

# Veri İletimi

---

# Terminoloji (1)

- Gönderici
- Alıcı
- Ortam
  - Kılavuzlanmış ortam
    - Örneğin: bükülü kablo, optik fiber
  - Kılavuzlanmamış ortam (kablosuz)
    - Örneğin: hava, su, boşluk

# Terminoloji (2)

- Doğrudan bağlantı
  - Arada başka birimler yok
- Noktadan noktaya
  - Doğrudan bağlantı
  - Sadece 2 uçbirim aynı bağlantıyı paylaşabilir
- Çok noktalı
  - İki'den çok uçbirim aynı doğrudan bağlantıyı paylaşabilir

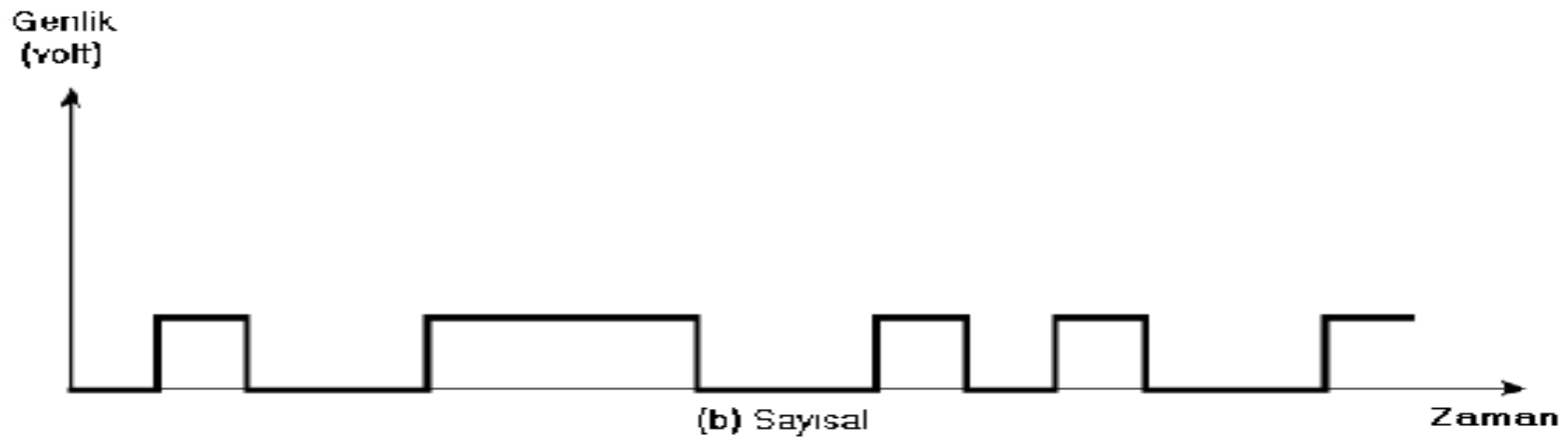
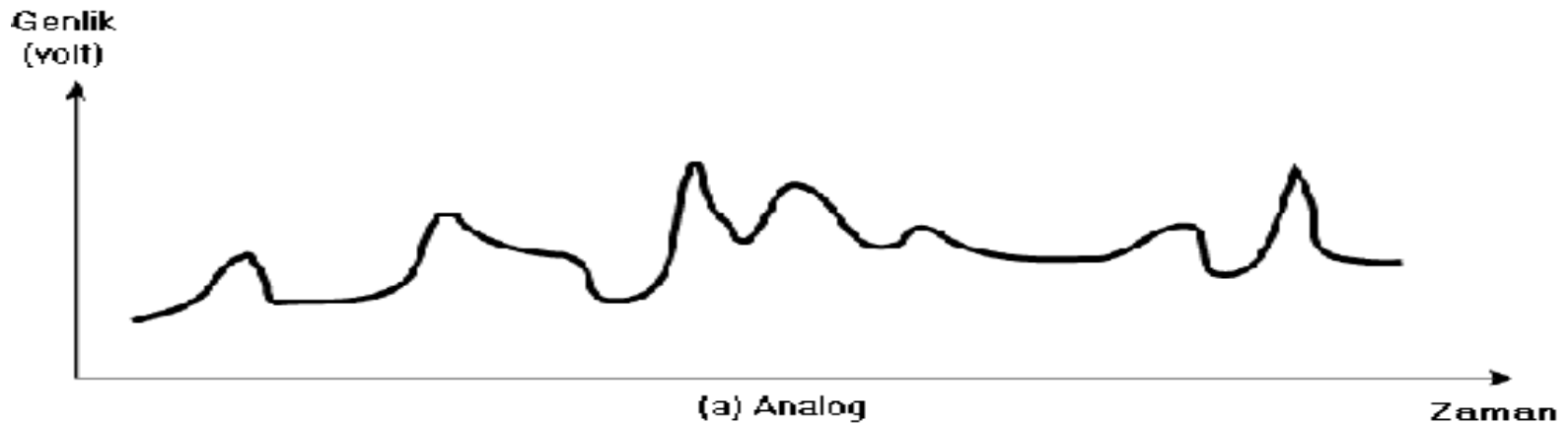
# Terminoloji (3)

- Tek yönlü (Simplex)
  - Tek doğrultu
    - Örneğin televizyon
- Yarı çift yönlü (Half duplex)
  - İki yönlü, fakat aynı anda sadece tek yönlü
    - örneğin polis telsizi
- Tam çift yönlü (full duplex)
  - Aynı anda her iki yönde de
    - Örneğin telefon

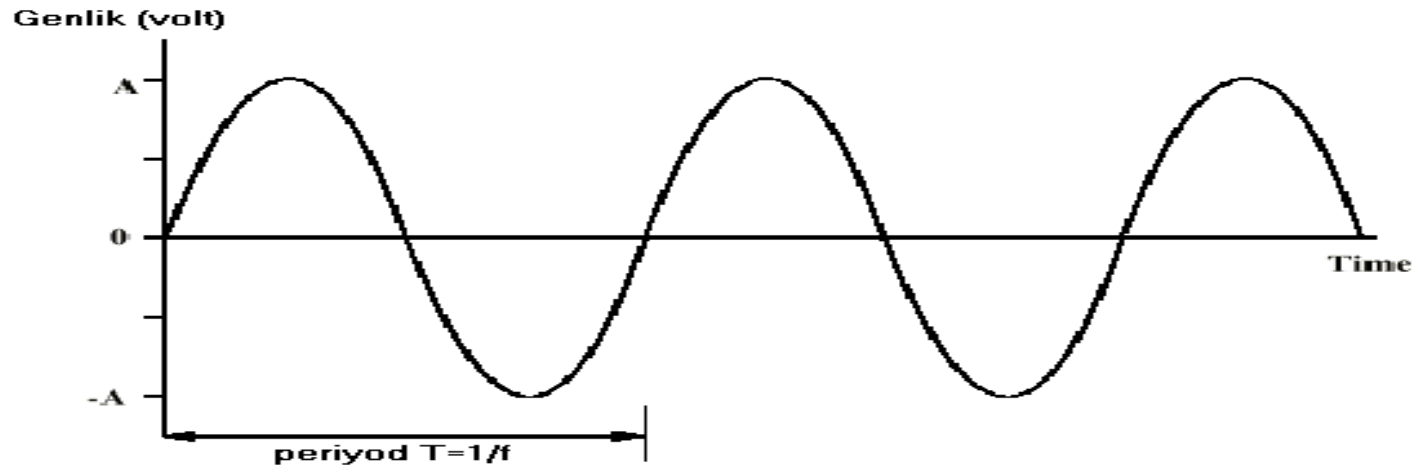
# Frekans, Spektrum ve Bandgenişliği

- Zaman b3lgesi kavramı
  - Analog işaret
    - İşaret genliği zamanda s3rekliğir, ve zamanın her noktasında tanımlıdır.
  - Sayısal işaret
    - İşaret genliği ve zamanı ayrıktır.
  - Periyodik işaret- Peryodik olmayan işaret

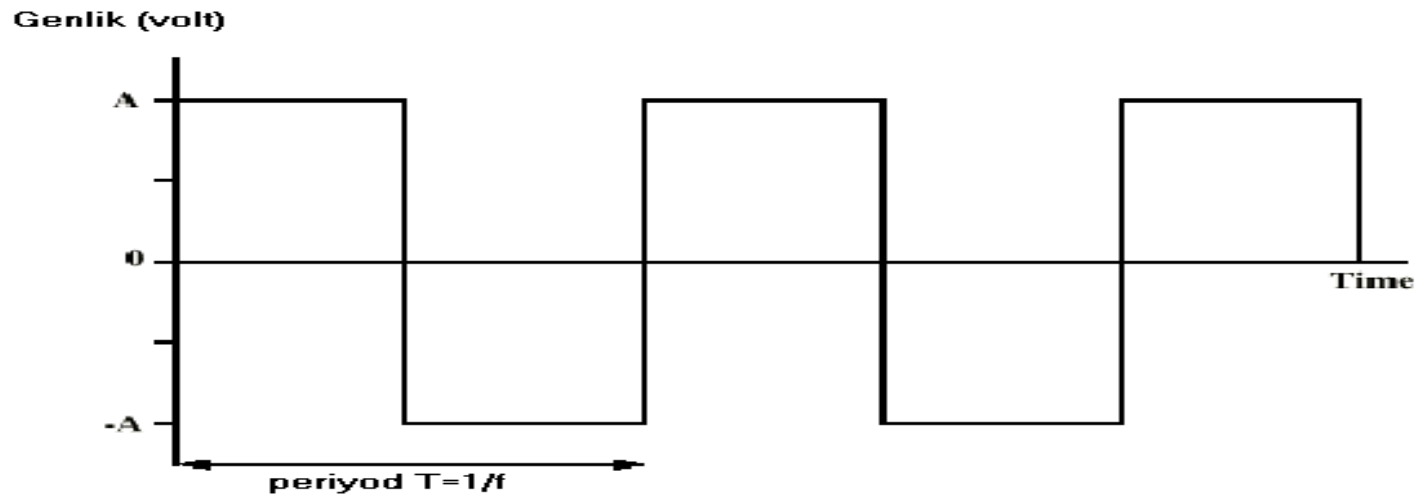
# Analog & Sayısal İşaretler



# Periyodik İşaretler



a) Sinüs dalgası



b) Kare dalga

# Dalgaboyu

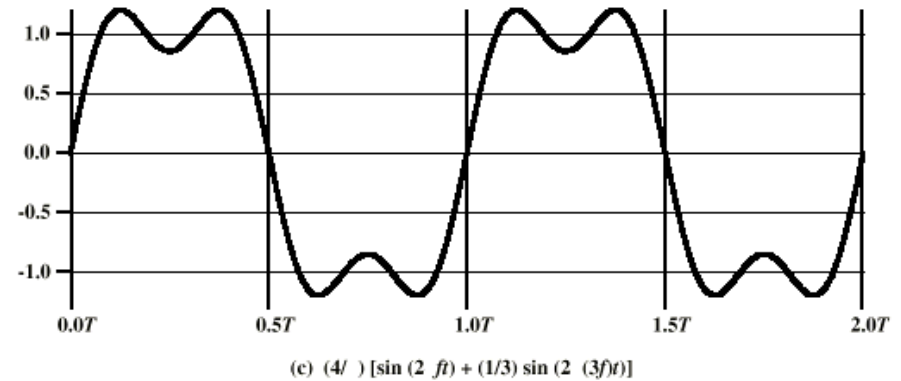
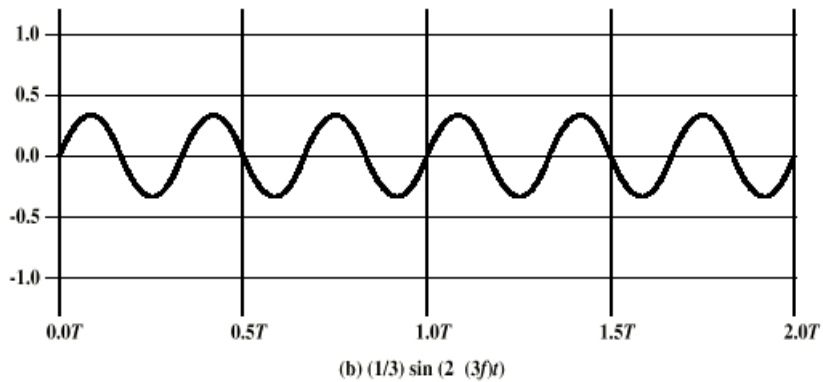
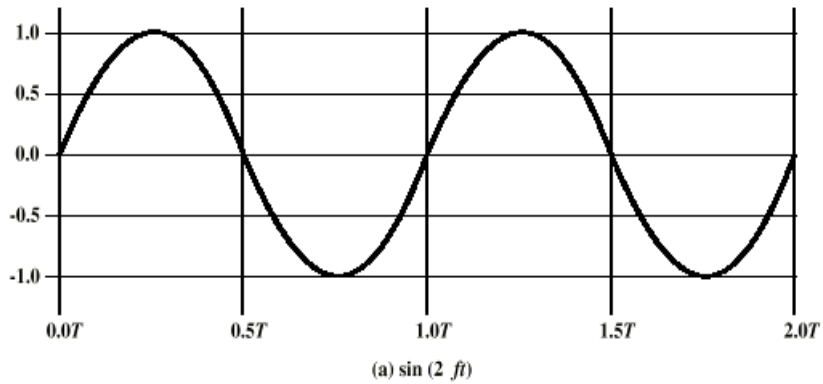
- Bir peryot da oluşan mesafe
- Yada birbirini arkasına gelen iki cycle'ın aynı aynı fazları arasındaki mesafe
- $(\lambda)$  ile gösterilir
- İşaret hızı  $v$  ise
  - $\lambda = vT$
  - $\lambda f = v$
  - $v$  bir çok ortamda  $c$  (Işığın boşluktaki hızı=  $3 \cdot 10^8$  m/s ) den çok az farklıdır.



