

## CHAPITRE XI

### LE MODULE FILTRE UNIVERSEL

Disons tout d'abord un mot de l'utilité de ce module. Il réalise la fonction que l'on appelle « formants » dans les orgues électroniques, c'est-à-dire qu'il sépare le fondamental et les harmoniques d'un signal, ou bien coupe ces mêmes harmoniques à partir d'un certain rang. Cela pour la sortie passe-bas. La sortie passe-haut effectue l'opération inverse : on peut ne conserver que les harmoniques d'un signal et ainsi ajouter du « brillant » au son.

La sortie passe-bande est moins utile dans le cas qui nous occupe. Elle sert seulement pour sélectionner une bande étroite de fréquences parmi le signal que fournit un générateur de bruit. En particulier, une bande étroite centrée dans le grave extraite d'un bruit blanc a un son très particulier, assez indescriptible (une sorte de halètement), et qui peut être intéressant.

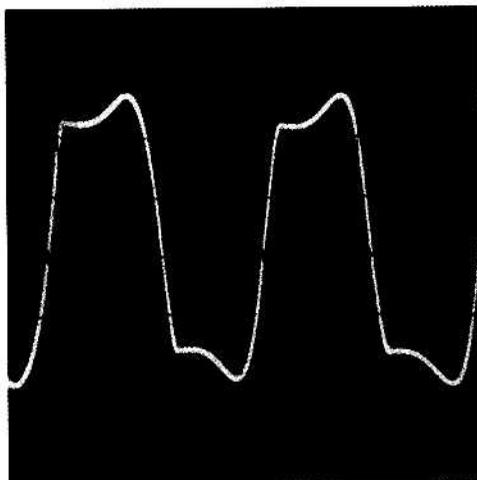


Photo 1. — Signal carré filtré par un passe-bas ( $Q = 1,5$ ).

La photo 1 montre le signal carré issu d'un VCO, passé par le filtre et recueilli à la sortie passe-bas. On voit que les coins sont arrondis et le temps de montée augmenté, ce qui montre que les harmoniques supérieures du

signal ont été éliminés. (Il s'agit ici de rectangulaires à 500 Hz, le filtre étant réglé à 2500 Hz). Les ondulations qui sont visibles sur les parties plates du carré sont dues à la résonance du filtre. Cette résonance est mesurée par un nombre que l'on nomme « facteur de surtension » du filtre et que l'on note usuellement  $Q$ . Un filtre possédant un  $Q$  élevé résonne après l'application d'une impulsion électrique, exactement comme une cloche résonne après le choc du battant.

