

BM 403 Veri İletişimi (Data Communications)

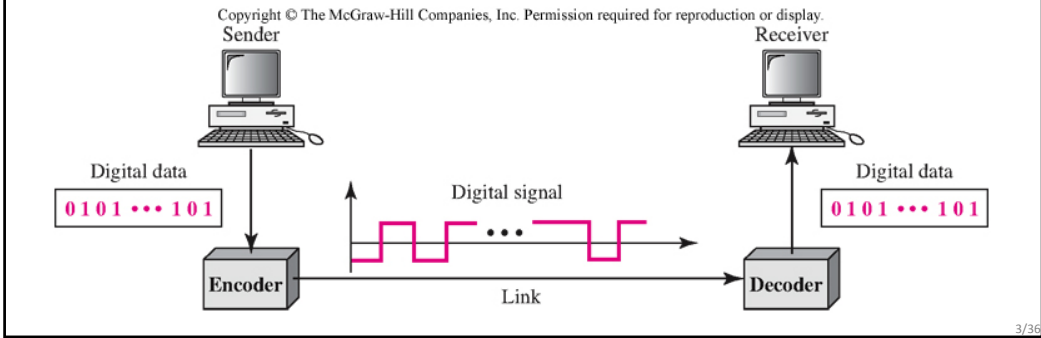
Hazırlayan: M.Ali Akcayol
Gazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Ders konuları

- Sayısal sayısal çevirme
- Analog sayısal çevirme
- İletişim modları

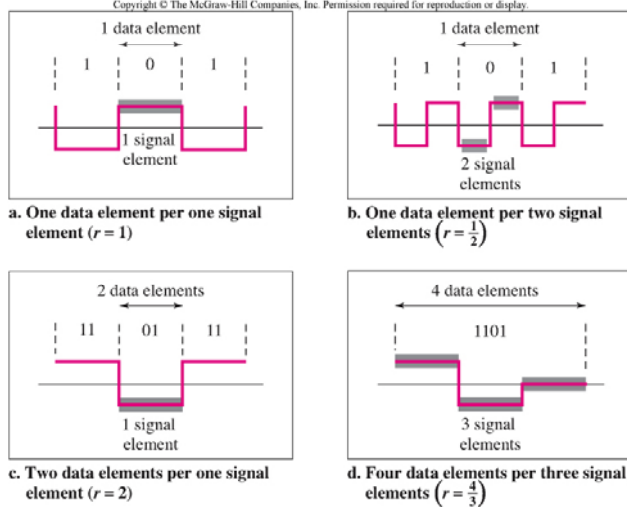
Sayısal sayısal çevirme

- Bilginin 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.
- Çevirme işleminden elde edilen sinyal paralel veya seri olarak iki nokta arasında iletilir.



Sayısal sayısal çevirme

- **Line coding** sayısal veriyi sayısal sinyale dönüştürme işlemidir.
- Veri iletişimde amaç, veri parçalarının iletilmesidir. En küçük parça **bit** olarak adlandırılır.
- Şekilde r bir sinyal parçasıyla taşınan veri parçasının sayısını göstermektedir.



Sayısal sayısal çevirme

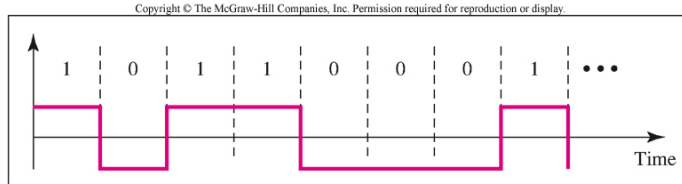
- **Data rate**, bir saniyede iletilen bit sayısını gösterir (bit/s).
- **Signal rate**, bir saniyede iletilen sinyal sayısını gösterir (baud/s).
- Data rate genellikle **bit rate** ve signal rate **baud rate**, pulse rate, modulation rate olarak ifade edilir.
- Amaç baud rate düşürülürken bit rate değerini artırmaktır.
- Bandwidth, sinyali taşımak için gereken frekans band genişliğini gösterir.
- Sinyaldeki değişim sayısını artırırken daha geniş frekans bandı kullanılır.

5/36

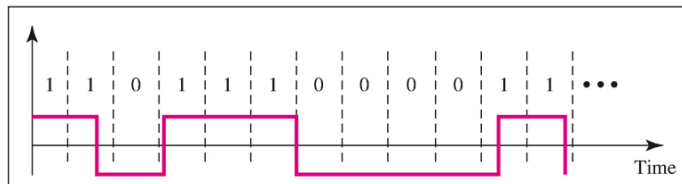
Sayısal sayısal çevirme

Sinyal iletiminde karşılaşılan problemler;

- Sinyal kodlamada uzun 1 ve 0 serilerinin alıcıda doğru çözülmesi zordur. Kodlamada göz önüne alınması gerekir.
- Bir sayısal sinyal belirli bir süre sabit kalırsa DC bileşen oluşur ve düşük frekansları geçirmeyen sistemler için problem oluşur. (Telefon hattı 200Hz altını geçirmez)
- İki sistemde bit aralığının aynı olması gerekir.
- Self-synchronizing sayısal sinyalin zamanlama bilgisini içinde bulundurmasıdır.

