

4<sup>F</sup>

SUISSE : 4,60 FS  
 ITALIE : 750 Lires  
 ALGERIE : 4 Dinars  
 TUNISIE : 400 Mil.  
 BELGIQUE : 40 FB

# LE HAUT-PARLEUR

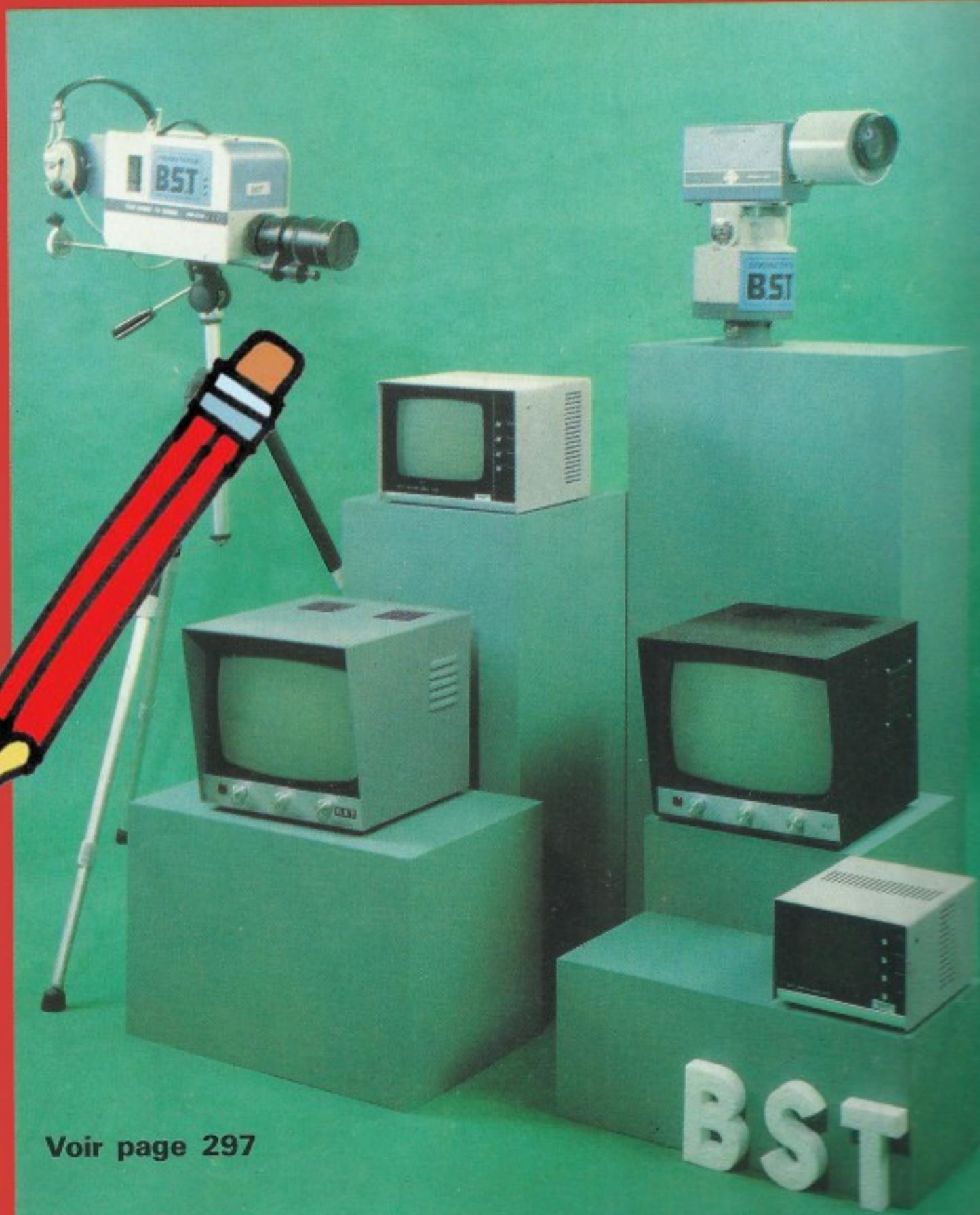
*Journal de vulgarisation*

## RADIO TÉLÉVISION

### Dans ce numéro

- Clignotant de signalisation routière.
- Minivoc générateur de signaux sinusoïdaux et rectangulaires.
- Étude de l'oscilloscope MABEL ME114.
- Dispositif d'alarme à rayons infrarouges.
- Un orgue digital.
- Un mélangeur à trois voies équipé d'un CI TAA521.
- A-B-C : les thyristors.
- Variateur de vitesse pour essuie-glaces.
- Modernisation d'un oscilloscope.
- Contrôleur de pose pour tirages monochromes et couleur.
- Récepteur de signaux horaires.
- L'émetteur de radiocommande UK300 en kit.
- La chaîne PHILIPS RH802.
- Mesure de la puissance HF de sortie d'un émetteur.

Voir sommaire détaillé page 106



Voir page 297

**374 PAGES**

# Récepteur de signaux horaires

**B** IEN que ce soient les émetteurs de signaux horaires de la gamme des ondes courtes qui soient les plus connus, ce sont ceux travaillant sur ondes longues qu'on reçoit le plus facilement en France, car il suffit d'un bâtonnet de ferrite comme collecteur d'ondes. Les plus confortablement captés sont ceux de 60 kHz (Grande-Bretagne), de 75 kHz (Suisse) et de 77,5 kHz (Allemagne). L'article ci-dessous traite de la construction, relativement simple, d'un récepteur spécial, pouvant capter deux fréquences mentionnées. Auparavant, il sera question de la nature des signaux horaires, et de leur utilisation.

## UNE ERREUR D'UNE SECONDE EN MILLE SIÈCLES

La fréquence porteuse de la station DCF 77 (77,5 kHz), et les signaux horaires qu'elle diffuse, sont garantis avec une précision de  $3 \times 10^{-13}$ . Cela correspond à une erreur maximale de 10  $\mu$ s par an, et, si votre montre était aussi précise, il vous faudrait attendre 100 000 ans, avant qu'elle n'avance ou retarde d'une seule seconde, par rapport à l'étalon du Bureau International de l'Heure. Les deux autres stations travaillent avec une précision du même ordre.

