

Optique

Optique géométrique

Optics

Geometric optics

**Réf :
202 012**

Français – p 1

English – p 41

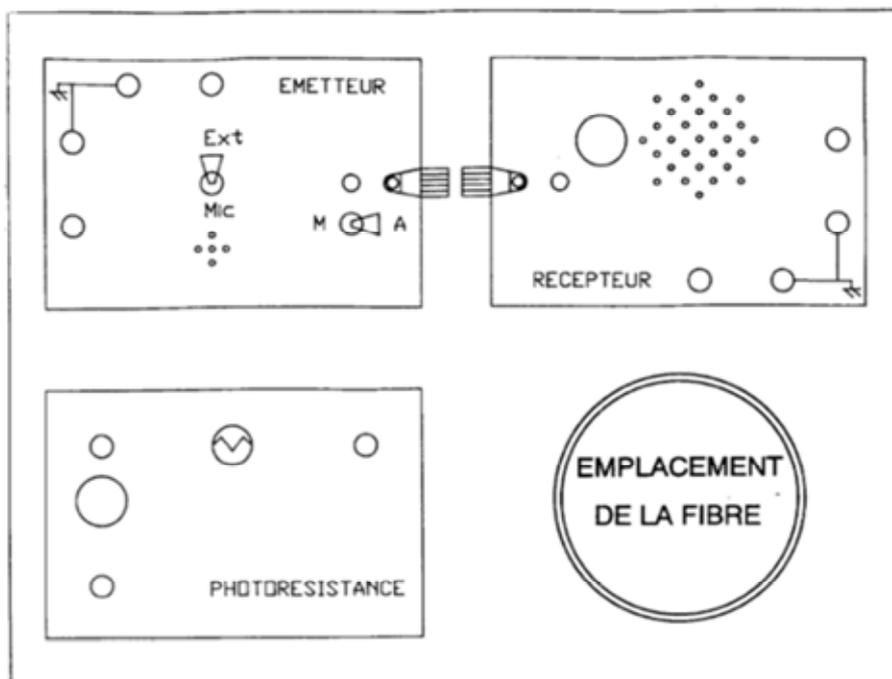
Version : 3104

Fibroptonic

Fibroptonic

SOMMAIRE

| | |
|---|---------|
| 1. PRINCIPE – DESCRIPTION | page 2 |
| 2. MISE EN SERVICE | page 4 |
| 3. SERVICE APRES-VENTE | page 5 |
| Fiche 01 PROPAGATION D'UN SIGNAL INFRAROUGE DANS L'AIR | page 7 |
| Fiche 02 PROPRIETES OPTIQUES ET GEOMETRIQUES D'UN SIGNAL INFRAROUGE | page 9 |
| Fiche 03 PROPAGATION D'UN SIGNAL ELECTROMAGNETIQUE DANS UNE FIBRE OPTIQUE | page 13 |
| Fiche 04 TELEPHONIE PAR FIBRE OPTIQUE | page 15 |
| Fiche 05 TRANSMISSION D'UN SIGNAL PERIODIQUE | page 17 |
| Fiche 06 DETECTION ET TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE | page 19 |
| Fiche 07 MESURE DE PERIODES | page 23 |
| Fiche 08 DETECTION DE VARIATIONS LUMINEUSES | page 25 |
| Fiche 09 VIBRATIONS ET OSCILLATIONS MECANIQUES | page 29 |
| Fiche 10 SPECTROSCOPIE | page 33 |
| Fiche 11 PHOTOMETRIE | page 35 |
| Fiche 12 COLORIMETRIE | page 37 |
| Fiche 13 CINETIQUE CHIMIQUE | page 39 |



Cet ensemble d'accessoires optoélectroniques permet d'illustrer et d'étudier :

- L'émission de signaux,
- Leur transmission par fibre optique
- Leur réception

Il permet aussi de déterminer la fréquence de divers phénomènes vibratoires.

Les manipulations proposées sont simples et souvent spectaculaires. Elles sont du niveau lycée à post bac.

Composition :

- 1 module émetteur
- 1 fibre optique (5 mètres environ)
- 1 module récepteur
- 1 module photorésistance
- 1 notice comprenant 25 expériences
- 1 mallette de rangement

1 PRINCIPE - DESCRIPTION

Lors des séances de travaux pratiques, il est possible de faire travailler simultanément 2 groupes d'élèves : par exemple, l'un manipule avec l'émetteur et le récepteur tandis que l'autre effectue des mesures de périodes avec le module photorésistance.

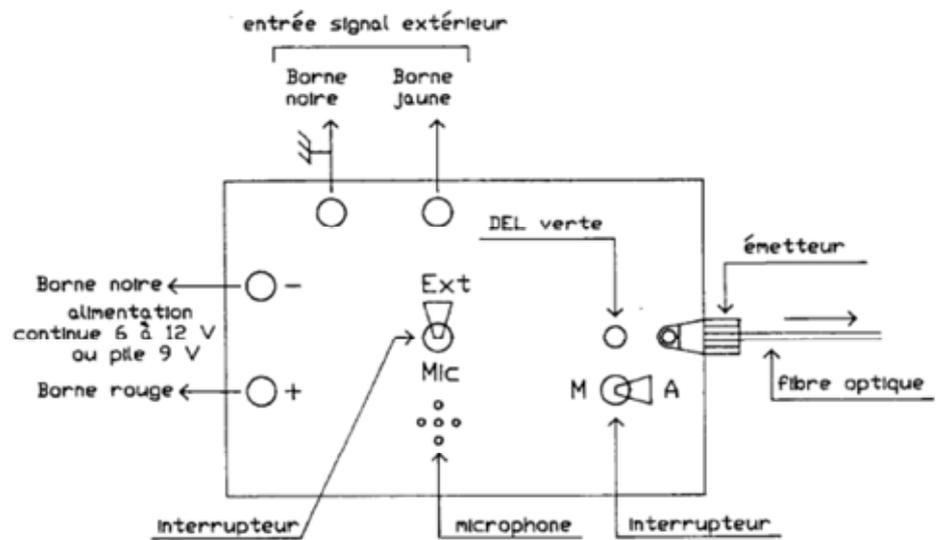


Figure 1 : le module émetteur

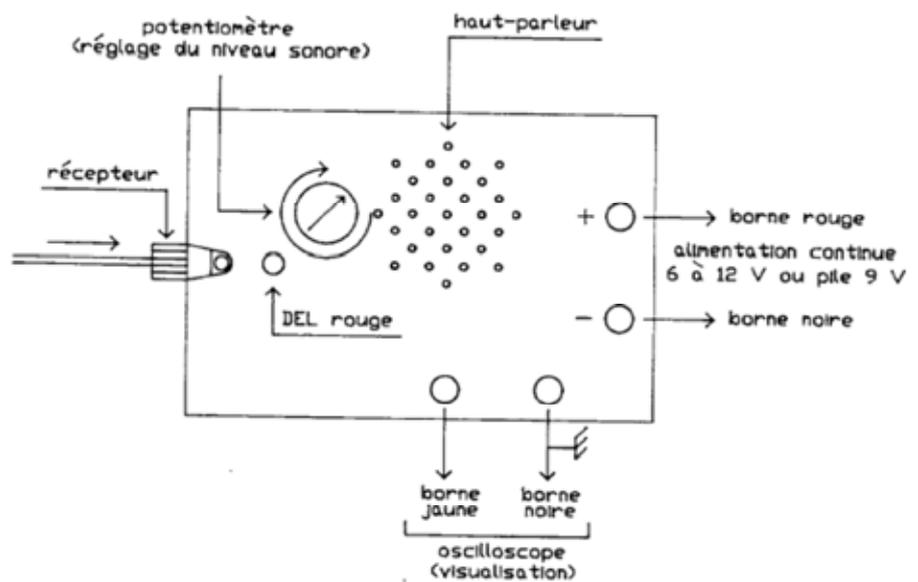


Figure 2 : le module récepteur

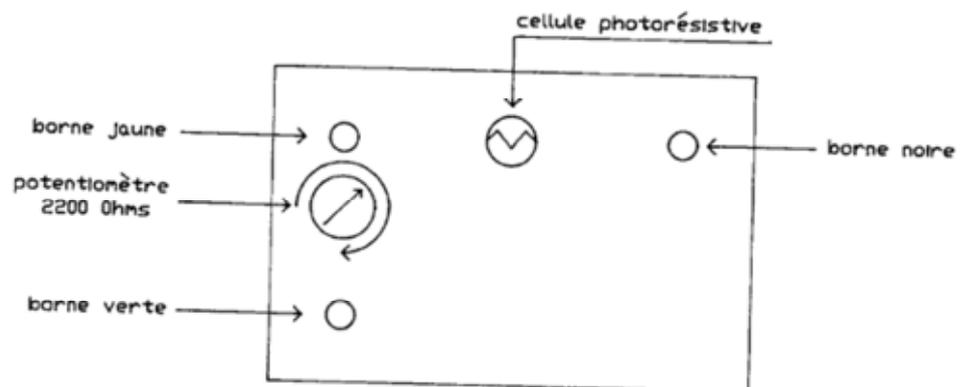


Figure 3 : le module photorésistance

2 MISE EN SERVICE

❖ Alimentation :

Les deux modules émetteur et récepteur doivent être alimentés par un générateur délivrant une tension continue et constante dont la valeur est comprise entre 6 et 12 volts. Il est donc possible de les alimenter avec un seul générateur, même s'il est plus pédagogique de bien séparer le circuit d'entrée du circuit de sortie, en utilisant 2 générateurs ou 2 piles de 9 V.

❖ Test du module émetteur :

Il suffit de connecter ses bornes rouge et noire à l'alimentation et de manœuvrer l'interrupteur marche-arrêt situé à côté du photoémetteur. Lorsque la diode électroluminescente verte est allumée, un signal infrarouge à 0,85 micromètre de longueur d'onde est émis par le photoémetteur.

❖ Test du module récepteur :

Il suffit de l'alimenter sous 6 à 12 V entre ses bornes rouge et noire (il est inutile de brancher la fibre optique). La DEL rouge doit être éteinte. Dès que l'on éclaire le photorécepteur à l'aide d'une lampe de poche par exemple, la DEL rouge s'allume; le récepteur a reçu un signal lumineux.

❖ La fibre optique :

VERSION N° 1

Pour relier avec la fibre optique les 2 boîtiers d'émission et de réception, il faut :

- desserrer les 2 écrous en plastique bleu et noir
- faire passer la fibre qui sera guidée jusqu'à ce que ses extrémités se positionnent contre les diodes émettrice et réceptrice situées à l'intérieur des embouts en plastique bleu et noir des boîtiers émetteur et récepteur
- resserrer sans forcer les 2 écrous (figure 4).

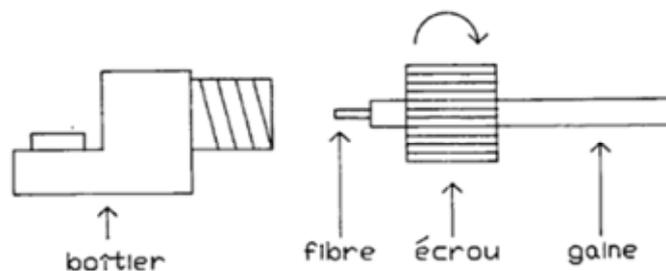


Figure 4 : installation de la fibre optique

VERSION N° 2

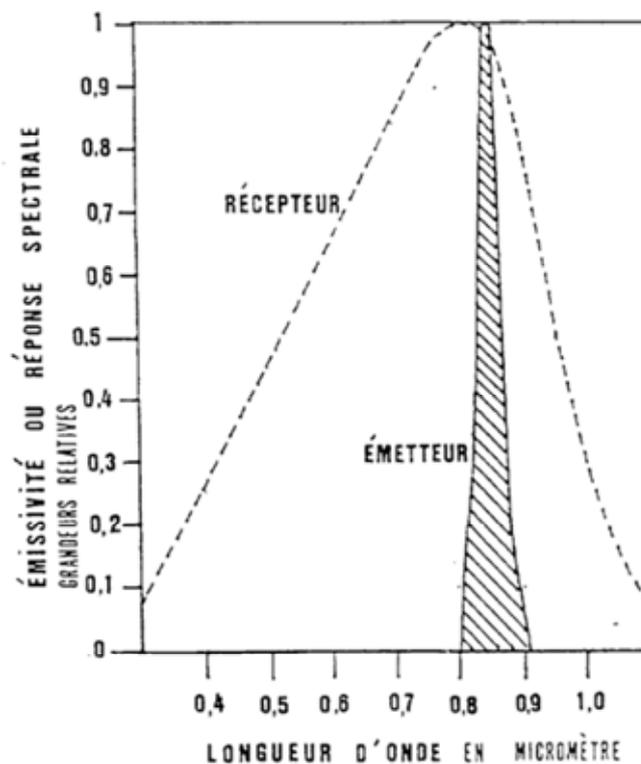
Pour relier avec la fibre optique les 2 boîtiers d'émission et de réception, il suffit d'introduire chacun des deux embouts de la fibre dans chacun des deux boîtiers.



2.1 Comment couper une fibre optique

- Les 2 extrémités de la fibre ont été minutieusement dénudées et dépolies. Mais si pour une raison quelconque, on désire la couper, il faut retailler soigneusement l'extrémité sectionnée.
- A l'aide d'un « cutter », dégagez l'extrémité transparente de la gaine protectrice noire sur une longueur de 5 à 10 mm.
- La trancher de façon à ne laisser dépasser la fibre que de 3 mm hors de sa gaine.
- Pour accroître le coefficient de transmission de la fibre, il est conseillé de polir l'extrémité avec un papier de verre à grain très fin. Le polissage pourra être achevé avec un chiffon imbibé de miror.

2.2 Caractéristiques spectrales du photoémetteur et du photorécepteur



3 SERVICE APRES-VENTE

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.
Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX France

0 825 563 563 *

** 0,15€ TTC/ min à partir d'un poste fixe*

| | | |
|-------------|---|----------|
| FIBROPTONIC | PROPAGATION D'UN SIGNAL INFRAROUGE DANS L'AIR | FICHE 01 |
|-------------|---|----------|

1 But

Expérimentation sur la propagation d'un signal infrarouge dans l'air et les milieux transparents

Le photoémetteur délivre un signal infrarouge d'une centaine de nanomètres de largeur spectrale, centré sur 850 nm de longueur d'onde. L'émissivité spectrale du photoémetteur correspond sur la figure 5 à la région hachurée. La fibre optique de diamètre 1 mm, transmet sans absorption excessive ce signal. Le photorécepteur a une sensibilité spectrale très étendue du proche UV (300 nm) à l'infrarouge (1 100 nm), avec un maximum vers 820 nm

(figure 5).

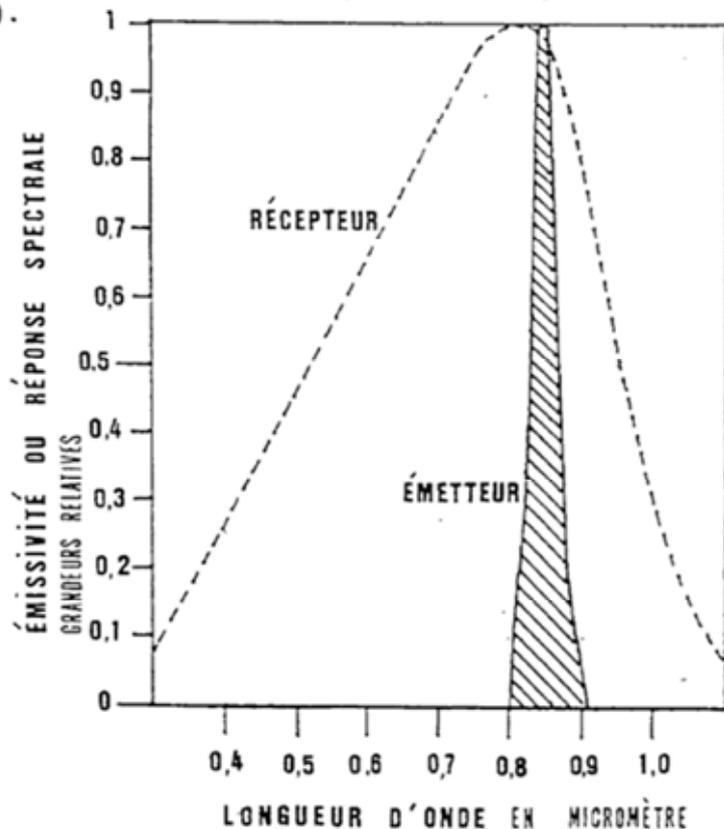


Figure 5 : Caractéristiques spectrales du photoémetteur et photorécepteur.

2 Expérience N° 1

2.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Alimentation continue 6,9 ou 12 V (la fibre optique n'est pas utilisée)

2.2 Montage et manipulation

- alimenter l'émetteur et le récepteur (relier les bornes rouges au + du générateur et les bornes noires au -).
- mettre l'interrupteur situé à côté du connecteur de l'émetteur sur M (marche), la DEL verte doit s'allumer et si l'on regarde à l'intérieur du connecteur bleu, on voit une lueur rouge dans la version N°1 qui correspond à la partie visible du signal émis.
- la DEL rouge du récepteur doit être éteinte puisque celui-ci ne reçoit pas de signal.
- placer, juste en face l'un de l'autre, les 2 connecteurs (figure 6). La DEL rouge du récepteur doit s'allumer. Le signal infrarouge a traversé l'espace qui sépare le photoémetteur du photorécepteur. Au delà de 20 mm d'écartement (si on alimente en 12 volts) la DEL du récepteur s'éteint).

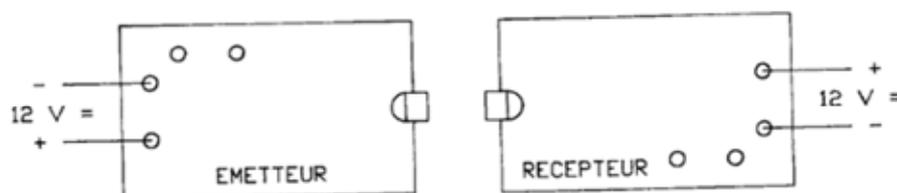


figure 6 : Propagation dans l'air d'un signal infrarouge

2.3 Expériences complémentaires

- L'introduction d'une feuille de papier interrompt la propagation du signal.
- L'introduction d'une lame de verre entre le photoémetteur et le photorécepteur n'empêche pas la propagation (essayer avec divers matériaux).

2.4 Conclusion

Un signal situé dans le proche infrarouge se propage dans l'air et dans le verre (attention certains milieux transparents dans le visible ne le sont plus dans l'infrarouge à certaines longueurs d'onde, le verre par exemple.)

| | | |
|-------------|--|-------------|
| FIBROPTONIC | PROPRIETES OPTIQUES ET GEOMETRIQUES D'UN FAISCEAU INFRAROUGE | FICHE 02 |
|-------------|--|-------------|

1 But

Etudier la directivité d'un faisceau infrarouge et ses propriétés optiques
 Détection acoustique.

2 Expérience N° 2

Propagation rectiligne d'un faisceau infrarouge

2.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Alimentation continue 6 V ou 12 V
- Générateur de fonction (délivre une tension sinusoïdale à une fréquence comprise entre 1000 et 2000 Hz)
 On n'utilise pas la fibre optique.

2.2 Montage

- placer l'émetteur et le récepteur face à face (figure 7)
- alimenter l'émetteur et le récepteur en 6 V ou en 12 V continu (ici 12 V est préférable)
- mettre l'interrupteur situé à côté du connecteur de l'émetteur sur marche (M), la DEL verte doit s'allumer
- mettre le second interrupteur, qui commande le microphone, sur EXT (voir figure 7)
- brancher le générateur de fonctions entre les bornes jaune et noire (noire a la masse du générateur de fonctions). L'amplitude du signal sinusoïdal est de l'ordre de 1 volt.

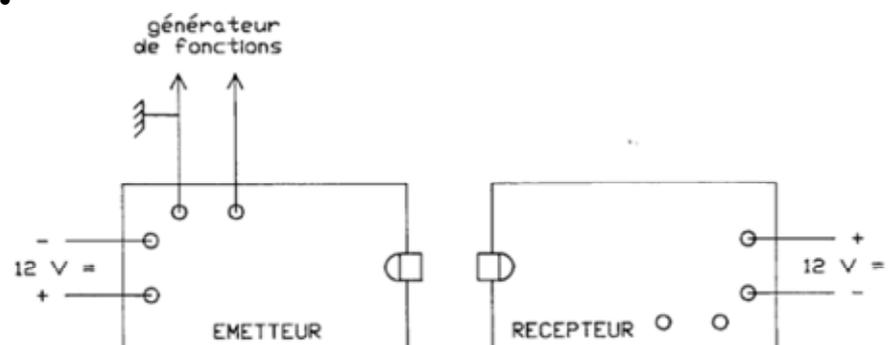


figure 7 : Montage illustrant la propagation rectiligne d'un faisceau infrarouge

2.3 Manipulation

Après avoir réglé le potentiomètre du boîtier récepteur au gain maximal, on essaie d'aligner le photorécepteur et le photoémetteur. Lorsque ceux-ci sont parfaitement alignés, un signal sonore retentit même si l'écart entre les connecteurs bleu et noir atteint 10 à 15 cm. Par contre, la DEL rouge ne s'allume que pour des distances inférieures à 20 mm.

2.4 Conclusion

L'alignement critique de l'émetteur et du récepteur montre la grande directivité du faisceau infrarouge émis. Cette expérience illustre aussi la transformation d'un signal électrique en un signal infrarouge au niveau du boîtier émetteur, la propagation dans l'air d'un signal infrarouge et au niveau du récepteur l'opération inverse, qui transforme le signal infrarouge reçu en signal acoustique émis par le haut-parleur.

3 Expérience N° 3

Réflexion d'un faisceau infrarouge. Détection acoustique

On reprend l'expérience précédente mais en n'alignant plus l'émetteur et le récepteur. Les 2 boîtiers sont séparés de quelques centimètres. On introduit alors une lame de verre ou un petit miroir plan que l'on oriente, jusqu'à ce qu'un signal sonore retentisse (figure 8). On peut ainsi illustrer la loi de Descartes pour la réflexion d'une onde électromagnétique, qui n'appartient pas au domaine visible.

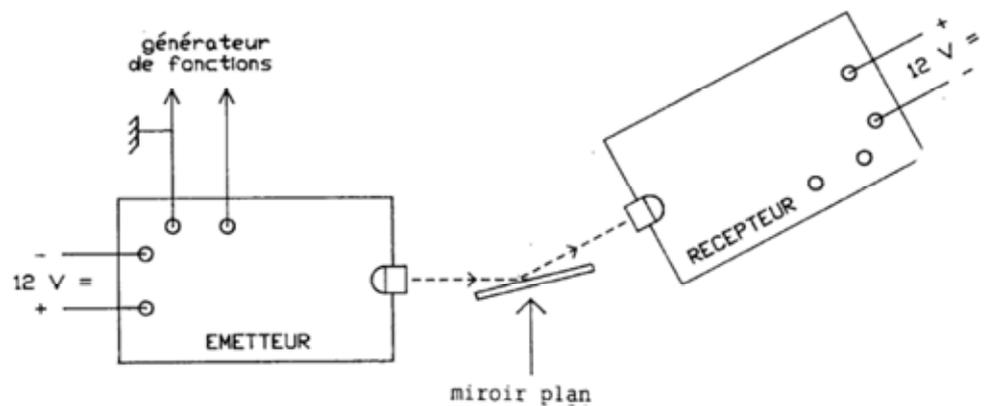


figure 8 : Réflexion d'un faisceau infrarouge

4 Expérience N° 4

Réfraction d'un faisceau infrarouge. Détection acoustique

Par rapport à la manipulation précédente, il suffit de remplacer le miroir plan par un prisme ou un demi-cylindre en plexiglas ou en verre. L'angle au sommet du prisme doit être de 30 ou 45° pour éviter d'obtenir trop facilement la réflexion totale du faisceau. On oriente le prisme par petits mouvements autour d'un axe vertical, jusqu'à ce qu'un signal sonore retentisse (figure 9). S'il n'est guère possible de procéder à des mesures précises d'angles, on peut tout de même montrer que la réfraction en incidence oblique correspond à une déviation du faisceau lors d'un changement de milieu.

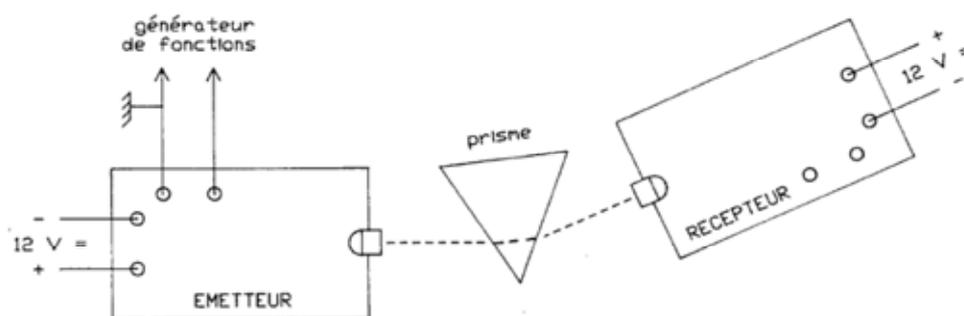


figure 9 : Réfraction d'un faisceau infrarouge

| | | |
|-------------|--|-------------|
| FIBROPTONIC | PROPAGATION D'UN SIGNAL ELECTROMAGNETIQUE DANS UNE FIBRE OPTIQUE | FICHE 03 |
|-------------|--|-------------|

1 But

Transformation de signaux de nature différente, transport de l'information, visualisation.

L'émetteur émet un signal infrarouge à 0,85 micromètre de longueur d'onde, mais l'information initiale, qui crée ce signal peut être de différente nature : électrique, acoustique, lumineuse ... Au niveau du récepteur, le signal infrarouge est transformé en un signal acoustique audible ou en un signal électrique visualisé à l'oscilloscope. La réponse spectrale de la fibre est assez étendue, la fibre transmet aussi les rayonnements situés dans le domaine visible.

2 Expérience N° 5

Propagation par fibre optique. Détection d'un signal lumineux

2.1 Matériel

- Fibre
- Récepteur
- Alimentation continue 6,9 ou 12 V
- Lampe de poche (ou laser hélium-néon)

2.2 Montage et manipulation

- alimenter le récepteur (bornes rouge et noire)
- connecter la fibre au récepteur (on n'utilise pas le boîtier émetteur)
- éclairer l'extrémité de la fibre à l'aide d'une lampe de poche

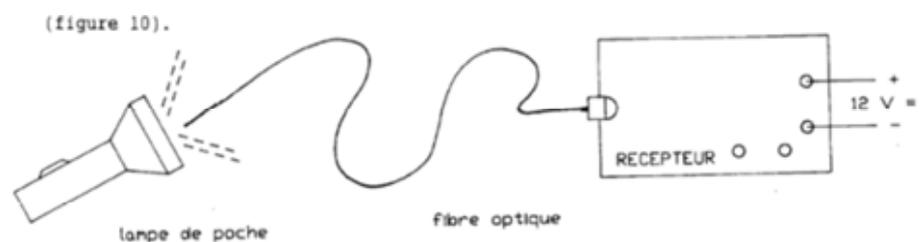


figure 10 : Détection d'un signal lumineux par le récepteur

2.3 Observations et conclusion

La DEL rouge du récepteur doit s'allumer

La fibre optique a transmis l'information lumineuse au photorécepteur. Le signal lumineux dont le maximum d'émission se situe vers 0,57 micromètre a été détecté. La fibre ne transmet donc pas que des signaux infrarouges.

3 Expérience N° 6

Transmission optique d'une information logique

3.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Fibre optique connectée à l'émetteur et au récepteur
- Alimentation continue 6, 9 ou 12 V
- Oscilloscope

3.2 Montage

- Alimenter l'émetteur et le récepteur (borne rouge au +, borne noire au -)
- Bien connecter la fibre aux boîtiers (voir figure 4)
- Mettre l'interrupteur du microphone sur la position EXT.

3.3 Manipulation

- basculer alternativement l'autre interrupteur (position M -A = marche -arrêt).
- lorsque l'interrupteur est sur M, la DEL verte s'allume, un signal infrarouge est envoyé dans la fibre. Ce signal est détecté par le photorécepteur, la DEL rouge s'allume.
- si on débranche la fibre optique, le signal infrarouge n'est plus détecté : la DEL rouge s'éteint.
- ces 2 états de logique binaire (état 1 : DEL allumée/ état 0 : DEL éteinte) peuvent être visualisés à l'oscilloscope. Pour cela, on relie les bornes jaune et noire du récepteur à l'oscilloscope (jaune : voie A et noire à la masse de l'appareil). Le sélecteur de l'oscilloscope doit être mis en position DC. Lorsque les DEL sont allumées, l'amplitude du signal à l'oscilloscope atteint 0,4 à 0,7 V (dépend de la tension d'alimentation de l'émetteur et du récepteur et de la longueur de la fibre optique).
- la figure 11 montre l'aspect du signal détecté à l'oscilloscope lorsqu'on bascule rapidement l'interrupteur (M-A) du boîtier émetteur.

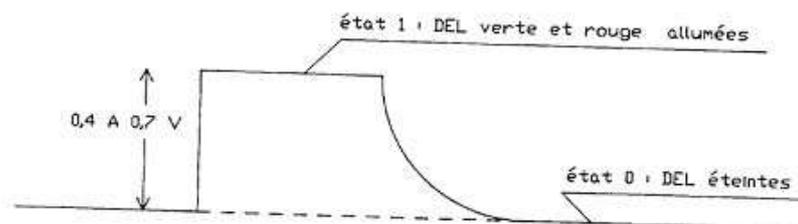


Figure 11 : Oscillogramme correspondant à la commutation rapide pour passer de l'état logique 0 à l'état 1.

| | | |
|-------------|------------------------------|-------------|
| FIBROPTONIC | TELEPHONIE PAR FIBRE OPTIQUE | FICHE 04 |
|-------------|------------------------------|-------------|

1 But

Découvrir le principe de la téléphonie (transmission par fil) par fibre optique.

2 Expérience N° 7

2.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Fibre
- Alimentation continue 6,9 ou 12 V

2.2 Manipulation

- dérouler au maximum la fibre optique : les boîtiers d'émission et de réception sont écartés de 5 m. Mettre l'interrupteur du microphone sur MIC et l'interrupteur de l'émetteur sur M (marche). Les 2 DEL verte et rouge doivent s'allumer.
- un élève parle dans le microphone de l'émetteur (figure 12)
- le récepteur est placé sur une table au milieu des élèves. Le son est parfaitement perçu si le niveau sonore (que l'on règle à l'aide du potentiomètre situé sur le boîtier récepteur) est suffisant.

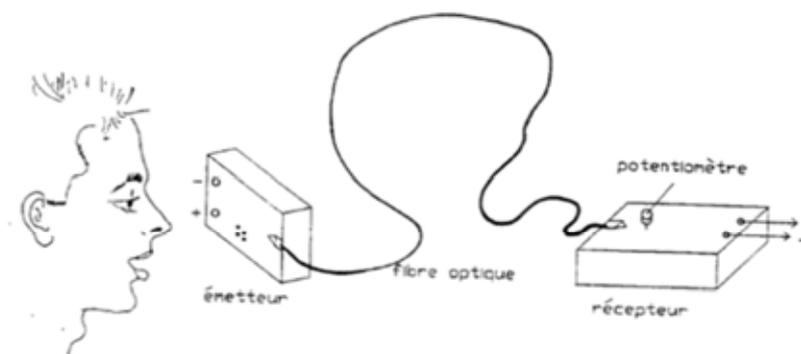


figure 12 : téléphone à fibre optique

2.3 Conclusion

Le signal sonore émis module le signal infrarouge qui se propage dans la fibre. A la réception, le signal infrarouge est « démodulé » et le signal sonore est alors reconstitué.

2.4 Variante

L'élève siffle avec régularité, le signal reçu peut être visualisé en connectant un oscilloscope aux bornes jaune et noire du récepteur. Cette expérience illustre donc : l'émission, la propagation d'un signal infrarouge, la réception et la modulation.

| | | |
|-------------|---|----------|
| FIBROPTONIC | TRANSMISSION OPTIQUE D'UN SIGNAL PERIODIQUE | FICHE 05 |
|-------------|---|----------|

1 But

Illustrer la transmission d'un signal électrique, par fibre optique.

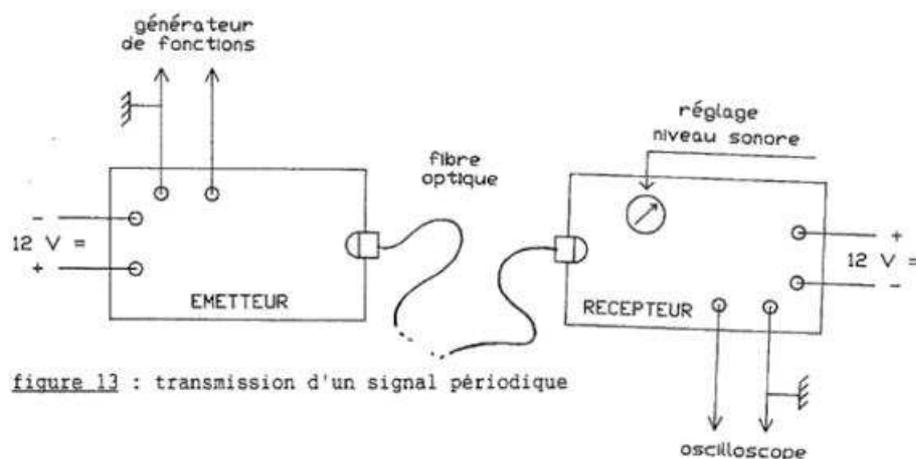
2 Expérience N° 8

2.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Fibre
- Alimentation 6, 9 ou 12 V
- Générateur de signaux sinusoïdaux ou rectangulaires
- Oscilloscope

2.2 Montage et manipulation

- régler le générateur de fonctions de manière à ce qu'il délivre un signal sinusoïdal ou rectangulaire, d'amplitude crête à crête comprise entre 50 et 300 mV, et de fréquence de 1 000 à 2 000 Hz.
- connecter le générateur de fonctions aux bornes jaune et noire de l'émetteur (noire à la masse). Mettre l'interrupteur du microphone sur la position EXT et l'autre interrupteur sur M. La DEL verte doit s'allumer, la rouge aussi (signal reçu).
- le niveau sonore se règle avec le potentiomètre du récepteur. Il est possible de le mettre à zéro : il ne sort aucun son.
- pour visualiser le signal reçu, il faut connecter l'oscilloscope aux bornes jaune et noire du boîtier récepteur (noire à la masse de l'oscilloscope). Se reporter à la figure 13.



2.3 Observations

- Le signal détecté est aussi périodique, il peut être légèrement déformé. La déformation dépend de la nature du signal (rectangulaire ou sinusoïdal), de son amplitude, de sa fréquence (entre 10 Hz et 50 kHz) et de la valeur de la tension d'alimentation de l'émetteur et du récepteur.
- La fibre optique est donc traversée par un signal électromagnétique (infrarouge) modulé par un signal périodique de nature tout à fait différente.
- En basculant rapidement à grande cadence l'interrupteur marche-arrêt situé sur le boîtier émetteur, on crée des salves de sinusoïdes facilement audibles.

| | | |
|-------------|--|-------------|
| FIBROPTONIC | DETECTION ET TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE | FICHE 06 |
|-------------|--|-------------|

1 But

Utiliser la fibre optique pour transmettre un signal détecté par un capteur.

2 Expérience N° 9

2.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Module photorésistance
- Alimentation continue 6 V (ou 9 V)
- Fibre optique
- Lampe de poche

2.2 Montage

- connecter la fibre optique a l'émetteur et au récepteur (figure 4)
- mettre l'interrupteur microphone du boîtier émetteur sur EXT
- brancher la photorésistance (bornes jaune et noire) en série avec l'alimentation continue 6 V aux bornes rouge et noire de l'émetteur (figure 14).
- alimenter sous 6 V le récepteur

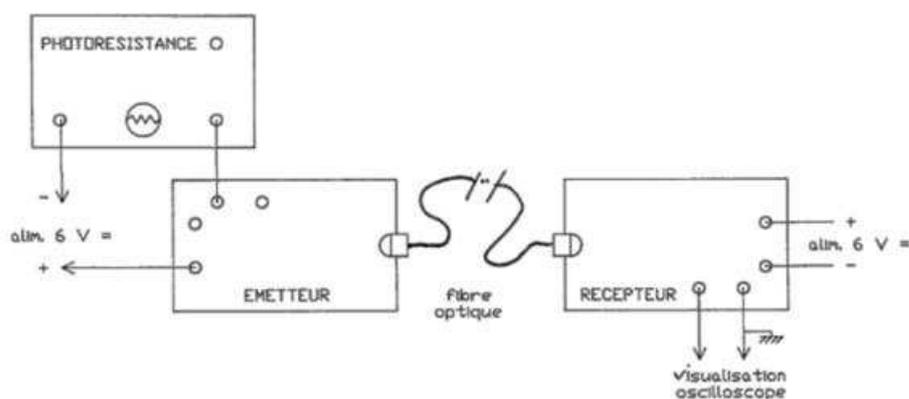


figure 14 : montage pour détecter et transmettre une variation d'éclairement

2.3 Manipulation

- quand on bascule l'interrupteur de l'émetteur sur M, la DEL verte ne s'allume que si l'on éclaire suffisamment la photorésistance. Un signal infrarouge traverse alors la fibre optique et la DEL rouge s'allume aussi.
- lorsque la photorésistance est éclairée avec une lampe de poche, le signal reçu visualisé à l'oscilloscope a une amplitude de 0,3 à 0,6 V, pour une tension d'alimentation de 6 V.
- si on éclaire la photorésistance avec une lampe de poche et qu'on anime celle-ci d'un mouvement régulier oscillant, les DEL verte et rouge s'allument et s'éteignent alternativement. Le signal observé à l'oscilloscope est approximativement périodique.

Applications diverses

3 Expérience N° 10

Alarme distance déclenchée par la lumière

Ce montage peut servir de réveil sensible à la lumière du jour.

3.1 Matériel :

- Emetteur
- Récepteur
- Fibre optique
- Alimentation 6, 9 ou 12 V
- Lampe de poche
- Module photorésistance
- Générateur BF de signaux sinusoïdaux (0,5 V d'amplitude et 1 à 2 kHz en fréquence).

3.2 Montage et manipulation

- reprendre le montage de la figure 14 en connectant le générateur de signaux aux bornes noire et jaune de l'émetteur (noire à la masse du GBF).

Il est nécessaire que l'un des 2 appareils (alimentation ou GBF) possède une masse dite flottante à cause du montage côté émetteur.

- mettre les 2 interrupteurs sur EXT et sur M (boîtier émetteur)
- mettre le niveau sonore au maximum (potentiomètre du récepteur)
- éclairer alors la photorésistance avec une lampe de poche, l'alarme se déclenche (le niveau sonore est plus important et le seuil de déclenchement plus bas si on utilise une alimentation continue de 12 V). On pourra déplacer rapidement et alternativement de gauche à droite puis de droite à gauche la lampe au-dessus de la photorésistance.

4 Expérience N° 11

Exploitation d'un spectre à l'aide d'une fibre optique

4.1 Matériel

- Projecteur de diapositives
- Fente de 1 mm de large découpée dans un carton au format 5 x 5 cm
- Réseau à 140 traits/mm ou prisme de verre
- Récepteur
- Fibre
- Alimentation 6, 9 ou 12 V continu (l'émetteur n'est pas utilisé)
- Oscilloscope

4.2 Montage et expérience :

- alimenter le récepteur
- placer la fente verticale dans le projecteur de diapositives
- faire la mise au point de l'image de la fente sur un écran en carton situé à 1,5 m (environ) du projecteur.
- fixer le réseau (traits verticaux) contre l'objectif de projection. Plusieurs bandes colorées apparaissent; ce sont les spectres de lumière blanche dans les différents ordres du réseau (un seul spectre avec un prisme)
- déplacer l'écran de manière que les divers spectres soient à coupés par le bord supérieur de l'écran; explorer le spectre d'ordre 1 en déplaçant tangentiellement à l'écran l'extrémité de la fibre optique (figure 15)
- pour visualiser le signal reçu, on branchera un oscilloscope (sélecteur sur DC) aux bornes jaune et noire du récepteur.

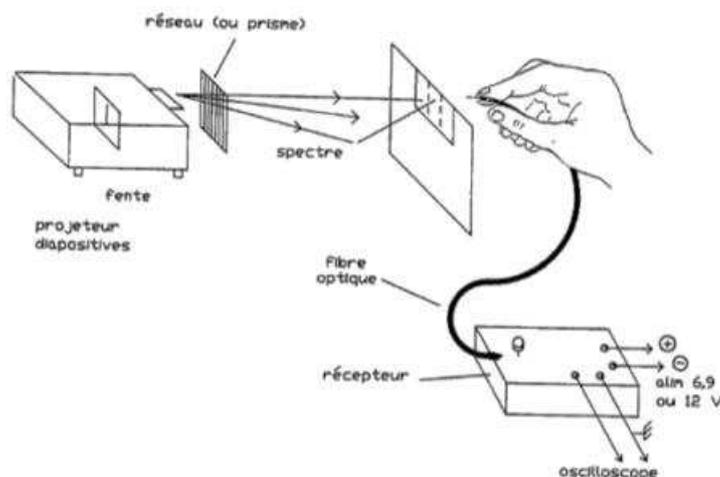


figure 15 : exploration d'un spectre de lumière blanche avec une fibre optique

4.3 Observation

- la réponse spectrale de l'ensemble : fibre optique + photorécepteur est faible dans le bleu-violet; elle est maximale dans le rouge et l'infrarouge.
- cette expérience permet de montrer qu'il existe du rayonnement en dehors du domaine visible, au-delà du rouge : l'infrarouge.
- l'amplitude du signal reçu est fonction de la qualité optique et de l'état de surface de l'extrémité de la fibre. Celle-ci doit être parfaitement polie et transparente. L'amplitude du signal dépend aussi de la puissance lumineuse de la source de lumière blanche et de la distance du projecteur à la fibre optique.
- pour augmenter le signal, on peut déconnecter la fibre, qui absorbe tout de même une fraction du rayonnement électromagnétique, et explorer directement le spectre avec le seul module récepteur.
- d'autre part, avec un réseau comme système dispersif, une grande partie de la lumière émise est perdue dans les différents ordres non explorés par la fibre. De plus, lorsqu'on explore l'infrarouge d'ordre 1 (longueur d'onde supérieure à 800 nanomètres), celui-ci se superpose au rayonnement violet-bleu d'ordre 2 (longueur d'onde supérieure à 400 nm). est donc préférable d'utiliser un prisme qui donne un seul spectre très lumineux et évite les problèmes de chevauchement d'ordres, mais qui a l'inconvénient de disperser davantage le bleu que le rouge.

| | | |
|-------------|---------------------|-------------|
| FIBROPTONIC | MESURES DE PERIODES | FICHE 07 |
|-------------|---------------------|-------------|

1 But

Déterminer la période de systèmes périodiques, à l'aide des trois modules du Fibroptonic et d'un oscilloscope.

2 Expérience N° 12

2.1 Matériel

- Emetteur
- Récepteur
- Fibre optique connectée aux boîtiers précédents
- Photorésistance
- Alimentation continue 6, 9 ou 12 V
- Oscilloscope
- Source lumineuse : lampe de poche, laser ...
- Divers systèmes vibrants : lame vibrante.

2.2 Montage

- mettre les interrupteurs de l'émetteur sur M et sur EXT
- alimenter en continu émetteur et récepteur, la photorésistance étant introduite dans le circuit d'alimentation de l'émetteur (figure 16) entre les bornes noires de l'alimentation et de l'émetteur.
- Si on éclaire la photorésistance, les 2 DEL doivent s'allumer.
- brancher l'oscilloscope entre les bornes jaune et noire du récepteur. L'oscilloscope doit pouvoir visualiser les composantes variables alternatives et continues (sélecteur sur DC).
- pour une tension d'alimentation de 6 V, le signal atteint 0,5 V d'amplitude, lorsque la photorésistance est éclairée par une lampe de poche.

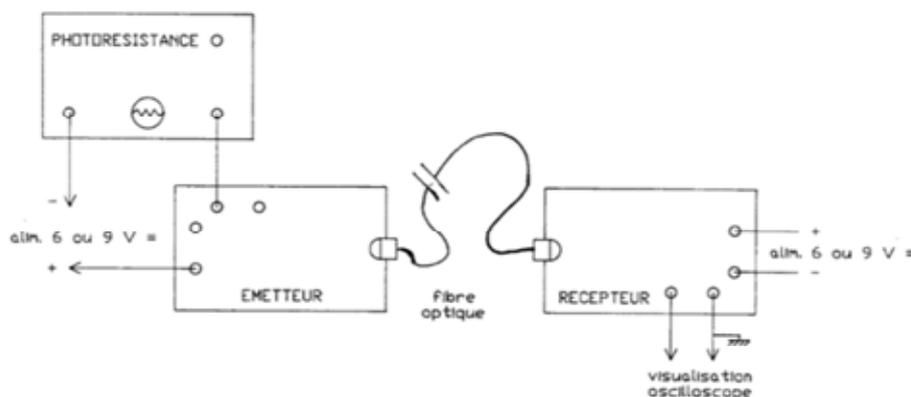


figure 16 : montage pour déterminer la période de phénomènes mécaniques vibratoires basse fréquence.

2.3 Manipulation

- éclairer la photorésistance avec une lampe ou mieux avec un faisceau laser.
- intercepter le faisceau lumineux avec le vibreur dont on veut déterminer la période (lame de scie, ressort...)
- écarter le vibreur de sa position d'équilibre et observer le signal reçu à l'oscilloscope (figure 17)
- le vibreur coupe le faisceau 2 fois par période, la période du vibreur est donc égale au double de la période du signal vu à l'oscilloscope.
- si au repos, la lame du vibreur ne coupe plus le faisceau laser, l'aspect du signal peut être modifié (figure 18).
-

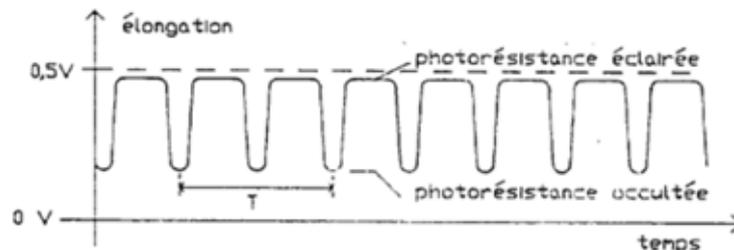


Figure 17 : à chaque demi-période le faisceau lumineux est intercepté par la lame vibrante

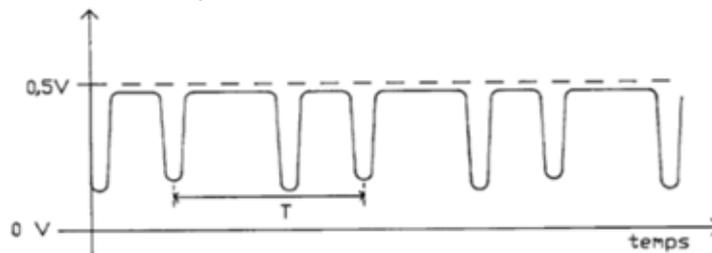


Figure 18 : la lame vibrante intercepte le faisceau lumineux 2 fois par période, mais au repos, le vibreur ne coupe pas le faisceau.

2.4 Remarque

Pour déterminer la fréquence délivrée par un stroboscope à flash ou à disque tournant muni de fentes, il suffit de diriger la lumière émise par le stroboscope vers la photorésistance et de visualiser le signal à l'oscilloscope.

2.5 Utilisation de coupleurs optoélectroniques pour séparer électriquement 2 circuits

Dans les montages électroniques, on est souvent confronté à des problèmes de masse (mise au potentiel 0 volt en certains points d'un circuit). L'emploi de composants optoélectroniques remédie à ces difficultés, en assurant une communication optique entre 2 circuits, qui ne peuvent pas avoir de point électrique commun.

Dans cet ensemble d'accessoires, l'émetteur et le récepteur ne sont pas reliés électriquement si chacun d'entre eux est alimenté par une pile 9 volts.

Avant l'avènement de ce type de composants, on utilisait des transformateurs de découplage.

| | | |
|-------------|---------------------------------------|-------------|
| FIBROPTONIC | DETECTION DE VARIATIONS LUMINEUSES | FICHE 08 |
|-------------|---------------------------------------|-------------|

1. But

Détecter une variation d'intensité lumineuse à l'aide d'une photorésistance.

2 Précaution d'emploi

La résistance de la photorésistance diminue lorsque celle-ci est éclairée. En plein soleil, la résistance est d'une dizaine d'ohms; dans l'obscurité, elle dépasse plusieurs centaines de milliers d'ohms. La photorésistance R est montée en série avec un potentiomètre R_V de 4,7 K Ω et une résistance R_0 d'une centaine d'ohms. Si U désigne la tension d'alimentation aux bornes de l'ensemble, la puissance électrique pour la photorésistance est :

$$P = \frac{R \cdot U^2}{(R + R_0 + R_V)^2}$$

. Cette puissance est maximale pour $R_V = 0$ et $R = R_0$ d'où
 $P_{\max} = \frac{U^2}{4R_0}$ Comme la puissance maximale indiquée par le fabricant est de 0,3 watt, on en déduit que U doit être inférieure à $(1,2 R_0)^{\frac{1}{2}}$ soit 12 V pour $R_0 = 120$ ohms

3 Sources lumineuses dont l'éclat varie périodiquement. Mesure et périodes

Cette partie peut faire l'objet d'une séance de travaux pratiques. Les manipulations proposées sont simples à mettre en œuvre et peu habituelles; les résultats sont immédiats.

3.1 Matériel

- Module photorésistance
- Alimentation continue 6, 9 ou 12 V
- Oscilloscope
- Lampe à incandescence 40 ou 60 W fonctionnant sur le réseau 220 V
- Lampe de poche (alimentation à piles)
- Voyant néon (type cage d'escalier) fonctionnant sur le réseau
- Tube fluorescent (éclairage salle de par exemple)
- Stroboscope mécanique ou un moteur continu muni d'un disque en carton percé de trous ou de fentes.

3.2 Montage

- alimenter la photorésistance sous 6 ou 9 V continu entre ses 2 bornes extrêmes noire et verte. Les 3 éléments du module étant des dipôles symétriques, le sens du branchement importe peu. On choisira donc de relier la borne noire au moins de l'alimentation et la verte au plus.
- connecter l'oscilloscope aux bornes de photorésistance : borne noire à la masse de l'oscilloscope et borne jaune à la voie A (figure 19).

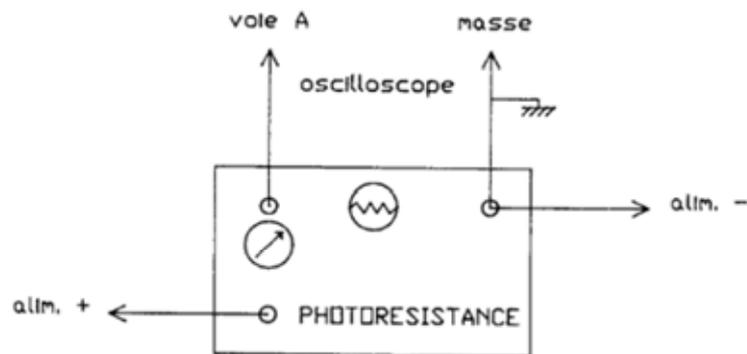


Figure 19 : branchement du module photorésistance

4 Expérience N° 13

Fluctuation de luminosité d'une lampe à incandescence fonctionnant sur le réseau

- éclairer la photorésistance avec la lampe à incandescence distante d'une dizaine de centimètres.
- mettre l'oscilloscope en position AC (composante alternative seule) et amplifier.
- on observe une sinusoïde dont on règle l'amplitude avec le potentiomètre situé sur le boîtier (l'amplitude dépend de la distance de la lampe à la photorésistance).
- la période déterminée à l'oscilloscope est de 10 millisecondes (donc fréquence de 100 Hz soit le double de la fréquence réseau puisque la lampe s'allume à chaque alternance positive ou négative de la tension alternative du réseau).
- si on reprend la même expérience avec une lampe de poche (fonctionnant donc à piles), on n'observe plus de fluctuations.

5 Expérience N° 14

Variations périodiques de luminosité d'un voyant néon fonctionnant sur réseau

- reprendre l'expérience précédente en plaçant tout contre la photorésistance une petite lampe néon (éclat orangé) alimentée par le courant alternatif du réseau.
- Ajuster l'amplitude du signal observé à l'oscilloscope avec le potentiomètre (voir figure 20). Déterminer la période, soit 20 ms.

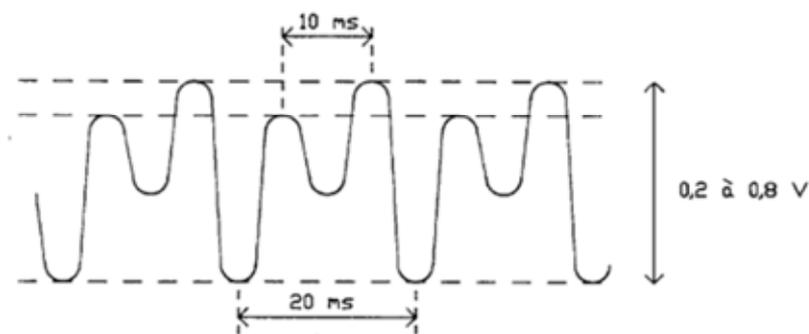


Figure 20 : signal observé à l'oscilloscope lorsque l'on éclaire une photorésistance avec un voyant néon alimenté par le courant du secteur. La forme du signal dépend des conditions expérimentales.

6 Expérience N° 15

Variations de luminosité d'un tube fluorescent alimenté par le courant du réseau

- on reprend l'expérience précédente en éclairant la photorésistance avec un seul tube fluorescent (celui-ci délivre une lumière blanche, son spectre contient certaines raies du mercure en émission).
- la figure 21 montre l'allure du signal à l'oscilloscope. On notera la dissymétrie du signal entre la phase d'allumage et la phase d'extinction du tube.

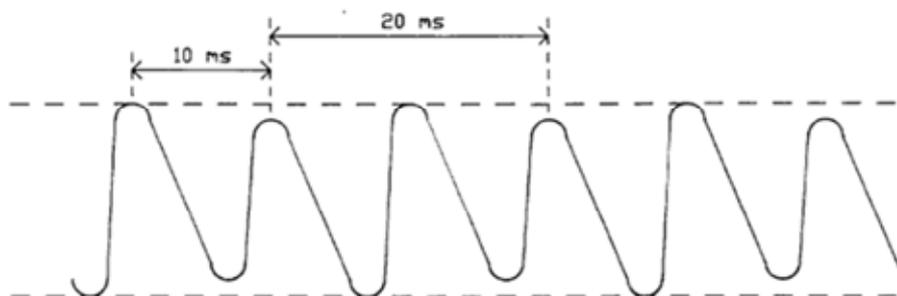


Figure 21 : signal correspondant aux fluctuations périodiques de luminosité d'un tube fluorescent alimenté par le courant du secteur. La forme du signal dépend des conditions expérimentales.

7 Expérience N° 16

Détermination de la vitesse de rotation du disque d'un stroboscope d'un stroboscope mécanique, étalonnage en fréquence.

- l'oscilloscope est en position AC.
- éclairer la photorésistance avec une lampe de poche ou avec une source lumineuse alimentée en courant continu.
- intercepter le faisceau qui éclaire la photorésistance avec le disque tournant du stroboscope mécanique.
- on observe un signal alternatif non sinusoïdal dont l'aspect dépend de la vitesse de rotation du disque, du nombre de fentes ou de trous, de la largeur de ces ouvertures...
- le signal est tout de même périodique. Si le disque ne comporte qu'une ouverture, la fréquence mesurée correspond à la vitesse de rotation du moteur en tours par seconde. Si le disque comporte 4 ouvertures identiques, régulièrement réparties, la fréquence des éclairs du stroboscope est égale à 4 fois la vitesse de rotation du moteur.
- on peut donc appliquer cette expérience à la détermination de la vitesse de rotation d'un moteur. Il suffit de munir celui-ci d'un disque percé d'une seule ouverture.

| | | |
|-------------|--|-------------|
| FIBROPTONIC | VIBRATIONS ET OSCILLATIONS MECANIQUES | FICHE 09 |
|-------------|--|-------------|

1 But

Déterminer à l'aide du module photorésistance, la période d'un vibreur ou d'un oscillateur mécanique.

Utiliser une photorésistance pour étudier les mouvements mécaniques périodiques ou pseudopériodiques.

LES MANIPULATIONS DECRITES DANS CETTE PARTIE SONT FACILEMENT REALISABLES EN TRAVAUX PRATIQUES.

1.1 Matériel

- Module photorésistance
- Alimentation continue 6, 9 ou 12 V
- Oscilloscope
- Laser hélium-néon
- Petit morceau de miroir de quelques millimètres-carrés sur de l'adhésif double-face (un éclat de miroir convient très bien).
- Divers :
 - Diapason.
 - Vibreur de Melde.
 - Lame de scie.
 - Ressort.
 - Haut-parleur d'une dizaine de cm de diamètre (récupération).
 - Pendule simple constitué d'une bille attachée a un fil fin.
 - GBF pour alimenter le haut-parleur.

1.2 Montage

- alimenter la photorésistance sous 6, 9 ou 12 V continu (bornes noire reliée au moins de l'alimentation, et verte au plus)
- connecter l'oscilloscope entre les bornes jaune et noire de la photorésistance (noire à la masse et jaune en voie A).

2 Expérience N° 17

Détermination de la période des vibrations d'un diapason

- fixer sur l'une des branches du diapason le petit miroir adhésif (inutile si le métal est suffisamment réfléchissant).
- diriger le faisceau du laser sur ce miroir et intercepter le faisceau réfléchi avec la photorésistance (figure 22). Frapper le diapason.
- ajuster l'amplitude du signal détecté à l'oscilloscope avec le potentiomètre du module photorésistance (sélecteur oscillo. sur AC).
- frapper à nouveau le diapason et déterminer sa période à l'oscilloscope. En déduire la fréquence (440 Hz pour diapason "la 3"). A noter que le signal émis par un diapason non entretenu est pseudopériodique (et non périodique).

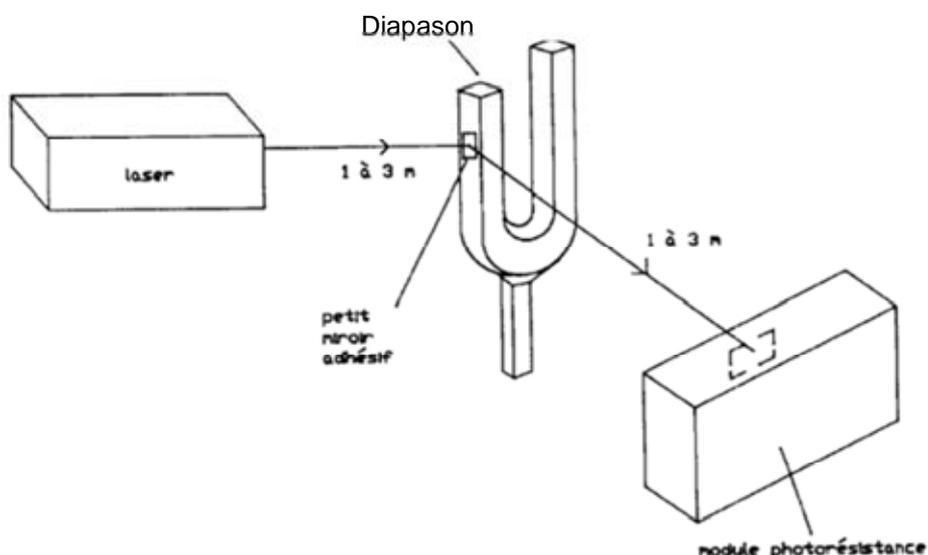


Figure 22 : détermination de la période des vibrations d'un diapason

3 Expérience N° 18

Détermination de la période d'un vibreur mécanique

- Reprendre le montage précédent en remplaçant le diapason par un vibreur de Melde ou par une lame d'acier; le petit miroir adhésif sera fixé sur le vibreur.
- on montre ainsi que la fréquence d'un vibreur de Melde est de 100 Hz, lorsque celui-ci est alimenté par le courant alternatif du réseau (220 V -50 HZ).
- on peut aussi vérifier que la fréquence du mode fondamental (celui qui est généralement excité) varie comme l'inverse du carré de la longueur de la lame vibrante. Dans ce dernier cas, l'excitation n'est pas entretenue.

4 Expérience N° 19

Vibration de la membrane d'un haut-parleur

- reprendre le montage de la figure 22, en remplaçant le diapason par un haut-parleur dont la membrane apparente est de grand diamètre (10 cm par exemple). Fixer le petit miroir adhésif à mi-distance du centre et du bord de la membrane.
- alimenter le haut-parleur avec un générateur basse fréquence qui délivre un signal sinusoïdal. Régler la fréquence de manière à ce que l'amplitude des vibrations au niveau du miroir adhésif soit importante.
- le signal détecté par le module photorésistance et visualisé à l'oscilloscope est périodique. On mesurera sa période, que l'on pourra comparer aux indications du générateur de basse fréquence.
- en utilisant un second haut-parleur muni d'un miroir, qui intercepte aussi le faisceau laser, il est possible d'obtenir des figures de Lissajous par combinaison judicieuse de 2 fonctions périodiques. Il faut alors utiliser un second générateur BF.

5 Expérience N° 20

Oscillation d'un ressort. Mesure de la période

- diriger le laser sur la photorésistance et intercepter le faisceau avec la petite masse suspendue à l'extrémité du ressort (figure 23).

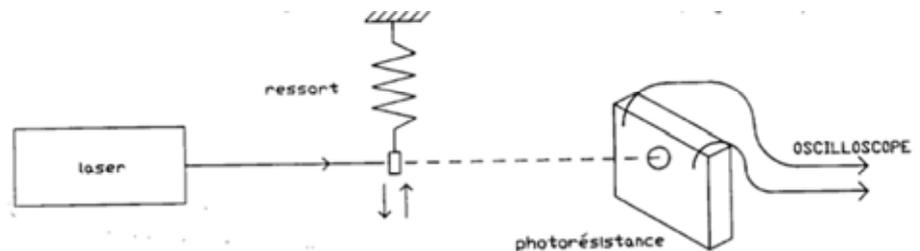


Figure 23 : Montage pour déterminer la période des oscillations du ressort

- régler l'amplitude du signal détecté à l'oscilloscope à l'aide du potentiomètre du module photorésistance (oscillo. En AC).
- mettre le ressort en oscillation.
- selon la position relative du faisceau laser et de la masse au repos, on observe 1 ou 2 interruptions du faisceau par période d'oscillation (se reporter aux figures 17 et 18).
- avec cette manipulation on peut étudier l'influence de la masse accrochée au ressort sur la période. Pour l'influence de la constante de raideur, il faut changer de ressort.
- on peut aussi intercepter le faisceau laser au niveau des spires; il est alors nécessaire de connaître le nombre de spires qui interceptent le faisceau.

Variante : remplacer le ressort par une corde vibrante qui coupe le faisceau laser et étudier l'action de la tension de la corde sur la période de vibration de la corde.

6 Expérience N° 21

Détermination de la période d'un pendule

- pour constituer le pendule, on accroche à un fil long de quelques centimètres une petite masse.
- dans le montage de la figure 23, on remplace le ressort par le pendule, la masse intercepte au repos le faisceau du laser. Le signal détecté à l'oscilloscope comporte donc 2 minima par période.
- cette expérience permet de vérifier la relation entre la période d'un pendule simple et sa longueur (T varie comme $L^{1/2}$).
- si l'oscilloscope comporte une base de temps assez performante : et 0,1 s/cm et même 0,5 s/cm ou 1 s/cm, il est possible de déterminer des périodes bien plus longues et de s'intéresser à toutes sortes de pendules.

| | | |
|-------------|---------------|-------------|
| FIBROPTONIC | SPECTROSCOPIE | FICHE 10 |
|-------------|---------------|-------------|

1 But

Utiliser les propriétés de la photorésistance pour explorer un spectre de lumière blanche.

2 Expérience N° 22

2.1 Matériel

- Projecteur de diapositives
- Fente de 1 mm de large découpée dans un carton de format 5 x 5 cm
- Réseau de 140 traits/mm
- Module photorésistance
- Ecran blanc (en carton par exemple)
- Multimètre fonctionnant en ohmmètre (mesure de résistance)

2.2 Montage et manipulation

- placer la fente verticale dans le projecteur diapositives et régler la mise au point de manière à avoir une image nette de la fente sur l'écran situé à environ un mètre du projecteur.
- fixer le réseau tout contre l'objectif du projecteur (traits du réseau parallèle à la fente).
- intercepter le spectre d'ordre un par la photorésistance (figure 24). Munir la cellule photorésistive d'une petite fente découpée dans du ruban adhésif de couleur noire (largeur : 0,5 à 1 mm selon la puissance lumineuse de la source et la distance projecteur-photorésistance).
- brancher l'ohmmètre aux bornes noire et jaune de la photorésistance.

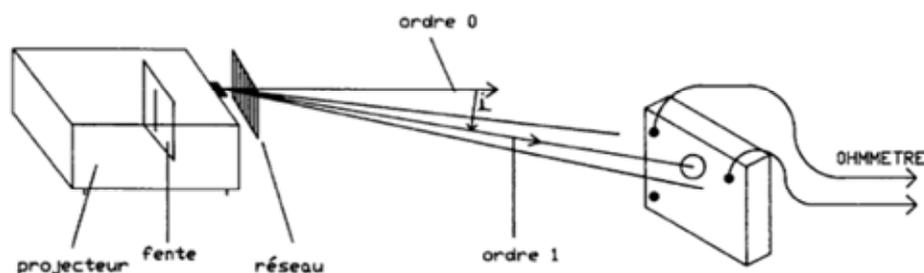


Figure 24 : Exploration d'un spectre de lumière blanche avec une photorésistance

2.3 Observation et résultats

- on constate que la résistance de la cellule photorésistive varie quand on la déplace dans le spectre d'ordre 1. Dans le bleu-violet, la résistance est grande car la photocellule est peu sensible dans ce domaine de longueurs d'onde et la lumière émise par la lampe à halogène du projecteur est pauvre en rayonnement bleu-violet. A résistance est minimale dans le jaune et dans l'orange (figure 25). Remarquer aussi la sensibilité de la photorésistance au rayonnement proche infrarouge (760 à 800 nm).
- la courbe n° 25 résulte de la combinaison de la réponse spectrale de la photorésistance et de l'émissivité spectrale de la lampe du projecteur de lumière blanche. L'inverse de la résistance figure en ordonnée et la longueur d'onde en abscisse.
- pour établir une telle courbe, il faut étalonner le spectre d'ordre 1, obtenu avec un réseau, en utilisant la relation de dispersion des réseaux travaillant sous incidence normale soit :

$$\sin i = n \cdot k \cdot \lambda$$

avec λ longueur d'onde, k l'ordre (ici 1), n le nombre de traits soit 140 mm^{-1} et i angle entre l'ordre 0 et l'ordre 1 pour la longueur d'onde considérée (voir figure 24). On peut aussi employer le laser hélium-néon pour étalonner.

- remarque : au-delà de 800 nm dans l'ordre 1, il y a superposition avec les radiations d'ordre 2 de longueur d'onde supérieure à 400 nm.

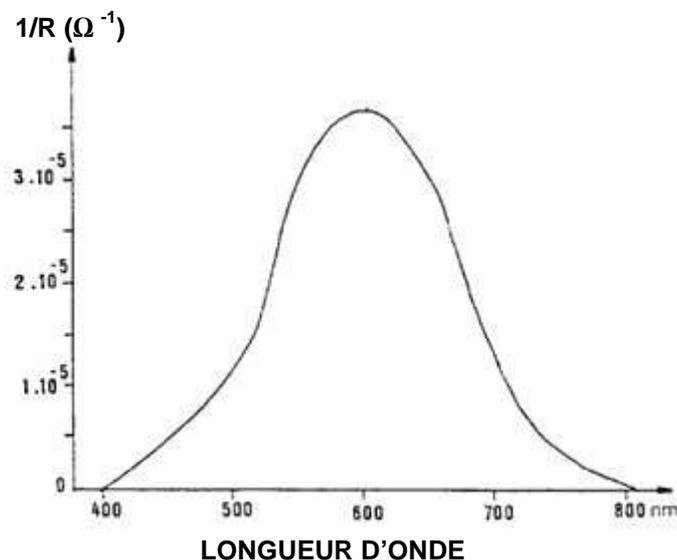


Figure 25 : Courbe résultant de la combinaison de la réponse spectrale de la photorésistance et de l'émissivité de la source de lumière blanche.

| | | |
|-------------|-------------|-------------|
| FIBROPTONIC | PHOTOMETRIE | FICHE 11 |
|-------------|-------------|-------------|

1 But

Utiliser un photorécepteur pour des mesures d'éclairement.

2 Expérience N° 23

L'expérience décrite ici a pour but de préciser le comportement de la résistance de la "cellule" photorésistive en fonction de l'éclairement. Elle donne lieu à des mesures simples et relativement précises.

2.1 Matériel

- Module photorésistance
- Multimètre fonctionnant en ohmmètre
- Source lumineuse : lampe à incandescence 40 W a 100 W.

2.2 Montage et manipulation

- brancher l'ohmmètre aux bornes noire et jaune de la photorésistance.
- éclairer la photorésistance avec la lampe; D désigne la distance qui sépare la lampe de la photorésistance (figure 26).
- faire varier D tous les 10 ou 20 cm entre 0,20 m et 2,5 m et mesurer à chaque fois la valeur de la résistance R de la photorésistance.

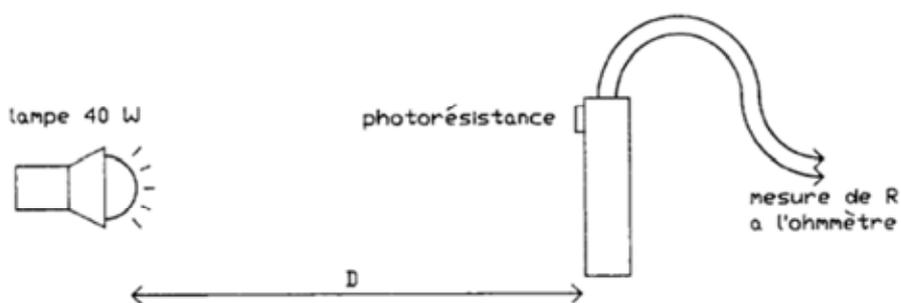


Figure 26 : Mesure de la résistance R en fonction de l'éclairement

2.3 Résultats

- la figure 27 montre l'allure de la résistance R en fonction de la distance D pour 2 lampes de puissances différentes (40 et 75 W). On constate que R est une fonction linéaire de D . Puisque l'éclairement reçu au niveau de la photorésistance varie en $1/D^2$, on en déduit que R varie comme l'inverse de la racine carrée de l'éclairement donc $1/E^{0,5}$.

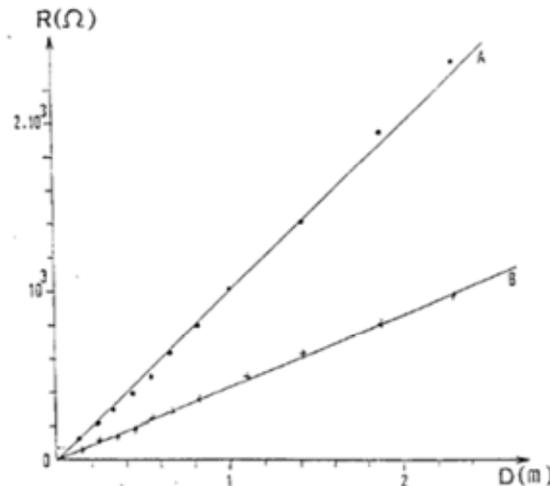


Figure 27 : Courbe représentant la résistance R du photorécepteur en fonction de la distance D à la source lumineuse (A : lampe à incandescence de 40 W, B : lampe de 75 W).

2.4 Remarques

- on obtient des résultats similaires si on munit les sources de lumière de filtres colorés.
- la puissance des lampes (40 W par exemple) est une puissance électrique et non une puissance lumineuse.
- il est aussi possible de travailler à une distance D donnée, avec des lampes de diverses puissances électriques (25 -40 -60 -75 -100 -150 W). Dans ce cas, on mesure la résistance R en fonction de la puissance électrique de la source lumineuse. On peut ainsi essayer d'établir une relation entre la puissance électrique de la lampe et le flux Φ émis.
- lors d'une prise de vue, la quantité de lumière qui impressionne la pellicule est réglée par le diaphragme; elle varie comme la surface du diaphragme donc comme le carré de l'ouverture. Si la quantité de lumière est mesurée à l'aide d'une photorésistance, on en déduit que la résistance de celle-ci est proportionnelle à la valeur du diaphragme (rappel de ces valeurs : 16 -11 -8 -5,6 -4 -2,8 -1,4). Cette propriété est utilisée en photographie.

| | | |
|-------------|--------------|-------------|
| FIBROPTONIC | COLORIMETRIE | FICHE 12 |
|-------------|--------------|-------------|

1 But

Déterminer approximativement la concentration d'une solution colorée à partir de solutions-témoins de concentration connue.

2 Expérience N° 24

2.1 Matériel

- Module photorésistance
- Ohmmètre
- Source de lumière blanche assez directive ou laser
- Jeu de cuves identiques en verre
- Différentes solutions de permanganate de potassium de concentrations comprises entre 10^{-4} et 10^{-1} mol/litre.

2.2 Montage et manipulation

- brancher l'ohmmètre aux bornes noire et jaune de la photorésistance.
- éclairer la photorésistance avec le faisceau lumineux.
- placer dans le faisceau une cuve en verre remplie d'une solution décimolaire de permanganate de potassium (solution étalon); mesurer la résistance R du photorésistor (figure 28).
- recommencer l'opération avec les autres solutions étalons jusqu'à 10^{-4} mol/litre. A chaque fois, on vérifiera que la cuve est bien perpendiculaire au faisceau (pour cela, observer le spot réfléchi du laser) et que la distance de la source au photorécepteur est inchangée.
- tracer la courbe donnant la résistance R en fonction de la concentration C.
- introduire dans la cuve en verre la solution dont on veut déterminer la concentration, mesurer R, en déduire C avec la courbe établie précédemment.

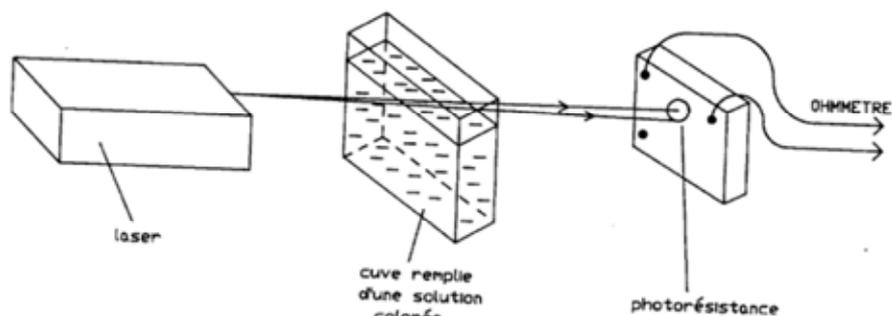


Figure 28 : détermination de la concentration d'une solution colorée par absorption.

2.3 Remarques

- la précision atteint 5 % sur la concentration.
- on obtient aussi de bons résultats avec des solutions de sulfate de cuivre II.
- si on tourne la cuve autour d'un axe vertical, l'épaisseur optique augmente et l'absorption aussi (loi de Beer-Lambert).
- si on utilise un laser, la distance du laser à la photorésistance doit être suffisante de façon à éclairer une portion conséquente du photorécepteur.
- attention à la lumière ambiante parasite

| | | |
|-------------|--------------------|-------------|
| FIBROPTONIC | CINETIQUE CHIMIQUE | FICHE 13 |
|-------------|--------------------|-------------|

1 But

Étudier la cinétique de la réaction chimique entre l'iodure de potassium et le peroxydisulfate de sodium en solution, à l'aide de mesures photométriques.

2 Expérience N° 25

2.1 Matériel

- Module photorésistance
- Ohmmètre
- Source de lumière blanche assez directive ou laser
- Jeu de cuves identiques en verre
- Solution d'iodure de potassium à 0,5 mol/litre
- Solution de peroxydisulfate de sodium à 0,05 mol/litre
- Chronomètre.

2.2 Montage

- mélanger 250 ml d'iodure de potassium et 250 ml de peroxydisulfate de sodium, la solution jaunit puis brunit lentement par formation d'iode (ions I_3^-). Attendre environ une heure (cela dépend de la température ambiante). La solution obtenue n'évoluant presque plus, on prépare alors par dilution, différentes solutions-étalons de concentration connue : a -0,8 a -0,6 a -0,4 a -0,2a -0,1 a -0,05 a -0,025 a ... (a désigne la concentration de la solution en ions obtenue précédemment, soit 0,025 mol/litre. Le volume de chaque solution est de 50 ml.
- brancher l'ohmmètre aux bornes noire et jaune de la photorésistance.
- Eclairer la photorésistance avec le faisceau lumineux (ajuster la distance de la source au photorécepteur de manière à ce que la surface éclairée ne soit pas trop petite).
- introduire dans le faisceau la cuve contenant une solution-étalon par exemple celle de concentration : a = 0,025 mol/litre (se reporter à la figure 28); mesurer la valeur de la résistance R du photorésistor.
- recommencer l'opération avec chaque solution-étalon en vérifiant qu'il n'y a eu aucun changement dans la disposition relative du faisceau, de la cuve et de la photorésistance.
- tracer la courbe représentant R en fonction de la concentration en iode.

2.3 Manipulation

- prendre une cuve en verre et y introduire 25 ml de la solution de peroxydisulfate.
- préparer dans un bécher 25 ml d'iodure de potassium.
- placer la cuve ainsi remplie dans le faisceau lumineux; mettre le chronomètre à zéro.
- verser très rapidement le contenu du bécher dans la cuve et déclencher le chronomètre.
- au fur et à mesure que la solution brunit, la résistance lue à l'ohmmètre augmente. Noter les instants pour lesquels la résistance passe par l'une des valeurs qui ont précédemment permis de dresser la courbe d'absorption par les solutions étalons.
- donc en ces instants, la concentration en iode formé est parfaitement connue. Il ne reste plus qu'à construire la courbe de la concentration en iode en fonction du temps. Comme les ions iodure sont initialement en excès, la concentration finale en iode tend vers a.

2.4 Remarques

- l'équation de la réaction est :



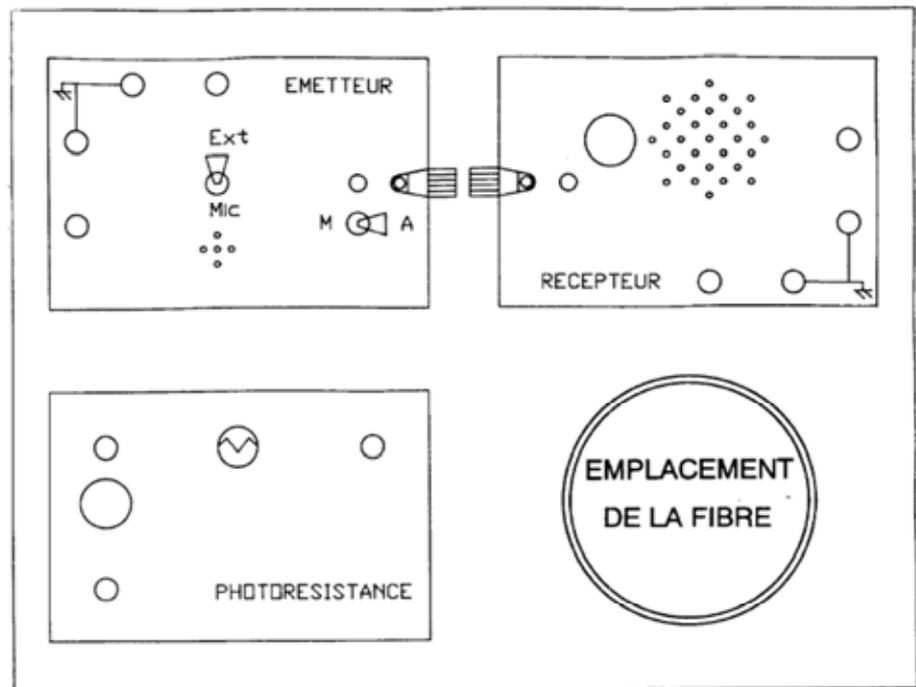
- la température est un facteur cinétique : plus elle est basse, plus lente est l'évolution (essayer entre 10° et 40°C), même si la valeur limite 'a' est inchangée.
- on peut aussi étudier l'influence de la concentration initiale en ions iodure ou en peroxydisulfate.
- ce montage permet aussi d'étudier la cinétique de la réaction entre l'acide chlorhydrique et les ions thiosulfate.



ou l'action des ions oxalate sur une solution de permanganate de potassium.

CONTENTS

| | |
|--|-------|
| 1. PRINCIPLE - DESCRIPTION | p. 42 |
| 2. COMMISSIONING | p. 44 |
| 3 AFTER-SALES SERVICE | p. 45 |
| Sheet 01 PROPAGATION OF AN INFRARED SIGNAL IN AIR | p. 47 |
| Sheet 02 OPTICAL AND GEOMETRICAL PROPERTIES OF AN INFRARED SIGNAL | p. 49 |
| Sheet 03 PROPATION OF AN ELCTROMAGNETIC SIGNAL IN AN OPTICAL FIBER | p. 53 |
| Sheet 04 OPTICAL FIBRE TELEPHONY | p. 55 |
| Sheet 05 TRANSMISSION OF A PERIODIC SIGNAL | p. 57 |
| Sheet 06 DETECTION AND TRANSMISSION BY OPTICAL FIBRE | p. 59 |
| Sheet 07 MEASUREMENT OF PERIODS | p. 63 |
| Sheet 08 DETECTION OF LIGHT VARIATIONS | p. 67 |
| Sheet 09 MECHANICAL VIBRATIONS AND OSCILLATIONS | p. 71 |
| Sheet 10 SPECTROSCOPY | p. 75 |
| Sheet 11 PHOTOMETRY | p. 77 |
| Sheet 12 COLORIMETRY | p. 79 |
| Sheet 13 CHEMICAL KINETICS | p. 81 |



This set of optoelectronic accessories is used to illustrate and study:

- Transmission of signals
- Their transmission by optical fibre
- Their reception.

It is also used to determine the frequency of various vibrations.

The suggested experiments are simple and often spectacular.

Composition :

- 1 transmitter module
- 1 optical fibre (about 5 meters long)
- 1 receiver module
- 1 photoresistor module
- 1 instructions manual including 25 experiments
- 1 storage kit

1 PRINCIPLE – DESCRIPTION

During experiment sessions, it is possible to have 2 groups of students working simultaneously: for example, one can experiment with the transmitter and receiver whereas the other can perform measurements of periods with the photoresistor module.

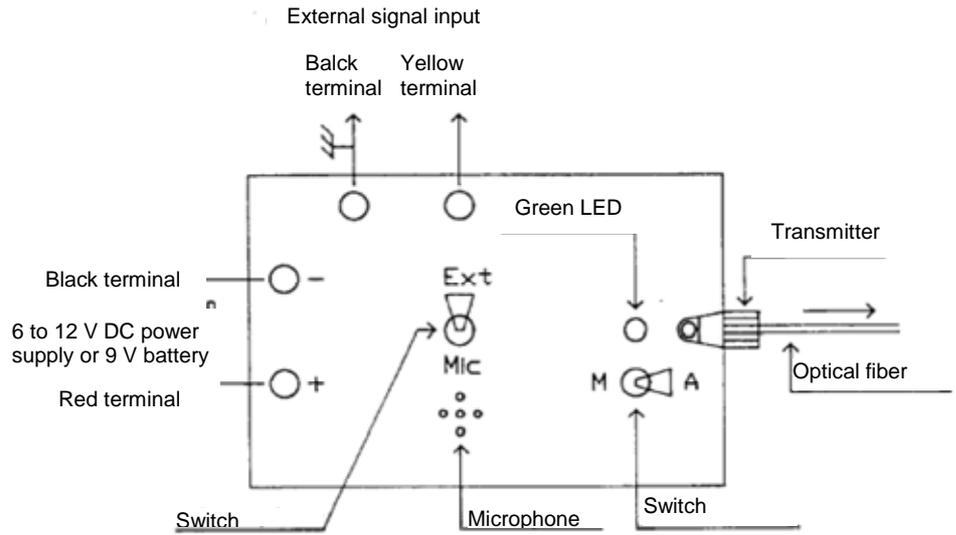


Figure 1: the transmitter module

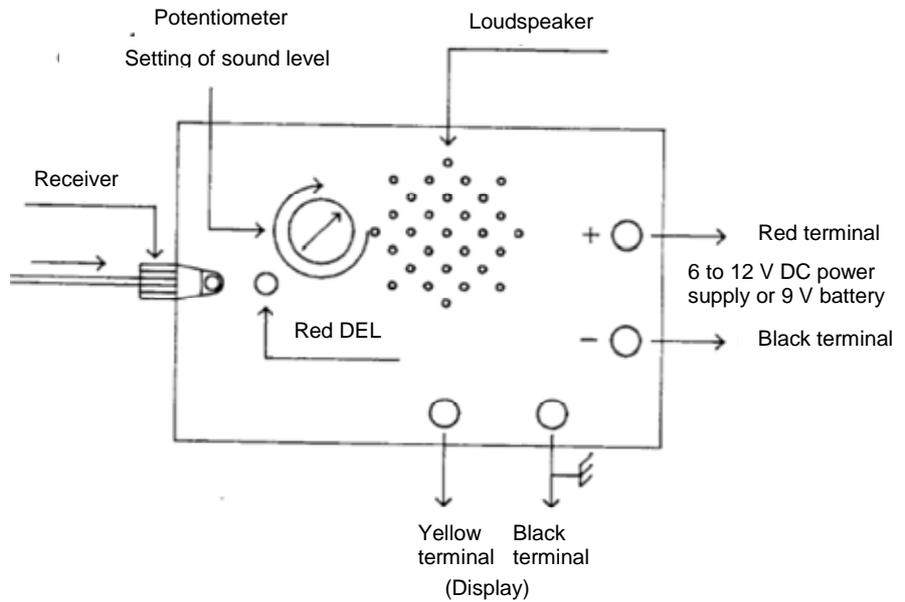


Figure 2: The receiver module

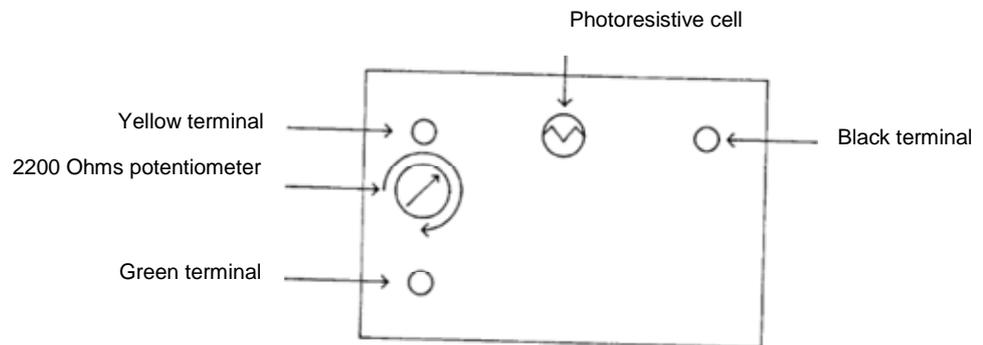


Figure 3: the Photoresistor module

2 COMMISSIONING

❖ Power supply:

Both, transmitter and receiver modules must be powered by a constant DC generator providing between 6 and 12 volts. It is thus possible to power them both with a single voltage generator even if it is educationally better to separate the input circuit from the output circuit by using either 2 voltage generators or 2 9 V batteries.

❖ Transmitter module test:

Simply connect its red and black terminals to the power supply and operate the on/off switch located beside the optical transmitter. When the green LED comes on, an infrared signal having a wavelength of 0.85 micrometers is emitted by the optical transmitter.

❖ Receiver module test:

Simply provide a voltage of between 6 and 12 V between its red and black terminals (it is not necessary to connect the optical fibre). The red LED must be off. As soon as we illuminate the photoreceptor with a torch, the red LED comes on; the receiver has received an optical signal.

❖ Optical fibre:

VERSION No.1

To connect the 2 transmission and reception units with optical fibre:

- Loosen the 2 blue and black plastic screws
- Pass the fibre until its ends touch the emitting and receiving diodes located inside the blue and black ends of the transmitter and receiver units
- Tighten once again the 2 screws without forcing them (figure 4).

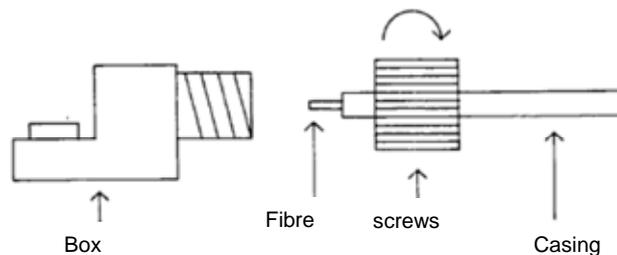
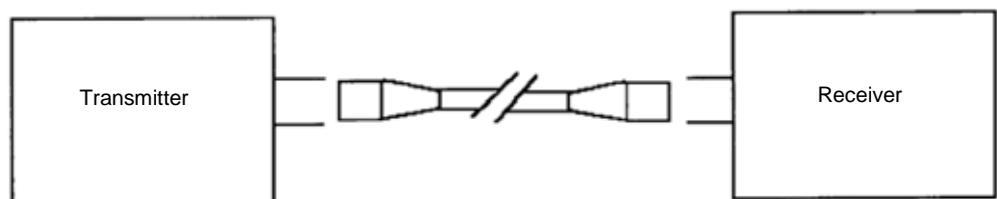


Figure 4: installing the optical fibre

VERSION No. 2

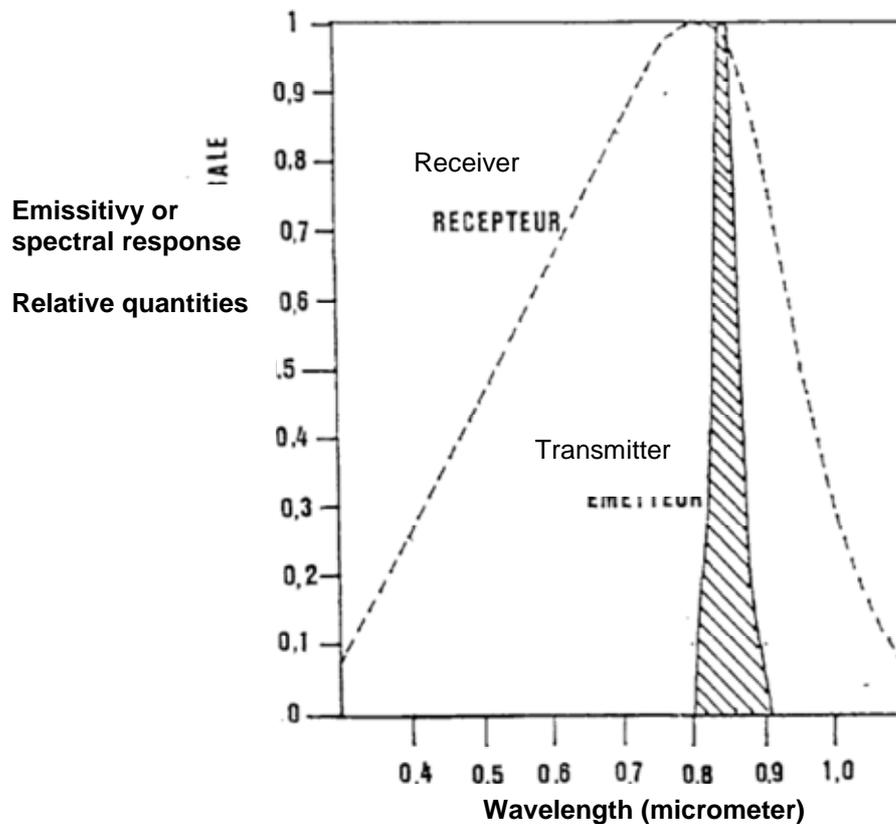
To connect the 2 transmission and reception units with optical fibre, simply insert the two ends of the fibre in each of the units.



2.1 How to cut an optical fibre:

- The 2 ends of the fibre have been carefully stripped and scraped. But if, for any reason, we wish to cut it, the ends must be recut carefully.
- Using a cutter cut off 5 to 10 mm of the transparent end of the black protective casing.
- Cut in such a way that only 3 mm of the fibre is outside the casing.
- To increase the transmission factor of the fibre, it is recommended to polish the end with very fine sandpaper. The polishing can also be done with a cloth soaked in mirror.

2.2 Spectral characteristics of the light transmitter and photoreceptor

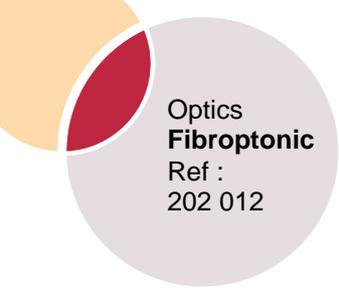


3 AFTER-SALES SERVICE

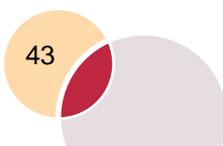
This material is under a two year warranty and should be returned to our stores in the event of any defects.

For any repairs, adjustments or spare parts, please contact:

JEULIN - TECHNICAL SUPPORT
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
+33 (0)2 32 29 40 50



Optics
Fibroptonic
Ref :
202 012



| | | |
|-------------|--|-------------|
| FIBROPTONIC | PROPAGATION OF AN INFRARED SIGNAL IN AIR | SHEET 01 |
|-------------|--|-------------|

1 Purpose

Experimentation on the propagation of infrared signals in air and in transparent mediums

The light transmitter provides an infrared signal of about hundred nanometers of spectral bandwidth, centred at the wavelength of 850 nm. The hatched area on figure 5 corresponds to the spectral emissivity of the light transmitter. The optical fibre of 1 mm diameter transmits this signal without much absorption. The photoreceptor has a wide spectral sensitivity ranging from near UV (300 nm) to infrared (1100 nm), with a maximum at 820 nm (figure 5).

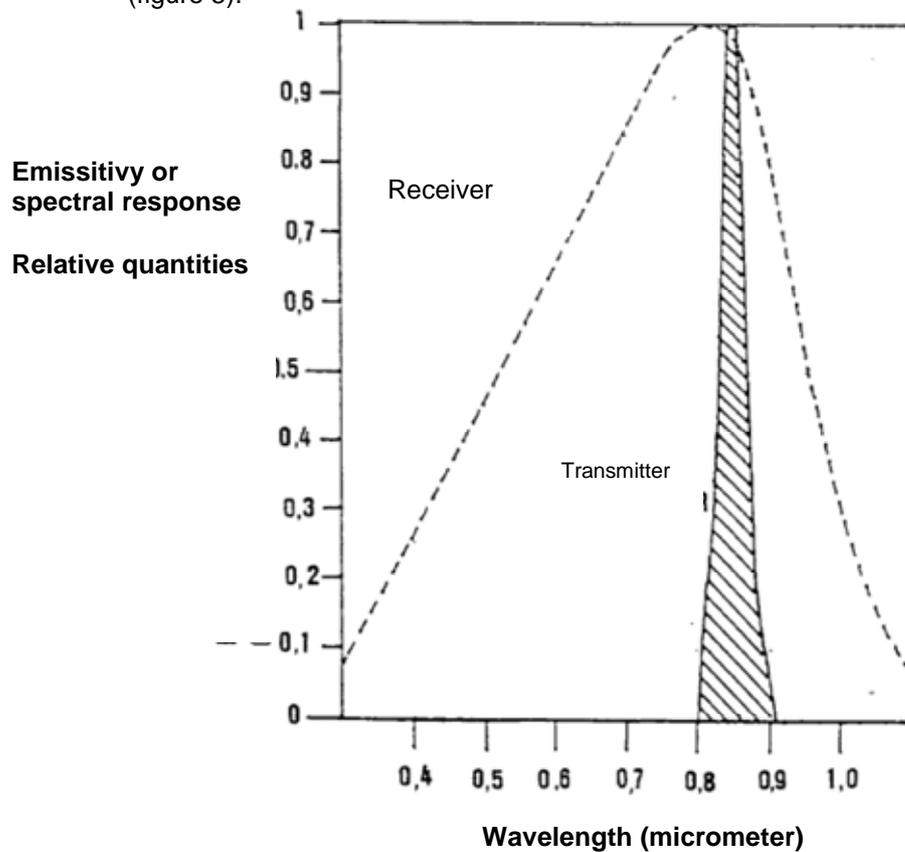


Figure 5 : Spectral characteristics of the light transmitter and photoreceptor

2 Experiment No. 1

2.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- 6, 9 or 12 V DC power supply (the optical fibre is not used)

2.2 Set-up and experiment

- Power the transmitter and the receiver (connect the red terminals to the + of the generator and the black ones to -).
- Place the switch located beside the transmitter connector on O (on), the green LED must come on and if we look inside the blue connector we can see a red glow in version No. 1 which corresponds to the visible part of the emitted signal.
- The red LED of the receiver must remain off, as it does not receive any signal.
- Place the 2 connectors facing each other (figure 6). The red LED of the receiver must come on. The infrared signal has crossed the space between the light transmitter and the photoreceptor. Beyond a gap of 20 mm (when powered by 12 volts) and the receiver's LED goes off.

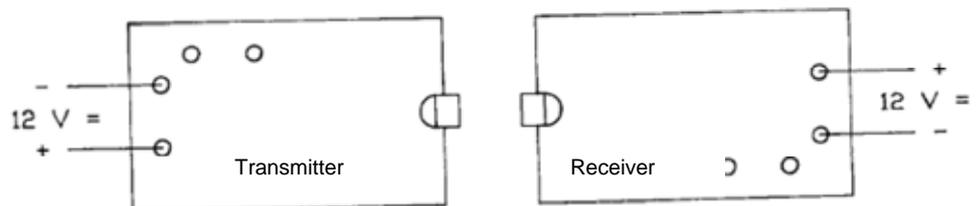


Figure 6: Propagation of an infrared signal in air

2.3 Additional experiments

- Inserting a piece of paper interrupts the propagation of the signal.
- Inserting a glass slide between the light transmitter and the photoreceptor does not stop the propagation (try with various materials).

2.4 Conclusion

A signal in the near infrared propagates through air and glass (caution, certain mediums that are transparent in the visible range are not so in infrared at certain wavelengths, glass for example).

| | | |
|-------------|---|-------------|
| FIBROPTONIC | OPTICAL AND GEOMETRICAL PROPERTIES OF AN INFRARED BEAM | SHEET 02 |
|-------------|---|-------------|

1 Purpose

To study the directivity of an infrared beam and its optical properties.
Acoustical detection.

2 Experiment no. 2

Rectilinear propagation of an infrared beam

2.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- 6 V or 12 V DC power supply
- Signal generator (delivering a sinusoidal voltage with a frequency between 1000 and 2000 Hz).
- The optical fibre is not used.

2.2 Set-up:

- Place the transmitter and receiver face to face (figure 7)
- Power the transmitter and receiver with 6 V or 12 V DC (in this case 12 V is preferable)
- Place the switch located beside the transmitter connector to On (O), the green LED must come on.
- Place the second switch, which controls the microphone to EXT (see figure 7)
- Connect the signal generator between the yellow and black terminals (black to the ground of the signal generator). The amplitude of the sine-wave signal is of the order of 1 volt.

Signal generator

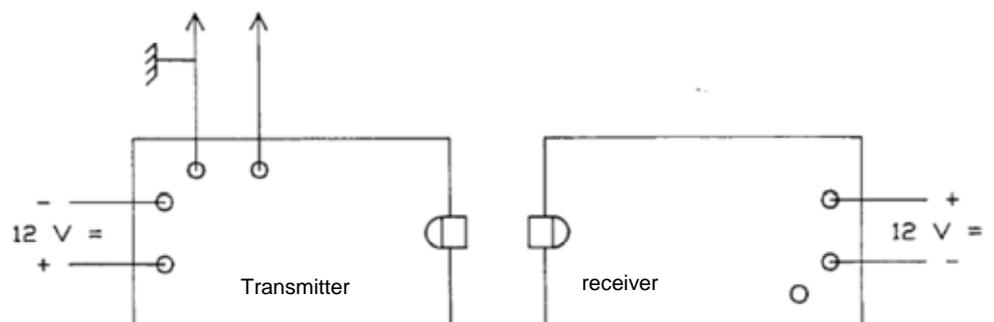


Figure 7: Set-up indicating the rectilinear propagation of an infrared beam

2.3 Experiment:

After adjusting the potentiometer of the receiver unit to the maximum gain, try to align the light transmitter and photoreceptor. When they are perfectly aligned, an audible signal is heard even if the distance between the blue and black connectors is 10 to 15 cm. On the other hand, the red LED comes on only if the distance is less than 20 mm.

2.4 Conclusion:

The critical alignment of the transmitter and receiver indicates the significant directivity of the infrared beam emitted. This experiment also illustrates the transformation of an electrical signal into an infrared signal by the transmitter unit, the propagation of an infrared signal in air and the opposite operation, which transforms an infrared signal into an audible signal emitted by the loudspeaker on the receiver.

3 Experiment no. 3

Reflection of an infrared beam. Acoustical detection.

Repeat the previous experiment but without aligning the transmitter and receiver. The 2 units are separated by a few centimetres. We then insert a glass slide or a small plane mirror, which we adjust until an audible signal is heard (figure 8). We can thus illustrate Snell's law for the reflection of an electromagnetic wave, which does not belong to the visible region.

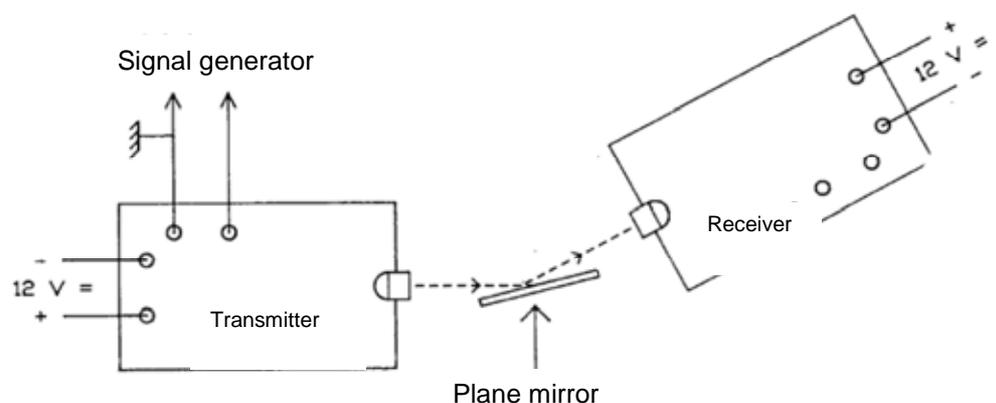


Figure 8: Reflection of an infrared beam

4 Experiment no. 4

Refraction of an infrared beam. Acoustical detection.

In relation to the previous experiment, simply replace the plane mirror with a prism or a half cylinder in Plexiglas or glass. The prism's apex angle must be 30 or 45° to prevent the occurrence of total reflection of the beam too easily. Rotate the prism with small movements around a vertical axis until an audible signal is heard (figure 9). Although it may not be possible to carry out accurate measurements of angles, we can however show that the refraction with angular incidence corresponds to a deviation of the beam during a change in medium.

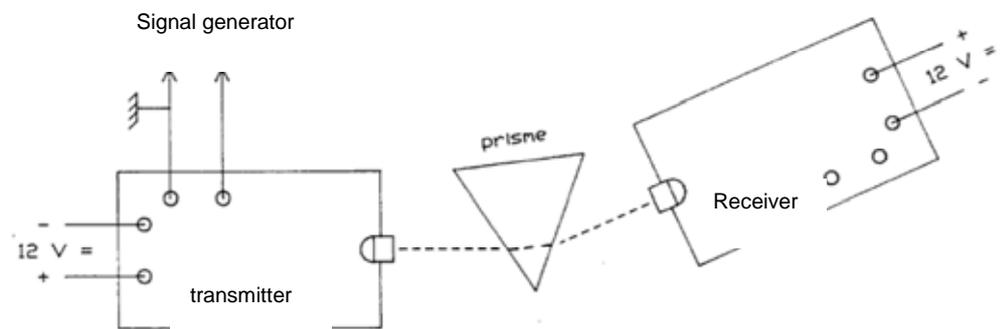


Figure 9: Refraction of an infrared beam

| | | |
|-----------|--|-------------|
| FIBROPTIC | PROPAGATION OF AN ELECTROMAGNETIC SIGNAL IN AN OPTICAL FIBER | SHEET 03 |
|-----------|--|-------------|

1 Purpose

To convert signals of different nature, carry information, display.

The transmitter emits an infrared signal of 0.85 micrometers wavelength, but the initial information that has created this signal can be of a different nature: electrical, acoustic, light, etc. At the receiver end, the infrared signal is converted into an audible acoustic signal or an electrical signal, which can be viewed on an oscilloscope. The spectral response of the fibre is quite wide. The fibre also transmits radiations located in the visible region.

2 Experiment no. 5

Propagation through optical fibre. Detection of a light signal.

2.1 Equipment

- Fibre
- Receiver
- 6, 9 or 12 V DC power supply
- Pocket torch (or helium-neon laser)

2.2 Set-up and experiment

- Power the receiver (red and black terminals)
- Connect the fibre to the receiver (the transmitter unit is not used)
- Illuminate the end of the fibre with a pocket torch (figure 10).

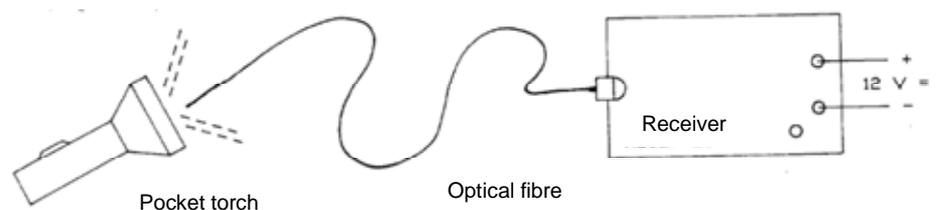


Figure 10: Detection of a light signal by the receiver

2.3 Observations and conclusion:

- The red LED of the receiver must come on.
- The optical fibre has transmitted the light information to the photoreceptor. The light signal whose maximum emission is at about 0.57 micrometers has been detected. Thus the fibre does not transmit only infrared signals.

3 Experiment no. 6

Optical transmission of logical information.

3.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- Optical fibre connected to the transmitter and receiver
- 6, 9 or 12 V DC power supply
- Oscilloscope

3.2 Set-up:

- Power the transmitter and the receiver (red terminal to +, black terminal to -)
- Connect the fibre properly to the 2 units (see figure 4)
- Place the microphone switch on the EXT position.

3.3 Experiment:

- Toggle the other switch alternately (On – Off positions).
- When the switch is on ON, the green LED comes on, an infrared signal is sent through the fibre. This signal is detected by the photoreceptor, the red LED comes on.
- If we disconnect the optical fibre, the infrared signal cannot be detected: the red LED goes off.
- These 2 binary logic states (state 1: LED is on / state 0: LED is off) can be viewed on the oscilloscope. For this, connect the yellow and black terminals of the receiver to the oscilloscope (yellow: channel A and black to the ground of the device). The selector switch of the oscilloscope must be on the DC position. When the LEDs are on, the amplitude of the signal on the oscilloscope reaches 0.4 to 0.7 V (depends on the supply voltage of the transmitter and receiver and on the length of the optical fibre).
- Figure 11 shows the appearance of a signal detected on the oscilloscope when the switch of the transmitter unit is quickly toggled (On – Off).

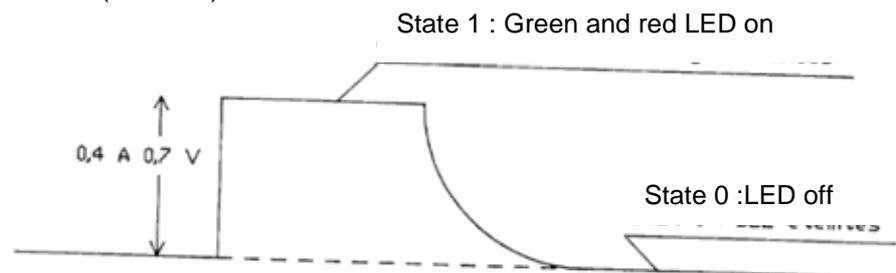


Figure 11: Oscillogram corresponding to the rapid switching to change from logic state 0 to state 1.

| | | |
|-----------|-------------------------|-------------|
| FIBROPTIC | OPTICAL FIBER TELEPHONY | SHEET 04 |
|-----------|-------------------------|-------------|

1 Purpose

To discover the principle of optical fibre telephony (transmission through wire).

2 Experiment no. 7

2.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- Fibre
- 6, 9 or 12 V DC power supply

2.2 Experiment

- Unwind the optical fibre as much as possible: the transmission and reception units are separated by 5 m. Place the microphone switch on MIC and the transmitter switch on On. The 2 green and red LEDs must come on.
- A student speaks in the transmitter microphone (figure 12)
- The receiver is placed on the table amongst the students. The sound can be perfectly heard if the sound level (which we adjust using the potentiometer located on the receiver unit) is sufficiently high.

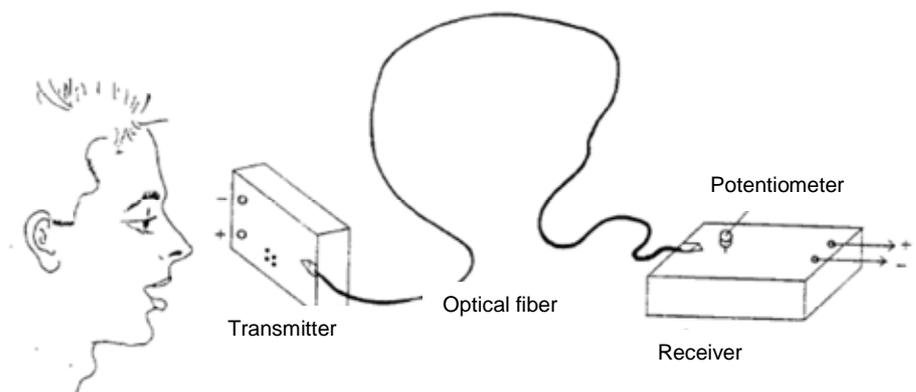


Figure 12: Optical fibre telephone

2.3 Conclusion:

The transmitted audible signal modulates the infrared signal, which propagates through the fibre. At the receiver end, the signal is “decoded” and the audible signal reconstructed.

2.4 Alternative:

The student whistles regularly, the signal received can be viewed by connecting an oscilloscope to the yellow and black terminals of the receiver.

This experiment therefore illustrates: the transmission, propagation, reception and modulation of an infrared signal.

| | | |
|-------------|---|----------|
| FIBROPTONIC | OPTICAL TRANSMISSION OF A PERIODIC SIGNAL | SHEET 05 |
|-------------|---|----------|

1 Purpose

To illustrate the transmission of an electrical signal through an optical fibre.

2 Experiment n° 8

2.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- Fibre
- 6, 9 or 12 V power supply
- Sinusoidal or rectangular signal generator
- Oscilloscope

2.2 Set-up and experiment

- Adjust the signal generator so that it gives sinusoidal or rectangular signals with peak-to-peak amplitudes of between 50 and 300 mV, and frequencies of 1000 to 2000 Hz.
- Connect the signal generator to the yellow and black terminals of the receiver (black to ground). Place the microphone switch on the EXT position and the other switch on On. The green and red LEDs must come on (signal received).
- The sound level is adjusted with the receiver's potentiometer. It is possible to set it on zero: there is no sound in this case.
- To view the signal received, the oscilloscope must be connected to the yellow and black terminals of the receiver unit (black to the ground of the oscilloscope). Refer to figure 13.

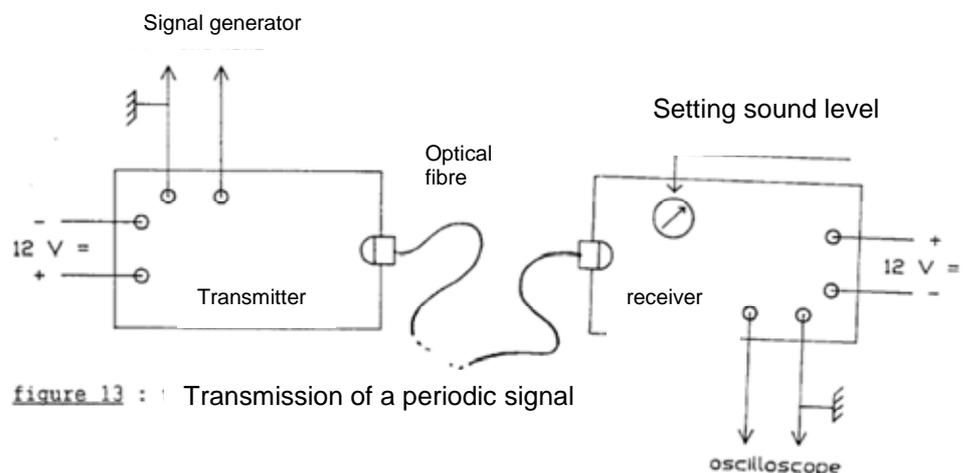


figure 13 : Transmission of a periodic signal

2.3 Observations:

- The detected signal is also periodic. It may be slightly deformed. The deformation depends on the nature of the signal (rectangular or sinusoidal), on its amplitude, its frequency (between 10 Hz and 50 kHz) and on the value of the supply voltage of the transmitter and receiver.
- An electromagnetic signal (infrared) modulated by a periodic signal of a completely different nature passes through the optical fibre.
- By rapidly toggling the on/off switch located on the transmitter unit, we can create bursts of easily audible sine waves.

| | | |
|-----------|--|-------------|
| FIBROPTIC | DETECTION AND TRANSMISSION THROUGH AN OPTICAL FIBER | SHEET 06 |
|-----------|--|-------------|

1 Purpose

To use the optical fibre to transmit a signal detected by a sensor.

2 Experiment no. 9

2.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- Photoresistor module
- 6 V (or 9 V) DC power supply
- Optical fibre
- Pocket torch
- Oscilloscope

2.2 Set-up:

- Connect the optical fibre to the transmitter and receiver (figure 4)
- Place the microphone switch located on the transmitter unit on EXT
- Connect the photoresistor (yellow and black terminals) in series with the 6 V DC power supply to the red and black terminals of the transmitter (figure 14).
- Power the receiver with 6 V.

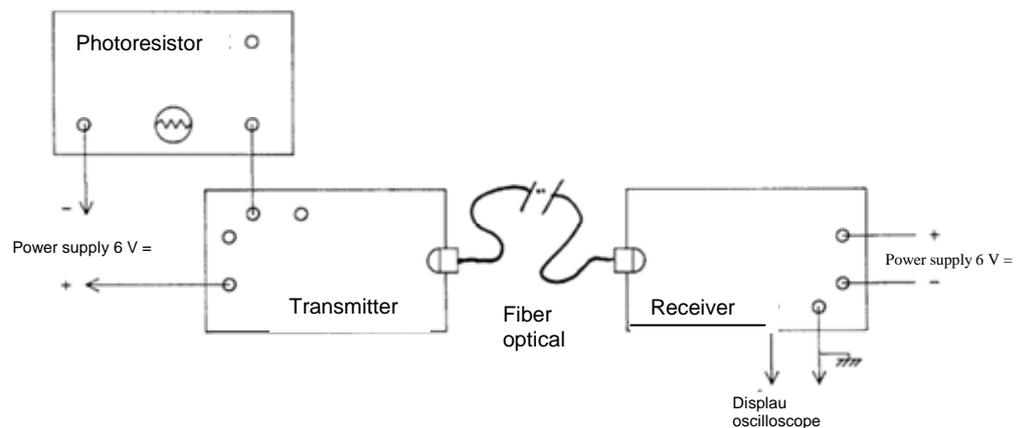


Figure 14: Set-up to detect and transmit a variation in illumination.

2.3 Experiment

- When we toggle the receiver's switch to On, the green LED comes on only if we illuminate the photoresistor sufficiently. An infrared signal passes through the optical fibre and the red LED also comes on.
- When the photoresistor is lighted with a pocket torch, the signal received when viewed on the oscilloscope has an amplitude of 0.3 to 0.6 V for a supply voltage of 6 V.
- If we light the photoresistor with a pocket torch in an oscillating motion, the green and red LEDs go on and off alternately. The signal observed on the oscilloscope is almost periodic.

Various applications

3 Experiment no. 10

Remote alarm triggered by light

This set-up could serve as an alarm clock sensitive to daylight.

3.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- Optical fibre
- 6, 9 or 12 V Power supply
- Pocket torch
- Photoresistor module
- LF sine-wave signal generator (amplitude 0.5 V and frequency 1 to 2 kHz).

3.2 Set-up and experiment

- Repeat the set-up of figure 14 by connecting the signal generator to the black and yellow terminals of the transmitter (black to the ground of the LFG). One of the 2 devices (power supply or LFG) must have a floating ground because of the set-up on the transmitter side.
- Place the 2 switches on EXT and On (transmitter unit)
- Set the sound level to the maximum (potentiometer of the receiver)
- Illuminate the photoresistor with a pocket torch and the alarm is triggered (the sound level is greater and the triggering threshold lower if a 12 V DC power supply is used). The torch can be moved quickly from left to right and right to left alternately over the photoresistor.

4 Experiment no. 11

Examining a spectrum with an optical fibre.

4.1 Equipment:

- Slide projector
- Slit of 1 mm cut out into a 5x5 cm cardboard.
- A diffraction grating of 140 lines/mm or a glass prism
- Receiver
- Fibre
- 6, 9 or 12 V DC power supply (the transmitter is not used)
- Oscilloscope.

4.2 Set-up and experiment:

- Power the receiver
- Place the vertical slit in the slide projector
- Focus the image of the slit on the cardboard screen located at 1.5 m (approximately) from the projector.
- Fix the diffraction grating (vertical lines) against the projector's lens. Many coloured bands are visible; these are white light spectra in different orders of the diffraction grating (single spectrum with a prism)
- Move the screen in such a way that many spectra are half cut by the upper edge of the screen; examine the 1st order spectrum by moving the end of optical fibre tangentially to the screen.
- To view the received signal, connect an oscilloscope (switch on DC) to the yellow and black terminals of the receiver.

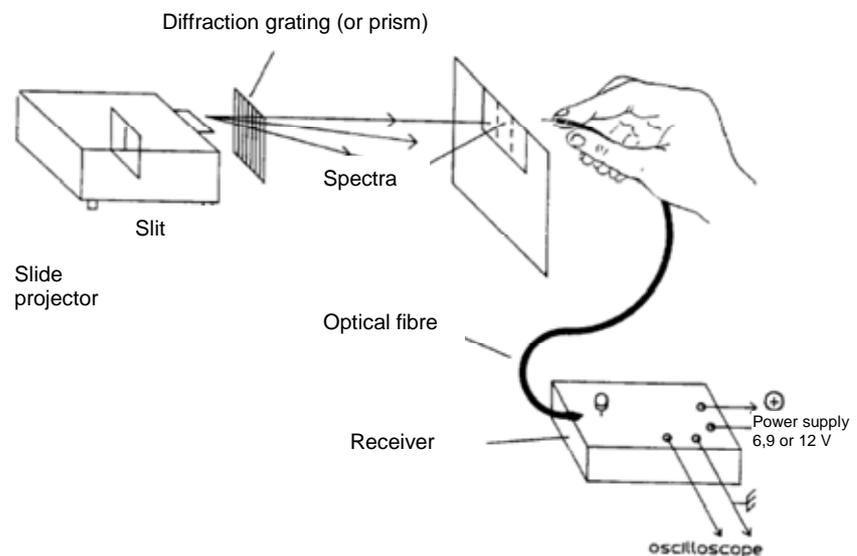


Figure 15: Examining a white light spectrum with an optical fibre

4.3 Observations

- The spectral response of the assembly: optical fibre + photoreceptor is weak in blue-violet; it is maximum in red and infrared.
- This experiment shows that there exists radiation outside the visible region, beyond the red: the infrared.
- The amplitude of the signal received is dependent on the optical quality and the state of the surface of the end of the fibre. It must be perfectly polished and transparent. The amplitude of the signal also depends on the lighting power of the white light source and on the distance between the projector and optical fibre.
- To increase the signal we can disconnect the fibre, which absorbs a small fraction of the electromagnetic radiation and then directly examine the spectrum with a single receiver module
- On the other hand, with a diffraction grating as a dispersive system, a large part of the light emitted is lost in the different orders of the fibre which are not examined. Furthermore, when we examine the 1st order infrared (wavelength greater than 800 nanometers), it superimposes itself on the 2nd order violet-blue radiation (wavelength greater than 400 nm). Thus, it is better to use a prism, which gives a single very bright spectrum and avoid the problems of overlapping of orders, but it has the disadvantage of further dispersing the blue instead of the red.

| | | |
|-------------|------------------------|-------------|
| FIBROPTONIC | MEASUREMENT OF PERIODS | SHEET 07 |
|-------------|------------------------|-------------|

1 Purpose

To determine the period of a periodic system using three fibroptonic modules and an oscilloscope.

2 Experiment no. 12

2.1 Equipment:

- Transmitter
- Receiver
- Optical fibre connected to the previous units
- Photoresistor
- 6, 9 or 12 V DC power supply
- Oscilloscope
- Light source: pocket torch, laser, etc.
- Various vibrating systems: vibrator, etc.

2.2 Set-up:

- Place the receiver switches on On and EXT
- Power the transmitter and receiver with DC voltage; insert the photoresistor into the emitter's power supply circuit between the black terminals of the transmitter (figure 16).
- If we illuminate the photoresistor, the 2 LEDs must come on.
- Connect the oscilloscope between the yellow and black terminals of the receiver. The oscilloscope must be able to detect the variable AC and DC components (selector switch on DC).
- For a supply voltage of 6 V, the signal attains an amplitude of 0.5 V when the photoresistor is illuminated by a pocket torch.

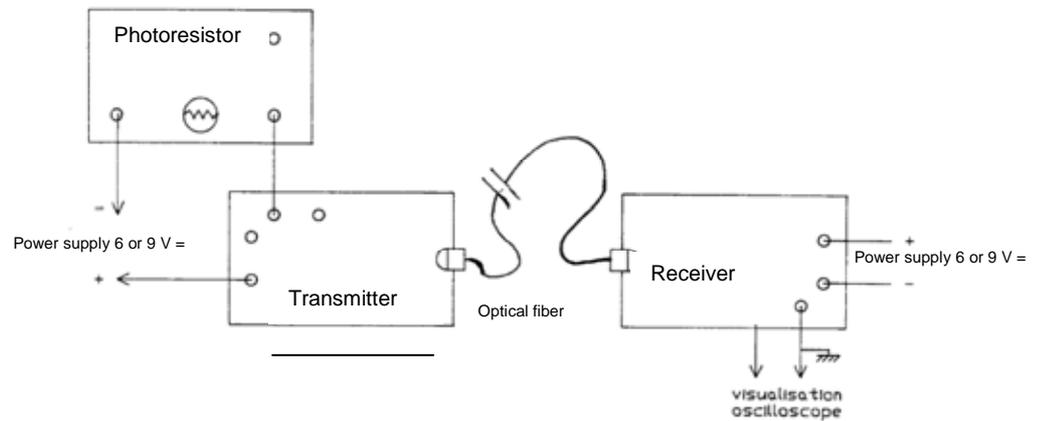


Figure 16: Set-up to determine the period of low frequency vibratory mechanical phenomena.

2.3 Experiment:

- Illuminate the photoresistor with a torch or better still with a laser beam.
- Intercept the light beam with the vibrator whose period needs to be determined (saw blade, spring, etc.)
- Move the vibrator from its equilibrium position and observe the signal received on the oscilloscope (figure 17)
- The vibrator cuts the beam twice every period. Thus the period of the vibrator is double of the signal period viewed on the oscilloscope.
- If in the resting position, the blade of the vibrator does not cut the laser beam, the appearance of the signal can be modified (figure 18).

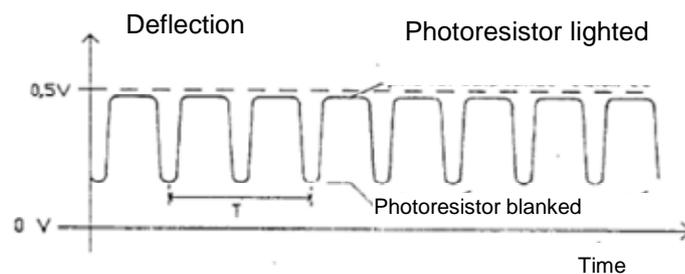


Figure 17: At every half period a vibrating blade intercepts the light beam.

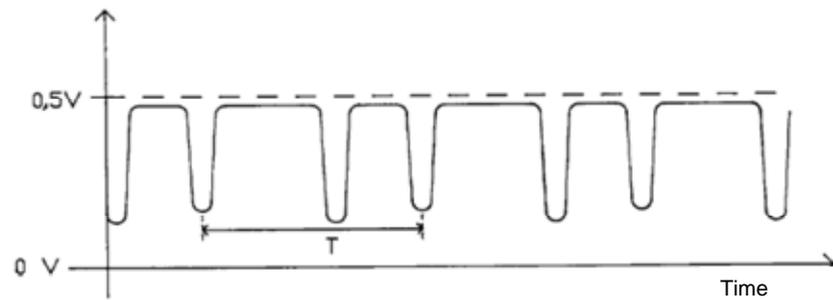


Figure 18: The vibrating blade intercepts the light beam twice every period, but at rest, the vibrator does not cut the beam.

2.4 Note:

To determine the frequency delivered by a flash stroboscope or a rotating disk with slits, simply project the light emitted by the stroboscope on the photoresistor and view the signal on an oscilloscope.

2.5 Using optocouplers to electrically separate 2 circuits:

In electrical set-ups, we are often faced with problems of grounding (0 volts on certain points of the circuit). The use of optoelectronic components solves these problems by ensuring an optical communication between 2 circuits, which cannot have common electrical points.

In this set of accessories, the transmitter and receiver are not connected electrically if each one of them is powered by a 9-volt battery.

Before acquiring these components, disconnecting transformers were used.

| | | |
|-------------|-------------------------------------|----------|
| FIBROPTONIC | DETECTION OF VARIATIONS IN LIGHTING | SHEET 08 |
|-------------|-------------------------------------|----------|

1 Purpose

To detect a variation in the light intensity using a photoresistor.

2 Precautions for use

The resistance of the photoresistor reduces when it is illuminated. In sunlight, the resistance is a dozen ohms; in darkness the resistance can exceed thousands of ohms. The photoresistor R is installed in series with the potentiometer RV of 4.7 kilo ohms and a resistance R0 of several hundred ohms. If U is the supply voltage on the terminals of the assembly, the electrical power for the photoresistor is:

$$P = \frac{R \cdot U^2}{(R + R_0 + R_V)^2}$$

This power is maximum for RV = 0 and R = R0 thus Pmax = U²/4 R0. As the maximum power indicated by the manufacturer is 0.3 watts, we deduce that U must be less than (1.2 R0)^{1/2} that is 12 V for R0 = 120 ohms.

3 Light sources whose brightness varies periodically. Measurement of periods

This part can be the subject of experiment sessions. The experiments suggested are easy to implement and not very common; the results are immediate.

3.1 Equipment:

- Photoresistor module
- 6, 9 or 12 V DC power supply
- Oscilloscope
- 40 or 60 W light bulb operating on 220 V mains supply
- Pocket torch (battery powered)
- Neon indicator (stair opening type) operating on mains supply
- Fluorescent tube light (classroom lighting, for example)
- Mechanical stroboscope or a DC motor fitted with a cardboard disk pierced with holes or slits.
or cinecolor Part no. 201 019

3.2 Set-up:

- Power the photoresistor with 6 or 9 V DC between the 2 black and green outer terminals. The 3 elements of the module being symmetrical dipoles, the connecting direction does not matter. We will therefore connect the black terminal to the negative and the green to the positive of the power supply.
- Connect the oscilloscope to the terminals of the photoresistor: black terminal to the ground of the oscilloscope and the yellow terminal to channel A (figure 19).

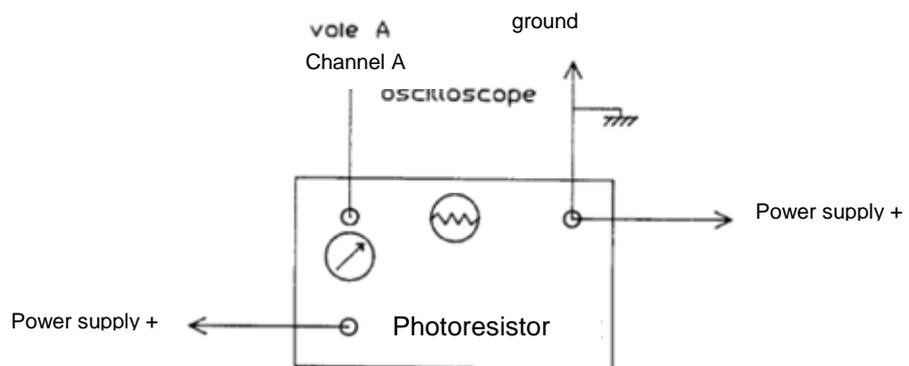


Figure 19: Connecting the photoresistor module

4 Experiment no.13

Fluctuations in the brightness of a light bulb operating on the mains supply.

- Illuminate the photoresistor with a light bulb held at about ten centimetres.
- Set the oscilloscope in the AC position (only AC component) and amplify.
- We observe a sine curve, whose amplitude can be adjusted with the potentiometer located on the unit (the amplitude depends on the distance between the bulb and the photoresistor).
- The period determined on the oscilloscope is 10 milliseconds (thus a frequency of 100 Hz, i.e. double of the mains frequency because the bulb comes on at every positive or negative half-wave of the AC voltage of the mains).
- If we repeat the same experiment with a pocket torch (operating on batteries), there are no fluctuations.

5 Experiment no. 14

Periodic variations in brightness of a neon indicator operating on mains

- Repeat the previous experiment and place a small neon lamp (orange light) powered by mains AC voltage, very close to the photoresistor.
- Adjust the amplitude of the signal observed on the oscilloscope with the potentiometer (see figure 20). Determine the period, that is 20 ms.

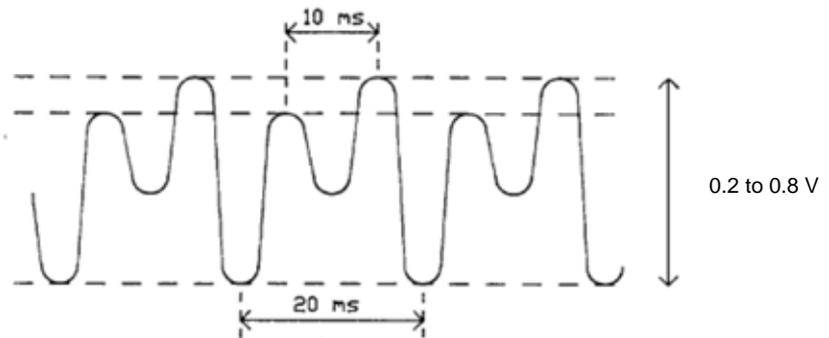


Figure 20: Signal observed on the oscilloscope when the photoresistor is lit with a neon indicator powered by mains current. The shape of the signal depends on the experimental conditions.

6 Experiment no. 15

Variations in the brightness of a fluorescent lamp powered by mains current.

- Repeat the previous experiment and illuminate the photoresistor with a single fluorescent lamp (this gives a white light, its spectrum contains certain mercury lines during transmission).
- Figure 21 shows the shape of the signal detected on the oscilloscope. Note the asymmetry of the signal between the lighting and quenching phase of the lamp.

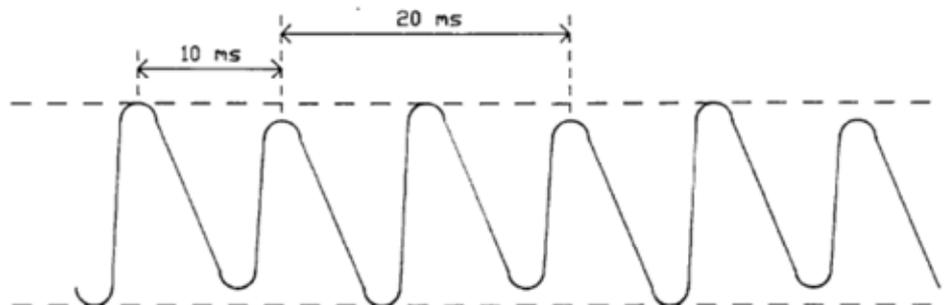


Figure 21: Signal corresponding to periodic fluctuations in brightness of a fluorescent lamp powered by mains current. The shape of the signal depends on the experimental conditions.

7 Experiment no. 16

Determining the rotational speed of the mechanical stroboscope disk and frequency calibration.

- The oscilloscope is in the AC position.
- Illuminate the photoresistor with a pocket torch or a DC powered light source.
- Intercept the beam, which lights the photoresistor with the rotating disk of a mechanical stroboscope.
- We observe a non-sinusoidal alternating signal whose appearance depends on the rotational speed of the disk, on the number of slits or holes, on the width of these openings, etc.
- Even so the signal is periodic. If the disk has only one opening, the frequency measured corresponds to the rotational speed of the motor in revolutions per second. If the disk has 4 evenly spaced out identical openings, the frequency of the flashes by the stroboscope is equal to 4 times the rotational speed of the motor.
- We can thus use this experiment to determine the rotational speed of a motor. Simply fit it with a disk with one opening.

| | | |
|-----------|---|-------------|
| FIBROPTIC | MECHANICAL VIBRATIONS AND OSCILLATIONS | SHEET 09 |
|-----------|---|-------------|

1 Purpose

To determine the period of a vibrator or mechanical oscillator using a photoresistor module.

To use a photoresistor to study periodic or pseudo-periodic mechanical movements.

THE EXPERIMENTS DESCRIBED IN THIS PART ARE EASY TO PERFORM.

1.1 Equipment:

- Photoresistor module
- 6, 9 or 12 V DC power supply
- Oscilloscope
- Helium-neon laser
- Small piece of mirror measuring a few square millimetres on a adhesive foil (mirror splinters are very convenient).
- Miscellaneous:
 - . Tuning fork
 - . Melde's vibrator
 - . Saw blade
 - . Spring
 - . Loudspeaker of about 10 cm diameter (recovery).
 - . Simple pendulum consisting of a ball attached to a thread
 - . LFG to drive the loudspeaker.

1.2 Set-up:

- Power the photoresistor with 6, 9 or 12 V DC (black terminals connected to the minus of the power supply and the green to the positive)
- Connect the oscilloscope between the yellow and black terminals of the photoresistor (black to the ground and yellow to channel A).

2 Experiment no. 17

Determining the period of vibration of a tuning fork

- Fix the small adhesive mirror on one of the branches of the tuning fork (not useful if the metal is fairly reflecting)
- Project the laser beam on this mirror and intercept the reflected beam with the photoresistor (figure 22). Strike the tuning fork.
- Adjust the amplitude of the signal detected by the oscilloscope with the potentiometer on the photoresistor module (oscilloscope selector switch on AC).
- Strike the tuning fork again and determine its period on the oscilloscope. Deduce the frequency (440 Hz for "A 3" tuning fork). Note that the signal transmitted by a tuning fork that is not sustained is pseudo-periodic (and not periodic).

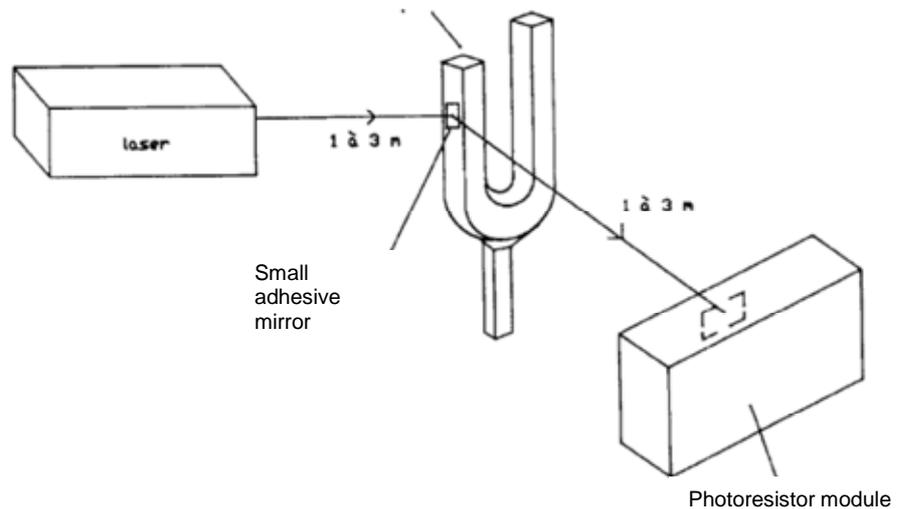


Figure 22: Determining the period of vibration of a tuning fork.

3 Experiment no. 18

Determining the period of a mechanical vibrator

- Repeat the previous set-up and replace the tuning fork with Melde's vibrator or a saw blade; the small adhesive mirror will be fixed to the vibrator.
- We thus show that the frequency of a Melde's vibrator is 100 Hz when it is powered by the mains AC current (220 V – 50 Hz).
- We can also check that the frequency of the fundamental mode (the one that is generally driven) varies as the inverse square of the length of the vibrating blade. In this case the excitation is not sustained.

4 Experiment no. 19

Vibrations of a loudspeaker diaphragm

- Repeat the set-up of figure 22 and replace the tuning fork by a loudspeaker whose visible membrane is of a large diameter (for example. 10 cm). Fix the small adhesive mirror mid way between the centre and the edge of the membrane.
- Drive the loudspeaker with a low frequency generator, which gives a sinusoidal signal. Adjust the frequency so that the amplitude of vibrations of the adhesive mirror is significant.
- The signal detected by the photoresistor module and viewed on the oscilloscope is periodic. Measure its period and compare it with the indications of the low frequency generator.
- Use another loudspeaker fitted with a mirror, which also intercepts the laser beam. It is now possible to obtain Lissajous figures by carefully combining the 2 periodic functions. Another LF generator will be required.

5 Experiment no. 20

Oscillations of a spring. Measuring the period.

- Project the laser on the photoresistor and intercept the beam with the small mass hanging at the end of the spring (figure 23).

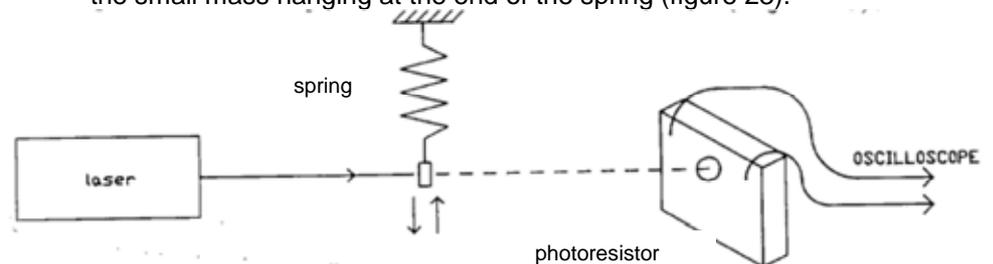


Figure 23: Set-up to determine the period of a spring.

- Adjust the amplitude of the signal detected by the oscilloscope using the potentiometer on the photoresistor module (oscilloscope in AC).
- Make the spring oscillate.
- Depending on the relative position of the laser and the mass at rest, we observe 1 or 2 interruptions of the beam per period of the spring (refer to figures 17 and 18).
- With this experiment we can study the influence of the mass attached to the spring on the period. To study the influence of the spring constant, the spring must be changed.
- We can also intercept the laser beam by the turns; in this case it is necessary to know the number of turns, which intercept the beam.

Alternative version: replace the spring with a vibrating wire which cuts the laser beam and study the action of the tension of the wire on its period of vibration.

6 Experiment no. 21

Determining the period of a pendulum

- The pendulum consists of a small mass attached to a thread with a length of a few centimetres.
- In the set-up of figure 23, we replace the spring with the pendulum; the mass when at rest intercepts the laser beam. Thus the signal detected by the oscilloscope has 2 minima per period.
- This experiment helps verify the relation between the period of a simple pendulum and its length (T varies with $L^{1/2}$).
- If the oscilloscope has a high-performance time base: 0.1 s/cm or even 0.5 s/cm or 1 s/cm, it is possible to determine much longer periods and study all sorts of pendulums.

| | | |
|-------------|--------------|-------------|
| FIBROPTONIC | SPECTROSCOPY | SHEET 10 |
|-------------|--------------|-------------|

1 Purpose

To use the properties of the photoresistor to examine a white light spectrum.

2 Experiment no. 22

2.1 Equipment:

- Slide projector
- 1mm wide slit cutout in 5x5 cm size cardboard.
- Diffraction grating of 140lines/mm
- Photoresistor module
- White screen (of cardboard, for example)
- Multimeter, which can be used as an ohmmeter (to measure the resistance)

2.2 Set-up and experiment:

- Place the vertical slit in front of the slide projector and adjust the focus so that a clear image of the slit is obtained on the screen located at about 1 meter from the projector.
- Fix the diffraction grating well against projector (lines from the diffraction grating must be parallel to the slit).
- Intercept the 1st order spectrum using the photoresistor (figure 24). Attach a small slit cut in a black adhesive tape (width: 0.5 to 1 mm depending on the lighting power of the source and the distance between the projector and photoresistor) on the photoresistive cell.
- Connect the ohmmeter to the black and yellow terminals of the photoresistor.

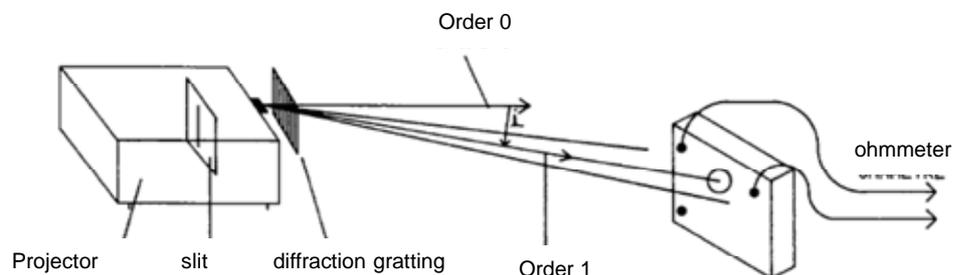


Figure 24: Examining a white light spectrum with a photoresistor.

2.3 Observations and results:

- We observe that the resistance of the photoresistive cell varies when it is moved in the 1st order spectrum. In blue-violet, the resistance is high because the photocell is less sensitive in this wavelength range and the light emitted by the projector's halogen lamp has very little blue-violet radiation. The resistance is minimal in yellow and orange (figure 25). Note the sensitivity of the photoresistor to near infrared radiation (760 to 800 nm).
- The curve no. 25 is a result of the combination of the spectral response of the photoresistor and the spectral emissivity of the projector's white light lamp. The inverse of the resistance is on the ordinate and the wavelength on the abscissa.
- To establish such a curve, the 1st order spectrum obtained with a diffraction grating must be calibrated using the dispersion relation of diffraction gratings working under normal incidence, that is:

$$\sin i = n.k.\lambda$$

With λ as the wavelength, k the order (in this case 1), n the number of lines 140mm⁻¹ and i the angle between order 0 and order 1 for the selected wavelength (see figure 24). We can also use the helium-neon laser to calibrate.

- Note: beyond 800 nm in the 1st order, there is superposition with the 2nd order radiation of wavelength greater than 400 nm.

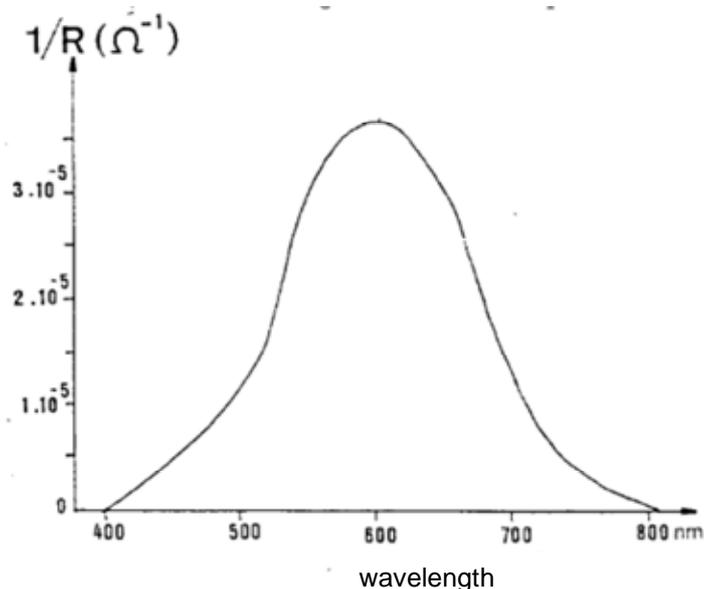


Figure 25: Curve resulting from the combination of the spectral response of the photoresistor and the emissivity of the source of white light.

| | | |
|-------------|------------|-------------|
| FIBROPTONIC | PHOTOMETRY | SHEET 11 |
|-------------|------------|-------------|

1 Purpose

Use a photoreceptor to measure the illumination.

2 Experiment no. 23

The purpose of the experiment described here is to specify the behaviour of the resistance of the photoresistive "cell" in function of the illumination. It gives simple and relatively accurate measurements.

2.1 Equipment:

- Photoresistor module
- Multimeter used as an ohmmeter
- Light source: 40 W to 100 W light bulb

2.2 Set-up and experiment:

- Connect the ohmmeter to the black and yellow terminals of the photoresistor.
- Illuminate the photoresistor with the bulb; D is the distance between the bulb and the photoresistor (figure 26).
- Vary D by every 10 or 20 cm between 0.20 m and 2.5 m and measure the value of the resistance R of the photoresistor.

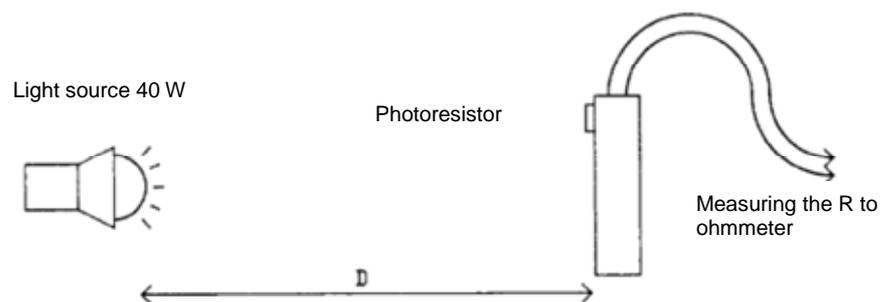


Figure 26: Measuring the resistance R in function of the illumination.

2.3 Results:

Figure 27 shows the shape of the resistance R in function of the distance D for 2 bulbs of different wattages (40 and 75 W). We observe that R is a linear function of D . Since the illumination on the photoresistor varies with $1/D^2$, we deduce that R varies with the inverse square root of the illumination thus with $1/E^{0.5}$.

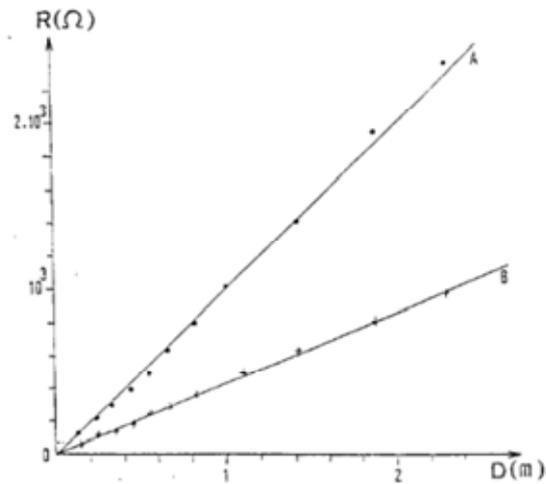


Figure 27: Curve representing the resistance R of the photoresistor in function of the distance D from the light source (A: 40 W light bulb, B: 75 W bulb).

2.4 Note:

- We obtain similar results if the light sources are fitted with colour filters.
- The wattage of the bulbs (for example 40 W) is an electric power and not a lighting power.
- It is also possible to work at a given distance D with bulbs of different electric power (25 - 40 - 60 - 75 - 100 - 150 W). In this case we measure the resistance R in function of the electric power of the bulb and the flux ϕ emitted.
- While taking a photo, the quantity of light that exposes the film is adjusted by the diaphragm; it varies with the area of the diaphragm thus with the square of the aperture. If the quantity of light is measured using a photoresistor, we deduce that its resistance is proportional to the value of the diaphragm (a reminder of these values: 16 - 11 - 8 - 5.6 - 4 - 2.8 - 1.4). This property is used in photography.

| | | |
|-------------|-------------|-------------|
| FIBROPTONIC | COLORIMETRY | SHEET 12 |
|-------------|-------------|-------------|

1 Purpose

To approximately determine the concentration of a coloured solution from a standard solution of known concentration.

2 Experiment no. 24

2.1 Equipment:

- Photoresistor module
- Ohmmeter
- Directive source of white light or laser
- Set of identical glass tanks
- Different solutions of potassium permanganate of concentrations between 10^{-4} and 10^{-1} mol/litre.

2.2 Set-up and experiment:

- Connect the ohmmeter to the black and yellow terminals of the photoresistor.
- Illuminate the photoresistor with the light beam
- Place a glass tank filled with a decimolar potassium permanganate solution (control solution) in the beam; measure the resistance R of the photoresistor (figure 28).
- Restart the operation with the other control solutions of up to 10^{-4} mol/l. Each time, check that the tank is perpendicular to the beam (for this, observe the laser's reflected spot) and that the distance from the source to the photoresistor is unchanged.
- Plot the curve of the resistance R in function of the concentration C .
- Pour the solution whose concentration needs to be determined into the glass tank, measure R , deduce C from the curve established earlier.

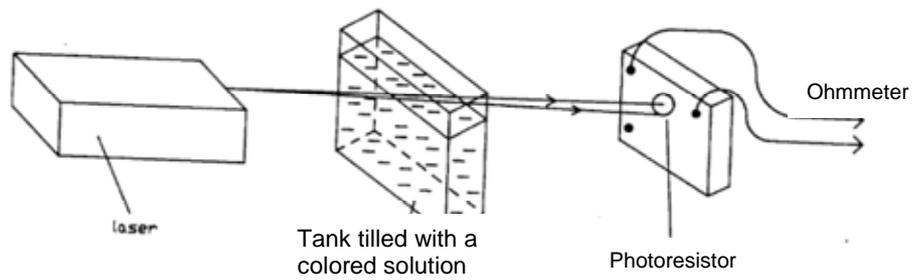


Figure 28: Determining the concentration of a coloured solution by absorption.

2.3 Note:

- The accuracy of the concentration is 5%.
- We also obtain good results with copper sulphate II solutions.
- If we rotate the tank around a vertical axis, the optical thickness as well as the absorption increases (Lambert's cosine law).
- If we use a laser, the distance between the laser and the photoresistor must be sufficient so that it illuminates a significant part of the photoresistor.
- Be careful of ambient light interference.

| | | |
|-------------|-------------------|-------------|
| FIBROPTONIC | CHEMICAL KINETICS | SHEET 13 |
|-------------|-------------------|-------------|

1 Purpose

To study the kinetics of the chemical reaction between potassium iodide and sodium peroxodisulfate solutions using photometric measurements.

2 Experiment no. 25

2.1 Equipment:

- Photoresistor module
- Ohmmeter
- Directive white light source or laser
- Set of identical glass tanks
- Potassium iodide solution of 0.5 mol/litre
- Sodium peroxodisulfate solution of 0.05 mol/litre.
- Stopwatch

2.2 Set-up:

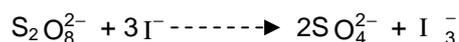
- Mix 250 ml of potassium iodide with 250 ml of sodium peroxodisulfate, the solution becomes yellow and then slowly turns brown with the formation of iodine (I_3 ions). Wait for about one hour (this depends on the ambient temperature). The solution obtained does not change anymore. We now prepare different control solutions of known concentration by dilutions: $a - 0.8 a - 0.6 a - 0.4 a - 0.2 a - 0.1 a - 0.05 a - 0.025 a$ etc. (a is the concentration of I_3 ions in the solution obtained earlier, that is 0.025 mol/litre. The volume of each solution is 50 ml.
- Connect the ohmmeter to the black and yellow terminals of the photoresistor
- Illuminate the photoresistor by the light beam (adjust the distance between the source and the photoresistor in such a way that the lighted area is not too small).
- Introduce the tank containing the control solution in the beam, for example one with a concentration of: $a = 0.025$ mol/l (refer to figure 28); measure the value of the resistance R of the photoresistor.
- Restart the operation with each of the control solutions by checking that there is no change in the relative arrangement of the beam, the tank or the photoresistor.
- Plot the curve representing R in function of the iodine concentration.

2.3 Experiment:

- Take a glass tank and pour 25 ml of peroxodisulfate solution in it.
- Prepare 25 ml of potassium iodide in a beaker.
- Place the tank filled with the solution under a light beam; reset the stopwatch.
- Quickly pour the contents of the beaker into the tank and start the stopwatch.
- As the solution becomes brown, the resistance read on the ohmmeter increases. Note down the times when the resistance passes from one of the values obtained in the absorption curve of the control solutions earlier.
- Thus, at these instances the concentration of iodine is well known. Now just plot the curve of the iodine concentration in function of time. As the iodine ions are initially in excess, the final iodine concentration tends towards a.

2.4 Note

- The equation of the reaction is:



- The temperature is a kinetic factor: the lower it is, the slower the change (try between 10° and 40°C), even if the critical value "a" is unchanged.
- We can also study the influence of the initial concentration of iodine or peroxodisulfate ions.
- This set-up also helps study kinetics of the reaction between hydrochloric acid and the thiosulphate ions.



or the action of oxalate ions on a potassium permanganate

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts à votre disposition du Lundi au Vendredi (8h30 à 17h30)

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge immédiatement votre appel pour vous apporter une réponse adaptée à votre domaine d'expérimentation : Sciences de la Vie et de la Terre, Physique, Chimie, Technologie .

Service gratuit *

0825 563 563 choix n° 3. **

* Hors coût d'appel : 0,15 € ttc / min. à partir d'un poste fixe.

** Numéro valable uniquement pour la France métropolitaine et la Corse.

Pour les Dom-Tom et les EFE, utilisez le + 33 (0)2 32 29 40 50

Aide en ligne : www.jeulin.fr

Rubrique FAQ



Rue Jacques-Monod,
Z.I. n° 1, Netreville,
BP 1900, 27019 Evreux cedex,
France

Tél. : + 33 (0) 2 32 29 40 00
Fax : + 33 (0) 2 32 29 43 99
Internet : www.jeulin.fr - support@jeulin.fr

Phone : + 33 (0) 2 32 29 40 49
Fax : + 33 (0) 2 32 29 43 05
Internet : www.jeulin.com - export@jeulin.fr

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017

Direct connection for technical support

A team of experts at your disposal from Monday to Friday (opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request immediately to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

Free service *

+ 33 (0)2 32 29 40 50**

* Call cost not included

** Only for call from foreign countries

