

Modulo 4 – Test dei cavi

Upon completion of this module, the student will be able to perform tasks related to the following:

- | | |
|-----|---|
| 4.1 | Background for Studying Frequency-Based Cable Testing |
| 4.2 | Signals and Noise |

4.1 Conoscenze di base per fare il test sui cavi

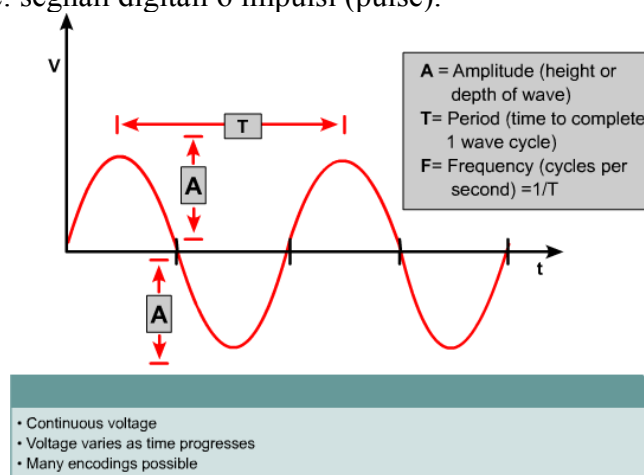
4.1.1 Onde (waves)

I parametri di un'onda sono: ampiezza, frequenza, periodo.

4.1.2 Onde sinusoidali e quadre

Esempio di onde sinusoidali: distanza terra – sole.

Esempio di onde quadre: segnali digitali o impulsi (pulse).



4.1.3 Esponenti e logaritmi

Per usare numeri grandi e piccoli assieme si usano i logaritmi.

Esempio: $\log(10^9) = 9$

4.1.4 Decibel (dB)

There are two formulas for calculating decibels:

- $\text{dB} = 10 \log_{10} (P_{\text{final}}/P_{\text{ref}})$
- $\text{dB} = 20 \log_{10} (V_{\text{final}}/V_{\text{references}})$

dB negativi = attenuazione, positivi = amplificazione

Le onde di luce nelle fibre ottiche e le onde radio usano i dB in potenza, le onde elettromagnetiche usano i dB in tensione.

4.1.5 Vedere i segnali nel tempo ed in frequenza

Un oscilloscopio fa l'analisi dei segnali nel dominio del tempo mentre l'analizzatore di spettro fa l'analisi nel dominio delle frequenze.

4.1.6 Segnali analogici e digitali nel tempo ed in frequenza

Se ci sono molte frequenze in un segnale, si ha uno spettro continuo. Fourier dice che un'onda quadra è la somma di infinite sinusoidi con frequenze multiple della fondamentale.

4.1.7 Rumore nel tempo ed in frequenza

Noise = segnale non desiderato o rumore.

Cause del rumore: crosstalk (il segnale presente su un filo è disturbato dai segnale dei fili posti accanto), RFI (disturbi in radio frequenza), EMI (disturbi elettromagnetici), laser noise del trasmettitore o ricevitore nelle fibre.

Il rumore che agisce su tutte le frequenze è detto rumore bianco. Se il rumore agisce su poche frequenze è detto narrow band.

4.1.8 Bandwidth (larghezza di banda)

La bandwidth analogica è il range di frequenze occupate da un sistema analogico e si misura in hertz (Hz) (3 KHz = telefonia, 20 KHz = segnali udibili, 5 KHz = segnali radio AM, 200 KHz = segnali radio FM).

La bandwidth digitale misura quanta informazione passa, si misura in bps. Nei test dei cavi si usa la bandwidth analogica per risalire alla bandwidth digitale del cavo di rame.

