

CHAPITRE IX

LE MODULATEUR ÉQUILIBRÉ

Pour bien comprendre la différence entre un VCA et un modulateur équilibré, il faut faire appel à quelques considérations théoriques, mais simples.

Un modulateur d'amplitude ordinaire (VCA), traite deux signaux d'entrée, l'un est la « porteuse », à fréquence assez élevée, l'autre le signal de modulation, de fréquence plus basse. A la sortie, on trouve le signal porteur, mais son amplitude n'est plus constante, elle varie comme la forme de la tension de modulation.

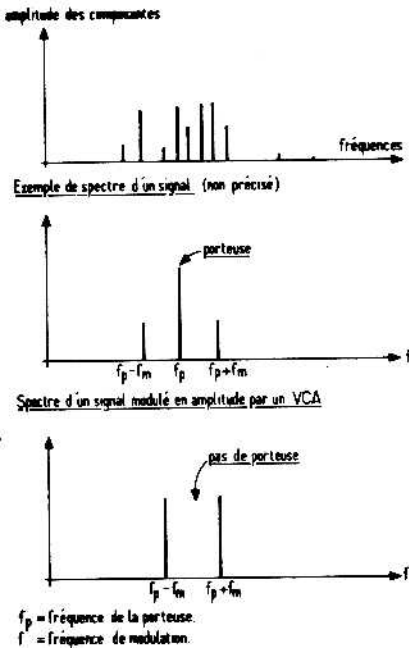


Fig. 1. — Spectre d'un signal modulé en amplitude par un modulateur équilibré.

Comme nous l'avons vu au *chapitre 1*, n'importe quel signal se reproduisant de façon périodique peut être considéré comme composé de la somme de tensions sinusoïdales dont les fréquences et les amplitudes sont déterminées : on peut les représenter sous forme de spectre (*fig. 1*).

Dans le cas de la modulation équilibrée, les différences sont frappantes avec la modulation d'amplitude ordinaire : une modulation « équilibrée » supprime la fréquence porteuse, il ne subsiste que les bandes latérales.

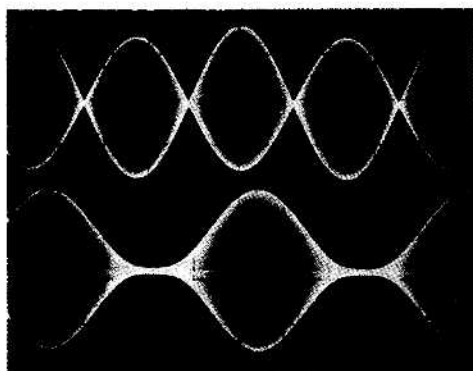


Photo 1. - Comparaison entre un signal modulé en amplitude par le VCA (avec la porteuse) et le signal issu du modulateur équilibré (sans porteuse). Ceci avec les mêmes signaux comme porteuse et comme modulation.

C'est pourquoi on l'appelle également « modulation à suppression de porteuse ». Le nom de « modulateur en anneau » se rapporte à une ancienne méthode utilisant un anneau de quatre diodes appairées et des transformateurs de précision, qui servait à obtenir cet effet.

On peut également voir la différence sur la *photo 1*.

Le schéma

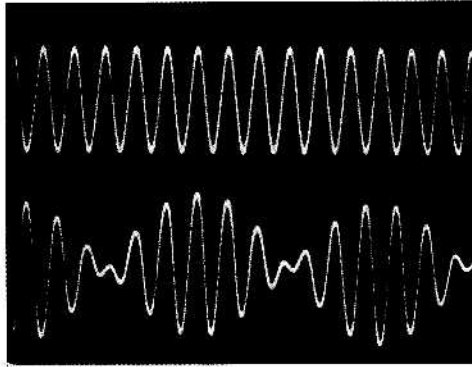
Il n'est pas simple de réaliser un modulateur équilibré bon marché avec des composants très courants ; aussi avons-nous été contraints d'employer un circuit intégré prévu spécialement pour cet usage. L'inconvénient est qu'il n'est pas très facile à trouver. Les lecteurs intéressés devront en passer la commande à leur revendeur qui se le procurera lui-même auprès d'un distributeur Signetics. Il s'agit d'un circuit N5596 Signetics. A noter qu'il existe des équivalences chez d'autres constructeurs, mais les brochages ne sont pas compatibles, si bien que seul ce type est utilisable sans modification du circuit imprimé.)

