

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre plastique standard « 1mm » : Usages et spécifications

Objectif :

Exploiter la documentation industrielle pour en extraire les principales caractéristiques d'une fibre plastique standard (diamètre, indice de réfraction, atténuation, longueur d'onde) avant sa mise en œuvre.



Figure 1. Liaison POF 1mm duplex et connecteurs pour le standard MOST®150 Mbit/s (Automobile)

Source : www.te.com

Documentation en ANNEXE :

« **Automotive communication at the speed of light** » extrait de presse

« **Fibre standard 1mm SI-POF** » documentation fabricant

Compétence : S'APPROPRIER

[Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique]

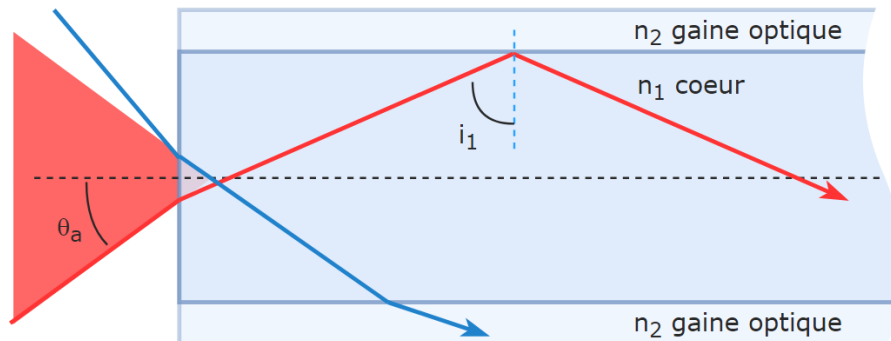
- Q1.** Pourquoi la fibre optique « plastique » (POF) est une alternative au support cuivre dans les applications industrielles, par exemple pour les réseaux de communication multimédia dans l'automobile (**Figure 1** et ANNEXE) ?

- Q2. La fibre POF standard 1mm rencontre un large succès à travers de nombreuses applications. Citer trois domaines d'application de cette fibre.
- Q3. Cœur de la fibre :
Que vaut le **diamètre d_1** du cœur (sans la tolérance) ?
Que vaut l'**indice de réfraction n_1** du cœur ?
- Q4. Gaine optique de la fibre :
Que vaut le **diamètre d_2** de la gaine optique ?
En déduire l'**épaisseur e** de la gaine optique.
- Q5. Détermination de l'**indice de réfraction n_2** de la gaine optique.
Cet indice n'est pas donné dans la doc technique de la fibre... mais peut être calculé à partir de l'ouverture numérique notée O.N.

L'ouverture numérique O.N. (Numerical Aperture en anglais) est définie par le sinus du demi-angle au sommet θ_a du cône d'acceptance (**Figure 2**). On montre que O.N. ne dépend que des indices n_1 et n_2 avec $n_2 < n_1$:

$$ON = \sin \theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Calculer l'**indice n_2** .



Si $\theta < \theta_a$ propagation par réflexion totale (fibre=guide de lumière)
Si $\theta > \theta_a$ pas de propagation (pertes dans la gaine optique)

Figure 2. Ouverture numérique dans une fibre à saut d'indice

La fibre POF standard 1mm possède un cœur en PMMA (polyméthyl méthacrylate) qui lui confère des propriétés avantageuses par rapport à une fibre silice (facilité de mise en œuvre, résilience mécanique, courbure, etc...).

Par contre, le PMMA est un matériau qui atténue très fortement la lumière dans la fibre (atténuation environ 1000 fois plus grande que pour une fibre silice).

- Q6. Longueur d'onde utilisée dans la fibre plastique :

Repérer les minima d'atténuation sur la courbe (**Figure 3**). En déduire les trois « **fenêtres de transmission** » en longueur d'onde λ de ce type de fibre. Quelles sont les couleurs correspondantes ?

Pourquoi le domaine de l'infra-rouge n'est pas utilisé pour cette fibre ?

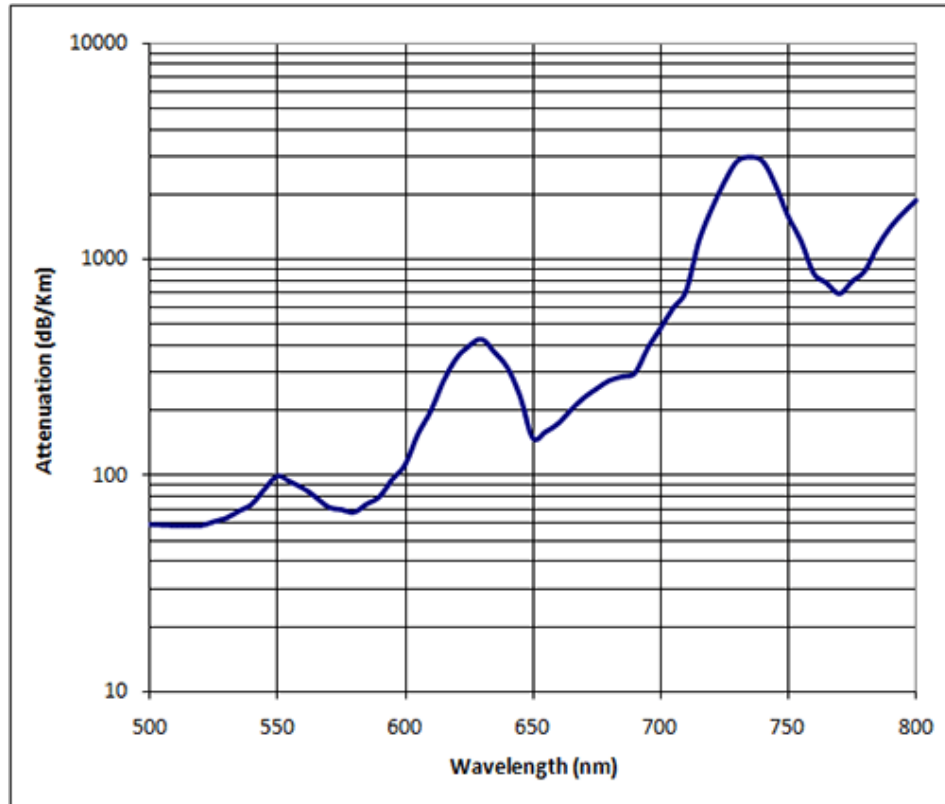


Figure 3. Atténuation (en dB/km) en fonction de la longueur d'onde d'une onde électromagnétique se propageant dans une fibre en PMMA

Source : www.firecomms.com

- Q7. Atténuation de la fibre :
Quelle est l'**atténuation typique** (en dB/km) d'une fibre POF à $\lambda=650\text{nm}$ (**Figure 3**) ?
Comparer à l'atténuation d'une fibre silice (0.2dB/km).



