

Bilgisayar Ağları Computer Networks

Hazırlayan: M. Ali Akcayol
Gazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Bu dersin sunumları, "Behrouz A. Forouzan, Data Communications and Networking, McGraw-Hill, 2013." kitabı kullanılarak hazırlanmıştır.

İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ Sinyal kodlama kriterleri
- ▶ Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ İletişim modları

Kodlama ve modülasyon yöntemleri

- ▶ **İletim ortamının özelliğine göre analog sinyal** veya **sayısal sinyal** kullanılabilir.
- ▶ İletim ortamındaki gürültülerden kaynaklanan **bozulmalar yükselteçler ve tekrarlayıcılarla düzeltilmeye çalışılır.**
- ▶ Belirli bir seviyenin üzerindeki bozulmalar, kaynağından orijinal sinyal tekrar istenmeden düzeltilemez.
- ▶ İletim ortamlarının karakteristik özelliğine uygun sinyal türü seçilse bile, **kullanılacak frekans oldukça önemlidir.**
- ▶ İletim ortamının guided/unguided olması ve **fiziksel özellikleri**, iyi iletebileceği **frekans aralığını** belirlemektedir.
- ▶ **Kablosuz iletişimde analog sinyaller kullanılır** ve belirli bir frekansın üzerindeki sinyaller kullanılarak anten boyutu düşürülmeye çalışılır.

Kodlama ve modülasyon yöntemleri

- ▶ Veriyi göndermek için **sayısal sinyal** kullanılacaksa, **gönderici tarafta** veriyi sayısal sinyale dönüştürmek için **kodlayıcı (encoder)** kullanılır.
- ▶ **Alıcı tarafta** ise sayısal sinyali veriye dönüştürmek için **kod çözücü (decoder)** kullanılır.
- ▶ Kablosuz ortamlarda iletim için **analog sinyaller kullanılmaktadır.**
- ▶ **Analog sinyal** kullanılarak iletişim için **modülatör** ve **demodülatör** devrelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ **Sinyal kodlama kriterleri**
- ▶ Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ İletişim modları

Sinyal kodlama kriterleri

- ▶ İletim ortamında gönderilen **sinyalin gönderilme sıklığı ağıdaki trafiği etkiler.**
- ▶ Bu yüzden en az sinyal ile mümkün olan en çok veriyi göndermek amaçlanmaktadır.
- ▶ **Bir saniyede** iletilen veri miktarı **veri oranı (data rate)** olarak adlandırılır.
- ▶ **Bir saniyede** iletilen sinyal miktarı **signal rate, modulation rate** veya **baud rate** olarak adlandırılır.
- ▶ **Veri parçası (data element)**, sayısal veriler için **bir biti ifade eder**, 1 veya 0 ile gösterilir.
- ▶ **Veri oranı (data rate)**, **bir saniyede gönderilen bit sayısıdır**, bps (bits per second) olarak gösterilir.

Sinyal kodlama kriterleri

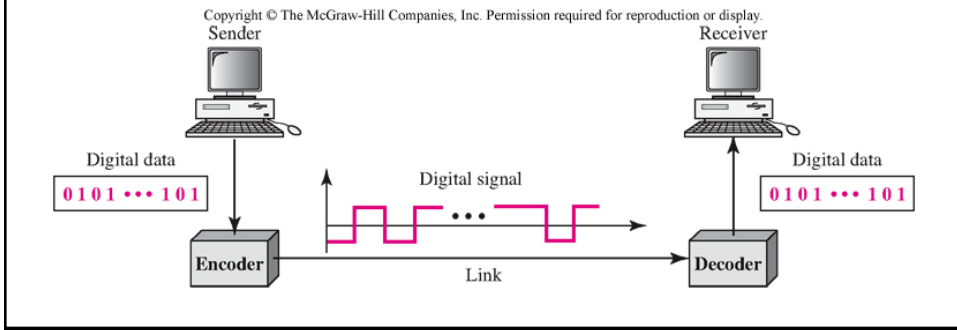
- ▶ Sayısal sinyallerde **sinyal parçası (signal element)**, parametreleri değişmeden devam eden **bir parçayı** ifade eder.
- ▶ Analog sinyallerde **sinyal parçası; frekansı, genliği ve faz açısı değişmeden devam eden bir sinyal parçasını** ifade eder.
- ▶ Amaç, **baud rate düşürülürken bit rate değerini artırmaktır.**
- ▶ **Bandwidth**, sinyali taşımak için gereken frekans aralığını (bant genliği - Hz) gösterir.
- ▶ **Sinyallerde senkronizasyon**, gönderenin gönderdiği her bir **sinyal parçasının başladığı ve bittiği yeri alıcının doğru belirlemesini ifade eder.**

İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ Sinyal kodlama kriterleri
- ▶ **Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi**
- ▶ Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ İletişim modları

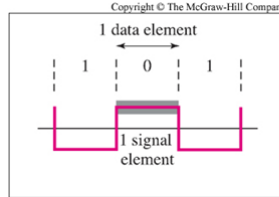
Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

- ▶ **Verinin** iki nokta arasında iletilmesi için **analog** veya **sayısal sinyale çevrilmesi gerekir**.
- ▶ **Sayısal-sayısal çevirmede**, sayısal veri sayısal sinyale dönüştürülür.
- ▶ **Analog-sayısal çevirmede**, analog veri sayısal sinyale dönüştürülür.
- ▶ Elde edilen sinyal **paralel** veya **seri** olarak iletilir.