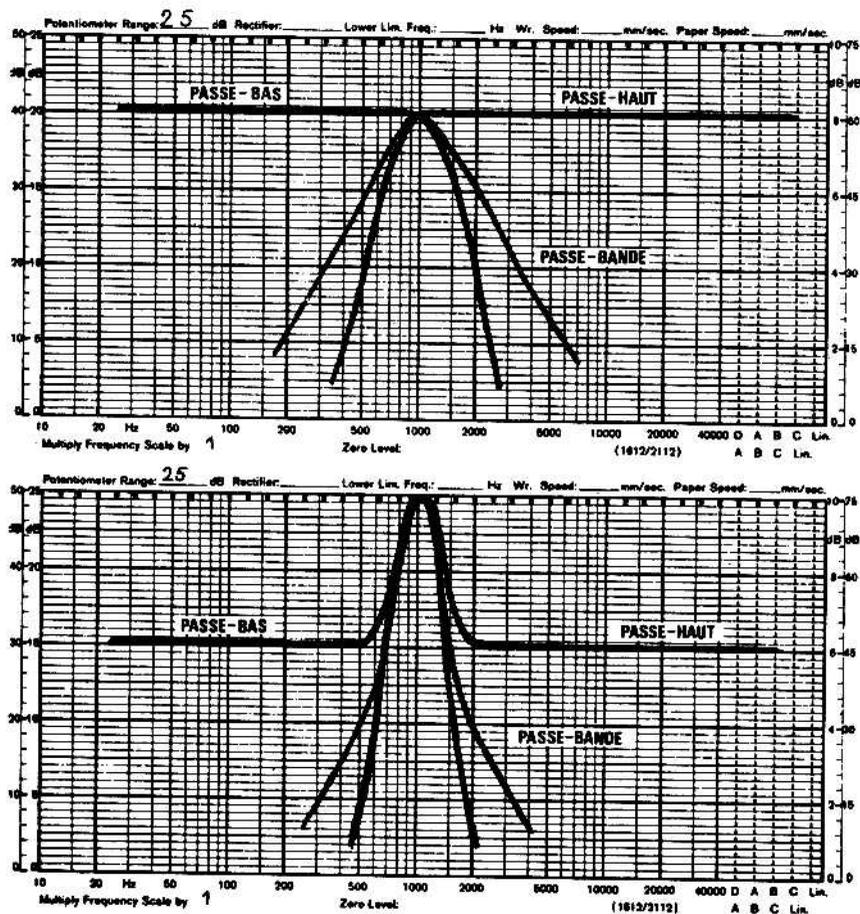


Fig. 1. — Courbes de réponse en amplitude du filtre universel avec un  $Q$  de 1. Courbe de réponse en amplitude du filtre universel avec un  $Q$  de 3.

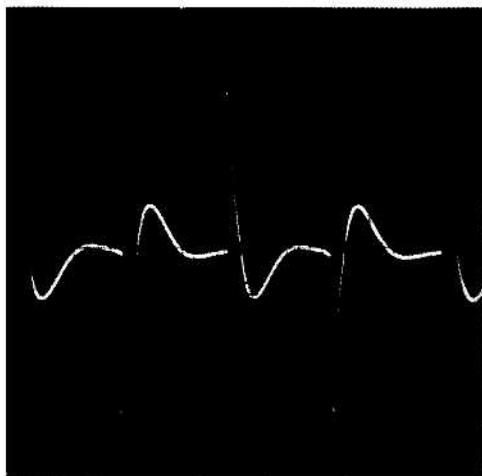
La *photo 1* a été prise avec un  $Q$  de 1,5, ce qui est déjà relativement résonnant, comme on peut le voir.

La *photo 2* montre le même signal passé par le filtre passe-haut ( $Q = 1,5$ ). On remarquera que seuls les fronts rapides sont transmis.

La bande passante la plus plate possible est obtenue quand  $Q = 0,7$ .

Un filtre ne résonne plus si son  $Q$  est inférieur à 0,5.

Ceci est montré également par les courbes de la *figure 1*.



*Photo 2. — Signal rectangulaire filtré par un filtre passe-haut ( $Q = 1,5$ ).*

## Schéma

La *figure 2* donne le schéma complet du filtre. Nous y voyons essentiellement trois amplificateurs opérationnels en cascade (tous du type habituel : 741).

La conception de ce filtre est issue de la théorie des fonctions de transfert, sujet qui n'est pas très simple et dont nous ferons grâce aux lecteurs.

Par contre, on peut facilement voir que le premier AOP :  $IC_1$ , est monté en amplificateur différentiel et sommateur. En effet, il calcule la différence entre une fraction réglable par le pont  $R_2$ - $R_4$  de la réponse passe-bande présente à la sortie de  $IC_2$  d'une part, et la somme de la tension d'entrée et de la réponse passe-bas présente à la sortie de  $IC_3$  d'autre part.

D'après la théorie citée plus haut, il synthétise ainsi une réponse passe-haut dont nous pouvons bénéficier à une des sorties du module.

