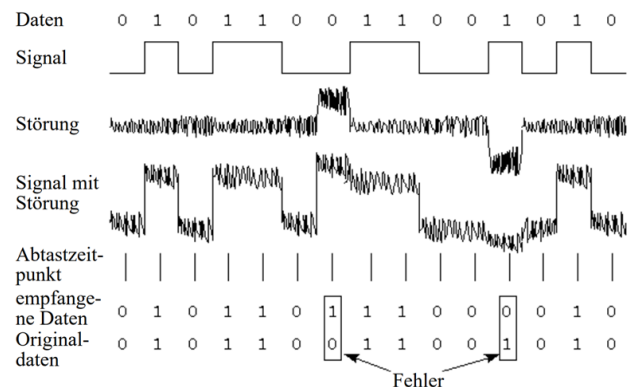




Ethernet Testing Factsheet

BERT – Datenintegritätstest



Die Basis zur Verifizierung der Datenintegrität bildet der Bitfehlerratenest BERT. Dieser Test verwendet Testmuster (Test Patterns), welche vom Sender zum Empfänger übertragen werden und prüft ob dieses Testmuster unterwegs verfälscht wurde. Solche Bitfehlerratenests gab es bereits für serielle Datenübertragungen und sind auch heute noch ein wichtiger integrierter Bestandteil vieler Testverfahren.

Datenintegrität ist eine der **Grundvoraussetzungen** bei der elektronischen **Übermittlung von Frames und Paketen**. Wenn ich auf eine einfache Frage als Antwort ein JA sende, erwarte ich selbstverständlich, dass dieses beim Empfänger auch als JA ankommt und nicht unterwegs zum NEIN wurde. Genauso selbstverständlich sollte es sein, dass man die Datenintegrität in Netzwerken auch verifiziert. **Mit dem Testen der Bitfehlerrate wird geprüft, ob und wie viele BITS unterwegs verändert wurden.**

Key Facts Bit Error Rate Testing

- Bit Error Rate
- Test Pattern
- Forward Error Correction

BERT / Lane-BERT

BERT = Bit Error Rate Test

- BIT ist die kleinste Informationseinheit in einem Netzwerk oder Speicher
- 1 Bit = 0 oder 1 (Binärdarstellung)
- Bei der Datenübertragung können die Signale beeinflusst werden, wodurch ein Bit sich verändern kann
- Ob RS232 mit 9200 baud oder 400G Ethernet, es werden immer Bit's übertragen

Test Pattern

PRBS = Pseudo Random Test Sequence sind die am meisten verwendeten Test Patterns

- $2^{15}-1$ PRBS / PRBS15 Datenraten < 100Mbps
- $2^{23}-1$ PRBS / PRBS23 Datenraten 100Mbps - 1Gbps
- $2^{31}-1$ PRBS / PRBS31 Datenraten >1Gbps

Weitere Test Patterns

- All1 = 11111111
- All0 = 00000000
- HFPAT = stetig wechselnde Bitfolge z.B. 101010
- CRPAT = Liefert gleichmässig verteilt Energie über das ganze Frequenzspektrum z.B. 11110000111110000

Bit Error Rate Grenzwerte IEEE 802.3

Bit Error Rate = Verhältnis fehlerhaft empfangener BIT's gegenüber den total gesendeten BIT's

- 10BASE- Ethernet BER $\leq 10^{-8}$
- 100BASE- Ethernet BER $\leq 10^{-9}$
- 1000BASE-; 10GBASE- Ethernet BER $\leq 10^{-12}$
- 20/50GBASE-; 40/100GBASE- Ethernet BER $\leq 10^{-12}$
- 200/400GBASE- Ethernet post-FEC BER $\leq 10^{-13}$
Per Lane pre-FEC BER $\leq 10^{-4} / 10^{-6}$
FEC Frame Loss Rate FLR $\leq 6.2 \times 10^{-12} / 6.2 \times 10^{-15}$

Forward Error Correction (FEC)

- Höhere Datenraten -> kürzere Pulse -> kleinere Energie -> weniger Reichweite + mehr Fehler
- Limit pro Lane: 28G gilt als sicher, 40G wird auch verwendet! 100G ist mit NRZ auf einer Lane nicht mehr möglich -> dort wird 10x10G, 4x25G verwendet oder eine Modulation (z.B. PAM4) eingesetzt
- Je nach verwendeter Technologie (z.B. PAM4) sind Bitfehler immer vorhanden und müssen mit Forward Error Correction Methoden (z.B. RS(544,514)15 KP4-FEC) verringert werden