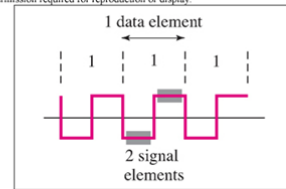


Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

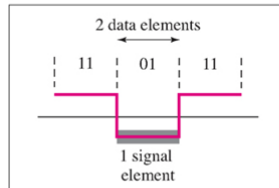
- ▶ **Line coding** sayısal veriyi sayısal sinyale dönüştürme işlemidir.
- ▶ En küçük parça **bit** olarak adlandırılır.
- ▶ Şekilde **r** bir sinyal parçasıyla taşınan veri parçası sayısını göstermektedir.



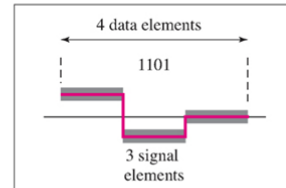
a. One data element per one signal element ($r = 1$)



b. One data element per two signal elements ($r = \frac{1}{2}$)



c. Two data elements per one signal element ($r = 2$)

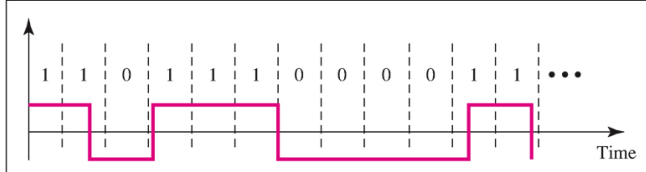
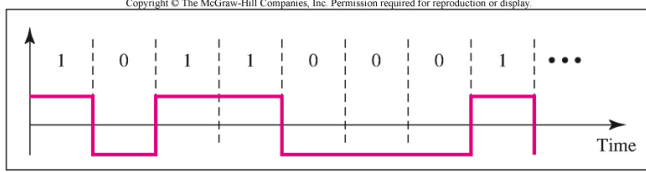


d. Four data elements per three signal elements ($r = \frac{4}{3}$)

Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Sinyal iletişiminde karşılaşılan problemler;

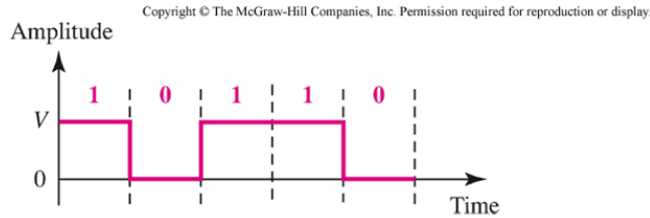
- ▶ Sinyalde **uzun 1** ve **0 serilerinin** alıcıda doğru alınması zordur.
- ▶ Bir sinyal belirli bir süre sabit kalırsa **DC bileşen** oluşur.
- ▶ Düşük frekansları geçirmeyen sistemlerde sorun oluşur. (Telefon hattı 200Hz altını geçirmez)
- ▶ İki sistemde bit aralığı eşit olmalıdır.
- ▶ **Self-synchronization**, sayısal sinyalin zamanlama bilgisini içinde bulundurmasıdır.



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Unipolar (non-return-to-zero)

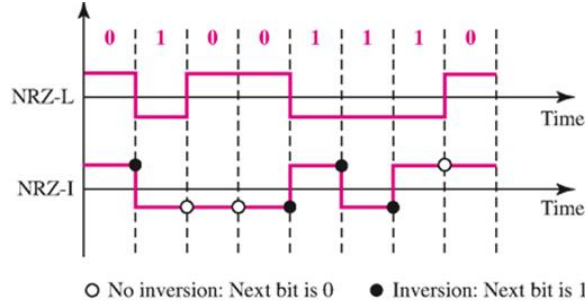
- ▶ Bit 1 pozitif gerilim ve bit 0 negatif gerilim veya 0 V ile tanımlanır.
- ▶ Sinyal **bitin ortasında 0'a dönmediği için non-return-to-zero** denilmektedir.



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Polar (non-return-to-zero)

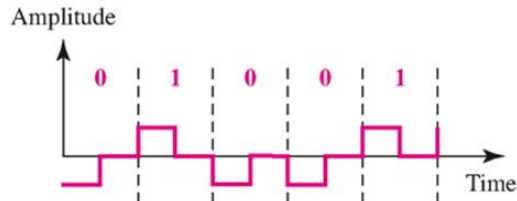
- ▶ İki seviyeli sinyal kullanılır.
- ▶ **NRZ-Level** ve **NRZ-Invert** olarak iki türdür.
- ▶ **NRZ-L**: Bit 0 pozitif gerilim ve bit 1 negatif gerilim ile tanımlar.
- ▶ **NRZ-I**: Seviyedeki değişim bit 1 ve değişmeme bit 0 dir.
- ▶ Uzun 1 ve 0 serilerinin algılanması zordur (NRZ-L da daha fazla).
- ▶ **Senkronizasyon problemi her ikisinde vardır.**



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Polar (return-to-zero)

