

Medien

Ausbreitungsgeschwindigkeit

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum: $c_0 = 299'792'458 \frac{m}{s}$
Faustregel in Medien: $200'000 \frac{km}{s} = 20 \frac{cm}{ns}$

Signaldämpfung

Angegeben in Dezibel; auch: Insertion Loss, Attenuation

Dämpfung $A = 10 * \log(P_1/P_2) = 20 * \log(U_1/U_2)$

Höhere Frequenz → mehr Dämpfung

Halbierung der Leistung entspricht ca. 3dB

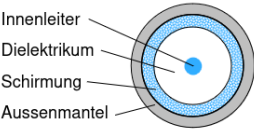
Signal-to-Noise-Ratio SNR

$SNR = 10 * \log(P_{Signal}/P_{Noise}) dB$

Kabel

Koaxial

- + besser als twisted pair für hohe Frequenzen
- + relativ unempfindlich gegen elektromagn. Störungen
- mechanisch heikel (knicken/quetschen)



Parasymmetrisch (Twisted Pair)

- + bereits lange im Einsatz
- + bei guter Qualität auch für Breitband geeignet
- mit oder ohne Schild

Shielded Twisted Pair (STP)

Bezeichnet nach ISO 11801: xx/yTP

xx steht für die Gesamtschirmung

- U ungeschirmt
- F Folienschirm
- S Geflechschirm
- SF Folien- & Geflechschirm

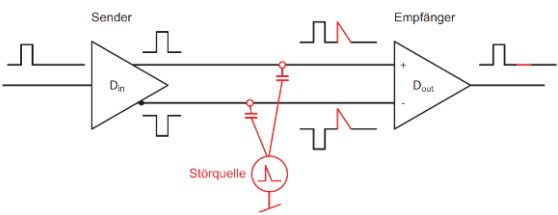
y steht für die Aderpaarschirmung

- U ungeschirmt
- F Folienschirm
- S Geflechschirm

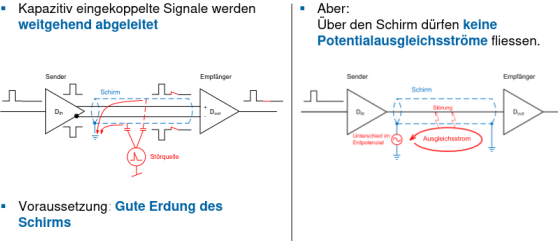
Störungen bei TP

Kapazitive/Induktive Störungen treten bei TP öfter als bei Koax oder Glasfaser auf.

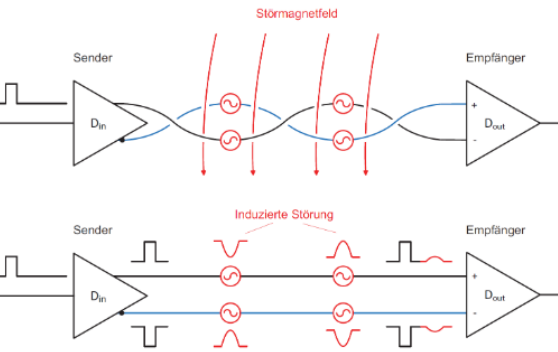
Kapazitive Störungen von benachbarten Leitungen heissen Crosstalk(über-/nebensprechen). Diese Störungen können durch ein invertiertes komplementäres Signal weitgehen aufgehoben werden. Der Empfänger subtrahiert die beiden Signale und eliminiert dadurch Störungen.



Alternativ können kapazitive Störungen mit einem leitenden Schirm abgefangen werden.



Induktive Störungen (durch ein Magnetfeld) können nicht durch ein komplementäres Signal alleine gelöst werden, da die die Störung auf beiden Signalen entgegengesetzt ist. Dies kann über verdrehen der Aderpaare gelöst werden, benachbarte Schleifen heben sich so immer auf.



