

Sinyal Güçlüğü Oranı

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR (\text{Sinyal Gücü / Güçlü Güc})$$

Yüksek bir SNR değeri yüksek kaliteli sinyal manasına gelir. SNR erişilebilir veri hızının üst sınırını belirler.

Kanal Kapasitesi

Nyquist tarafından güçlüsüz, Shannon tarafından güçlüsüz kanal için bit hızları belirlenmiştir.

Kanal kapasitesini bandgenişliği, güçlüğü ve hata oranı gibi 3 faktör etkiler.

Nyquist Bit Hızı

Güçlüsüz ve hatadan yoksun bir kanal için tanımlanmıştır. Bandgenişliği B olarak verilmesse, en yüksek sinyalleşme hızı $2B$ 'dır.

→ İki voltaj seviyeli binary sinyal için

$$\text{Nyquist bit hızı} = 2B \text{ (bps)}$$

→ Çoklu voltaj seviyesine veya sinyal seviye sayısına (L) sahip sinyal için

$$\text{Nyquist bit hızı} = 2B \log_2 L \text{ (bps)}$$

$L \rightarrow$ Seviye sayısı
Geçirim seviyesi

Örnek: $L=8$ (bağılı modemlerde kullanılan değer) ve 3000 Hz'lik band genişliği için,

$$\begin{aligned} \text{Nyquist bit hızı} &= 2 \cdot 3000 \log_2 8^2 \\ &= 2 \cdot 3000 \cdot 3 \\ &= 18000 \text{ bps} \\ &= 18 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

Shannon Kapasite Formülü

Bit hızı ne kadar artarsa her bir bitin süresinde o kadar azalır, bu yüzden bir güçlüğü patlaması durumunda daha fazla bit etkilenir.

$$\text{Shannon Kapasite : } C = B \log_2 (1+SNR) \text{ (bps)}$$

Örnek: $BW=3000$ Hz ve $S/N = 35$ dB (3162) olan bir telefon hattı için maksimum veri hızı nedir?

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} (SNR)_{decimal}$$

$$35 = 10 \cdot \log_{10} (SNR)$$

$$SNR = 10^{3,5} = 3162$$

$$C = B \log_2 (1+3162)$$

$$= 34860 \text{ bps}$$

$$= 34,86 \text{ Kbps}$$

Örnek: 3 MHz ve 4 MHz arasında bir spektruma sahip bir kanal 24 dB'lik bir SNR değerine sahiptir. Buna göre maksimum kapasitesi belirleyiniz.

$$BW = 4 - 3 = 1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} (SNR)_{decimal}$$

$$C = B \cdot \log_2 (1 + SNR) \quad \text{Shannon}$$

$$24 = 10 \log_{10} SNR$$

$$C = 10^6 \cdot \log_2 252$$

$$\frac{24}{10} = \log_{10} SNR$$

$$\frac{C}{10^6} = \log_2 \frac{252}{10} \rightarrow 10 \text{ luk tabanda } \frac{\log 252}{\log 2}$$

$$SNR = 10^{2.4} = 251$$

$$\frac{C}{10^6} = \frac{\log 252}{\log 2}$$

$$C = 8 \text{ Mbps}$$

→ 8 Mbps'lik maksimum kapasitesini elde etmek için kanal sinyal seviyesi gereklidir? ($L=?$)

$$C = 2B \log_2 L \quad \text{Nyquist}$$

$$8 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^6 \log_2 L$$

$$L = \log_2 L$$

$$L = 2^4 = 16$$

Ağlarda Gecikme / Performans

İletim ve Yayılm Gecikmeleri

$$T_p = \text{Hattın fiziksel uzunluğu (m)} / \text{Yayılm hızı (m/sn)}$$

$$T_x = \text{İletilecek bitlerin sayısı (N)} / \text{Hattın hızı (bps)}$$

Örnek: 2,5 Kbyte bir email için 1 Gbps bant genişliği olan ağıda yayılım ve iletim gecikmesi değerleri nedir? Alıcı - verici arası mesafe 12000 km ve yayılım hızı $2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$\text{Yayılm Gecikmesi (T}_p\text{)} = \frac{12000 \times 10^3}{2,4 \times 10^8} = 50 \text{ ms}$$

$$\begin{aligned} 2,5 \text{ Kbyte} &= 2500 \text{ byte} \\ 1 \text{ Gbps} &= 10^9 \text{ bps} \end{aligned}$$

$$\text{İletim Gecikmesi (T}_x\text{)} = \frac{2500 \times 8}{10^9} = 0,02 \text{ ms}$$

