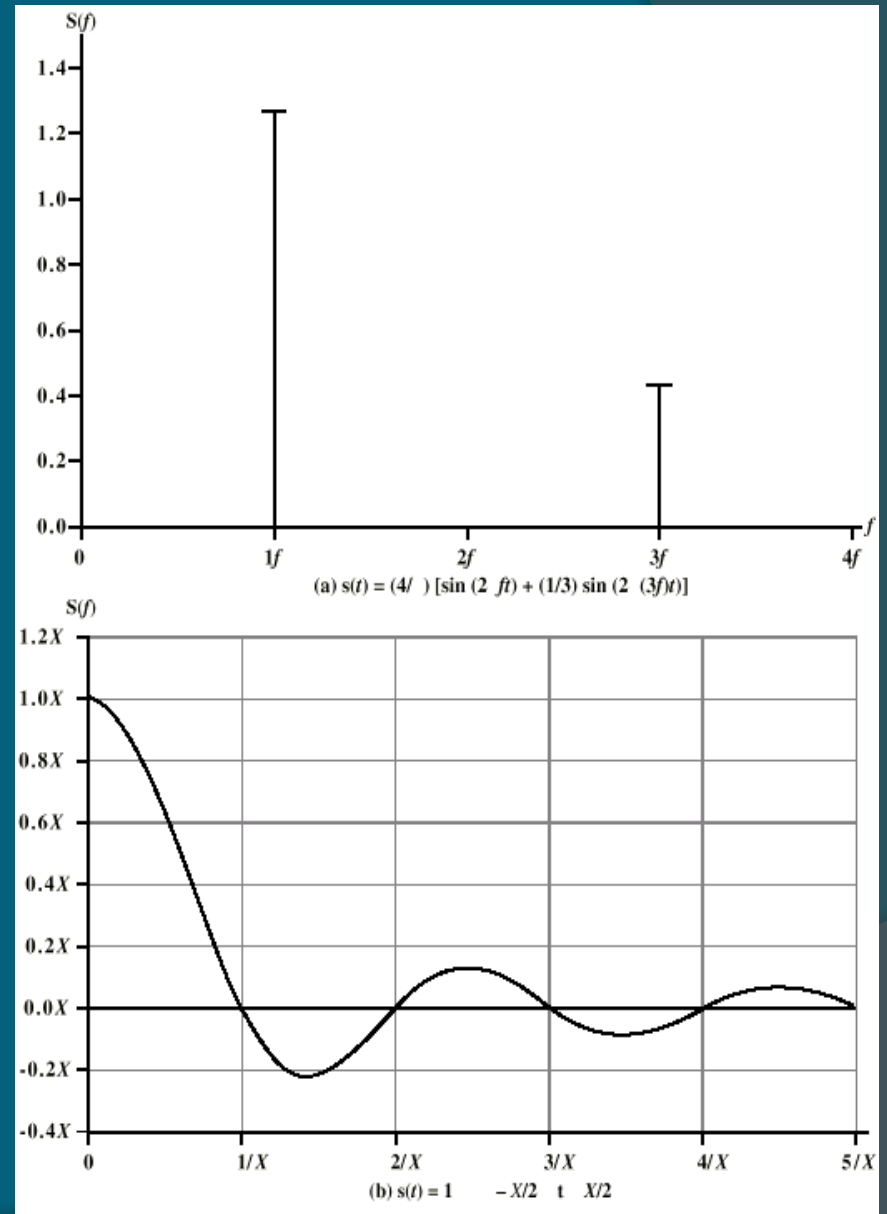
Frekans Toplamı ($T=1/f$)

- C f ve $3f$ 'nin toplamıdır.
- f = Ana frekans (fundemantal frekans)
- $3f$ = Harmonik frekans
- Periyotlar?



