



MINIATURISATION D'UNE CHAÎNE DE DÉTECTION ACOUSTIQUE

par

Robert POUJOIS *

et

Roger LECLERCQ **

I. INTRODUCTION

La miniaturisation de circuits analogiques est moins simple que celle de circuits numériques.

Le circuit analogique doit être sensible, précis, adapté au signal, et ceci nécessite des composants de haute qualité qui rendent le montage hybride.

II. QUELQUES LIMITATIONS DANS LA MINIATURISATION.

II.1. Dissipation.

Pour un certain volume et un mode de refroidissement donné, on accepte un certain nombre de watts dissipés dans ce volume ; par exemple, dans un cube fermé et sans ventilation forcée à l'extérieur on obtient une élévation de température intérieure de 50 °C par rapport à l'ambiante pour 10 watts dissipés.

Il faut donc évaluer la puissance minimale nécessaire pour le bon fonctionnement du circuit analogique, en chaque point de la chaîne, pour que le signal ne soit pas gêné par le bruit de fond électronique ou par d'autres parasites ; ceci conduit à utiliser des amplificateurs qui peuvent transmettre une certaine puissance.

Il faut d'autre part une certaine puissance dissipée dans les éléments actifs que nous utilisons, pour que leur fonctionnement soit correct.

II.2 Volume des composants.

Les éléments actifs ne posent pas de problème en général car les éléments passifs occupent souvent un volume plus important. On a de plus la possibilité d'utiliser les éléments semiconducteurs sans leurs boîtiers.

Dans les éléments passifs, on peut être gêné par les condensateurs de forte valeur, par les selfs, par les potentiomètres ; pour les condensateurs on ne peut pas espérer un gain de volume très important, étant donné les limitations imposées par les diélectriques.

III. TECHNOLOGIE UTILISÉE POUR LA RÉALISATION DE LA CHAÎNE DE DÉTECTION.

— Des amplificateurs intégrés bouclés par des éléments passifs très stables permettent de réaliser

sous faible volume l'amplification et le filtrage.

— Des transistors à effet de champ spécialement triés nous ont permis de réaliser des contrôles de gain identiques par paire.

— Les éléments passifs de grande précision sont réalisés par dépôts sous vide sur substrat de céramique

$$\begin{aligned} R &: 5 \text{ k}\Omega/\text{mm}^2, \\ C &: 1 \text{ 200 pF}/\text{mm}^2. \end{aligned}$$

(ces condensateurs ne sont pas encore industrialisés).

Montages.

La chaîne passive qui sera décrite par la suite a été réalisée avec des amplificateurs intégrés en boîtier plat et des transistors à effet de champ doubles, en boîtier TO18. Une première couche d'interconnexions était réalisée par dépôt sur la céramique sur laquelle sont évaporés les résistances et les condensateurs ; la deuxième couche d'interconnexion est réalisée par un circuit imprimé sur lequel sont soudés à l'étain les éléments actifs.

Dans les réalisations futures, nous prévoyons un certain nombre de modifications, notamment : l'utilisation systématique d'éléments non enrobés ou non encapsulés, ces protections n'étant pas nécessaires, étant donné l'enrobage qui est de toute façon fait sur l'ensemble. Par exemple, les amplificateurs intégrés sans boîtier pourraient être collés directement sur les substrats et les interconnexions seraient réalisées par soudure à l'ultrason.

Les condensateurs non enrobés et sans fils de sortie seraient soudés directement à la plaque chauffante sur le substrat de céramique.

Les potentiomètres seront si possible remplacés par des résistances fixes dont la valeur aura été ajustée en usine.

IV. RÉSULTATS DES ESSAIS SUR PROTOTYPE.

IV.1. Préamplificateur.

Le schéma est donné figure 1.

Caractéristiques générales.

— le gain du préamplificateur est réglable entre 20 dB et 40 dB ;

* Ingénieur au Centre d'Études Nucléaires de Grenoble.

** Ingénieur Principal du Génie Maritime.

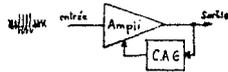
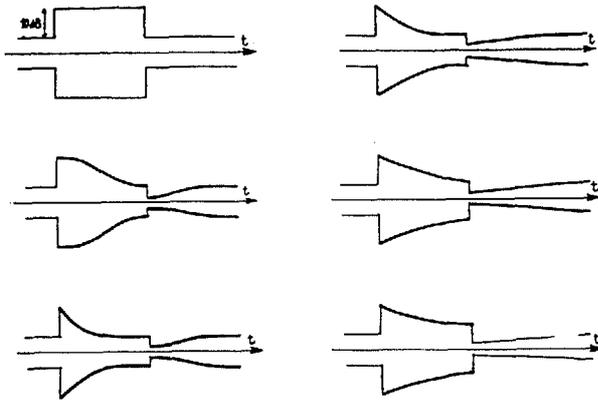


FIG. 14. — Contrôle de gain, temps de réponse.

b) Temps de réponse :

le temps de réponse pour une variation de 10 dB du signal d'entrée est d'environ 10 ms. L'allure de la réponse en fonction du niveau d'entrée est donnée figure 14. Volume : 12 cm³ (5 × 2,5 × 1 cm).

