

# Veri İletişimi

# Data Communications

Suat ÖZDEMİR

Gazi Üniversitesi

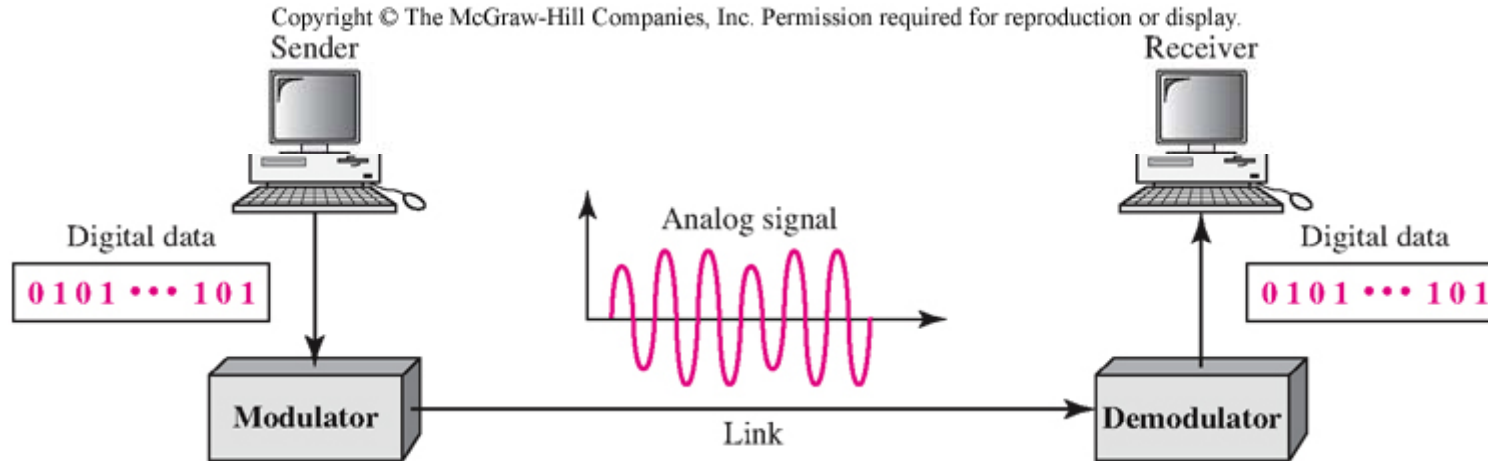
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

5. Analog veri iletimi

# Sayısal analog çevirme

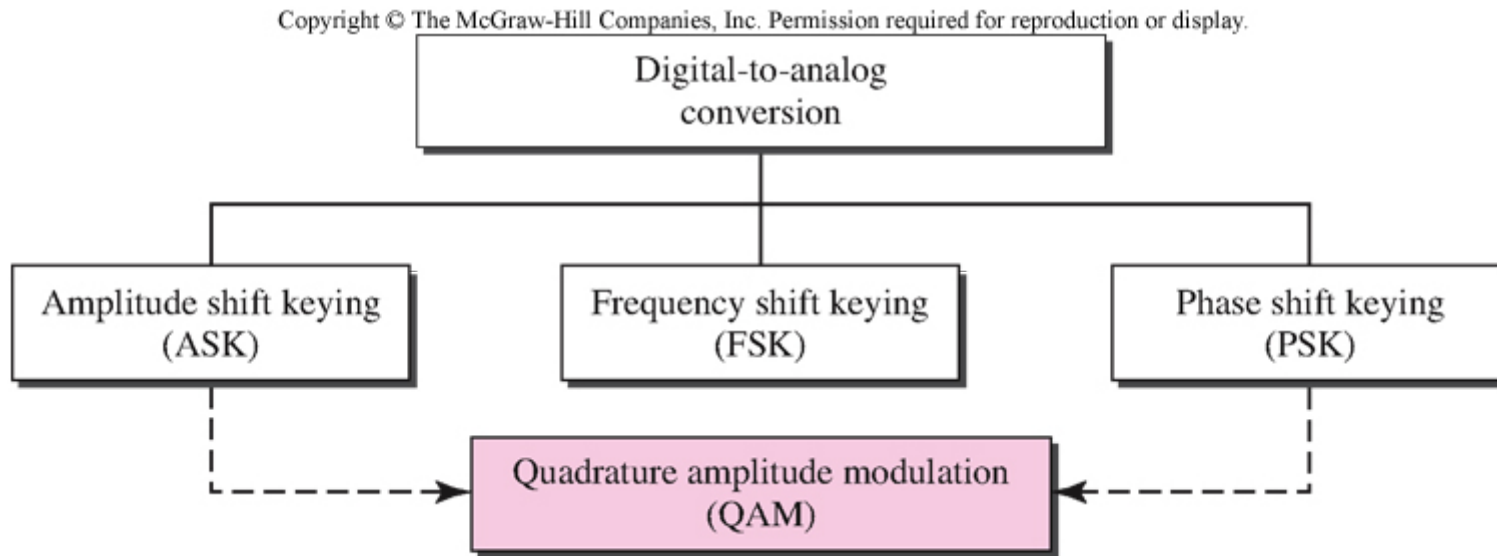
# Sayısal analog çevirme

- Sayısal datanın band pass analog sinyale çevrilmesi sayısal-analog çevirme olarak adlandırılır.
- Low pass analog sinyalin band pass analog sinyale çevrilmesi analog-analog çevirme olarak adlandırılır.
- **Sayısal-analog çevirme analog sinyalin karakteristik özelliklerinden birisinin sayısal dataya göre değiştirilmesi işlemidir.**



# Sayısal analog çevirme

- Bir sinüs dalgası genlik (amplitude), frekans ve faz (phase) ile tanımlanır.
- Amplitude shift keying (ASK), frequency shift keying (FSK), phase shift keying (PSK) ve quadrature amplitude keying (QAM) olarak 4 modülasyon yöntemi vardır. En yaygın kullanılan QAM'dir.