Automotive Communication at the Speed of Light

High-speed infotainment networks in cars were first introduced by premium carmakers like Audi, BMW and Daimler. In recent years high-volume carmakers like Toyota, Volkswagen and Hyundai have applied the technology. It is possible Chinese manufacturers will be next. More than 10 years after the implementation of the first MOST25 systems at BMW, the new generation of optical MOST150 systems running at 150 Mbit/s is going to be introduced by Audi in 2012.

One of the success factors for MOST is the optical physical layer that has advantages compared to electrical wires, specifically EMI immunity and low weight. Since plastic fiber cable is not a metallic conductor, communication links using this technology are not affected by the many electromagnetic devices and noise sources in a car. This is a key advantage for carmakers

as it makes most debugging unnecessary, and thereby, reduces development time.

Critical components for the smooth operation of a MOST150 network are the optical transmitters and receivers. The transmitter sends out bit patterns in the form of light pulses over light-guiding plastic fibers to the receiver, a photosensitive element which trans-



Figure 1. MOST150 transmitter AFBR-1150 and receiver AFBR-2150 from Avago Technologies in clear mold package.

Elektronik automotive Special Issue MOST 2012

Source : www.elektroniknet.de/automotive

Fibre standard 1mm PMMA SI-POF



Product Specifications

Product No: C1000-1

Product parameter: ◆ Fiber Core Material PMMA ◆ Fiber Cladding Material Fluorinated Polymer ◆ Core refractive index 1.492 ◆ Numerical Aperture 0.5 ◆ Number of Fiber 1 ◆ Outer Jacket Material (Color) PE (Black) ◆ Minimum Bend Radius 25mm		
--	--	--

Specifications:

Item	Unit	Specification	Test Condition	
Structural parameters	Core Diameter	μm	980 ± 60	YD/T 1447-2006
	Cladding Diameter	μm	1000 ± 60	
	Cladding non-circularity	%	≤ 6	
	Outer Jacket Diameter	mm	2.2 ± 0.07	
	Approximate Weight	g/m	4	
Optical properties	Transmission Loss	dB/km	≤200	650nm (YD/T 1447-2006)
	Transmission Loss Under 95%RH	dB/km	210	
Mechanical Characteristics	Repeated Bending Endurance	10000 Times	Loss Increment ≤ 1dB	YD/T 1447-2006
	Tensile Strength	N	70	
	Twisting Endurance	5Times	Loss Increment ≤ 1dB	
	Impact Endurance	0.4N.m	Loss Increment ≤ 1dB	

Operating temperature : -50°C~+70°C

Application : Industrial control and factory automation, home and office networking, automotives and aircrafts, sensors, patchcords and military industry, etc...

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre plastique standard « 1mm » : Mesure approchée de l'ouverture numérique

Objectif :

Réaliser une première mise en œuvre de la fibre optique plastique afin de valider la valeur de l'ouverture numérique donnée dans la documentation industrielle.

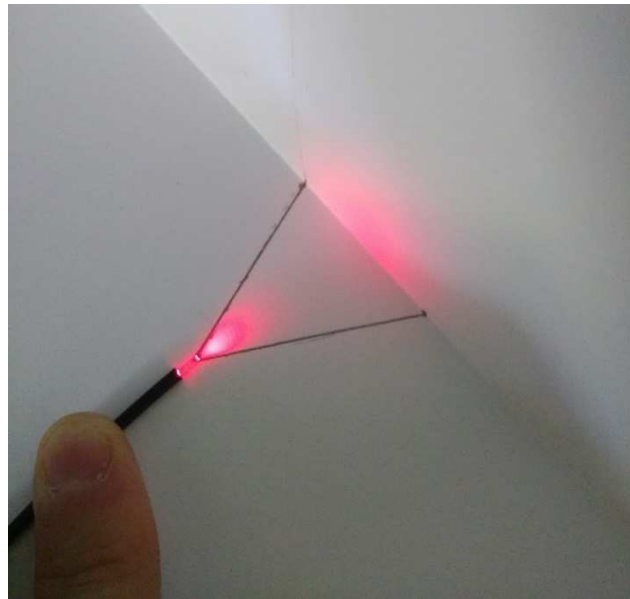


Figure 1. Cône de lumière en sortie d'une fibre POF

Source : cliché étudiant

PREREQUIS :

Q1. Rappeler la définition de l'ouverture numérique O.N. d'une fibre optique.

Compétence : REALISER
[Mettre en œuvre la stratégie proposée]

PRINCIPE DE LA MESURE :

On considère, du fait de l'uniformité axiale de la fibre, que les rayons guidés ressortent de la fibre dans un cône dont le demi-angle au sommet θ est égal à l'angle d'acceptance θ_a (**Figure 1**).

MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE :

- Régler au préalable le signal du GBF (faible valeur de $V_{Reverse}$ pour la LED) :

GBF (en « high Z ») $f=1\text{kHz}$; sinusoïde
 $V_{DC}=3\text{V}$
 $V_{pp}=6\text{V}$

- Appliquer le signal du GBF à la « carte LED » (**Figure 2**) :

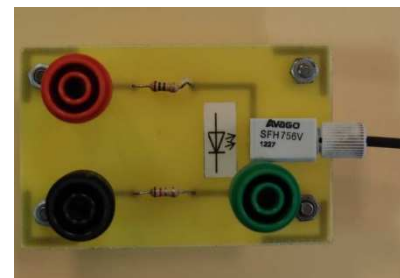
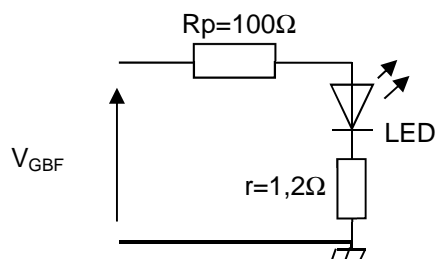


Figure 2. Carte LED et son schéma de principe

- Introduire la fibre (brin de 0.25m) dans le connecteur de la LED et serrer la vis ;
 - Poser la fibre à plat sur une feuille de papier pliée et marquer à la règle et au stylo la position du cône de lumière en sortie (**Figure 1**).

→ *[photo du cône de lumière]*

Compétence : VALIDER

[Exploiter et interpréter des observations, des mesures]

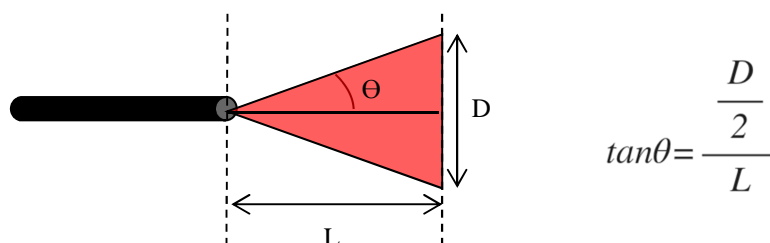


Figure 3. Calcul de l'ouverture numérique

Q2. Déduire la valeur de l'angle θ à partir de la mesure de L et D (**Figure 3**).

