

# UNE REALISATION EXCEPTIONNELLE

## UN ANALYSEUR DE SPECTRE 0-500 MHz PERFORMANT

### F. MODULE FREQUENCE- METRE

#### 1. Etude du schéma

Se reporter à la figure 13. Le cœur du fréquencemètre est le circuit intégré ICM 7217A de Intersil. Il s'agit d'un compteur-décompteur prépositionnable, affichant sur quatre décades, avec fonctions de transfert et de RAZ.

Le fréquencemètre mesure la fréquence de  $VCO_1$ , prédivisée par 256. Cette fréquence varie de 610 MHz à 1 110 MHz en direct, et par conséquent de  $610/256$  à  $1\,110/256$ , soit de 2,38 à 4,33 MHz en sortie  $PCH_5$  du tuner, fréquences acceptables directement par le 7217 et par la C.MOS ordinaire.

Finalement, l'affichage du fréquencemètre doit aller de 0 à 5 000 points, pour marquer de 0 à 500.0 MHz. Il faut donc déterminer le temps de mesure élémentaire  $t$  et, par ailleurs, l'offset de prépositionnement  $F_0$ . En fait, le fréquencemètre affichera de 10 000 à 15 000 points, mais l'observateur verra 000.0 à 500.0, le cinquième digit n'existant pas et un point décimal étant allumé sur le second digit. Ces observations

# L'AS87



nous amènent à résoudre le système d'équations suivant, afin de trouver  $t$  et  $F_0$  :

$$610 \times 10^6 / 256 \times t + F_0 = 10\,000 \quad (1)$$

$$1\,110 \times 10^6 / 256 \times t + F_0 = 15\,000 \quad (2)$$

En retranchant (1) de (2), on obtient :

$$(1\,110 - 610) \times 10^6 / 256 \times t = 15\,000 - 10\,000$$

$$500 \times 10^6 / 256 \times t = 5\,000$$

$$t = 5\,000 \times 256 / 500 \times 10^6$$

$$t = 2,56 \text{ ms}$$

Ceci permet de trouver  $F_0$  :

$$610 \times 10^6 / 256 \times 2,56 \times 10^{-3} + F_0 = 10\,000$$

$$F_0 = 10\,000 - 6\,100$$

$$F_0 = 3\,900$$

Il faudra donc précharger le compteur positionnable à 3 900 et compter  $VCO_1$  pendant 2,56 ms.

Un 4060 de type HC oscille sur 6,4 MHz et divise cette fréquence par  $2^{12}$ , ce qui l'amène à 1 562,5 Hz. Un 4024 prend la suite et divise encore par  $2^3$ , ce qui donne finalement 193,3125 Hz, dont la période est 5,12 ms et la durée de l'alternance positive (ou négative) égale à 2,56 ms très exactement. Cette alternance positive rend passante la porte  $N_3$ , ce qui permet d'envoyer la fréquence à compter juste le temps qu'il faut, vers l'entrée « count » du 7217 (picot 8). Notons la pré-

polarisation à  $1/2 V_{CC}$  de l'entrée 9 de  $N_3$ , pour faciliter la transmission de  $F_{VCO_1}$ .

La fin du comptage (front descendant du signal d'ouverture de porte) déclenche le monostable  $UV_1$  qui génère une impulsion de 1 ms activant l'entrée transfert (picot 9) du 7217. Cela mémorise la valeur comptée et la fait passer à l'affichage, dûment corrigée de l'offset. La fin du transfert déclenche  $UV_2$  dont l'impulsion de 220 ms remet le système à 0 et charge le 7217 à 3900. Le comptage démarre donc à cette valeur. Ainsi, en supposant une mesure de fréquence correspondant à la réception du 250 MHz à l'entrée du tuner : dans ce cas,  $VCO_1$  oscille sur  $250 + 610 = 860$  MHz, fréquence divisée par 256 et envoyée vers le fréquencemètre, soit 3,35 MHz, lesquels sont comptés pendant 2,56 ms, ce qui correspond au passage de :

$$860,10^6 / 256 \times 2,56 \cdot 10^{-3} = 8\,600 \text{ périodes.}$$

Le compteur a donc emmagasiné  $3\,900 + 8\,600 = 12\,500$  points à la fin de la mesure. Il affiche ce résultat après transfert, sans pouvoir marquer le « 1 », et on lit « 2 500 points », ce qui donne bien les « 250,0 MHz » de l'entrée tuner !