Frekans Bölgesi Gösterimi

- Frekans bölgesi fonksiyonu Fig 3.4c
- Tek bir kare dalga'nın frekans bölgesi fonksiyonu



Spektrum ve Bant genişliği

- ⦿ Spektrum
 - Sinyalde yer alan frekans çeşitliliği
- ⦿ Mutlak bant genişliği
 - Spektrum genişliği
- ⦿ Etkin bant genişliği
 - Çoğunlukla bant genişliği olarak adlandırılır
 - Enerjinin yer aldığı dar frekans bantı
- ⦿ Doğru Akım (DC) Bileşen
 - Sıfır frekans içeren kısım

Veri Hızı ve Bant Genişliği

- Herhangi bir iletim sistemi, belli bir frekans bandına sahiptir.
- Bu taşınan veri hızını sınırlar.
- Kare dalga sınırsız parça ve dolayısıyla sınırsız bant genişliğine sahiptir.
- Çoğunlukla enerjinin büyük kısmı ilk birkaç parçasında yer alır.
- Sınırlı bant genişliği sinyal bozulmasını artırır.
- Veri hızı ile bant genişliği arasında doğrudan bir ilişki vardır.

Analog ve Dijital Veri İletimi

⦿ Veri

- İletilen bilgi

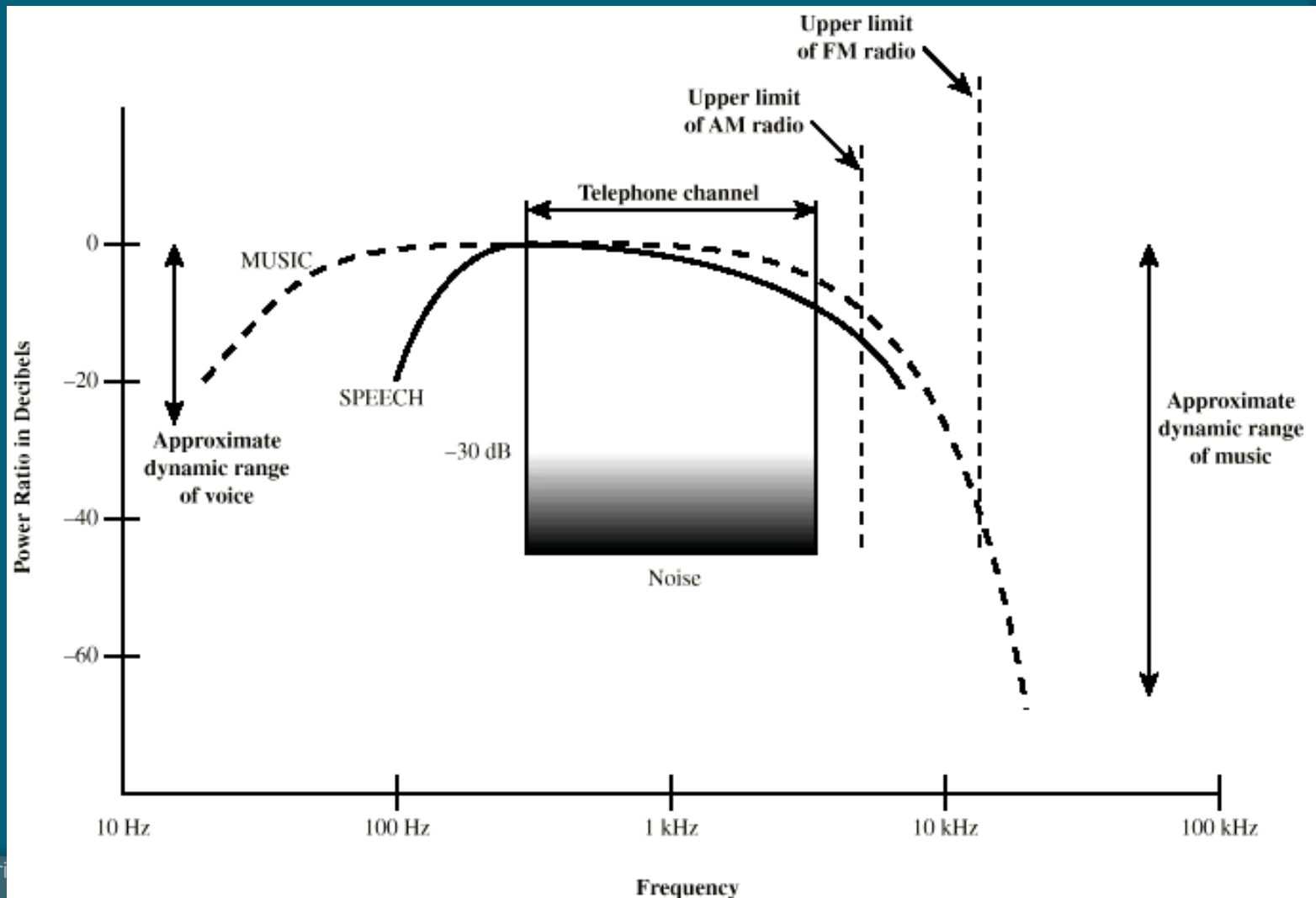
⦿ Sinyal ve Sinyal iletimi

- Verinin elektriksel olarak ifade edilerek bir ortam içerisinde fiziksel olarak iletilmesi

⦿ İletim

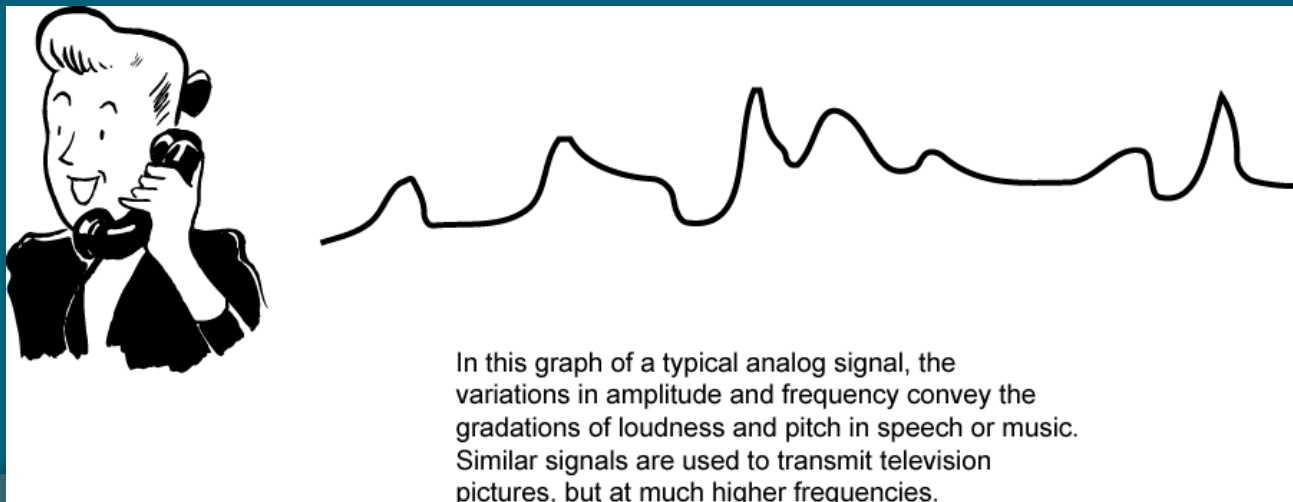
- İletim ve sinyal işlem ile veri haberleşmesinin sağlanması

Akustik Spektrum (Analog)



Ses Sinyalleri

- Frekans aralığı 20Hz-20kHz (Konuşma 100Hz-7kHz)
- Kolaylıkla elektromanyetik sinyallere dönüştürülebilir.
- Değişik ses kuvveti değişik voltaja dönüşür.
- Ses kanallarında frekans aralığı 300-3400Hz arasında sınırlanır