Q3. Calculer alors l'O.N. de la fibre. Comparer le résultat à la donnée constructeur (ON=0.5 pour une fibre POF standard 1 mm).

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre plastique standard « 1mm » : Caractéristiques de la source optique (LED)

Objectifs :

A partir de la documentation industrielle, préciser les principales caractéristiques de la source optique (LED) couramment utilisée avec la fibre plastique standard. Visualiser la caractéristique courant-tension de la LED.



Figure 1. Sources optiques (LED) pour fibre plastique

Documentation en ANNEXE :

« Led SFH756V (ou SFH757V) » documentation industrielle

Compétence : S'APPROPRIER

[Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique]

- Q1. Que vaut la longueur d'onde λ_{LED} de la LED à son pic d'émission spectrale ?
- Q2. Comparer λ_{LED} au **domaine des longueurs d'onde du visible** que l'on rappellera.
- Q3. Quelle est la tension inverse maximale $V_{Reverse}$ supportée par la LED ?
- Q4. Quelle est l'**intensité** du courant maximale dans la LED ?

Q5. A quel **débit maximum (en bit/s)** la LED peut-elle transmettre les données dans le cas d'une transmission numérique ?

Compétence : REALISER
[Mettre en œuvre la stratégie proposée]

PRINCIPE DE LA MESURE :

Pour une visualisation simple à l'oscilloscope de la caractéristique courant-tension $i=f(u)$ de la LED, l'image du courant $i(t)$ est obtenue en plaçant une résistance r au plus près de la masse. La tension $u(t)$ n'est pas prélevée directement : on visualise $u+r \cdot i \approx u$ (approximation valable si on choisit la résistance r petite). (Figure 2).

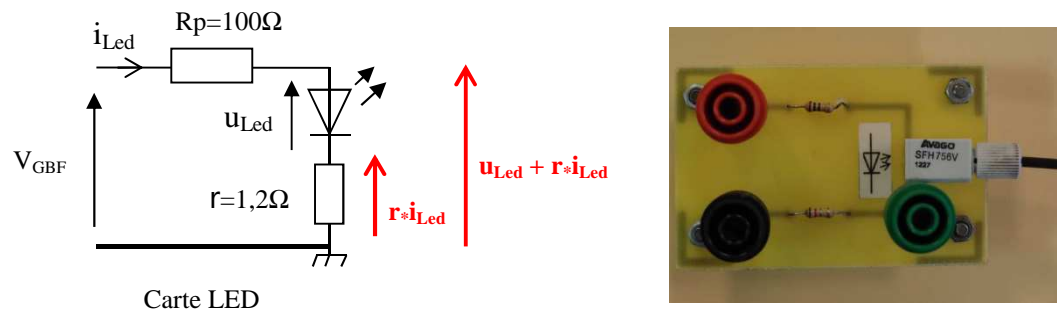


Figure 2. Carte LED et son schéma de principe

MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE :

- Régler au préalable le signal du GBF (faible valeur de $V_{Reverse}$ pour la LED) :

GBF (en « high Z ») **$f=1\text{kHz}$; sinusoïde**
 $V_{DC}=3\text{V}$
 $V_{PP}=6\text{V}$

- Appliquer le signal du GBF V_{GBF} à la « carte LED » (Figure 2).

- Visualiser en temporel les signaux suivants (Oscillo) :

CH1 : tension $u_{Led}+r \cdot i \approx u_{Led}$
CH2 : tension image de i_{Led}

- Placer les curseurs de l'oscillo dans le but de mesurer la tension aux bornes de la LED lorsqu'elle émet, soit pour $i \neq 0$.

[copie d'écran : relevé n°1]

- Visualiser la caractéristique $i=f(u)$ de la LED. (utiliser le **mode XY** de l'oscillo).
- Placer les curseurs de l'oscillo dans le but de mesurer la pente $\Delta Y/\Delta X$ de la caractéristique dans sa partie linéaire.

[copie d'écran : relevé n°2]

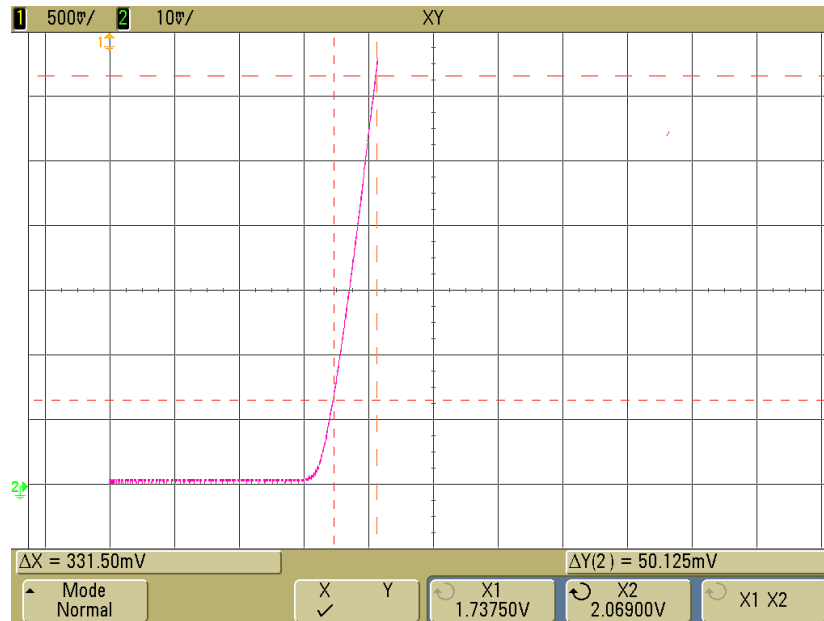


Figure 3. Caractéristique $i=f(u)$ de la source optique

Compétence : VALIDER

[Exploiter et interpréter des observations, des mesures]

EXPLOITATION DE LA MESURE :

- Q6. Préciser la valeur de la tension de seuil notée U_{seuil} de la LED.
- Q7. A partir de la mesure de la pente $\Delta Y/\Delta X$ du relevé n°2, calculer la résistance dynamique $r_d = \Delta u/\Delta i$ de la LED.
- Q8. La caractéristique $i=f(u)$ est linéarisable lorsque la LED émet, soit pour $i \neq 0$. On peut écrire $u = a \cdot i + b$. Déterminer les valeurs de a et b.
- Q9. Calculer alors la tension u si $i = I_F = 50\text{mA}$. Comparer le résultat à la valeur de V_F fournie dans la documentation fabricant.

