

## SCHEDE DI APPROFONDIMENTO

### RICERCA DEI GUASTI CON UN OTDR

#### Gli OTDR per la ricerca dei guasti

L'OTDR opera inviando in rete un potente impulso e analizza le riflessioni. Il segnale riflesso è molto debole, e può richiedere una media piuttosto lunga per ridurre il rumore.

Per operare in diverse situazioni, la lunghezza dell'impulso può essere variata da alcuni nsec a alcuni msec. Brevi (bassa energia) impulsi offrono la migliore risoluzione della distanza ma un segnale rumoroso, e operano solo con modesti livelli attenuazione. L'uso di impulsi brevi può richiedere un processo di media intensivo per ottenere un buon segnale, e ciò può richiedere alcuni minuti. Un impulso lungo (ad alta energia) fornisce una rapida acquisizione, un'uscita bella liscia (ideale per la messa in servizio), ma la risoluzione sulla distanza è molto scarsa (non funziona bene per la localizzazione dei guasti).

Nel seguito di questo breve articolo sono descritte alcune caratteristiche peculiari (e alcuni difetti da conoscere) degli OTDR.

#### Dead Zone

Gli OTDR possono incontrare difficoltà a individuare punti di perdita o di riflessione a causa della saturazione del rilevatore o del limitato slew-rate, che creano una zona "cieca" immediatamente dopo un evento. E' la nota "dead-zone", una porzione della rete, subito dopo un evento di attenuazione o riflessione nella quale lo strumento è "acceccato" e incapace di individuare eventuali eventi successivi. La dead zone è funzione tra le altre cose della larghezza dell'impulso. Qui di seguito sono indicati i valore puramente teorici:

Pulse length	Dead zone
1 nsec	0.15 m ( teorica )
10 nsec	1.5 m ( teorica )
100 nsec	15 m
1 µsec	150 m
10 µsec	1.5 Km
100 µsec	15 Km

Nella pratica reale, alcuni strumenti meno recenti hanno una dead zone di 50 metri, mentre i più recenti hanno dead zone tra i 2 e i 10 metri con le larghezze di impulso più brevi, e sono inoltre in grado di variare automaticamente la larghezza dell'impulso durante la misura.

#### OTDR e reti multimodali

E' importante sapere anche che la dead zone è specificata con impulsi di riflessione piuttosto bassi, come quelli generati da connettori PC di buona qualità. Nei sistemi multimodali, dove i connettori generano maggiori riflessioni, la dead zone è maggiore. Si tratta di una caratteristica presente su ogni strumento, indipendentemente dal fabbricante. L'efficacia su sistemi multimodali di meno di un km di lunghezza è discutibile, in quanto a causa degli effetti della dead zone è spesso impossibile distinguere un punto di perdita (ad esempio, un connettore) da un altro, rendendo inutile una delle principali funzioni dell'OTDR. Questo problema è spesso poco compreso da chi redige le specifiche delle reti, che insiste a richiedere la certificazione con un OTDR anche per reti multimodali di 100 metri.

#### Reti PON

Un altro vero limite degli OTDR è relativo alle reti PON. Un OTDR specifico per reti FTTx può avere sulla carta anche una dead zone molto ridotta. Tuttavia, per superare la perdita di uno splitter a 32 uscite, che ha una attenuazione teorica di almeno 15dB (nella pratica, di più), è necessario impostare sull'OTDR una larghezza di impulso tra 1 e 10  $\mu$ s, nel qual caso la dead zone si allunga di molto, tipicamente tra i 150 e i 1500 metri. Un valore generalmente troppo ampio per una rete PON di breve distanza.

#### **I casi di "guadagno ottico"**

Alcune misure possono anche portare a risultati poco realistici. Può capitare infatti che alcune giunzioni o terminazioni tra connettori generino un guadagno ottico e non una perdita. Può avvenire di norma quando le due sezioni hanno caratteristiche leggermente differenti e la seconda sezione ha un livello di backscatter maggiore della prima. Questi fenomeni rafforzano l'esigenza di svolgere la misura anche dal lato opposto (dove invece si troverà una perdita eccessivamente alta). La media tra le due misure rappresenterà la misura corretta.

#### **Tempi di acquisizione e considerazioni sul rumore**

La riduzione del rumore che si ottiene mediando il segnale riflesso è limitato dalla radice quadrata del tempo di campionamento. Quindi ogni volta si moltiplica per 4 il periodo di media (di acquisizione), si ottiene una riduzione di 3dB del rumore. Questo crea un limite pratico; ad esempio, aumentare un'acquisizione da 10 minuti (già tanto) a 1 ora (davvero tanto!!!) produce solo un incremento di 4 dB nella gamma dinamica. Tuttavia aumentando da 1 secondo a 10 minuti, si ottiene un miglioramento 14 dB!

#### **Limiti nell'identificazione della distanza di un guasto**

Nella ricerca dei guasti, si ritiene che l'OTDR possa rilevare "esattamente" la distanza esatta. Non è così, purtroppo. Anche nelle migliori condizioni vi è una incertezza di circa  $\pm 1\%$ , quindi di 20 metri ogni km; a 10 km di distanza, l'incertezza del punto esatto del guasto è già di 200 metri !

Le cause possono essere multiple, e sono indipendenti dallo strumento. Ad esempio, la fibra lungo il percorso può avere delle piccole variazioni nell'indice di rifrazione (da cui una variazione della velocità di propagazione della luce), oppure, più semplicemente, il percorso reale del cavo è diverso da quello tracciato sulle mappe.

La realtà, comunque, è che la ricerca di un guasto può richiedere un tempo ben superiore a quello preventivato.