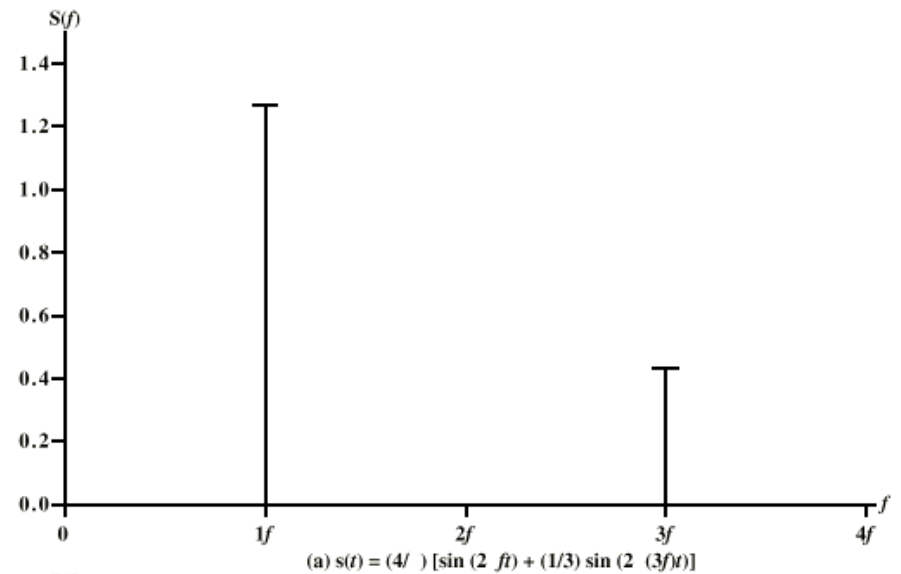
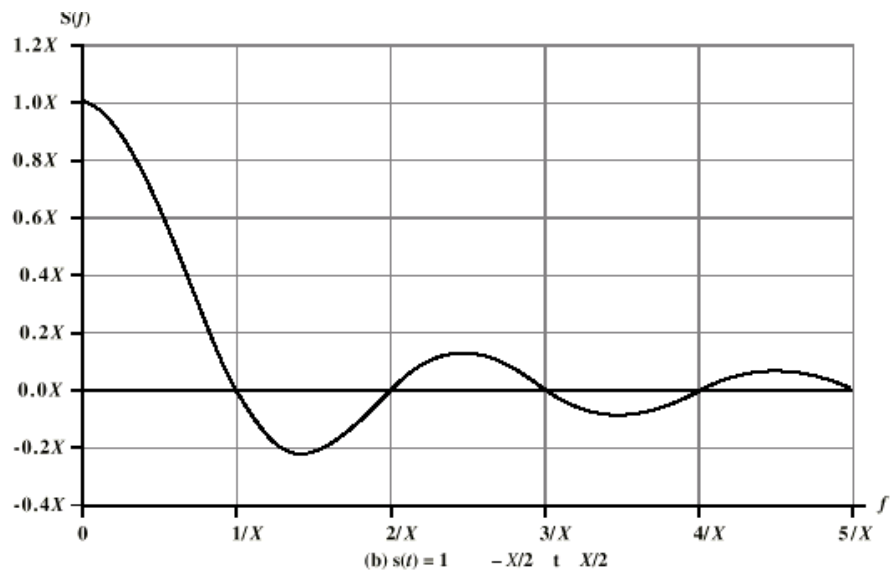
# Frekans Bölgesi Kavramları

- İşaret genellikle bir çok frekanstan oluşmuştur
  - Tüm işaretler için temel dalga Sinüs işaretidir
  - İşaretler Fourier analizi ile sinüs dalgası bileşenlerine ayrılabilir
  - Peryodik işaretleri, temel frekansın tam katlarındaki sinüsoidal işaretlerden oluşurlar.

# Frekans Bileşenlerinin toplanması



# Frekans Domeni



# Spektrum ve Bandgenişliği

- Spektrum
  - İşaretin içerdiği frekans bileşenlerinin kapladığı bölge
- Mutlak Bandgenişliği
  - Spektrumun genişliği
- Etkin bandgenişliği
  - Çoğunlukla bandgenişliğine eşdeğerdir.
  - İşaretin enerjisinin büyük bir kısmının içerildiği dar bandlı frekans bölgesidir.
  - DC bileşen 0 frekanslı bileşendir.

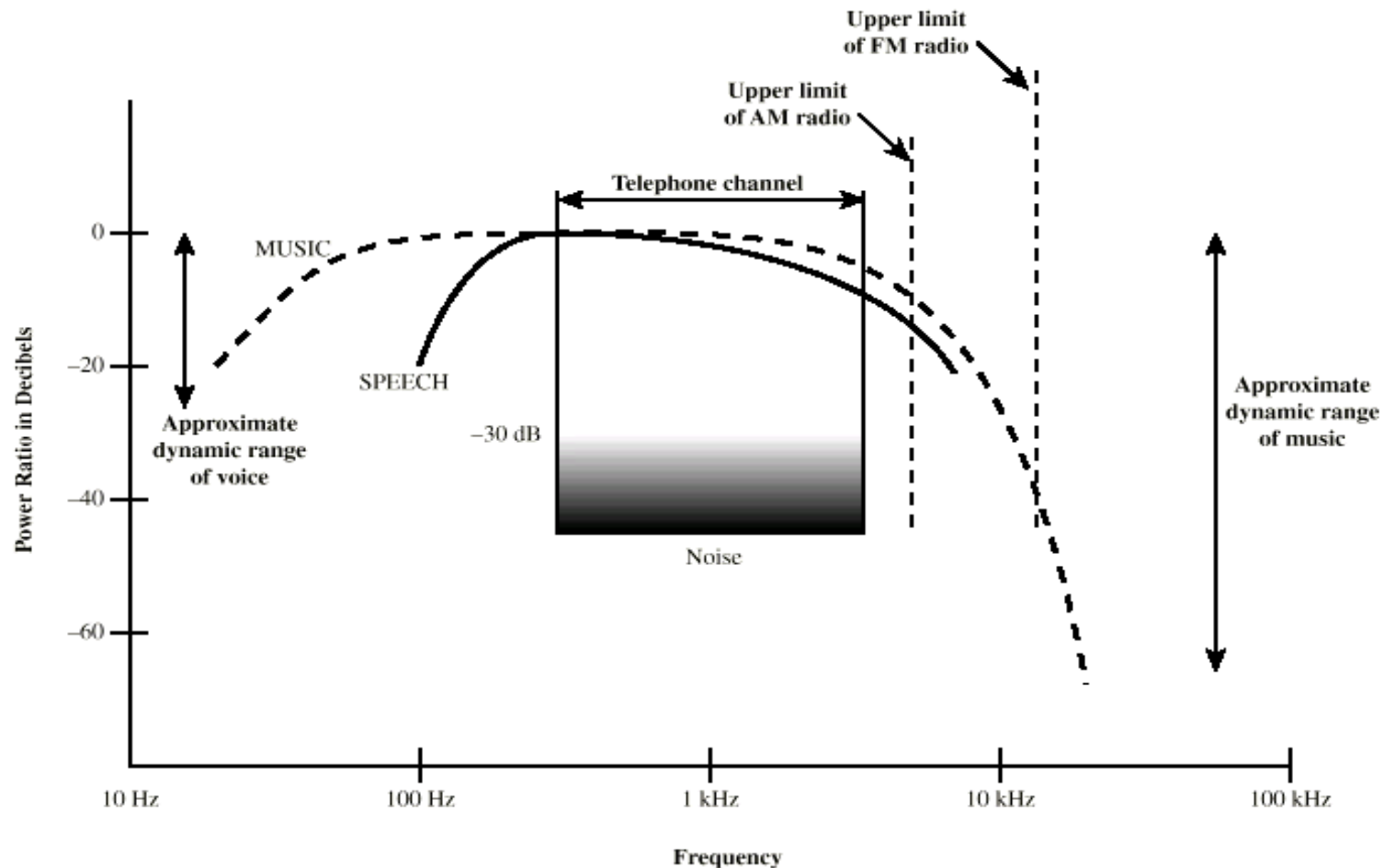
# Veri Hızı ve Bandgenişliği

- İletim sisteminin taşıyabileceği frekans bölgesi sınırlı ise
- Taşınabilecek veri hızı da sınırlı olur.
- Alıcının tolere edebileceği bozulmanın büyüklüğü taşınan verinin hızını belirler.

# Analog ve Sayısal Veri İletimi

- Veri
  - Bilgi taşıyan öge
- İşaretler
  - Veri elektriksel veya elektromagnetik olarak temsil edilebilir
- İletim
  - Verinin yayılım ve işaretin işlenmesi yoluyla iletilmesi
- Analog veri
  - Zaman ve genlikte sürekli bilgi işaretleridir. Ses, Görüntü
- Sayısal Veri
  - Ayırık değerlerden oluşan belli bir küme elemanlarıdır
  - Yazı, tamsayılar

# Akustik Spektrum (Analog)



# İşaretler

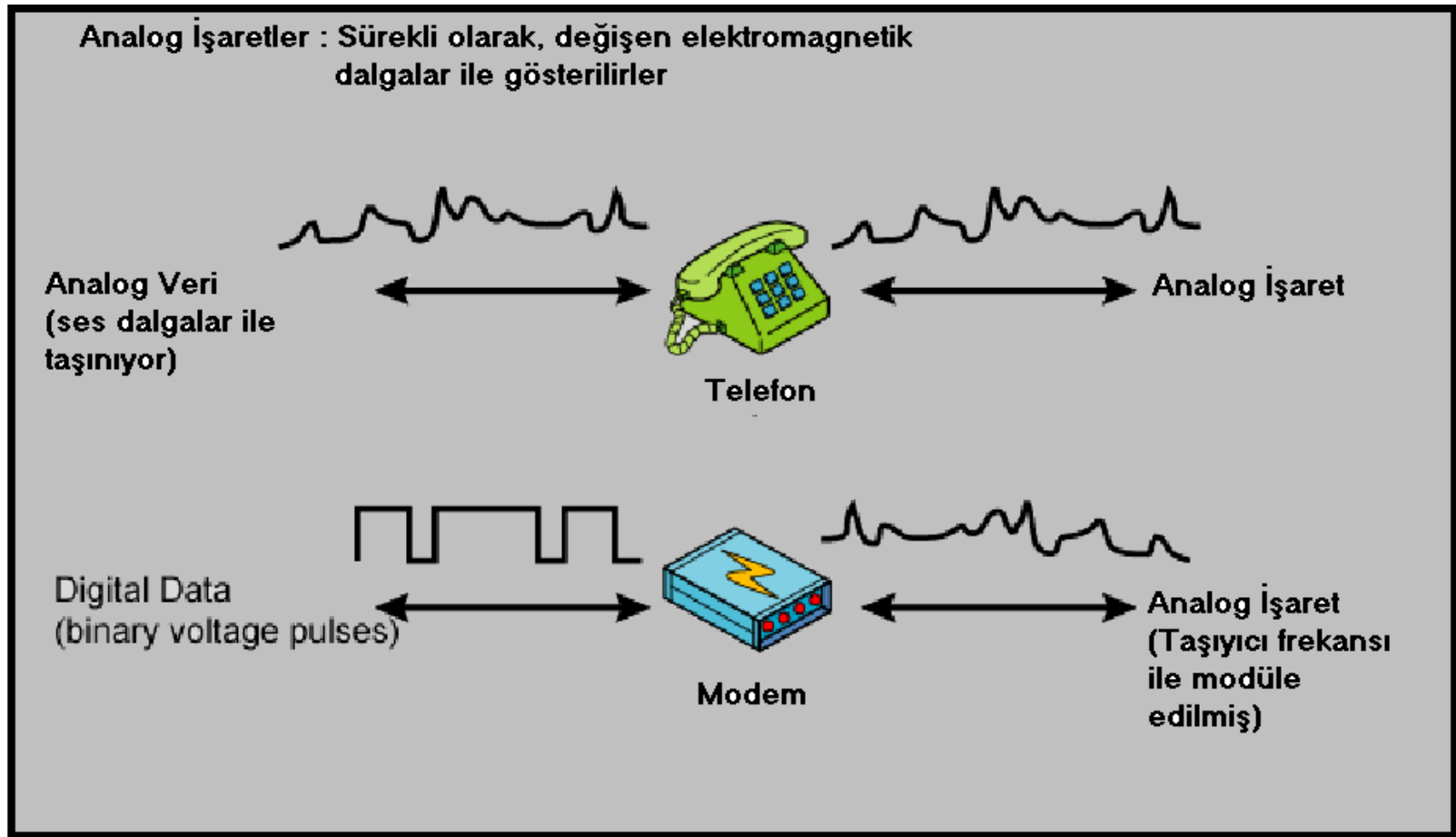
- Veriyi iletmek için kullandığımız dalga şekilleridir
- Analog
  - Sürekli değişen
  - Farklı ortamlarda
    - kablo, fiber optik, uzay
  - Konuşma bandgenişliği 100Hz den 7kHz e kadar
  - Telefon bandgenişliği 300Hz den 3400Hz e kadar
  - Video bandgenişliği 4MHz
- Sayısal
  - Gerilim darbeleri dizisidir. Genellikle kablo (yada diğer kılavuzlanmış ortamlar) üzerinde iletilir.



