

GUIDE DE RÉFÉRENCE SUR LES CÂBLES FIBRE OPTIQUE

Série de livres électroniques technologiques -
#1 de 4

- Introduction
- Présentation des principes de transmission par fibres optiques

FLUKE
networks[®]
• • • • •

Sommaire

Introduction	3
Présentation des principes de transmission par fibres optiques	5
Construction	5
Réflexion et réfraction.....	6
Signalisation	8
Configuration requise pour une transmission fiable	9
Bande passante.....	17
Types de fibre.....	18
Prochainement	20
Solutions de test et de dépannage des fibres optiques de Fluke Networks	21
Ressources en ligne	22

Introduction

Le secteur de la fibre optique est aussi fascinant que mystérieux. La demande en capacité de transmission supérieure continue de croître à mesure que les applications réseau se développent. Ces vitesses de transmission supérieures exigent un câblage qui prend en charge une plus large bande passante et, de plus en plus, l'infrastructure fibre optique devient le support privilégié.

L'objectif de ce livre électronique est d'offrir une vue pratique de cette technologie. D'une certaine façon, il s'agit d'une tentative de présenter un sujet très technique de la manière la plus simple et la plus intuitive possible.

Ce livre électronique séduira aussi bien les néophytes qui découvrent ce domaine que les initiés qui accordent une grande importance au jargon technique qui semble accompagner chaque technologie. Il présente les concepts essentiels du secteur de la fibre optique et offre au lecteur un bon aperçu du fonctionnement réel de la technologie plutôt que de lui imposer des équations ennuyeuses.

La fibre optique est un support de transmission fiable et économique, mais la nécessité d'aligner avec précision de très petites fibres peut entraîner des problèmes allant de la contamination des extrémités à l'endommagement des liaisons. Quoi qu'il en soit, la réduction des sources de défaillance est souvent une tâche nécessitant beaucoup de temps et de ressources.

C'est pourquoi Fluke Networks a également créé un livre électronique de dépannage et de test fibre optique destiné aux professionnels pour vous aider à garantir : 1) une évaluation appropriée de la qualité de l'infrastructure de câblage et 2) un dépannage efficace pour réduire le temps passé à identifier l'origine d'un problème avant de prendre des mesures correctives pour le résoudre. Vous pouvez également [télécharger](#) ce livre électronique sur le site Web de Fluke Networks.



FI-3000
FiberInspector™ Ultra

Présentation des principes de transmission par fibres optiques

Construction

Le câble fibre optique se compose de brins de verre ultra-pur extrêmement fins conçus pour transmettre des signaux lumineux. La **figure 1** montre la construction du brin en verre gainé, qui est le composant de base de nombreuses constructions de câbles fibre optique. Le centre du brin de fibre est appelé le « cœur ». Il contient les signaux lumineux à transmettre. Une couche de verre appelée la « gaine optique » entoure le cœur. Celle-ci confine la lumière dans le cœur. La zone externe de la fibre optique est le revêtement ou « gaine ». Généralement constitué de matériau plastique, il assure la protection et préserve la robustesse de la fibre de verre.

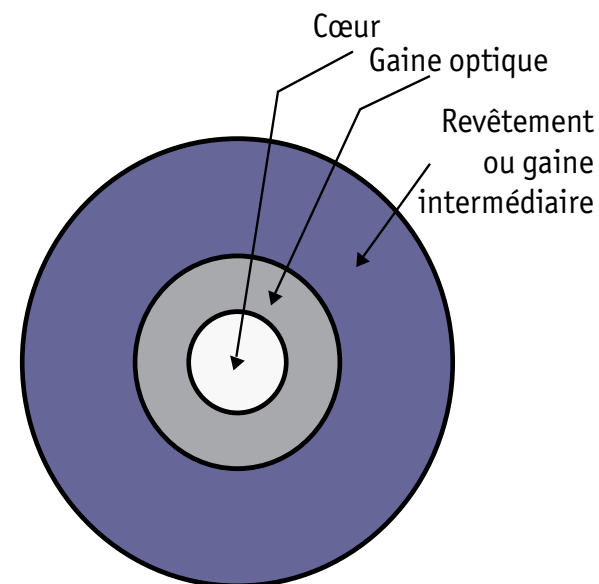


Figure 1 – Coupe transversale d'une fibre optique.

Le diamètre extérieur courant pour une gaine optique est de 125 microns (μm) ou 0,125 mm. Le diamètre du cœur des câbles fibre optique couramment utilisés dans les infrastructures de locaux est de 62,5, 50 ou 9 μm . Les plus grands diamètres de 62,5 et 50 μm définissent les types de fibres multimodes ; les fibres monomodes ont le plus petit diamètre, d'une valeur nominale de 9 μm .