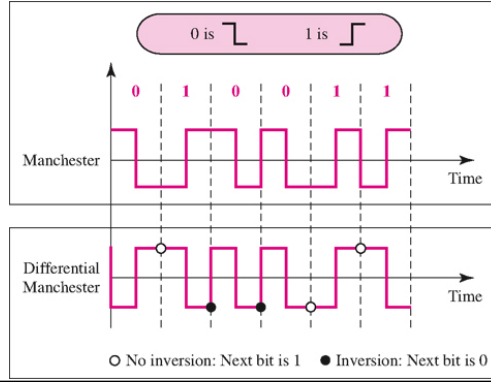
- ▶ NRZ kodlamada **alıcı verici senkronizasyonu problemdir.**
- ▶ Return-to-zero'da **pozitif, sıfır** ve **negatif** gerilim seviyesi görülür.
- ▶ RZ de sinyal **bitin ortasında 0 seviyesine döner.**
- ▶ **DC bileşen problemi yoktur.**



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Polar (Biphase: Manchester ve Differential Manchester)

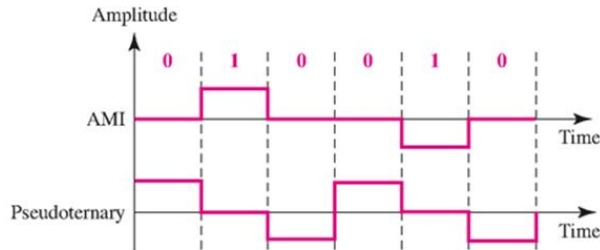
- ▶ Manchester'da, sinyal **bit 1** ve **bit 0** için **belirli işaretlere sahiptir.**
- ▶ Differential manchester'da bit 0 için bit başında değişim olur, **bit 1 için değişim olmaz.**
- ▶ İkisinde de bitin ortasında seviye değiştirilir (senkronizasyon).



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Bipolar (AMI – Alternate Mark Inversion ve Pseudoternary)

- ▶ Alternate Mark Inversion (AMI) kodlamada, bit 0 için seviye 0'dır, **bit 1 için pozitif ve negatif arasında sürekli değişir.**
- ▶ Pseudoternary kodlamada, bit 1 için seviye 0'dır, **bit 0 için pozitif ve negatif arasında sürekli değişir.**
- ▶ Bipolar kodlamada **DC bileşen yoktur.**
- ▶ Sürekli pozitif ve negatif arasında değişim yapılır.



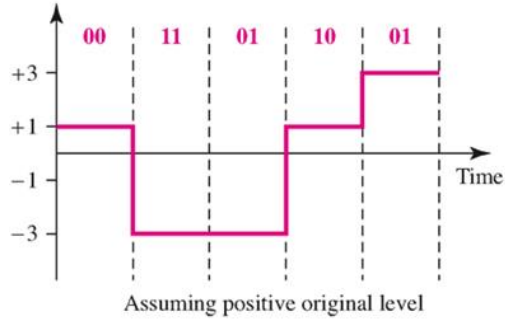
Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Multilevel (2B1Q)

- ▶ 2B1Q (two-binary-one-quaternary), sinyaldeki toplam **seviye sayısı 4** tür.
- ▶ 2B1Q, DSL(digital subscriber line) teknolojisinde kullanılır.

Next bits	Previous level:	
	positive	negative
00	+1	-1
01	+3	-3
10	-1	+1
11	-3	+3

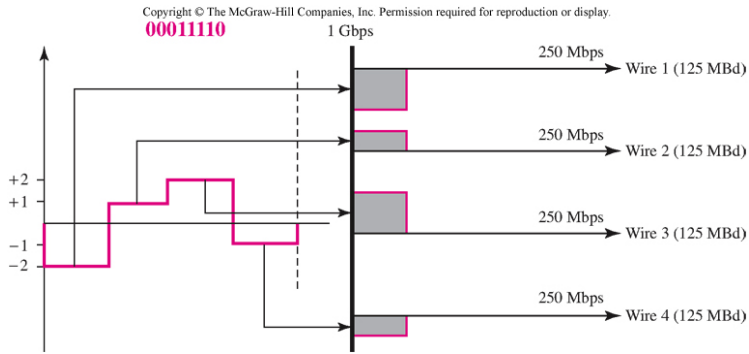
Transition table



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Multilevel (4D-PAM5)

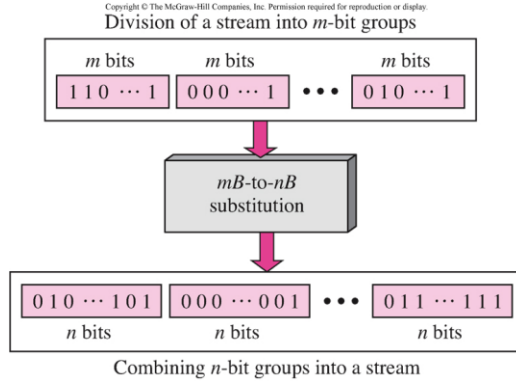
- ▶ 4D-PAM5 (four-dimensional five-level pulse-amplitude-modulation), kodlamada 4D veri 4 kablo ile iletilir.
- ▶ **5 farklı sinyal seviyesi** (-2,-1,0,1,2) kullanılır.
- ▶ **Bir sinyal elemanı ile 8 bit gönderilir.**
- ▶ **Sinyal 4 parçayla gösterilir** her parça ayrı telden iletilir.
- ▶ Gigabit LAN ağlarda kullanılır.