Notons que la remise à 0 par  $UV_2$  ne remet pas le 7217 à 0,

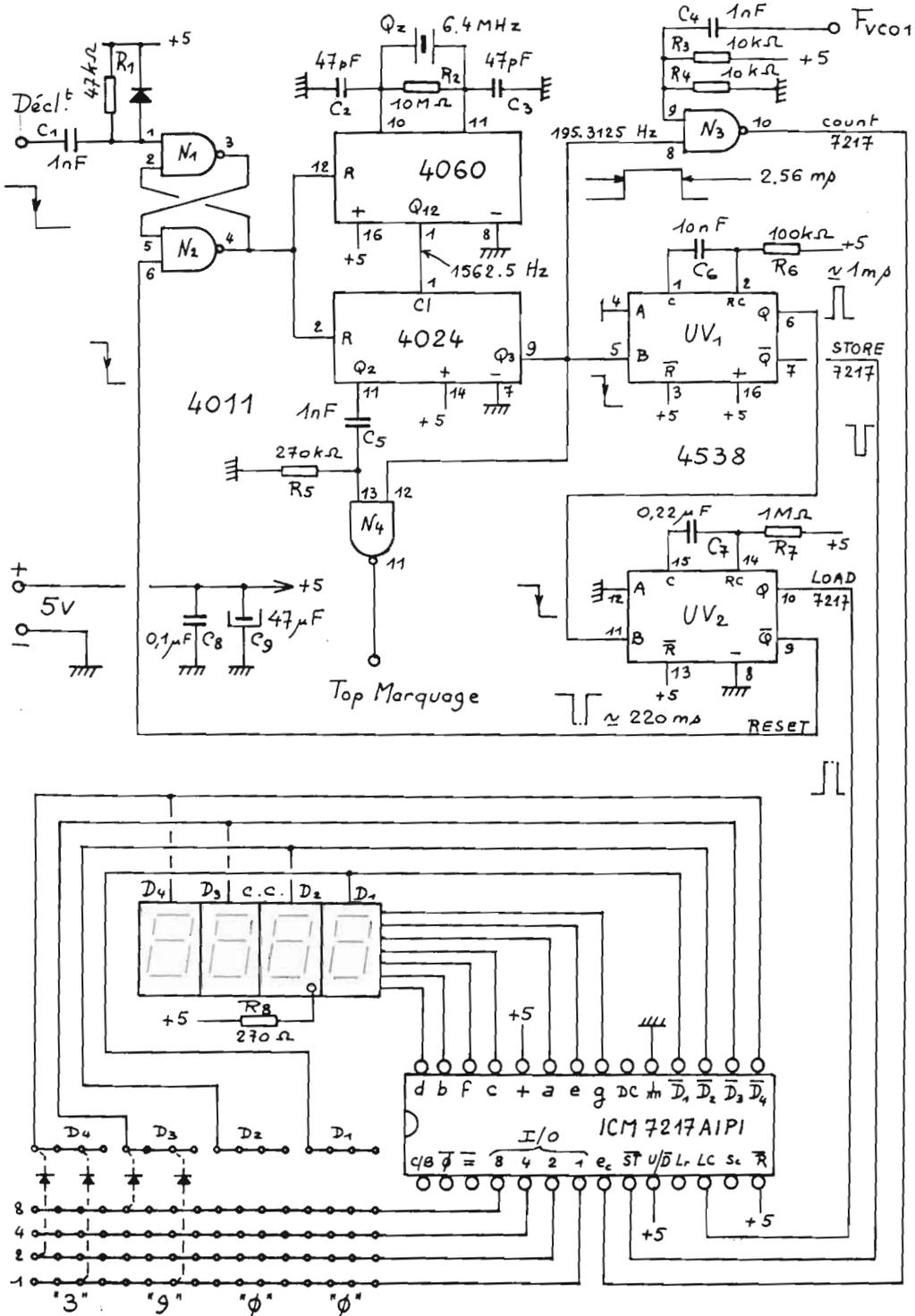


Fig. 13. - Schéma du fréquencemètre.

