

Veri İletişimi

Hafta 5

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK

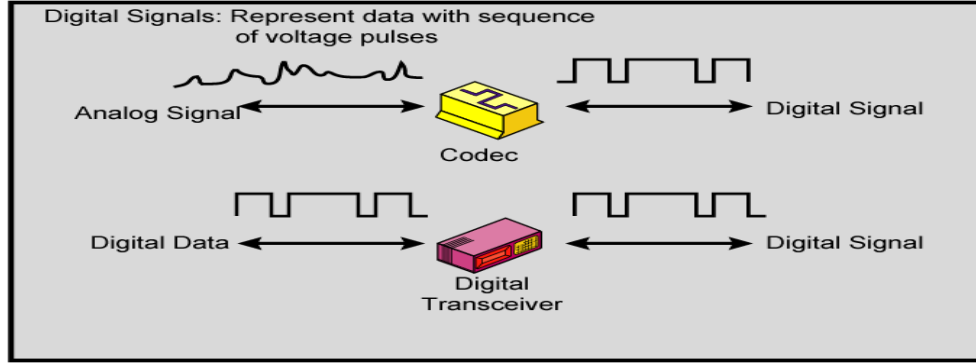


VERİ KODLAMA: SAYISAL VERİ – SAYISAL SİNYAL KODLAMA

5.1 SAYISAL İLETİM

Sayısal iletimde veri kaynağı analog ya da sayısal olabilir, fakat sinyal sayısal olduğundan iki alternatif vardır. Bunlar (şekil 5.1):

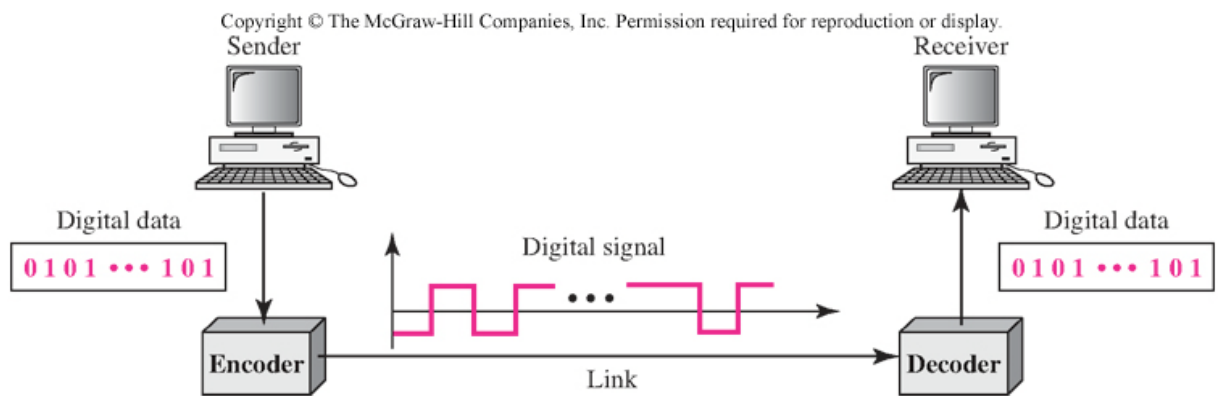
- Sayısal Veri, Sayısal Sinyal
- Analog Veri, Sayısal Sinyal



Şekil 5.1

5.2 SAYISAL VERİ SAYISAL SİNYAL KODLAMAYA GİRİŞ

Sayısal veriyi sayısal sinyale dönüştürme işlemine Hat Kodlama (Line Encoding) denir. Ayrıca Sayısal Temelband Modülasyonu (Digital Baseband Modulation) da denir. Bu dönüşümde (kodlamada ya da modülasyonda) bir taşıyıcı sinyali kullanılmaz. İkili veri (sayısal), hat kodlama dönüşümleri vasıtasıyla sayısal bir sinyal haline dönüştürülür. Bilgisayar verisinin gönderilmesi örnek olarak verilebilir (şekil 5.2).