Réflexion et réfraction

Le fonctionnement de la fibre optique repose sur le principe de la réflexion interne totale. La **Figure 2** illustre ce principe, lorsque la lumière passe de l'air à l'eau. Lorsque la lumière arrive à la surface de l'eau avec un angle d'incidence θ_i inférieur à l'angle critique θ_{critical} , elle passe dans l'eau mais change de direction à la frontière entre l'air et l'eau (réfraction). Lorsqu'un faisceau lumineux frappe la surface de l'eau à un angle supérieur à l'angle critique, la lumière est réfléchie sur la surface de l'eau. Chaque matériau est caractérisé par un indice de réfraction, qui est représenté par le symbole n . Cet indice est le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide (c) sur sa vitesse dans un milieu spécifique (v).

$$n = c/v$$

L'indice de réfraction dans le vide (espace cosmique) est de 1 ($v = c$). L'indice de réfraction de l'air (n_1) est de 1,003 ou légèrement supérieur à celui du vide, alors que l'indice de réfraction de l'eau est de 1,333. Une valeur plus élevée de l'indice de réfraction n d'un matériau indique que la lumière se déplace plus lentement dans ce matériau. Celle-ci circule plus rapidement dans l'air que dans l'eau. Le cœur d'une fibre optique a un indice de réfraction plus élevé que la gaine optique. La lumière qui atteint

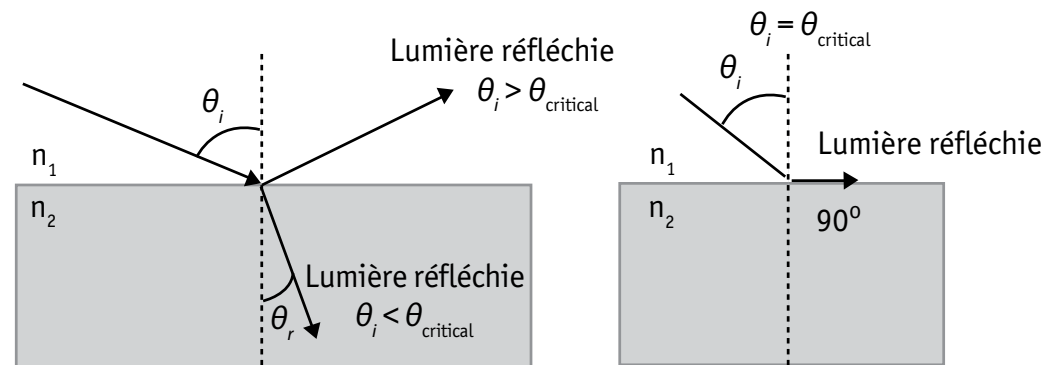


Figure 2 – Principe de la réflexion totale. La quantité de lumière courbée est donnée par : $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$ (Loi de Snell-Descartes).

la limite entre le cœur et la gaine optique avec un angle d'incidence supérieur à l'angle critique est réfléchi et continue de se déplacer dans le cœur. Ce principe de réflexion totale sert de base au fonctionnement de la fibre optique. L'angle critique est une fonction de l'indice de réfraction des deux milieux, dans ce cas le verre dans le cœur et le verre dans la gaine optique. L'indice de réfraction du cœur est généralement d'environ 1,47, tandis que celui de la gaine optique est d'environ 1,45.

Ouverture numérique

De par ce principe, nous pouvons décrire un cône imaginaire avec un angle α_i qui est lié à l'angle critique (voir **figure 3**). Si la lumière est émise dans l'extrémité de la fibre depuis l'intérieur de ce cône, elle est soumise à la réflexion totale et se déplace dans le cœur. La notion de ce cône est liée au terme « ouverture numérique » (NA), c'est-à-dire le niveau de concentration de lumière dans la fibre. La lumière émise dans l'extrémité de la fibre à l'extérieur de ce cône est réfractée dans la gaine optique lorsqu'elle atteint la limite de la gaine optique du cœur. Elle ne reste pas dans la fibre.

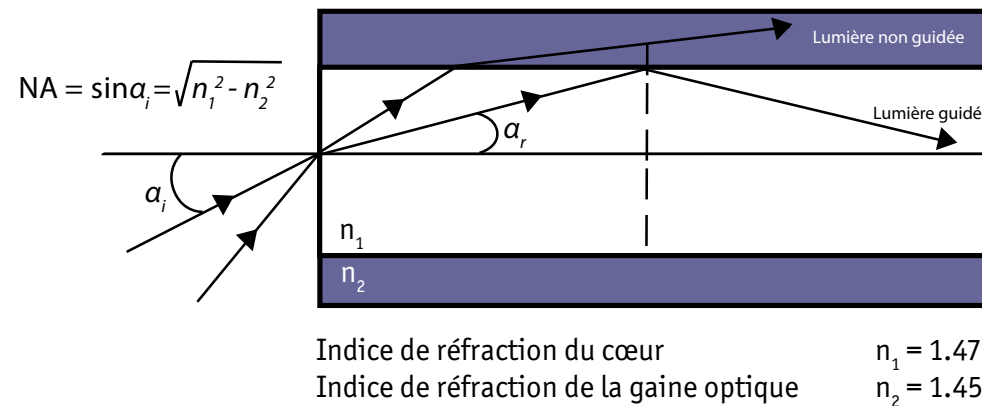


Figure 3 – Ouverture numérique et réflexion totale : la lumière qui pénètre dans la fibre avec un angle α_i inférieur à l'angle critique se déplace dans le cœur.