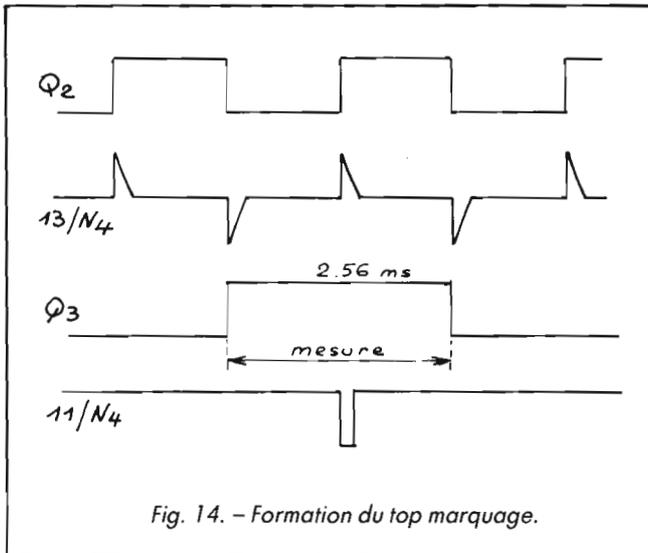


Fig. 14. - Formation du top marquage.

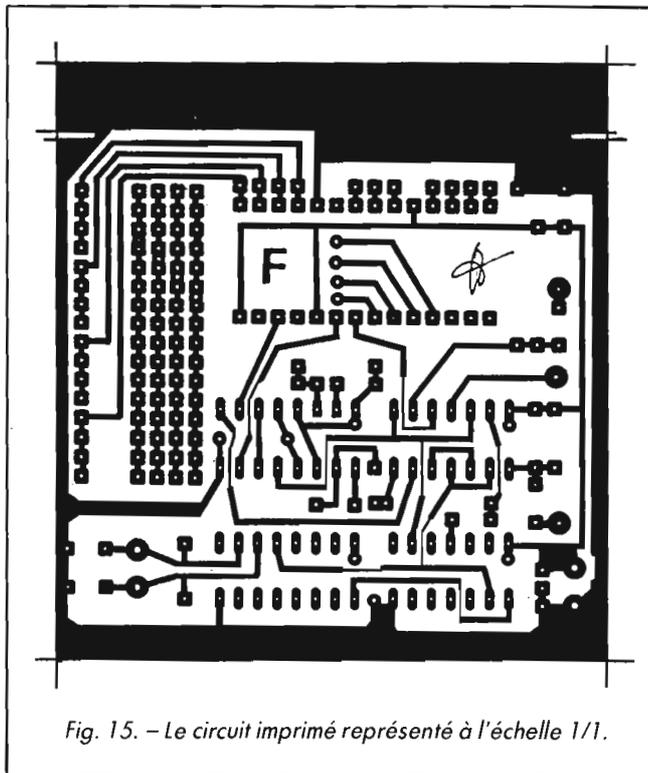


Fig. 15. - Le circuit imprimé représenté à l'échelle 1/1.

ce qui ne servirait à rien, mais le charge à 3900. Au même instant, le basculeur RS,  $N_1/N_2$  passe au repos et bloque à 0 les compteurs 4060 et 4024. Quand le front négatif du signal FREQ de la base de temps arrive, le basculeur RS

repassse en position travail, ce qui libère les compteurs. Le 4060 et le 4024 démarrent. 2,56 ms plus tard,  $Q_3$  du 4024 passe à 1, et le comptage de  $FVCO_1$  commence. Il dure, comme déjà dit, 2,56 ms, puis 1 ms de transfert et enfin

220 ms de RAZ... jusqu'au prochain déclenchement par FREQ.

Si les impulsions de déclenchement FREQ se répètent à moins de  $5,12 + 1 + 220$  ms, soit 226 ms environ (cas du balayage rapide), c'est  $UV_2$  qui cadence le comptage. Si, par contre, on est en vitesse lente, c'est la base de temps qui impose sa vitesse. On obtient ainsi, dans tous les cas, une cadence de mesure du fréquencemètre agréable.

La mesure dure 2,56 ms. Cette durée va nous servir pour le marquage du point de mesure. Mais cela représente à peu près le 1/20 de la durée du balayage en vitesse rapide, soit 1/2 division entière

du graticule. C'est beaucoup trop. Pour obtenir un marquage plus ponctuel, nous utilisons  $N_4$ . Cette porte reçoit d'une part le créneau ci-dessus, issu de  $Q_3$ , mais également le créneau  $Q_2$  différencié par  $R_5/C_5$  (voir fig. 14). La sortie 11 fait alors apparaître une impulsion négative courte, ajustable à souhait en jouant sur la différenciation, et parfaitement centrée sur la durée de mesure. Il ne faut pas oublier que, en mode G, la fréquence mesurée est vobulée, donc variable. Le résultat affiché est la moyenne pondérée de cette fréquence variable. Comme la variation est linéaire, le point milieu correspond bien à ce résultat. En