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Blok kodlama

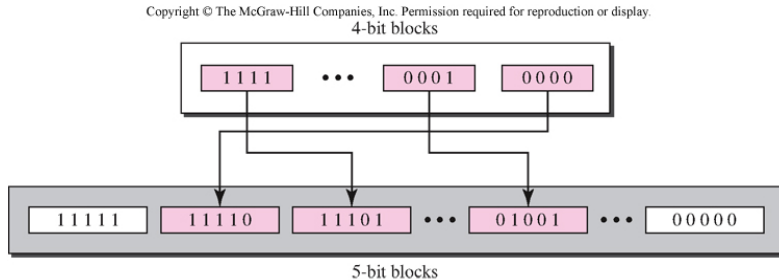
- ▶ Senkronizasyonu daha iyi yapmak ve hata denetimi yapmak için ekstra bitlere ihtiyaç olur.
- ▶ **Block coding**, m adet biti n adet bite çevirir (**mB/nB**). ($n > m$)
- ▶ m -bit grup n -bit grup yerine yerleştirilir.
- ▶ 4B/5B de orijinal bitler 4-bit gruplara ayrılır ve her 4-bit yerine 5-bit yazılır.



Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi

Blok kodlama (4B/5B)

- ▶ 4B/5B (four binary/five binary), NRZ-I ile birlikte kullanılır.
- ▶ NRZ-I kodlama uzun 0'larda senkronizasyon problemi vardır.
- ▶ NRZ-I kodlamada uzun 0 olmayacak şekilde değişiklik gerekir.
- ▶ **4B/5B ikiden fazla 0 bulundurmaz.**
- ▶ Tüm gruplar içinde üçten fazla 0 olmaz.
- ▶ Eklenen 1 bit **%25 fazla trafik gerektirir.** DC bileşen hala vardır.



İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ Sinyal kodlama kriterleri
- ▶ Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ **Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi**
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ İletişim modları

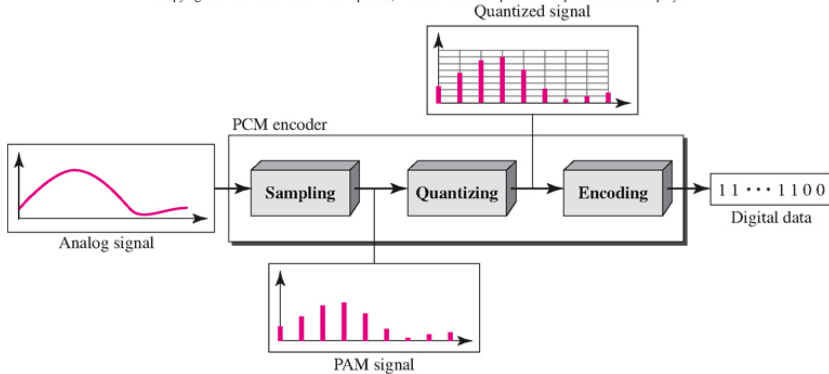
Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi

- ▶ **Bazı kaynaklar analog sinyal üretir** (mikrofon/kamera).
- ▶ **Analog sinyal sayısal veriye çevrilir**, ardından sayısal sinyale dönüştürülür.

Pulse code modulation (PCM)

- ▶ **PCM**, En yaygın kullanılan analog sinyal-sayısal data dönüştürme yöntemidir.

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



Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi

Quantization (sayısallaştırma)

- ▶ Örneklenen değer analog'tur.
- ▶ Minimum ve maksimum arası L seviyeye bölünür.
- ▶ İki seviye arasındaki fark;