# Veri ve İşaretler

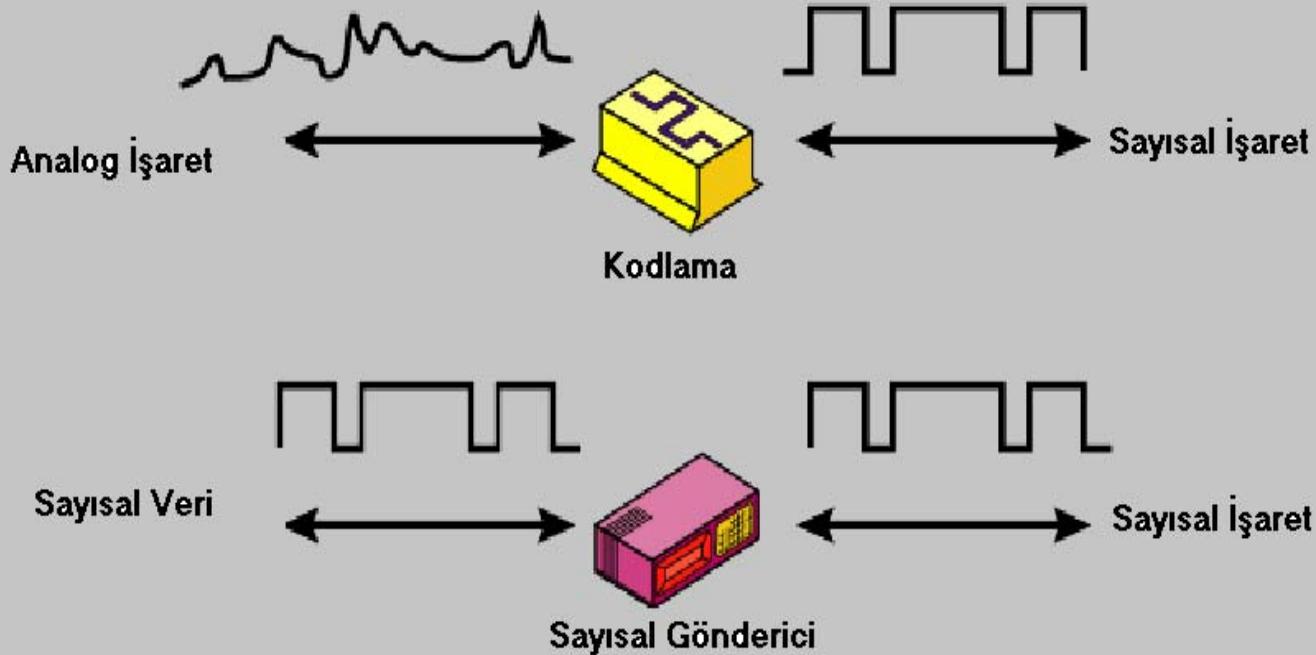
- Normalde sayısal işaretler sayısal veriyi, analog işaretler analog veriyi taşırlar
- Ancak:
  - Analog işaretler sayısal veriyi taşımak için kullanılabilir
    - Modem
  - Sayısal işaretler analog veriyi taşımak için kullanılabilir
    - PCM

# Analog ve Sayısal Veri Taşımak İçin Analog İletim



# Sayısal İşaretlerin Analog ve Sayısal Veriyi Taşıması

Sayısal İşaretler : Gerilim darbe dizileri ile gösterilir



# Analog İletim

- Analog işaret, içerikten bağımsız gönderilir
  - Analog veya sayısal veri olabilir
  - Uzun mesafelerde zayıflama
  - **Yükselteçler** ile işaretin gücü yükseltilebilir
  - Ancak bu durumda gürültüde yükseltilir
  - Eğer sayısal bir işaret gidiyorsa tekrarlayıcılar kullanmak mümkün
- Alıcının en büyük sorunu, gönderilen işareti gürültüden arındırarak mümkün olduğu kadar en yakın kopyasını elde etmektir.

# Sayısal İletim

- İçerik ile ilişkilidir. Sayısal veri bozulmadan düzeltilmelidir.
  - Gürültü ve zayıflama ile veri bütünlüğü bozulabilir
  - İşaretleri yeniden üretmek için tekrarlayıcı kullanılır
  - Tekrarlayıcı, İşaretleri alır
  - Bit dizilerini çıkarır.
  - Tekrar gönderir
- Sonuç: Zayıflama ve Gürültü ortadan kaldırılır
- Gürültü yükseltilmez, ancak bit hatalarına neden olabilir.

# Sayısal İletimin Avantajları

- Sayısal teknoloji
  - LSI/VLSI teknolojilerinde gelişmenin getirdiği analog'a göre düşük maliyet
- Veri Bütünlüğü (bozulmamışlık)
  - Düşük kalitedeki hatlarda uzun mesafe
- Kapasite kullanımı
  - Yüksek bandgenişlikli linkler daha ekonomiktir
  - Yüksek derecelerde çoğullama yı gerçekleştirmek daha kolaydır
  - Gizlilik & Kişisellik
    - Şifreleme
  - Veri sıkıştırma
- Tümleşiklik
  - Analog(sayısallaştırılmış) ve sayısal işaretler aynı sistemlerle haberleşir

# İletim Bozuklukları

- Alınan işaret, gönderilen işareten farklı olabilir
- Analog – işaretin kalitesinin bozulması
- Sayısal - bit hataları
- Nedenleri
  - Zayıflama ve zayıflama bozukluğu
  - Gecikme bozukluğu
  - Gürültü

# Zayıflama

- İşaretin gücü uzaklık ile azalır
- Zayıflama etkinsinin her bir frekans bileşeni üzerindeki şiddeti ortama bağlıdır
- Alınan işaretin gücü;
  - Algılanabilecek kadar büyük olmalı (1)
  - Hatasız olarak alınabilmesi için işaretin gücü gürültüden yeterli derecede büyük olmalı (2)
- Zayıflama, frekansla değişir (3)
- 1 ve 2 kuvvetlendiriciler ve tekrarlayıcılar ile çözülebilir.
- 3 özellikle analog işaretler için önemlidir.
- Zayıflama etkisi dengeleyiciler kullanarak yumuşatılabilir.



# Gecikme Bozunumu

- Sadece kılavuzlanmış ortamlarda
- Frekansa göre gecikmenin değişmesinden kaynaklanır. Buda özellikle sarkma, semboller arası girişim etkilerine neden olur.
- Sayısal haberleşmede hız sınırlayan önemli faktörlerden biridir.

# Gürültü

- Alıcı ile verici arasında işarete eklenir
- Isıl
  - Elektronların birbirine çarparak oluşturduğu ısıya bağımlı
  - Düzgün dağılımlı
  - Beyaz gürültü
- Çapraz etkileşim
  - Bir hattaki işaretin başka bir işarete eklenmesi
    - Yakın uç
    - Uzak uç
- Dürtü
  - Düzensiz darbe ve ani darbe
  - örneğin elektromagnetik girişim
  - Kısa süreli
  - Yüksek genlikli
  - Giderilmesi en zor gürültülerdendir

# Kanal Kapasitesi

- Mevcut koşullarda gerçekleştirilebilen maximum veri akış hızıdır. Dört kavramı birbiri ile ilişkilendirir
  - Veri Hızı
  - Band genişliği
  - Gürültü
  - Hata Oranı
- Veri hızı
  - Saniyedeki bit sayısı
  - haberleşilebilen veri hızı
- **Nyquist Bandgenişliği**
  - Kanal band genişliğini veri hızına bağlar
  - B band genişlikli bir kanaldan  $2B$  bit hızıyla haberleşilebilir.
  - Çok seviyeli işaretler varsa ( $C_{bps} = 2B \log_2 M$ ) olacaktır
  - Örneğin 8 seviye 3100 Hz band genişliği için  $c = 18600$  bps dir

# Shannon Kapasite Formülü

- Veri hızını iletim gürültüsü ile ilişkilendirir
  - Veri Nyquist band genişliğinde iletilebilir. Ancak gürültü varken doğru biçimde iletilmesi önemlidir.
  - Veri hızı arttıkça aynı gürültü daha fazla sayıda biti etkiler
  - İşaretin gücünün yüksek olması hatayı azaltacaktır.
  - $C_{\text{bps}} = B \log_2(1 + \text{SNR})$
- Band genişliğini artırmak kapasiteyi artırır, ancak SNR oranını azaltır.
- Bu üst sınıra ulaşamaz, çünkü yalnızca beyaz gürültü düşünülmüştür. Ancak bu bir teorik üst sınırdır.
- $\text{SNR} = E_b/N_0$  olarak verilir. Burada  $E_b$  bit enerjisi,  $N_0$  ise Hertz başına gürültü gücüdür.

*Örneğin 3 – 4 MHz arasındaki bir spektrumu ve  $SNR = 24$  dB olduğunu düşünelim*

*$B=1$  MHz,  $SNR=251$  olur*

*Shannon formülünden  $C_{bps} = B \log_2(1 + SNR)$*

*$C = 8$  Mbps olacaktır.*

*Bu teorik limite ulaşılabildiğini varsayalım.*

*Nyquist formülüne göre kaç seviye kullanılmalıdır.*

*$C_{bps} = 2B \log_2 M \Rightarrow M = 16$  olmalıdır*

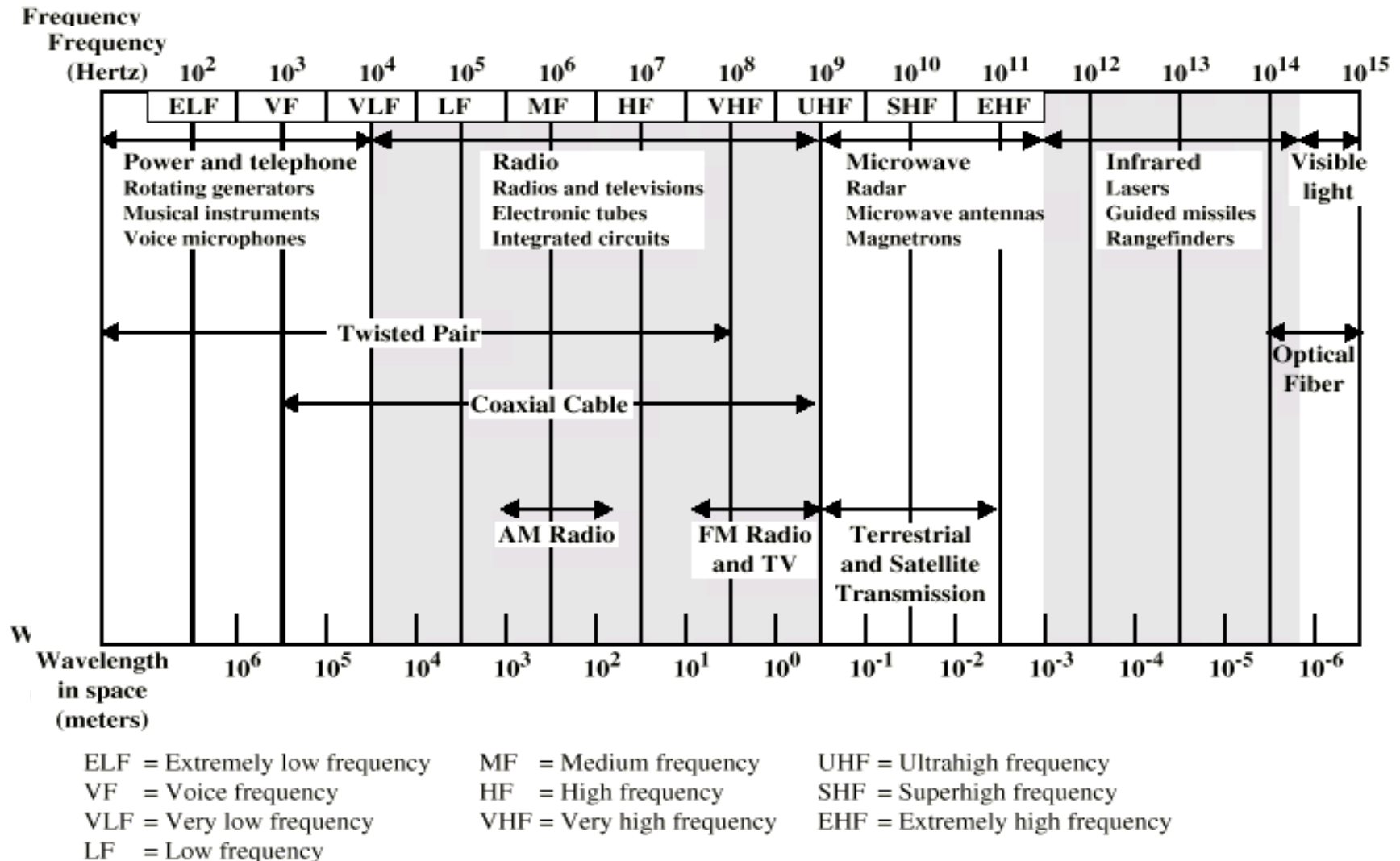
# İletim Ortamları

- İletim ortamı gönderici ve alıcı arasındaki fiziksel yoldur.
  - Kılavuzlanmış - Kablo
  - Kılavuzlanmamış –kablosuz (hava , boşluk)
- Veri iletiminin kalitesi, ortama ve işarete bağlıdır.
  - Kılavuzlanmış sistemlerde ortam daha önemlidir
  - Kılavuzlanmamış sistemlerde antenin band genişliği yönlendirmesi daha önemlidir.
    - Düşük frekanslarda genellikle omnidirectional (tüm yönlerde yayın yapan)
    - Yüksek frekanslarda yönlendirilmiş
- Tasarım amaçları
  - Daha yüksek veri hızı
  - Daha uzun mesafe

# Tasarım faktörleri

- Bandgenişliği
  - Yüksek band genişliği daha yüksek veri hızları demektir
- İletim bozuklukları
  - Örneğin zayıflama
- Girişim
  - Kılavuzlanmamış ortamlarda, başka kanallardan örtüşen frekans bandları
  - Kılavuzlanmış ortamlarda yakın geçen kablolardan endüklenen girişimler. Blendaj bu etkiyi azaltabilir.
- Alıcıların Sayısı
  - Kılavuzlanmış ortamlarda
  - Çok alıcı , çok zayıflama demektir

# Elektromanyetik Spektrum

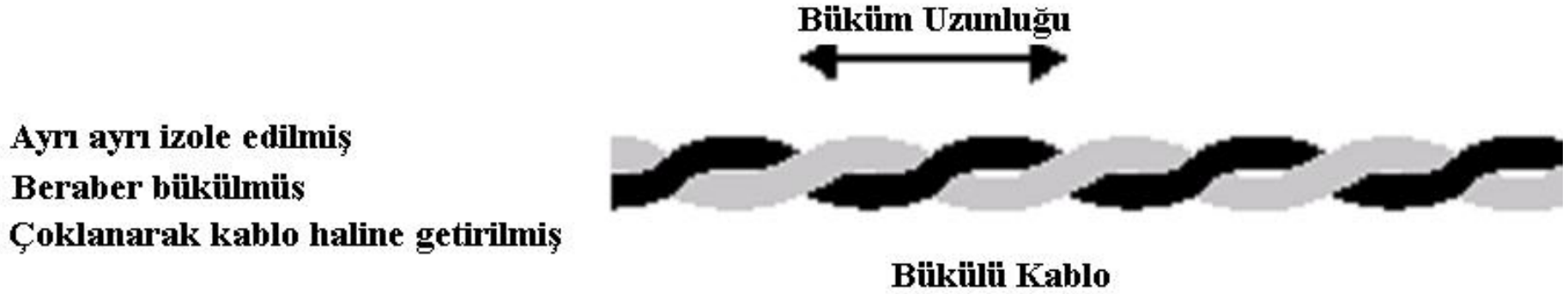




# **Kılavuzlanmış iletim ortamı**

- En çok kullanılan üç ortam
  - Bükülü Kablo (Twisted Pair)
  - Koaksiyel kablo
  - Optik fiber