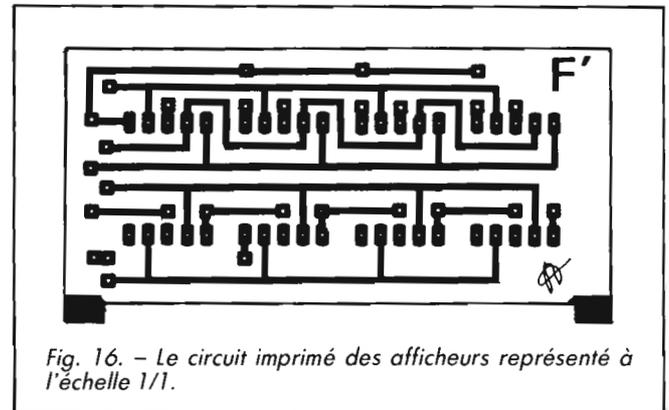
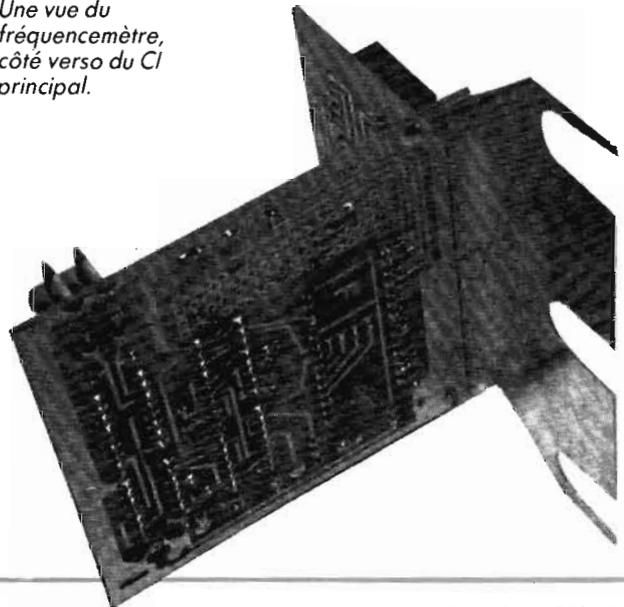


Fig. 16. - Le circuit imprimé des afficheurs représenté à l'échelle 1/1.

Une vue du fréquencemètre, côté verso du CI principal.



mode g, par contre, VCO<sub>1</sub> n'est plus variable, pour une observation donnée. La valeur affichée ne dépend plus du point de marquage. Elle correspond en fait au milieu de l'écran.

Le top de marquage issu de N<sub>4</sub> est envoyé en déviation verticale de l'oscillo associé. Il est additionné à la courbe utile. Il apparaît alors comme un petit pip négatif, situé sous la ligne de base. Des photos déjà publiées vous ont montré ce détail. Nous avons préféré cette méthode très simple à celle d'une modulation « en lumière » du spot, celle-ci exigeant soit un branchement mal commode à l'arrière d'un oscillo classique, soit des contraintes sévères d'isolement, dans le cas de l'oscillo incorporé. Dans les deux cas, des amplitudes notables sont nécessaires, ce qui n'est pas le cas de la solution choisie, bien au contraire !

Quelques mots encore sur le 7217 : son entrée Reset (14) est à 1 en permanence. La fonction comptage est choisie avec U/D à 1. Les données à charger sont entrées par multiplexage commandé par les sorties D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> des digits d'affichage. Chaque valeur est fournie en binaire et transmise par diodes. Pour rendre notre module quasi universel, nous avons prévu sur le CI une matrice complète de chargement de 0 à 9999.

### 3. Circuits imprimés

Voir les figures 15 et 16. A fabriquer en époxy de 16/10, simple face. Bien découper les tenons et encoches pour un assemblage solide. Étamage et perçage général à 8/10.