Şekil 5.2

5.2.1 Bit Hızı ve Sinyal (Baud) Hızı

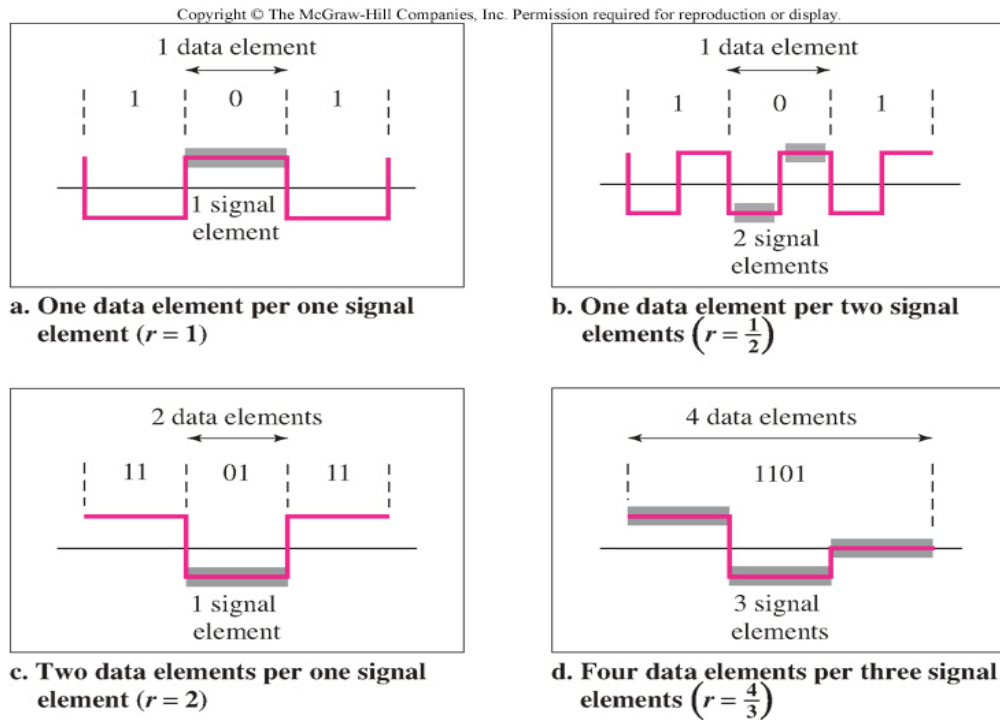
Sayısal iletimde bit iletim hızı ve sinyal (baud) hızı birbirine karıştırılan kavramlardır. Bundan dolayı aşağıda bu kavramların anlaşılması ile alakalı bilgiler verilecektir:

- Veri iletişiminde en küçük parça bit olarak isimlendirilir.

- Veri hızı, bir saniyede iletilen bit hızını tanımlar (bit/s). Veri hızı bit hızı olarak da tanımlanabilir.
- Sinyal hızı (baud hızı = darbe (pulse) hızı = modülasyon hızı = sembol hızı), bir saniyede iletilen sinyal sayısını gösterir (baud/s).
- Modülasyon tekniklerinde amaç düşük baud hızı üzerinden yüksek bit hızı değeri elde etmektir.
- Bandwidth, sinyali taşımak için gereken frekans spektrumunu gösterir.
- Sinyaldeki değişim sayısı artarsa, daha geniş frekans spektrumu kullanılır.

Şekil 5.3'te r , bir sinyal ile taşınan veri biti sayısını göstermektedir. Aşağıdaki formüller hem bit hızını hem de baud hızını tanımlayan formüllerdir.

- **Nyquist bit hızı**
 - $N = 2B \log_2 L = 2 \times B \times r$
- **Baud hızı (sayısal iletim)**
 - $S = 1/2 \times N \times 1/r$

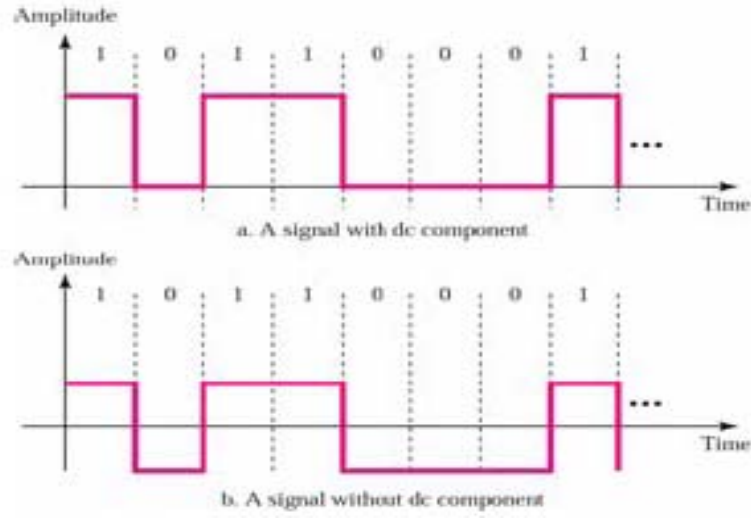


Şekil 5.3

5.2.2 Sayısal Veri Sayısal Sinyal Dönüşüm Problemleri

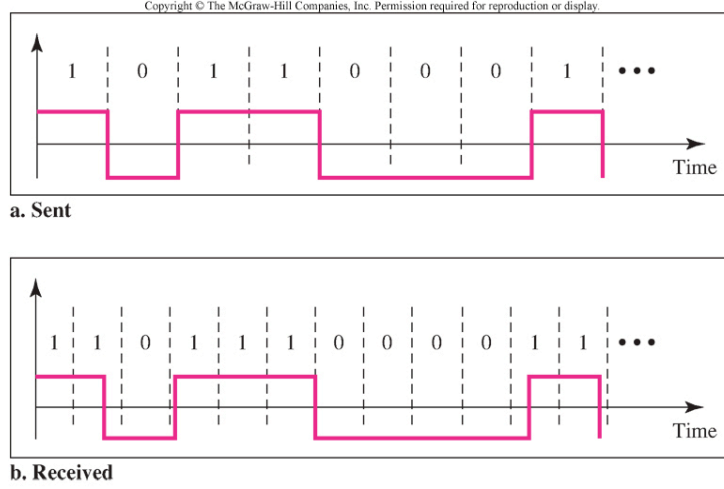
Sayısal veriden sayısal sinyale dönüşümde bazı problemlere/durumlara dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Hat kodlamada uzun 1 ve 0 bit dizilerinin alıcı tarafından algılanması zordur.
- Bir sayısal sinyal belirli bir süre sabit kalırsa DC bileşen oluşur. Bu da düşük frekansları geçirmeyen sistemler için probleme neden olur. DC bileşen sıfır frekans bileşenidir. Telefon hattı 200 Hz'in altındaki sinyalleri geçirmez (şekil 5.4).