# Bükülü kablo çifti



Büküm uzunluğu 5- 15 cm tipik

Kalınlık 0.4 –0.9 cm

# Bükülü kablo çifti - Uygulamaları

- Ev ve ofislerde en çok kullanılan ortam
- Telefon Ağı
  - Yerel çevrim üzerinde
- Bina içlerinde
  - Telefonları özel santrale bağlamak için (PBX)
  - Yerel alan ağlarında (LAN)
    - Tipik 10-Mbps yada 100-Mbps , 1-Gbps!
- Genellikle çoklu kablo çiftleri şeklinde bulunabilir (3000 'e kadar)

# Bükülü kablo çifti, Artıları, Eksileri

- Avantajları
  - Ucuz
  - İşlenmesi kolay
- Dezavantajları
  - Bağıl olarak düşük veri hızı
  - Kısa mesafe (tipik zayıflama 3 dB/km)
  - Gürültüye maruz kalma

# Bükülü kablo çifti – İletim karakteristikleri

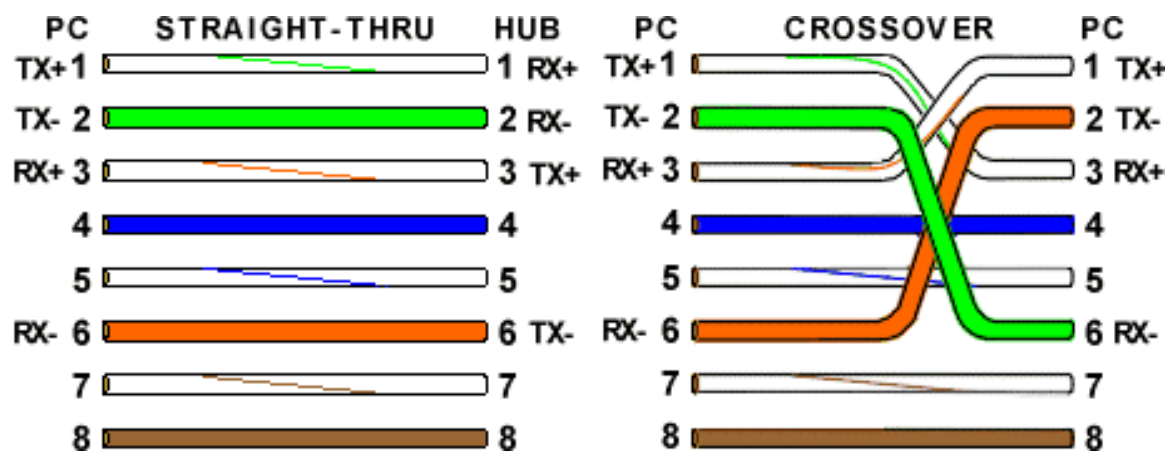
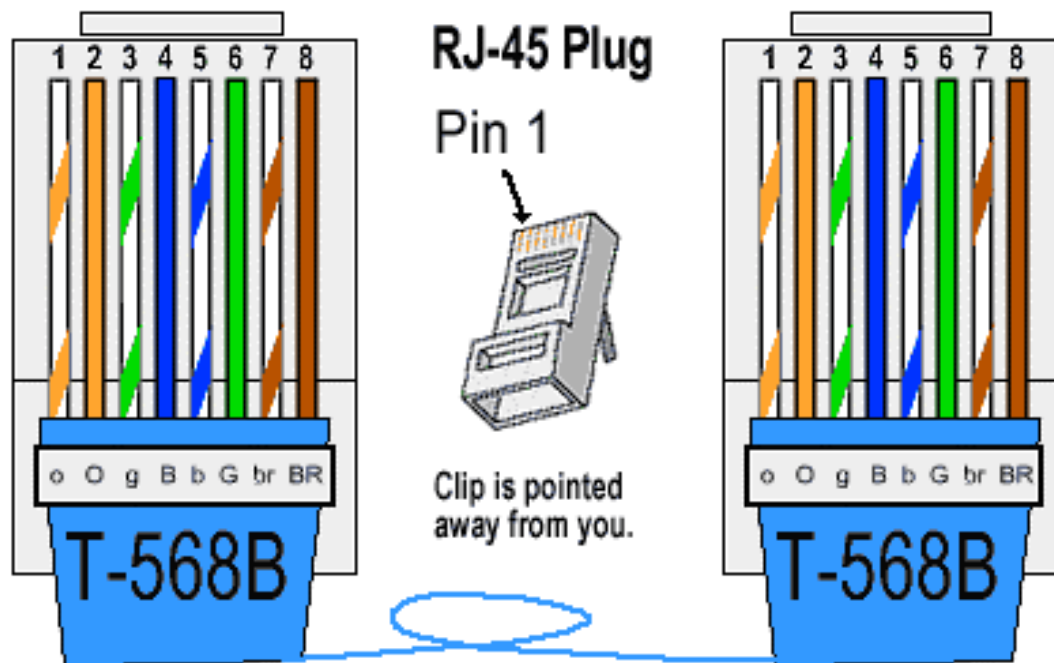
- Analog
  - Her 5 , 6 km de yükselteç
- sayısal
  - Her 2km yada 3km de bir tekrarlayıcı
- Sınırlı uzaklık
- Sınırlı Band genişliği
- Sınırlı veri hızı (uzun mesafede 4 Mbps)
- Girişim yada gürültüye maruz kalma

# **Blendajlı ve Blendajsız Bükülü kablo çifti**

- Blendajsız bükülü kablo çifti (UTP)
  - Sıradan telefon kablosu
  - En ucuz
  - Kurulumu en kolay
  - EMI dan etkilenir
- Blendajlı bükülü kablo çifti (STP)
  - Bükülü kablo çiftleri üzerinde metal kaplama
  - Daha pahalı
  - İşçiliği zor (kalın ve ağır)

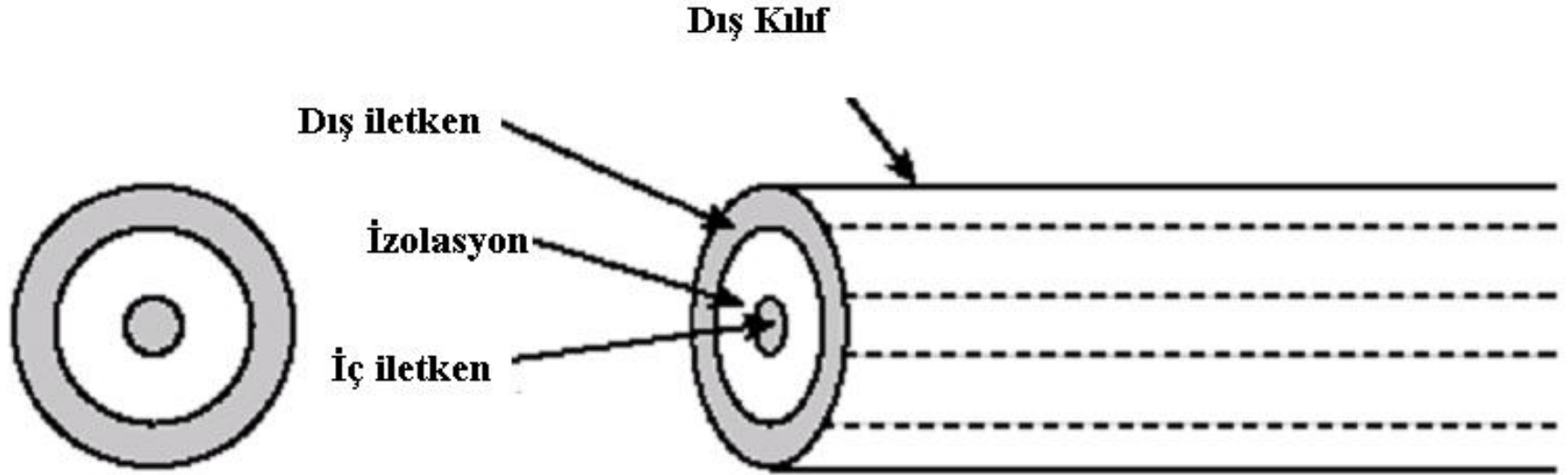
# EIA-568 UTP kategorileri (1991)

- Kategori 3 (cat 3)
  - 16MHz'e kadar
  - Ses iletimi için geliştirilmiş kablo
  - Büküm uzunluğu 7.5 cm - 10 cm
- Kategori 4 (cat 4)
  - 20 MHz'e kadar
- Kategori 5 (Cat 5)
  - 100MHz'e kadar
  - Yeni ofislerde önceden döşenmiştir.
  - Büküm uzunluğu 0.6 cm - 0.85 cm
  - 2 dB/100m@ 1MHz
- Yeni gelişmeler:
  - Cat 5e (e = enhanced, iyileştirilmiş) 1000 BaseT de kullanılabilir
    - Cat 5 den biraz daha iyi, aynı bağlantı soketleri kullanılır
  - Cat 6: 250 MHz, EIA568-B2.1, RJ45 Gigabit Ethernet
  - Cat 7: Daha sıkı standart, (>600 Mbps) 10 Gbps Eth. STP, GG45<sub>39</sub>





# Koaksiyel kablo



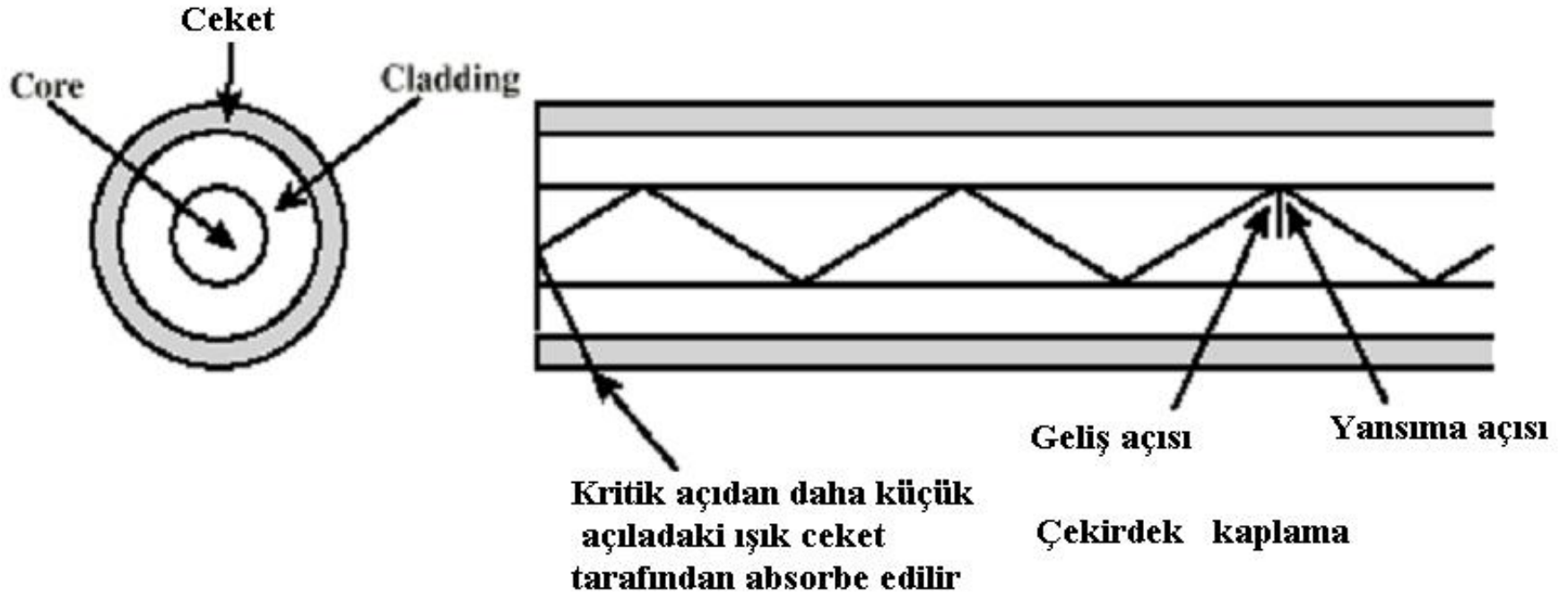
# Koaksiyel kablo uygulamaları

- Televizyon dağıtımı
  - TV anten bağlantısı
  - Kablolu TV
- Uzun mesafe telefon trafiği
  - 10000 ses kanalı taşıyabilir
  - Yerini Fiber optik alır
- Kısa mesafe bilgisayar sistemi hatları
- LAN (Çok fazla görülmez)

# Koaksiyel Kablo – İletim Karakteristikleri

- Bükülü kablo çiftine göre daha iyi frekans karakteristiği ve gürültü bağışıklığı
- Analog
  - Her birkaç kilometrede kuvvetlendirici
  - 500 MHz'e kadar (yeni CATV sistemlerinde 1 GHZ)
- sayısal
  - Her 1km de tekrarlayıcı

# Optik Fiber



- Saf silis, çok bileşikli cam, plastik fiber
- Laser veya LED
- Küçük boyut ve ağırlık

# Optik Fiber – Avantajları, Dezavantajları

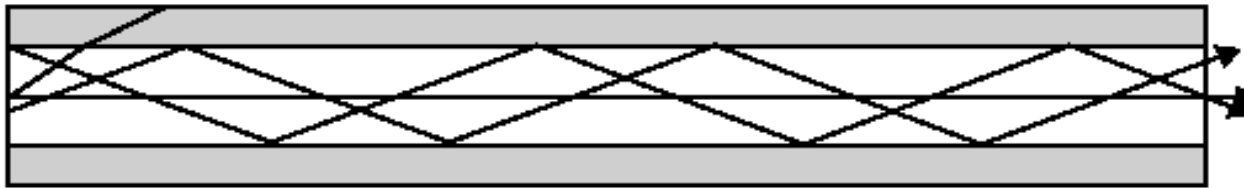
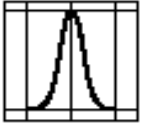
- Daha yüksek kapasite
  - Veri hızları yüzlerce Gbps belki Tbps
- Daha küçük boyut ve ağırlık
  - Tek bir cam fiber insan saçı kadar ince olabilir
- Çok küçük zayıflama
- Elektromanyetik izolasyon
- Daha büyük tekrarlayıcı aralığı
  - 50 – 100 km
- Pahalı
- İşlenmesi zor. Özel soketler gereklidir
- Kırılgandır.