Signalisation

Les réseaux locaux comme Ethernet et Fibre Channel transmettent des impulsions qui représentent des informations numériques. Le bit, abréviation de « binary digit » (chiffre binaire), est l'unité de base des informations numériques. Cette unité ne peut prendre que deux valeurs : 0 ou 1. Les données numériques sont transformées en un nombre numérique. D'autres données, comme les caractères, sont codées dans une chaîne de bits. En électronique, un état « activé » ou « désactivé » représente la valeur d'un bit. De même, une chaîne d'impulsions lumineuses représente les informations numériques transmises via une liaison fibre optique. L'état « activé » représente un bit avec la valeur 1 et l'état « désactivé » représente un bit avec la valeur 0. La **figure 4** montre un échantillon d'informations numériques transmises via un câble fibre optique.

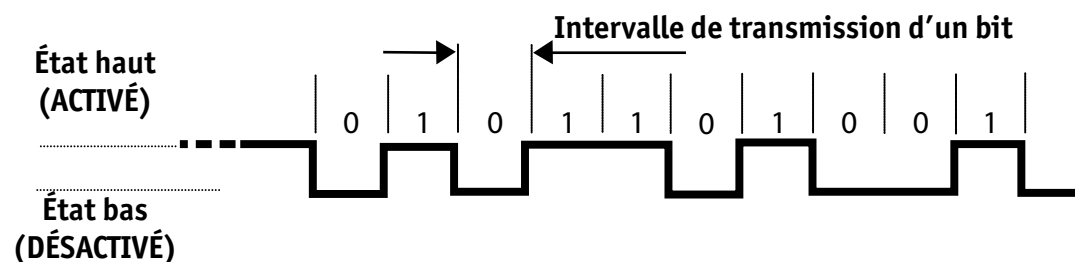


Figure 4 – Train d'impulsions type qui représente les données numériques

La représentation des impulsions sur la **figure 4** est « idéalisée ». Dans la réalité, les impulsions ont des temps de montée et de descente limités. La **figure 5** décrit les principales caractéristiques d'une impulsion. Le temps de montée indique le temps nécessaire pour passer la lumière à l'état « activé ». Il est généralement caractérisé par le temps nécessaire pour passer de 10 % à 90 % de l'amplitude. Le temps de descente est le contraire du temps de montée. Il représente la durée nécessaire pour passer de l'état de la lumière « activé » à « désactivé ». Les temps de montée et de descente sont des paramètres critiques. Ils déterminent la limite supérieure de la vitesse à laquelle le système peut créer et transmettre des impulsions..

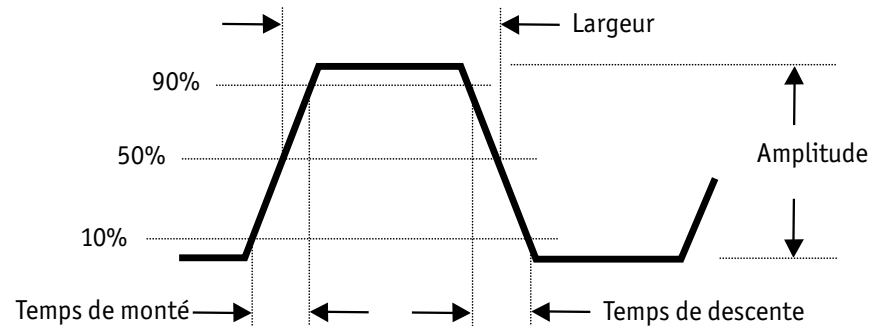


Figure 5 – Analyse d'une impulsion.

Lors de la transmission d'un milliard de bits ou plus par seconde (débit de données de 1 Gbit/s ou plus), des sources lumineuses LED ne peuvent plus être utilisées en raison de leurs temps de montée et de descente. Ces systèmes à haute vitesse utilisent uniquement des sources lumineuses laser. Le laser VCSEL (vertical Cavity surface Emitting laser), qui transmet la lumière à une longueur d'onde de 850 nm, est une source lumineuse très courante dans les réseaux locaux.

Configuration requise pour une transmission fiable

Lorsque la source lumineuse de l'appareil de transmission génère un train d'impulsions similaire à celui illustré à la **figure 4**, la liaison fibre optique doit transmettre ce train d'impulsions avec une fidélité de signal suffisante pour que le détecteur du dispositif de réception puisse détecter chaque impulsion avec sa valeur réelle « activé » ou « désactivé ».

Deux éléments au moins sont nécessaires pour garantir une réception et une transmission fiables :

Perte d'insertion de canal : perte de signal ou atténuation de signal maximale autorisée via le support de transmission entre les appareils de transmission et de réception. Le terme « canal » définit le support de transmission de bout en bout entre le transmetteur et le récepteur. La perte de signal se compose des pertes cumulées dans le câblage fibre optique et dans chaque connexion ou épissure.

Dispersion du signal : comme nous le verrons, les impulsions lumineuses ont tendance à se disperser lorsqu'elles se déplacent le long de la liaison fibre optique en raison de la dispersion. La diffusion doit être limitée pour éviter que les impulsions ne se propagent ensemble ou se chevauchent au niveau de l'extrémité de réception. Ces deux paramètres, perte de canal et dispersion de signal, jouent un rôle essentiel dans l'établissement d'une transmission fiable et sans erreur. La dispersion ne peut pas être mesurée sur le terrain. Les normes de réseau définissent une longueur de canal maximale pour un canal fibre optique. La longueur maximale est une fonction du débit de données et de l'évaluation de la bande passante de la fibre optique. L'évaluation de la bande passante est à son tour basée sur des mesures de laboratoire pour caractériser la dispersion modale dans les fibres optiques multimodes.