IV.4. Corrélateur.

Le schéma est donné figure 15.

a) En guidage (avec déphaseur).

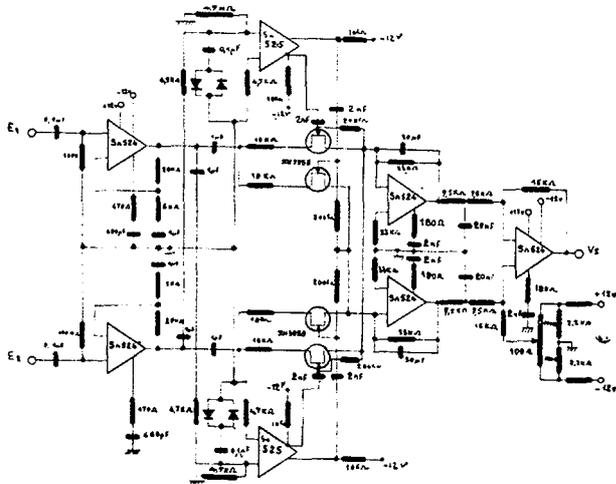


FIG. 15. — Corrélateur.

La courbe donnant la tension de sortie en fonction du retard τ entre les signaux d'entrée (aléatoires gaussiens) est donnée figure 16. Pour un retard nul, on observe un faux zéro qui peut être annulé par action sur un potentiomètre. La variation de ce faux zéro en température est donnée figure 17.

b) En détection (sans déphaseur).

Les courbes donnant la tension de sortie du corrélateur en fonction du coefficient de corré-

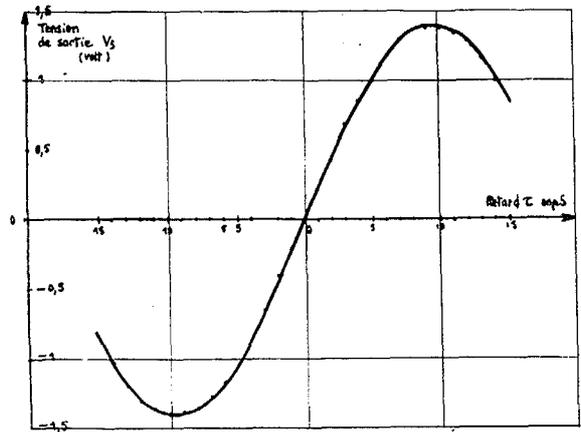


FIG. 16. — Corrélateur, étude avec déphaseurs, fréquence 20 kHz.

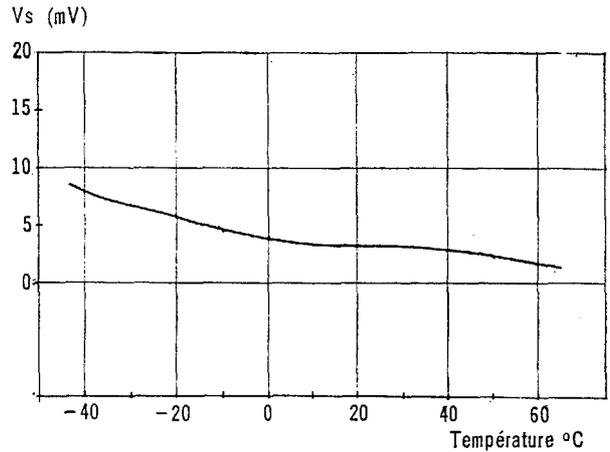


FIG. 17. — Corrélateur, dérivé en température (faux zéro en sortie).

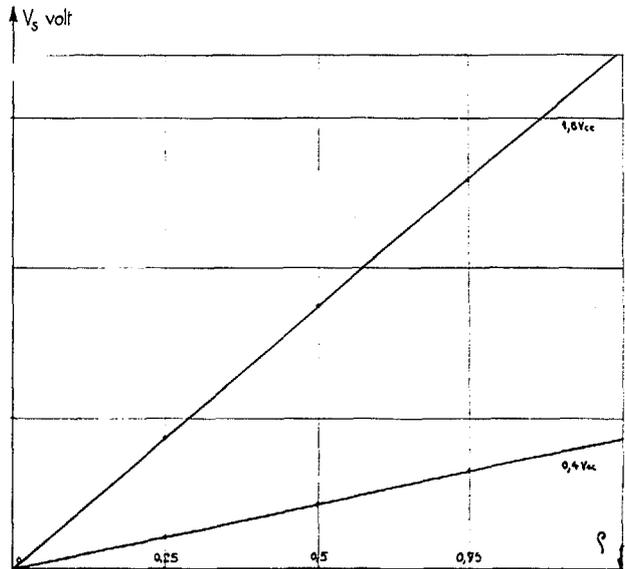


FIG. 18. — Corrélateur, variation de la tension de sortie avec le coefficient de corrélation (signaux d'entrée gaussiens filtrés à 20 kHz).

tion ρ entre signaux aléatoires sont représentées figure 18. Volume : 12 cm³ (5 × 2,5 × 1 cm).