Le « programme » diffusé par les trois stations n'est identique qu'en ce qui concerne les tops des secondes, lesquels durent 100 ms et sont émis en modulation négative. Cela veut dire que ces « tops » sont, en fait, des absences d'émission, et ce n'est que pendant les 900 ms qui séparent deux tops consécutifs, que la porteuse est rayonnée. Au minutes pleines, l'émetteur britannique s'interrompt pendant

1100 ms, la station suisse émet un top supplémentaire (distant de 100 ms du top annonçant la première seconde de chaque minute, alors que le code allemand procède par suppression du top de la 59<sup>e</sup> seconde de chaque minute. Sur 60 kHz, la dixième seconde (de chaque minute) est annoncée par une série de tops doubles, alors qu'on reçoit actuellement sur 77,5 kHz (le code a souvent été modifié dans le passé) deux tops prolongés (à 200 ms) à la 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> seconde. L'heure pleine ne semble être signalée que sur 75 kHz, et ce par un top triple.

En principe, tous ces émetteurs travaillent jour et nuit. Néanmoins, des interruptions ont été constatées, sur les trois fréquences, ainsi que des perturbations de toute sorte, surtout la nuit. A ce propos, la figure 1 montre des enregistrements rendant compte de deux nuits particulièrement « agitées », choisis dans une série d'observations d'une durée totale d'un mois environ. Ces enregistrements ont été pris avec une première version du récepteur décrit plus loin, moins sensible que la version définitive. Ils ont été effectués dans la région parisienne, où la station allemande est reçue, le jour avec une intensité de 10 dB environ supérieure à celle des deux autres, peu différentes quant à leur champ de réception. Des mesures effectuées en Vendée ont, d'ailleurs, donné des résultats identiques.