SFH756 / SFH756V
 Plastic Fiber Optic Transmitter Diode
 Plastic Connector Housing



Data Sheet



Description

The SFH756 is a low-cost transmitter for simple optical data transmission with polymer optical fiber. The 650nm LED allows for speeds up to 10MBd.

The transparent plastic package has an aperture where the 2.2mm fiber-end can be inserted and fixed with glue. This easy coupling method is extremely cost-effective.

The V-housing allows easy coupling of unconnectorized 2.2mm plastic optical fiber by means of an axial locking screw.

Features

- 2.2 mm Aperture holds Standard 1000 Micron Plastic Fiber
- No Fiber Stripping Required
- Good Linearity (Forward current > 2 mA)
- Molded Microlens for Efficient Coupling

Plastic Connector Housing

- Mounting Screw Attached to the Connector
- Interference Free Transmission from light-Tight Housing

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit
		min.	max.	
Operating Temperature Range	T _{OP}	-40	+85	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-40	+100	°C
Junction Temperature	T _J		100	°C
Soldering Temperature(2.7mm from case bottom, t ≤ 5 s)	T _S		260	°C
Reverse Voltage	V _R		3	V
Forward Current	I _F		50	mA
Surge Current (t ≤ 10 μs, D = 0)	I _{FSM}		1	A
Power Dissipation	P _{TOT}		120	mW
Thermal Resistance, Junction/Air	R _{thJA}		450	K/W

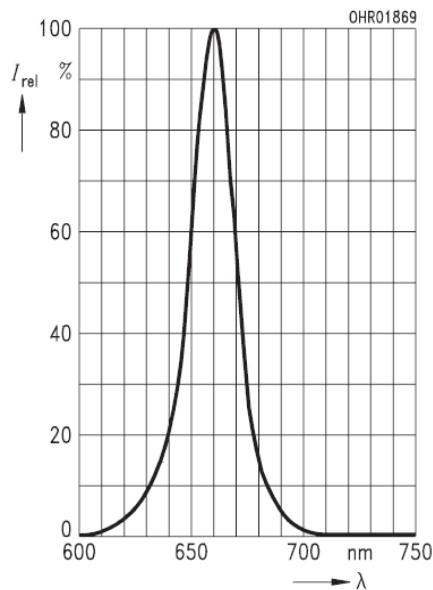


Figure 1. Relative Spectral Emission $I_{rel} = f(\lambda)$

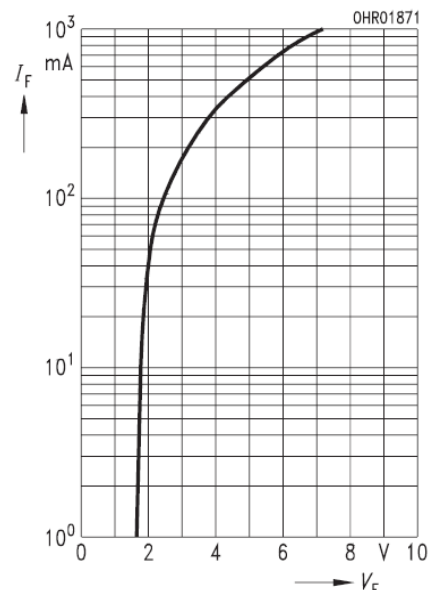


Figure 2. Forward Current $I_f = f(V_f)$ single pulse, duration = 20 μs

Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Peak Wavelength	λ_{Peak}	660	nm
Spectral Bandwidth	$\Delta\lambda$	25	nm
Switching Times ($R_G = 50 \Omega$, $I_{F(\text{LOW})} = 0.1\text{mA}$, $I_{F(\text{HIGH})} = 50\text{mA}$)			μs
10% to 90%	t_R	0.1	
90% to 10%	t_F	0.1	
Capacitance ($f = 1\text{MHz}$, $V_R = 0\text{V}$)	C_0	30	pF
Forward Voltage ($I_F = 50\text{mA}$)	V_F	2.1 (≤ 2.8)	V
Output Power Coupled Into Plastic Fiber ($I_F = 10\text{mA}$) [1]	Φ_{IN}	200 (≥ 100)	μW
Temperature Coefficient Φ_{IN}	$T_{C\Phi}$	-0.4	%/K
Temperature Coefficient V_F	T_{CV}	-3	mV/K
Temperature Coefficient λ_{Peak}	TC_λ	0.16	nm/K

Notes:

1. The output power coupled into plastic fiber is measured with a large area detector after a short fiber (about 30 cm). This value must not be used for calculating the power budget for a fiber optic system with a long fiber because the numerical aperture of plastic fibers is decreasing on the first meters. Therefore the fiber seems to have compared with the specified value a higher attenuation on the first meters.

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre plastique standard « 1mm » : Linéarité de la chaîne de transmission optique

Objectif :

Montrer que la chaîne de transmission optique [Source-Fibre-Récepteur] est linéaire si la source optique est une Led (dans les conditions usuelles d'utilisation). Cette linéarité n'est pas évidente du fait des conversions électrique-optique-électrique et même de la présence de connecteurs...

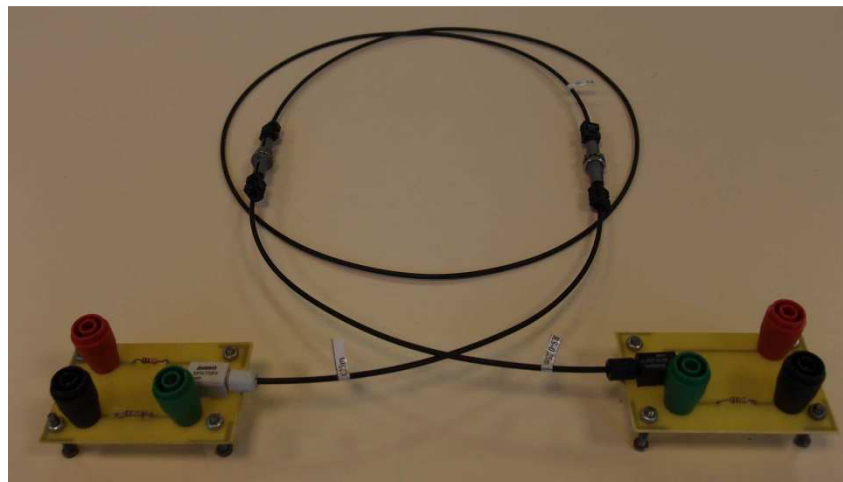


Figure 1. Chaîne de transmission optique :
Carte LED-Fibre-Carte Photodiode

PREREQUIS :

- Q1.** Proposer une définition de la linéarité dans le cas de la chaîne de transmission optique (**Figure 1**), ayant pour entrée i_{Led} , l'intensité du courant dans la LED et pour sortie i_{ph} , l'intensité du courant dans la photodiode.

