

ETUDE D'UNE FIBRE OPTIQUE ET D'UN CÂBLE À PAIRE TORSADÉE



Capacité(s) contextualisée(s) mise(s) en jeu durant l'activité :

- ✓ Evaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation.
- ✓ Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).

I. But

- Mettre en œuvre expérimentalement un dispositif de transmission par fibre optique
- Mettre en œuvre un dispositif de transmission par câble à paire torsadée et évaluer son affaiblissement.

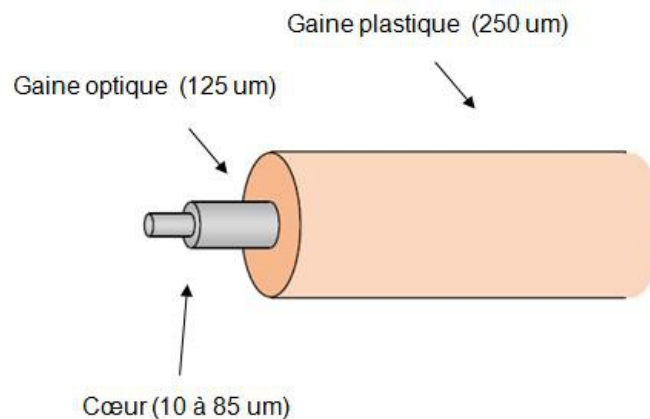
II. Documents

(s'approprier)



II.1. Doc.1 : Constitution d'une fibre optique

Une fibre optique est décomposée en trois parties distinctes :



Le cœur est constitué de silice, le signal lumineux y est propagé.

La gaine optique sert essentiellement à ramener le diamètre à 125 μm pour des raisons mécaniques. L'indice de réfraction de la gaine doit être inférieur à celui du silice.

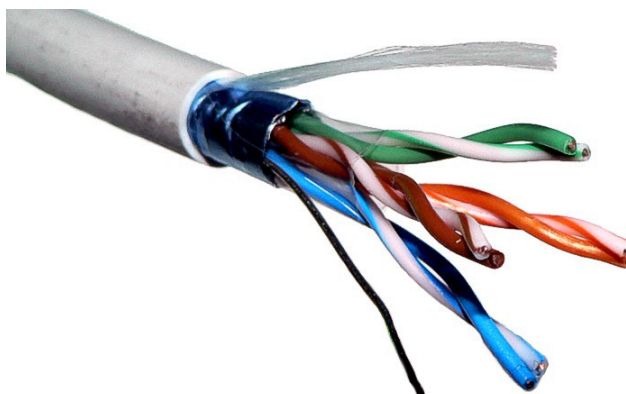
La gaine plastique sert uniquement à protéger la fibre de l'extérieur et à son isolation.

II.2. Doc.2 : Constitution d'un câble à paire torsadée

Une paire torsadée est une ligne de transmission formée de deux fils conducteurs enroulés en hélice l'un autour de l'autre.



Un câble peut contenir plusieurs paires torsadées.



Câble à 4 paires torsadées

II.3. Doc.3 : Adaptation d'impédance

L'adaptation d'impédances est une technique en électricité permettant d'optimiser le transfert d'une puissance électrique entre un émetteur et un récepteur électrique.

En général, entre l'émetteur et le récepteur, se trouve une ligne (un canal) de transmission.

Pour maximiser la puissance transférée il faut **adapter les impédances** de l'émetteur de la ligne de transmission et du récepteur.

Autrement dit, l'émetteur et le récepteur de résistance R seront « adaptés » si la ligne qui les relie possède une impédance caractéristique de même valeur. L'adaptation sera conservée quelle que soit la longueur de la ligne.

Par contre, si le récepteur présente une résistance différente de l'impédance caractéristique de la ligne, une partie de l'énergie n'est plus absorbée par le récepteur : on a une perte de la puissance transmise au récepteur.

II.4. Doc.4 : Atténuation d'un signal électrique

L'**atténuation** est l'affaiblissement de l'amplitude du signal au cours de la transmission :

$$A = 10 \log \left(\frac{P_e}{P_s} \right) \text{ en décibel (dB)}$$

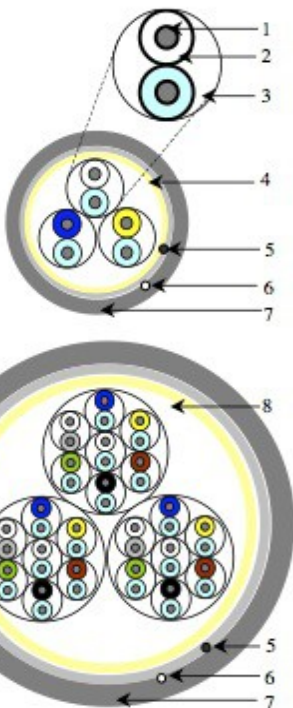
P_e et P_s sont les puissances en watt (W) du signal à l'entrée et à la sortie.