Kategorien

- Cat 1.4 Billigkabel für analoge Sprachübertragung (< 1Mb/s)
- Cat 5 bis 100 MHz, z.B. 100Mb/s oder 1 Gb/s Ethernet bis 100m
- Cat 6 250 MHz, 1 Gb/s Ethernet und 10 Gb/s Ethernet bis 55m
- Cat 7 600 MHz, z.B. für 10 Gb/s Ethernet bis 100m

Lichtwellenleiter

- + hohe Bandbreite → hohe Datenrate
- + geringe Dämpfung → lange Übertragungsstrecken
- + resistent gegen elektromagnetische Störungen

Zentrum aus Kernglas mit hoher optischer Dichte (Brechungsindex $n_{kern} = 1.5$) umschlossen von Mantelglas mit geringer optischer Dichte (Brechungsindex $n_{mantel} = 1.48$). Dadurch werden Lichtstrahlen im Kern totalreflektiert($\beta > 90^\circ$) und keine Energie durch Absorption verloren

Multimode

- + dicker Kern (mehrere Wege/Modes für das Licht)
- hohe Dispersion(Signalverschmierung auf langen Wegen)
 - Kann reduziert werden durch Einsatz von Gradientenfaser (übergang zwischen Kern und Mantel)

Singlemode

- + keine Dispersion
- + hohe Datenraten auf hohe Distanzen
- dünner Kern, nur eine Grundmode

Physical Layer

Begriffe

(Leitungs-)Symbol

Zu einem gewissen Zeitpunkt übertragenes physikalisches Signal das mit einer bestimmten Symbolrate seinen Wert verändert.

nicht wie in INCO "eine von N möglichen Nachrichten"

Informationsgehalt/Bit

Informationsgehalt (von Symbol/Nachricht) $N_{Bit} = ld(\text{Anzahl Möglichkeiten})$

Zeichen

Einheit der übertragenen Daten, z.B. ein ASCII Zeichen

Baudrate

Schrittgeschwindigkeit = Leitungs-Symbole pro Sekunde

Maximale Baudrate f_s ist doppelte Bandbreite B (Hz) gemäss Nyquist:

$f_s = 2B$

Durchsatz/Bit-/Datenübertragungsrate

übertragung von Information pro Zeit

Maximale Bitrate (Hartley's Gesetz)

$R \leq 2B * ld(\#unterscheidbare \text{ Signalzustände})$

Potenzen (in der Kommunikation werden NICHT zweierpotenzen verwendet):

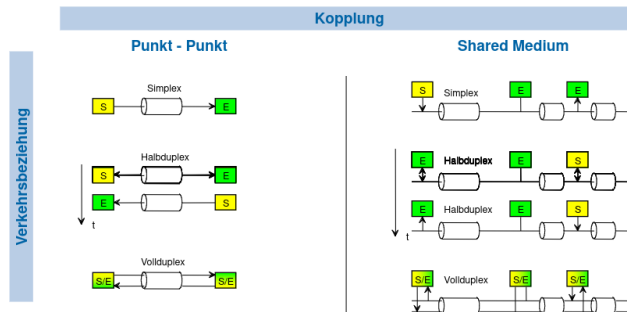
- kBit = 10^3 Bit → kbps = 10^3 bps
- MBit = 10^6 Bit → Mbps = 10^6 bps
- GBit = 10^9 Bit → Gbps = 10^9 bps

Kanalkapazität

Berücksichtigt neben der Bitrate auch Störungen

$C_s[Bit/s] = B * ld(1 + \frac{S}{N})$

Verkehrsbeziehung und Kopplung



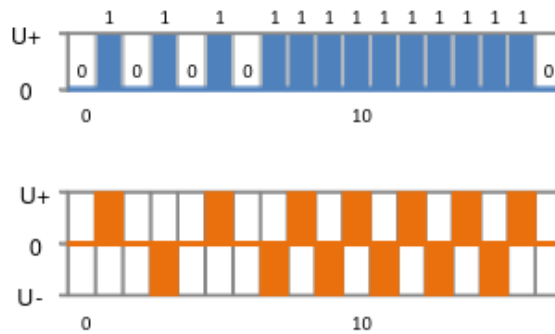
Leitungscode

Anforderungen:

- Takt sollte im Signal enthalten sein (Taktrückgewinnung)
- effiziente Bandbreitennutzung
- möglichst gleichspannungsfrei (um Sender & Empfänger mit z.B. Transformatoren galvanisch trennen zu können)

3-wertiger AMI (Alternate Mark Inversion)

Wechsel \pm bei jeder 1 sonst 0 $\rightarrow \pm$ gleichen sich aus somit Gleichspannungsfrei



PAM3

Anwendung bei 10 Mbit/s Ethernet via Single Pair bis 1.2km

- 4 Bit werden zu 3 ternären Symbolen
- DC/Gleichspannungs Offset wird bei Codierung berücksichtigt

RS232