# Sayısal analog çevirme

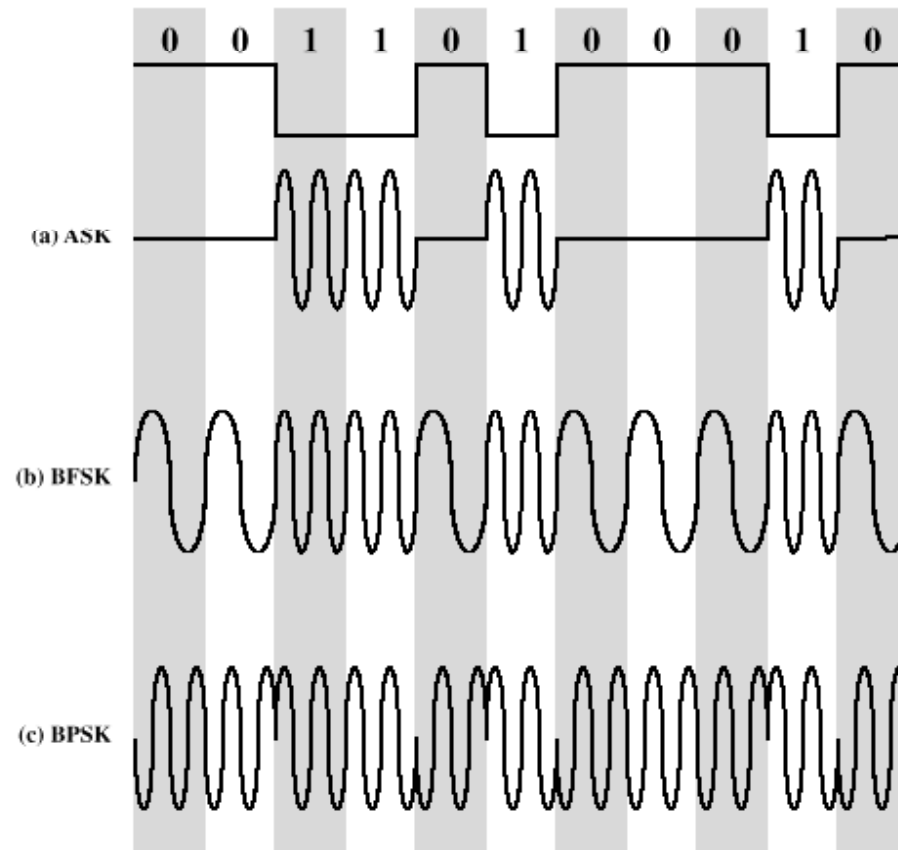


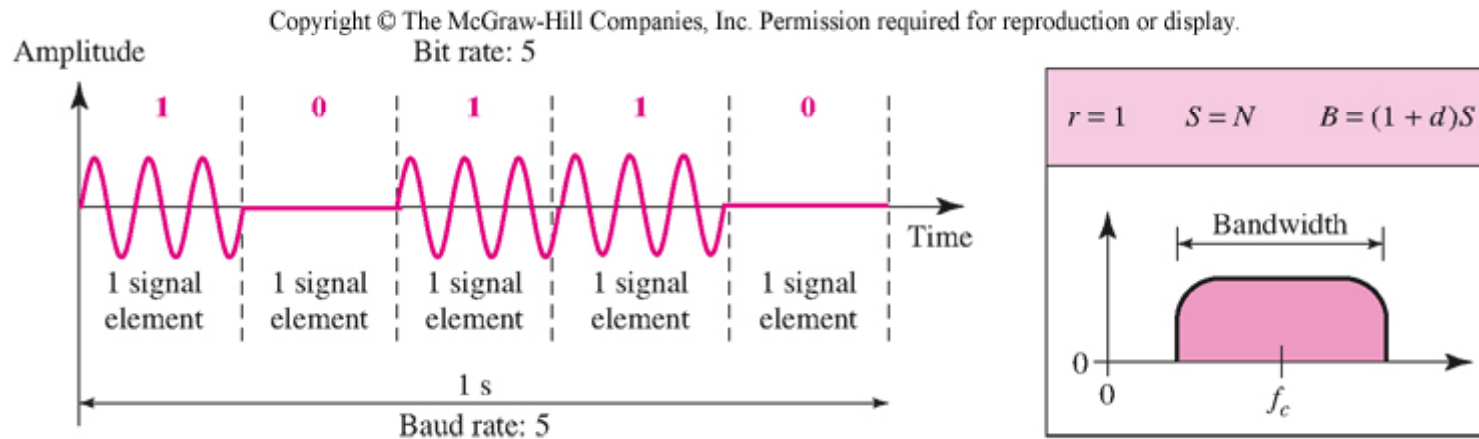
Figure 6.2 Modulation of Analog Signals for Digital Data

# Sayısal analog çevirme

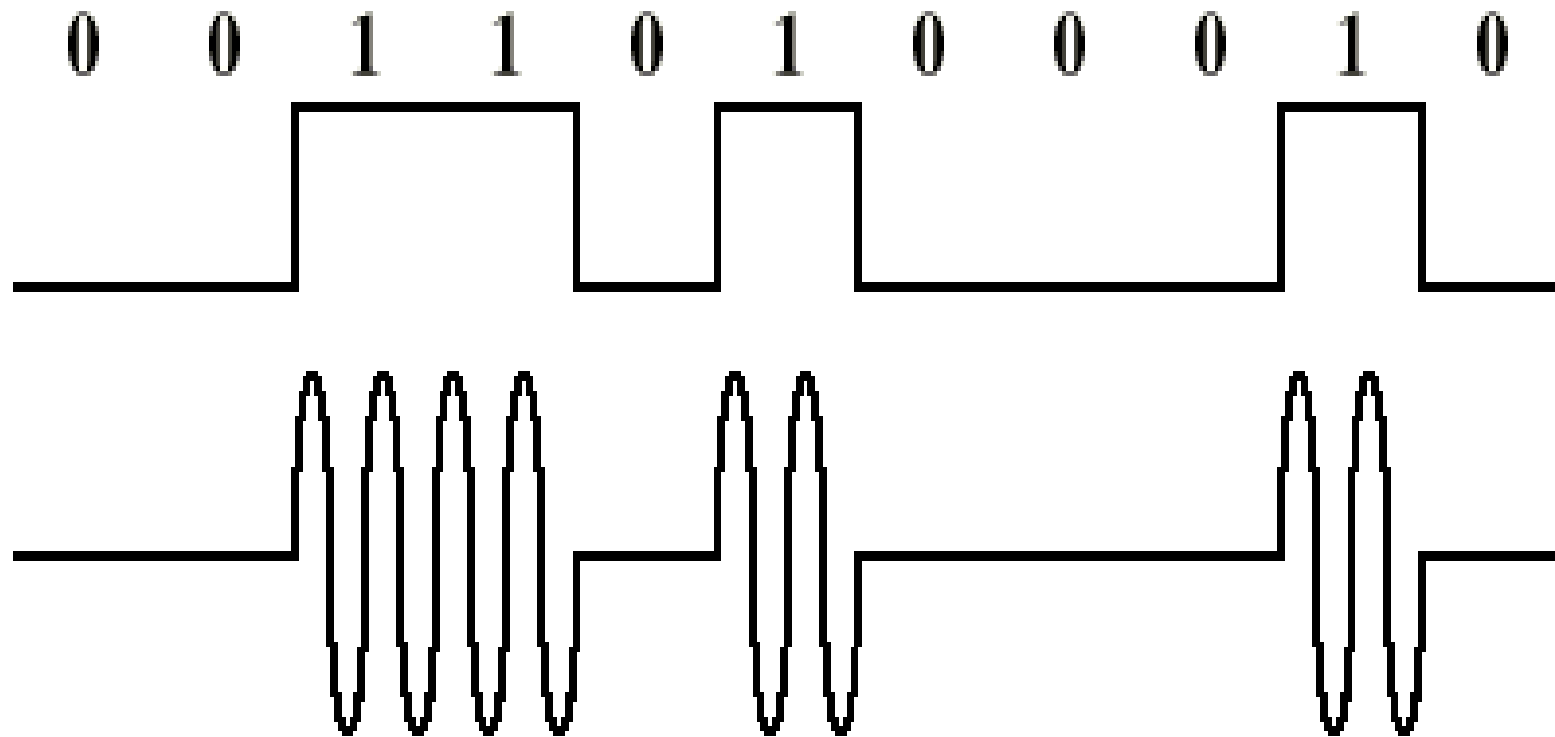
- Data element, en küçük bilgidir (bit). Signal element, en küçük sabit sinyaldir.
- Carrier signal (taşıyıcı sinyal), gönderen cihaz tarafından üretilen yüksek frekanslı sinyaldir.
- Bant genişliği sinyal rate ile doğru orantılıdır
  - FSK hariç
- Örnek: Bit rate 8000bps. Baud rate 1000 baud. Her sinyal elementinde kaç bit var? Kaç farklı sinyal elementine ihtiyaç vardır?
  - $r = N/S = 8000/1000 = 8$
  - $r = \log_2 L \rightarrow L = 256$