On montre que pour passer d'une réponse passe-haut à une réponse passe-bande, il suffit d'opérer une intégration. C'est ainsi que IC<sub>2</sub> est monté en intégrateur classique, sa constante de temps vaut P<sub>1</sub>C<sub>1</sub>. De la même façon, si l'on intègre une seconde fois avec la même constante de temps (donc P<sub>2</sub>C<sub>2</sub> = P<sub>1</sub>C<sub>1</sub>), on obtient une réponse passe-bas. L'intégrateur utilisé alors est IC<sub>3</sub> monté d'une manière en tout point identique à IC<sub>2</sub>.

Nous avons choisi C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub>.

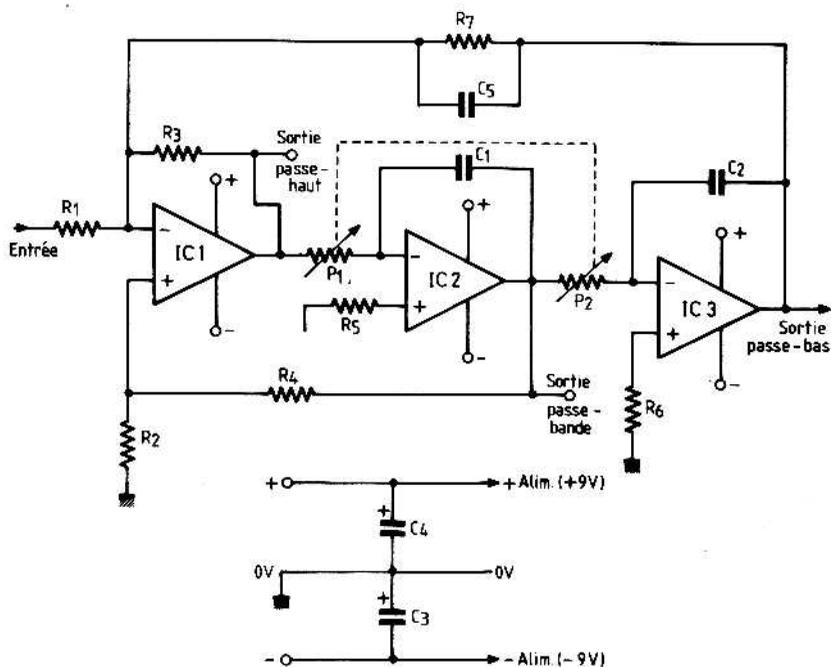


Fig. 2

Dans ces conditions, la fréquence de résonance du système est déterminée par le potentiomètre double P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>, qui devra être du type logarithmique, si l'on veut obtenir une variation de fréquence progressive. (Notons à ce propos que si ce résultat n'est pas obtenu, c'est que le potentiomètre a été branché à l'envers, il convient dans ce cas de brancher le fil qui aboutissait à une extrémité de cette piste. Ceci sur les deux moitiés du potentiomètre et sans toucher aux fils des curseurs).

## La réalisation pratique

Le dessin du circuit imprimé est donné *figure 5* et l'implantation des composants *figure 6*.

Les plans de perçage du boîtier sont donnés *figures 3 et 4*.

### Nomenclature des composants

R <sub>1</sub> : 10 kΩ 1/2 W	C <sub>3</sub> : 10 μF/16 V
R <sub>2</sub> : 10 kΩ 1/2 W	C <sub>4</sub> : 10 μF/16 V
R <sub>3</sub> : 10 kΩ 1/2 W	C <sub>5</sub> : 82 pF
R <sub>4</sub> : voir tableau	1C <sub>1</sub> = 1C <sub>2</sub> = 1C <sub>3</sub> : μA741, SFC2741
R <sub>5</sub> : 10 kΩ 1/2 W	P <sub>1</sub> = P <sub>2</sub> : potentiomètre double 47 kΩ log + bouton
R <sub>6</sub> : 10 kΩ 1/2 W	Fiches : 2 Cinchs double, 2 DIN
R <sub>7</sub> : 10 kΩ 1/2 W	3 broches
C <sub>1</sub> : 10 nF	1 boîtier Teko 4B : (140 × 72 × 44)
C <sub>2</sub> : 10 nF	

### Remarque :

Réglage du Q du filtre universel.