Perte

La perte, ou atténuation, est un paramètre de performance bien établi dans les normes d'application de câblage et de réseau. Le signal doit arriver à l'extrémité de la liaison fibre optique, c'est-à-dire à l'entrée vers le détecteur, au niveau du dispositif de réception, avec une intensité suffisante pour être correctement détecté et décodé. Si le détecteur ne peut pas clairement « voir » le signal, la transmission a certainement échoué.

L'atténuation ou la perte de signal dans la fibre optique est causée par plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques. La dispersion et l'absorption sont deux facteurs intrinsèques. La forme la plus courante de dispersion, appelée rétrodiffusion Rayleigh, est provoquée par des irrégularités microscopiques dans la fibre optique. Ces irrégularités provoquent une diffusion partielle des rayons de lumière lorsqu'ils se déplacent le long du cœur de la fibre et donc la perte d'une partie de l'énergie lumineuse. La rétrodiffusion Rayleigh est responsable d'environ 90 % de la perte intrinsèque dans les fibres optiques modernes. Son influence est plus importante lorsque la taille des impuretés dans le verre est comparable à la longueur d'onde de la lumière. Les longueurs d'onde plus longues sont donc moins affectées et moins soumises aux pertes que les longueurs d'onde plus courtes.

Les contraintes de fabrication des câbles et les courbures dans la fibre comptent parmi les causes d'atténuation extrinsèques. On distingue deux catégories de courbures : les microcourbures et les macrocourbures. Les microcourbures sont la conséquence des imperfections microscopiques dans la géométrie de la fibre résultant du processus de fabrication, par exemple l'asymétrie rotationnelle, des changements mineurs dans le diamètre du cœur ou des frontières rugueuses entre le cœur et la gaine optique. La contrainte mécanique, la tension, la pression ou la torsion de la fibre peuvent également entraîner une microcourbure. La **figure 6** montre une microcourbure dans une fibre et son effet sur la chaîne de lumière.

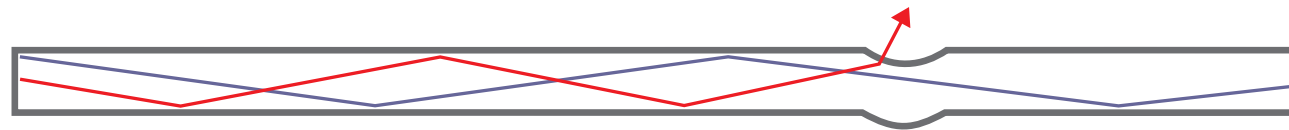


Figure 6 – En raison d'une microcourbure dans une fibre optique, une partie de la lumière quitte le cœur, ce qui vient s'ajouter à la perte de signal.

La principale cause de macrocourbure est une courbure avec un petit rayon. Les normes décrivent les limites du rayon de courbure comme suit : « les câbles avec quatre fibres ou moins destinés au sous-système de câblage 1 (câblage horizontal ou centralisé) doivent supporter un rayon de courbure de 25 mm (1 po) lorsqu'ils ne sont pas soumis à un effort de tension. Les câbles avec quatre fibres ou moins destinés à être tirés à travers les voies d'accès pendant l'installation doivent supporter un rayon de courbure de 50 mm (2 po) sous un effort de tension de 220 N (50 lbf). Tous les autres câbles à fibre optique doivent supporter un rayon de courbure de dix fois le diamètre extérieur du câble lorsqu'ils ne sont pas soumis à un effort de tension et de vingt fois le diamètre extérieur du câble lorsqu'ils sont soumis à un effort de tension jusqu'à la limite nominale du câble. »

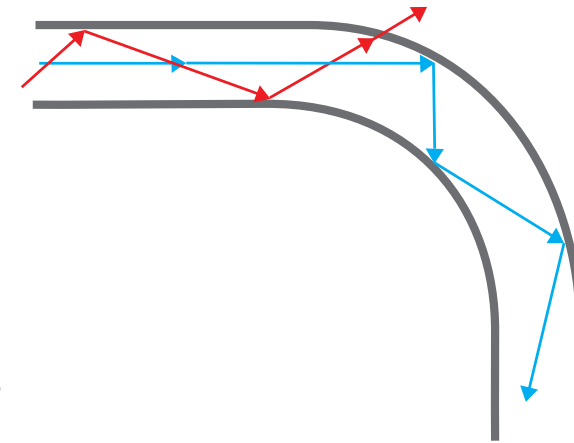


Figure 7 – Une macrocourbure ou une courbure avec un rayon de courbure étroit provoque une sortie de la lumière de mode de niveau supérieur du cœur multimode, ce qui entraîne une perte.

La **figure 7** montre l'effet d'une courbure avec un petit rayon sur la chaîne de lumière dans la fibre. Une partie de la lumière dans les groupes de mode de niveau supérieur n'est plus réfléchi et guidée dans le cœur.