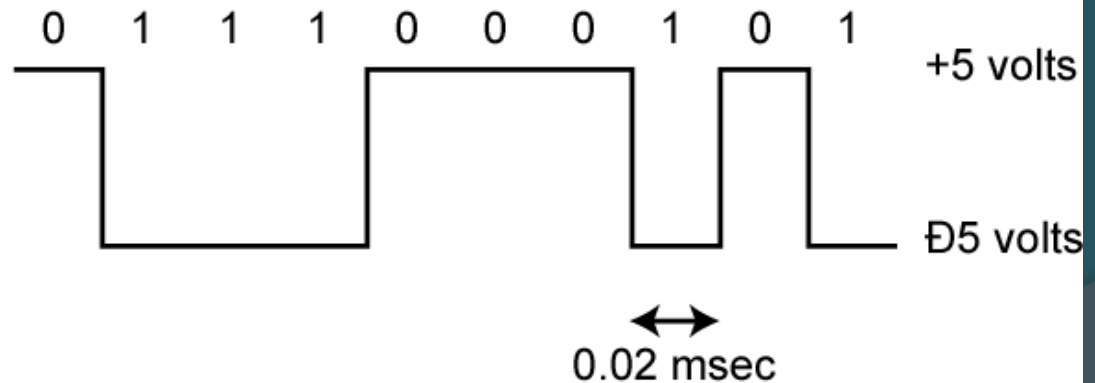


Video Sinyalleri

- ⊙ USA - 483 satır/kare, kare/saniye
 - 525 satır, dikey taramada 42 kayıp
- ⊙ 525 satır x 30 tarama = 15750 satır / saniye
 - $63.5\mu\text{s}$ / satır
 - $11\mu\text{s}$ tekrar tarama, $52.5\mu\text{s}$ / video satırı
- ⊙ Satır siyah ve beyaz olarak değişirse maksimum frekans
 - Yatay çözünürlük $52.5\mu\text{s}$ lik dalga için 450 satır (225 periyot)
 - Maksimum frekans: 4.2MHz

Dijital Veri

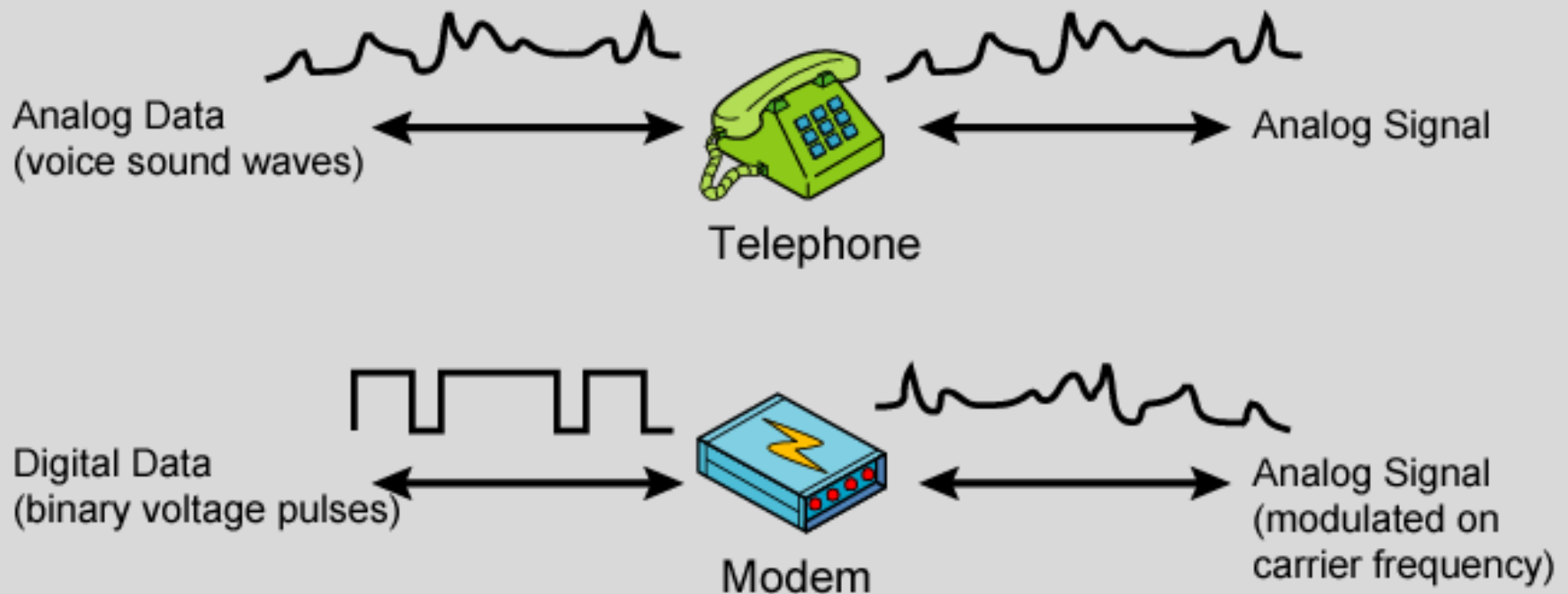
- Bilgisayar tarafından üretilir
- İki adet DC parçası vardır.
- Bant genişliği veri hızına bağlıdır



User input at a PC is converted into a stream of binary digits (1s and 0s). In this graph of a typical digital signal, binary one is represented by 0 volts and binary zero is represented by +5 volts. The signal for each bit has a duration of 0.02 msec, giving a data rate of 50,000 bits per second (50 kbps).