Il peut se faire en modifiant R<sub>4</sub>, selon le tableau ci-dessous.

Q = 0,5	R <sub>4</sub> = 4,7 kΩ
Q = 0,7	R <sub>4</sub> = 12 kΩ
Q = 1	R <sub>4</sub> = 22 kΩ
Q = 3	R <sub>4</sub> = 82 kΩ

un Q faible donne un son « mat »

un Q élevé un son « timbré » par une tonique à la fréquence de réglage du filtre.

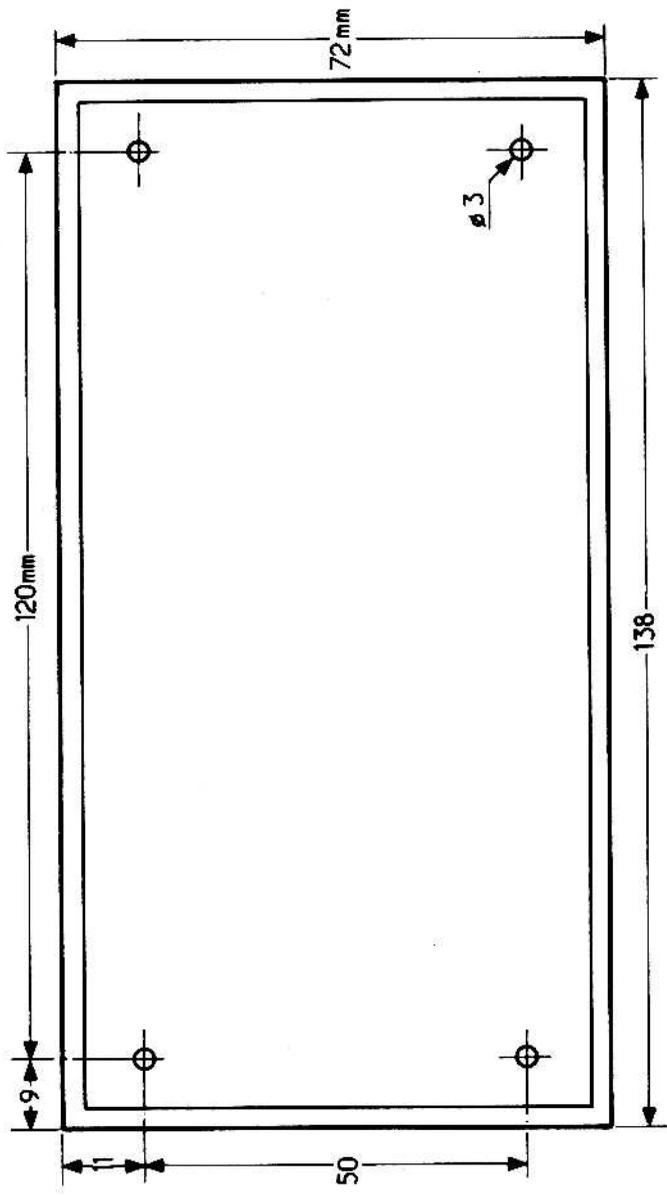


FIG. 3

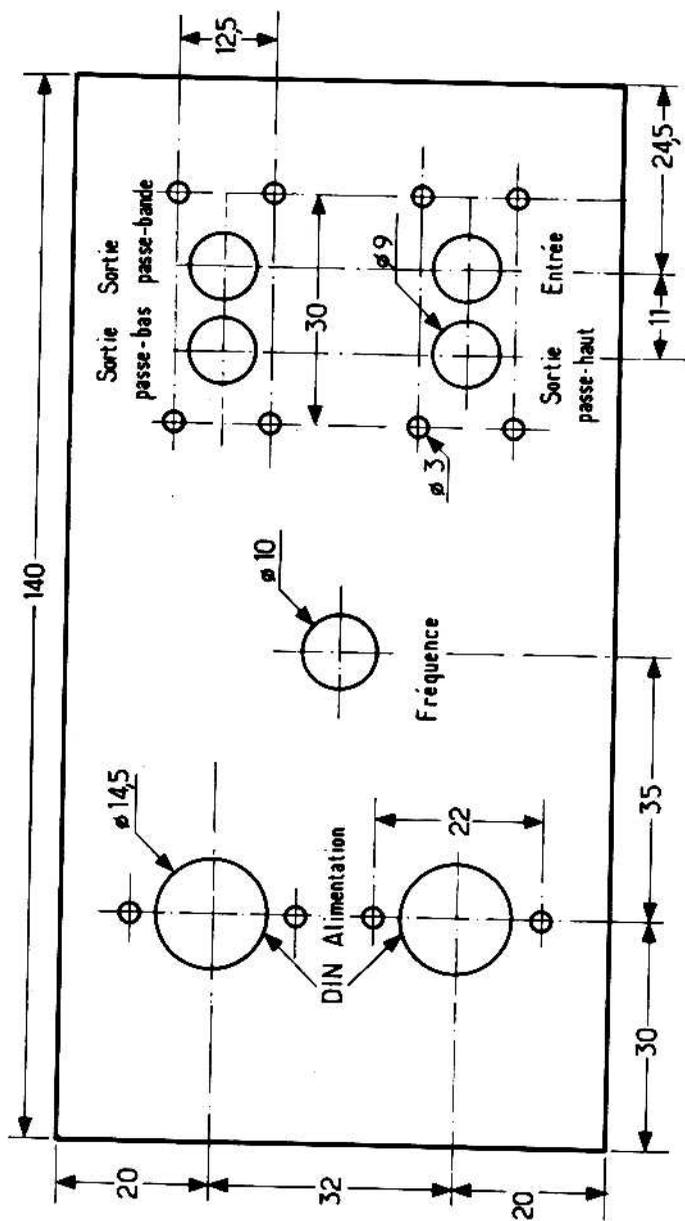
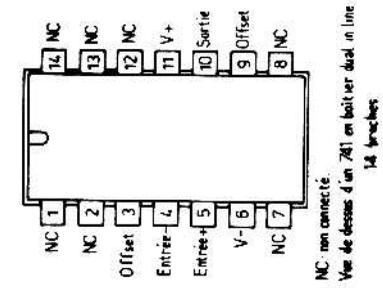


Fig. 4



NC: non connecté.  
 Voir de dessus 4 en 741 en boîtier dual in line  
 14 broches