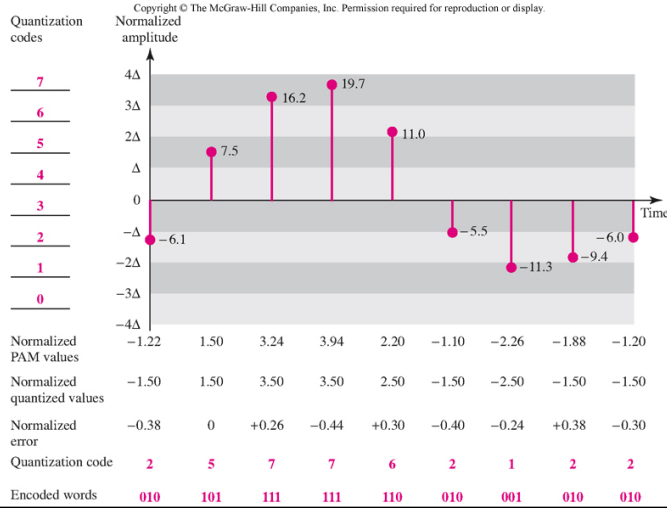
$$\Delta = (V_{\max} - V_{\min}) / L$$

- ▶ Örnekte,

$$V_{\max} = +20 \text{ V}$$

$$V_{\min} = -20 \text{ V}$$

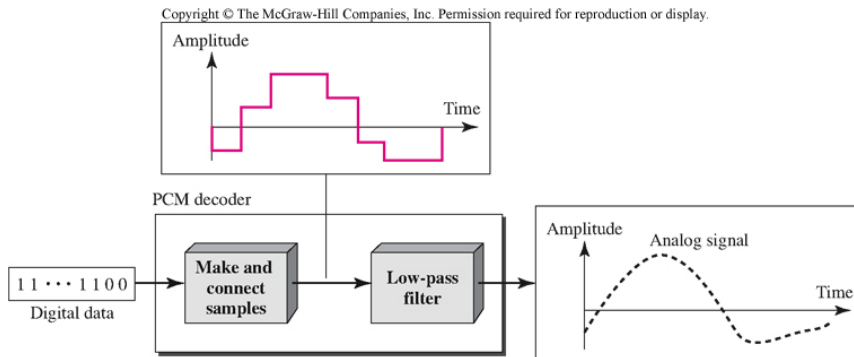
$$L = 8$$



Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi

Orijinal sinyali tekrar oluşturmak

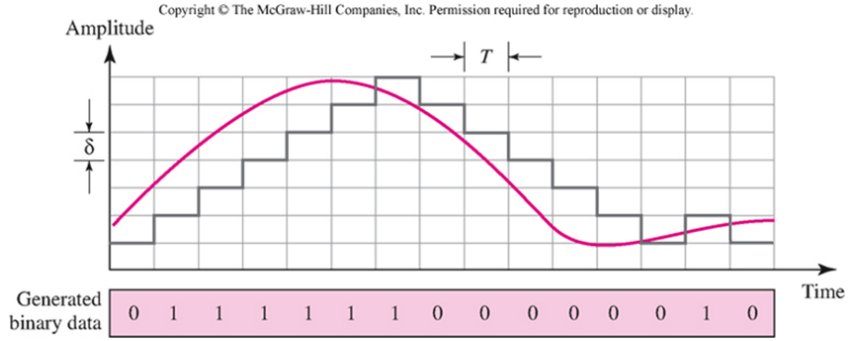
- ▶ Bit dizisi tekrar analog sinyali oluşturmak için kullanılır.



Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi

Delta modulation (DM)

- ▶ Delta modülasyonu, PCM'den daha basittir.
- ▶ Örneklenen değer bir öncekinden büyükse artış, küçükse azalış gerçekleştirilir.

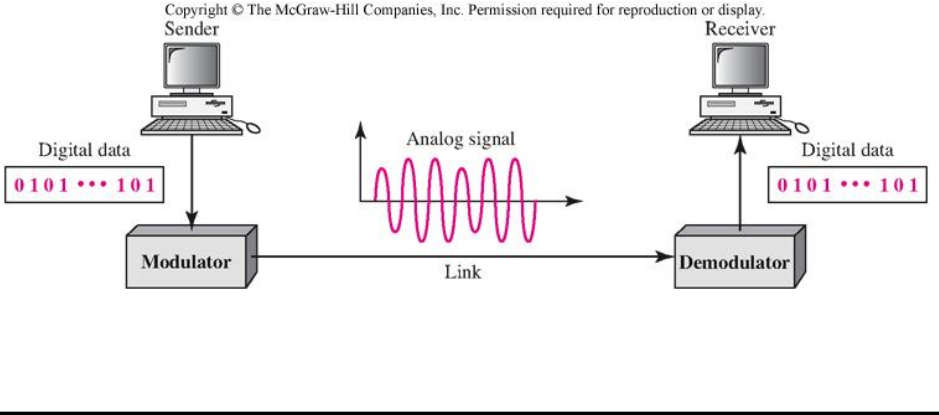


İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ Sinyal kodlama kriterleri
- ▶ Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ İletişim modları

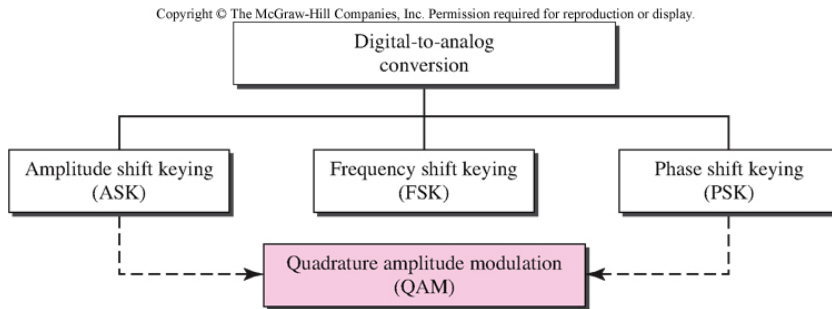
Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

- ▶ Bir cihaz sayısal veri ile çalışıp analog sinyal ile başka bir cihazla iletişim yapacaksa, sayısal verinin analog sinyal kullanılarak gönderilmesi gereklidir.
- ▶ **Analog sinyal üzerinde sayısal veriyi ifade etmek için** yapılacak değişikliklere **modülasyon** denilmektedir.



Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

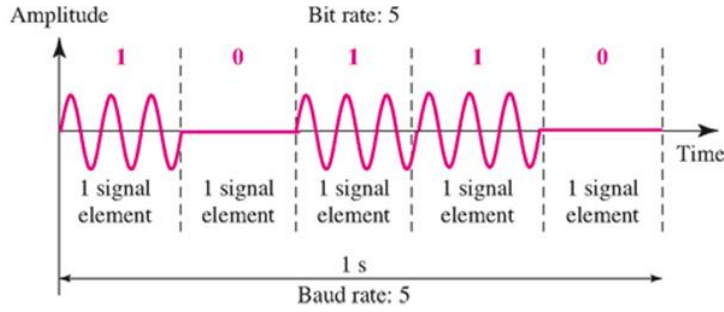
- ▶ **Sayısal verinin analog sinyal üzerinde ifade edilmesi için** kullanılacak yöntemler:
 - ▶ Genlik kaydırmalı anahtarlama (**Amplitude Shift Keying-ASK**)
 - ▶ Frekans kaydırmalı anahtarlama (**Frequency Shift Keying-FSK**)
 - ▶ Faz kaydırmalı anahtarlama (**Phase Shift Keying-PSK**)
 - ▶ Dörtlü genlik modülasyonu (**Quadrature Amplitude Modulation-QAM**)



Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

ASK

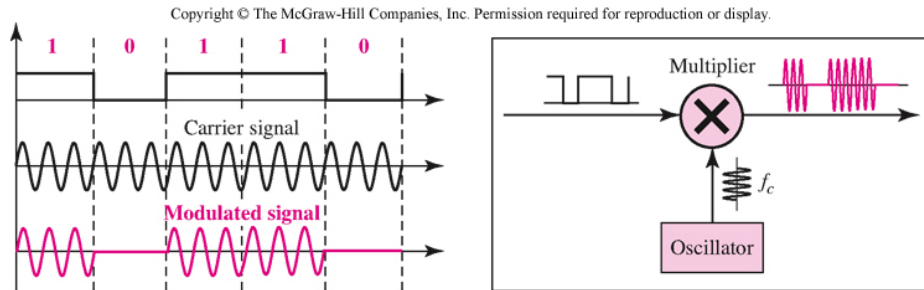
- ▶ **Data element**, en küçük veridir (bit).
- ▶ **Signal element**, en küçük sabit sinyaldir.
- ▶ **Carrier signal (taşıyıcı sinyal)**, gönderen cihaz tarafından üretilen yüksek frekanslı sinyaldir.
- ▶ **Taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilebilir.**
- ▶ Birisi 0 olarak **iki seviyeli değişim** yapılabilir (On-Off keying).



Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

ASK

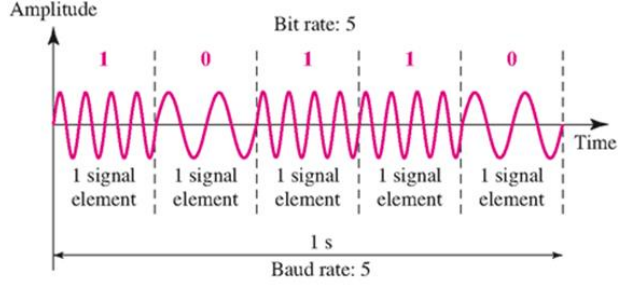
- ▶ Eğer **sayısal data unipolar NRZ** ile ifade edilirse, **NRZ ile taşıyıcı sinyal çarpılarak ASK** oluşturulur.
- ▶ İki seviye yerine 4, 8 veya daha fazla seviye kullanılabilir.



Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

FSK

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

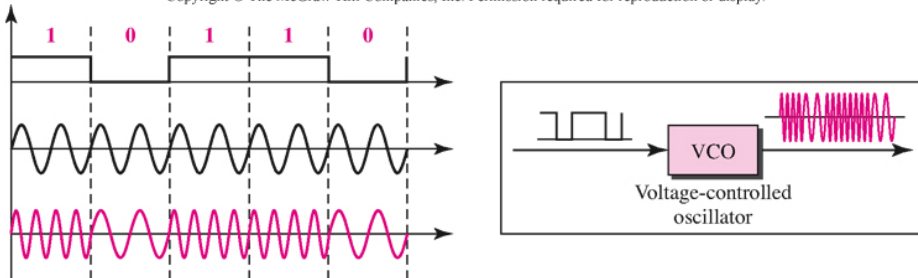


Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

FSK

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

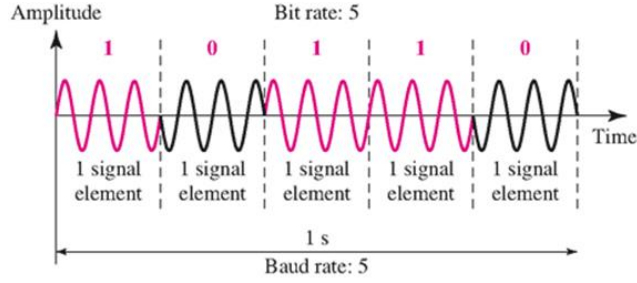
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi

PSK

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



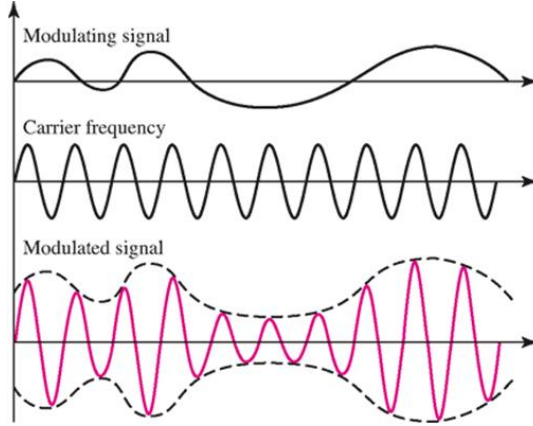
İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ Sinyal kodlama kriterleri
- ▶ Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ **Analog verinin analog sinyal ile iletimi**
- ▶ İletişim modları

Analog verinin analog sinyal ile iletimi

Genlik modülasyonu

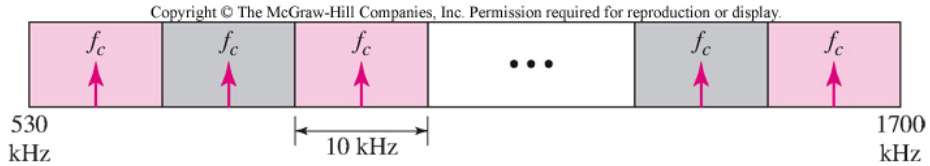
- Taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilir.