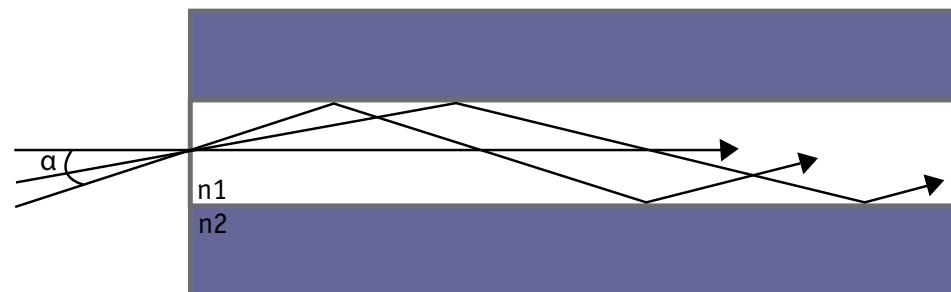
La longueur de la fibre et la longueur d'onde de la lumière qui la traverse sont les principaux facteurs qui déterminent la quantité d'atténuation. La perte dans une liaison fibre optique installée est constituée par la perte dans la fibre optique plus la perte dans les connexions et les épissures. Les pertes au niveau des connexions et des épissures représentent la majorité des pertes au niveau des liaisons fibre optique plus courtes

typiques qu'on retrouve généralement dans les applications en réseau locales. Un outil de dépannage tel qu'un réflectomètre optique (OTDR) vous permet de mesurer et d'inspecter la perte au niveau de chaque connexion ou épissure.

Dispersion

La dispersion décrit la propagation des impulsions lumineuses lorsqu'elles se déplacent le long de la fibre optique. La dispersion limite la bande passante de la fibre, réduisant ainsi la quantité de données que la fibre peut transmettre. Nous nous contenterons d'aborder la dispersion modale dans les fibres multimodes.

Le terme « multimode » indique que de nombreux modes de rayons lumineux se propagent simultanément dans le cœur. La **Figure 8** montre comment le principe de réflexion interne totale s'applique à la fibre optique multimode avec un saut d'indice. Le terme « saut d'indice » signifie que l'indice de réfraction du cœur est un niveau au-dessus de l'indice de la gaine optique. Lorsque la lumière pénètre dans la fibre, elle se sépare et prend différents chemins appelés « modes ».



Indice de réfraction du cœur	$n1 = 1,47$
Indice de réfraction de la gaine optique	$n2 = 1,45$

Figure 8 – La fibre optique rassemble toute la lumière qui entre dans l'angle déterminé par l'ouverture numérique. La lumière se réfléchit au niveau de la limite entre le cœur et la gaine optique et se déplace le long de différents chemins. Un chemin est également appelé un mode. La fibre optique multimode guide la lumière le long de plusieurs chemins ou modes. La lumière qui entre avec l'angle plus large effectue plus de rebondissements et parcourt un chemin plus long. Elle représente les modes de niveau supérieur.

Le principe de réflexion interne totale décrit ci-dessus et illustré à la **figure 3** guide chaque chemin ou mode à travers le cœur de la fibre. Un mode se déplace directement vers le centre de la fibre. Les autres modes se déplacent avec des angles et des rebondissements différents en raison de la réflexion interne. Les modes qui rebondissent le plus sont appelés les « modes de niveau supérieur » Les modes qui rebondissent très peu sont les « modes de niveau inférieur ». Le chemin le plus court est la ligne droite. Tous les autres chemins empruntés par la lumière (modes) sont plus longs que le chemin en ligne droite : plus l'angle est prononcé, plus le nombre de rebondissements est important et plus le chemin est long. Comme la longueur du chemin varie, le temps de déplacement pour atteindre l'extrémité de la liaison fibre optique varie également. La disparité entre les temps d'arrivée des différents rayons de lumière, également appelée délai de mode différentiel (DMD), est la raison de la dispersion ou de la propagation de l'impulsion lumineuse lorsqu'elle se déplace le long de la liaison fibre.

L'effet de la dispersion, voir **figure 9**, augmente avec la longueur de la liaison fibre optique. A mesure que les impulsions se déplacent plus loin, la différence dans la longueur du chemin augmente. La différence dans les temps d'arrivée augmente également, alors que la propagation des impulsions continue de croître. Il en résulte que les impulsions lumineuses qui arrivent à l'extrémité de la liaison fibre la plus longue se lient et que le récepteur ne peut plus les distinguer ni décoder leur état (valeur). Des débits de données plus élevés sont atteints en envoyant des impulsions plus courtes en succession rapide. La dispersion limite la vitesse à laquelle les impulsions peuvent être transmises. En d'autres termes, la dispersion limite la bande passante du câblage.



Figure 9 – Avec l'effet net de la dispersion, les impulsions transmises se lient et se chevauchent à l'extrémité de la liaison (entrée vers le détecteur). Le détecteur ne peut plus reconnaître ni décoder l'état de chaque impulsion.