Dans le cas d'un signal électrique, la puissance du signal est proportionnelle à la tension du signal élevée au carré. On en déduit :

$$A = 20 \log \left(\frac{U_e}{U_s} \right) \text{ en décibel (dB)}$$

U_e et U_s sont les tensions en volt (V) du signal à l'entrée et à la sortie.

II.5. Doc.5 : Caractéristiques d'un câble de type SYT 1 à 112 paires AWG 24 et AWG 20



Utilisation

Cette famille de câbles est destinée à l'installation de lignes téléphoniques analogiques ou numériques jusqu'à 2 MHz et supporte les protocoles de transmission télécom (RNIS, HDSL, ADSL...) ou industriels (RS232, 422, 485...) .

Spécifications / Construction

1. Ame massive en cuivre recuit nu AWG24 et AWG 20
 2. Enveloppe isolante en polyéthylène
 3. Assemblage en paires
 4. Séparateur
 5. Fil de continuité en cuivre étamé et ruban complexe aluminisé
 6. Fils de déchirement
 7. Gaine extérieure en PVC de couleur grise
 8. Pour les câbles de 21 à 112 paires assemblage en faisceaux de 7 ou 14 paires.
- Nous consulter pour les câbles armés SYT2 numériques.*

Principales caractéristiques de transmission *

Fréquence KHz	Atténuation dB/km		Paradiaphonie dB
	AWG 24	AWG 20	AWG 24 et AWG 20
1	2	2	70
40	6.5	3.5	66
150	9	8.5	57
300	16	13	53
1000	30	25	45
2000	42	35	40

* Valeurs typiques

Autres caractéristiques électriques à 20°C			
Résistance en boucle	AWG24	AWG20	Ω/km
	189	75	
Rigidité diélectrique 1 min	1500		V c.c.
Résistance d'isolement	1500		$\text{M}\Omega.\text{km}$
Capacité mutuelle à 800 Hz	50 ± 10		nF/km
Déséquilibre de capacité réel/terre à 800 Hz	300		pF/500m
Impédance caractéristique moyenne	100 ± 20		Ω
Tension maximale de service	300		V
Intensité maximale de service	3		A/mm ²

III. Etude préliminaire

(s'approprier, analyser)



1. Dans le cas d'un câble à paire torsadée identique au **Doc.5**. Quelle doit être la valeur de l'impédance du récepteur pour que la totalité de la puissance du signal lui soit transmis ?
2. Retrouver l'expression de l'atténuation en fonction des tensions électriques à partir de l'expression de l'atténuation en fonction des puissances.

IV. Transmission d'un signal par fibre optique

IV.1. Manipulations

(réaliser)



- Alimenter le boîtier émetteur avec une tension électrique de 12 V (prises rouge et noir) à l'aide de l'interface de mesure SYSAM SP5 et la mettre en marche. La DEL rouge doit s'allumer.
- De la même façon, alimenter le boîtier récepteur.
- Placer le boîtier récepteur en face du boîtier émetteur et noter vos observations.
- Brancher votre téléphone portable ou ordinateur au boîtier émetteur à l'aide de l'adaptateur mini jack et lancer une musique de votre choix.
- Placer le boîtier récepteur en face du boîtier émetteur et noter vos observations.
- Déplacer le boîtier récepteur et noter vos observations.
- Brancher la fibre optique au boîtier émetteur et observer l'autre extrémité de la fibre.
- Brancher l'autre extrémité de la fibre au boîtier récepteur, déplacer le boîtier récepteur et noter vos observations.

Appel du professeur

IV.2. Exploitation des résultats

(analyser, valider)



- Commenter et expliquer chaque étape de l'expérience précédente en précisant :
 - quelle onde est porteuse ;
 - à quel moment cette onde est modulée par un signal à transmettre ;
 - à quel moment la propagation est libre ;
 - à quel moment la propagation est guidée ;
 - les avantages d'un type de propagation par rapport à un autre...

Appel du professeur

V. Etude d'un câble à paire torsadée

V.1. Manipulations

(réaliser)



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de déterminer la vitesse de propagation et l'atténuation d'une onde porteuse de 300 kHz dans un câble à paire torsadée.

Appel du professeur

- Une fois validé par votre professeur, réaliser votre protocole et noter les résultats obtenus.



Pensez à évaluer pour chaque mesure l'incertitude type qui lui est liée...



Fiche méthode : Evaluer une incertitude de mesure

Appel du professeur

V.2. Exploitation des résultats

(analyser, valider)



- Présenter les résultats obtenus.
- En déduire la vitesse de propagation de l'onde porteuse dans ce câble à paire torsadée sans oublier de préciser son incertitude élargie et son niveau de confiance.
- Comparer ce résultat à la vitesse d'une onde électromagnétique dans le vide. Conclure.
- En déduire l'atténuation de l'onde porteuse en dB/km dans ce câble à paire torsadée sans oublier de préciser son incertitude élargie et son niveau de confiance.
- Comparer ce résultat à la valeur indiquée dans le **Doc.5**. Conclure.

Appel du professeur

VI. Compte-rendu

(communiquer)



- Rédiger le compte rendu de cette activité expérimentale.



Fiche méthode : Rédiger un compte rendu d'activité expérimentale