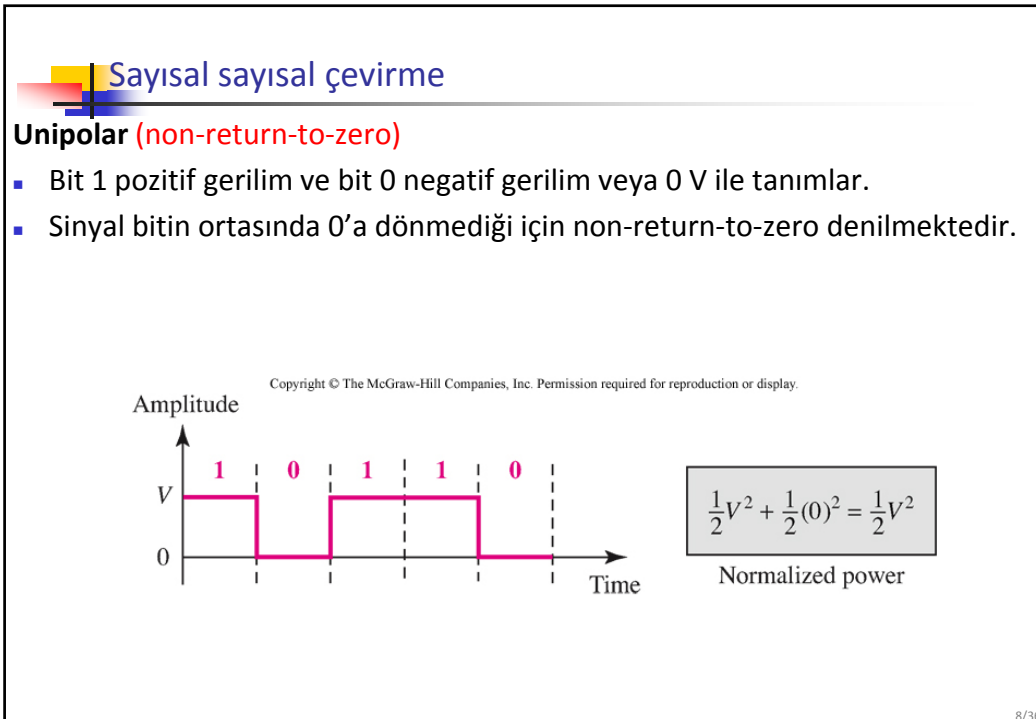
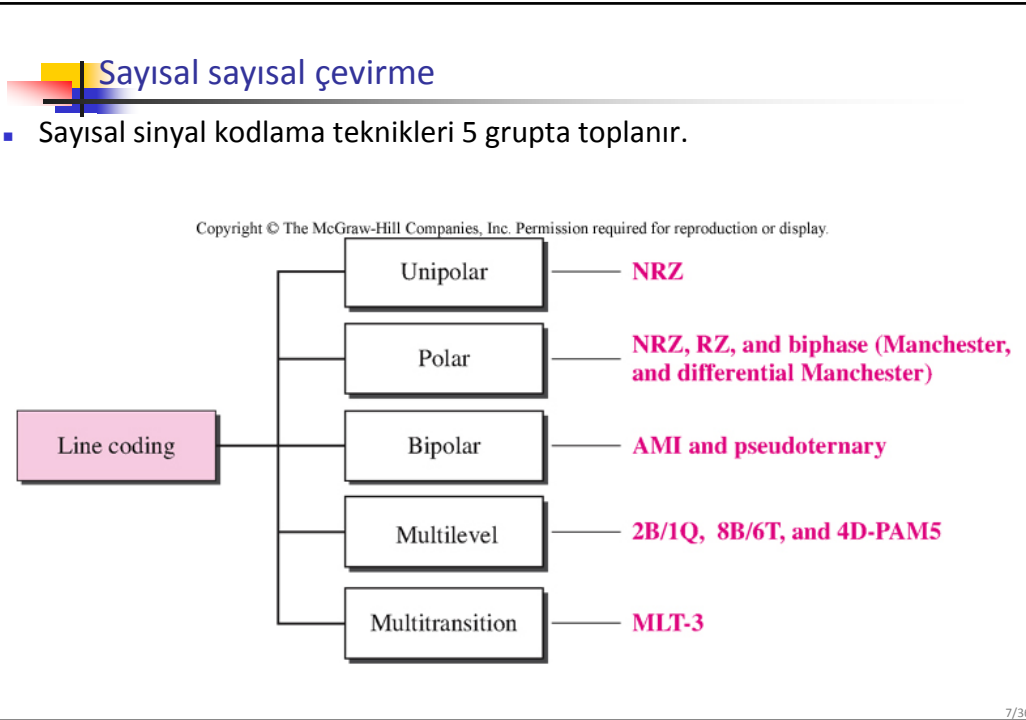


a. Sent



b. Received

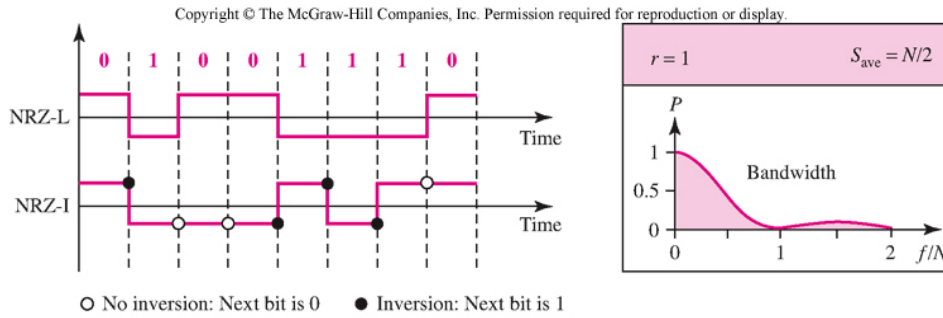
6/36



Sayısal sayısal çevirme

Polar (non-return-to-zero)

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

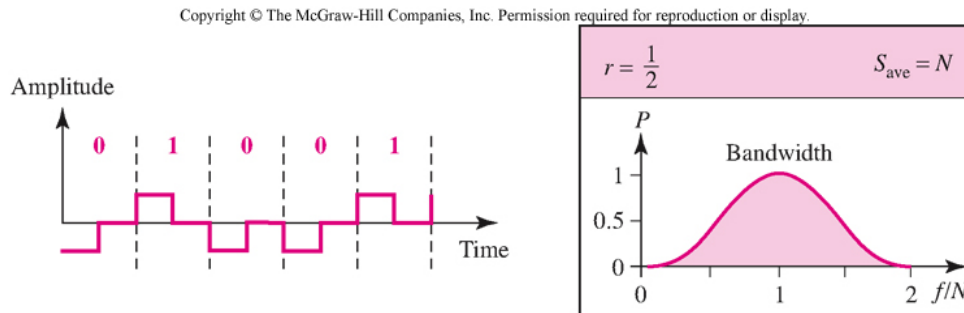


9/36

Sayısal sayısal çevirme

Polar (return-to-zero)

- NRZ kodlamada problem alıcı verici senkronizasyonu olmamasıdır.
- Return-to-zero'da pozitif, sıfır ve negatif gerilim seviyesi görülür.
- RZ de sinyal bitin ortasında o seviyesine döner.
- Bir bit için daha çok değişim gerekir(daha fazla band genişliği)
- DC bileşen problemi yoktur.

