

IEEE 10GBASE-LRM: il nuovo standard di riferimento per le trasmissioni su fibre multi-modo

Christian Urricariet
Direttore marketing – High-Speed optics

Sunila Sharma
Senior application engineer
Finisar



Fig. 1 - Moduli in formato XFP

Questo standard emergente si propone come una soluzione atta a garantire velocità di trasmissione di 10 Gbps su fibre multi-modo “legacy” sulle distanze tipiche delle applicazioni in ambito enterprise

Nel momento in cui nuove tecnologie si affacciano alla ribalta, spesso si presentano problematiche impreviste imputabili alla crescita derivata dalla loro stessa introduzione. La trasmissione dati per reti aziendali non sfugge a questa regola. Al momento attuale, la maggior parte delle fibre multi-modo (MMF – Multi-Mode Fiber) trasportano il traffico dati a velocità che

arrivano a 1,25 Gbps (Gigabit Ethernet, o 1 GbE). A causa dell'evoluzione delle applicazioni e dell'aumento della richiesta di banda, si avverte in misura sempre maggiore la necessità di supportare velocità di trasferimento dati più elevate. La base installata di reti aziendali in fibra ottica è elevata, per cui dal punto di vista economico risulta vantaggioso sfruttare queste infrastrutture già esistenti per far viaggiare il traffico a velocità di 10,3 Gbps (10 Gigabit Ethernet o 10 GbE). Un aspetto da non sottovalutare è rappresentato dal fatto che le fibre installate non erano state progettate per supportare velocità di trasmissione più elevate, per cui le massime distanze di un link sono più limitate per le reti 10GbE rispetto a quelle delle reti 1 GbE, a causa dei maggiori livelli di dispersione modale. Uno standard emergente, IEEE 10GBASE-LRM (o più semplicemente LRM), identificato come IEEE P802.3aq, si propone come una soluzione atta a garantire velocità di trasmissione di 10

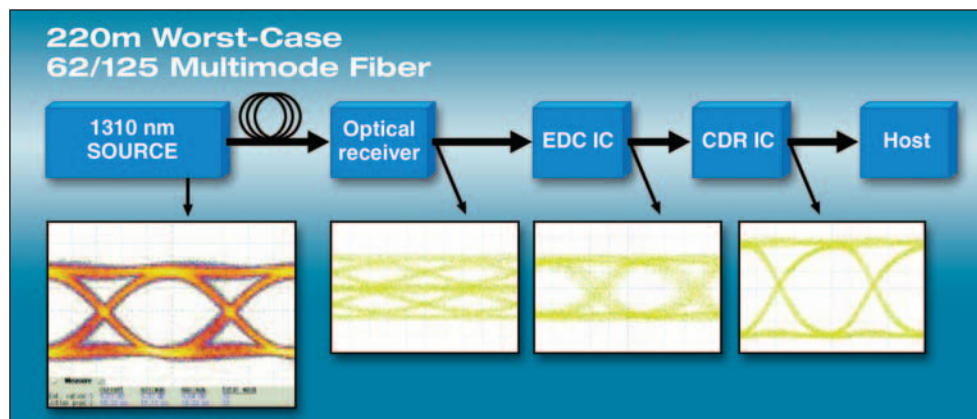
Gbps su fibre multi-modo “legacy” per le distanze richieste dalle applicazioni enterprise.

Ciò è reso possibile dall'adozione di una nuova tecnologia di compensazione elettronica della dispersione (EDC – Electronic Dispersion Compensation) che, come dice il nome stesso, permette di compensare la dispersione modale nelle fibre multi-modo. Pertanto, risulta possibile impiegare una nuova generazione di moduli ottici di costo più contenuto in alternativa a soluzioni decisamente più complesse e costose.

Oltre lo standard 10GBASE-LX4

Non è certo la prima volta che IEEE lavora alla standardizzazione di una nuova tecnologia per soddisfare le esigenze di applicazioni simili. L'interfaccia ottica 10GBASE-LX4 (o semplicemente LX4) faceva già parte dello standard 802.3ae originale (ovvero quello che definisce 10 GbE) ed è già utilizzata sul campo. L'interfaccia LX4 non è compo-

Fig. 2 - Esempio relativo agli effetti della dispersione e il ruolo svolto dalla compensazione EDC in un link di comunicazione



sta da un singolo link seriale a 10 Gbps, bensì da una combinazione (che sfrutta la tecnologia di trasporto ottico basata sulla moltiplicazione di lunghezza d'onda a spaziatura larga, o Coarse Wavelength Division Multiplexing – CWDM) di quattro flussi di dati a 3.125 Gbps: in questo modo viene garantito un throughput di 10 Gbps nel momento in cui si effettua la moltiplicazione sulla medesima fibra.