Les enregistrements de la figure 1 ne concernent que les stations de 75 et de 77,5 kHz. Ils ont été effectués avec un seul récepteur dont le bâtonnet de ferrite a été orienté de façon que toutes deux soient reçues avec des intensités à peu près équivalentes. Toutes les 50 secondes environ, le récepteur a été commuté d'une fréquence à

l'autre, à l'aide d'un multivibrateur qui, accessoirement, délivrait une tension de décalage (séparation des traces) à l'enregistreur. Les signaux reçus sur 75 kHz sont représentés en haut de chaque bande d'enregistrement, ceux de 77,5 kHz en bas, le niveau de zéro, diffère du fait du décalage mentionné, étant indiqué à gauche, sur chaque bande. La vitesse d'avancement du papier d'enregistrement était de 3 cm à l'heure, ce qui conduit à 120 traits au millimètre, pour les tops des secondes. Ils apparaissent donc comme des « pavés » sur l'enregistrement, et du fait de la constante de temps de l'enregistreur, l'amplitude de ces « pavés » ne correspond qu'à 1/3 environ de l'excursion totale, pour un top de 100 ms. A l'époque de l'enregistrement, le code des signaux sur 77,5 kHz (lignes du bas) comportait 4 tops de 200 ms, chaque minute. Puisque la constante de temps de l'enregistreur implique une conversion durée-amplitude, ces tops prolongés se manifestent, sur l'enregistrement, comme des prolongements vers les bas des « pavés ».

La première ligne de l'enregistrement montre que, le 28-6-1972, peu avant 18 h, l'émission sur 75 kHz (en haut) a été arrêtée. Jusqu'à 18 h 30 environ, l'enregistrement ne rend compte que de fortes perturbations industrielles. Ces perturbations n'apparaissent pas sur le tracé du bas, du fait de limitation opérée dans le récepteur. Vers 22 h, la propagation devient excellente sur 77,5 kHz, et les signaux sont reçus avec forte intensité. Sur 75 kHz, brève remise en service vers 22 h, puis perturbations atmosphériques visibles jusqu'à 23 h environ. L'émission est alors définitivement rétablie, mais les conditions de propagation

restent assez mauvaises, notamment entre 1 h et 2 h. Sur 77,5 kHz, trou de propagation vers 2 h 30. Entre 6 h et 18 h, la réception était parfaitement régulière sur les deux fréquences. La partie correspondante de l'enregistrement n'a donc pas été représentée dans la figure 1 dont les deux dernières lignes ne rendent compte que de la nuit suivante. On voit que ce sont, cette fois, les signaux de 75 kHz qui n'ont subi que des accidents mineurs de propagation, alors que le niveau de ceux de 77,5 kHz était souvent très proche de zéro. Ces conditions sont, cependant, exceptionnelles. Il est donc pratiquement exclu que, à un moment donné, aucun des deux émetteurs ne puisse être reçu.

## UTILISATION DES SIGNAUX HORAIRES

Les émissions horaires sont essentiellement destinées à des applications scientifiques. Mais cela n'empêche pas que l'horloger, ou même le simple particulier, puissent également s'en servir. Elles peuvent déjà être utilisées pour un simple réglage de chronomètre, bien qu'il existe, pour cela, des appareils (périodemètre) permettant un travail nettement plus rapide, tout en étant d'un prix de revient beaucoup plus élevé que le récepteur décrit.

L'intérêt des signaux horaires réside surtout dans le réglage après contrôle de fonctionnement pendant une journée, une semaine, ou plus, d'utilisation normale. Il existe actuellement des pendulettes à quartz qui sont capables d'une précision d'une minute par an, à condition qu'on les règle bien en fonction du cycle de température qu'elles doivent subir. Or, une minute par an, cela correspond à moins