Şekil 5.4

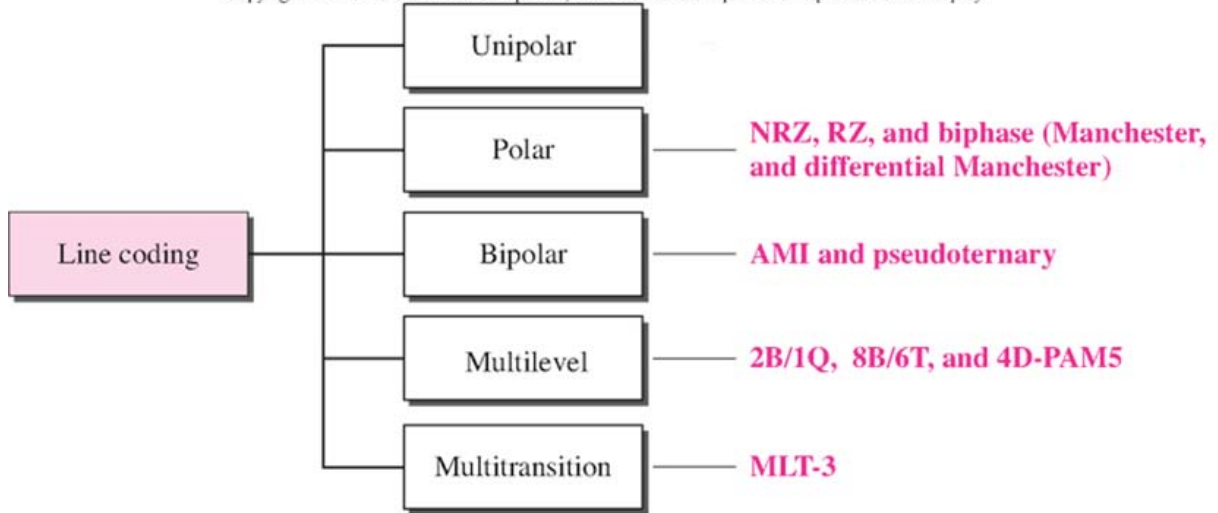
- Hem alıcı hem de verici de bit aralığının aynı olması gerekir. Aksi takdirde alınan sinyal gönderilen sinyalden farklı olur (şekil 5.5). Bundan dolayı senkronizasyon uygulanmalıdır.
 - Başlama ve sonlandırma problemi (11111111)
 - Bozulma
 - 1111→11111
 - Ayrı bir hat vasıtasıyla yada dinamik olarak aynı hat üzerinden senkronizasyon bilgisi gönderilerek bu problem çözülebilir



Şekil 5.5

5.3 HAT KODLAMA TEKNİKLERİ

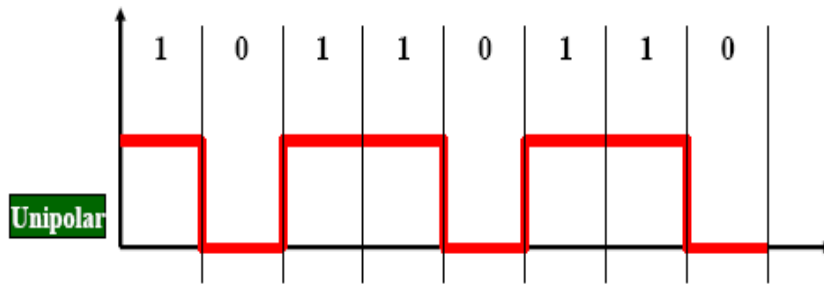
Hat kodlama teknikleri (sayısal veriden sayısal sinyale dönüşüm yöntemleri) şekil 5.6'da görüldüğü gibi 5 grup altında toplanmaktadır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6

5.3.1 Unipolar (Tek Kutuplu) Kodlama

Tek seviyeli bir değere sahiptir (şekil 5.7). Bit 1 pozitif gerilim ve bit 0 0 V ile tanımlanır. Çok basit bir kodlama yöntemidir.



Şekil 5.7

5.3.2 Polar Kodlama

Polar kodlamalar iki alt gruba ayrılır. Biri seviye tabanlı kodlamaları gruplarken, diğeri de farksal kodlamaları gruplar.