Compétence : REALISER
[Mettre en œuvre la stratégie proposée]

PRINCIPE DE LA MESURE :

La linéarité de la chaîne de transmission [LED-Fibre-Photodiode] est évaluée en comparant le signal électrique i_{ph} de sortie de chaîne au signal électrique d'entrée i_{Led} . (**Figure 2**).

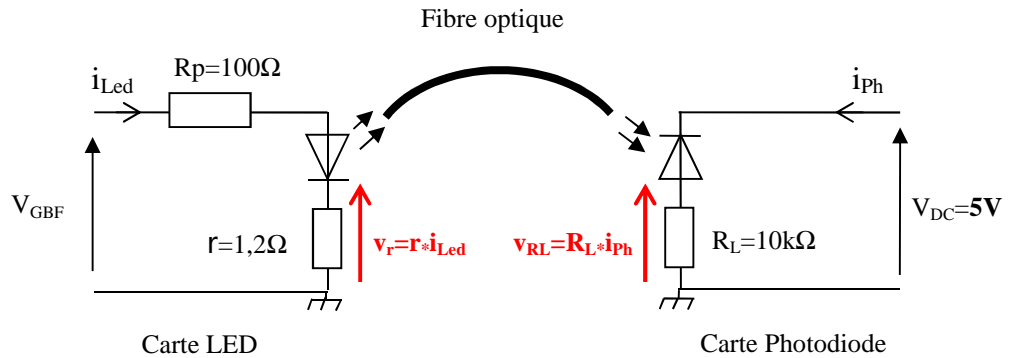


Figure 2. Schéma de principe de la chaîne optique

MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE :

- Régler au préalable le signal du GBF (faible valeur de $V_{Reverse}$ pour la LED) :

GBF (en « high Z ») **f=1kHz ; sinusoïde**
 $V_{DC}=3V$
 $V_{PP}=6V$

- Appliquer le signal du GBF V_{GBF} à la « carte LED » (**Figure 2**).
- Alimenter la « carte photodiode » avec une alimentation stabilisée $V_{DC}=5V$.
- Réaliser la liaison fibre (brin central avec $L_1=1m$) entre la carte LED et la carte photodiode (**Figure 1**).
- Visualiser en temporel les signaux suivants (Oscillo) :

CH1 : tension v_r image de i_{Led}
CH2 : tension v_{RL} image de i_{Ph}

[copie d'écran : relevé n°1]

- Visualiser la caractéristique de transfert $i_{Ph}=f(i_{Led})$ de la chaîne de transmission (utiliser le **mode XY** de l'oscillo).
Sauvegarder la courbe dans le registre interne de l'oscillo et la rappeler à l'écran (Agilent : `SAVE intern0 / RECALL intern0`).

- Modifier la longueur de la fibre optique ($L_2=11m$) et visualiser la nouvelle caractéristique de transfert simultanément avec la précédente (réglages de l'oscillo inchangés).

- Placer les curseurs de l'oscillo dans le but de mesurer la pente $\Delta Y/\Delta X$ de la caractéristique.

[copie d'écran : relevé n°2]

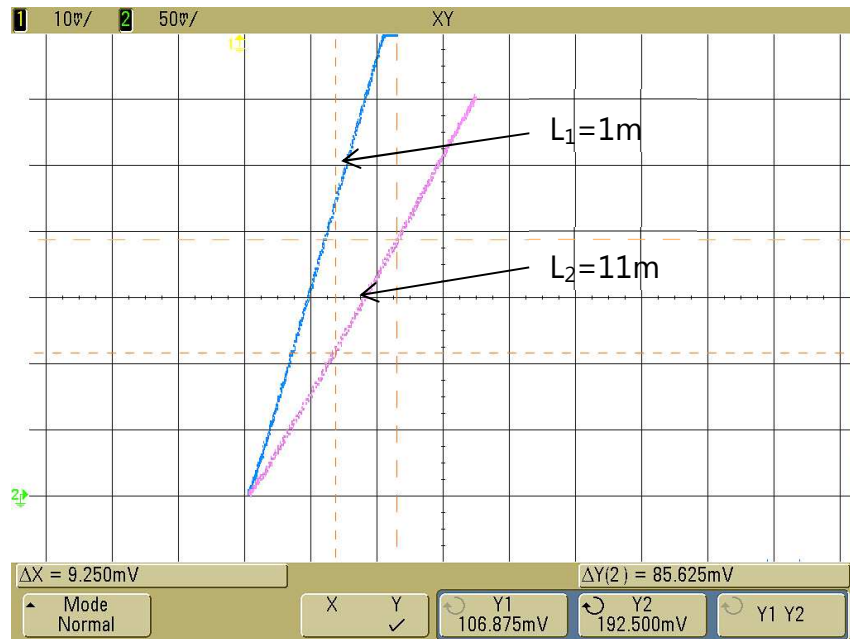


Figure 3. Caractéristique de transfert de la chaîne optique pour deux longueurs de fibre

Compétence : VALIDER

[Exploiter et interpréter des observations, des mesures]

EXPLOITATION DE LA MESURE :

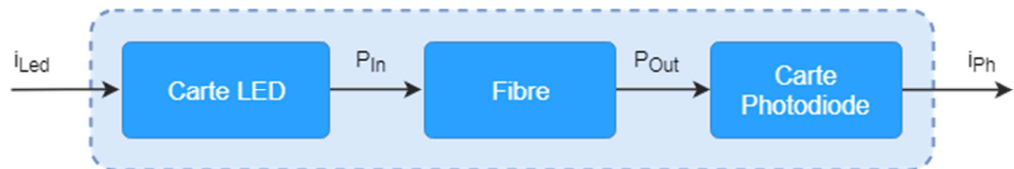


Figure 4. Synoptique de la chaîne de transmission optique ; P_{in} et P_{out} sont les puissances optiques en entrée et en sortie de fibre

- Q2. Justifier la linéarité de la transmission à partir des relevés obtenus.
- Q3. Calculer le rapport de transfert en courant $\Delta i_{Ph}/\Delta i_{Led}$ de la chaîne à partir de la mesure de pente $\Delta Y/\Delta X$ du relevé n°2.
- Q4. Comment varie le rapport de transfert en courant $\Delta i_{Ph}/\Delta i_{Led}$ en fonction de la longueur de fibre ? Interpréter.
- Q5. Pour gagner en distance de transmission, on cherche à augmenter la puissance optique en entrée de fibre. Quel inconvénient peut alors présenter la transmission ?

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre plastique standard « 1mm » : Mesure de l'atténuation

Objectif :

Mesurer l'atténuation apportée par la fibre, c'est-à-dire la perte de puissance du signal optique à l'intérieur de la fibre, à l'exclusion des pertes de connexion. Comparer à la valeur de la documentation industrielle.



