

# Utilizzo di un attenuatore sui collegamenti SONET

## Sommario

[Introduzione](#)

[Prerequisiti](#)

[Requisiti](#)

[Componenti usati](#)

[Convenzioni](#)

[Che Cos'È L'Attenuazione?](#)

[Cos'è la lunghezza d'onda?](#)

[Che cos'è Dispersione?](#)

[Che cos'è Power?](#)

[Per calcolare un budget energetico](#)

[Interfacce in fibra a modalità singola Back-to-Back](#)

[Informazioni correlate](#)

## [Introduzione](#)

Questo documento chiarisce in quali circostanze un collegamento Synchronous Optical Network (SONET) richiede un attenuatore per ridurre la potenza del segnale e proteggere le ottiche del lato ricezione. In questo documento viene illustrato il contesto per la comprensione delle formule consigliate per il calcolo dei budget per il risparmio di energia. Questo documento spiega i termini attenuazione, lunghezza d'onda, dispersione e potenza, oltre a rivedere le formule.

## [Prerequisiti](#)

### [Requisiti](#)

Nessun requisito specifico previsto per questo documento.

### [Componenti usati](#)

Il documento può essere consultato per tutte le versioni software o hardware.

### [Convenzioni](#)

Per ulteriori informazioni sulle convenzioni usate, consultare il documento [Cisco sulle convenzioni nei suggerimenti tecnici](#).

## Che Cos'È L'Attenuazione?

L'attenuazione è una misura del decadimento dell'intensità del segnale o della perdita di potenza della luce che si verifica quando gli impulsi della luce si propagano attraverso una serie di fibre in modalità multipla (MMF, MultiMode Fiber) o fibra in modalità singola (SMF, Single-Mode Fiber). In genere le misure sono definite in decibel o dB/km.

Diversi fattori intrinseci ed estrinseci portano all'attenuazione. Fattori esterni includono sollecitazioni nella produzione dei cavi, effetti ambientali e piegature fisiche nella fibra. Nella tabella seguente sono descritti i fattori intrinseci:

Fattori intrinseci	Cause	Note
Dispersione	Non uniformità microscopica delle fibre. La dispersione porta all'attenuazione dell'energia della luce.	Provoca quasi il 90% di attenuazione. Aumenta notevolmente con lunghezze d'onda più corte.
Assorbimento	Struttura molecolare del materiale, impurità nella fibra come ioni metallici, ioni OH (acqua) e difetti atomici come elementi ossidati indesiderati nella composizione di vetro. Queste impurità assorbono l'energia ottica e dissipano l'energia come una piccola quantità di calore. Quando questa energia si disperde, la luce diventa più scura.	

## Cos'è la lunghezza d'onda?

L'attenuazione introdotta dalla fibra stessa varia con la lunghezza del cavo e con la lunghezza d'onda della luce. In questa sezione vengono descritte le lunghezze d'onda.

Il termine lunghezza d'onda si riferisce alla proprietà ondeggiante della luce. È una misura della distanza percorsa da un singolo ciclo di un'onda elettromagnetica durante un ciclo completo. Le lunghezze d'onda per le fibre ottiche sono misurate in nanometri (il prefisso "nano" significa un miliardesimo) o micron (il prefisso "micro" significa un milionesimo).

Lo spettro elettromagnetico è costituito da luce visibile e non visibile (luce vicina agli infrarossi) all'occhio umano. La luce visibile varia nelle lunghezze d'onda da 400 a 700 nanometri (nm) e ha un uso molto limitato nelle applicazioni in fibra ottica a causa dell'elevata perdita ottica. Le

lunghezze d'onda simili agli infrarossi variano da 700 a 1700 nm. La maggior parte delle moderne trasmissioni in fibra ottica avviene a lunghezze d'onda nella regione degli infrarossi.

In una discussione sulle lunghezze d'onda, dovete capire questi due importanti termini:

- **Lunghezza d'onda centrale o di picco** - Lunghezza d'onda a cui l'origine emette più energia e sperimenta la minore quantità di perdita.
- **Larghezza spettrale** - I diodi emettitori di luce (LED) o il laser emettono tutta la luce idealmente alla lunghezza d'onda del picco, dove avviene la minore quantità di attenuazione. Tuttavia, in realtà, la luce viene emessa in una gamma di lunghezze d'onda centrate sulla lunghezza d'onda massima. Questo intervallo è denominato larghezza spettrale.