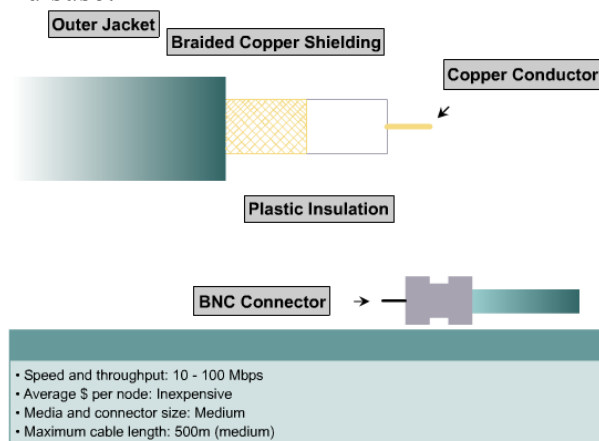
4.2 Segnali e rumore

4.2.1 Segnali su cavi di rame e fibre ottiche

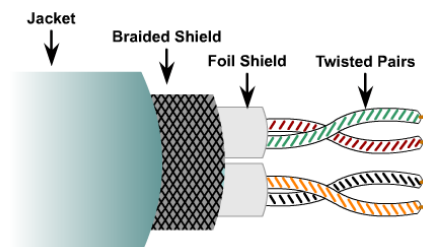
Ci sono 2 tipi di cavi in rame: schermati e non.

Quelli schermati proteggono i dati dal rumore, all'esterno vi è una calza che va collegata a massa (reference ground), vi è una minore perdita di potenza lungo il cavo, però è più difficile da installare.

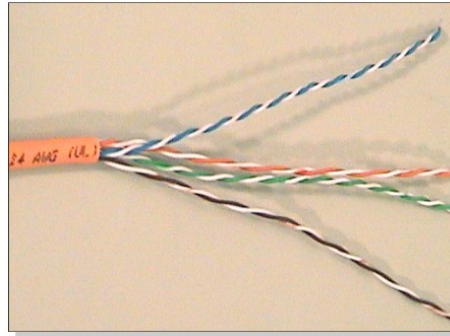
Il cavo coassiale ormai è in disuso.



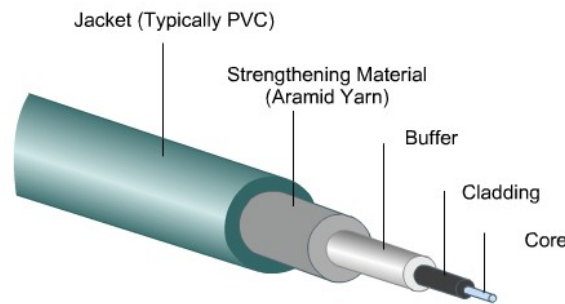
Nel cavo STP c'è una schermatura per ogni coppia di fili più una schermatura globale. STP è anche detto ScTP (screened).



I cavi UTP sono attualmente i più usati.



Le fibre non necessitano di massa, non risentono del rumore, si usano tra edifici diversi (single mode) o tra piani diversi dello stesso edificio (multimode).



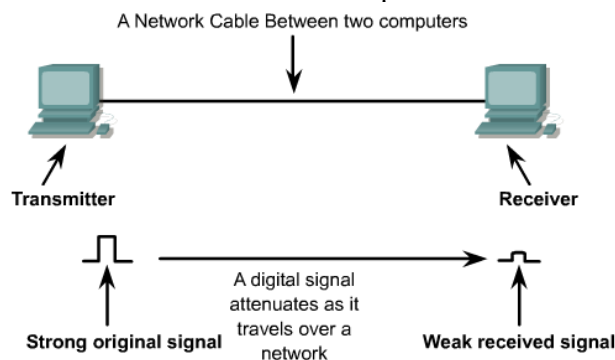
4.2.2 Attenuazione e perdita d'inserzione per cavi in rame

La lunghezza del cavo e le alte frequenze contribuiscono all'attenuazione di un segnale. Un cable tester usa le più alte frequenze ammesse su quel cavo. L'attenuazione si misura in dB negativi.

L'impedenza di un cavo UTP CAT 5 è 100 Ω se il connettore è montato correttamente, se così non fosse si ha una discontinuità o impedance mismatch.

Le discontinuità attenuano perché creano riflessioni (echo). Per il ricevitore è difficile ricostruire dei dati con echi (jitter).

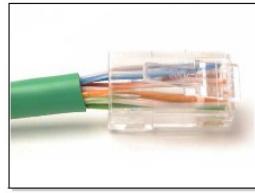
La combinazione di attenuazione e discontinuità è detta perdita d'inserzione.



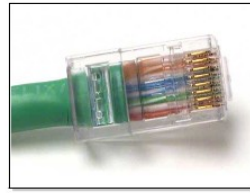
4.2.3 Sorgenti di rumore su cavi in rame

La certificazione TIA/EIA 568B di un cavo richiede il test per una certa varietà di rumori.

