

Amplificateurs pour fibre optique

Ken Fodero

INTRODUCTION

SEL fabrique de nombreux dispositifs qui communiquent par l'intermédiaire de la technologie utilisant la fibre optique. Les distances à travers lesquelles ces dispositifs fonctionnent varient selon le type de composant optique utilisé. SEL fabrique des produits fonctionnant de quelques centaines de mètres à des distances dépassant les 100 kilomètres.

Cette note d'application est destinée à présenter les systèmes dont les distances pour la fibre optique sont supérieures à 100 kilomètres et les produits de fibre optique fonctionnant avec une longueur d'onde de 1550 nanomètres.

PROBLÈME

Il arrive parfois que les installations de câble avec fibre optique parcourent des distances supérieures à l'intervalle maximal stipulé pour le produit SEL à appliquer. En outre, le tracé du câble peut ne pas permettre l'utilisation de répéteurs, ou l'emplacement optimal pour un répéteur peut se trouver au-delà de la portée du produit SEL à appliquer.

SOLUTION SEL

Lorsqu'un produit de fibre optique SEL est appliqué pour une portée supérieure à la longueur de câble maximale indiquée dans les spécifications du produit, il est par exemple possible d'ajouter un amplificateur optique. SEL recommande l'utilisation d'un amplificateur à fibre dopé à l'erbium (EDFA) pour ces applications. Ce dispositif amplifie la lumière pour des longueurs d'onde des 1529 à 1562 nanomètres. Un EDFA ne dépend pas du débit de données et peut alors être appliqué, avec l'option de fibre à 1550-nanomètres, aux produits SEL suivants :

- Émetteur-récepteur avec fibre optique monomode SEL-2831
- Système de protection et d'automatisation de différentiel de courant de ligne SEL-311L
- Système avancé de protection, d'automatisation et de contrôle de différentiel de ligne SEL-411L

Calculs du gain des systèmes avec fibre

SEL utilise des chiffres conservateurs pour calculer les distances sur lesquelles chaque produit avec fibre optique peut communiquer de façon fiable. Lorsqu'un produit SEL est appliqué à la distance maximale stipulée et au-delà, il faut toujours commencer par valider les capacités de gain du système. La formule simple suivante permet de calculer le gain du système :

$$\text{Gain du système} = \text{Puissance TX} - \text{Sensibilité RX}$$

Voici un exemple pour le SEL-311L avec une fibre optique de 1550 nanomètres :

$$\text{Puissance TX} - 18 \text{ dB} - (\text{Sensibilité RX} - 58 \text{ dB}) = \text{Gain du système } 40 \text{ dB}$$

Le gain du système est le niveau maximal auquel le signal transmis peut être atténué lorsqu'il passe par le système avec fibre. La Figure 1 représente les divers composants du système qui vont contribuer à atténuer le signal.

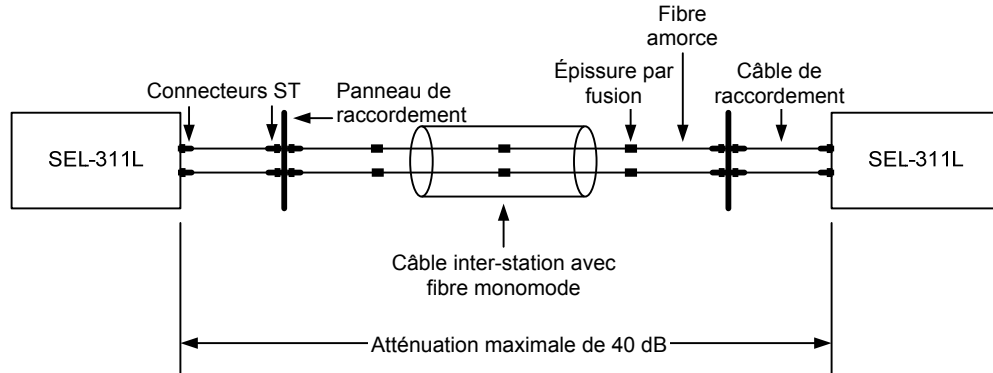


Figure 1 Exemple de budget de perte d'un système avec fibre

Le budget de perte du système calculé dans le Tableau 1 démontre la distance maximale de fibre sur laquelle le SEL-311L peut fonctionner. Les valeurs utilisées sont des valeurs typiques pour un câble avec fibre à faible perte. Il convient d'effectuer les calculs avec les chiffres réels d'atténuation du câble (dB/km) pour chaque système qui fonctionnera près de la limite maximale stipulée pour le produit utilisé. L'installation du câble avec fibre doit également être mesurée une fois terminée. Ceci afin de comparer les valeurs d'atténuation calculées par rapport aux performances mesurées.