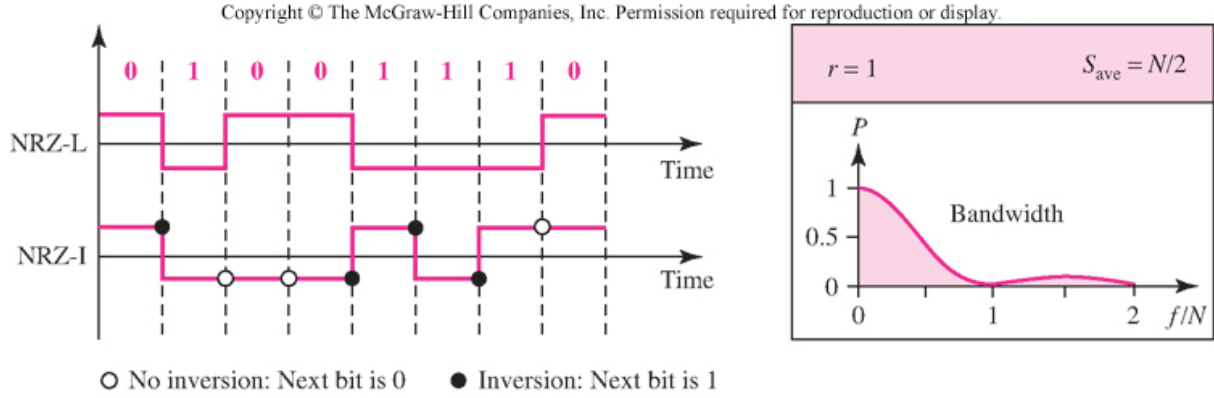
5.3.2.1 Seviye Tabanlı - NRZ (Non-Return Zero) - Kodlama Teknikleri

Seviye tabanlı kodlamaları tanımlar, yani veri seviyelerle gösterilir. NRZ-L ve NRZ-I yöntemleri mevcuttur (şekil 5.8). DC bileşene sahiptirler. Uzun 1 ve 0 bit dizilerinin algılanması zordur (NRZ-L'de daha fazla). Senkronizasyon problemleri oluşabilir (NRZ-L'de daha fazla).

1. **NRZ-L (Level) kodlama tekniği:** 1 değerinde düşük voltaj, 0 değerinde yüksek voltaj (negatif lojik mantığı)
 - Bir bit bilginin gönderilişinde voltaj belli bir seviyede tutulur.
 - Kısa bağlantılar için kullanılır, ör: PC – harici modem (RS-232).

2. **NRZ-I (Invert) kodlama tekniği** :1 değerinde voltaj seviyesini değiştir, 0 değerinde voltaj seviyesini değiştirme.

- Bir bit bilginin gönderilişinde voltaj belli bir seviyede tutulur.
- Bazı ISDN kanallarında kullanılır



Şekil 5.8

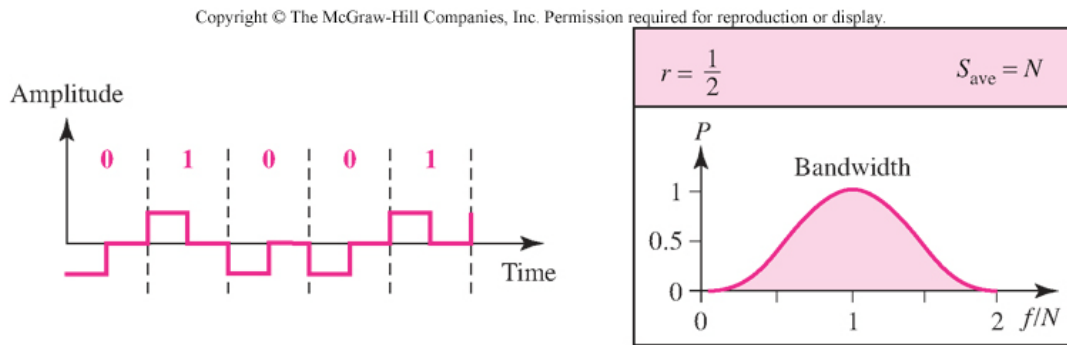
5.3.2.2 Farksal Kodlama Teknikleri

Veri, seviyelerden ziyade değişimlerle gösterilir. Seviyelerden daha güvenilir bir geçiş (transition) sezimine sahiptir. Geçişler hem veri hem de saat sinyali olarak hizmet eder. Bir bit için daha çok sinyal değişimi gerekir. Yani daha fazla bandgenişliği gerekir. Baud hızı bit hızından daha büyüktür. Aşağıdaki kodlama yöntemleri farksal kodlama yapısındadır

1. RZ
2. Manchester
3. Farksal Manchester

1. RZ – Return to Zero

- Üç seviye kullanılır +V, -V, 0 (sıfır seviyesi) (Şekil 5.9)
- Sinyal bitin orta seviyesinde 0'a döner
- Bir bit için daha sinyal değişimi gerekir
- DC bileşen problemi yoktur