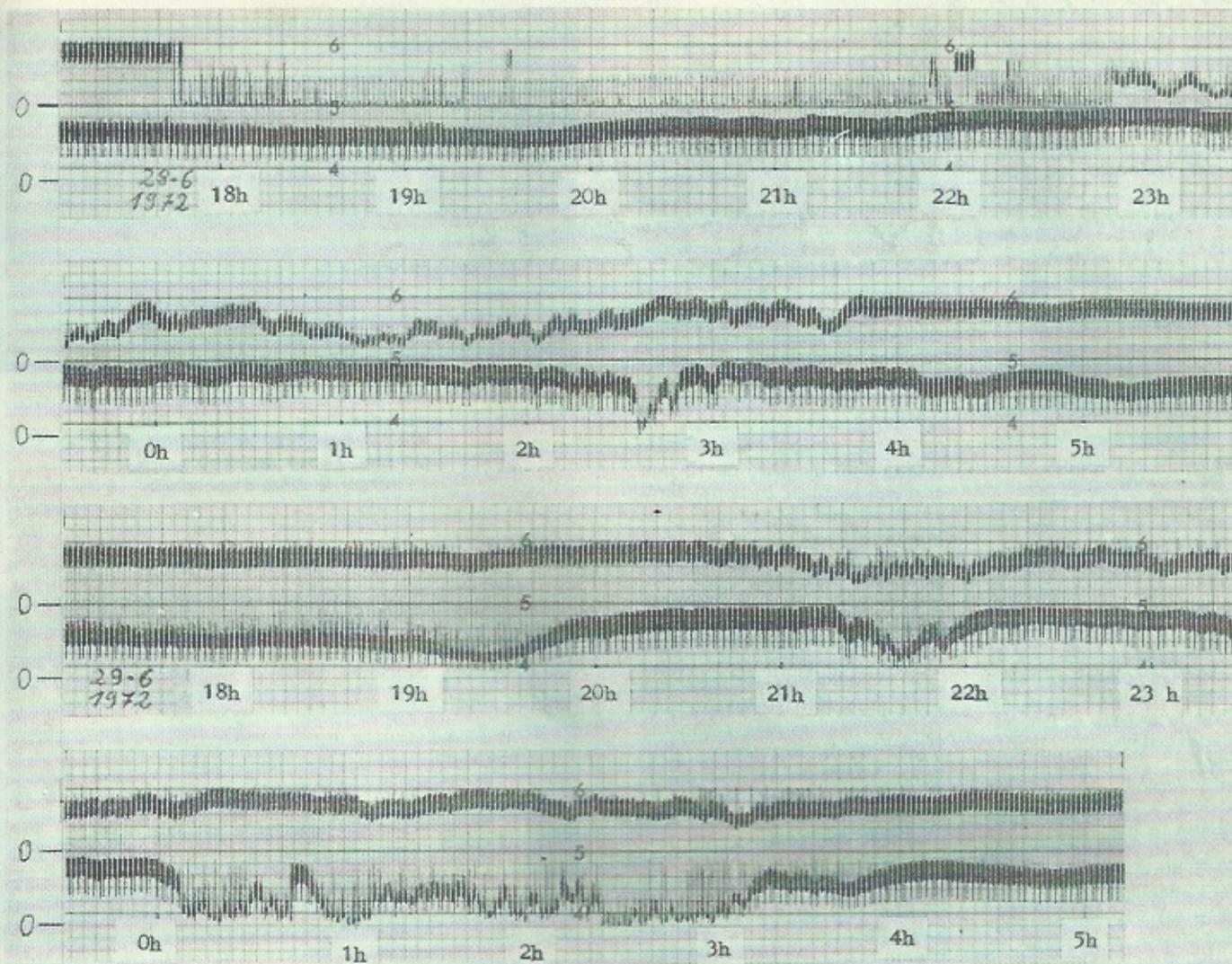
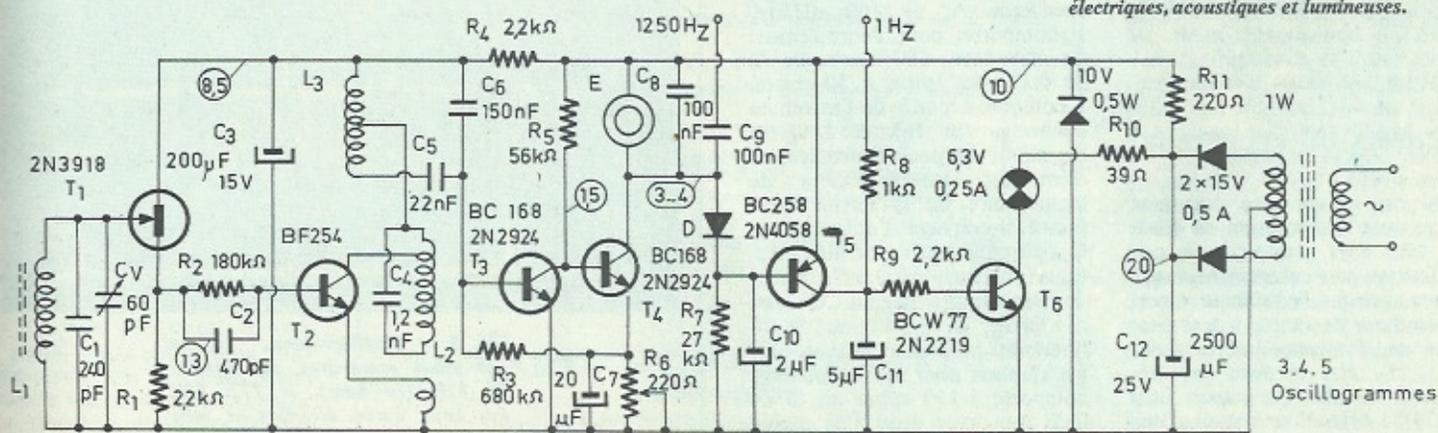