# Optik Fiber - Uygulamalar

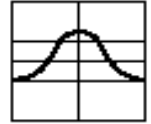
- Uzun mesafe trunk hatları
  - 50000 ses kanalı, ülkeler arası, bölgeler arası
- Şehirlerarası santraller, trunk hatları
- LAN
  - LAN teknolojileri fiberle çalışmak üzere opsiyonlara sahiptir.
- $10^{14}$  -  $10^{15}$  Hz için dalga kılavuzu gibi çalışır
  - İnfrared yada görünür spektrum
- LED
  - Daha ucuz, Daha geniş sıcaklık aralığı, Daha uzun ömürlü
- Laser Diyod
  - Daha verimli, daha yüksek veri hızı
- Dalgaboyu bölmeli çoğullama Wavelength Division Multiplexing (WDM)

# Optik Fiber İletim Modları

Input pulse

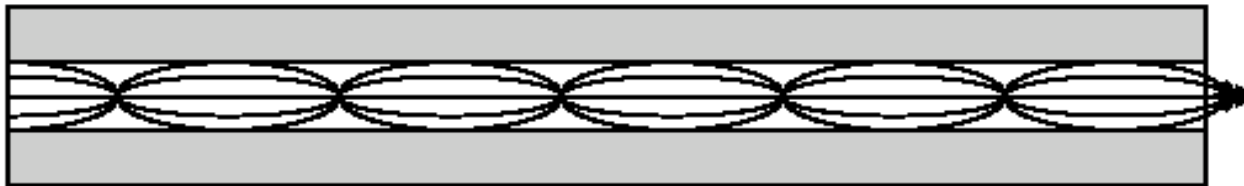
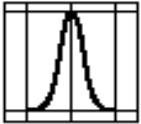


Output pulse

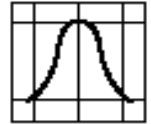


(a) Step-index multimode

Input pulse

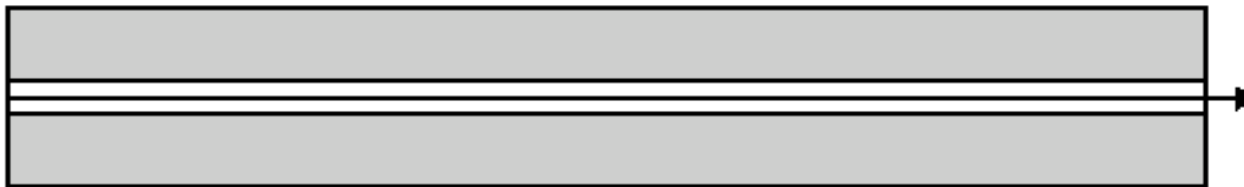
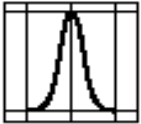


Output pulse



(b) Graded-index multimode

Input pulse



Output pulse



(c) Single mode

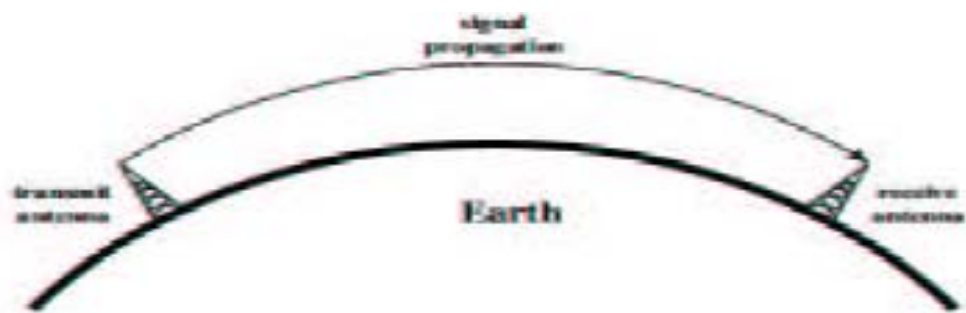
# Kablosuz İletim

- İletim kılavuzlanmamış ortamda yapılır. Hava, su , boşluk
- İletim algılama antenler aracılığıyla gerçekleştirilir
  - İki yönlü haberleşmede aynı anten kullanılabilir
  - Anten boyu kullanılan dalga boyuna bağlıdır
- Antenlerin yayma yada algılama özellikleri
- Omnidirectional
  - İşaretler her yönde yayılır,Bir çok anten ile işaretler alınabilir
  - İdeal : isotropic anten
- Yönlü
  - Yoğunlaşmış ışın
  - Alıcıda hassas ayar gerekir
  - Yüksek frekanslarda yapılabilir
  - Parabolik, helisel antenler

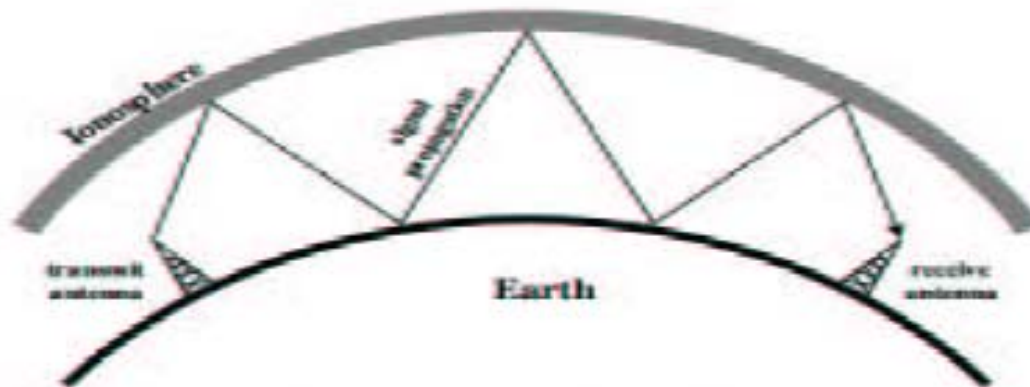


# Frekans bölgeleri

- 2 GHz - 40 GHz
  - Mikrodalga frekansları, oldukça yönlüdür
  - Noktadan-Noktaya
    - Direkt görüş gereklidir. Parabolik türde antenler
    - Uzun mesafe haberleşme (4-6 GHz)
    - CATV ve kapalı devre TV (12 GHz)
    - Noktadan-noktaya özel veri hatları (22 GHz)
  - Satellite
    - Tipik olarak Jeostasyoner, Taşıyıcı olarak görev yaparlar
    - Televizyon, Uzun mesafeli telefon, TV, Özel iş ağları
- 30 MHz - 1 GHz
  - broadcast frekansları
  - Omnidirectional
- $3 \times 10^{11}$  Hz -  $2 \times 10^{14}$  Hz
  - İnfrared frekansları
  - Sınırlı alanlarda : Uzaktan kumanda, IRDA bağlantısı



(a) Ground-wave propagation (below 2 MHz)



(b) Sky-wave propagation (2 to 30 MHz)



(c) Line-of-sight (LOS) propagation (above 30 MHz)

# Veri Kodlama

---

- 4 temel Seçenek
  - Sayısal veri → Sayısal İşaret
  - Analog veri → Sayısal İşaret
  - Sayısal veri → Analog İşaret
  - Analog veri → Analog İşaret

# Sayısal Kodlama Terminolojisi

- Tek kutuplu
  - Tüm işaretler aynı kutupludur
- Çift Kutuplu
  - Bir lojik durum pozitif , diğeri negatif ile ifade edilir
- Veri Hızı
  - Bps cinsinden iletim hızı
- Bit süresi
- Modülasyon Oranı
  - veri hızı (bps)
  - baud = saniyedeki işaret sayısı (modülasyon oranı)
- Mark ve Space
  - Binary 1 ve Binary 0

# Sayısal işaretlerin yorumlanması

- Bilinmesi gerekenler
  - Bitlerin zamanlaması
  - Veri değerlerine karşılık düşen işaret seviyeleri
- Başarılı bir algılama için gerekli faktörler
  - SNR
  - Veri Hızı
  - Band Genişliği

# Kodlama biçimlerinin karşılaştırılması

- İşaretin spektrumu
  - Yüksek frekansların az olması
  - DC bileşen içermemesi, transformatör izolasyonu sağlar
  - Gücü band genişliğinin ortasına toplanması
- Saat
  - Eş zamanlı alıcı ve verici
  - Harici saat
  - İşarete dayalı senkronizasyon
- Hata Algılama
- İşaret girişimi ve Gürültü Bağışıklığı
- Maliyet ve Karmaşıklık
  - Yüksek işaret hızı , yüksek maliyet
  - Bazı kodlar, veri hızından daha yüksek hız gerektirir

# Veri haberleşmesinde kullanılan bazı kodlama teknikleri

- Sıfıra Dönüşsüz (NRZ), Sıfıra Dönüştü (RZ)
- Sıfıra Dönüşsüz Evrilmiş (NRZI)
- Çok Seviyeli
  - AMI
  - Pseudoternary
- Manchester
- Differential Manchester
- B8ZS
- HDB3

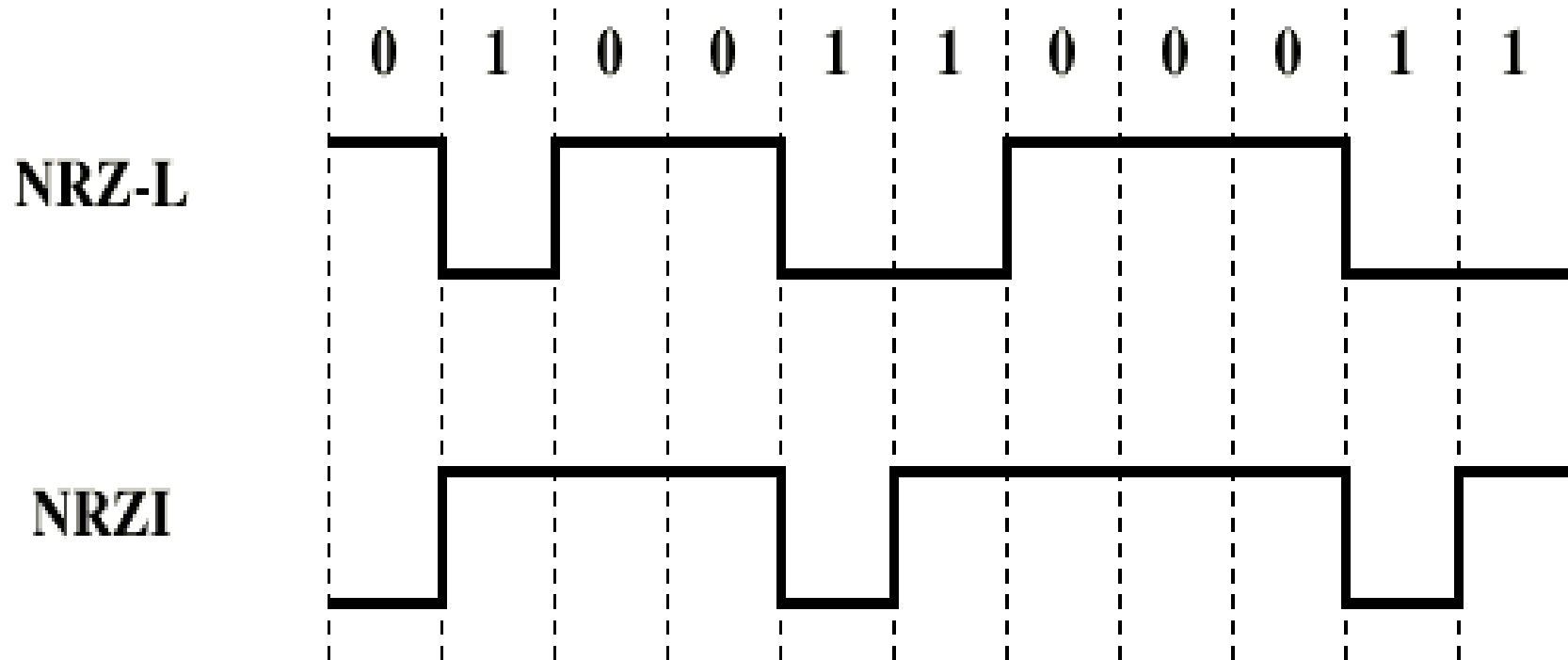
# Sıfıra Dönüşsüz (NRZ)

- 0 ve 1 için iki farklı gerilim düzeyi
- Bit süresi boyunca sabit gerilim
- RZ için Bit süresinin belirli bir kısmında sıfıra dönüş
- Sıklıkla çift kutuplu kullanıldığı görülür



# Sıfıra Dönüşsüz evrilmiş (NRZI)

- 1 lerde evrilir
- Bit süresi boyunca sabit gerilim
- Geçişler 1'i gösterir
- Geçiş yoksa 0' dır
- Farksal kodlama örneğidir
  - Veri işaret değişimleri olarak gönderilir.