### 4. Pose des composants

Suivre la figure 17. Placer les straps : 8 sur le CI principal et 7 sur celui des afficheurs. Sou-

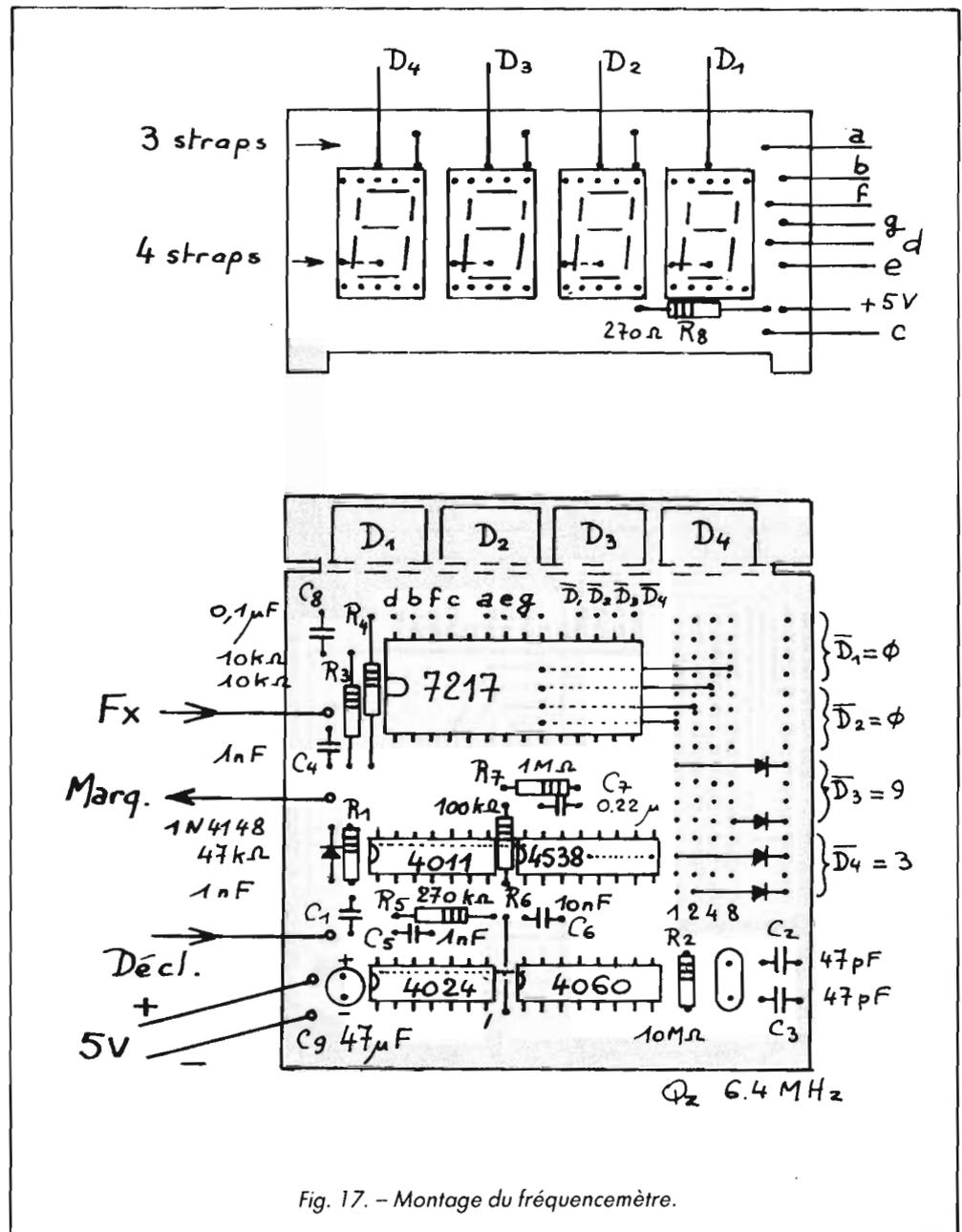


Fig. 17. - Montage du fréquemètre.

der les supports de circuits intégrés, puis les divers composants passifs. Des picots de branchement seront les bienvenus. Souder enfin les diodes.

Monter les afficheurs et R<sub>8</sub>. Assembler les deux plaquettes à 90° et souder les tenons. Assurer les liaisons des digits et segments avec du petit fil

de couleur. Ne pas oublier le + 5 V de R<sub>8</sub>.

### 5. Test de fonctionnement

Pour tester le fréquemètre, il faut mettre en service le module de base de temps qui en assure le déclenchement et le

tuner qui fournit la fréquence à mesurer.