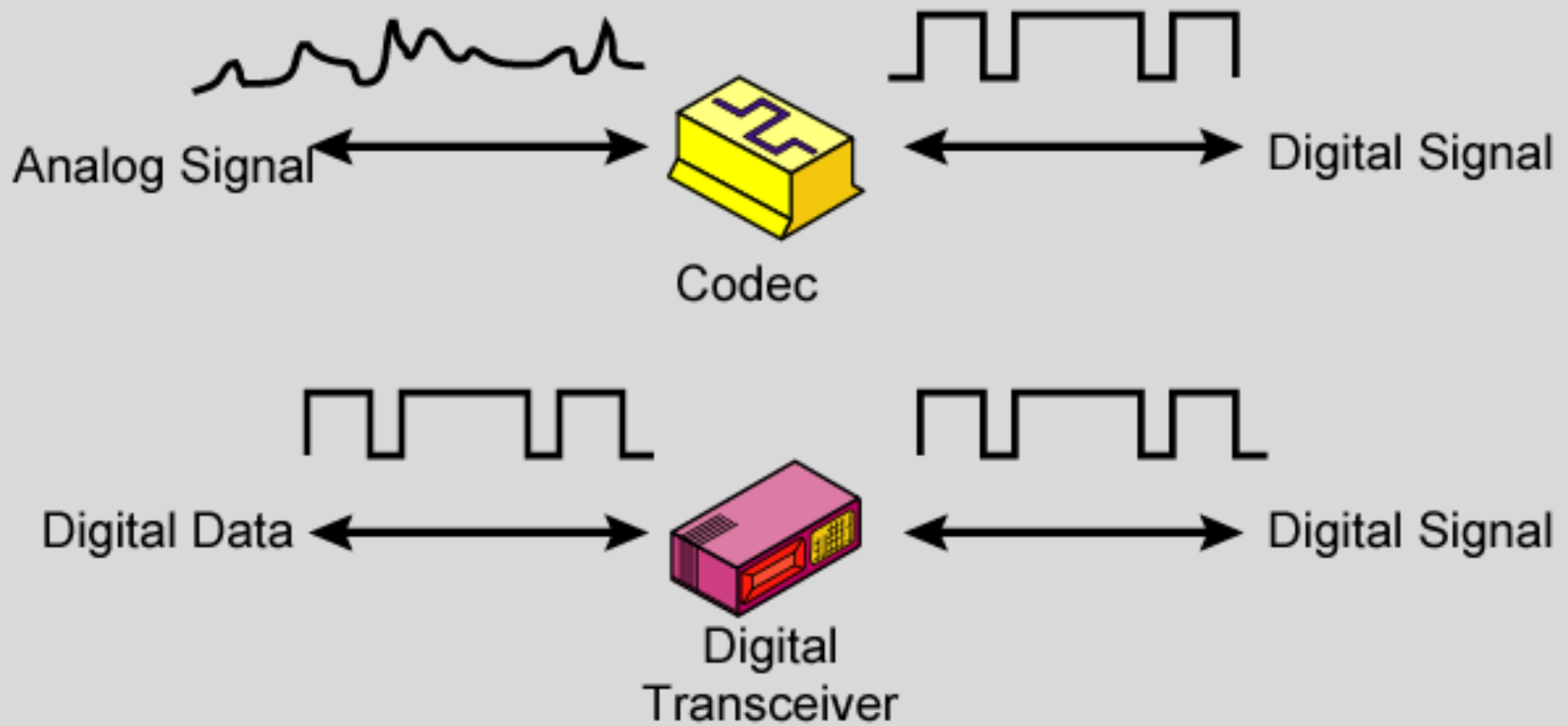
Analog Sinyal

Analog Signals: Represent data with continuously varying electromagnetic wave



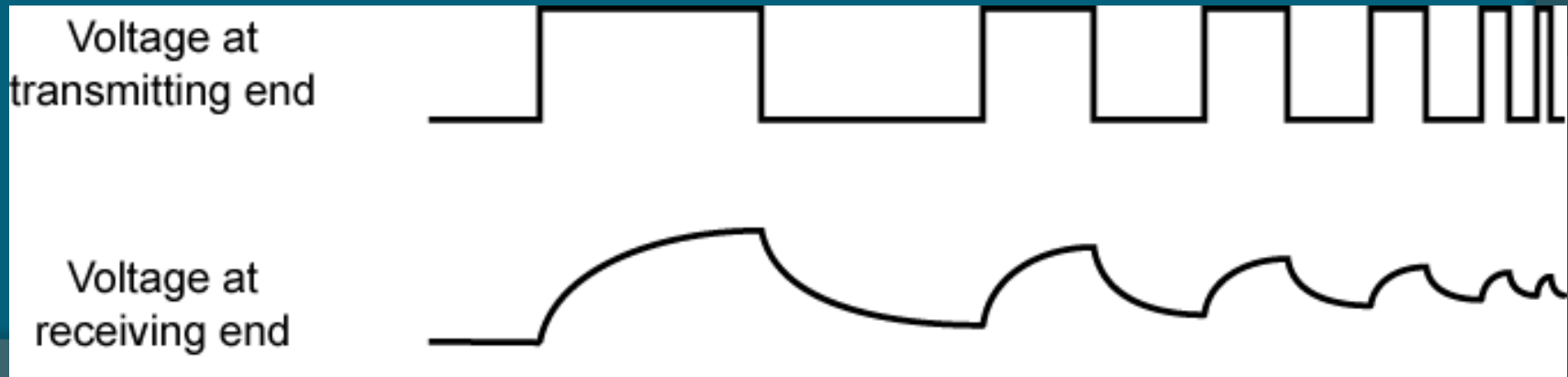
Dijital Sinyal

Digital Signals: Represent data with sequence of voltage pulses



Dijital Sinyallerin Avantaj ve Dezavantajları

- Ucuz
- Gürültüye daha az duyarlı
- Daha fazla zayıflama ihtimali
- Pekçok alanda tercih edilmektedir.



Dijital İletim Kullanım Sebepleri

- ⦿ Dijital teknolojisindeki gelişmelerle büyüklük ve maliyetlerdeki azalma
- ⦿ Repeater (tekrarlayıcılarla) veri bütünlüğünü bozmadan uzun mesafeli iletim imkanı
- ⦿ Dijital iletimde zaman bölümlleme ile kapasitenin arttırılması
- ⦿ Güvenlik ve özel verilerinin oluşturulabilmesi
- ⦿ Veri, ses ve görüntünün ekonomik olarak birleştirilebilmesi

İletim Bozucuları

- ⊙ Gönderilen sinyalle alınan sinyal farklı olabilir
 - analog sinyallerde – sinyal kalitesinde bozulma
 - Dijital sinyallerde - bit hataları
- ⊙ En etkili bozucular
 - Sinyal zayıflamasından kaynaklanan bozulma
 - Gecikme bozulması
 - Gürültü

Sinyal Zayıflaması

- Mesafeyle beraber sinyal gücündeki azalma
- İletim ortamına bağlıdır
- Alınan sinyal gücü:
 - Algılanacak kadar güçlü olmalıdır
 - Hatasız alınması için gürültüden belirgin bir şekilde yüksek olmalı
- Amplifiers/repeaters (güçlendirici/tekrarlayıcı) bunu sağlamak için kullanılır
- Frekans artışı ile de ilişkilidir.
- Önlemek için frekans bantları boyunca zayıflama eşitlenir.
 - Yük bobinleri ve güçlendiriciler kullanılması gibi

Gecikme Bozulması

- Sadece yönlendirilmiş ortamlar için geçerlidir
- Dağıtım hızı frekansa bağlı olarak değişiklik gösterir
- Bu sebeple sinyalin farklı frekans parçaları farklı zamanlarda hedefe ulaşır
- Bu ise alıcıda faz farkı oluşturur
- Dijital verilerde daha kritiktir
- Dijital sinyallerde diğer bitlerle karışmasına sebep olur.