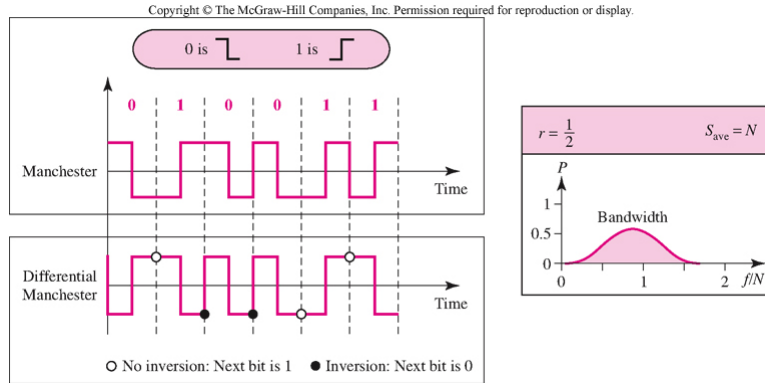


10/36

Sayısal sayısal çevirme

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.
- Her ikisinde de bitin ortasında seviye değiştirilir. (senkronizasyon sağlanır)

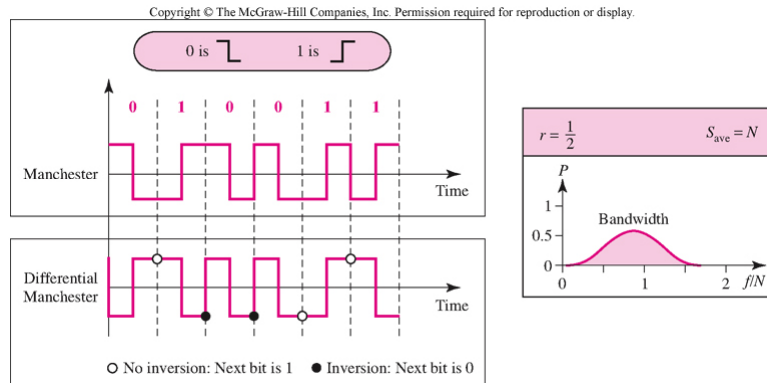


11/36

Sayısal sayısal çevirme

Polar (Biphase: Manchester ve Differential Manchester)

- Manchester ve Differential Manchester kodlamalarda DC bileşen yoktur. Her bit hem pozitif hemde negatif gerilime sahiptir.
- Signal rate NRZ kodlamaya göre iki kat olur. (Bant genişliği iki kat olur)

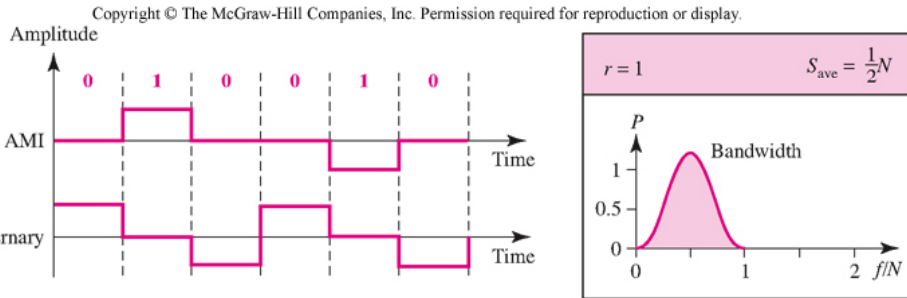


12/36

Sayısal sayısal çevirme

Bipolar (AMI – Alternate Mark Inversion ve Pseudoternary)

- 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.



13/36

Sayısal sayısal çevirme

Multilevel (2B1Q, 8B6T, 4D-PAM5)

- Kodlamada temel amaç veri hızını artırmak ve bant genişliğini azaltmaktır.
- m veri parçası sayısını, n sinyal parçası sayısını gösterebiliriz.
- Binary veri için 1 ve 0 olduğundan m adet veriyi 2^m farklı sinyalle gösterebiliriz.
- Her sinyalde L seviye olursa L^n adet farklı sinyal elde edilir.

14/36

Sayısal sayısal çevirme

Multilevel (2B1Q, 8B6T, 4D-PAM5)

- $2^m = L^n$ olursa her veri için bir sinyal kullanabiliriz.
- $2^m < L^n$ olursa tüm veriler sinyallerin bir kısmıyla ifade edilebilir.
- $2^m > L^n$ olursa tüm veriler elde edilen sinyallerle ifade edilemez.
- Bu şekildeki kodlama **mBnL** olarak adlandırılır.
- Burada, m binary verinin uzunluğunu, B binary veriyi, n sinyal uzunluğunu ve L sinyal seviye sayısını gösterir.
- L=2 ise B(binary), L=3 ise T(ternary), L=4 ise Q(quaternary) kullanılır.
- İlk ikisi (mB) veriyi, son ikisi (nL) sinyali gösterir.

15/36

Sayısal sayısal çevirme

Multilevel (2B1Q)

- **2B1Q(two-binary-one-quaternary)**, kodlamada bir sinyal ile kodlanan veri boyutu 2 bit ve sinyaldeki toplam seviye sayısı 4 tür.

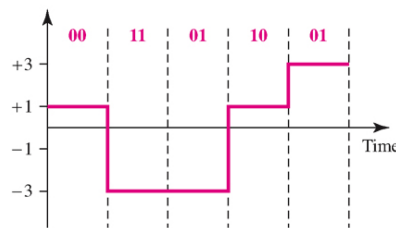
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Previous level: Previous level:
positive negative

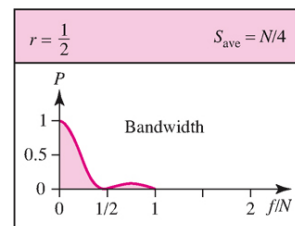
Next bits	Next level	Next level
00	+1	-1
01	+3	-3
10	-1	+1
11	-3	+3

Transition table

- 2B1Q, DSL(digital subscriber line) teknolojide kullanılır.