→ Mesaj boyutu kısa bant genişliği yüksek olduğu için baskın faktör yayılım gecikmesidir. İletim gecikmesi ihmal edilebilir.

Örnek: 5 Mbyte bir resim için 1 mbps bant genişliği olan ağda yayılım ve iletim gecikmesi değerleri nedir? Alıcı-verici arası mesafe 1200 km ve yayılım hızı $2,4 \cdot 10^8$ m/s'dır.

$$T_p = \frac{1200 \cdot 10^3}{2,4 \cdot 10^8} = 50 \text{ ms}$$

$$5 \text{ Mbyte} = 5 \cdot 10^6 \text{ byte}$$

$$1 \text{ mbps} = 10^6 \text{ bps}$$

$$T_x = \frac{5 \cdot 10^6 \times 8}{10^6} = 40 \text{ s}$$

$$N = 5 \cdot 10^6 \times 8$$

bit

1 karakter 8 bit

olduğundan 8 ile çarpıyoruz.

→ Mesafeyi büyük, bant genişliği küçük olduğu için baskın faktör iletim gecikmesidir. Yayılım gecikmesi İhmal edilebilir.

Bit Hızı ve Sinyal (Baud Hızı)

Veri hızı, bir saniyede iletilen bit hızını tanımlar (bit/s). Veri hızı bit hızı olarak tanımlanabilir.

Sinyal hızı (Baud Hızı, Darbe Hızı, Modülasyon Hızı), bir saniyede iletilen sinyal sayısını gösterir. (baud/s)

Bandwidth, sinyali taşımak için gereken frekans spektrumu gösterir.

Sinyaldeki değişim sayısının artarsa, daha geniş frekans spektrumu kullanılır.

$$r = \frac{\text{bit sayısı}}{\text{sinyal sayısı}}$$

→ r, bir sinyal ile taşınan veri biti sayısını gösterir.

Nyquist Bit Hızı

$$N = 2.B \log_2 L$$

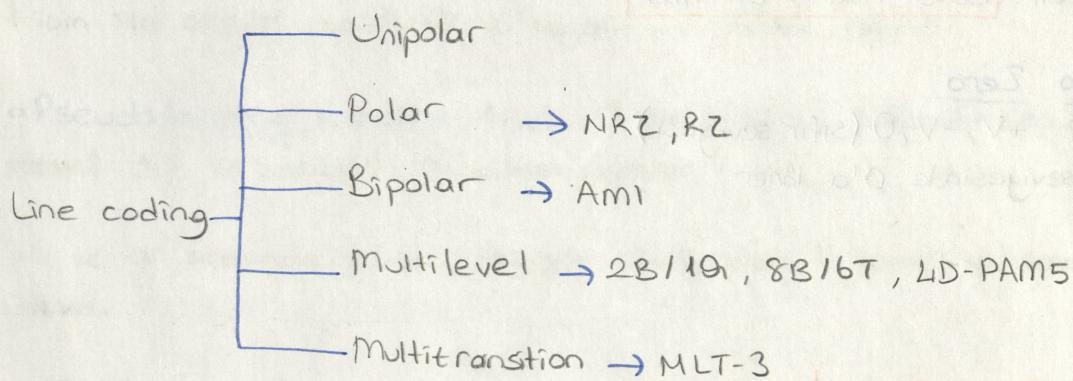
$$N = 2.B \cdot r$$

Baud Hızı (Soyusal İletim)