# ASK – Amplitude Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilir. Birçok genlik seviyesi oluşturulabilir.
- Genellikle birisi 0 olmak üzere iki seviyeli değişim yapılır (On-off keying).
- BW en az  $S$ , en fazla  $2S$  kadardır.  $0 < d < 1$ , modülasyon filtre işlemine bağlıdır.



# ASK – Amplitude Shift Keying

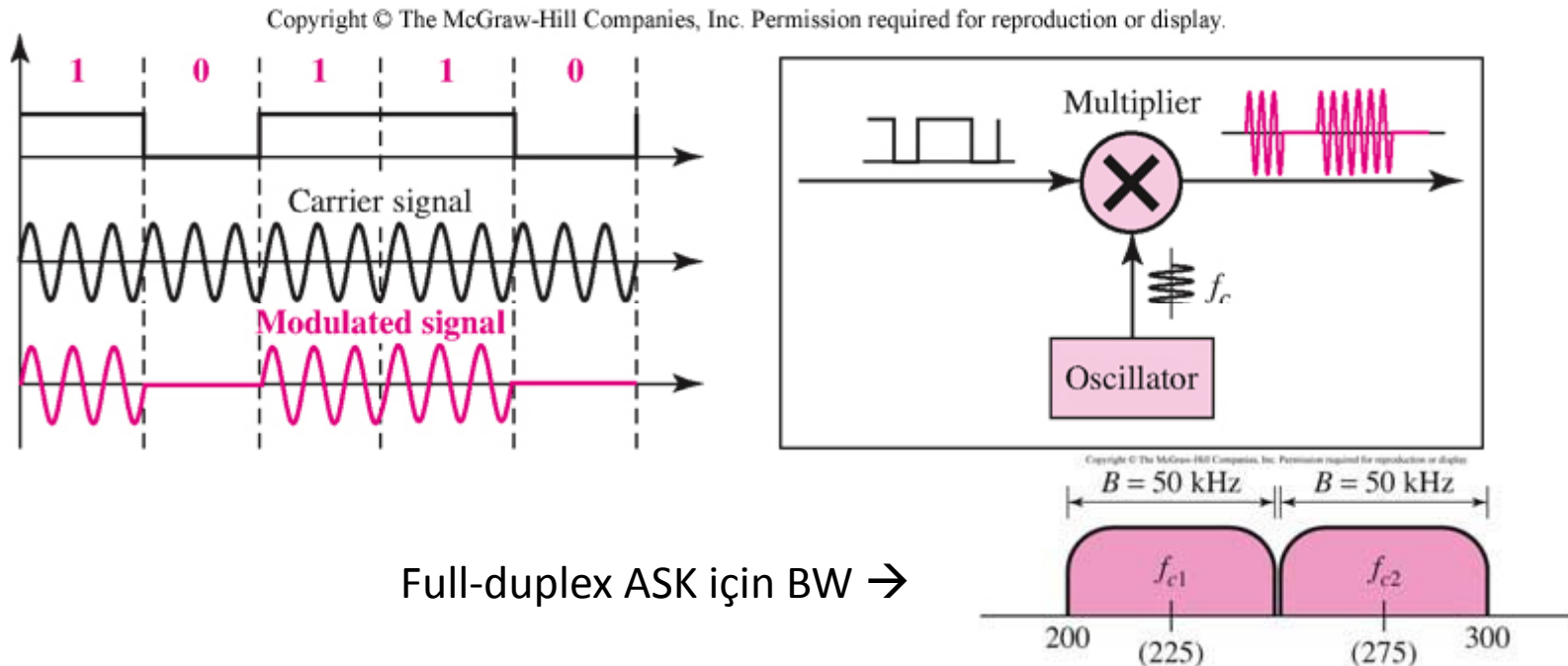


(a) Amplitude-shift keying



# ASK – Amplitude Shift Keying

- Eğer sayısal data unipolar NRZ ile ifade edilirse, NRZ ile taşıyıcı sinyal çarpılarak ASK oluşturulur.
- İki seviye yerine 4, 8 veya daha fazla seviye kullanılabilir.



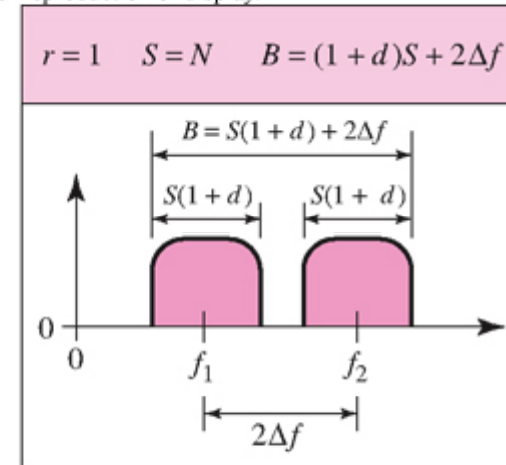
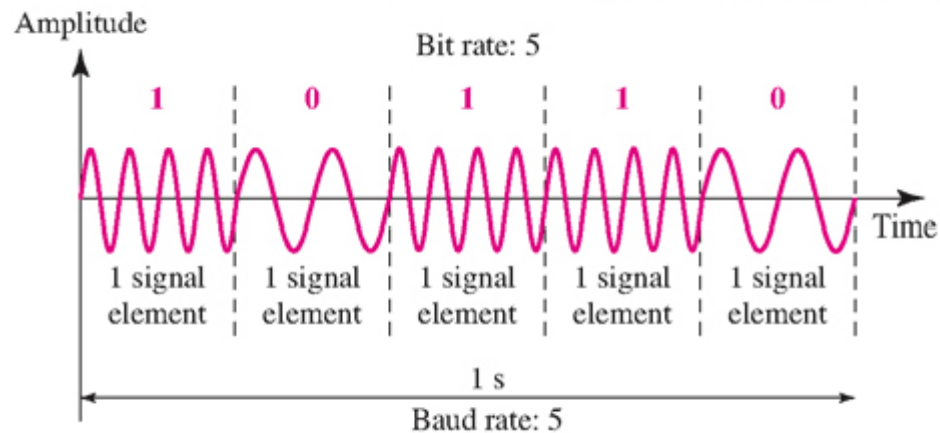
# ASK – Amplitude Shift Keying