# Farksal Kodlama

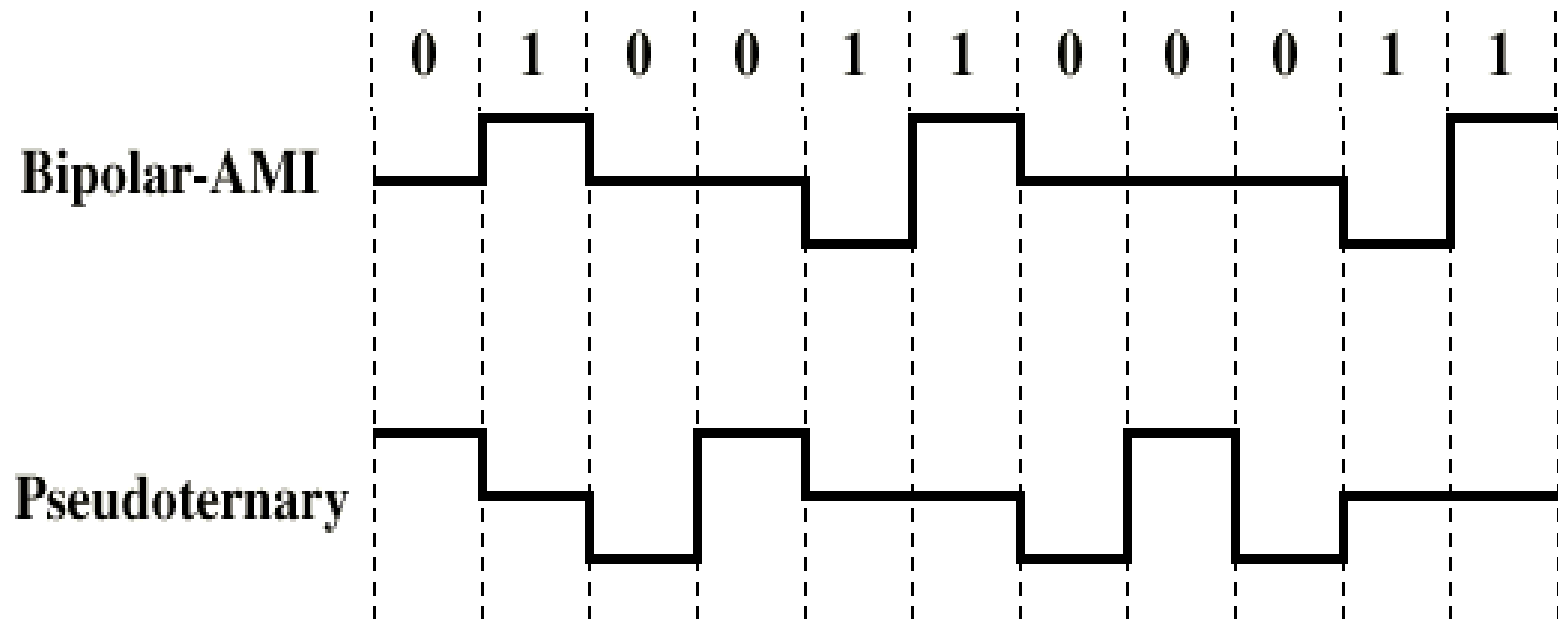
- Veri, değişimlerle temsil edilir
- Seviye algılamaya göre daha güvenilir.
- Karmaşık bağlama şekillerinde polarite kayıplarından kaynaklanak evrilmişliği ortadan kaldırır.

# NRZ artıları, eksileri

- Artıları
  - Kolay tasarım
  - Bandgenişliğinin verimli kullanımı
- Eksileri
  - DC bileşen içermesi
  - Sekronizasyon kayıpları
- Bilgisayar bus'ları, Manyetik kayıt vs.
- Ağ ve haberleşmede nadiren kullanılır

# Çok seviyeli Binary

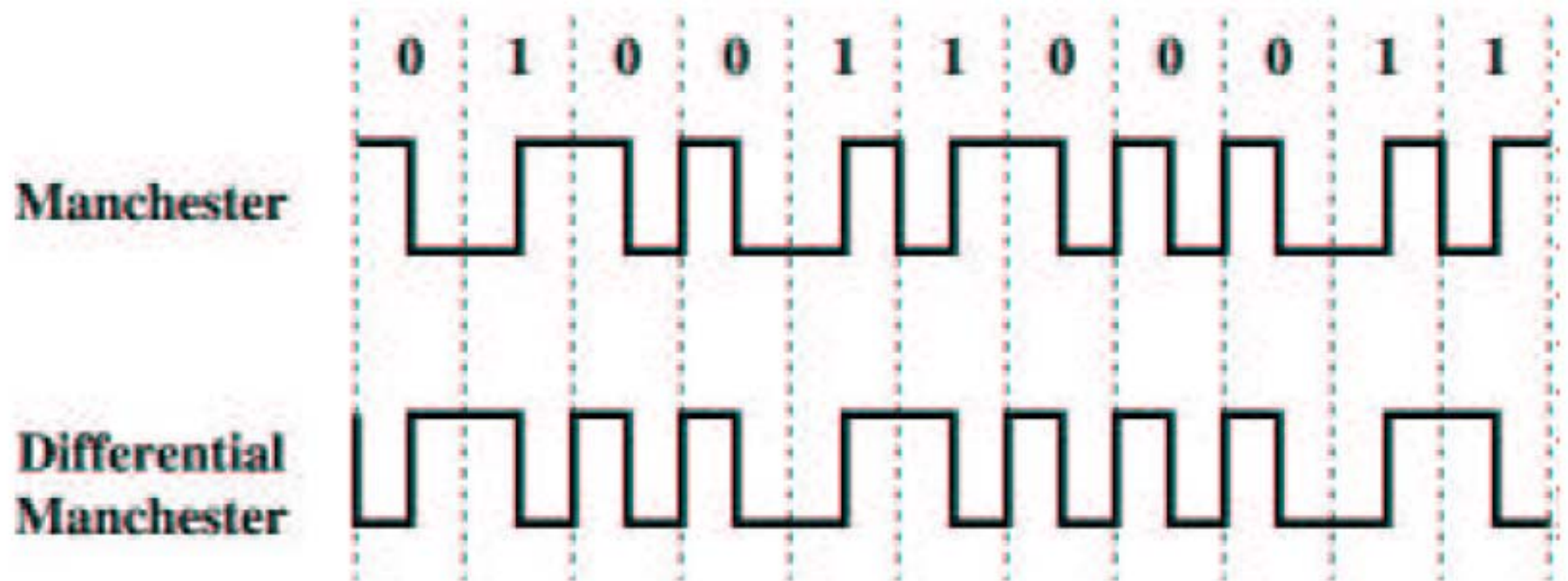
- İkiden fazla işaret seviyesi kullanılır
- Bipolar-AMI
  - Sıfır, işaret yokluğuyla temsil edilir
  - Bir , negatif yada pozitif darbelerle temsil edilir
  - Bir darbeleri, kutup değiştirir
  - NRZ den daha karmaşıktır. Ancak avantajları
    - Uzun süreli 1 lerde senkronizasyon kaybı yok (sıfırlar hala problemdir)
    - Net DC bileşen yok
    - Daha düşük band genişliği
    - Kolay hata algılama
- PseudoTernary
  - Birler, işaret yokluğuyla temsil edilir
  - sıfırlar , negatif yada pozitif darbelerle temsil edilir
- Dezavantajlar
  - Alıcı 3 seviye algılamalı,
  - Aynı bit-hata oranı için 3dB daha fazla işaret gücü



PseudoTernary ISDN S/T referans noktasında kullanılır I.430 standartlarında belirlenmiştir.

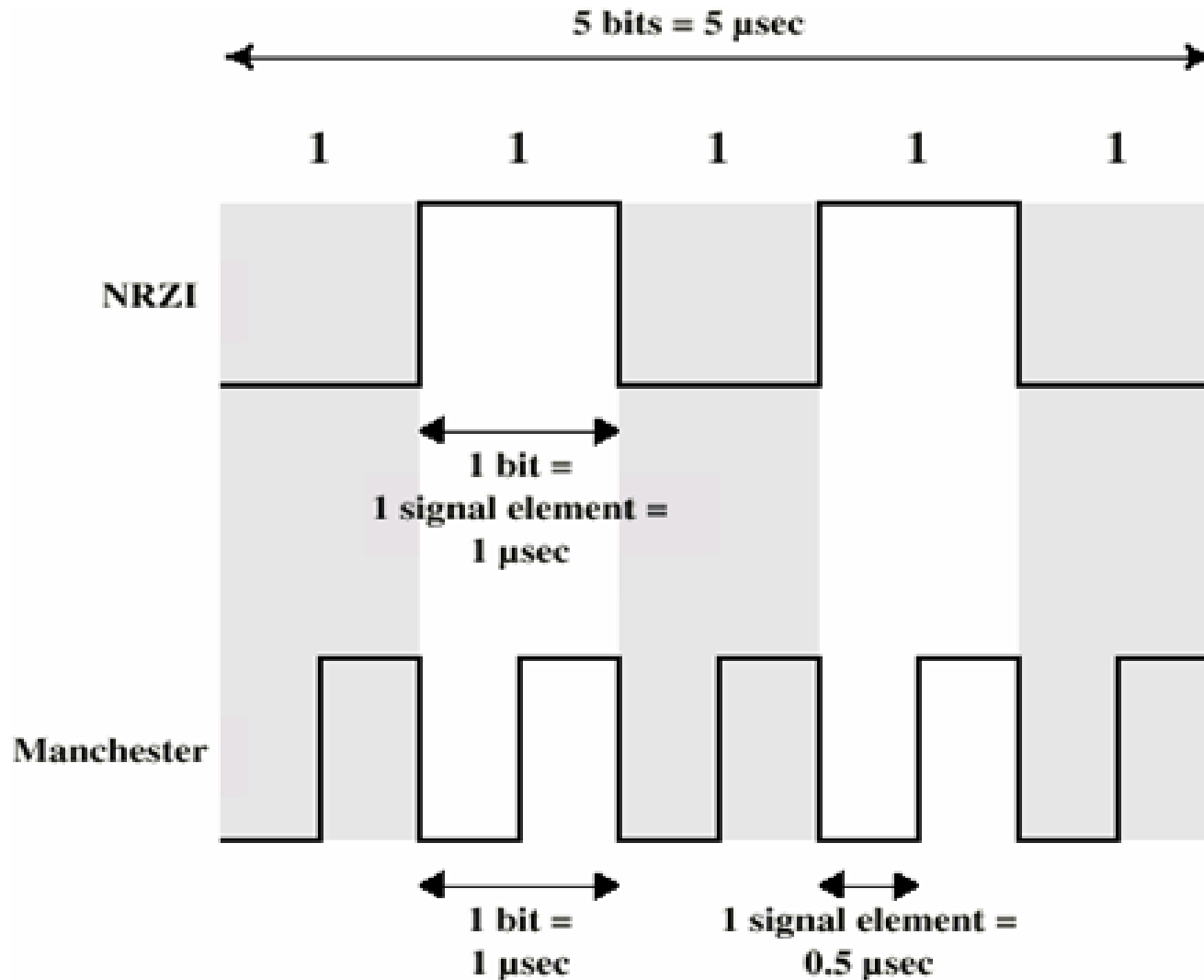
# Çift Fazlı kodlama

- Manchester Kodlama
  - Her bir bit peryodunun ortasında geçiş
  - Geçiş hem veri hem de, saat için kullanılır
  - Low - high 1' i temsil eder
  - High - low 0'ı temsil eder
  - IEEE 802.3
- Farksal Manchester
  - Orta bit geçişleri yalnızca saat içindir
  - Bit peryodunun başlangıcındaki geçiş 0 'ı temsil eder
  - 1 için bit peryodunun başlangıcında geçiş yoktur
  - IEEE 802.5





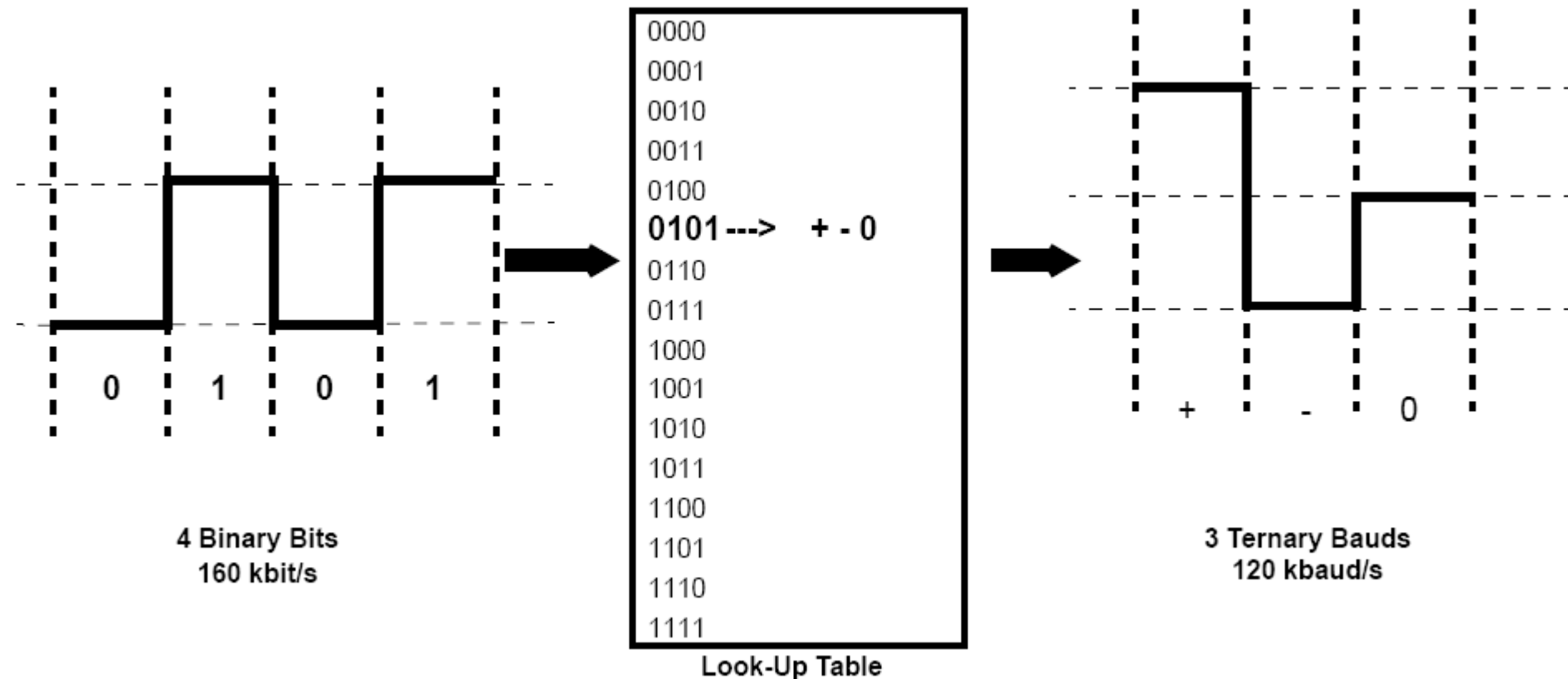
Modülasyon oranı, Manchester kodunda  $\frac{1}{2}$  dir.