Analog verinin analog sinyal ile iletimi

Genlik modülasyonu

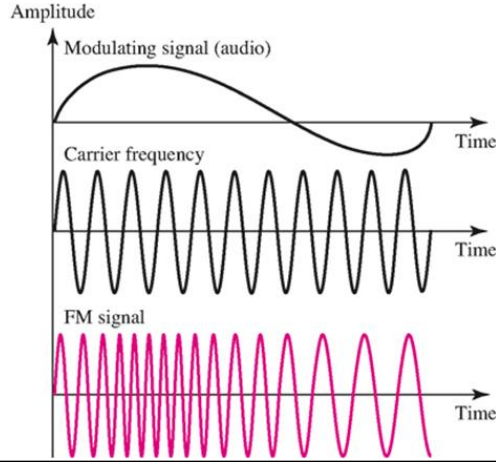
- **BW, modüle eden sinyalin iki katıdır.**
- AM radyo kanalları **10 kHz bant genişliğine** sahiptir.
- Interference olmaması için her iki komşu kanal arasına **10 kHz guard band** konur.
- AM taşıyıcı frekansları **530-1700 kHz** arasındadır.



Analog verinin analog sinyal ile iletimi

Frekans modülasyonu

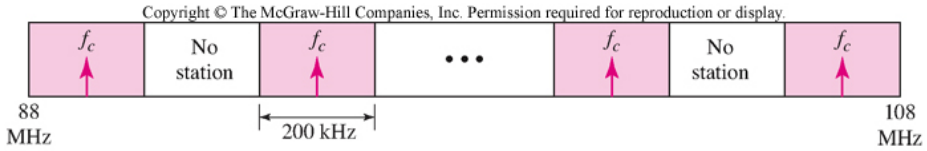
- ▶ Taşıyıcı sinyalin frekansı değiştirilir.
Bant genişliği = $2(1 + \beta)B$
- ▶ β modülasyon oranıdır ve genellikle 4 olarak alınır.



Analog verinin analog sinyal ile iletimi

Frekans modülasyonu

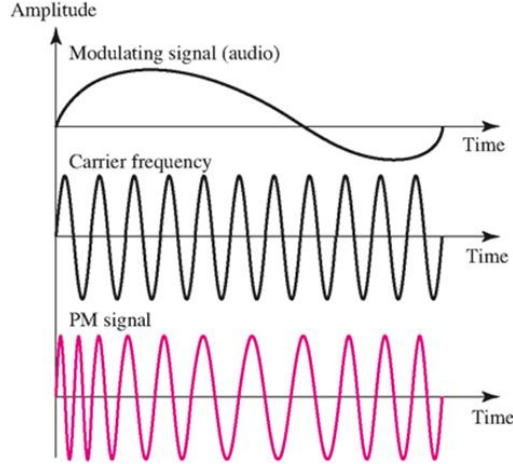
- ▶ **FM** radyo kanalları **200 kHz BW** sahiptir.
- ▶ FM taşıyıcı frekansları **88-108 MHz** arasındadır.



Analog verinin analog sinyal ile iletimi

Faz modülasyonu

- ▶ Modüle eden sinyalin genliğine göre **taşıyıcı sinyalin fazı değiştirilir.**
- ▶ PM için **bant genişliği FM ile aynıdır.**

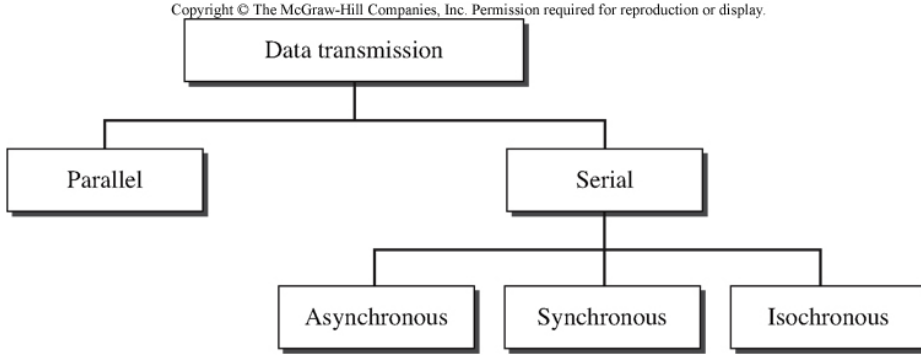


İçerik

- ▶ Kodlama ve modülasyon yöntemleri
- ▶ Sinyal kodlama kriterleri
- ▶ Sayısal verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin sayısal sinyal ile iletimi
- ▶ Sayısal verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ Analog verinin analog sinyal ile iletimi
- ▶ **İletişim modları**