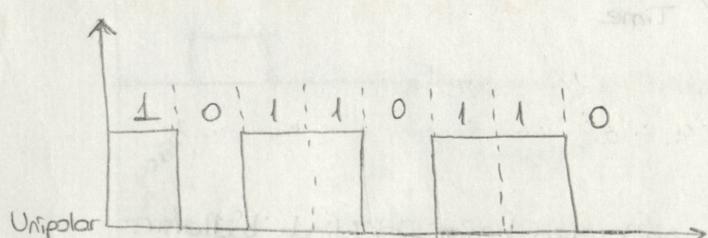
$$S = \frac{1}{2} \cdot N \cdot \frac{1}{r} = \frac{N}{2r}$$

Hat Kodlama Teknikleri:

Sayısal veriden sayısal sinyale dönüşüm yöntemleri



1- Unipolar (Tek Kütuplu) Kodlama



Bit 1 pozitif gerilim
bit 0 OV ile tanımlanır.

2- Polar Kodlama

→ Seviye Tabanlı - NRZ (None Return Zero) Kodlama Teknikleri:

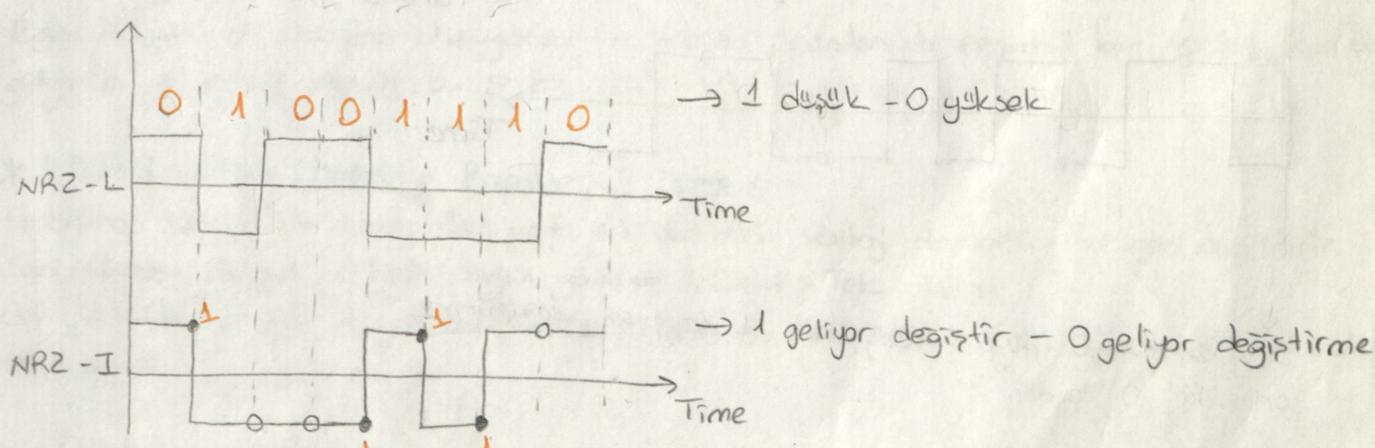
Veri seviyelerine gösterilir. DC bileşene sahiptirler. Uzun 1 ve 0 bit dizilerinin algıllanması zordur. Senkronizasyon problemi olusabilir.

◦ NRZ-L (Level) Kodlama Tekniği:

1 değerinde düşük voltaj, 0 değerinde yüksek voltaj

◦ NRZ-I (Invert) Kodlama Tekniği:

1 değerinde voltaj seviyesini değiştir, 0 değerinde voltaj seviyesini değiştirme



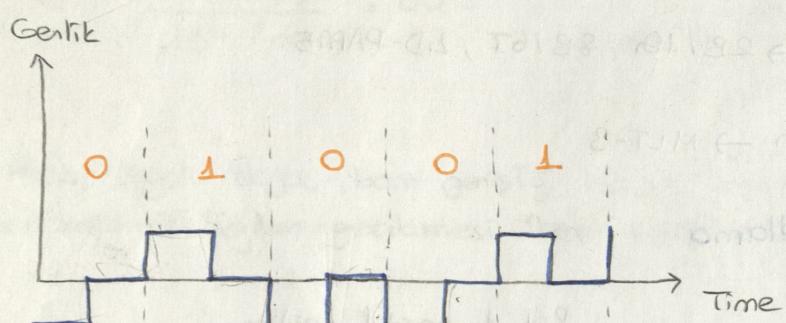
→ Farksal Kodlama Teknikleri

Degişimlerle gösterilir. Bir bit'in daha çok sinyal değişimi gereklidir. Yani daha fazla band genişliği gereklidir. Baud hızı > Bit hızı.

o RZ - Return to Zero

Üç seviye kullanılır $+V, -V, 0$ (Sıfır seviyesi)

Sinyal bit'in orta seviyesinde 0'a döner.

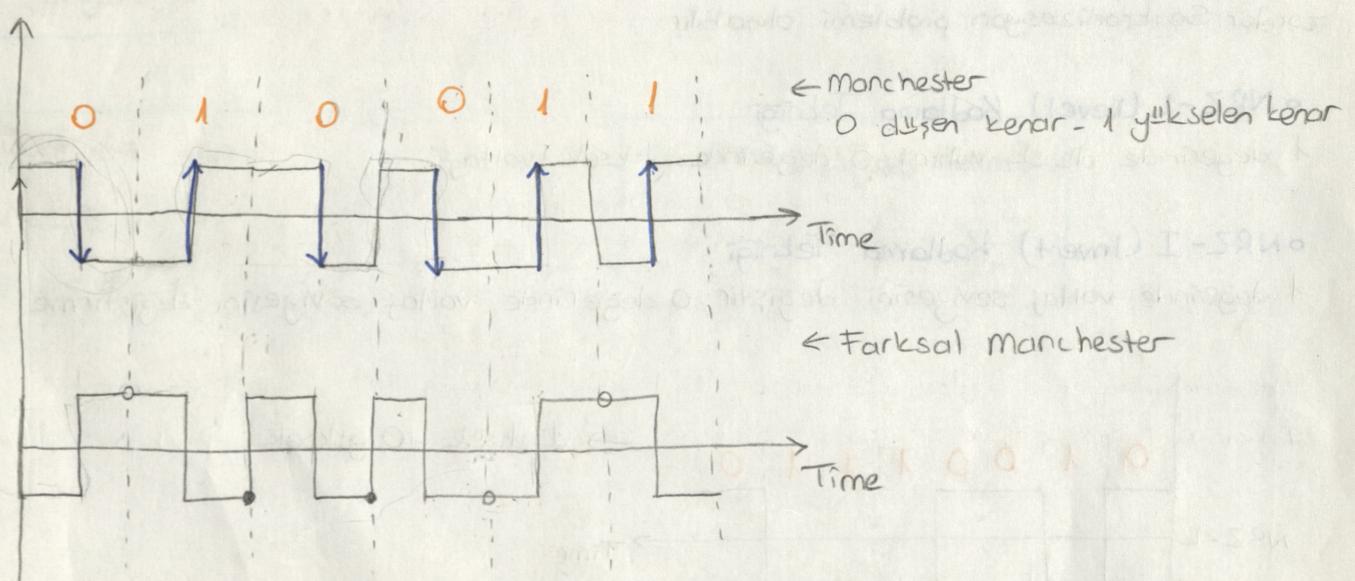


o Manchester Kodlama Tekniği

0 değeri düşen kenar, 1 değeri ise yükselen kenar şeklinde kodlanır.

o Farksal Manchester Kodlama Tekniği

0 değeri bit süresinin başında düşey değişimini gösterirken, 1 değeri bit süresinin başında düşey aynı kalır. Bit süresinin ortasında her iki bit içinde düşey değişimini olur.



↓
Bit başında 0 geliyorsa değiştir 1 geliyorsa değiştirme
Ortasında 0'a dön