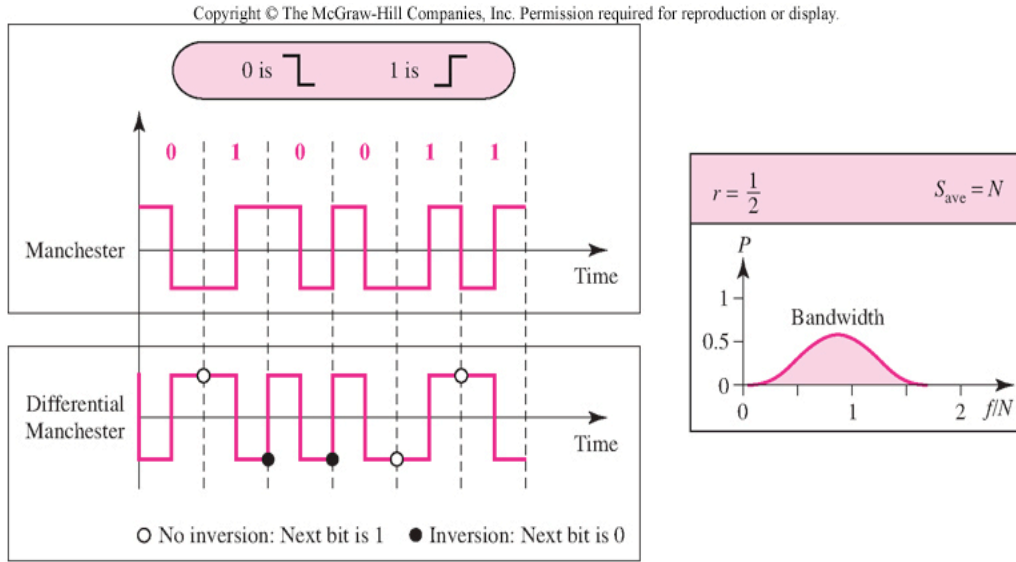


Şekil 5.9

2. **Manchester Kodlama Tekniği:** 0 değerinde düşen kenar, 1 değerinde ise yükselen kenar şeklinde kodlanır (şekil 5.10). 10 Mbps Ethernet, Manchester kodlama tekniğini kullanır.
3. **Farksal Manchester Kodlama Tekniği:** 0 değeri bit süresinin başında düzey değişimi gösterirken, 1 değeri için bit süresinin başında düzey aynı kalır. Bit süresinin ortasında her iki bit değeri için de düzey değişimi olur (şekil 5.10). 802.5 protokolü (Token Ring) Farksal Manchester kodlama tekniğini kullanır.

Aşağıdaki bilgiler hem manchester hem de farksal manchester kodlama için kullanılan ortak özelliklerdir.

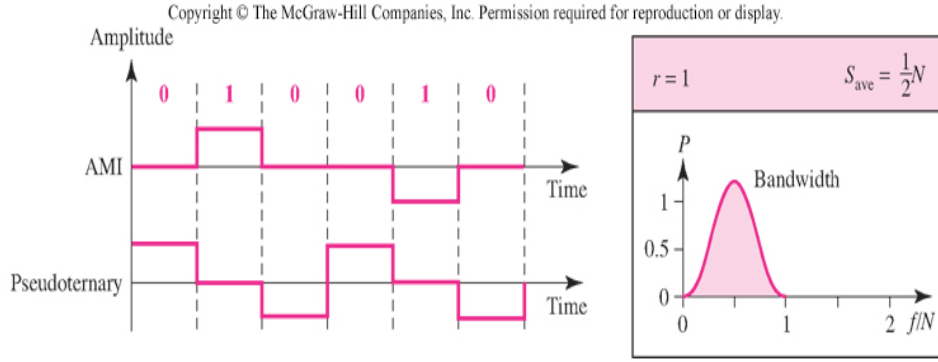
- Bir bit bilginin gönderilmesinde en az bir voltaj seviyesi değişimini gerektirir.
- NRZ'de olduğu gibi voltaj seviyesi bilgiyi taşımaz.
- Bit gönderme zamanının tam ortasında seviye değiştirir (senkronizasyon sağlanır).
- DC bileşeni yoktur



Şekil 5.10

5.3.3 Bipolar Kodlama Teknikleri (AMI ve Pseudoternary)

- AMI (Alternate Mark Inversion) kodlama: 0 için 0 Volt seviyesi kullanılırken, 1 için ise sırayla pozitif (+V) ve negatif (-V) olarak değişir (şekil 5.11).
- Pseudoternary kodlama: 1 için 0 Volt seviyesi kullanılırken, 0 için ise sırayla pozitif (+V) ve negatif (-V) olarak değişir (şekil 5.11).
- +V ve -V arasında sürekli değişim olduğundan Bipolar kodlamada DC bileşen yoktur.
- B8ZS ve HDB3 kodlama teknikleri, AMI kodlama tekniği üzerine dayalıdır. Ardarda gelen sıfırların oluşturacağı problemlerden kaçınmak için AMI'a artı olarak geliştirilen yöntemlerdir.