La base de temps sera mise en fonctionnement comme au chapitre précédent, commutée en gamme 1 du mode G. Le tuner doit être alimenté normalement en + 24 V, + 5 V et masse, bien sûr. Voir figure 19 pour la localisation des sorties. Voir aussi la figure 18. Le

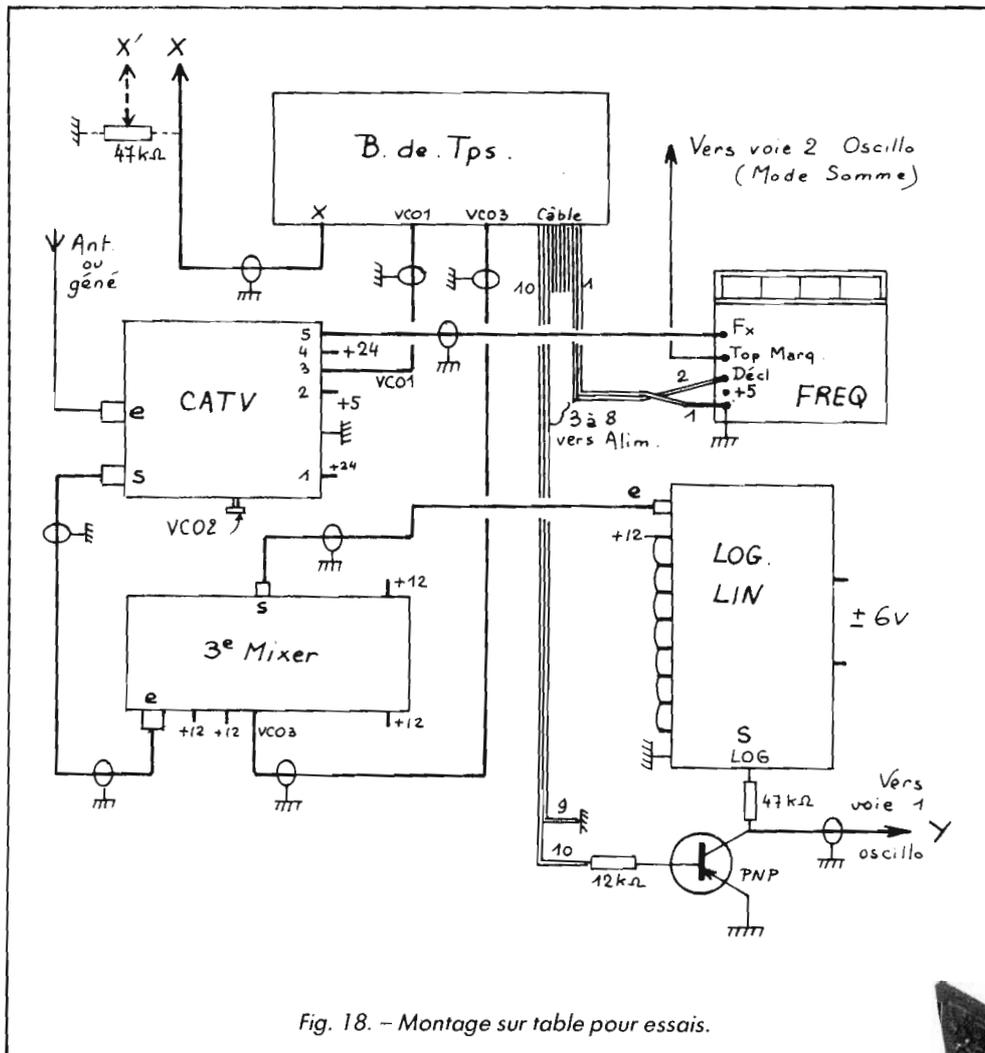


Fig. 18. - Montage sur table pour essais.

point 3 est relié à la Cinch VAR/TUN, puis le point 5 à l'entrée Fx du fréquencemètre à l'aide d'un petit coaxial 50 Ω. Le câble plat comprend 10 fils. Séparer en trois groupes : 1-2, 3-8 et 9-10. Amener les séparations jusqu'à 10 cm environ du connecteur. Le couple 1-2 va vers le fréquencemètre, 1 à la masse et 2 à l'entrée « Décl. » Le couple 9-10 n'est pas utilisé ici. Le groupe 3-8 assure les liaisons avec l'alimentation générale. Alimenter le fréquencemètre en 5 V. Vérifier tout ce câblage, fait sur table, avec le plus grand soin et... mettre sous tension ! On doit immédiatement obtenir l'affichage de la fréquence tuner. Le résultat dépend de la position de P<sub>MQ</sub>. On devrait pouvoir aller de 0 à 500 MHz, mais la rampe n'étant sûrement pas bien calée, on se contentera d'approcher ces valeurs. Les réglages définitifs seront faits plus tard. Pour l'instant, l'essentiel est bien d'avoir un fonctionnement correct !