Fig. 1. — Irrégularités de fonctionnement et de propagation lors de la réception des signaux horaires sur 75 et sur 77,5 kHz.

Fig. 2. — L'oscillateur local du récepteur étant à fréquence fixe, l'un des deux émetteurs est reçu sur le battement supérieur, l'autre sur le battement inférieur. Les signaux horaires sont convertis en impulsions électriques, acoustiques et lumineuses.



de 0,2 s par jour. Un tel écart est facile à apprécier, si on dispose d'un oscilloscope bicourbe, sur l'écran duquel on compare les signaux horaires aux impulsions « seconde » fournies par le diviseur de fréquence du chronomètre à régler. En étalant la base temps, la méthode permet d'apprécier facilement un écart de moins de 10 ms. Cependant, la méthode ne permet que difficilement d'apprécier un écart supérieur à une seconde, car l'image oscilloscopique est la même pour 0,2, 1,2, 2,2, etc., secondes d'écart.

Cette incertitude peut être évitée par une méthode, d'ailleurs nettement moins coûteuse, et qui consiste à alimenter une petite ampoule par les tops horaires. Elle s'allumera donc, toutes les secondes pendant une durée qui, du fait de la constante de temps de filament, est un peu inférieure à 100 ms. On la fixe sur le cadran du chronomètre à régler, au-dessus du chiffre « 12 », par exemple, et ce de façon que la trotteuse passe, toutes les minutes, en dessous de l'ampoule. On observera alors une brève projection d'une ombre sur le cadran, et l'emplacement de cette ombre pourra être repéré avec une assez grande précision. Le procédé revient donc à « photographier » la trotteuse à un instant très précis, et si on reprend une telle « photographie » au bout d'un nombre quelconque de minutes entières, il est parfaitement possible d'apprécier un décalage de l'ordre de 0,1 s. De plus, il est très facile d'observer la position de la trotteuse au moment où le signal horaire annonce la minute pleine, et de déterminer ainsi tout décalage supérieur à une seconde. Avec un peu d'habitude, on peut même utiliser l'effet stroboscopique de l'ampoule clignotante pour régler un chronomètre mécanique ou électromécanique. Pour cela, on éclaire avec l'ampoule une pièce en mouvement rapide (balancier), et on ajuste le mouvement de façon que cette pièce paraisse immobile.

#### SCHEMA DU RECEPTEUR

Si on se contente des deux fréquences de réception de 75 et de 77,5 kHz, on arrive à une réalisation particulièrement simple si on applique le principe superhétérodyne de façon à travailler avec une fréquence intermédiaire de 1,25 kHz, et avec une fréquence fixe de l'oscillateur local de 76,25 kHz. Pour passer d'une fréquence de réception à l'autre, il suffit alors de modifier l'accord

de l'antenne de ferrite, car  $75 + 1,25 = 76,25$  kHz. On peut procéder de même pour un récepteur captant 60 et 77,5 kHz, en adoptant une fréquence intermédiaire de 8,75 kHz.

La sélectivité image risquant de ne pas être excellente, dans le cas d'une fréquence intermédiaire aussi basse, on a intérêt à soigner la qualité du bobinage du collecteur d'ondes. Ce bobinage a été réalisé sous forme de deux enroulements juxtaposés et connectés en série, chacun étant large de 15 mm environ et comportant 180 spires (en couches superposées de spires jointives) en fil divisé de 20 brins de 0,05 mm. Le support de ce bobinage est un bâtonnet de ferrite à fentes longitudinales (trèfle) d'un diamètre de 10 mm et d'une longueur comprise entre 15 et 20 mm (Ferroxcube 3D3, Siferrit 550 M 25, ou matériau équivalent). Le coefficient de surtension sera supérieur à 400, soit une réjection de la fréquence image d'au moins 22 dB, et plus de 30 dB, si on tient compte de l'effet d'orientation du collecteur d'ondes. Cela est largement suffisant pour l'application prévue, où rien de bien gênant ne résulte de la perturbation d'un signal horaire par un autre signal horaire. De toute façon, on pourra toujours s'accorder sur le plus fort des deux.