Passons à l'examen du schéma proprement dit (*fig. 2*).

L'entrée de la fréquence porteuse est suivie d'un étage tampon à AOP, tout comme l'entrée de la fréquence de modulation. Ces étages n'ont pas

Photo 2. — Signal issu du modulateur équilibré alimenté par une porteuse à 1000 Hz et une modulation à 100 Hz :

- en haut : la porteuse
- en bas : le signal de sortie.



pour but d'amplifier (ils atténuent même), mais d'adapter l'impédance sur chaque entrée (qui doit être élevée pour assurer la compatibilité des modules) au circuit N5596 (qui est faible). Les deux AOP utilisés ne sont pas du type 741 comme nous en avons pris l'habitude, mais sont constitués chacun par un demi 747. Le 747 n'est ni plus ni moins qu'un double 741, d'où gain de place !

Les liaisons vers le N5596 sont assurées par C_1 et C_2 , puisque l'on n'a à transmettre que des fréquences audibles.

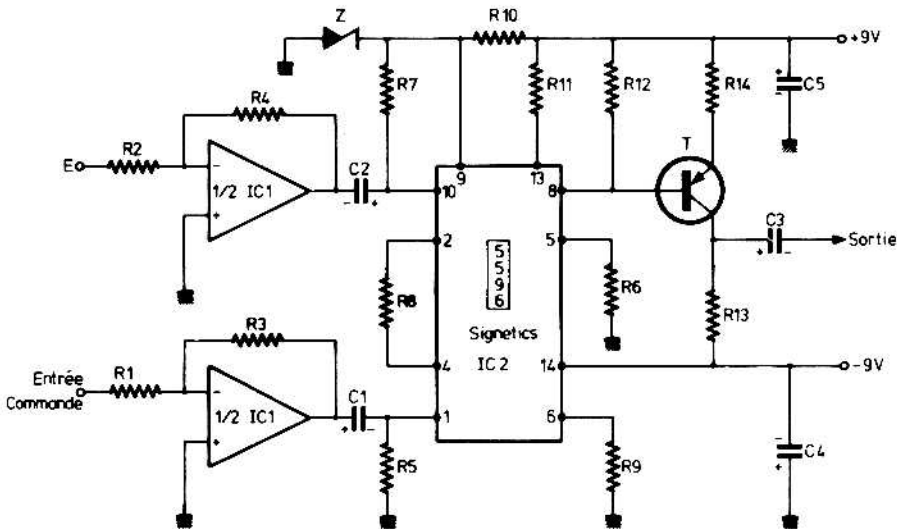


Fig. 2

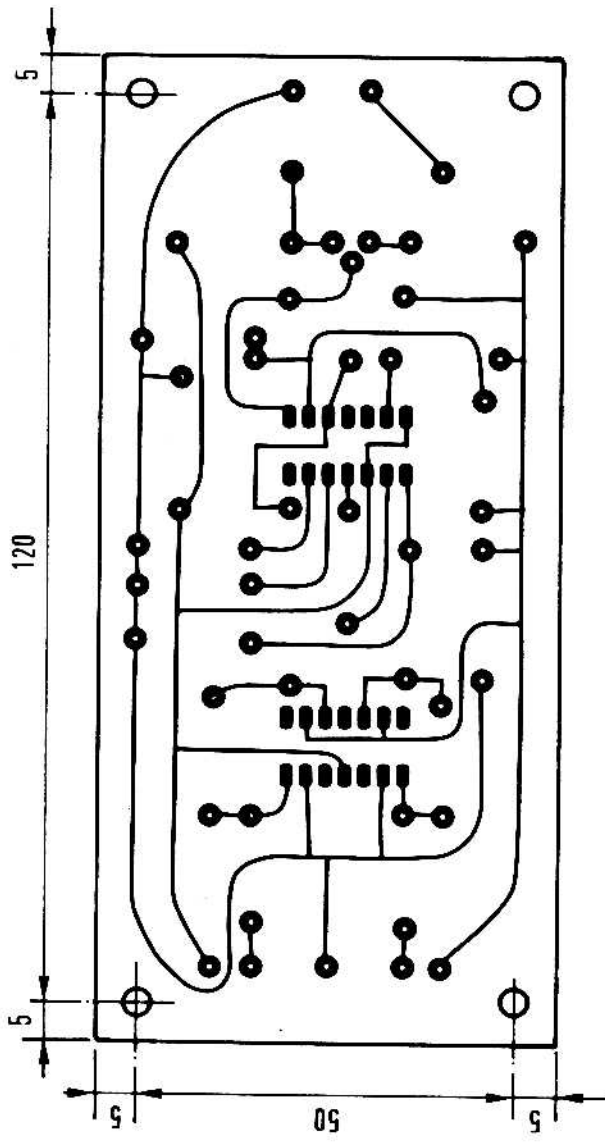


fig. 3

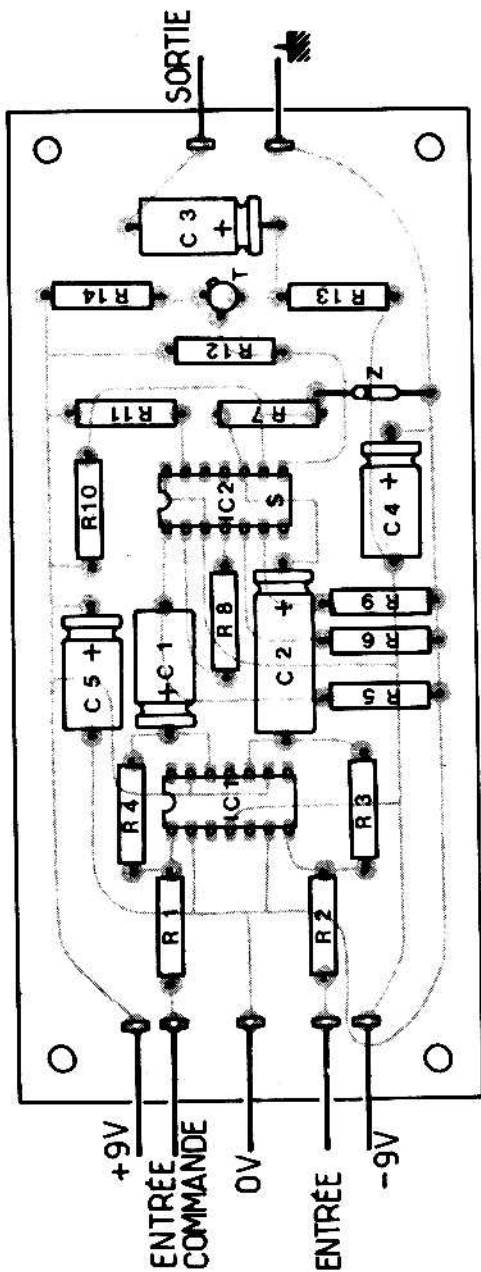


Fig. 4

La structure interne de IC₂ est sans importance pour l'utilisateur (il s'agit d'étages différentiels multiples). R₁₁ et R₁₂ sont les résistances de charge des étages de sortie de IC₂. Les tensions qui apparaissent aux broches 8 et 13 sont symétriques, si bien que nous n'en prenons qu'une en compte : la tension sur la broche 8 est appliquée à la base du transistor T, dont le gain est fixé à deux, ceci pour obtenir une valeur suffisante de la tension de sortie. La liaison vers la prise Cinch de sortie s'effectue par C₃.