Per il supporto dell'interfaccia LX4 è necessaria la presenza di un modulo ottico per trasmettere quattro differenti lunghezze d'onda a una velocità di 3.125 Gbps ciascuna. Il progetto del modulo risulta dunque problematico e, al fine di poter sfruttare la tecnologia CWDM, è necessario utilizzare quattro differenti laser e quattro ricevitori per ogni singolo modulo. Oltre ai costi elevati, è bene rilevare che la produzione di questi moduli in elevati volumi risulta particolarmente complessa.

Inoltre, l'elevato numero di componenti richiesti per la realizzazione di un modulo LX4 rende problematico il supporto di moduli "small form factors" come XFP (Fig. 1) o l'emergente SFP+, sempre più richiesti nelle applicazioni caratterizzate dalla presenza di un numero elevato di canali. La necessità di avere moduli meno complessi e più economici, di dimensioni ridotte e di semplice da realizzare è la molla che ha spinto IEEE a formulare le specifiche dello standard LRM.

Nel corso della stesura di tali speci-

che, il gruppo di lavoro IEEE P802.3aq si è proposto di raggiungere i seguenti obiettivi:

- 1) sfruttare il sottolivello PCS (Physical Coding SubLayer) dello standard 10GBASE-R esistente;
- 2) supportare un BER (Bit Error Rate) inferiore o uguale a 10^{-12} ;
- 3) supportare delle fibre selezionate dalla normativa IEC60793-2-10;

per fibre 62,5 μm :

- 160/500 MHz*km (A1b, 60793-2-10)

- 200/500 MHz*km (A1b, 60793-2-10)

per fibre 50 μm :

- 400/400 MHz*km (A1a.1, 60793-2-10)

- 500/500 MHz*km (A1a.1, 60793-2-10)

- 1500/500 MHz*km (A1a.2, 60793-2-10)

- 4) fornire una specifica del livello fisico che supporti distanze di collegamento di almeno 220 su una fibra multi-modo da 500 MHz*km.

I collegamenti in fibra esistenti nelle reti aziendali arrivano a una lunghezza massima di 300 metri, anche se nella maggior parte delle applicazioni la lunghezza della fibra non supera i 220 metri.

Oltre a ciò, le simulazioni effettuate dal gruppo di lavoro incaricato della stesura delle specifiche hanno evidenziato che il nuovo standard LRM dovrebbe garantire un margine sufficiente per supportare oltre il 90% delle fibre installate fino a una lunghezza di 300 metri.

In tal modo viene assicurata un'ottima copertura della base di fibre esistenti da parte della tecnologia LRM.

Effetti della dispersione

A questo punto è importante comprendere le varie forme di dispersione e l'influenza che esse hanno sulla trasmissione ottica. La dispersione si verifica nel momento in cui differenti componenti del segnale viaggiano a diversa velocità sul mezzo trasmissivo e giungono quindi al ricevitore in tempi differenti. Le varie componenti spettrali in un segnale ottico possono generare una dispersione cromatica e le differenti modalità di trasmissione possono generare la dispersione modale.

Vi è un altro elemento di dispersione, denominato dispersione per polarizzazione dei modi, che si verifica quando componenti del segnale con polarizzazioni diverse hanno differenti velocità di trasmissione. Ogni forma di dispersione può essere causa di un allargamento dell'impulso e di un'interferenza intersimbolica che si manifesta sotto forma di chiusura del diagramma a occhio del segnale ottico.

Al fine di ottenere uno specifico tasso di errore durante il trasferimento dei bit (BER – Bit Error Rate) tra un'estremità e l'altra del collegamento, è necessario avere un elevato rapporto tra segnale e rumore (SNR) nel link ottico per compensare la chiusura del diagramma a occhio prodotto dagli effetti della dispersione. L'elevato valore dell'SNR va sotto il nome di penalità di dispersione. Quando vengono progettati i sistemi in fibra ottica, questa penalità deve essere tenuta in considerazione nel

Le caratteristiche dello standard LRM

Di seguito vengono brevemente descritte alcune caratteristiche salienti dello standard LRM:

- per la trasmissione su una fibra multi-modo viene impiegato un laser a 1310 nm. Prima dell'adozione su vasta scala dei laser in applicazioni nel settore delle comunicazioni, erano utilizzate sorgenti LED. Le fibre multi-modo precedentemente installate erano così ottimizzate per il funzionamento a 1300 nm con queste sorgenti. La scelta del laser a 1310 nm dovrebbe di conseguenza rendere possibile la trasmissione su distanze più lunghe grazie a questa ottimizzazione. Lo standard LRM permette l'impiego dei laser Fabry-Perot (FP), che risultano meno costosi dei laser DFB (Distributed Feedback Laser) a 1310 nm;

- i ricevitori ottici per lo standard LRM devono supportare un ingresso multi-modo e garantire un'elevata responsività a 1310 nm. L'uscita del ricevitore deve essere lineare al fine di preservare la sagoma della forma d'onda in ingresso. Si tratta di un elemento importante nel momento in cui è necessaria l'equalizzazione della forma d'onda con la catena di ricezione;

- i moduli per lo standard LRM devono prevedere la compensazione elettronica della dispersione (EDC) per equalizzare la dispersione modale presente nel mezzo trasmissivo multi-modo. Questa compensazione è un elemento fondamentale nella progettazione di dispositivi LRM. La tecnologia sfrutta gli elementi essenziali dell'ottimizzazione del canale utilizzati con successo in passato per applicazioni dove le velocità di trasmissione in gioco erano inferiori.

bilancio di potenza (power budget) insieme ad altri fattori come le perdite nei connettori e l'attenuazione all'interno del cavo della fibra.

Tutto ciò assume una criticità ancora maggiore quando sono in gioco velocità molto elevate, come avviene nel caso di trasmissione a 10 Gbps sulle fibre multi-modo esistenti.

Nella maggior parte delle applicazioni in ambito reti aziendali, la dispersione è il principale elemento che deve essere preso in considerazione, in quanto l'attenuazione risulta trascurabile su distanze relativamente brevi come quelle coperte dalle fibre multi-modo.

La forma di dispersione dominante nel caso di fibre multi-modo è quella modale, che riduce la distanza di trasmissione effettiva per qualsiasi velocità di trasferimento dati.

Al crescere delle velocità di trasmissi-

sione dati utilizzate, diminuiscono in maniera proporzionale le distanze utili di trasmissione.

Compensazione elettronica della dispersione

Al fine di trasmettere a una velocità di 10 Gbps su distanze di 220 metri, è richiesta l'adozione di tecniche di progettazione specifiche per compensare gli effetti della dispersione modale. Il filtraggio elettronico (altrimenti noto come equalizzazione) può essere previsto in un canale di comunicazione per compensare il degrado del segnale provocato dal mezzo.

L'impiego di tecniche di filtraggio per compensare la dispersione in un link di comunicazione ottico va sotto il nome di compensazione elettronica della dispersione (EDC - Electronic Dispersion Compensation).


Nella figura 2 viene riportato un esem-

pio relativo agli effetti della dispersione e il ruolo svolto dalla compensazione EDC in un link di comunicazione. È possibile prendere in considerazione due approcci per la compensazione elettronica della dispersione a velocità di 10 Gbps. Il primo prevede una combinazione tra due tipi di equalizzazione: diretta e con retroazione delle decisioni (DFE - Decision Feedback Equalization), mentre il secondo contempla il ricorso a un algoritmo a massima verosimiglianza (MLSE - Maximum Likelihood Sequence Estimator) che sfrutta tecniche di elaborazione digitale del segnale per determinare le sequenze di bit più probabili che sono state trasmesse usando un albero decisionale e metodi di stima dell'errore del segnale dati in ingresso.

Una nuova tecnologia per le trasmissioni su fibre multi-modo

Il nuovo standard 10GBASE-LRM è ampiamente supportato da tutti i fornitori che operano in questo settore e parecchi produttori di semiconduttori stanno sviluppando circuiti integrati che includono la funzionalità EDC per applicazioni LRM. Inoltre, numerosi produttori di componenti ottici stanno sviluppando nuovi OSA (Optical Sub-Assembly) in grado di supportare lo standard LRM.

La ratifica formale dello standard 10GBASE-LRM da parte di IEEE è attesa a breve e questo standard si è già creato una nicchia nell'ambito delle fibre multi-modo "legacy", ragion per cui i progettisti di sistemi di rete sono alla ricerca dei primi campioni dei moduli transceiver basati su LRM.

Grazie agli innumerevoli vantaggi, lo standard 10GBASE-LRM è candidato a diventare a breve termine la tecnologia di trasmissione su fibre multi-modo di riferimento per le applicazioni in ambito reti aziendali. 

Finisar (Avnet Memece)
readerservice.it n. 13