Pour compenser la dispersion inhérente à la fibre multimode à saut d'indice, une fibre multimode à gradient d'indice a été développée. « Gradient d'indice » signifie que l'indice de réfraction du cœur diminue progressivement en s'éloignant du centre du cœur. Le verre au centre du cœur a l'indice de réfraction le plus élevé, ce qui fait que la lumière au centre du cœur se déplace à la vitesse la plus lente. La lumière qui emprunte le chemin le plus court à travers la fibre se déplace à une vitesse plus lente. Cette construction du cœur permet à tous les rayons lumineux d'atteindre l'extrémité de réception pratiquement en même temps, réduisant ainsi la dispersion modale dans la fibre. Comme le montre la **figure 10**, la lumière dans la fibre multimode à gradient d'indice ne se déplace plus en ligne droite d'un bord à l'autre, mais suit un chemin hélicoïdal. Elle est progressivement réfléchi vers le centre du cœur par l'indice de réfraction du verre dans le cœur, qui diminue de façon continue.

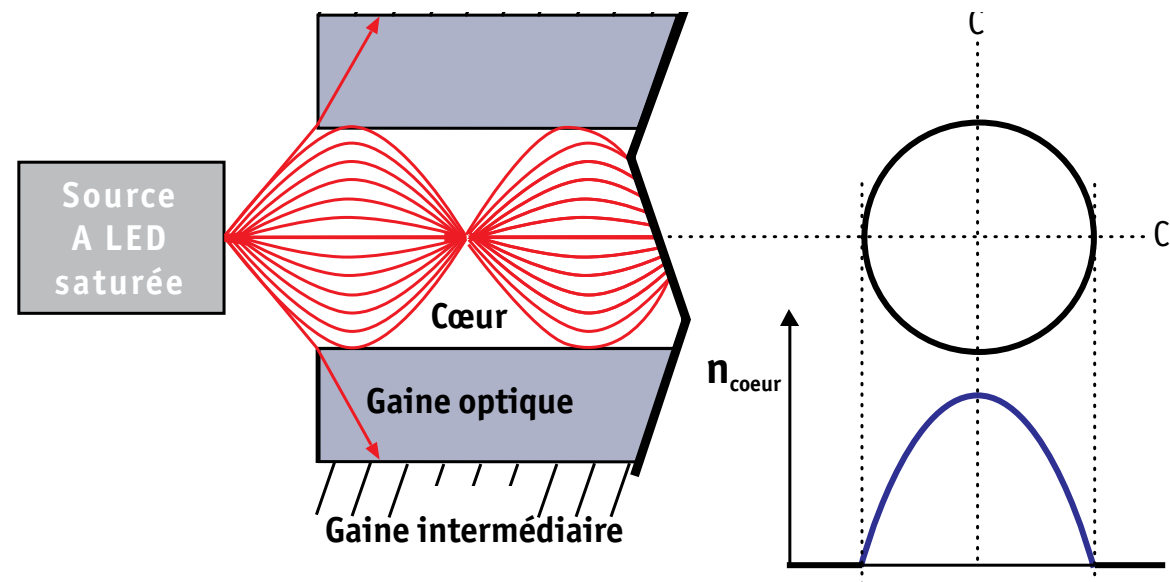


Figure 10 – Les chaînes de lumière (modes) suivent un chemin hélicoïdal, comme indiqué dans le panneau de gauche de cette figure. Dans les fibres multimodes à gradient d'indice, l'indice de réfraction du cœur change dans l'ensemble du cœur. Il est plus élevé au centre et diminue progressivement en direction de la frontière avec la gaine optique. La lumière des modes inférieurs (centre du cœur) avance le plus lentement, tandis que les modes des régions extérieures parcourent plus rapidement les distances plus longues pour compenser une partie du temps supplémentaire nécessaire au parcours du chemin plus long. La fibre multimode à gradient d'indice offre donc une meilleure bande passante.

La fibre multimode optimisée pour le laser, qui doit être utilisée pour les nouvelles applications réseau haut débit (débits de données de l'ordre du gigabit par seconde), est conçue comme une fibre multimode à gradient d'indice. Cette fibre multimode optimisée pour le laser possède également le diamètre de cœur plus petit de 50 μm . Le diamètre de cœur plus petit diminue également l'effet de dispersion dans la fibre en limitant le nombre de modes.

La fibre « monomode », comme son nom l'indique, n'autorise qu'un seul mode de propagation à des longueurs d'onde plus longues que la longueur d'onde de coupure¹⁾. La longueur d'onde de 1 310 nm utilisée par la plupart des applications de réseau local sur fibre monomode (diamètre du cœur de 9 μm) est bien supérieure à la longueur d'onde de coupure, qui se situe entre 1 150 nm et 1 200 nm. Les fibres monomodes utilisant des longueurs d'onde plus longues conservent la fidélité de chaque impulsion lumineuse sur de plus longues distances, car elles ne présentent aucune dispersion modale (provoquée par plusieurs modes). Ainsi, une quantité plus importante d'informations peut être transmise par unité de temps sur des distances plus longues (la perte intrinsèque est moindre avec les longueurs d'onde plus élevées). Cela permet aux fibres monomodes de bénéficier d'une bande passante supérieure à celle des fibres multimodes.

La conception des fibres monomodes a également évolué au fil du temps. Il existe d'autres mécanismes de dispersion et des non-linéarités que nous n'évoquerons pas, car ils jouent un rôle beaucoup moins important dans les applications fibre optique de réseaux locaux. La fibre monomode présente certains inconvénients. Le plus petit diamètre du cœur rend le couplage de la lumière dans celui-ci plus difficile. Les tolérances pour les connecteurs monomodes et les épissures sont plus exigeantes pour obtenir un bon alignement du plus petit cœur. En outre, les sources lumineuses laser à longueur d'onde plus longue sont plus chères que le VCSEL, qui fonctionne à 850 nm.