- Ani güç değişikliklerinden etkilenir
- Kolay ama verimsiz bir modülasyon tekniğidir
- Ses hatlarında (voice-grade line), 1200 bps data rate'e kadar kullanılır
- Sayısal veriyi optik fiber üzerinde iletmek için kullanılabilir

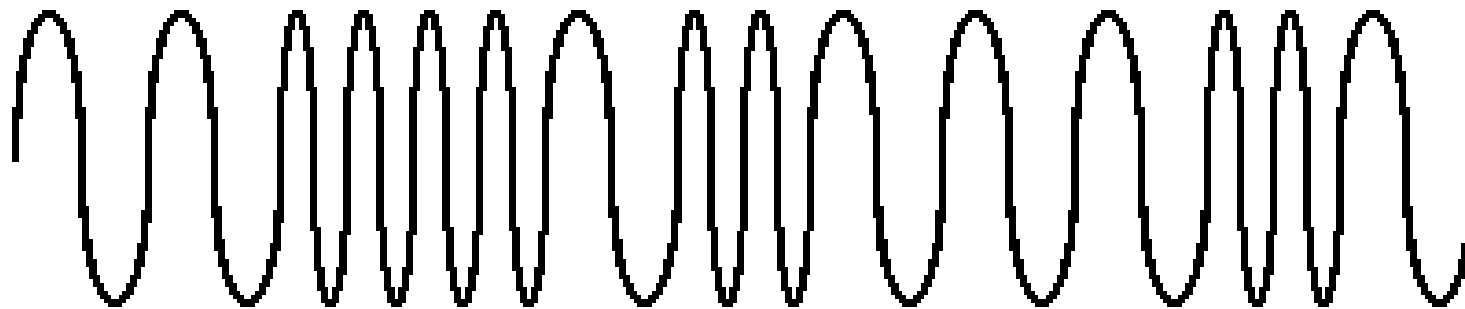
# FSK - Frequency Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin frekansı değiştirilir.
- Binary FSK ile iki farklı frekansta sinyal kullanılır.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



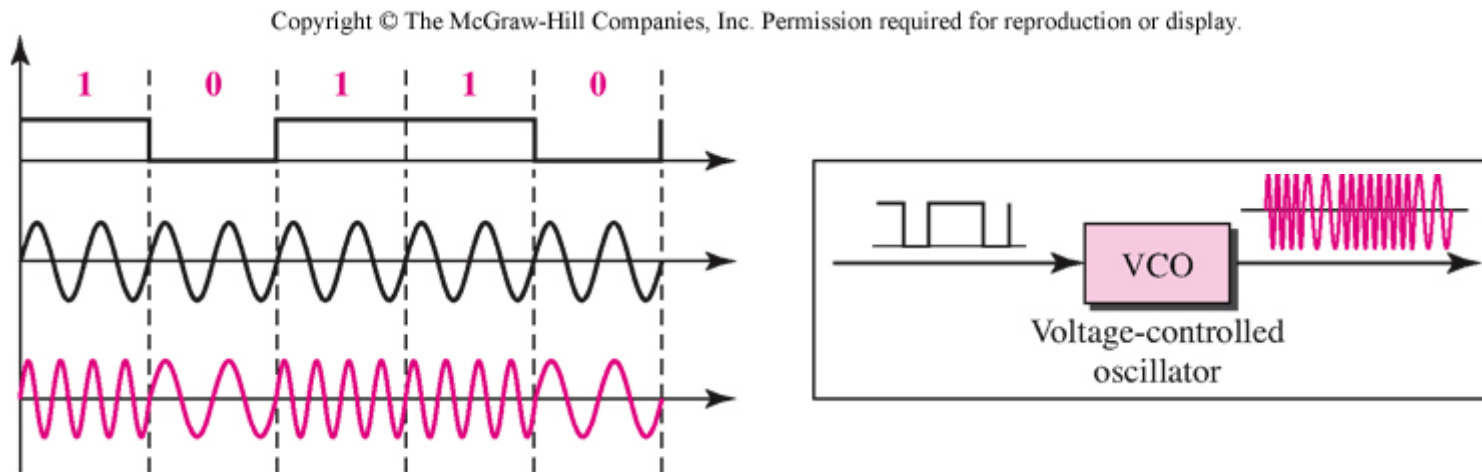
# Frequency-Shift Keying



**(b) Frequency-shift keying**

# FSK - Frequency Shift Keying

- Voltage-controlled oscillator (VCO) tarafından oluşturulabilir.
- NRZ ile VCO kullanılarak BFSK oluşturulması şekilde görülmektedir.



# Binary Frequency-Shift Keying (BFSK)

- ASK dan daha az hata oluşur
- Ses hatlarında (voice-grade line), 1200 bps data rate'e kadar kullanılır
- Yüksek frekanslı (3 to 30 MHz) radio iletişimi için kullanılabilir
- Coaxial kablo kullanan LAN'larda daha yüksek frekanslarda kullanılabilir