Assuming positive original level

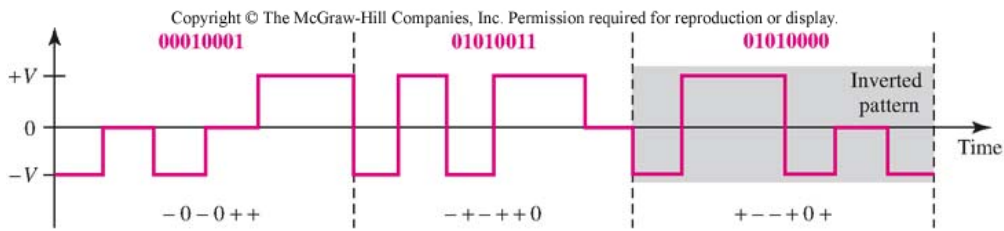


16/36

Sayısal sayısal çevirme

Multilevel (8B6T)

- **8B6T(eight-binary-six-ternary)**, kodlamada 8-bit data 3 seviyeli sinyalle gösterilir.
- $2^8 = 256$ farklı veri ve $3^6 = 729$ farklı sinyal kullanılır.
- Sinyallerin bir kısmı senkronizasyon ve hata denetimi için kullanılır.
- Her bit grubu için kullanılacak sinyal grubu sabittir.
- 8B6T, 10Base-4T ağlarda kullanılır.

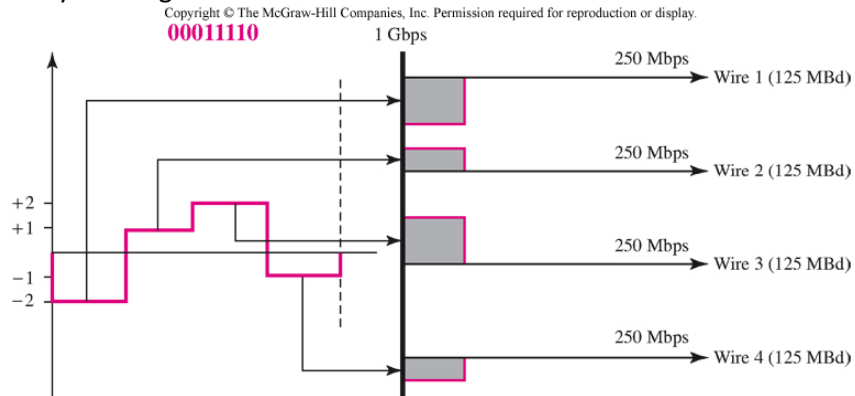


17/36

Sayısal sayısal çevirme

Multilevel (4D-PAM5)

- **4D-PAM5 (four-dimensional five-level pulse-amplitude-modulation)**, kodlamada 4D verinin 4 kablo ile iletildiğini gösterir.
- 5 farklı sinyal seviyesi (-2,-1,0,1,2) kullanılır.
- Bir sinyal elemanı ile 8 bit gönderilir.
- Sinyal 4 parçaya gösterilir her parçası bir kablodan iletir.
- 4D-PAM5 kodlama Gigabit LAN ağlarda kullanılır.

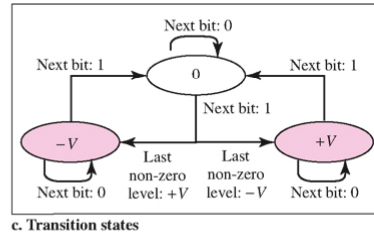
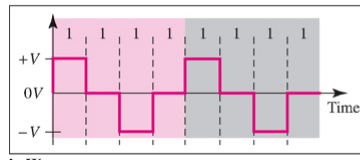
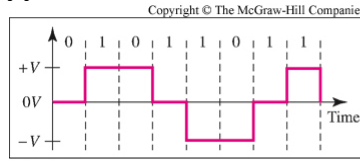


18/36

Sayısal sayısal çevirme

Multiline İletişim (MLT-3)

- NRZ-I ve differential manchester datayı kodlarken iki geçiş yapar.
- MLT-3 (Multiline Transmission, Three Level)** kodlama, iki seviyeden fazla seviyeye sahip veri için kullanılır. MLT-3 üç seviyeli (+V, 0, -V) geçiş yapar.
- Daha az değişim olduğu için bant genişliği $\frac{1}{4}$ oranındadır. ($BW = \frac{1}{4}$ Bit rate)
- Bir sonraki bit 0 ise geçiş olmaz.
- Bir sonraki bit 1 ise ve şimdiki seviye 0 değilse, bir sonraki seviye 0 olur.
- Bir sonraki bit 1 ise şimdiki seviye 0 ise, bir sonraki seviye 0 olmayan son seviyenin tersi olur.



19/36

Sayısal sayısal çevirme

Line coding yöntemleri özet

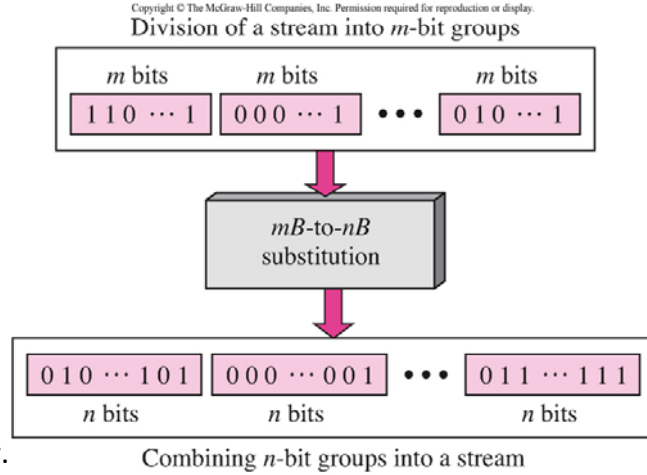
Kategori	Şema	Bant genişliği	Karakteristik
Unipolar	NRZ	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> Maliyeti yüksektir Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yoktur DC bileşen vardır
Polar	NRZ-L	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yoktur DC bileşen vardır
	NRZ-I	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> Uzun 0 larda senkronizasyon yoktur DC bileşen vardır
	Biphase	$BW = N$	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek bant genişliği gerektirir Senkronizasyon vardır DC bileşen yoktur
Bipolar	AMI	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur DC bileşen yoktur
Multilevel	2B1Q	$BW = N/4$	<ul style="list-style-type: none"> Uzun aynı bit çiftleri için senkronizasyon yoktur
	8B6T	$BW = 3N/4$	<ul style="list-style-type: none"> Senkronizasyon vardır DC bileşen yoktur
	4D-PAM5	$BW = N/8$	<ul style="list-style-type: none"> Senkronizasyon vardır DC bileşen yoktur
Multiline	MLT-3	$BW = N/3$	<ul style="list-style-type: none"> Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur

20/36

Sayısal sayısal çevirme

Blok kodlama

- Senkronizasyonu daha iyi yapmak ve hata denetimi yapmak için ekstra bitlere ihtiyaç olur.
- Block coding**, m adet biti n adet bit haline çevirir (mB/nB). ($n > m$)
- "/" işareti blok kodlamayı, multilevel kodlamadan ayırır (8B6T).
- 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.