1) **longueur d'onde de coupure** : longueur d'onde en dessous de laquelle une fibre optique monomode cesse de transmettre en monomode.

Bande passante

La bande passante, ou la capacité de transmission d'informations de la fibre optique, constitue une caractéristique clé des performances de la fibre optique. Dans le domaine numérique, la bande passante est exprimée en un débit binaire auquel les signaux peuvent être envoyés à une distance donnée sans qu'un bit interfère avec le bit précédent ou suivant. La bande passante est exprimée en MHz•km. L'interférence se produit en raison du phénomène de dispersion évoqué ci-dessus.

La bande passante peut être définie et mesurée de différentes manières. Les trois spécifications normalisées de la bande passante et les mesures applicables sont la bande passante saturée, la bande passante modale restreinte et la bande passante laser ou bande passante modale efficace. Ces différentes méthodes existent en raison des différences de caractéristiques des sources lumineuses utilisées pour transmettre l'information.

La source lumineuse traditionnelle pour Ethernet à 10 Mbit/s et 100 Mbit/s est la diode électroluminescente (LED), une excellente solution pour les applications fonctionnant à des vitesses atteignant 622 Mbit/s. Les LED produisent une sortie lumineuse uniforme qui remplit tout le cœur de la fibre optique et excite tous ses modes. Pour mieux prévoir la bande passante des fibres multimodes conventionnelles lorsqu'elles sont utilisées avec des sources lumineuses LED, le secteur utilise une méthode appelée bande passante saturée et des tests s'appuyant sur les conditions d'émission d'un flux encerclé. Le flux encerclé réduit davantage l'incertitude des mesures de perte et sera abordé plus en détail dans la troisième section de ce livre électronique.

Comme mentionné ci-dessus, les LED ne peuvent pas être modulées assez rapidement pour transmettre le milliard d'impulsions par seconde ou plus requis pour des débits de données de l'ordre du Gbit/s. Le VCSEL (vertical Cavity surface Emitting laser) avec une longueur d'onde de 850 nm est une source lumineuse courante qui permet de supporter des vitesses de transmission

en gigabit dans les applications réseau locales. Contrairement à une LED, la sortie lumineuse d'un VCSEL n'est pas uniforme et ne convient donc pas à une utilisation dans un équipement de test. Elle varie d'un VCSEL à l'autre à l'extrémité de la fibre optique. Par conséquent, les lasers n'excitent pas tous les modes dans une fibre multimode, mais plutôt un ensemble restreint de modes. Et plus important encore, chaque laser remplit un ensemble différent de modes dans la fibre avec des niveaux d'intensité différents dans chaque mode.

La mesure du DMD (délai en mode différentiel, voir la discussion précédente sur la dispersion) est une méthode supérieure pour garantir la bande passante dans les liaisons fibre optique pour le déploiement de vitesses de l'ordre du gigabit par seconde. Cette technique de mesure est la seule spécification de bande passante mentionnée dans les normes pour des débits de données de 10 Gbit/s. La bande passante laser ou bande passante modale efficace est déduite mathématiquement des mesures du DMD.

Types de fibre

La norme ISO/IEC 11801 définit plusieurs types de fibres optiques permettant de supporter diverses classes d'applications en réseau local. La norme ISO/IEC 11801 définit cinq types de fibres optiques multimodes (OM1, OM2, OM3, OM4 et OM5) et deux types monomodes (OS1 et OS2). Ces désignations de type sont également acceptées sur le marché nord-américain et sont répertoriées dans le document ANSI/TIA-568.3-D²⁾. Le tableau suivant donne une présentation rapide des principales caractéristiques de ces types de fibre.

²⁾ Telecommunications Industry Association (TIA). La TIA représente l'industrie des télécommunications en association avec l'Association américaine de l'industrie de l'électronique EIA (Electronic Industries Association). La TIA est accréditée par l'ANSI (American National Standards Institute) en tant que contributeur majeur aux normes volontaires. La norme ANSI/EIA/TIA 568 Câblage de télécommunications pour bâtiments commerciaux est la norme principale concernant les systèmes de câblage structuré en Amérique du Nord.

		Coefficient d'atténuation du câble (dB/km)		Bande passante modale minimale (MHz•km)		
				Saturée		Laser
Longueur d'onde (nm)		850	1300	850	1300	850
Type de fibre optique	Diamètre du cœur (µm)					
OM1	62.5	3.5	1.5	200	500	n/a
OM2	50	3.5	1.5	500	500	n/a
OM3	50	3.5	1.5	1,500	500	2,000
OM4	50	3.0	1.5	3,500	500	4,700
OM5	50	3.0	1.5	3,500	500	4,700

Tableau 1 – Types de fibre optique multimode (désignations ISO).