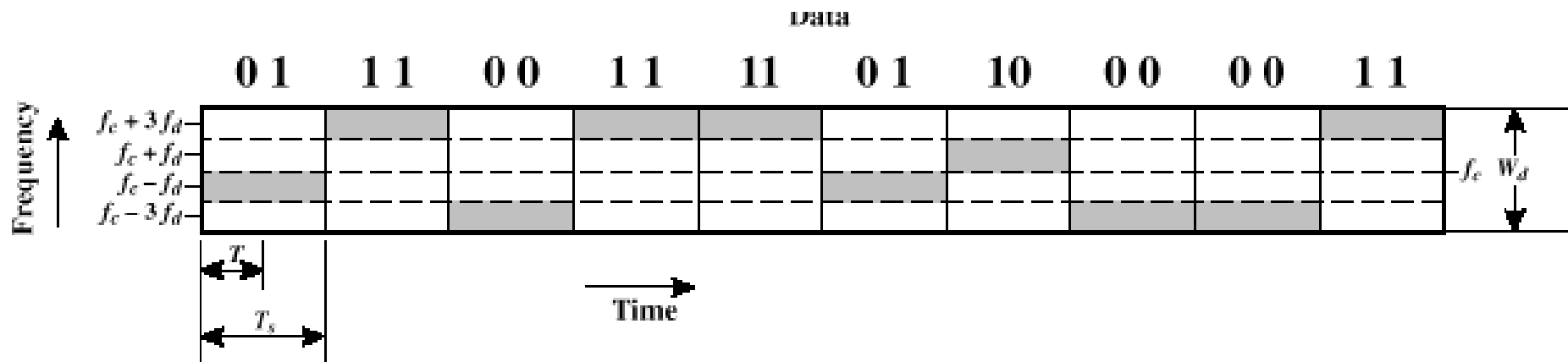
# Multiple Frequency-Shift Keying (MFSK)

- İki frekansdan fazlası kullanılıyor
- Bantgenişliği olarak daha iyi ama hata oluşturmaya daha müsait

$$s_i(t) = A \cos 2\pi f_i t \quad 1 \leq i \leq M$$

- $f_i = f_c + (2i - 1 - M)f_d$
- $f_c$  = the carrier frequency
- $f_d$  = the difference frequency
- $M$  = sinyal seviye sayısı =  $2^L$
- $L$  = number of bits per signal element

# Multiple Frequency-Shift Keying (MFSK)



**Figure 6.4 MFSK Frequency Use ( $M = 4$ )**



# Multiple Frequency-Shift Keying (MFSK)

- Input data rate'e uymak için her output sinyal elemanı  $T_s$  kadar bekletilir
  - $T_s = LT$  seconds
    - where  $T$  is the bit period (data rate =  $1/T$ )
- Bir sinyal elemanı  $L$  bit input datayı kodlar

# Multiple Frequency-Shift Keying (MFSK)

- Toplam bantgenişliği

$$2Mf_d$$

- Minimum frequency separation required

$$2f_d=1/T_s$$

- Therefore, modulator requires a bandwidth of

$$W_d=2Mf_d=M/T_s$$

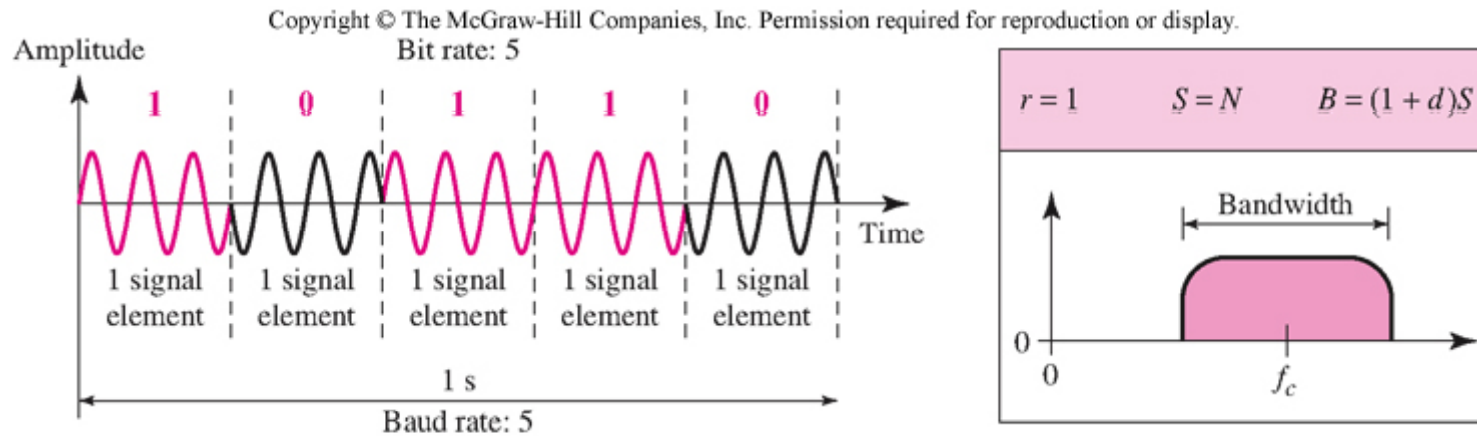
- FSK için gerekli olan bandwidth taşıyıcı frekansları arasındaki uzaklığa bağlı

# Örnek

- Bit rate 3 Mbps. Bir anda 3 bit birden göndermek isteniyor. Taşıyıcı frekans 10MHz. Kaç seviye gerekir, baud rate nedir, bant genişliği nedir.
  - $M=2^3=8$
  - $S=3000/3=1000$  baud
  - En düşük S kadar ara olmalı  $2f_d=1000$   
 $B=2Mf_d=8 \times 1000=8000$

# PSK – Phase Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin fazı değiştirilir.
- BPSK'da  $0^\circ$  ve  $180^\circ$  faz farklı iki sinyal kullanılır.
- PSK gürültüden ASK'ya göre az etkilenir.
- PSK sadece bir tane taşıyıcı frekans gerektirir, FSK seviye sayısı kadar gerektirir.



# Two-level PSK

Tasiyici sinyalin phase'i veriyi ifade edebilmek icin kaydirilir

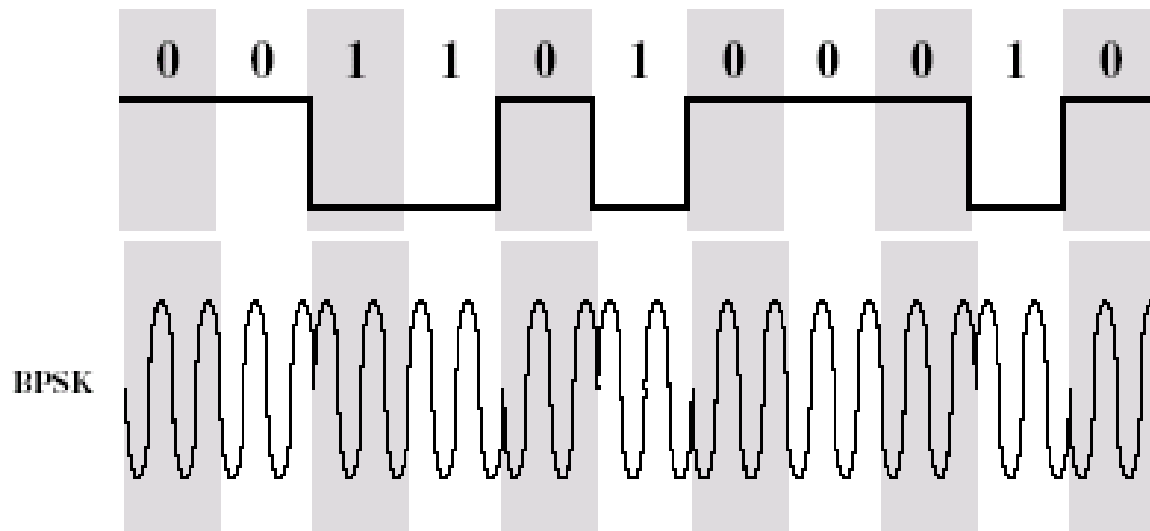


Fig. Phase shift is with reference to some constant reference signal.