Il crosstalk è più alto alle alte frequenze. Il cable tester lo misura inviando un segnale su una coppia di fili e misurando la tensione sugli altri fili. Il crosstalk si minimizza attorcigliando i fili. Cavi di categorie più alte richiedono più avvolgimenti su ogni coppia. Per i connettori occorre disattorcigliare il meno possibile.



Bad Connector - Wires are untwisted for too great a length.



Good Connector - Wires are untwisted to the extent necessary to attach the connector.

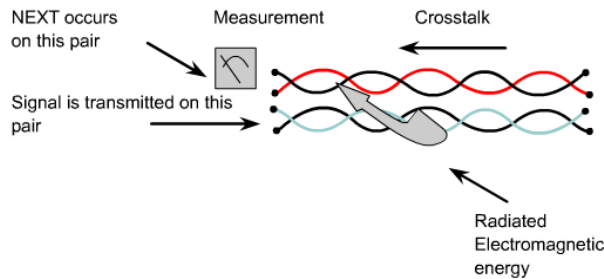
4.2.4 Tipi di crosstalk

Ci sono 3 tipi di crosstalk:

1. NEXT (Near End Crosstalk)
2. FEXT (Far End Crosstalk)
3. PSNEXT (Power Sum Near End Crosstalk)

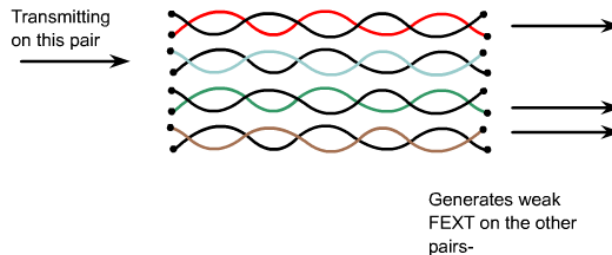
NEXT = $V_{\text{segnale di test}} - V_{\text{segnale crosstalk}}$ [negative dB]

I cable tester non mostrano il segno meno.

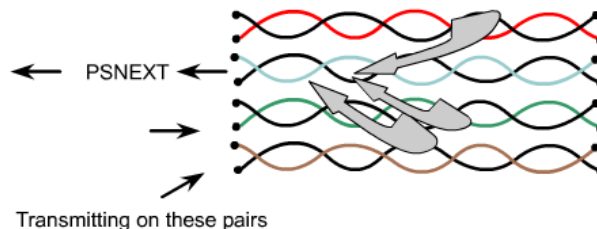


-30 dB è una misura migliore di -10 dB. NEXT si misura per ogni coppia di fili e ad ogni estremità del cavo.

FEXT: a causa dell'attenuazione il crosstalk lontano dal trasmettitore è minore del NEXT ed è un problema minore del NEXT.



PSNEXT: misura l'effetto cumulativo di NEXT su tutte le coppie di fili. Si misura su ogni coppia mandando il segnale sulle altre 3 coppie. TIA/EIA 568B richiede il test PSNEXT.

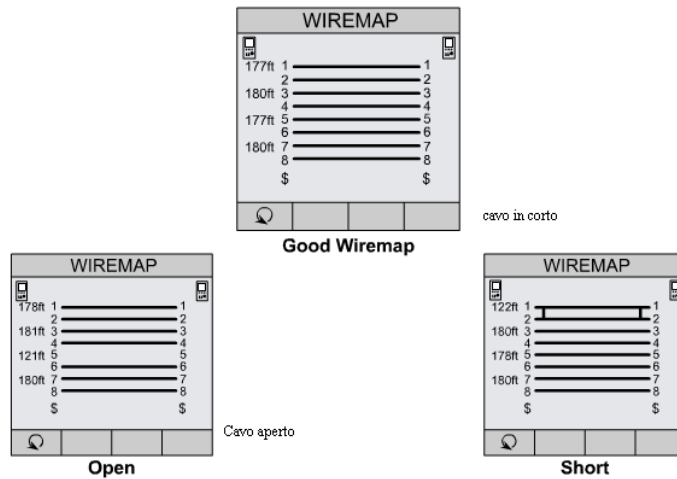
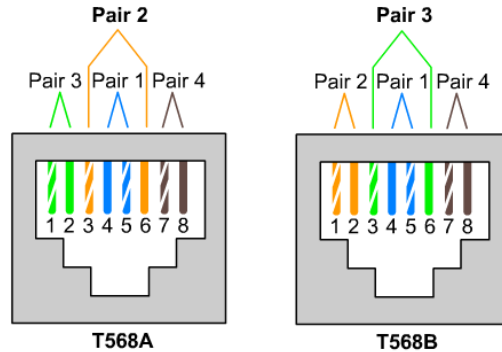