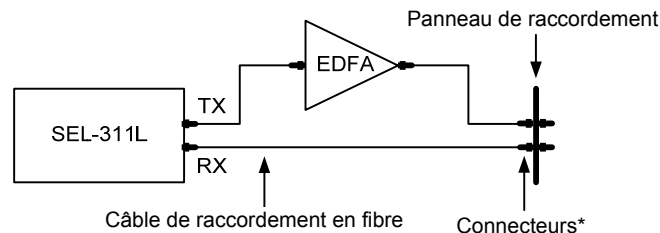
Tableau 1 Exemple de calcul de perte pour un système avec fibre optique

Valeur d'atténuation ordinaire	Calcul de la perte	Budget de perte du système
Atténuation du câble = km • 0,22 dB/km	174 km • 0,22 dB/km	38,28 dB
Perte d'épissure = 0,05 dB par épissure, tous les 6 km	30 • 0,05 dB	1,5 dB
Perte pour le connecteur = 0,03 dB par connecteur	3 • 0,03 dB	0,09 dB
	Perte totale du système	39,87 dB

Remarque : Gain du système – perte totale du système = marge du système. Les exemples de cette note d'application proposent des marges très faibles. SEL recommande une marge de 3 dB pour tout système avec fibre.

Application d'un amplificateur à fibre dopée à l'erbium

Un EDFA peut être utilisé pour augmenter le niveau du signal optique transmis. Cet amplificateur peut fonctionner avec plusieurs modes. Cette note d'application correspond au mode de fonctionnement d'un amplificateur. Dans ce mode, l'amplificateur est jumelé avec le dispositif optique de transmission comme indiqué dans la Figure 2.



* Les types de connecteur peuvent varier en fonction des connecteurs d'amplificateur choisis.

Figure 2 Exemple d'application d'un amplificateur

Un amplificateur ordinaire ajoute 14 dB au signal optique transmis. Il faut veiller à ne pas dépasser le niveau d'entrée maximal de l'amplificateur (généralement 0 dBm). Cette amplification peut être directement ajoutée au gain calculé pour le système. Par exemple, le gain de 40 dB du système SEL-311L calculé précédemment augmentera à 54 dB lorsqu'un amplificateur est utilisé comme indiqué dans la Figure 2. Le Tableau 2 démontre qu'avec un gain du système de 54 dB, il est possible d'atteindre des distances de 235 kilomètres. Il convient de remarquer que, pour atteindre une distance de 235 kilomètres, les valeurs d'atténuation du Tableau 2 doivent être atteintes.

Voici un exemple de gain du système pour le SEL-311L avec une fibre optique de 1550 nanomètres :

$$\text{Puissance TX } -18 \text{ dB} - (\text{Sensibilité RX } -58 \text{ dB}) = \text{Gain de système } 40 \text{ dB}$$

$$\text{Gain du système } 40 \text{ dB} + \text{Gain d'amplification } 14 \text{ dB} = \text{Gain du système } 54 \text{ dB}$$

Tableau 2 Exemple de calcul de perte pour un système à fibre optique avec un EDFA

Valeur d'atténuation ordinaire	Calcul de la perte	Budget de perte du système
Atténuation du câble = km • 0,22 dB/km	235 km • 0,22 dB/km	51,7 dB
Perte d'épissure = 0,05 dB par épissure, tous les 6 km	40 • 0,05 dB	2 dB
Perte pour le connecteur = 0,03 dB par connecteur	3 • 0,03 dB	0,09 dB
Gain du système avec un amplificateur	Total	53,79 dB

L'amplificateur vérifié à ce jour a donné un gain du système supérieur à 14 dB. Voici les données de l'amplificateur :

Telecom Engineering, Inc., +1.888.250.1562, numéro de modèle TEOA-17-BOA-2-LCU-UTL.

Dispersion du signal à des débits binaires plus élevés

L'exemple de l'amplificateur montré dans la Figure 2 peut être appliqué aux produits SEL-311L, SEL-411L et SEL-2831. Ces produits communiquent à des débits binaires relativement faibles de 64 kb/s ou moins. L'interface du réseau optique de communication intégrée ICON™ de SEL fonctionne à un débit binaire bien plus élevé d'OC-48 (2,44 Gb/s). Avec ce débit élevé, le problème supplémentaire est l'effet de dispersion chromatique.

La dispersion chromatique est l'élargissement de l'impulsion avec la distance. La combinaison du débit binaire de 2,44 Gb/s avec la longue portée de la fibre (>100 kilomètres) sont à l'origine de la question de dispersion dans cette application. En raison de l'effet de la dispersion sur le signal de 2,44 Gb/s, il n'est pas recommandé d'utiliser un amplificateur de puissance pour l'ICON avec un débit de ligne d'OC-48. Les nœuds ICON utilisés comme répéteurs sont nécessaires pour augmenter la portée à plus de 100 kilomètres pour l'émetteur-récepteur enfichable compacts (SFP) à plus longue portée.

NOTE DE CONCLUSION

Cette note d'application est destinée à proposer une autre solution que celle des équipements à répéteurs pour les installations de câble avec fibre sur de longues distances. Il est nécessaire de collaborer avec le fournisseur de câble pour choisir la fibre la plus adaptée à l'application. Le fabricant du câble devrait également fournir des directives concernant le câble avec fibre le mieux adapté à votre installation.