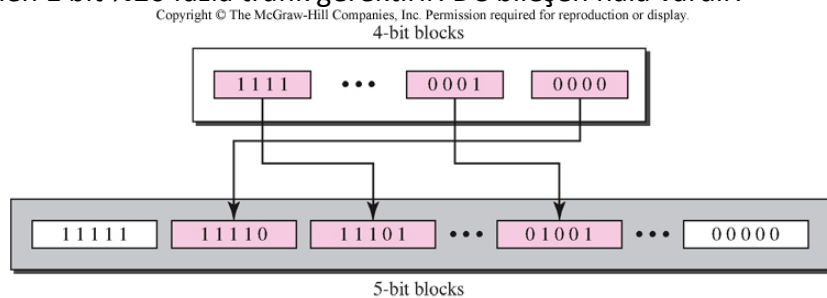


21/36

Sayısal sayısal çevirme

Blok kodlama (4B/5B)

- 4B/5B (four binary/five binary) kodlama NRZ-I ile birlikte kullanılır.
- NRZ-I kodlama uzun 0 larda senkronizasyon problemi vardır.
- NRZ-I kodlamadan önce uzun 0 olmayacak şekilde değişiklik gerekir.
- Alıcı önce NRZ-I ile bitleri elde eder daha sonra fazlalık olan 1-bit atılır.
- 4B/5B ikiden fazla 0 bulundurmaz. Tüm gruplar içinde üçten fazla 0 olmaz.
- Eklenen 1 bit %20 fazla trafik gerektirir. DC bileşen hala vardır.



22/36

Sayısal sayısal çevirme

Blok kodlama (4B/5B) - Örnek

- 1 Mbps hızda veri göndermek istiyoruz. 4B/5B ve NRZ-I ile Manchester kullanıldığında gereken minimum bant genişliği nedir ?

4B/5B bit rate değerini 1.25 Mbps olarak artırır.

NRZ-I kodlama N/2 bant genişliği gerektirdiğinden 625 kHz gerekir.

Manchester kodlama 1 MHz bant genişliği gerektirir.

NRZ-I da DC bileşen vardır, manchester'da DC bileşen yoktur.

23/36

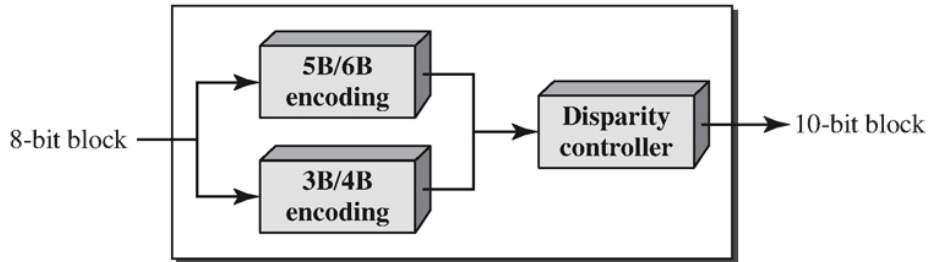
Sayısal sayısal çevirme

Blok kodlama (8B/10B)

- 8B/10B (eight binary/ten binary) kodlama 8-bit yerine 10-bit kullanır.
- Bir tane 5B/6B ile (soldaki 5 bit için) bir tane 3B/4B (sağdaki 3 bit için) vardır.
- Disparity controller uzun 1 ve 0 denetimi yapar.
- $2^{10} - 2^8 = 768$ fazla grup oluşur.

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

8B/10B encoder

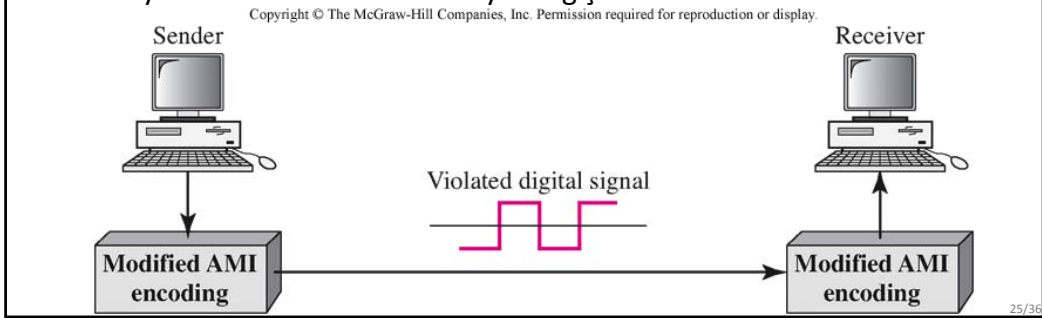


24/36

Sayısal sayısal çevirme

Scrambling

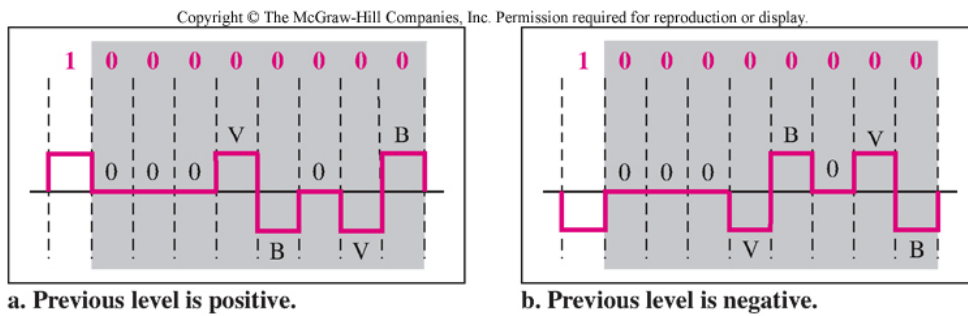
- Biphase yöntemi kısa mesafede iki istasyon arasında (LAN içinde) uygundur ancak geniş bant genişliği gerektirdiği için uzun mesafede uygun değildir.
- Blok kodlama ve NRZ uzun mesafede DC bileşen olduğu için uygun değildir.
- Bipolar AMI kodlama dar bant genişliği gerektirir ve DC bileşen yoktur. Ancak uzun 0 larda senkronizasyon yoktur.
- Belirli sayıda 0 serisi farklı bir seriyle değiştirilir.



Sayısal sayısal çevirme

Scrambling (B8ZS – Bipolar with 8-zero substitution)

- 8 ardarda gelen 0 seviye gerilim yerine 000VB0VB yerleştirilir.
- V, AMI kodlamada bir önceki gerilim seviyesinin aynısını gösterir.
- B, bipolar bir önceki gerilim seviyesinin tersini gösterir.

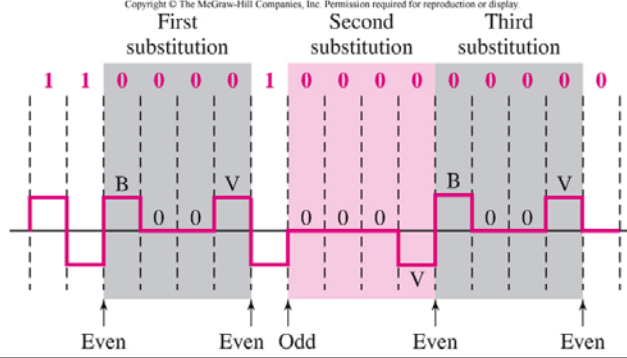


26/36

Sayısal sayısal çevirme

Scrambling (HDB3 – High-density bipolar 3-zero)

- 4 ardarda sıfır gerilim seviyesi 000V veya B00V ile değiştirilir.
- Son substitution' dan sonra eğer sıfırdan farklı **pulse sayısı tek ise, 000V** işareti kullanılır. Böylece sıfırdan farklı pulse sayısı çift olur.
- Son substitution' dan sonra eğer sıfırdan farklı **pulse sayısı çift ise, B00V** işareti kullanılır. Böylece sıfırdan farklı pulse sayısı çift olur.



27/36

Ders konuları

- Sayısal sayısal çevirme
- Analog sayısal çevirme
- İletişim modları

28/36

Analog sayısal çevirme

- Bazı uygulamalarda analog sinyal vardır (mikrofon veya kamera üretir).
- Analog sinyal sayısal dataya çevrilir ardından sayısal sinyale dönüştürülür.

Pulse code modulation (PCM)

- En yaygın kullanılan analog sinyal-sayısal data dönüştürme yöntemidir.

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

The diagram illustrates the PCM encoding process. It starts with an 'Analog signal' (a smooth curve). This signal enters a 'PCM encoder' block. Inside the encoder, the signal passes through three stages: 'Sampling', 'Quantizing', and 'Encoding'. The 'Sampling' stage produces a 'PAM signal' (a series of pulses). The 'Quantizing' stage produces a 'Quantized signal' (a series of pulses with varying heights). The 'Encoding' stage produces 'Digital data', represented as a binary sequence '11...1100'.

29/36

Analog sayısal çevirme

Sampling (örnekleme)

- Her T_s aralığında analog sinyal örneklenir (sampling rate, sampling frequency).
- Üç farklı örnekleme yapısı. Sample and hold (flat-top) yaygın kullanılır.

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

The diagram shows three different sampling methods. Each diagram plots 'Amplitude' on the vertical axis and 'Time' on the horizontal axis. A dashed line represents the 'Analog signal'. A solid line represents the sampled signal.

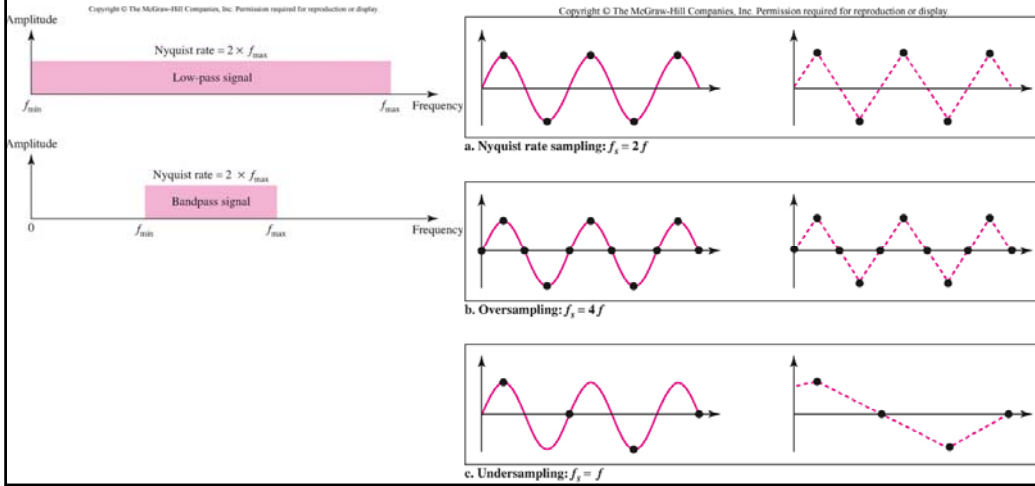
- a. Ideal sampling:** The sampled signal consists of vertical pulses at regular intervals T_s . The pulses are zero-width and their height is equal to the amplitude of the analog signal at that time.
- b. Natural sampling:** The sampled signal consists of vertical pulses that rise to the peak of the analog signal and then decay back to zero. The decay is linear.
- c. Flat-top sampling:** The sampled signal consists of vertical pulses that rise to the peak of the analog signal and then remain constant (flat) for a short duration before decaying back to zero.

30/36

Analog sayısal çevirme

Sampling rate (örnekleme hızı)

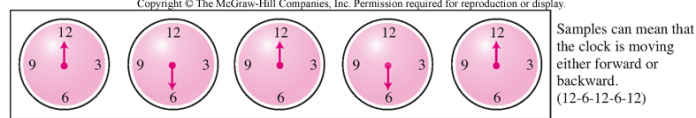
- Nyquist teoremine göre örnekleme frekansı en yüksek frekansın en az iki katı olmalıdır.