On peut voir *photos 1 et 2*, les signaux obtenus quand les deux entrées sont alimentées par des signaux sinusoïdaux de fréquences différentes.

(On peut bien entendu envoyer n'importe quelle forme de signal sur chacune des entrées, ce qui permet des trouvailles intéressantes...).

Montage du module

Il se fait dans un coffret en alliage léger Teko 4B, comme la plupart des autres éléments du synthétiseur, tandis que le plan de perçage du boîtier et celui de câblage sont respectivement visibles *figures 3 à 6*.

Nomenclature des composants

R ₁ : 33 k Ω (orange, orange, orange)	R ₁₂ : 3,9 k Ω (orange, blanc, rouge)
R ₂ : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)	R ₁₃ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
R ₃ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)	R ₁₄ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R ₄ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)	
R ₅ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)	C ₁ , C ₂ : 22 μ F/10 V
R ₆ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)	C ₃ : 10 μ F/10 V
R ₇ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)	C ₅ , C ₄ : 10 μ F/10 V
R ₈ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)	IC ₁ : SN72747, μ A 747
R ₉ : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)	T : 2N2907
R ₁₀ : 470 Ω (jaune, violet, marron)	Z : zener 4,7 V, 250 mW
R ₁₁ : 3,9 k Ω (orange, blanc, rouge)	IC ₂ : N5596
	2 DIN 3 broches
	1 Cinch simple
	1 Cinch double
	1 coffret Teko 4B.

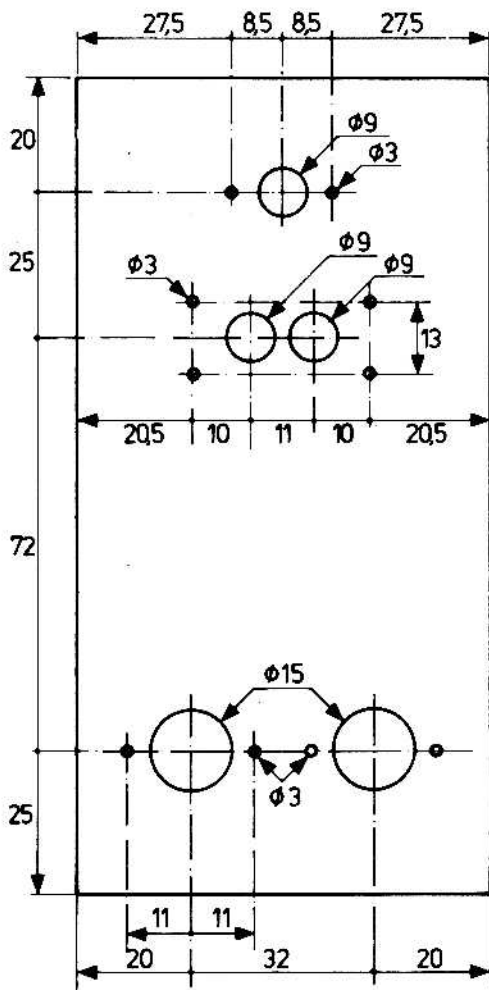


fig. 5

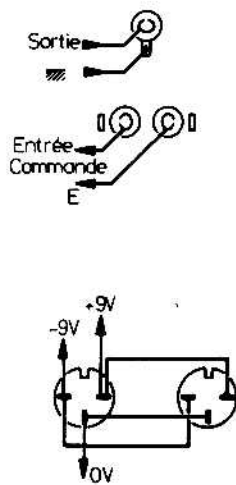


Fig. 6