# Avantaj ve Dezavantajları

- Dezavantajları
  - Bir bit süresince en az bir yada iki geçiş
  - Maksimum Modülayon oranı NRZ nin yarısı
  - Daha yüksek band genişliği
- Avantajları
  - Bit ortası geçişle sağlanan eşzamanlama
  - DC bileşen içermez
  - Hata algılama

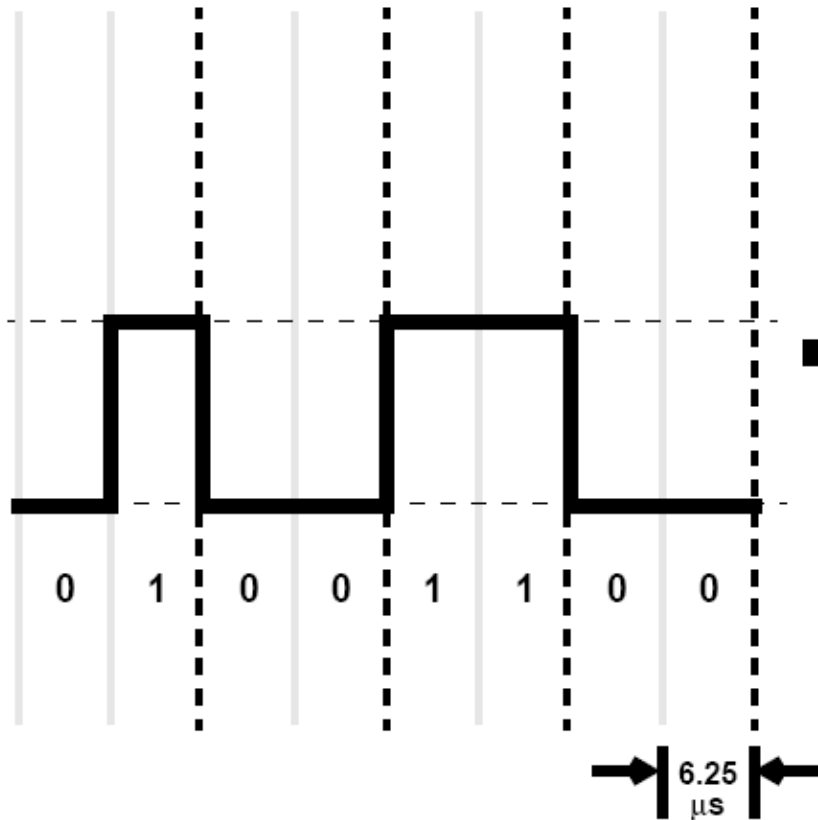
# 4B3T



4B3T , Avrupada ISDN U Arayüzünde kullanılır. Modülasyon oranı 4/3 tür.

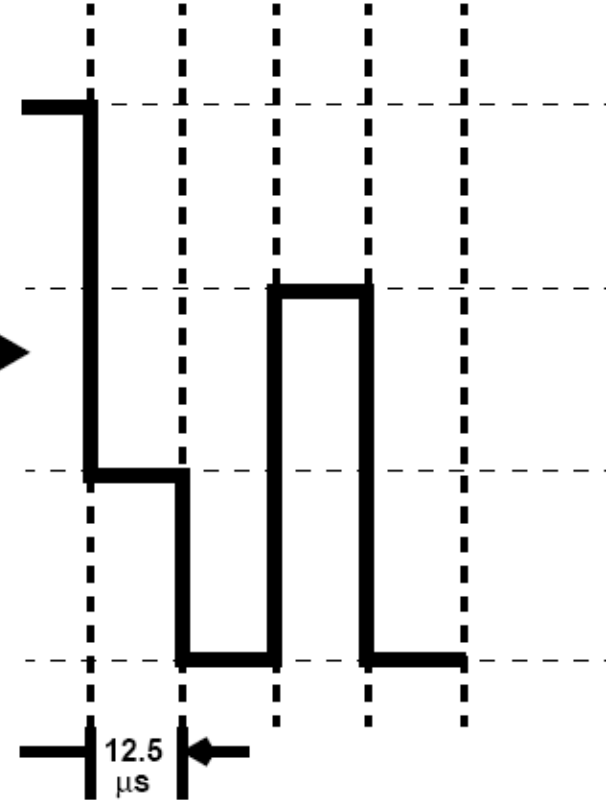
# 2B1Q

INPUT



2-Level Binary Data  
160 kbit/s

OUTPUT



4-Level, Quaternary Data  
80 kbaud/s

DIBIT	OUTPUT QUAT
10	+3
11	+1
01	-1
00	-3

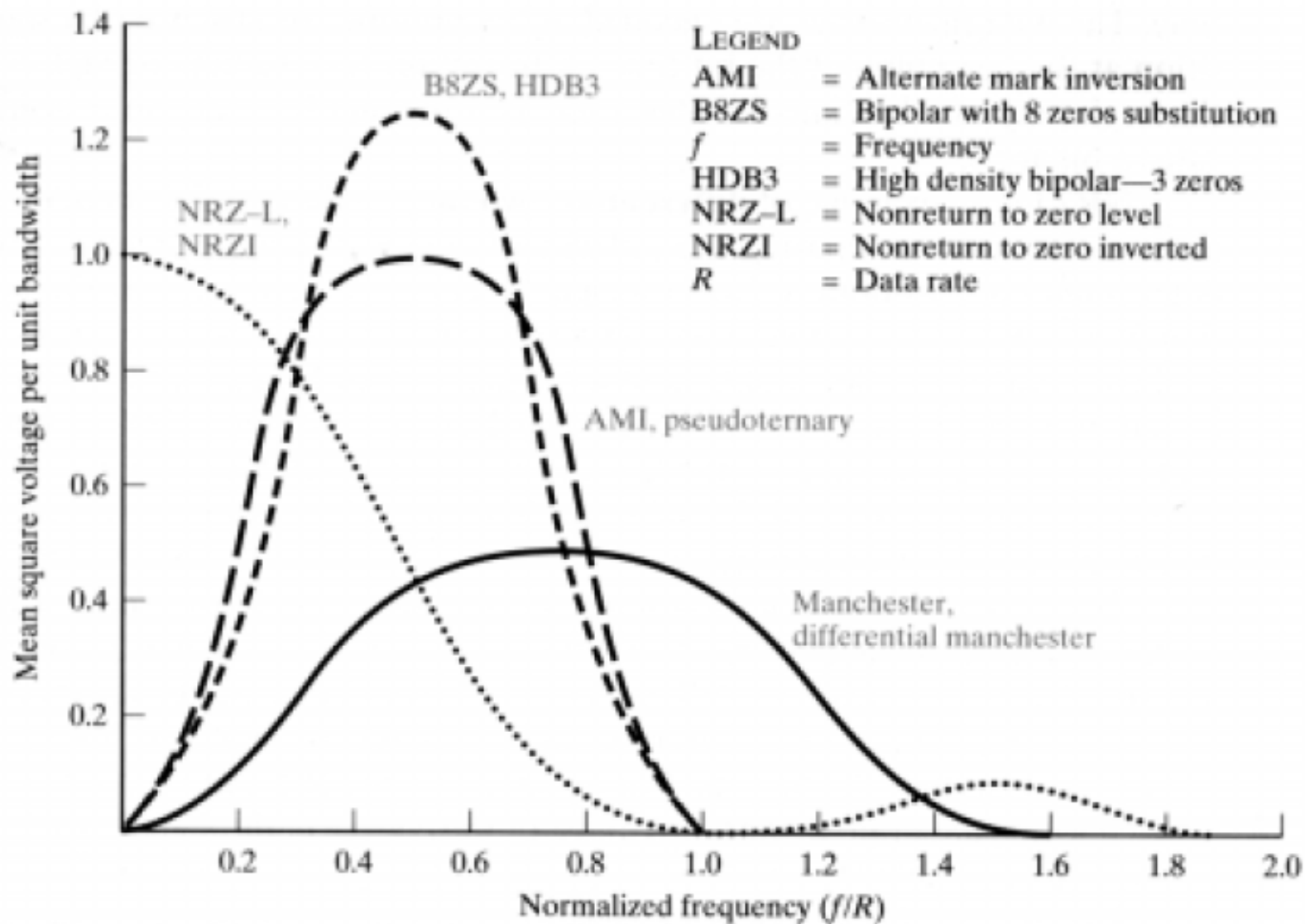
## 2B1Q kodlama kuralları

2B1Q da modülasyon oranı 2 dir.

Daha düşük band genişliği sağlar.

ANSI T1.601 de belirtildiği gibi Amerika da ISDN U arayüzünde kullanılır.

AMI' ye göre daha uzun mesafeler ve modülasyon oranı sağlar.



# Karıştırma

- Karıştırma işlemi aslına yeni bir hat kodundan çok, mevcut hat kodlarının iyileştirilmesi ile yeni hat kodlarının oluşturulması anlamına gelir
- Burada aşağıdaki sonuçlar elde edilmeye çalışılır.
  - DC bileşenin yok edilmesi
  - uzun süreli sabit işaretlerin oluşmasının engellenmesi (örneğin AMI gibi bipolar kodlamalarda birbiri peşi sıra gelen 0 lar. Senkronizasyonun kaybolmasına neden olabilir)
  - Bunlar yapılırken Veri hızında azalma olamaması. Fazladan bitler olmaması.
  - Hata algılama yeteneğinin kazandırılması
- Bu biçimdeki dünyada en çok kullanılan hat kodları arasında B8ZS, HDB3 sayılabilir.

# B8ZS

- İki kutuplu-AMI ya dayanır
- Eğer bir sekizlinin (octet) tamamı sıfırsa ve son darbe düzeyi pozitif ise; Oktet 000+-0-+ ile değiştirilir.
- Eğer sekizlinin tamamı sıfırsa ve son gerlim darbesi negatif ise ; Oktet 000-+0+- ile değiştirilir
- I. 431 de tanımlanır. B8ZS, Kuzey Amerika, Japonya, Güney Kore, Tayvan da 1.544 Mbps lik T1 hatları üzerinde kullanılmaktadır.



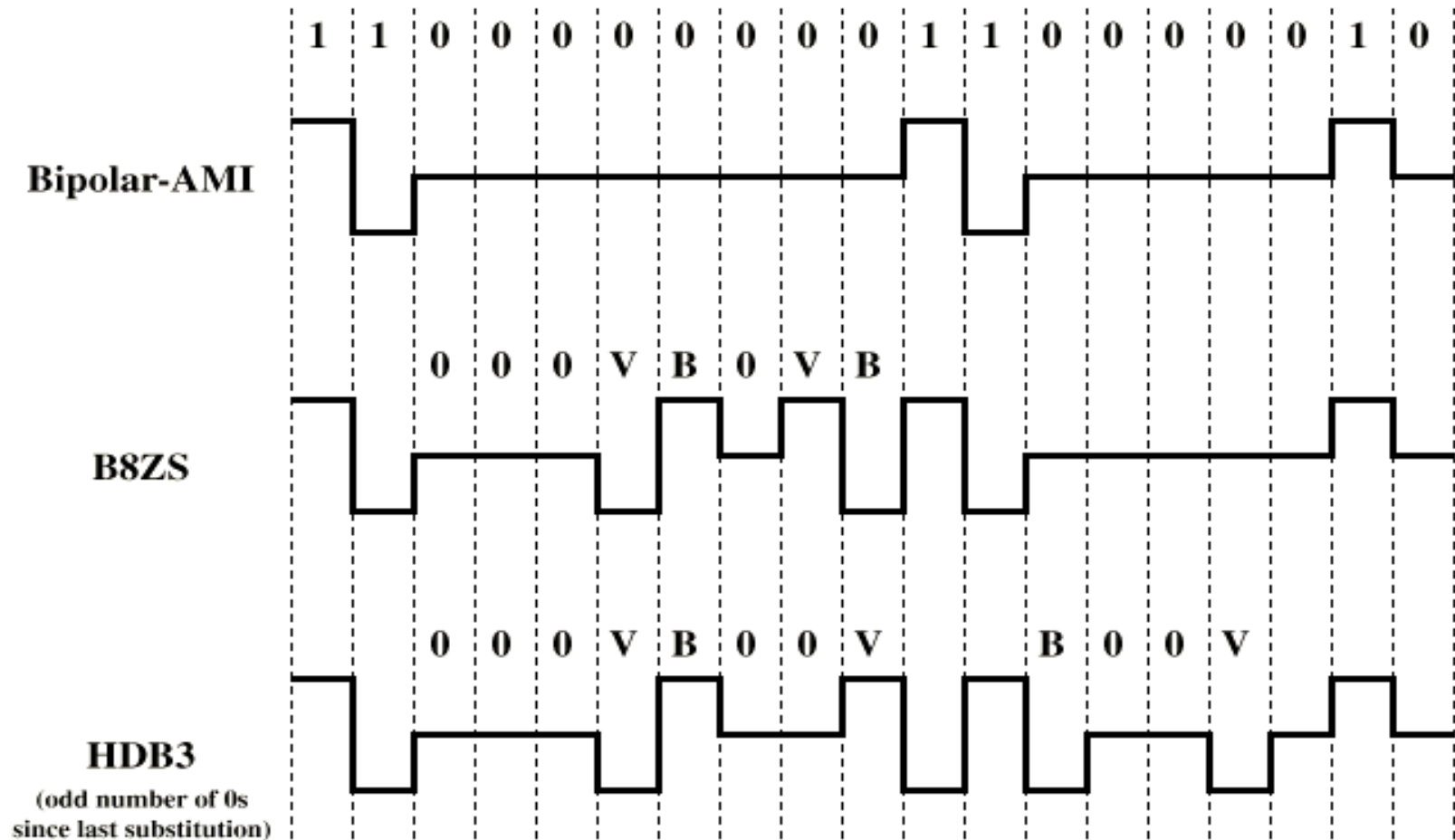
# HDB3

İki kutuplu-AMI ya dayanır

- B8ZS ye çok benzer ancak, 8 sıfır yerine dört sıfırlı bir dizi, bir veya iki darbe içeren özel bir dizinin ile değiştirilir
- I. 431 ile standartlarında belirtilmiştir. Dünya çapında sayısal iletim sistemlerinde kullanılır
- Ardışıl kural ihlalleri durumunda, eğer bir önceki darbe negatif ise gelen darbe pozitif olacaktır

Bir önceki darbenin Polaritesi	Bir önceki yerleştirmeden sonraki darbe sayısı	
	Tek	Çift
–	0 0 0 –	+ 0 0 +
+	0 0 0 +	– 0 0 –

# B8ZS ve HDB3



B = Valid bipolar signal

V = Bipolar violation

# Ödev

- Soyadınızın son 4 karakterinin ASCII (Eğer 4 karakterden küçük ise sonuna boşluk karakteri ekleyin) karşılığını
- AMI
- Farksal Manchester
- HDB3 olarak kodlayınız.