Le lunghezze d'onda di picco più comuni sono 780 nm, 850 nm, 1310 nm, 1550 nm e 1625 nm. La regione a 850 nm, indicata come la prima finestra, è stata inizialmente utilizzata perché questa regione supporta la tecnologia di rilevamento e LED originale. Oggi, la regione di 1310 nm è popolare perché in questa regione, c'è una perdita notevolmente inferiore e una dispersione inferiore. Anche la regione a 1550 nm viene utilizzata oggi e può evitare la necessità di ripetitori. In generale, le prestazioni e i costi aumentano con l'aumentare della lunghezza d'onda.

I fondi comuni monetari e i fondi di mercato monetario utilizzano tipi o dimensioni di fibra diversi. Ad esempio, SMF utilizza 9/125  $\mu\text{m}$  e MMF utilizza 62,5/125 o 50/125. Le fibre di dimensioni diverse hanno valori di perdita ottica dB/km diversi. La perdita di fibra dipende molto dalla lunghezza d'onda funzionale. Le fibre pratiche hanno la minima perdita a 1550 nm e la massima perdita a 780 nm con tutte le dimensioni di fibra fisica (ad esempio, 9/125 o 62.5/125).

## Che cos'è Dispersione?

La dispersione descrive gli impulsi di luce che si diffondono mentre viaggiano lungo la fibra ottica. I due tipi principali di dispersione sono la dispersione cromatica e la dispersione modale.

## Che cos'è Power?

Potenza definisce la quantità relativa di potenza ottica che può essere accoppiata in una fibra ottica con un LED o un laser. Il livello di potenza di un trasmettitore non deve essere né troppo debole né troppo forte. Una sorgente debole fornisce una potenza insufficiente per trasmettere il segnale di luce attraverso una lunghezza utilizzabile della fibra ottica. Una fonte forte sovraccarica un ricevitore e distorce il segnale.

## Per calcolare un budget energetico

Un'allocazione dell'alimentazione (PB) definisce la quantità di luce necessaria per superare l'attenuazione nel collegamento ottico e soddisfare il livello di potenza minimo di un'interfaccia ricevente. Il corretto funzionamento di un collegamento dati ottico dipende dalla luce modulata che raggiunge il ricevitore con una potenza sufficiente per essere demodulato correttamente.

Nella tabella seguente sono elencati i fattori che contribuiscono alla perdita di legame e la stima del valore di perdita di legame attribuibile a tali fattori:

Fattore di perdita collegamento	Stima del valore di perdita del collegamento
---------------------------------	--

Perdite maggiori nella modalità ordine	0,5 dB
Modulo di recupero orologio	1 dB
Dispersione modale e cromatica	A seconda della fibra e della lunghezza d'onda utilizzata
Connettore	0,5 dB
Giunto	0,5 dB
Attenuazione fibra	1 dB/km per modalità multipla (0,15-0,25 dB/km per modalità singola)

Il LED utilizzato per una sorgente luminosa a trasmissione multimodale crea più percorsi di propagazione della luce, ciascuno con un diverso requisito di lunghezza e tempo del percorso per attraversare la fibra ottica che causa la dispersione del segnale (smear). La perdita di ordine più elevata (HOL) si verifica quando la luce proveniente dal LED entra nella fibra e irradia nel rivestimento della fibra. Una stima pessimistica del margine di potenza (PM) per le trasmissioni MMF si basa sull'ipotesi di potenza minima del trasmettitore (PT), perdita massima di collegamento (LL) e sensibilità minima del ricevitore (PR). L'analisi del caso peggiore fornisce un margine di errore; non tutte le parti di un sistema funzionano ai livelli peggiori.

Il PB è la quantità massima di potenza trasmessa. Questa equazione elenca il calcolo del budget di energia:

$$PB = PT - PR$$

$$PB = -20 \text{ decibels per meter (dBm)} - (-30 \text{ dBm})$$

$$PB = 10 \text{ dB}$$

Il calcolo del margine di potenza è derivato dal PB e sottrae la perdita di collegamento:

$$PM = PB - LL$$

Se il margine di potenza è positivo o maggiore di zero, il collegamento in genere funziona. È possibile che i collegamenti i cui risultati sono inferiori a zero abbiano una potenza insufficiente per far funzionare il ricevitore.

Per un elenco dei livelli massimi di trasmissione e ricezione di dB per molti prodotti hardware ottici Cisco, fare riferimento al documento [Fiber Loss Budgets](#). Se l'hardware in uso non è presente nell'elenco o per assicurarsi di ottenere informazioni accurate, consultare la guida alla configurazione per l'interfaccia in uso. Applicare le formule consigliate o utilizzare un contatore ottico.