Dans le récepteur (Fig. 2), l'enroulement du collecteur d'ondes ( $L_1$ ) est connecté sur le gate d'un transistor à effet de champ ( $T_1$ ), lequel, travaillant en drain commun, possède une résistance d'entrée négative, d'où augmentation légère de la sélectivité du circuit d'entrée. La polarisation de l'étage de conversion ( $T_2$ ) est obtenue par  $R_2$ , et, au besoin, on devra en modifier la valeur de façon à obtenir un courant continu de collecteur ( $T_2$ ) de 0,5 mA environ.

Le bobinage oscillateur ( $L_2$ ) a été réalisé sous forme d'un pot de ferrite 14/8 (Ferroxcube 3HI ou Siferrit N22), inductance spécifique  $A_2 = 100$  nH/sp<sup>2</sup>. Il comporte, pour l'enroulement de collecteur, 180 spires de fil de 0,12 mm (prise à 30 spires, à compter à partir de l'extrémité connectée sur  $L_3$ ), et 2 spires du même fil pour l'enroulement d'émetteur. Le coefficient de température de la ferrite étant positif, il convient d'utiliser, pour  $C_4$ , un condensateur à film plastique (polycarbonate), à coefficient de température négatif. Un pot de ferrite de 18/11 ou 18/14 (matériau indifférent,  $A_1 = 400$ ) est à utiliser pour  $L_3$ . Le bobinage comporte 1 150 spires en fil de 0,08 mm avec prise à la moitié de ce nombre. Il est accordé, par  $C_5$ ,  $C_6$  sur 1,25 kHz, et l'impré-

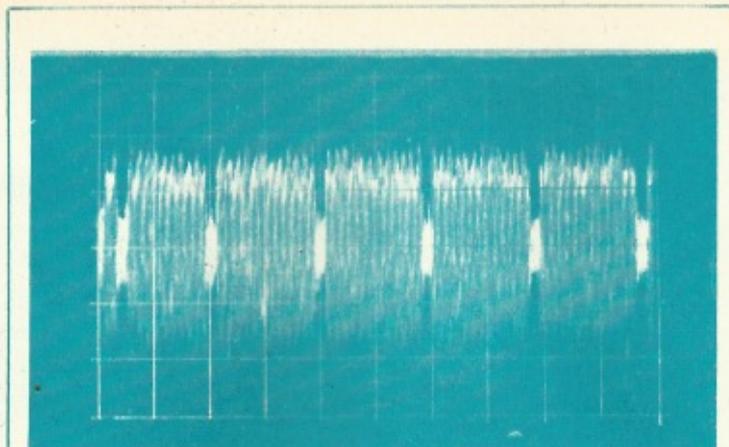


Fig. 3. — Tension FI lors de la réception (avec perturbation exceptionnellement forte) de l'émetteur de 75 kHz. Le top double (à gauche), marque le début d'une minute.

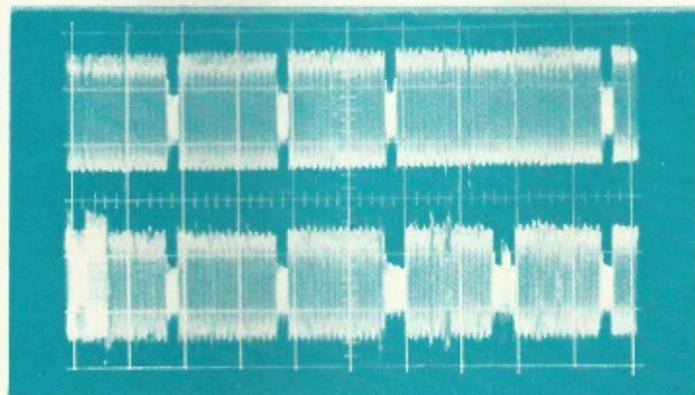


Fig. 4. — Signaux reçus sur 77,5 kHz, à la sortie de l'amplificateur FI. La 5<sup>e</sup> seconde de chaque minute correspond à une absence de top (en haut), tandis que les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> secondes sont signalées par des tops prolongés (en bas).

