

Visualisation à l'ordinateur de signaux de très basse fréquence

par Jean-Pierre LECARDONNEL et Patrice BOTTINEAU
Lycée Louis Le Grand - 75000 Paris

RÉSUMÉ

L'article de R. BOUDIÉ, publié dans le B.U.P. n° 784 de mai 1996 (page 937) présente un intéressant dispositif électronique permettant de «conditionner» le signal issu d'un capteur, en éliminant les parasites et la composante continue. Nous avons de notre côté conçu et mis au point un dispositif réalisant les mêmes opérations, mais d'organisation légèrement différente. Notre objectif était d'enregistrer à l'ordinateur différents signaux, notamment issus de capteurs optiques, et visualisés habituellement sur table traçante. La difficulté principale est alors la suivante : ces signaux présentent des variations faibles, de fréquence extrêmement basse (de l'ordre du hertz), sur un fond continu important. C'est le cas par exemple lorsqu'on cherche à enregistrer l'éclairement au centre du système d'anneaux fourni par un interféromètre de Michelson. Une amplification de ces signaux à l'état brut amplifie la composante continue, ce qui provoque la saturation de la carte d'acquisition. Par ailleurs, toute tentative d'élimination par filtrage de la composante continue élimine du même coup... le signal lui-même !

1. PRINCIPE

L'idée que nous avons mise en œuvre est donc, comme c'est aussi le cas dans le dispositif présenté par R. BOUDIÉ, d'éliminer la composante continue par soustraction. Cependant, dans notre dispositif, le signal soustrait est extrait du signal lui-même, ce qui permet d'éliminer automatiquement et sans retouche les effets éventuels de dérive lente. Les parasites de fréquence supérieure à une vingtaine de hertz sont éliminés par simple filtrage. Le diagramme fonctionnel est celui de la figure 1.

Le dispositif comporte deux potentiomètres de réglage, l'un pour la compensation de la composante continue, l'autre pour le gain. Seul le signal issu directement du capteur est dirigé vers le montage.

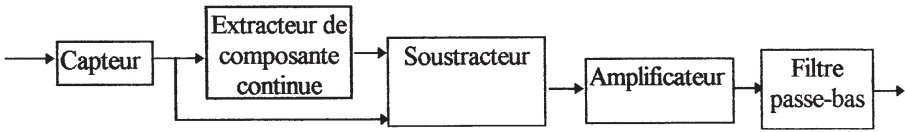


Figure 1

2. SCHÉMA ÉLECTRIQUE (figure 2)

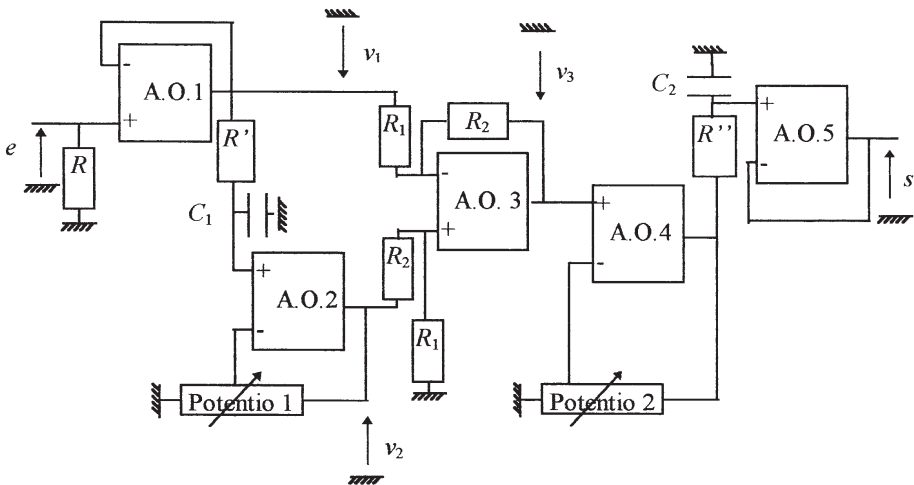


Figure 2

Nous avons adopté les valeurs suivantes :

$$R = 1 \text{ M}\Omega \quad ; \quad R' = R'' = 100 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_1 = 12 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega \quad ; \quad C_1 = C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$$

Les deux potentiomètres de réglage sont de 10 k Ω , et de dix tours.