4.2.5 Standard di test sui cavi

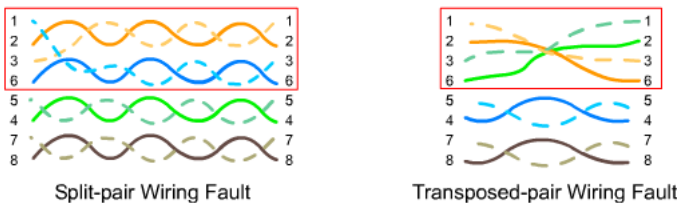
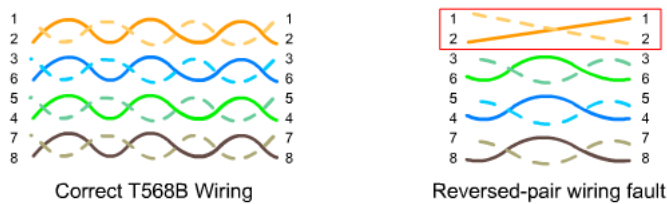
TIA/EIA 568B specifica 10 test che un cavo di rame deve passare:

1. wire map (i fili devono seguire una determinata sequenza di colori)
2. insertion loss
3. NEXT
4. PSNEXT

5. ELFEXT (Equal Level Far End Crosstalk)
6. PSELFEXT
7. Return Loss
8. Propagation Delay
9. Cable Length
10. Delay Skew



Ci sono vari tipi di errori di disposizione dei fili (wire fault):



Nel connettore Ethernet RJ45 ogni coppia di fili ha una funzione:

$$1 - 2 = T_x \quad 3 - 6 = R_x$$

4.2.6 Altri parametri di test

Attenuazione + discontinuità = insertion loss (si misura in dB all'altra estremità).

Il crosstalk si misura con 4 test:

1. **NEXT** = $V_{\text{segnale di test}} - V_{\text{segnale crosstalk}}$ [negative dB] (misurato alla stessa estremità)
2. **PSNEXT**: usa un calcolo basato sugli effetti combinati di NEXT

3. **ELFEXT**: il test misura FEXT (in dB). $ELFEXT = FEXT - \text{insertion loss}$. E' importante per reti 1000 baseT
4. **PSELFEXT** (Power Sum Equal Level Far End Crosstalk): è l'effetto combinato di ELFEXT da tutte le coppie di fili

Return Loss: misura in dB delle riflessioni causate dalle discontinuità. Il problema maggiore delle discontinuità sono gli eco (jitter).

4.2.7 Parametri basati sul tempo

Propagation delay = tempo che il segnale impiega ad attraversare un cavo, si misura in centinaia di ns. I tester misurano la lunghezza un cavo col test TDR (Time Domain Reflectometry). TDR si usa anche per misurare la distanza da un guasto (corto o aperto). La differenza di ritardo tra le due diverse coppie di fili è detta delay skew (è un problema per linee veloci 100 baseT).

Tutti i test devono essere passati per TIA /EIA 568B e documentati.

4.2.8 Test su fibre ottiche

Se la luce incontra una discontinuità si ha riflessione e perdita di segnale (l'errore più comune è il connettore male installato).

Il test su fibra invia la luce e misura se ne arriva a sufficienza dall'altra parte.

Optical Link Loss Budget = perdita accettabile di luce (di potenza).

Il cable test indica il punto dell'errore

4.2.9 Un nuovo standard

Il 20 giugno 2002 è stato aggiunto il cavo CAT6 (titolo ufficiale ANSI TIA/EIA 568B.2-1), questo cavo passa i 10 test con valori migliori del CAT5. CAT6 porta frequenze fino a 250 MHz. Come cable tester si può usare il Fluke DSP-4000 series o Fluke OmniScanner2 per i 10 test.