Veillez noter que les fibres multimodes anciennes ou héritées dont l'évaluation de la bande passante saturée est inférieure à 200 MHz•km ne sont pas incluses dans ce tableau et ne sont plus recommandées pour la conception de nouvelles installations. La désignation OM3 décrit le câble fibre optique multimode optimisé pour le laser à bande passante élevée. Parmi les différentes normes de transmission par fibre optique pour Ethernet 10 Gbit/s, le 10GBASE-SR (transmission en série de 10 gigabits par seconde utilisant la longueur d'onde courte VCSEL [850 nm]) permet la mise en œuvre la plus économique de cette application en réseau à grande vitesse dans le réseau local, le centre de données ou le réseau de stockage. Et pour cette application, OM3 est le type de câble fibre optique de choix.

Les fabricants de fibres optiques ont développé des fibres optiques multimodes optimisées pour le laser avec des caractéristiques de bande passante modale supérieures aux spécifications de type OM3. Cela a conduit à l'adoption de la classification OM4 et OM5 avec une bande passante laser efficace de 4 700 MHz•km.

Prochainement

Les livres électroniques suivants seront bientôt disponibles :

#2 : Théorie des tests – Performances du câblage fibre optique

Normes de performances de l'industrie

Normes des applications réseaux

#3 : Certification du câblage fibre optique

Sélection de la norme de performance

Certification - exigences relatives aux procédures et à l'équipement

Unités de mesure

Définition de la référence – Principe

Conditions d'émission

#4 : Certification des fibres avec un OLTS dans la pratique

Conclusion générale

Solutions de test et de dépannage des fibres optiques de Fluke Networks

	Inspection et nettoyage				Tests MPO	Tests de perte et de longueur (Certification de niveau 1)	Caractérisation et dépannage de l'installation (Certification de niveau 2)				
											
	FI-500 FiberInspector™ Micro	FI-7000 FiberInspector™ Pro	FI-3000 FiberInspector™ Ultra	Kits de nettoyage pour fibre optique	Testeur MultiFiber™ Pro MPO	Solutions de test de perte optique CertiFiber® Pro	Testeur de puissance SimpliFiber® Pro et kits de vérification des fibres optiques	Localisateur visuel de défaut VisiFault™	Fiber QuickMap™	Réflectomètre optique (OTDR) OptiFiber® Pro	OptiFiber® Pro PON/FTTx RÉFLECTOMÈTRE OPTIQUE HDR
Vérification de la contamination ou de l'endommagement des extrémités	✓	✓	✓				✓			✓	✓
Évaluation d'inspection d'extrémité		✓	✓				✓			✓	✓
Eclairage de port	✓		✓								
Mise au point automatique	✓		✓								
Nettoyage de la contamination				✓							
Vérification de la connectivité					✓	✓	✓	✓		✓	✓
Vérification de la polarité					✓	✓	✓	✓			
Vérification de la perte sur l'intégralité de la liaison pour garantir le non-dépassement des tolérances de pertes					✓	✓	✓				
Tests des pertes sur fibres doubles						✓				✓	✓
Certification monomode de niveau 1					✓	✓	✓				
Conformité de certification de niveau 1 aux flux encerclés multimodes					Conforme EF au niveau de la traversée de cloison	Avec cordon de test de référence EF	✓				
Localisation des défauts								✓	✓	✓	✓
Certification de niveau 2										✓	✓
Résultats : conformité/non-conformité		✓	✓			✓			✓	✓	✓
Documentation des résultats de test		✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓
Types de fibres pris en charge	Multimode Monomode	MPO, Multimode Monomode	MPO	MPO, Multimode Monomode	MPO Multimode Monomode	Multimode Monomode	Multimode Monomode	Multimode Monomode	Multimode	Multimode Monomode	Monomode (1310, 1550, 1490 & 1625 nm)
Type de source					LED, Laser FPr	LED, Laser FP	LED, Laser FP	Laser	Laser	LED, Laser FP	Laser

Autres ressources hautement techniques :

Pour télécharger le livre électronique de test et de dépannage fibre visitez :

www.flukenetworks.com/request/fiber-test-troubleshooting-ebook

Pour télécharger le livre électronique de mesures d'équilibre de paires torsadées, visitez :

www.flukenetworks.com/request/free-e-book-balance-measurements-handbook

Vous voulez parler à un expert, trouvez le numéro de votre contact local sur :

www.flukenetworks.com/contact

Vidéos de formation en ligne

Ces vidéos offrent une formation de base sur le système de certification de câblage Versiv™ complet. Pour chaque produit, une série de vidéos couvre les sujets suivants :

- Déballage : ce qui est fourni avec le produit et qu'en faire
- Configuration d'un test
- Exécution d'un test
- Enregistrement et gestion des résultats (Avec LinkWare™ PC et LinkWare™ Live)

www.youtube.com/FlukeNetworksVideo

Blog de Cabling Chronicles

Découvrez les nouveautés dans le monde des tests et des normes grâce à des articles rédigés par des experts de Fluke Networks.

<https://fr.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles>

Base de données

Tirez le meilleur parti de votre investissement Fluke Networks avec des conseils et astuces, ainsi que des mises à jour de produits de notre équipe d'experts de l'assistance.

<https://fr.flukenetworks.com/knowledge-base>

P.O. Box 777, Everett, WA USA 98206-0777
Fluke Networks est présent dans plus de 50 pays.
Pour connaître les coordonnées du bureau le plus proche de chez vous, rendez-vous à l'adresse
www.flukenetworks.com/contact.

©2020 Fluke Corporation. Tous droits réservés.
11/2020 19086-RL