Şekil 5.11

5.3.4 Multilevel Kodlama Yöntemleri

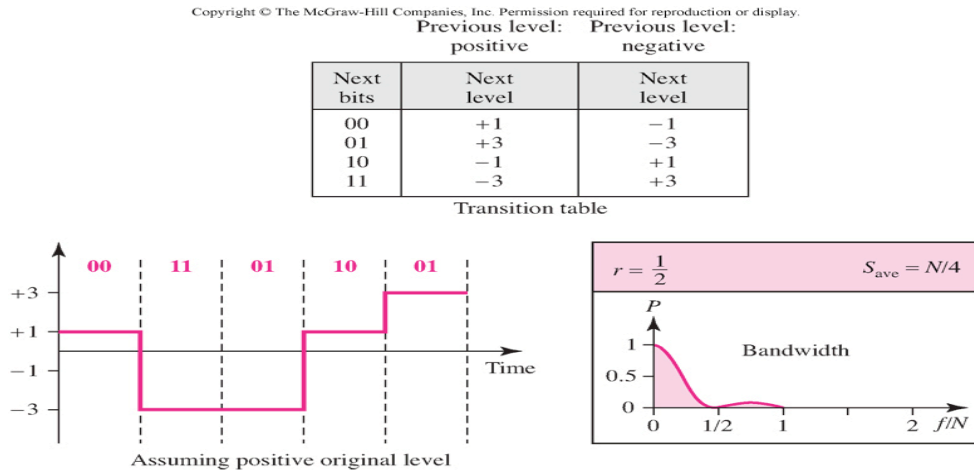
2B1Q, 8B6T, 4D-PAM5 yöntemleri, Multilevel kodlama yöntemleri içerisinde yer alır ve aşağıdaki temel özelliklere sahiptir:

- Bu şekildeki kodlama **mBnL** olarak isimlendirilir. İlk ikisi (**mB**) veriyi, son ikisi (**nL**) sinyali gösterir.
- **m** veri biti sayısını (ikili verinin uzunluğunu), **n** de sinyal sayısını (sinyal uzunluğunu) gösterir.
- İkili veri sadece 0 ve 1 değerlerine sahip olacağından m adet veriyi 2^m farklı sinyalle gösterebiliriz.
- B’de ikili veriyi tanımlar.
- Her sinyalde L seviye olursa L^n adet farklı sinyal elde edilir. Yani L adet sinyal seviyesi bulunur.
- L=2 ise B (Binary), L=3 T (Ternary), L=4 ise Q(Quaternary) kullanılır

5.3.4.1 2B1Q Kodlama

2B1Q (two-binary-one-quaternary) kodlamada **bir sinyal (n=1)** ile kodlanan **veri boyutu iki bit (m=2)** ve sinyaldeki toplam **seviye sayısı 4 (L=4)**’tür. 2B1Q, DSL teknolojilerinde (IDSL, HDSL, SDSL) hat kodlama tekniği olarak kullanılmaktadır.

Şekil 5.12’deki $r=2$ olacaktır. Yanlış yazılmıştır.

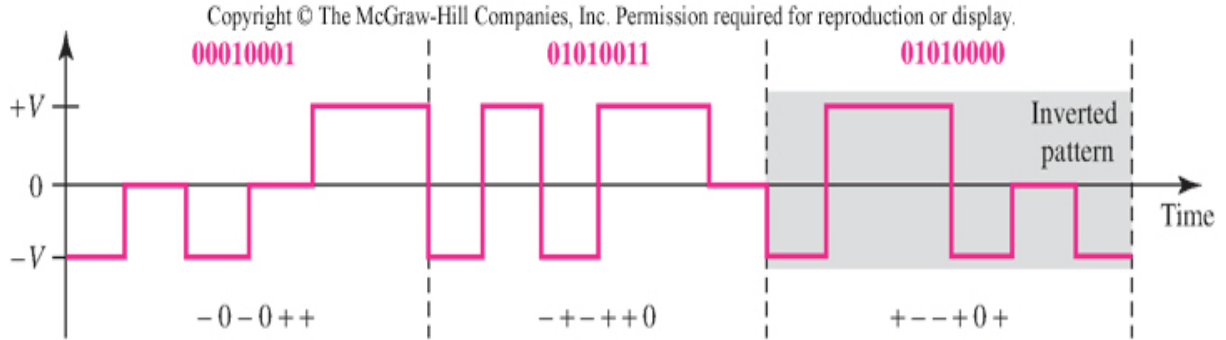


Şekil 5.12

5.3.4.2 8B6T Kodlama Yöntemi

8B6T (Eight-binary-six-ternary) kodlamada 8 bit veri ($m=8$) 3 seviyeli ($L=3$) sinyalle gösterilir (şekil 5.13).

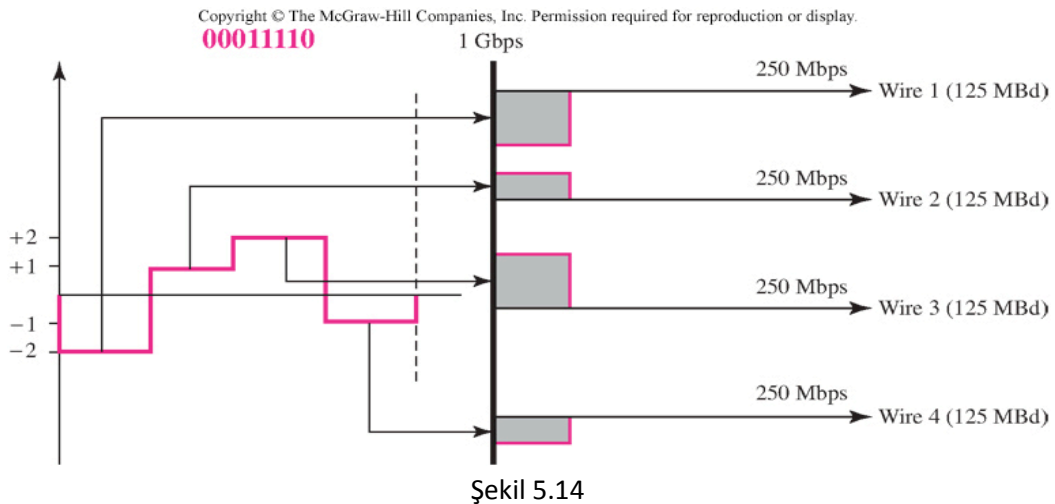
- $2^8=256$ farklı veri ve $3^6=729$ farklı sinyal kullanılır
- Sinyallerin bir kısmı senkronizasyon ve hata denetimi için kullanılır
- Her bit grubu için kullanılacak sinyal grubu sabittir
- 100Base-T4 Ethernet çeşidinde 8B6T kodlama yöntemi kullanılır