# Phase-Shift Keying (PSK) - Differential PSK

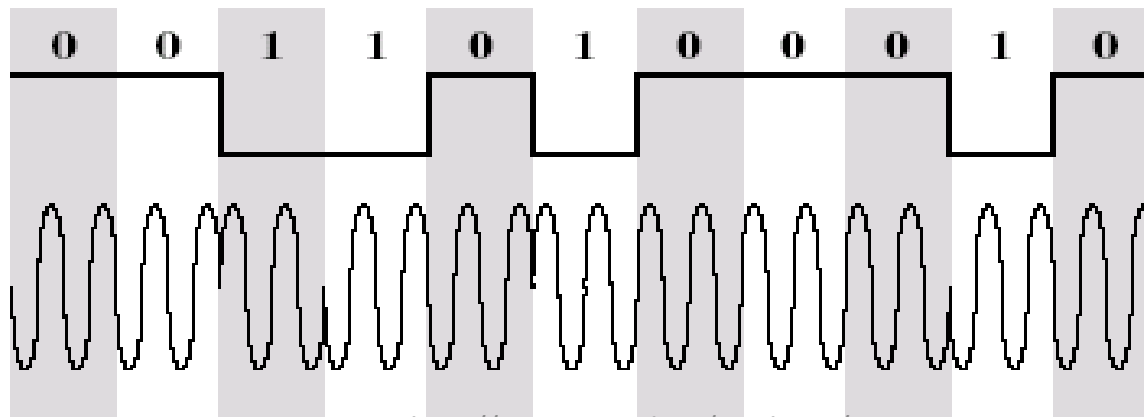
- Phase kaydırması referans sinyale göre değil, transmit edilen önceki bite göre yapılır
- Zamanlama mekanizmasına ihtiyaç duymaz

# Phase-Shift Keying (PSK)

- **Differential PSK (DPSK)**

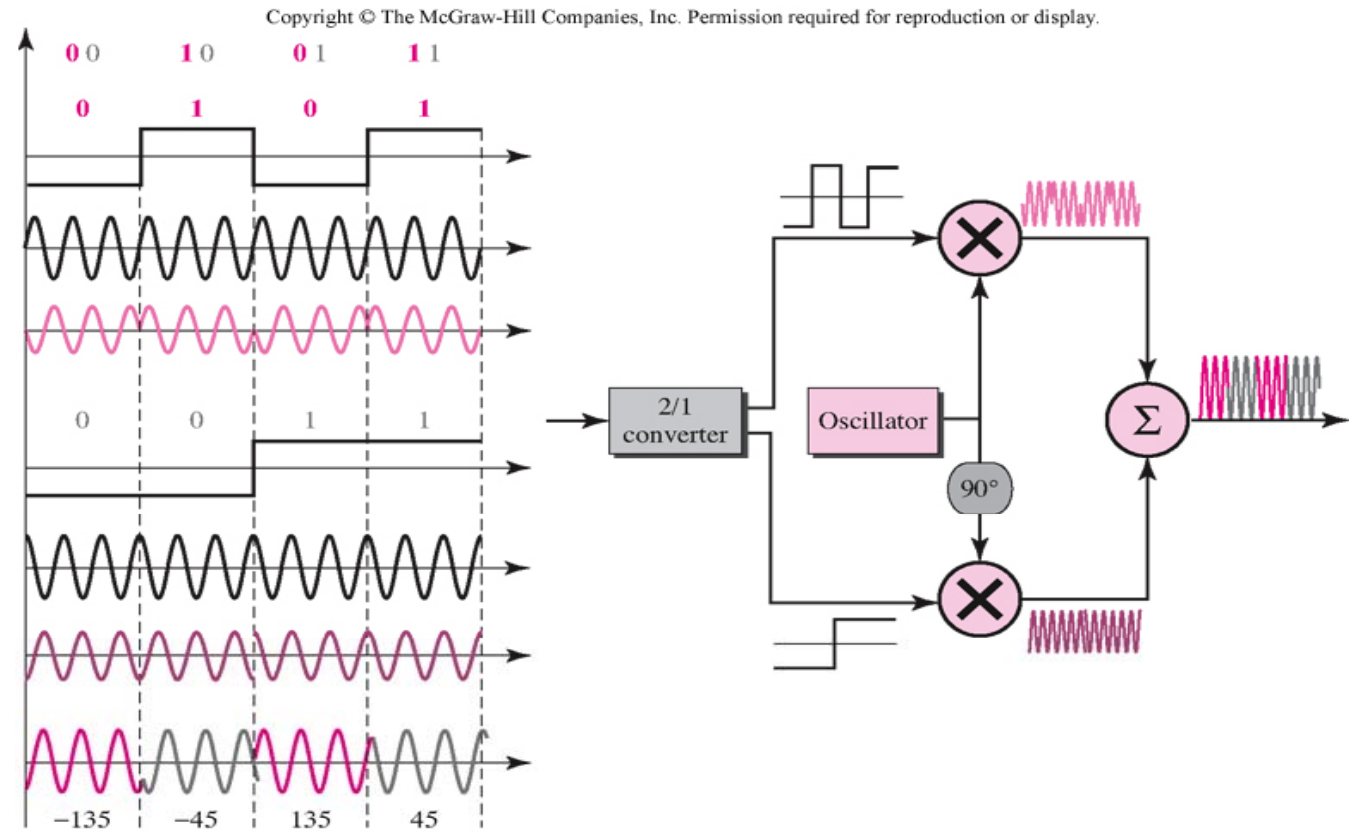
- Bir önceki bite göre phase kaydırması yapar

- Binary 0 – bir önceki bitle aynı phasede bir sinyal gonder
- Binary 1 – bir önceki bitin tam tersi phasede bir sinyal gonder



# QPSK – Quadrature Phase Shift Keying

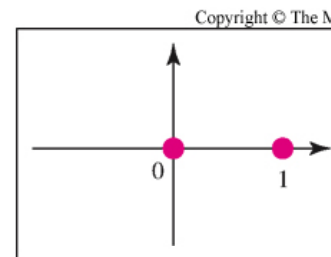
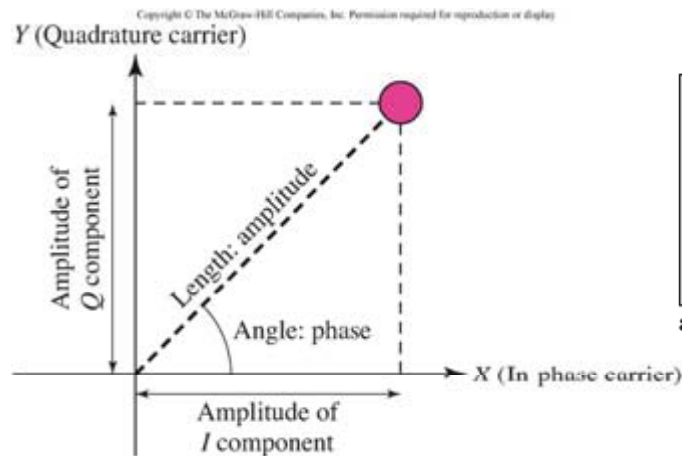
- Bir sinyalle iki bit gönderilir.
- Her iki bit'e iki ayrı multiplier tarafından işlem yapılır.
- İki sinyal toplanarak  $45^\circ$ ,  $-45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $-135^\circ$  fazlarda sinyal oluşur.



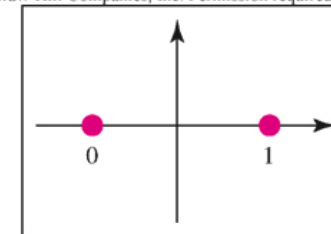


# Constellation Diagram

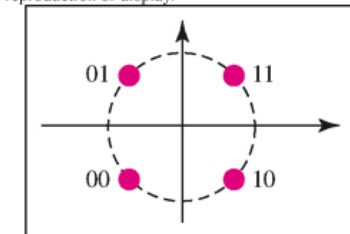
- Sinyalin genlik ve faz değerlerini göstermek için kullanılır.
- ASK, PSK ve QAM için kullanılır. Her nokta faz ve genlik değerlerini gösterir.



a. ASK (OOK)



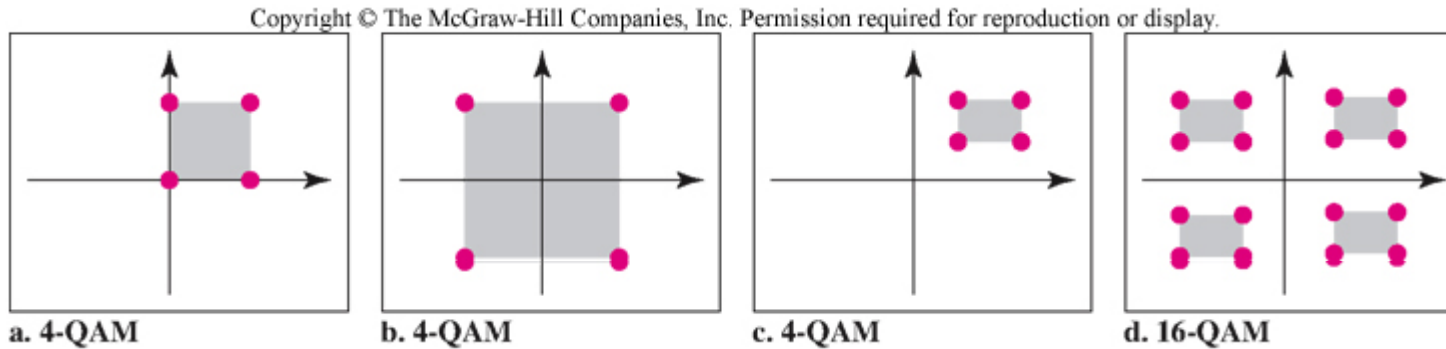
b. BPSK



c. QPSK

# QAM - Quadrature Amplitude Keying

- ASK ve PSK birlikte kullanılır.
- Şekilde unipolar NRZ ile 4-QAM kullanımı görülmektedir.



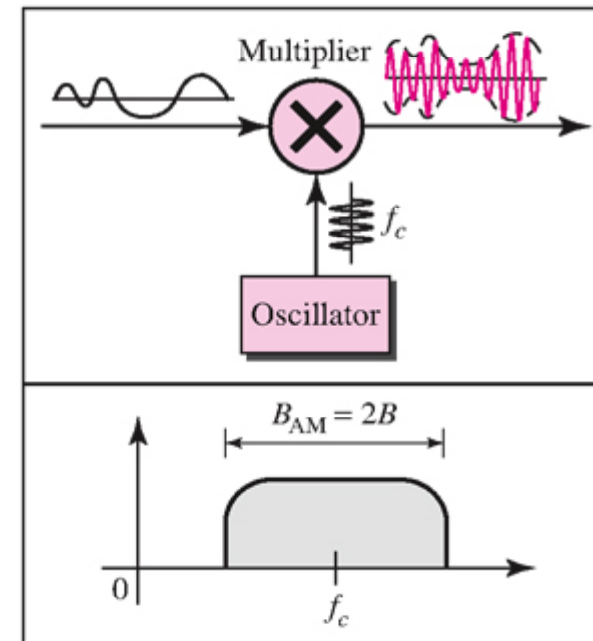
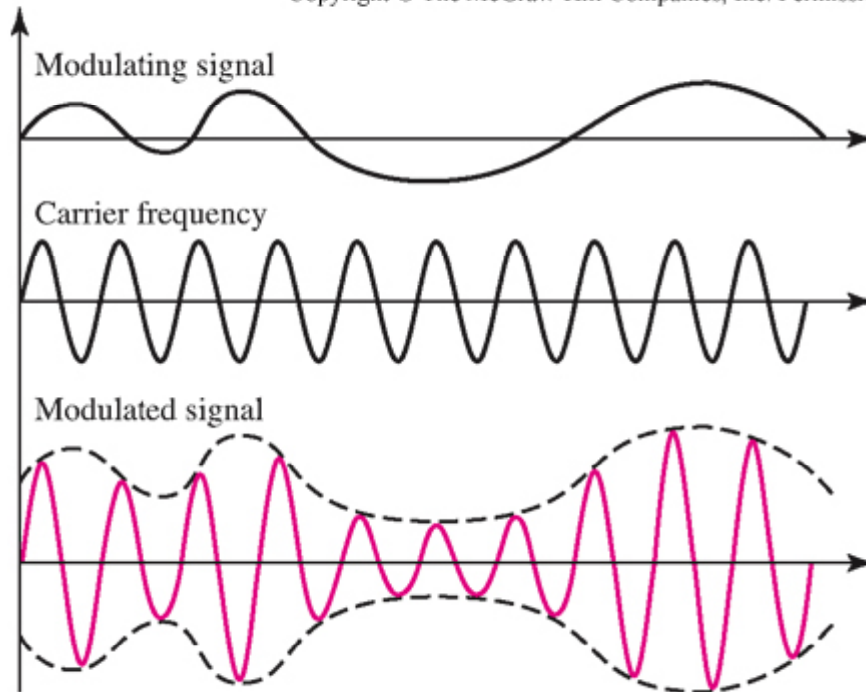
# Analog analog çevirme

- Analog bilgi analog sinyal ile ifade edilir.
- Ortam bant geçiren ise analog analog çevirme gereklidir.
- Analog analog çevirme amplitude modulation (AM), frequency modulation (FM) ve phase modulation (PM) ile yapılır.

