

Deux manipulations d'optoélectronique

par Loïc POUILLAIN
Lycée Rabelais, 22000 Saint Brieuc

Les deux manipulations proposées peuvent illustrer le nouveau programme de physique de la classe de seconde.

La première permet de mettre en évidence le retard dû à la propagation de la lumière dans une fibre optique.

La seconde illustre le principe de la modulation, par un signal sonore, de l'intensité lumineuse émise par une diode électroluminescente, sa propagation dans l'air ou dans une fibre puis sa démodulation afin de restituer le signal sonore.

1. MESURE DU TEMPS DE PROPAGATION DANS UNE FIBRE

1.1. Mise en œuvre de la fibre optique plastique

Pour plusieurs raisons et malgré sa moins bonne transparence, j'ai choisi d'utiliser la fibre plastique. Il est possible de s'en procurer chez des revendeurs de composants électroniques et en particulier auprès de :

GAMA électronique - Z.A. du Carpont - 22440 PLOUFRAGAN
SELECTRONIC - B.P. 513 - 59022 LILLE Cedex

au prix de 10 à 15 F le mètre (réductions importantes par quantités).

Ce dernier revendeur propose également des émetteurs et des récepteurs adaptés (le corps des composants est creusé afin d'y insérer la fibre) mais ils sont inutilisables dans nos manipulations pour deux raisons :

- ils fonctionnent dans l'infrarouge ce qui est pédagogiquement gênant pour un élève de seconde,
- les récepteurs associés sont des phototransistors dont le temps de réponse est trop grand (le récepteur MFOD 71 n'a pas les caractéristiques indiquées par le revendeur).

Une solution consiste à utiliser des composants classiques et à les adapter à la transmission par fibre optique. J'ai choisi comme :

- **Émetteur** : la super DEL TLRA AP rouge 3 candelas à 20 mA (Sélectronic). Il faudra éventuellement limer la partie supérieure ou percer délicatement (1 mm) le corps plastique afin que la fibre soit le plus près possible de la jonction émettrice de lumière.
- **Récepteur** : la photodiode PIN BPW 34 qui a un temps de réponse suffisamment court. Sa surface sensible (5 mm² environ) permet des ajustements faciles en face de la fibre.

Il faut alors réaliser deux liaisons amovibles et stables émetteur-fibre et fibre-récepteur.

Il faut rechercher des connecteurs bon marché, supportant de nombreuses manipulations, faciles à trouver. Le connecteur RCA (CINCH) remplit ces conditions.

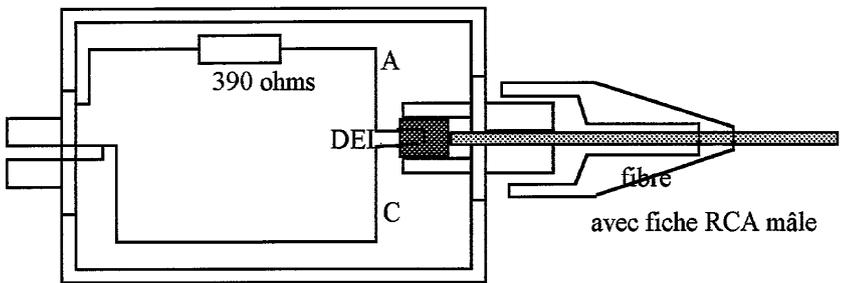
Liaison Émetteur-Fibre

La fibre est coupée soigneusement au cutter. Chaque extrémité reçoit un connecteur RCA mâle. Il ne faut pas dénuder la fibre. On doit couper les parties métalliques centrales des connecteurs RCA mâles d'environ 3 mm. La DEL est collée dans le corps de la fiche RCA femelle pour laquelle il faudra ôter la partie centrale.

Liaison Fibre-Récepteur

La photodiode est soudée à la fiche RCA femelle afin d'être éclairée par la lumière rouge sortant de la fibre.

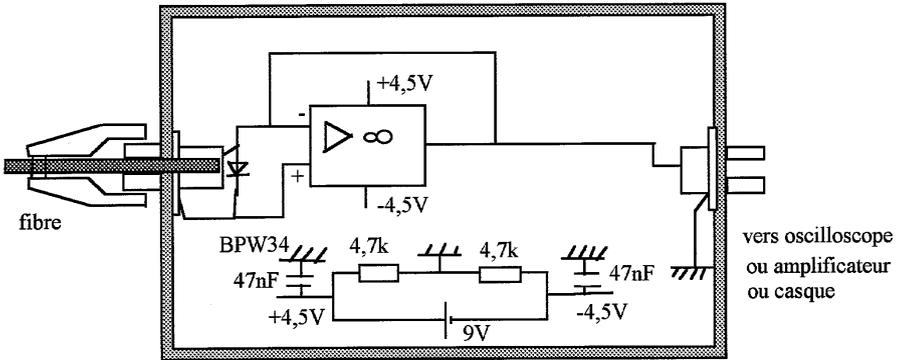
Boîtier émetteur



générateur
électrique

Boîtier récepteur

Il utilise un amplificateur opérationnel rapide (LM 318 ou LF 357). L'alimentation symétrique est obtenue avec une pile rectangulaire de 9 V et un pont diviseur de tension. Les deux condensateurs évitent les oscillations indésirables du circuit.



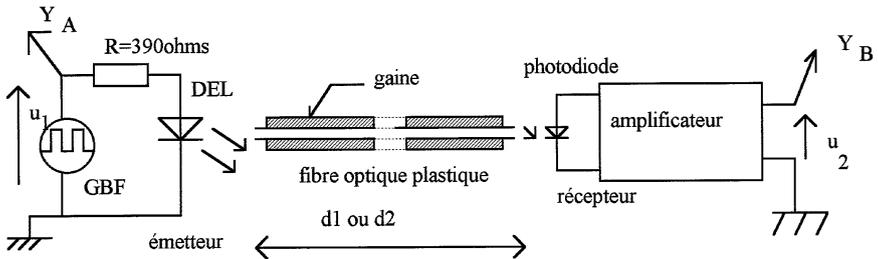
1.2. Manipulation

L'émetteur est alimenté par un générateur de tension en créneaux de fréquence 200 à 300 kHz et d'amplitude 10 V environ. Cette tension est visualisée sur la voie 1 de l'oscilloscope (c'est le signal synchronisant).

Le récepteur est relié à la voie 2 de l'oscilloscope. On mesure le décalage en temps entre l'émission et la réception du signal. Ce décalage est dû au temps de réponse de la photodiode et à la durée de propagation de la lumière dans la fibre.

Afin d'éliminer le temps de réponse du récepteur, on effectue deux mesures, l'une avec une fibre de 1 m, l'autre avec une fibre de longueur 21 m. Le décalage en temps entre ces deux mesures est de l'ordre de 0,1 μ s.

Il faut ensuite être prudent dans l'interprétation et en déduire seulement une vitesse moyenne de propagation de la lumière dans la fibre de l'ordre de $2 \cdot 10^8$ m.s⁻¹.

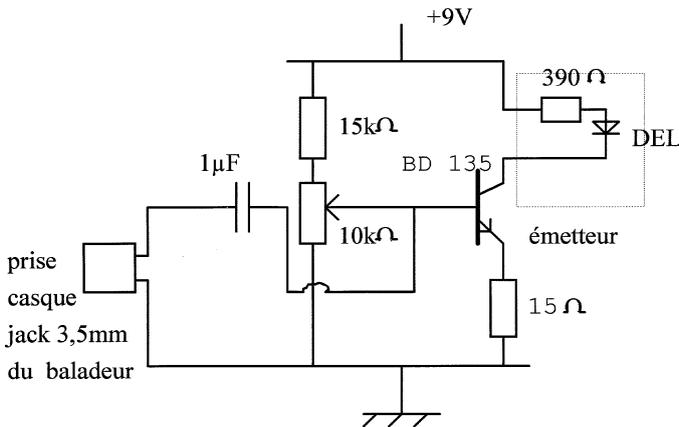


Remarques

- il faut impérativement utiliser des fils coaxiaux avec fiches BNC ou RCA aux extrémités,
- les mesures ne sont précises qu'en utilisant la loupe électronique des oscilloscopes ($\times 10$). On atteint ainsi une sensibilité de $0,1 \mu\text{s/div}$.

2. MODULATION D'UN FAISCEAU LUMINEUX PAR UN SIGNAL SONORE

Alimenter l'émetteur DEL à l'aide du montage suivant que l'on pourra facilement intégrer dans le boîtier émetteur.



La sortie du récepteur est reliée à un amplificateur de puissance et un haut-parleur (certains GBF possèdent une partie indépendante amplificateur de puissance). Il faut intercaler en série à l'entrée de l'amplificateur, un condensateur de $1 \mu\text{F}$ afin d'éliminer la composante continue de la tension fournie par le boîtier récepteur.

Remarque : le montage fonctionne également sans fibre optique. Il suffit de placer le récepteur à proximité de l'émetteur, l'interposition dans le faisceau lumineux d'un objet opaque «coupe le son». La focalisation du faisceau par une lentille augmente la portée.

Cette belle expérience peut être l'introduction expérimentale du cours de seconde «Son et Lumière» à condition de bien choisir sa cassette.

NOTE

Les collègues intéressés peuvent se procurer deux boîtiers autonomes et garantis un an.

1°) Le système complet avec une électronique plus élaborée réalisant les mêmes fonctions que celles décrites dans l'article et comprenant :

- l'émetteur avec GBF incorporé et entrée modulation,
- le récepteur avec sortie oscilloscope, casque, haut-parleur.

Ensemble Émetteur / Récepteur : 850 F. H.T.

2°) 1 m de fibre optique
21 m de fibre optique équipée de connecteurs 330 F. H.T.

Adresse :

MCH Électronique - La Deute - 22150 PLOEUC SUR LIE

Tél. : 96.42.82.57