Figure 1. Mesure de l'atténuation dans une fibre POF
(avec testeur OPTOKON-OFT820)

PREREQUIS :

- Q1. Rappeler la définition de l'atténuation A (en dB) apportée par une fibre, ayant pour entrée, la puissance optique P_e , et pour sortie, la puissance optique P_s .

Compétence : REALISER
[Mettre en œuvre la stratégie proposée]

PRINCIPE DE LA MESURE :

L'atténuation apportée par la fibre est évaluée par une mesure relative qui compare le signal électrique de sortie obtenu pour deux longueurs de fibre différentes.

Les paramètres de la source optique ne doivent pas être modifiés.
 Les pertes de connexion doivent rester inchangées, c'est la raison pour laquelle le brin de fibre est inséré entre deux connecteurs (**Figure 2**).

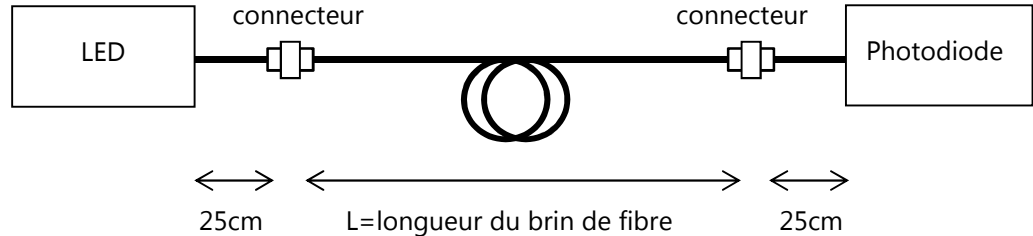


Figure 2. Principe de la mesure d'atténuation

MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE :

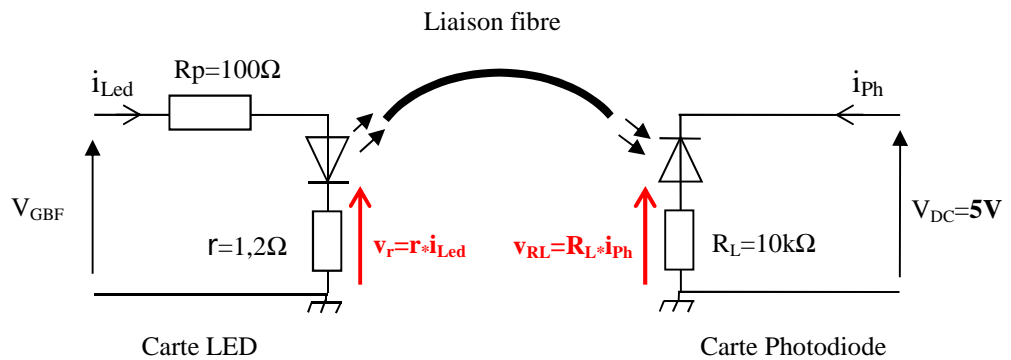


Figure 3. Schéma de principe du montage

- Régler au préalable le signal du GBF (faible valeur de $V_{Reverse}$ pour la LED) :

GBF (en « high Z »)

$f=1\text{kHz}$; sinusoïde

$V_{DC}=3\text{V}$

$V_{pp}=2\text{V}$

- Appliquer le signal du GBF V_{GBF} à la « carte LED » (**Figure 3**).

- Alimenter la « carte photodiode » avec une alimentation stabilisée $V_{DC}=5\text{V}$.

- Réaliser la liaison fibre (**brin central avec $L_1=1\text{m}$**) entre la carte LED et la carte photodiode (**Figure 2**).

- Visualiser en temporel le signal de sortie (Oscillo) :

CH1 : signal de sortie V_s (=tension v_{RL} image de i_{Ph})

- Mesurer (mesure AUTO de V_{pp} à l'oscillo) la tension de sortie V_{s1} , **image de la puissance optique** reçue par la photodiode pour $L_1=1m$.

[copie d'écran : relevé n°1]

- Modifier la longueur du brin central (**avec $L_2=11m$**) **sans bouger les interconnexions** [Carte LED/Fibre] et [Fibre/Carte Photodiode] puis mesurer la nouvelle tension de sortie V_{s2} , **image de la puissance optique** reçue par la photodiode pour $L_2=11m$.

[copie d'écran : relevé n°2]

Compétence : VALIDER

[Exploiter et interpréter des observations, des mesures]

EXPLOITATION DE LA MESURE :

- Q2. Entre les deux mesures V_{s1} et V_{s2} , seule la longueur du brin de fibre a changé. Montrer alors que l'atténuation peut être calculée à partir de la relation :

$$A = 10 \log \left(\frac{P_{s1}}{P_{s2}} \right) \quad (\text{pour } L_2 > L_1, \text{ soit } A > 0)$$

- Q3. Calculer l'atténuation A (en dB). Pour quelle longueur de fibre est-elle calculée ?
- Q4. En déduire l'atténuation linéique en dB/m puis en dB/km si l'on suppose que l'atténuation du signal est proportionnelle à la longueur de la fibre. Comparer le résultat à la documentation industrielle (environ 180dB/km à $\lambda=660nm$ pour une fibre POF standard 1mm, cf fiche « Usages et spécifications »).
- Q5. Expliquer pourquoi la mesure de V_{s1} est surestimée dans le cas d'une fibre trop courte.

Compétence : REALISER

[Régler le matériel/le dispositif choisi ou mis à disposition]

Utilisation de l'appareil de test pour fibre POF (OPTOKON OFT-820) : cet appareil intègre une source optique et un mesureur de puissance (**Figure 1**).

- Refaire la mesure avec deux brins de fibre de longueur plus grande, par exemple $L_1=20m$ et $L_2=80m$. On utilisera le mode référence à 0dB pour le premier brin, ce qui permet une lecture directe de l'atténuation (en dB) lors de l'insertion du second brin.

- Q6. Recalculer l'atténuation linéique en dB/km. Conclusion ?

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre plastique standard « 1mm » : Transmission numérique

Objectifs :

Tester le fonctionnement d'une transmission numérique sur liaison POF et mettre en évidence les facteurs limitants de la chaîne (interfaces, longueur de fibre, courbure...).

