

1/1

20.02.12

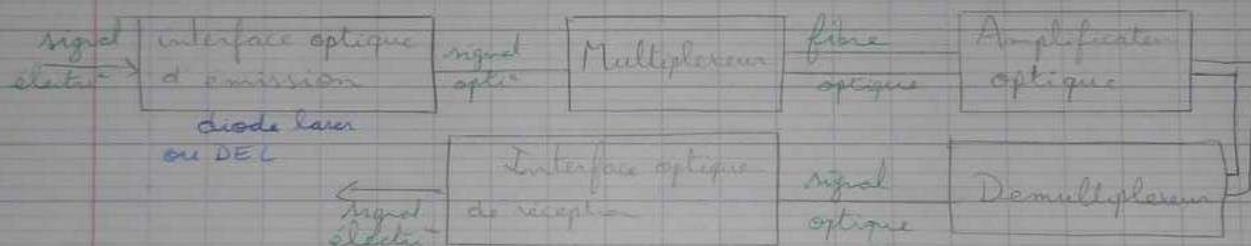
Chap III: Les fibres optiques

Invention: 1960

Avantages:

- ↳ au niveau de la transmission
- ↳ très faible atténuation
- ↳ très grande bande-passante.
- ↳ multiplexage en long d'onde possible.
- ↳ au niveau de la mise en œuvre. Petite taille, poids faible et souple.
- ↳ au niveau économique: < cher que câble.

Elles sont utilisées en régions terrestres, sous-marines, véhicules militaires.



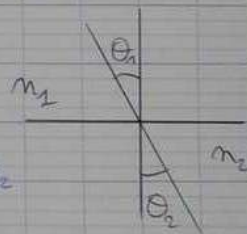
1) Principe de fonctionnement



Loi de Descartes

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Reflexions totales



On déf. l'ouverture numérique $\sin \theta$: $ON = \sin \theta = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

les rayons lumineux qui pénètrent de la fibre optique sont complètement réfléchis si leur angle d'incidence est $\leq \theta$.

On déf. la différence d'indice relative Δ : $\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$

Δ varie de 0,1% à 1%.

Une fibre notée 50/125 $\rightarrow$ 50: diamètre du cœur mm
125: ————— de la gaine mm

2) types de fibres optiques

- multimodes
- monomodes

a) les fibres multimodes

Par une long. d'onde donnée plus rayons lumineux pourront se propager ds la fibre. Il y a un certain nbre de trajectoires appelées modes. Ils résultent des interférences entre la gaine et le cœur.

Il y a 2 fibres multimodes:

i) fibre opt^q à saut d'indice



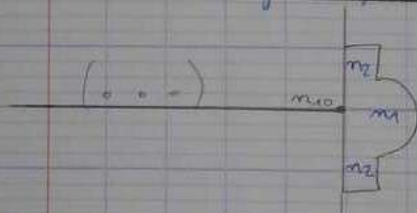
n_1 est est ds ce cas. Il est $>$ à n_2 légèrement.

Le diamètre du cœur est grand par rapport à long. d'onde, et il permet à plus rayons de se propager.

Impulsion de départ très déformée à l'arrivée avec une élargissement du tps de l'impulsion.

Fibre la $\odot$ chère et la $\odot$ sophistiquée: on utilise une DFB. Elle convient pr des courtes distances (en raison de la déformatⁿ du signal), réseaux locaux.

ii) fibre opt^q à gradient d'indice



n_1 va varier.

Et on a:

$$n_1(r) = n_{10} \sqrt{1 - 2\Delta \left(\frac{r}{a}\right)^\alpha}$$

n_{10} : indice au centre du cœur.

a : rayon du cœur.

$n_1(r)$: loi de variatⁿ de n_1 .

$\alpha = 2$ profil parabol^q (surt ce cas)

$\alpha = 1$ ——— triangul^q

$\alpha \rightarrow \infty$ fibre à saut d'indice

Δ : définit par rapport au cœur.

Le nombre de modes est caractérisé par:

$$M = \frac{\alpha}{\alpha + 2} \frac{V^2}{2}$$

V fréq. réduite: $V = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

Le nbr de modes dépend de α et de V

⊕ $\alpha = 2$, ⊕ les rayons suivent une trajectoire sinusoidale.

→ fibres à moy. distance.

b) fibres monomodes

Fibre la + chère, la + performante. Utilisée notamment pour les liaisons sous-marines.

Chemin de propagation unique, direct et // à la fibre.

Le diamètre du cœur est faible: $< 10 \mu\text{m}$

La différence d'indice est $\approx$ de 0,5%.

Dimension typique: 9/50 (cœur/gaine diamètre μm)

Technique de multiplexage très utilisée.

La source d'émission: diode laser.

Grds bande-passante → permet liaison éloignée.

Dispersion et atténuation très faibles.

L'impulsion de départ pas déformée.

⊗ très chère, et besoin d'être raccordée avec une extrême précision.

3) Dispersion des fibres optiques

→ se traduit par un étalement temporel, caractérisé par un tps de montée qui sera d'autant ⊕ grd que la long. ^(du fil) est grde.

Évidemment tps de montée $<$ à la période du signal.

≠ dispersion:

↳ intermodale: ⊕ importante pour les fibres à saut d'indice.

↳ intramodale chromatique: ∃ ds les fibres monomodes, elle dépend du matériau.

↳ de polarisation: due au chgt d'état de polarisation lors de la propagation.

⊕ importante que les 2 précédentes.

4) Atténuation des fibres optiques

Elle provient des phénomènes d'absorption et de diffusion du matériau.

Si en $z=0$ $P(0)$

$$\text{Alors } P(z) = e^{-\alpha z} P_0$$

α coeff d'absorption

dB/km

$$A = -\frac{1}{L} 10 \log_{10} \left(\frac{P(L)}{P(0)} \right)$$

L distance

α absorption : $\rightarrow$ absorption en matériau

$\rightarrow$ la diffusion de Rayleigh

$\rightarrow$ absorption intrinsèque

Elles dépendent de la fréquence utilisée. On déf les fenêtres de transmission

5) Fenêtres de transmission

Déf en fct de la dispersion et d'absorption, et compoante électronique

Fenêtre			
Long d'onde	0,78 à 0,9 μm peu coûteux, courte distance	1,3 μm coûteux, moy distance	1,55 μm défini par un min de l'atténuation
type de fibre	Multimode	Multimode et monomode	Monomode
Atténuation	Forte : 2 à 4 dB/km	Faible : 0,9 à 1 dB/km	Très faible : 0,2 dB/km
Dispersion	Forte	Quasi nulle	Faible
coût des composants	Faible	Moyen	Élevé
Distance	courte distance Réseaux locaux	moy et longues distances réseaux métropolitain	très longues distances