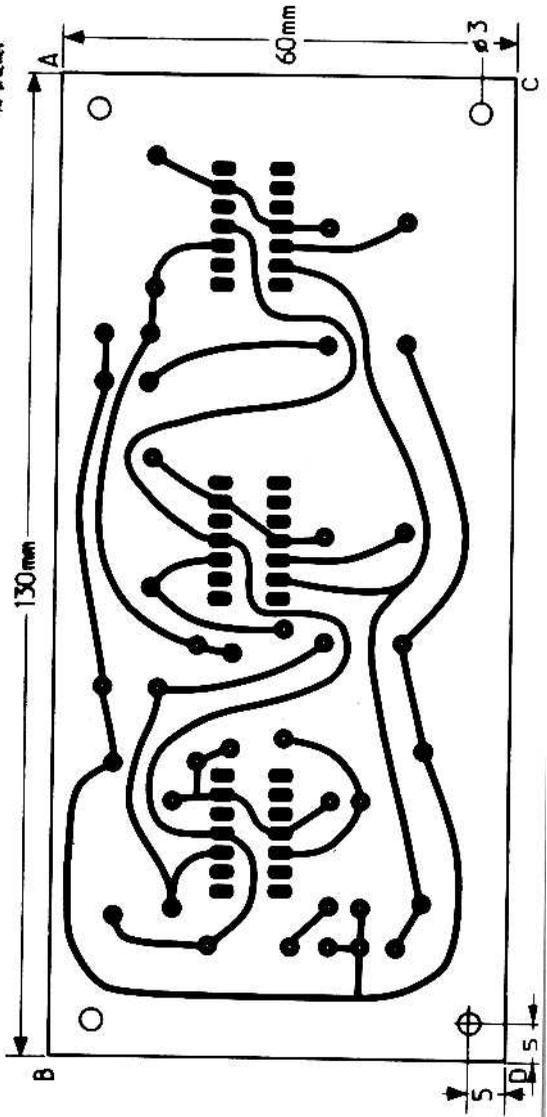
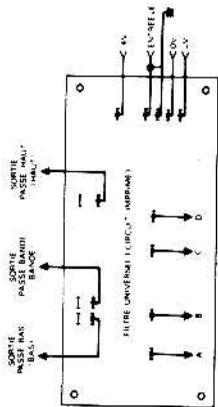
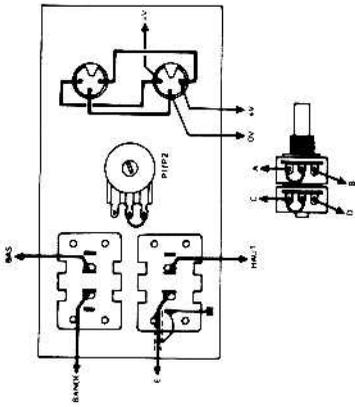


Fig. 5

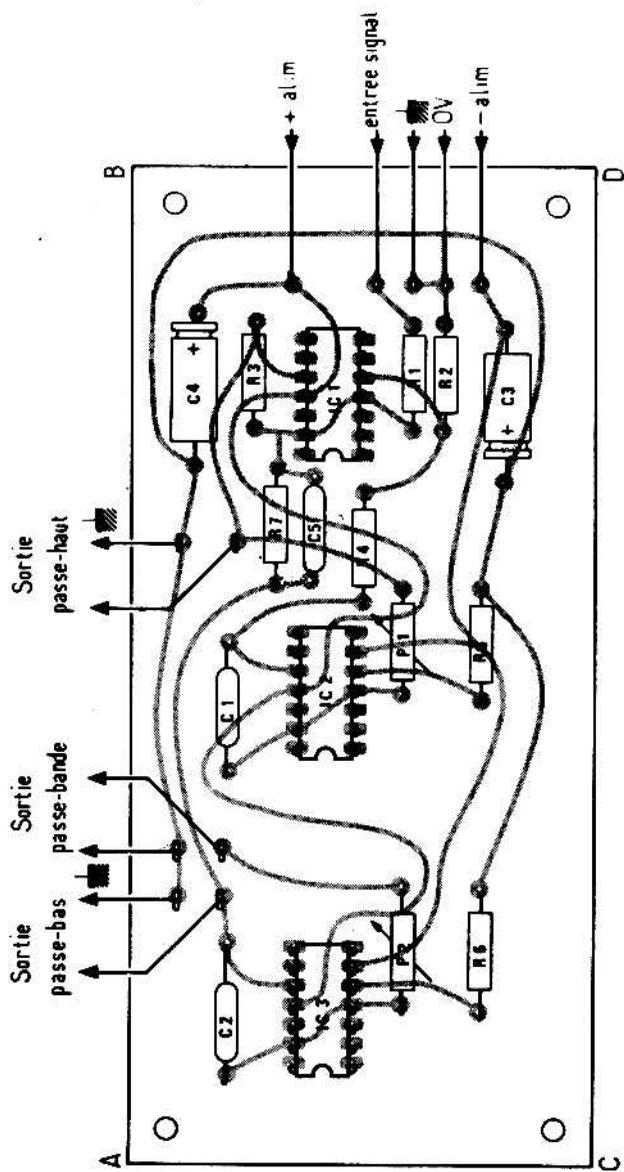


Fig. 6