5.3.4.3 4D-PAM5 Kodlama Yöntemi

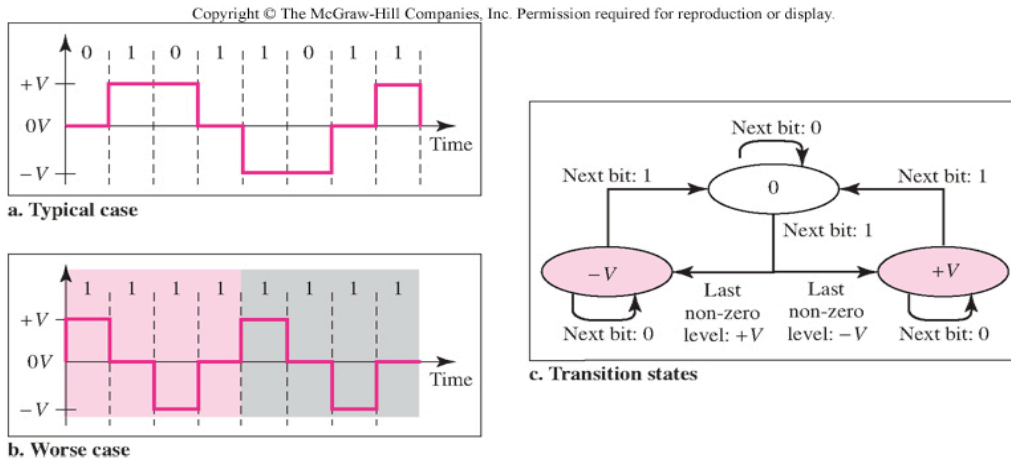
4D-PAM5 (Four-dimensional five-level pulse-amplitude-modulation) kodlamada 4D verinin 4 kablo ile iletiliğini gösterir (şekil 5.14).

- 5 farklı sinyal seviyesi (-2, -1, 0, 1, 2) bulunur.
- Sinyal 4 parça ile gösterilir her parçası bir kablo üzerinden iletilir
- Gigabit-LAN ağlarında kullanılır.



5.3.5 Multiline MLT-3 Kodlama

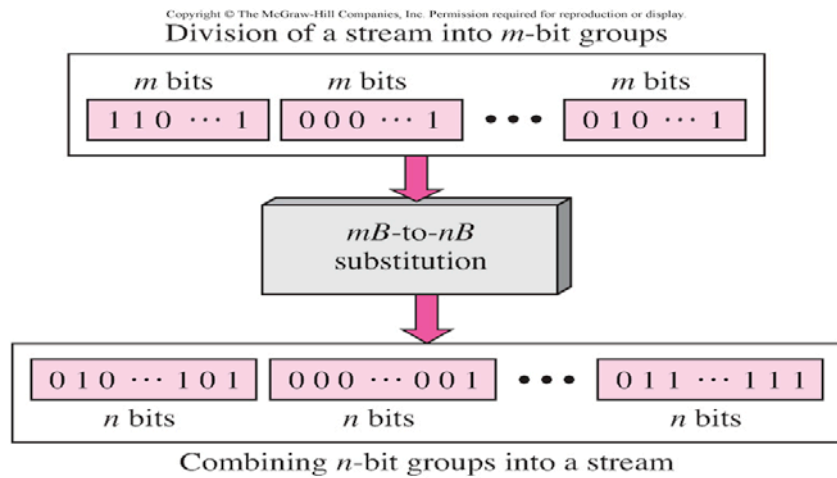
NRZ-I ve farksal manchester veriyi kodlarken iki geçiş yapar. MLT-3 (Multiline Transmission, Three Level) kodlama 3 seviyeli geçiş yapar, yani 3 sinyal seviyesi kullanır (+V, 0, -V) (şekil 5.15).



Şekil 5.15

5.4 Blok Kodlama

Senkronizasyon ve hata sezimini sağlamak için ek bitlere ihtiyaç duyulur. Blok kodlamada m adet bit n adet bit haline getirilir (mB/nB , $n > m$). Diğer bir deyişle m bit grubu n bit grubu yerine yerleştirilir (şekil 5.16). Örnek olarak 4B/5B’de orijinal bitler 4-bit gruplara ayrılır ve her 4 bitin yerine 5 bitlik karşılıkları yazılır. “/” işareti blok kodlamayı multilevel kodlamadan ayırır.