- L'A.O.1 constitue un suiveur d'entrée, la résistance R permettant d'admettre les courants comme grandeurs d'entrée. Deux voies apparaissent à la sortie de cet A.O. :
 – sur la première, l'A.O.2 associé à R' et C₁ constitue un filtre passe-bas : seule la composante «continue» apparaît en sortie de cet A.O., sous forme de la tension v₂. Le potentiomètre 1 permet de régler l'importance de celle-ci. Elle est alors appliquée à l'une des entrées du soustracteur ;

– sur la seconde voie, la tension de sortie v_1 de l'A.O.1 est directement appliquée à l'autre entrée du soustracteur.

• L'A.O.3 associé aux résistances R_1 et R_2 est un soustracteur pondéré fournissant la tension :

$$v_3 = v_2 - \frac{R_2}{R_1} v_1$$

Le choix (empirique) d'un coefficient $\frac{R_2}{R_1}$ légèrement inférieur à l'unité permet de disposer d'une certaine souplesse de réglage du potentiomètre 1.

- L'A.O.4 est un simple amplificateur non inverseur.
- L'A.O.5 réalise le filtrage passe-bas final.

3. APPLICATIONS

Ce dispositif nous a donné toute satisfaction pour réaliser différentes manipulations : étude de la figure de diffraction d'une fente, effet Doppler, étude du doublet jaune du mercure, ou de la bande passante d'un filtre interférentiel (avec un interféromètre de Michelson), relevé point par point du champ magnétique entre deux bobines de Helmholtz. Pour les deux premières manipulations, nous utilisons le mouvement du bras d'une table traçante analogique, en mode «balayage», pour réaliser le déplacement souhaité (photodiode pour la diffraction, émetteur d'ultrasons pour l'effet Doppler), mais d'autres supports paraissent envisageables. Le cas de la diffraction est intéressant : nous obtenons à l'ordinateur une vérification quantitative des lois (largeur et importance relative des maxima ; voir figure 3) bien meilleure que lors du tracé classique à la table, et plus aisée grâce aux possibilités de l'outil informatique (sur le document, l'intensité mesurée a été «réduite» à sa valeur maximale).

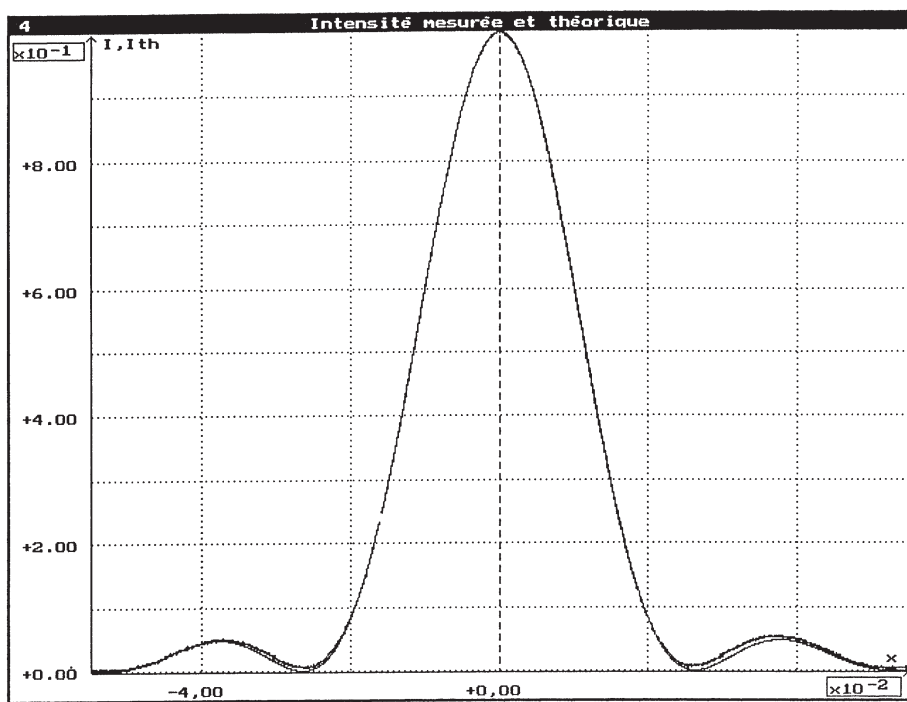


Figure 3

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier René MICHALET de nous avoir fourni ce document.