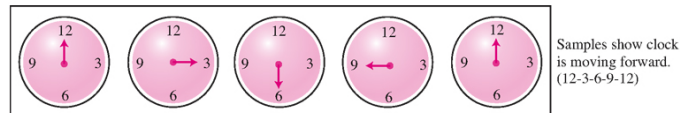
Analog sayısal çevirme

Sampling rate (örnekleme hızı) - devam

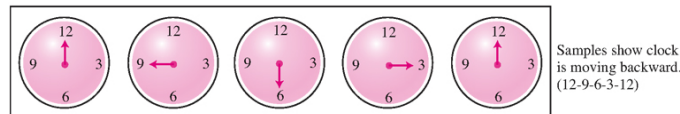
- Örnekleme frekansı düşükse saat ters dönüyor gibi görünür.
- Bir filmde saniyede 24 frame geçer. 12'den az örnekleme undersampling'tir.



a. Sampling at Nyquist rate: $T_s = \frac{1}{2}T$



b. Oversampling (above Nyquist rate): $T_s = \frac{1}{4}T$



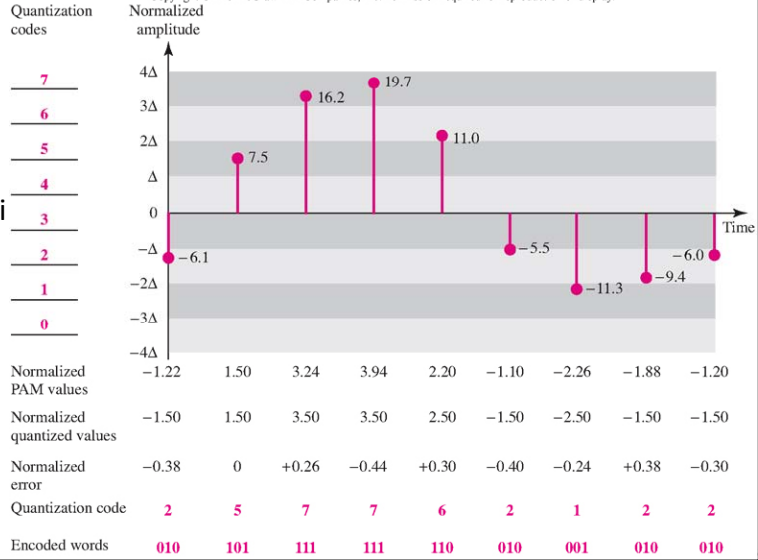
c. Undersampling (below Nyquist rate): $T_s = \frac{3}{4}T$

Analog sayısal çevirme

Quantization (sayısallaştırma)

- Örneklenen değerler analogtur. Minimum ve maksimum arası L seviyeye bölünür. İki seviye arasındaki fark $\Delta = (V_{\max} - V_{\min}) / L$ olur.

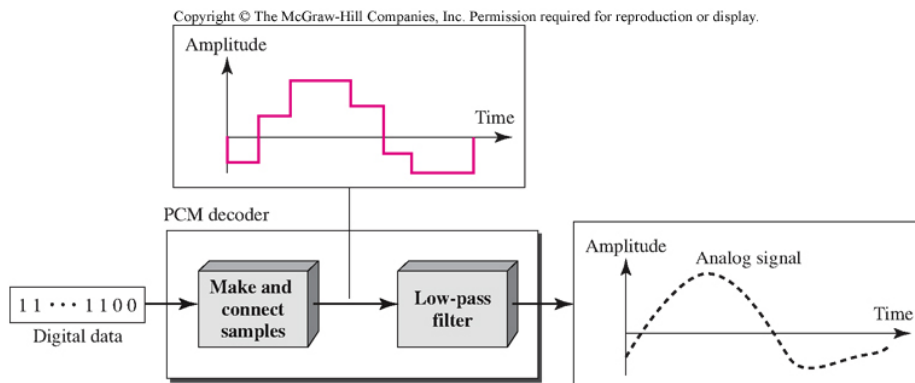
- Örnekte,
 $V_{\max} = +20 \text{ V}$
 $V_{\min} = -20 \text{ V}$
 $L = 8$



Analog sayısal çevirme

Orijinal sinyali tekrar oluşturmak

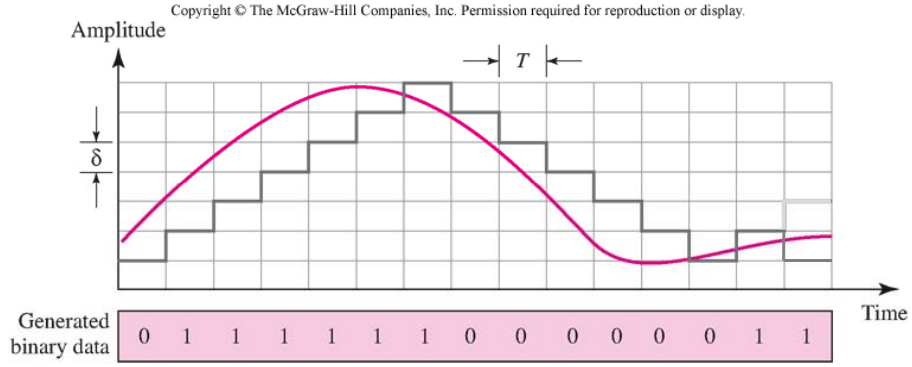
- Bit dizisi tekrar analog sinyali oluşturmak için kullanılır.



Analog sayısal çevirme

Delta modulation (DM)

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



35/36

Ders konuları

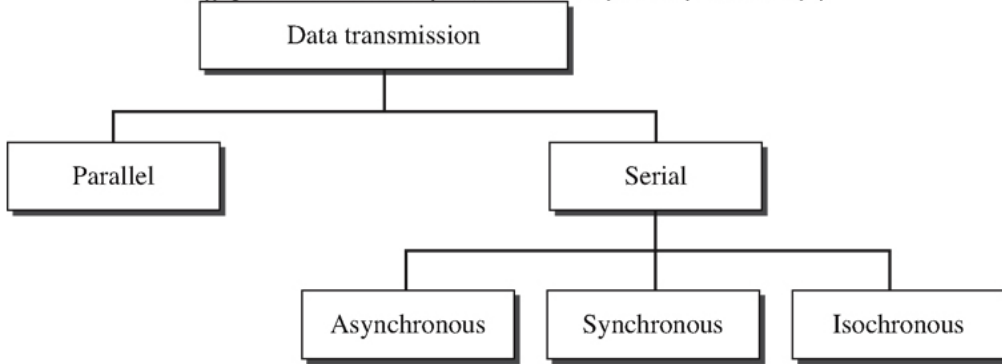
- Sayısal sayısal çevirme
- Analog sayısal çevirme
- İletişim modları

36/36

İletişim modları

- Paralel ve seri iletişim yapılır.