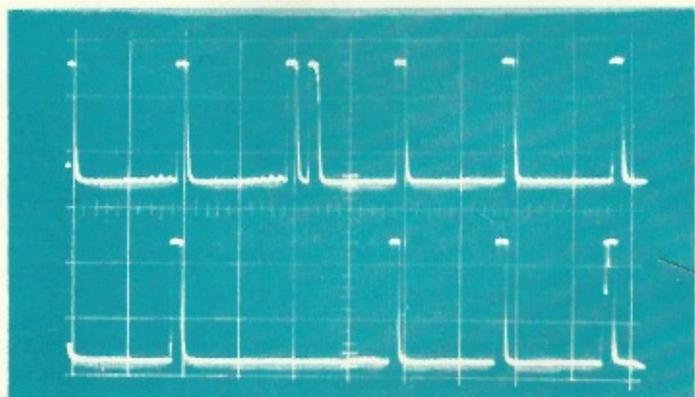


Fig. 5. — Oscillogramme, obtenu par prises successives, des signaux 75 kHz (en haut), et 77,5 kHz (en bas), après détection et mise en forme.

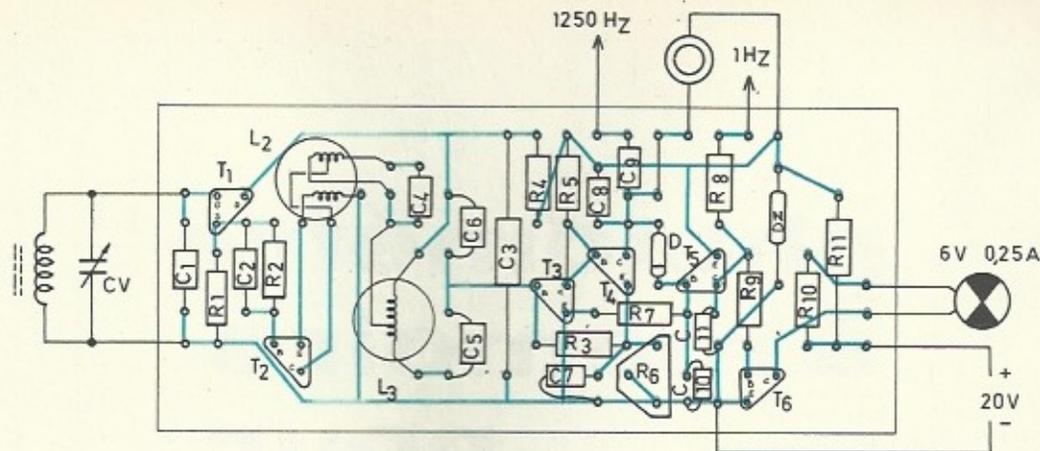


Fig. 6. — Plan d'implantation pour la platine imprimée.

cision des valeurs de ces condensateurs pourra nécessiter une retouche du nombre de spires. Le coefficient de surtension sera voisin de 40, ce qui correspond à une largeur de bande de 30 Hz environ.

L'amplificateur de fréquence intermédiaire se compose de deux étages ( $T_3$ ,  $T_4$ ) à liaison directe. Son fonctionnement est celui d'une « limitation avec ébasage » permettant de réduire l'effet des perturbations. Le signal utile étant du type « par tout ou rien », la présence d'une perturbation entretenue fait augmenter le niveau du « tout » aussi bien que le niveau du « rien ». Un simple écrêtage pourra donc avoir pour effet une limitation au niveau des perturbations, avec perte totale du signal utile. Dans le montage décrit, pareille chose ne peut guère arriver car, en cas de forte tension d'attaque (signal + perturbation), l'effet de redressement de  $T_4$  fait apparaître une variation de la tension continue aux bornes de  $C_7$ . Transmise par  $R_3$  sur la base de  $T_3$ , cette variation agit donc à la manière d'un antifading et déplace le point moyen de fonctionnement vers un régime voisin de celui de la classe B. Cependant, la valeur de  $C_7$  est trop forte pour que ce mécanisme puisse être déclenché par une simple impulsion sporadique. Une telle impulsion subit donc une limitation pure et simple.