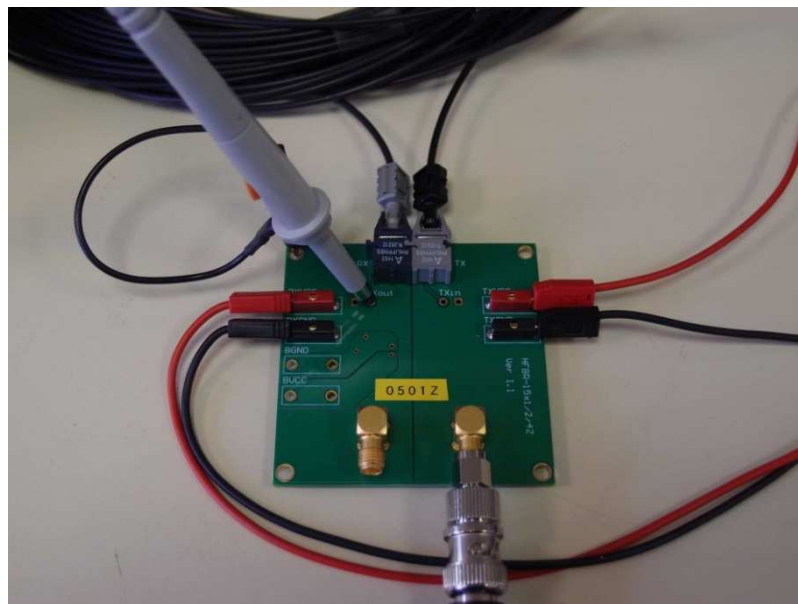


Figure 1. Test de transmission numérique sur liaison POF (Carte HFBR-0501Z. DC-5MBd)

Compétence : REALISER

[Mettre en œuvre la stratégie proposée]

PRINCIPE DE LA MESURE :

La transmission numérique par liaison POF est assurée par deux circuits d'interfaçage : le transmetteur (driver de LED et LED) et le récepteur (photodiode, préamplificateur et remise en forme) (Figure 2).

La qualité de la transmission numérique est appréciée en visualisant le diagramme de l'œil en sortie RX_{Out} de la chaîne de transmission ; les données binaires à transmettre doivent être pseudo-aléatoires.

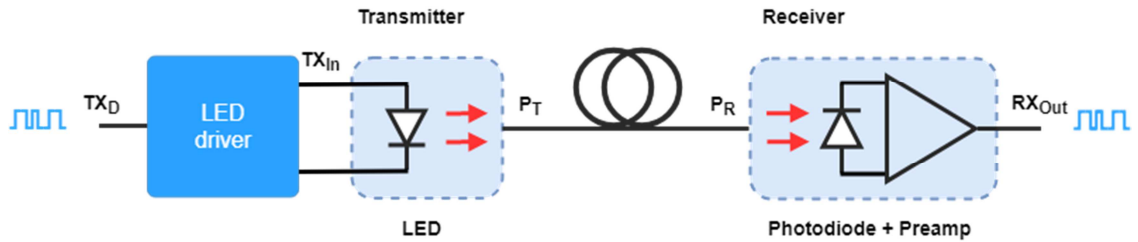


Figure 2. Chaîne de transmission numérique sur liaison POF

MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE :

La carte « test » (**Figure 1**) comprend le transmetteur optique (HFBR-1521Z) et son driver externe (SN75451) ainsi que le récepteur optique (HFBR-2521Z) qui doivent être alimentés au préalable.

- Alimenter la « carte test » côté transmetteur et côté récepteur avec une alimentation stabilisée $V_{DC}=5V$.
- Réaliser la liaison fibre ($L=1m$) entre transmetteur et récepteur.

FONCTIONNEMENT DE LA CHAÎNE DE TRANSMISSION :

- Régler au préalable le signal du GBF :

GBF (en « high Z »)

DC ON

$V_{DC}=5V$ puis $0V$ (niveaux compatibles TTL)

- Appliquer le signal du GBF sur l'entrée TX_D de la « carte test » (adaptateur SMA/BNC et câble BNC/BNC).
- Visualiser les signaux aux points tests TX_{In} et RX_{Out} (sondes d'oscillo).
- Observer la présence ou non de lumière rouge en sortie de la fibre.
- Compléter le tableau suivant :

Donnée à transmettre	Signal TX_D	Signal TX_{In}	Sortie fibre : état de la LED	Signal RX_{Out}	Donnée reçue
1	5V				
0					

TEST DE LONGUEUR :

- Tester la transmission lorsque la longueur de fibre augmente ($L=20m, 30m, 40m...$).

TEST DE DEBIT :

Utilisation d'un générateur de séquences binaires pseudo-aléatoires (PRBS).
Liaison fibre (L=30m) entre transmetteur et récepteur.

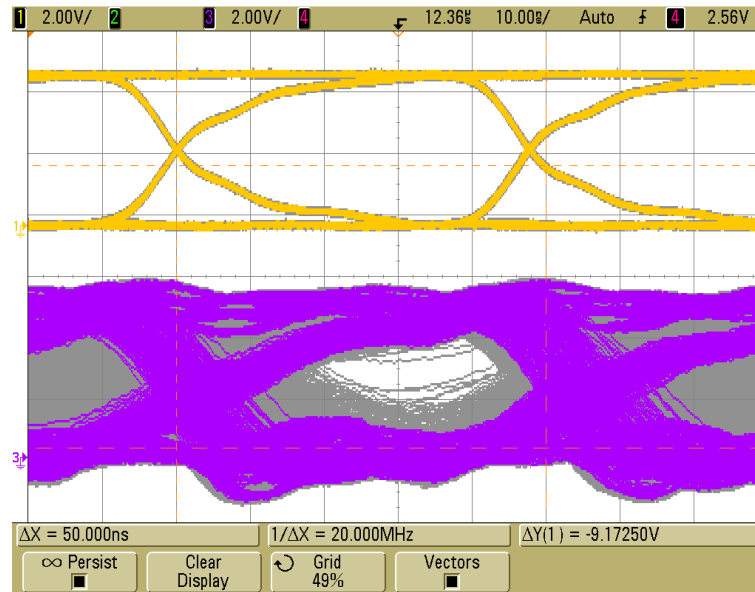


Figure 3. D=20Mbit/s. Diagrammes de l'œil en entrée TX_D et en sortie RX_{Out} de la chaîne

- Régler au préalable le signal PRBS :

Générateur (en « high Z ») PRBS, 40kbit/s
V_{DC}=2.5V et V_{pp}=5V

- Appliquer le signal PRBS sur l'entrée TX_D de la « carte test » (câble BNC/BNC).

- Visualiser en temporel les signaux suivants (Oscillo) :

CH1 : signal en entrée de chaîne TX_D (adaptateur en « T »)

CH2 : signal en sortie de chaîne RX_D (ou RX_{Out}) (Sonde d'oscillo)

Réglages complémentaires (pour visualiser les diagrammes de l'œil) :

Synchro sur CH3 : « signal d'horloge » du générateur PRBS

DISPLAY : persistance infinie

[copie d'écran : relevé n°1. D=40kbit/s]

- Tester la transmission lorsque le débit augmente (D=5Mbits/s, D=20Mbits/s).

[copies d'écran : relevé n°2 (D=5Mbit/s) et relevé n°3 (D=20Mbit/s)]

- Observer l'évolution de l'œil en sortie dans le cas d'une courbure additionnelle de la fibre.

Compétence : VALIDER

[Exploiter et interpréter des observations, des mesures]

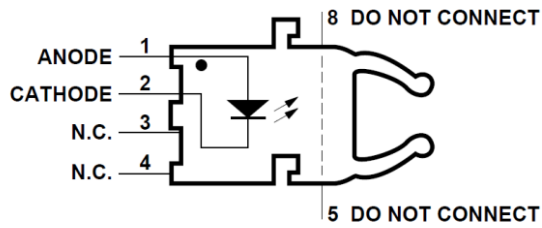
Documentation en ANNEXE :

« Transmitter HFBR-1521Z, Receiver HFBR-2521Z » documentation industrielle

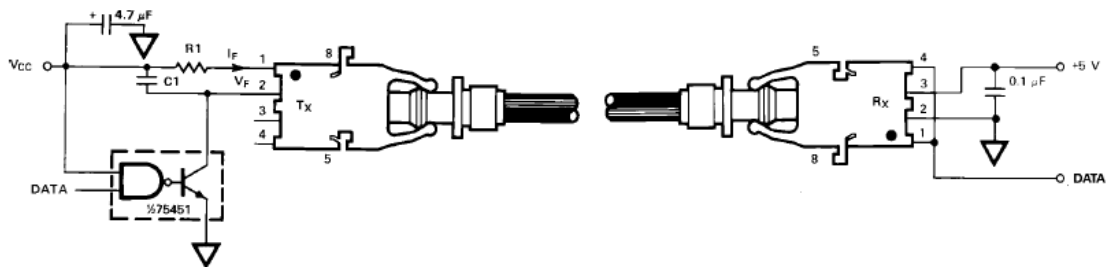
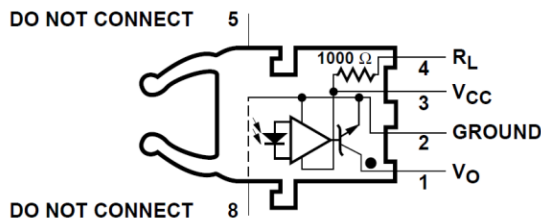
EXPLOITATION DE LA MESURE :

- Q1. Pour quel niveau du signal d'entrée TX_D , bas ou haut, la LED est-elle éteinte ? Le driver de LED se comporte-t-il comme un circuit inverseur ou non inverseur ?
- Q2. Pour quelle puissance optique P_R , faible ou forte, le récepteur délivre-t-il une tension nulle en sortie RX_{Out} ? Le récepteur se comporte-t-il comme un circuit inverseur ou non inverseur ?
- Q3. Expliquer pourquoi le signal RX_{Out} n'est pas l'image (au sens de la proportionnalité) de la puissance optique P_R à la réception.
- Q4. Comparer la longueur maximale testée en fonctionnement à la longueur minimale donnée par la documentation industrielle (HFBR-1521Z et HFBR-2521Z).
- Q5. Comparer le diagramme de l'œil obtenu en sortie RX_{Out} pour un débit à 40kbit/s et un débit à 5Mbit/s. Essayer d'expliquer l'origine de la déformation des fronts (montants et descendants).
- Q6. Le fabricant garantit les performances de la transmission numérique à 5Mbit/s avec un taux d'erreur binaire ou BER inférieur à 10^{-9} . Expliquer pourquoi la liaison fibre fonctionne encore au débit de 20Mbit/s et avec une courbure additionnelle (**Figure 3**) ? Comment évolue alors le BER ?

HFBR-15X1Z Transmitter



HFBR-25X1Z Receiver



5 MBd Link (HFBR-15X1Z/25X1Z)

System Performance 0 to 70°C unless otherwise specified.

	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions	Ref.
High Performance 5 MBd	Data Rate		dc		5	MBd	BER $\leq 10^{-9}$, PRBS:2 ⁷ -1	
	Link Distance (Standard Cable)	l	19	48		m	$I_{Fdc} = 60 \text{ mA}$	Fig. 3
			27			m	$I_{Fdc} = 60 \text{ mA}, 25^\circ\text{C}$	Note 3
	Link Distance (Improved Cable)	l	22	53		m	$I_{Fdc} = 60 \text{ mA}$	Fig. 4
			27			m	$I_{Fdc} = 60 \text{ mA}, 25^\circ\text{C}$	Note 3
Propagation Delay	t_{PLH} t_{PHL}		80 50	140 140	ns ns	$R_L = 560 \Omega, C_L = 30 \text{ pF}$ fiber length = 0.5 m $-21.6 \leq P_R \leq -9.5 \text{ dBm}$	Fig. 5, 8 Notes 1, 2	
Pulse Width Distortion $t_{PLH} - t_{PHL}$	t_D		30		ns	$P_R = -15 \text{ dBm}$ $R_L = 560 \Omega, C_L = 30 \text{ pF}$	Fig. 5, 7	

Notes:

1. The propagation delay for one metre of cable is typically 5 ns.
2. Typical propagation delay is measured at $P_R = -15 \text{ dBm}$.
3. Estimated typical link life expectancy at 40°C exceeds 10 years at 60 mA.

Fibres optiques et composants optoélectroniques

Fibre optique plastique (POF) : Matériels pour une mise en œuvre pratique.

Liste des composants

Exemple de prix sur le site de Radiospares : <https://fr.rs-online.com>

au 15/10/2018

Désignation Type	Référence fabricant	Code RS	Prix HT	Prix TTC
Câble mono fibre optique plastique (POF), bobine de 100m (fabricant : BROADCOM/AVAGO)	HFBR-RUS100Z 	451-035	70.91 Pour 1 unité	85.09
Emetteur à fibre optique, 100MBd, LED 650nm pour POF SH757V (fabricant : BROADCOM/AVAGO)	SP000063858 	801-9273	10.32 Pour 1 unité	12.38
Récepteur à fibre optique, Connecteur enfichable : Photodiode pour POF SFH250V (fabricant : BROADCOM/AVAGO)	SP000063852 	696-1831	10.05 Pour 1 unité	12.06
Connecteur pour fibre optique POF, GRIS (fabricant : BROADCOM/AVAGO)	HFBR-4535Z 	801-9267	0.655 Pour 1 unité	0.786

Mesures | Fibre optique plastique (POF)

<p>Adaptateur pour fibre optique, POF vers POF Unidirectionnel, GRIS (fabricant : BROADCOM/AVAGO)</p>	<p>HFBR-4505Z</p> 	<p>751-1481</p>	<p>1.52 Pour 1 unité</p>	<p>1.82</p>
<p>Kit de polissage Broadcom pour fibre POF (fabricant : BROADCOM/AVAGO)</p>	<p>AFBR-4594Z</p> 	<p>818-8811</p>	<p>5.28 Pour 1 unité</p>	<p>6.34</p>