Süre 1 Haftadır.

- Matlab üzerinde
  - numaraların sonu 0, 1,2 ile bitenler HDB3 kod çözücü
  - numaraların sonu 3, 4 ile bitenler HDB3 kodlayıcı
  - numaraların sonu 5, 6 ile bitenler 2B1Q kod çözücü
  - numaraların sonu 7, 8, 9 ile bitenler 2B1Q kodlayıcı

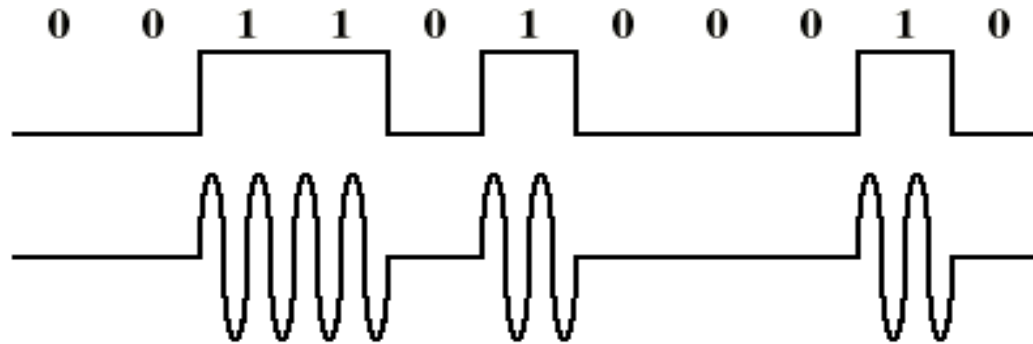
Yazılımı hazırlayacaklardır. Yazılım 10 karakter giriş alabilecek, Kod çözücüler ekranda NRZ ve kodlanmış işareti gösterecek, kodu çözülen bilgiyi yazacaklardır. Kodlayıcı yazanlar ise giriş bilgisi, NRZ ve kodlanmış işareti ekranda göstereceklerdir.

Süre 2 haftadır.

# Sayısal Veri → Analog İşaret

- Yerel telefon sistemi
  - Ses frekansı iletimi için uygunlaştırılmıştır (300Hz - 3400Hz)
  - Veri göndermek için modem kullanımı gereklidir. (Modölator-Demodölator)
  - Genel kodlama teknikleri:
    - Genlik kaydırmalı anahtarlama (ASK)
    - Frekans kaydırmalı anahtarlama (FSK)
    - Faz kaydırmalı anahtarlama (PSK)
    - Çok seviyeli teknikler
      - QAM, M-PSK

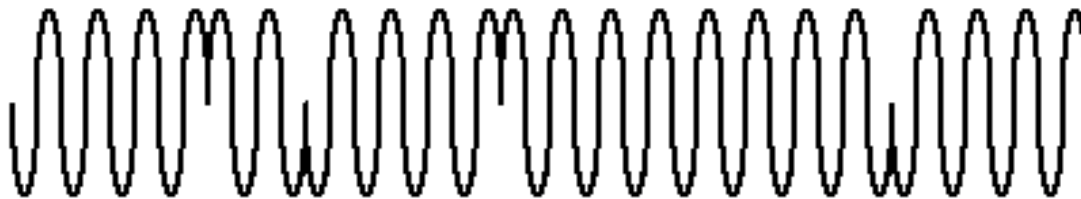
# Modülasyon Teknikleri



(a) Amplitude-shift keying



(b) Frequency-shift keying



(c) Phase-shift keying

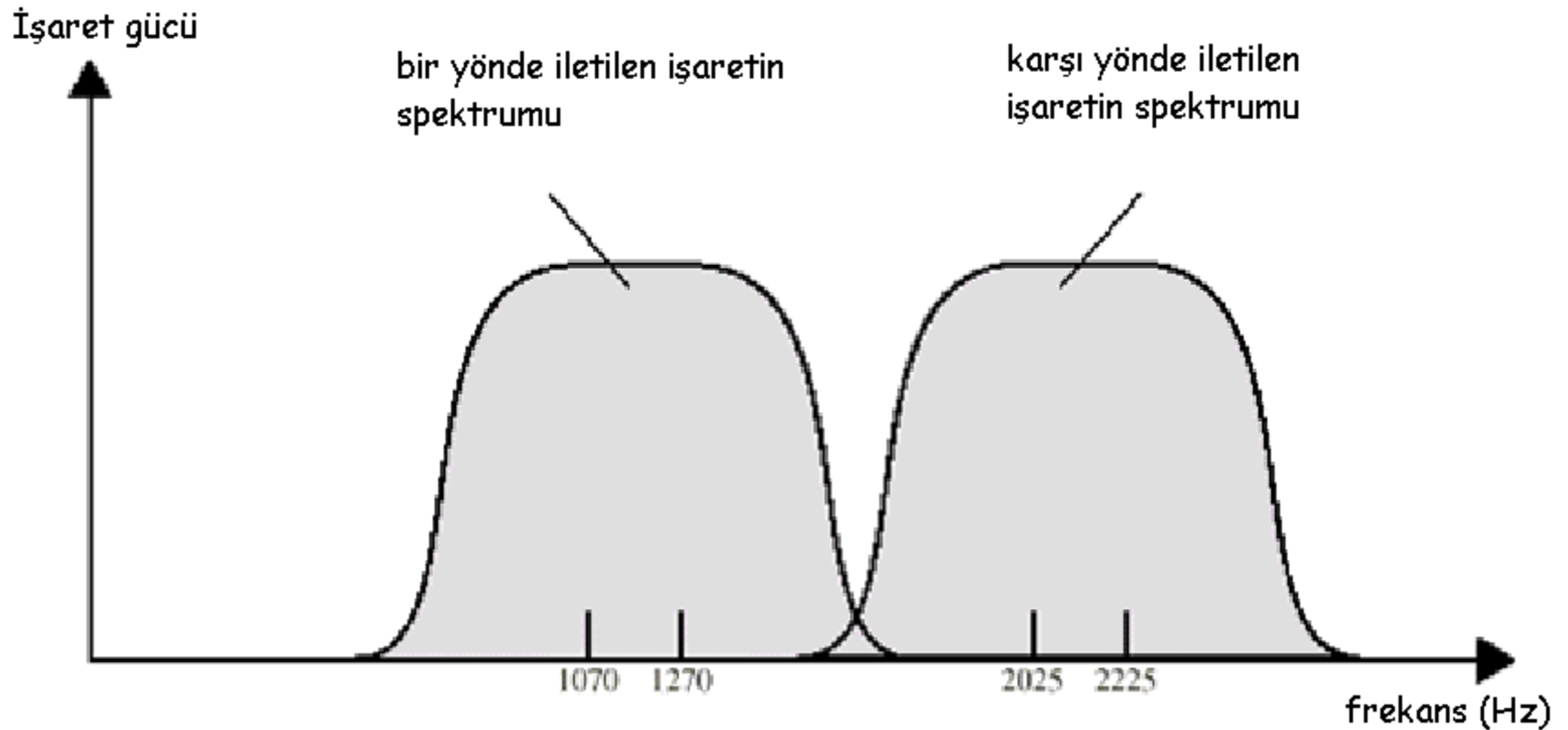
# Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (ASK)

- Taşıyıcının farklı genliklerdeki değerleri ile ifade edilir
- Genellikle, bir genliklerden biri sıfırdır
  - Örneğin, var-yok taşıyıcı kullanılır
- Basittir, fakat dezavantajı çoktur
  - Ani kazanç değişimlerinden fazla etkilenir
  - Verimli değil.
  - Gürültüden etkilenmesi yüksektir.
  - Telefon hatlarında 1200bps kadar
  - Optif fiberlerde kullanılır (genellikle yoğunluk modülasyonu olarak adlandırılır (intensity modulation))
  - Kısa mesafeli uzaktan kontrol ve telemetri sistemlerinde

# Frekans Kaydırmalı Anahtarlama (FSK)

- Lojk değerler farklı frekanslarla gösterilir (bir merkez frekans etrafında)
- ASK ya göre gürültü karşı bağışıklığı yüksek
- Telefon hatlarında 1200bps kadar V23
- Verimli değildir. Modülasyon oranı 1
- Tipik kullanım yerleri:
  - Yüksek frekanslı telsiz iletişimi (ISM Band)
  - Düşük hızlı modemler

# Analog Telefon Hatlarında FSK





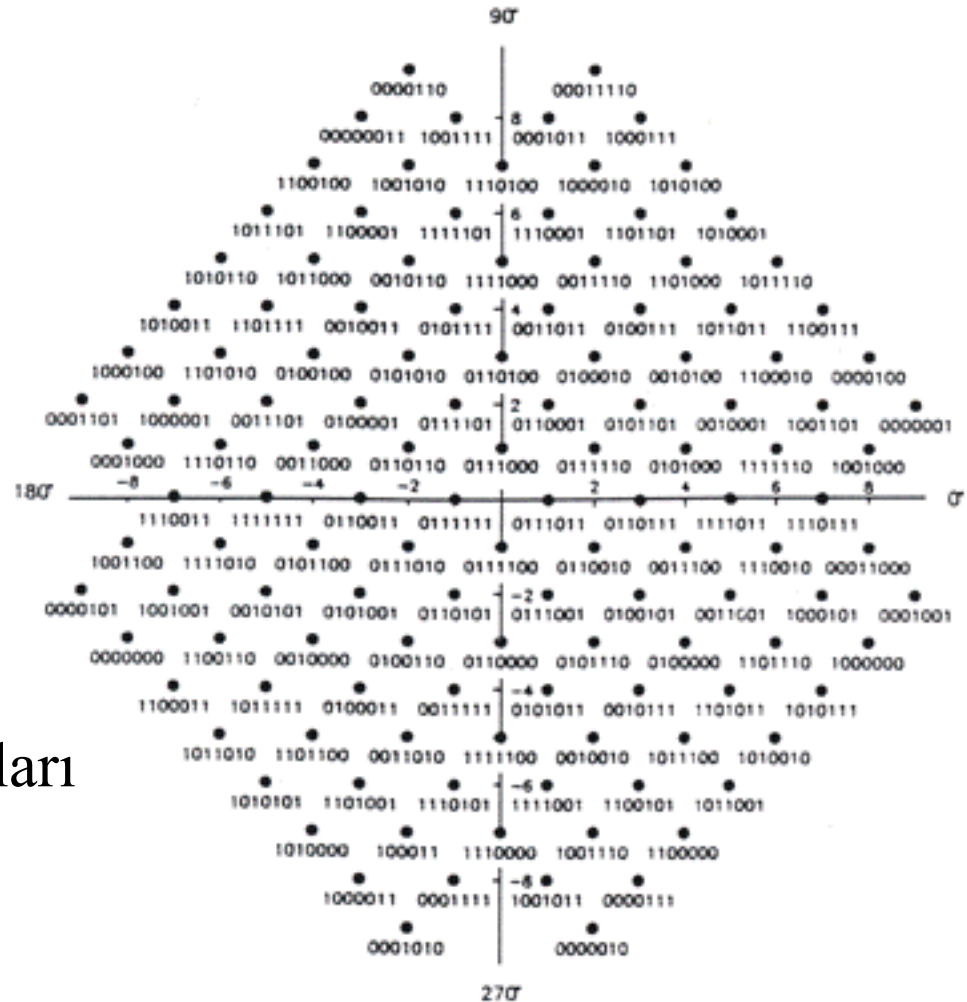
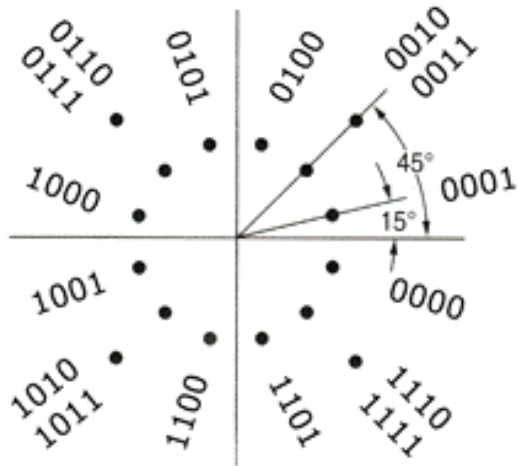
# Faz Kaydırmalı Anahtarlama (PSK)

- Taşıyıcı işaretin fazı, veriye bağlı olarak kaydırılır
- BPSK verimli değildir
- Farksal PSK
  - Bir referansa göre değil de bir önce iletilen işarete bağlı olarak faz kaydırılır (işaret bileşeni)

# Dik (Quadrature) PSK

- Her bir bileşenin 1 den fazla bit ile gösterilmesi daha verimlidir.
  - Örneğin  $\pi/2$  (90°) kaydırılır
  - Her bir bileşen iki bit ile gösterilir
  - QPSK da Modülasyon oranı 2 dir

# QPSK, M-ary Kodlama, QAM



İşaret yerleşim diyagramları