### PREMIERS PIPS

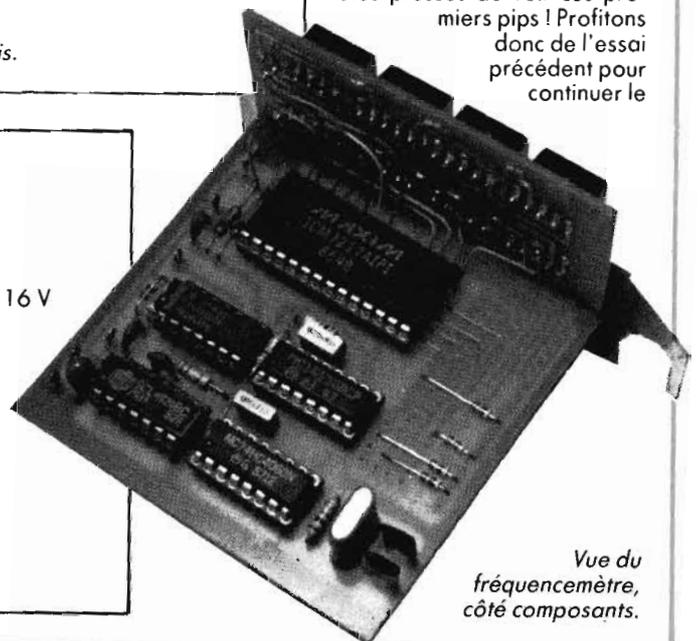
Nous supposons que vous êtes pressés de voir ces premiers pips ! Profitons donc de l'essai précédent pour continuer le

## 2. Liste des composants

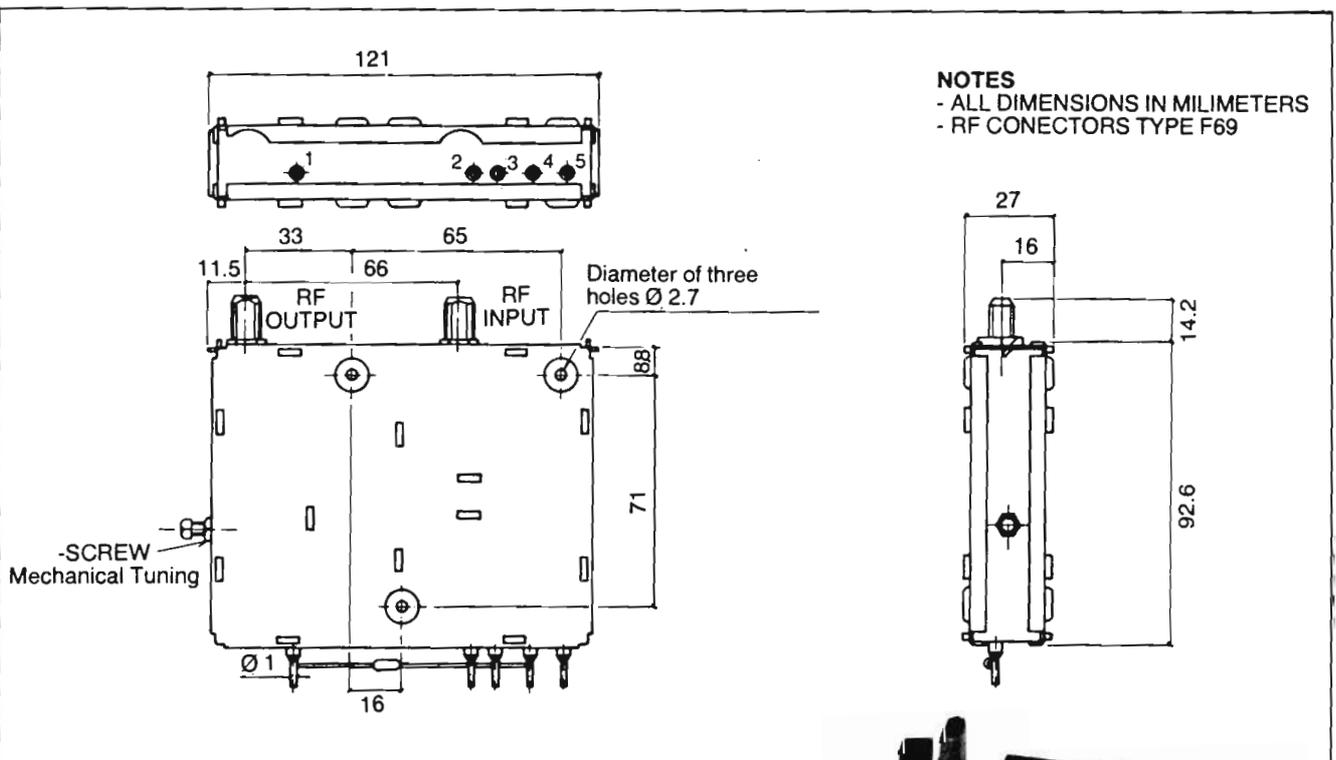
1 ICM7217 AIPI	C <sub>1</sub> : 1 nF cér.	C <sub>6</sub> : 10 nF th.
1 74HC4060	C <sub>2</sub> : 47 pF cér.	C <sub>7</sub> : 0,22 μF th.
1 4024	C <sub>3</sub> : 47 pF cér.	C <sub>8</sub> : 0,1 μF mc
1 4538	C <sub>4</sub> : 1 nF cér.	C <sub>9</sub> : 47 μF perle tant. 16 V
1 4011	C <sub>5</sub> : 1 nF cér.	