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



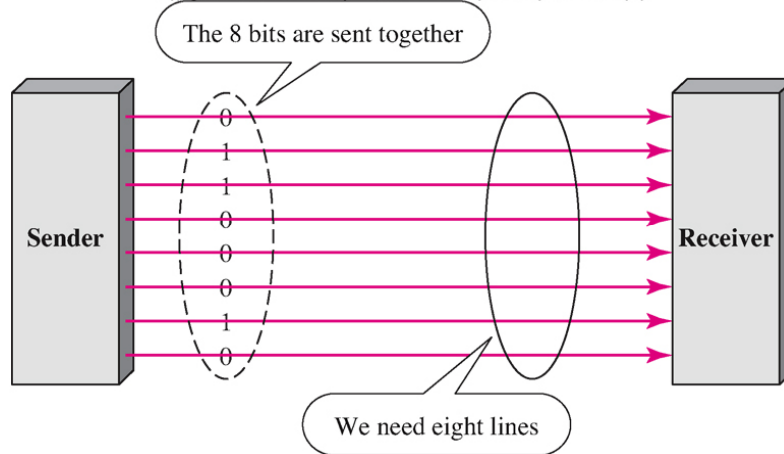
37/36

İletişim modları

Paralel iletişim

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

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



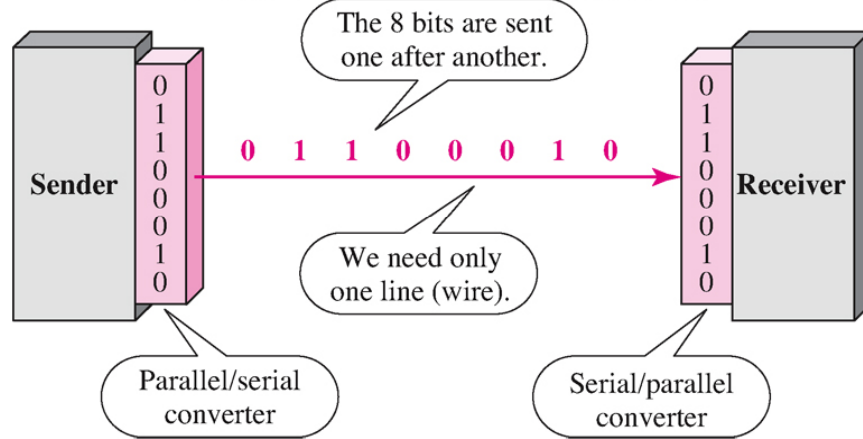
38/36

İletişim modları

Seri iletişim

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

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



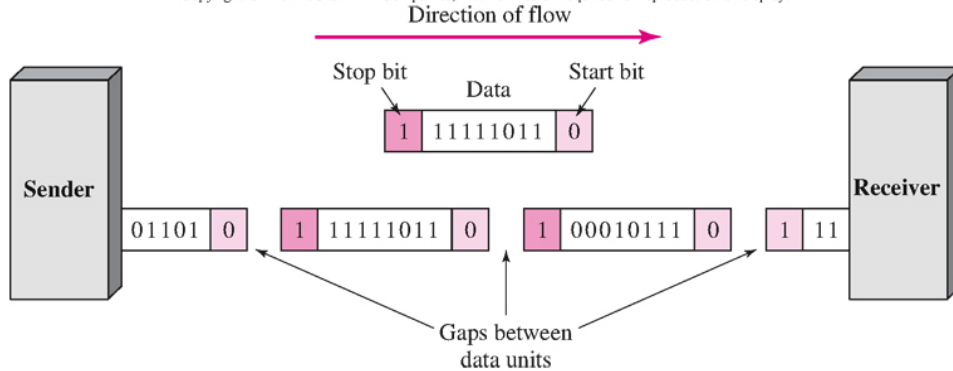
39/36

İletişim modları

Seri iletişim - asenkron

- Bilgi grupları halinde gönderilir. Bir grupta genellikle 8 bit olur.
- Bir grubun geldiğini alıcıya start biti, bittiğini stop biti gösterir.
- Byte seviyesinde asenkron, ama bit seviyesinde senkron yapmak gerekir.
- Keyboard, mouse örnektir.

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



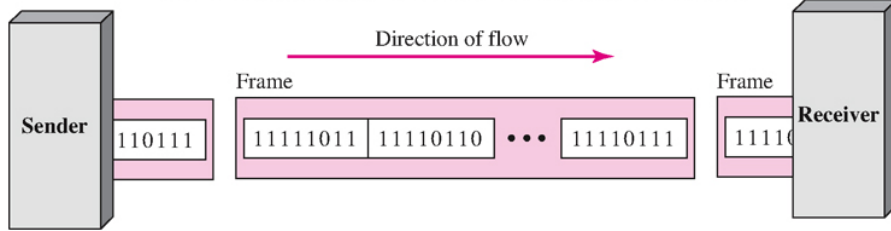
40/36

İletişim modları

Seri iletişim - senkron

- Start ve stop biti olmadan bitler ardarda gönderilir.
- Bitleri gruplara ayırmak ve zamanlama işlemleri alıcı tarafından yapılır.
- Asenkrona göre daha hızlıdır.

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



Isochronous iletişim

- Gerçek zamanlı video ve audio uygulamalarında frame'ler arasında bekleme istenmez.
- Isochronous iletişim sabit hızda verinin iletimini sağlar.

41/36

Ödev

- Sayısal iletişimde kullanılan kodlama yöntemlerinin kullanılma alanlarını araştırınız. Her bir kodlamanın uygulamalarda kullanılma gerekçelerini açıklayınız.

42/36