İletişim modları

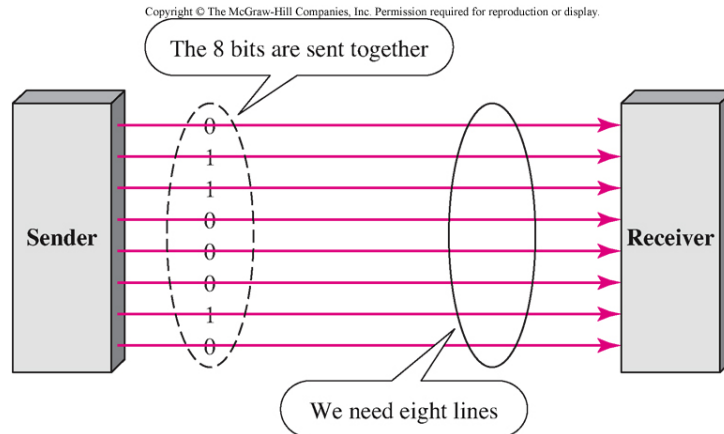
- ▶ Paralel ve seri iletişim yapılır.



İletişim modları

Paralel iletişim

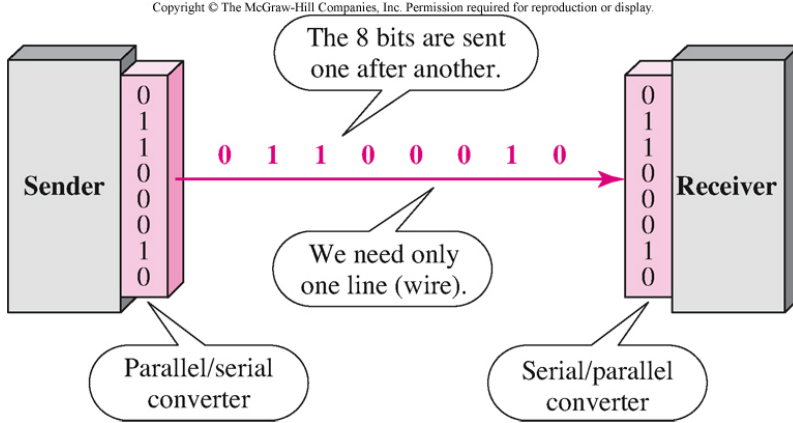
- ▶ Aynı anda n bit gönderilir.
- ▶ Maliyet yüksektir, iletişim daha hızlıdır.
- ▶ Kısa mesafelerde kullanılır.



İletişim modları

Seri iletişim

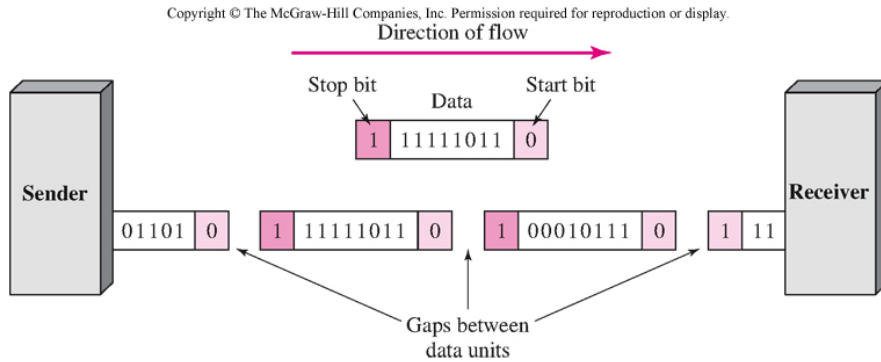
- ▶ Aynı anda 1 bit gönderilir.
- ▶ Maliyet düşüktür, iletişim daha yavaştır.
- ▶ Uzun mesafelerde kullanılır.



İletişim modları

Seri iletişim - asenkron

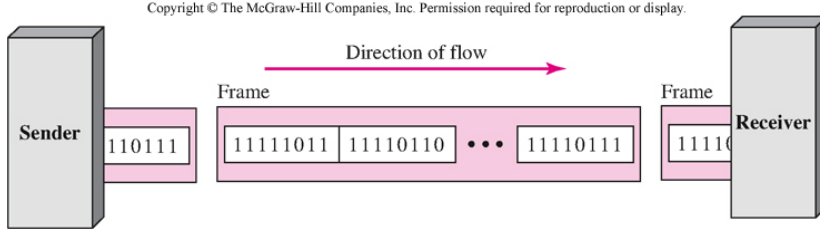
- ▶ Veri grupları halinde gönderilir. Bir grupta genellikle 8 bit olur.
- ▶ Bir grubun başladığını **start biti**, bittiğini **stop biti** gösterir.
- ▶ Byte seviyesinde asenkron, bit seviyesinde senkron yapılmalıdır (klavye, fare).



İletişim modları

Seri iletişim - senkron

- ▶ Start ve stop biti olmadan **bitler art arda gönderilir.**
- ▶ Bitleri **gruplara ayırmak** ve **zamanlama işlemleri alıcıda yapılır.**
- ▶ Asenkrona göre daha hızlıdır.



İletişim modları

Isochronous iletişim

- ▶ Gerçek zamanlı video ve audio uygulamalarında **frame'ler arasında bekleme istenmez.**
- ▶ Isochronous iletişimde **sabit hızda verinin iletimi sağlanır.**
- ▶ **Veri gönderimi eşit zaman aralıklarıyla yapılır.**