Gürültü

- Verici ile alıcı arasında iletilen sinyale eklenmiş olan ilave sinyaldir
- Dört kategoriye ayrılabilir
- Sıcaklıkla ilgili (Termal)
 - Sıcaklıktan dolayı elektronların etkilenmesi sonucu oluşur
 - Elektronik cihazlar ve iletim ortamında mevcuttur
 - Haberleşme sistemindeki bant genişliği boyunca düzgün bir dağılım gösterir
 - Bu sebeple “beyaz gürültü” (white noise) olarak adlandırılır
- Intermodulation
 - Aynı ortamı kullanan sinyallerin birbirlerini etkilemesi
 - Sinyal frekanslarının farkı ya da çarpımı şeklinde oluşur
 - Alıcı ve vericilerin lineer olmayan yapısından kaynaklanır.

Gürültü

⊙ Etkileşim (crosstalk)

- İletim ortamındaki sinyalin yakındaki başka bir sinyalden etkilenmesi
- Sıcaklık gürültüsü seviyesinde veya daha az seviyede oluşur

⊙ Impulse

- Düzenli olmayan pals veya anlık sinyal değişimi
 - Harici elektromanyetik etkiler gibi
- Kısa sürelidir
- Yüksek genliktedir
- Analog sinyallerde çok az etki gösterir
- Dijital sinyallerdeki bozulmanın en büyük sebebidir
 - 0.01 saniyelik enerji dalgalanması 56 kbps hızındaki bir dijital veride 560 bitin bozulmasına sebep olabilir.

Kanal Kapasitesi

- Mümkün olan maksimum kanaldaki iletim hızı
- Etkileyen faktörler
 - Veri hızı – bps (bit/saniye)
 - Bant genişliği – Saniyedeki tekrar veya Hz
 - Gürültü – İletişim hattındaki
 - Hata oranı – bozulmuş bitler
- Fiziksel özelliklerden dolayı oluşan sınırlandırmalar
- Bütün bu bilgiler dikkate alınarak kapasitenin en etkin bir şekilde kullanımı istenilir.

Nyquist Bant Genişliği

- Gürültünün olmadığı bir haberleşme kanalı kabul edelim
- Sinyal iletim hızı $2B$ ise maksimumu B olan frekanslardan oluşan bir sinyal bu sinyal hızında taşıma yapmak için yeterlidir.
 - Diğer bir ifadeyle B bant genişliği için, en yüksek sinyal hızı $2B$ dir.
- Binary sinyaller için, $2B$ bps veri hızı B Hz bant genişliğine ihtiyaç duyar
- Çok seviyeli sinyal gönderme ile bu oran M sinyal seviyesine çıkarılabilir.
 - M : Ayırık sinyal sayısı, voltaj seviyesi
- Çok seviyeli iletişimde Nyquist Formülü;
 - $C = 2B \log_2 M$
- Sinyaller arttırılarak veri iletim hızı arttırılabilir. Ancak;
 - Alıcının işlem karmaşıklığı artacaktır.
 - Gürültü ve diğer bozucu etkiler M 'yi sınırlandıracaktır.

Shannon Kapasite Formülü

- Veri iletim hızı ve gürültüyü beraber değerlendirir
 - Veri iletimi hızlandıkça transfer edilen bitlerin süresi kısalır. Bu durumda gürültüden etkilenme oranı artar.
 - Belli bir gürültü seviyesi için yüksek iletim hızı demek daha fazla hata demektir.
- Shannon, geliştirdiği formülle sinyali gürültü ile ilişkilendirdi (dB olarak)
 - $SNR_{db} = 10 \log_{10} (\text{sinyal/gürültü})$
- Kapasite ise;
 - $C = B \log_2(1 + SNR)$
 - Ulaşılabilecek maksimum kapasite
 - Pratikte daha düşük değerlere ulaşılır çünkü formülde sadece beyaz gürültü dikkate alınmaktadır

Özet

- Veri iletim kavramları incelendi
- Frekans, spektrum ve bandgenişliği tanıtıldı
- Analog ve dijital sinyaller işlendi
- İletimi bozucu faktörlerden bahsedildi