### [Esempio di budget energetico a modalità multipla con potenza sufficiente per la trasmissione](#)

Di seguito è riportato un esempio di codice multimodale PB calcolato in base a queste variabili:

Length of multimode link = 3 kilometers (km)

4 connectors

3 splices

HOL

Clock Recovery Module (CRM)

Estimate the PB as follows:

$$PB = 11 \text{ dB} - 3 \text{ km} (1.0 \text{ dB/km}) - 4 (0.5 \text{ dB}) - 3 (0.5 \text{ dB}) - 0.5 \text{ dB (HOL)} - 1 \text{ dB (CRM)}$$

$$PB = 11 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 2 \text{ dB} - 1.5 \text{ dB} - 0.5 \text{ dB} - 1 \text{ dB}$$

$$PB = 3 \text{ dB}$$

Il valore positivo di 3 dB indica che questo collegamento ha potenza sufficiente per la trasmissione.

### Esempio di limite di dispersione per il budget energetico multimodale

Questo esempio presenta gli stessi parametri dell'esempio Sufficient Power for Transmission, ma con una distanza del collegamento MMF di 4 km:

$$PB = 11 \text{ dB} - 4 \text{ km} (1.0 \text{ dB/km}) - 4 (0.5 \text{ dB}) - 3 (0.5 \text{ dB}) - 0.5 \text{ dB (HOL)} - 1 \text{ dB (CRM)}$$

$$PB = 11 \text{ dB} - 4 \text{ dB} - 2 \text{ dB} - 1.5 \text{ dB} - 0.5 \text{ dB} - 1 \text{ dB}$$

$$PB = 2 \text{ dB}$$

Il valore di 2 dB indica che questo collegamento ha potenza sufficiente per la trasmissione. A causa del limite di dispersione sul collegamento (4 km x 155.52 MHz > 500 MHz/km), questo collegamento non funziona con MMF. In questo caso, SMF è la scelta migliore.

### Esempio di budget energetico in modalità singola SONET

L'esempio di un SMF PB presuppone che due edifici, a 8 km di distanza l'uno dall'altro, siano collegati tramite un pannello patch in un edificio intermedio con un totale di 12 connettori:

Length of single-mode link = 8 km

12 connectors

Estimate the power margin as follows:

$$PM = PB - LL$$

$$PM = 13 \text{ dB} - 8 \text{ km} (0.5 \text{ dB/km}) - 12 (0.5 \text{ dB})$$

$$PM = 13 \text{ dB} - 4 \text{ dB} - 6 \text{ dB}$$

$$PM = 3 \text{ dB}$$

Il valore di 3 dB indica che questo collegamento ha potenza sufficiente per la trasmissione e non supera la potenza massima di ingresso del ricevitore.

In alternativa, è possibile utilizzare un misuratore di potenza ottico per misurare la potenza del segnale. Accertarsi di impostare la lunghezza d'onda in modo che sia uguale a quella dell'interfaccia e non uscire dall'intervallo specificato per quella scheda di linea specifica.

Per ulteriori informazioni, fare riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- T1E1.2/92-020R2 ANSI, il Draft American National Standard for Telecommunications intitolato Broadband ISDN Customer Installation Interfaces: Specifica del livello fisico.
- Power Margin Analysis, AT&T Technical Note, TN89-004LWP, maggio 1989.

## [Interfacce in fibra a modalità singola Back-to-Back](#)

È possibile connettere le interfacce SMF back-to-back nelle immediate vicinanze, ad esempio in un ambiente lab o su un collegamento POP (Inter-Point-of-Presence). Tuttavia, prestare particolare attenzione a non sovraccaricare il ricevitore, in particolare con le ottiche a lungo raggio. Cisco consiglia di inserire almeno un attenuatore da 10 dB tra le due interfacce. Esaminare le specifiche tecniche del ricevitore ottico di ingresso della scheda associata per fornire una finestra dell'intervallo ottico di ingresso del livello di luce ottica. La maggior parte dei fornitori consiglia di ridurre il range medio del livello di luce ottica del ricevitore.

## [Informazioni correlate](#)

- [Collegamento dei cavi di interfaccia PA-A1 ATM](#)
- [Budget perdite fibra](#)
- [Supporto tecnico – Cisco Systems](#)