# Amplitude Modulation

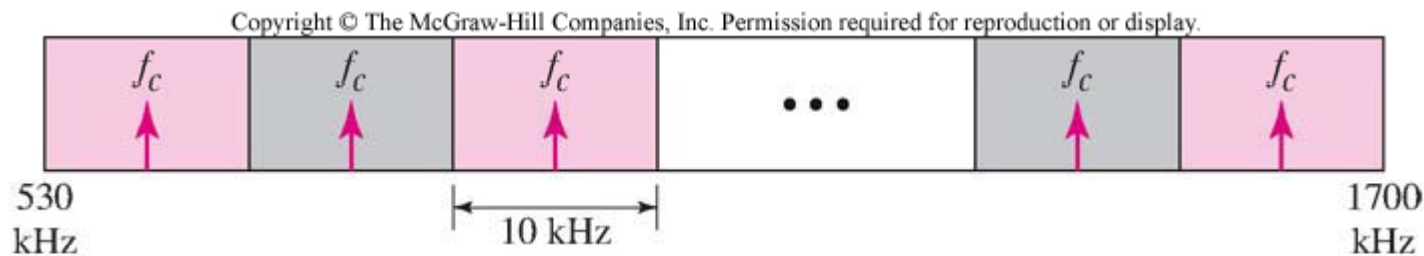
- Taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilir.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



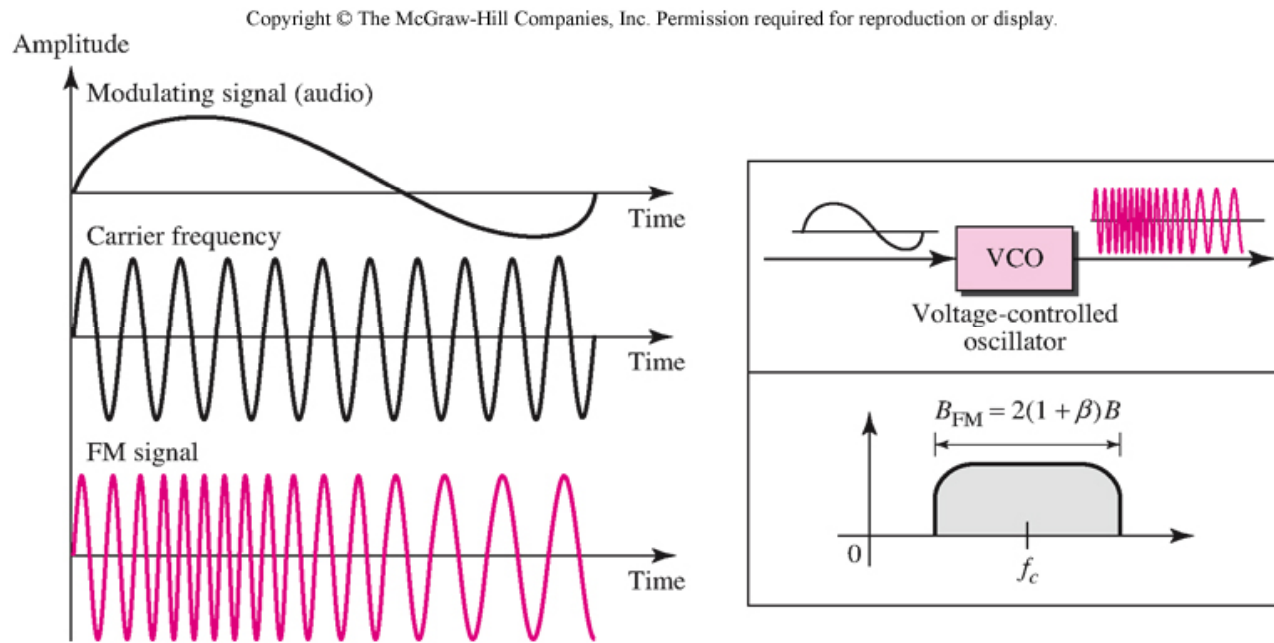
# Amplitude Modulation

- BW, modüle eden sinyalin iki katıdır.
- AM radyo kanalları 10 kHz BW sahiptir.
- Interference olmaması için her iki komşu kanal arasında 10 kHz guard band konur.
- AM taşıyıcı frekansları 530-1700 kHz arasındadır.



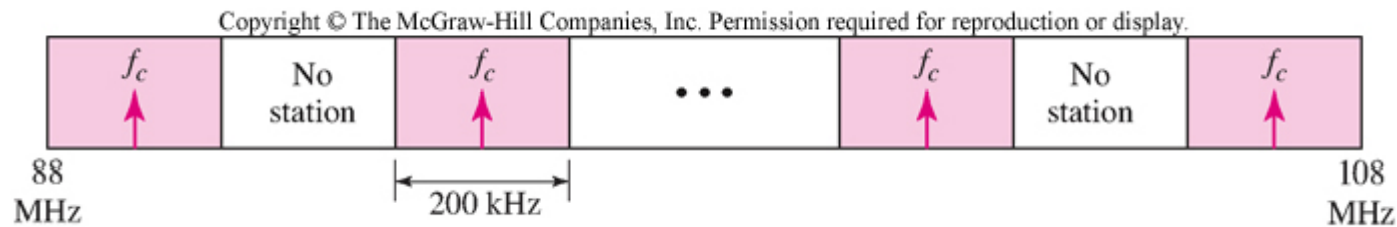
# Frequency Modulation

- Taşıyıcı sinyalin frekansı değiştirilir.
- BW,  $2(1 + \beta)B$  olur.  $\beta$  modülasyon oranıdır ve genellikle 4 olarak alınır.



# Frequency Modulation

- FM radyo kanalları 200 kHz BW sahiptir.
- FM taşıyıcı frekansları 88-108 MHz arasındadır.



# Phase Modulation

- Taşıyıcı sinyalin fazı modüle eden sinyalin genliğine göre değiştirilir.
- PM için BW, FM ile aynıdır.