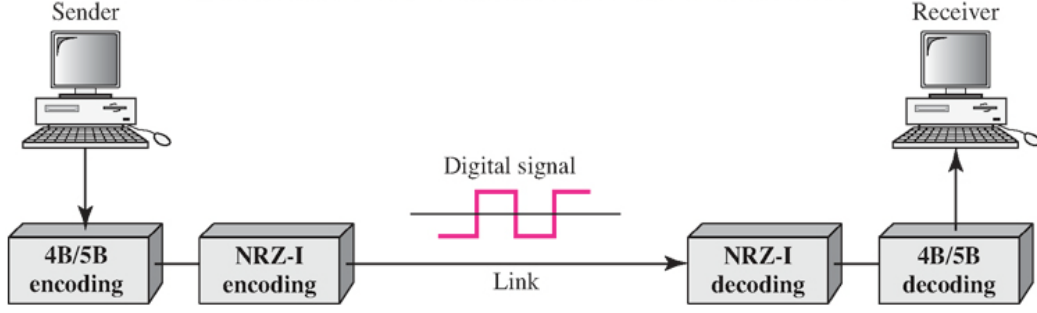


Şekil 5.16

5.4.1 4B/5B Kodlama Yöntemi

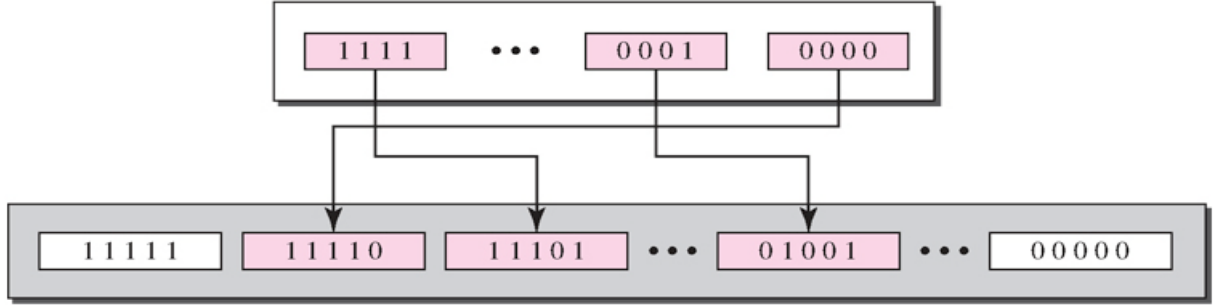
4B/5B (four binary/five binary) blok kodlama yöntemi NRZ-I ile birlikte kullanılır (şekil 5.17).

- NRZ-I kodlama ardarda gelen uzun 0’larda senkronizasyon problemi oluşturur. Bundan dolayı kodlamadan önce uzun 0 olmayacak şekilde değişiklik gerekir.
- Alıcı taraf, NRZ-I ile bitleri algılar, scrambling varsa elimine edilir, sonra fazlalık olan 1 bit atılır.



Şekil 5.17

Şekil 5.18’de gönderilmek istenen veri bitleri 4’er bitlik bloklara ayrılıp karşılıkları olan 5 bitlerin (şekil 5.19) iletim ortamına verildiği gösterilmektedir.



5-bit blocks

Şekil 5.18

Data Sequence	Encoded Sequence	Control Sequence	Encoded Sequence
0000	11110	Q (Quiet)	00000
0001	01001	I (Idle)	11111
0010	10100	H (Halt)	00100
0011	10101	J (Start delimiter)	11000
0100	01010	K (Start delimiter)	10001
0101	01011	T (End delimiter)	01101
0110	01110	S (Set)	11001
0111	01111	R (Reset)	00111
1000	10010		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		

Şekil 5.19

4B/5B blok kodlama yöntemi FDDI ve 100BaseTx Ethernet çeşidinde kullanılır. 4B/5B haricinde 6B/8B, 8B/10B ve 64B/66B blok kodlama yöntemleri bulunmaktadır.

5.5 Hat Kodlama Yöntemleri - Özet

Aşağıdaki tablo, baseband iletimde yaygın olarak kullanılan ve bu bölüm içerisinde anlatılan hat kodlama tekniklerinin özetini göstermektedir ve Doç.Dr. M. Ali Akçayol'un Veri İletişimi ders notlarından alınmıştır.

Kategori	Şema	Bant genişliği	Karakteristik
Unipolar	NRZ	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none">Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yokturDC bileşen vardır
Polar	NRZ-L	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none">Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yokturDC bileşen vardır
	NRZ-I	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none">Uzun 0 larda senkronizasyon yokturDC bileşen vardır
	Biphase	$BW = N$	<ul style="list-style-type: none">Yüksek bant genişliği gerektirirSenkronizasyon vardırDC bileşen yoktur
Bipolar	AMI	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none">Uzun 0 lar için senkronizasyon yokturDC 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 vardırDC bileşen yoktur
	4D-PAM5	$BW = N/8$	<ul style="list-style-type: none">Senkronizasyon vardırDC bileşen yoktur
Multiline	MLT-3	$BW = N/3$	<ul style="list-style-type: none">Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur