

## Générateur optique de signaux rectangulaires

### APPLICATION A LA MESURE DE LA CONSTANTE DE TEMPS D'UNE CELLULE PHOTORESISTANTE

par R. JOUANISSON,  
*Université de Clermont II,*  
24, rue des Landais, 63170 Aubière.

---

L'utilisation des photorésistances est désormais courante dans notre enseignement. Ces récepteurs sont beaucoup plus sensibles que les cellules à vide, par exemple, mais leur temps de réponse est assez élevé, de sorte qu'ils ne peuvent convenir pour certains usages.

Il est possible de mesurer ce temps de réponse de manière très simple en utilisant un matériel courant. La seule difficulté est d'obtenir un signal optique bien rectangulaire afin d'observer comment la cellule enregistre ce signal.

#### REALISATION D'UN GENERATEUR OPTIQUE DE SIGNAUX RECTANGULAIRES.

Il peut être obtenu très simplement en interceptant un faisceau laser par un disque de stroboscope mécanique comportant un certain nombre de trous circulaires et régulièrement répartis. Naturellement, on obtiendrait le même résultat avec les pales d'un ventilateur ou avec les dents d'une scie circulaire (neuve de préférence, à cause des dissymétries introduites par un affûtage éventuel). Les stroboscopes de nos collections sont équipés de dispositifs de freinage, de sorte que l'on peut faire varier la fréquence des impulsions lumineuses depuis quelques hertz jusqu'à une centaine de hertz.

Le disque que j'utilise a des trous de 12 mm de diamètre et la distance qui sépare deux trous consécutifs est de 136 mm, de sorte que la durée des éclairs représente environ le 1/11<sup>e</sup> de la période des éclairs.

En réalité, le faisceau laser a un diamètre d'environ 2 mm, de sorte que le temps de montée du signal est de l'ordre de 1/6<sup>e</sup> de la durée de ce signal (fig. 1).

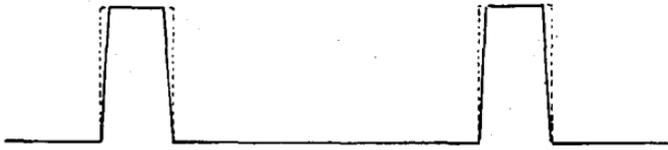


Fig. 1

Par exemple, lorsqu'on opère à la fréquence  $f = 100$  Hz, la durée du temps de montée est  $\frac{1}{6} \frac{1}{11} \frac{1}{100} = 1,52 \times 10^{-4}$  s.

Il est possible d'améliorer ce dispositif. D'autre part, il est souhaitable d'obtenir un faisceau élargi pour éclairer par exemple deux cellules simultanément. Une solution consiste alors à focaliser le faisceau laser en S, dans le plan du disque, grâce à un objectif de microscope peu grossissant (mais une simple lentille de 10 cm de distance focale peut convenir).

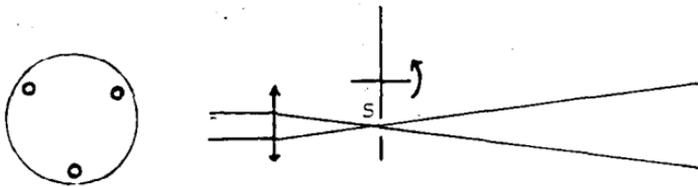


Fig. 2

L'image S n'est pas aussi petite qu'on pourrait l'espérer, non pas à cause des aberrations de l'instrument (elles sont très réduites étant donné qu'on respecte bien les conditions de GAUSS) mais par suite de la divergence du faisceau laser (liée à la diffraction) qui est de quelques  $mrd$ . Aussi avec une lentille de distance focale  $f = 100$  mm, pour un faisceau laser de divergence  $\alpha = 3 \times 10^{-3} rd$ , la dimension de l'image S sera de l'ordre de grandeur de :

$$d = f\alpha = 100 \times 3 \times 10^{-3} = 0,3 \text{ mm}$$

et le temps de montée calculé précédemment (pour un faisceau de 2 mm de large) sera 6,7 fois plus court. Ce temps de montée

ne représentera que  $\frac{1}{40}$  de la durée du signal. A l'oscilloscope,

on verra un signal, s'il est correctement transmis, parfaitement rectangulaire. On observera ce signal en plaçant convenablement dans le faisceau une cellule sensible à la lumière rouge du laser et dont le temps de réponse est très petit vis-à-vis de la fréquence

des signaux ; c'est le cas d'une *photodiode*. Le signal est analysé à l'aide de l'oscilloscope ( $Y_1$ ) en prélevant une tension aux bornes d'une résistance  $R_1$  (voir fig. 4) du circuit d'alimentation de cette cellule ( $C_1$ ).

### MESURE DE LA CONSTANCE DE TEMPS D'UNE PHOTORESISTANCE.

On analyse à l'oscilloscope ( $Y_2$ ) le signal prélevé aux bornes d'une résistance  $R_2$  du circuit d'alimentation de la cellule ( $C_2$ ). On règle les amplificateurs (continus) de manière qu'en fréquence nulle, les deux signaux (1) et (2) aient même amplitude, puis on fait varier la fréquence. On observe les aspects suivants pour la courbe (2) correspondant à ( $C_2$ ) (voir fig. 3) [(2') correspond à une fréquence plus élevée que (2)].

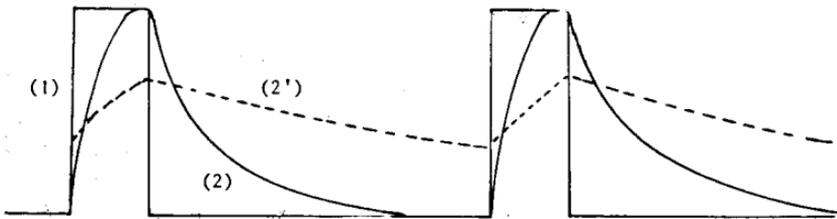


Fig. 3

Pour une fréquence suffisamment élevée, la photorésistance donne un courant continu qu'on peut comparer au cours moyen calculé.

On ne manquera pas d'observer l'analogie qui existe entre cette cellule et la rétine de l'œil.

Pour calculer l'ordre de grandeur de la constante de temps  $\tau$  de la cellule, on admettra que la courbe est une exponentielle. La tension observée est alors de la forme :

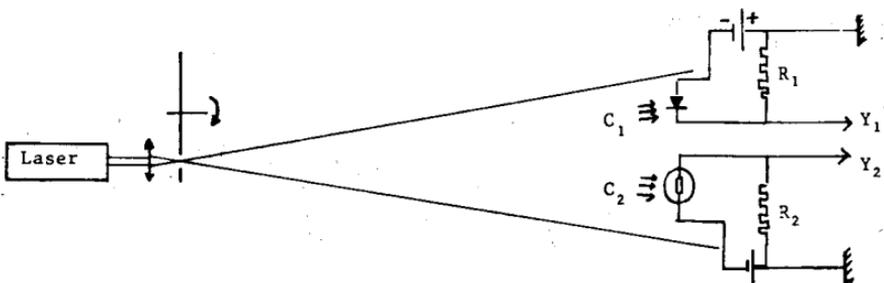


Fig. 4

$$V = V_0 e^{-t/\tau} \quad \tau = \frac{t}{\ln V_0/V}$$

Pour faire une mesure, on règle la fréquence à une valeur convenable et on utilisera l'étalonnage de l'oscilloscope pour mesurer le temps.

Avec une cellule au sulfure de Cd (sensible à la lumière rouge du laser), nous avons trouvé  $\tau$  de l'ordre de  $50 \times 10^{-3}$  s. Le temps correspondant à la montée n'est pas le même que le temps correspondant à la descente. Avec la photodiode qui a servi pour l'analyse du signal, on trouve que la constante de temps *est très inférieure* à la durée minimale du signal qui, dans notre cas, était de l'ordre de  $10^{-3}$  s.

---