La charge de  $T_4$  est constituée par une petite capsule d'écouteur ( $\varnothing$  20 mm, résistance 500  $\Omega$  en continu), accordée approximativement sur 1,25 kHz par  $C_8$ . On peut ainsi écouter le signal reçu (puisque on travaille avec une fréquence intermédiaire qui est audible) et choisir celui des deux émetteurs qui est le moins perturbé. La sélectivité sera néanmoins nettement meilleur,

si on remplace l'écouteur par un circuit oscillant (comme  $L_3$ ,  $C_9$ ,  $C_{10}$ ). Pour rendre le signal audible, il faut alors prévoir un étage supplémentaire, éventuellement avec potentiomètre de niveau.

La détection (D), polarisée par  $R_7$ , attaque la base d'un PNP après filtrage par  $C_{10}$ . Sur le collecteur de  $T_5$ , on obtient

les tops sous forme d'impulsions positives, avec limitation d'amplitude bilatérale. Les perturbations encore nettement visibles dans les signaux prélevés sur la borne « 1 250 Hz » (Fig. 3 et 4), sont ainsi sans effet sur la tension issue de la borne « 1 Hz » (Fig. 5). Il en sera donc de même pour la tension que l'ampoule reçoit après amplification par  $T_6$ . Sur

le collecteur de  $T_6$ , on dispose des tops sous forme d'impulsions négatives.

### REALISATION ET MISE AU POINT DU RECEPTEUR

Le plan de la figure 6 montre qu'il est possible de réaliser le récepteur sur une platine imprimée de dimensions relativement réduites. Les pots de ferrite ont été montés sous simple étrier et menant les fils de sortie directement dans les perforations correspondantes de la platine. Un certain gain en place sera donc possible, si on fixe le pot d'abord sur un support, s'enfichant directement dans la platine, à l'aide de picots de connexion.

En appliquant, par un condensateur de 100 nF, un signal de 1,25 kHz sur la base de  $T_2$ , on ajuste  $L_3$  et détermine, éventuellement, la valeur de  $C_8$  donnant la tension maximale aux bornes de l'écouteur après avoir ajusté  $R_6$  de façon à obtenir une écoute confortable. Puis on applique sur la gate de  $T_1$ , un signal de fréquence connue et variable entre 70 et 85 kHz environ, on cherche à obtenir les deux battements possibles avec la fréquence de l'oscillateur (battements distants de 2,5 kHz), et on accorde celui-ci de façon à amener ces deux fréquences de battement aux valeurs de 75 et de 77,5 kHz. Finalement, l'accord correct de  $L_1$  peut être vérifié en y couplant le générateur par une boucle. Il reste alors à orienter le bâtonnet de ferrite de façon à obtenir une écoute aussi pure que possible des signaux, et d'agir sur  $R_4$  jusqu'à ce que la tension « 1 250 Hz » apparaisse sur l'écran de l'oscilloscope, le moins possible affectée de perturbations.

H. Schreiber.

N° 1396 - Page 171

## Calculatrice de Poche

### « DATAMATH »

Production TEXAS INSTRUMENTS



**Capacité 8 chiffres - Affichage par diodes électro-luminescentes - 4 opérations (+ - x :) solde négatif, calculs en chaîne et utilisation facteur constant pour multiplier ou diviser. Point décimal automatique. Virgule flottante (entrée et sortie). Calculs en chaîne ou mixtes.**

★

Fonctionne n'importe où : dans votre main, sur votre table, au bureau, au chantier, en voyage.

Poids : 320 g. Dimensions : 13 x 7 x 3 cm.

Livrée complète avec accu cadmium nickel incorporé, chargeur + housse.

**PRIX SPÉCIAL : 947 F** (T.T.C. T.V.A. à 20% incluse)

Garantie : 1 AN pièces et main-d'œuvre - Envoi franco pour toutes commandes accompagnées de chèque, Vt C.C.P., mandat.

★

## RADIO - CHAMPERRET

« Electronique »

12, place Porte Champerret - PARIS-17°

C.C.P. Paris 1568-33 Tél. : 754-60-41