### Divers

4 1N4148	2 supports DIL 2 x 7
R <sub>1</sub> : 47 kΩ	2 supports DIL 2 x 8
R <sub>2</sub> : 10 MΩ	1 support DIL 2 x 14
R <sub>3</sub> : 10 kΩ	4 afficheurs CC, genre TIL 322A
R <sub>4</sub> : 10 kΩ	1 quartz HC16 - 6,4 MHz
R <sub>5</sub> : 270 kΩ	2 circuits imprimés
R <sub>6</sub> : 100 kΩ	
R <sub>7</sub> : 1 MΩ	
R <sub>8</sub> : 270 Ω	



Vue du fréquencemètre, côté composants.



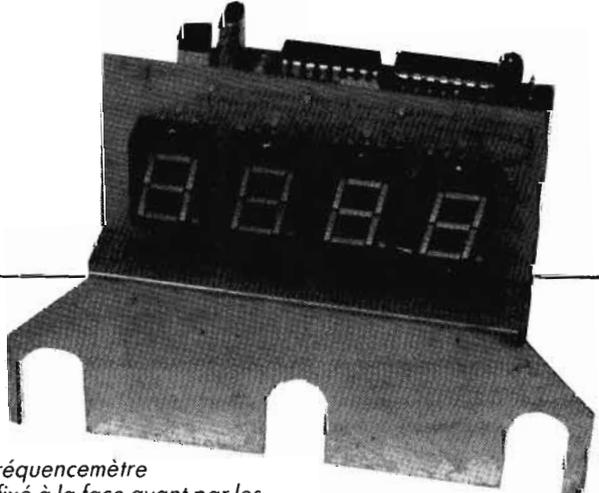
**NOTES**  
 - ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS  
 - RF CONECTORS TYPE F69

Fig. 19. - Le tuner CATV.

<b>TERMINALS:</b>	
1: + 24 V	3: TUNING VOLTAGE
2: + 5 V	4: + 24 V
	5: PRESCALER OUTPUT

montage provisoire sur table et les faire apparaître ! Prendre les modules Détection LOG/LIN et Troisième mixer. Relier la sortie du tuner par sa fiche F spéciale fournie, un coaxial télé 75 Ω d'une vingtaine de cm et une fiche Cinch mâle métallique, à l'entrée du troisième mixer. Connecter la sortie VCO<sub>3</sub> de la base de temps à l'entrée correspondante de ce mixer. Alimenter le module en 12 V. Relier la sortie du mixer à l'entrée du détecteur LOG/ LIN, par un petit câble 50 Ω équipé de fiches Subclac. Alimenter le détecteur en 12 V et en ± 6 V. Dans tous les cas, assurer les masses. Récupérer la sortie LOG du détecteur et la relier aux com-

posants visibles en figure 18. Ces derniers, reliés à 9-10 du câble plat, vont effectuer l'effacement de la trace de retour. La voie horizontale de l'oscilloscope est reliée à la sortie X de la base de temps. On peut prévoir un réglage de l'amplitude si cela s'avère nécessaire. La voie 1 verticale est reliée à Y, sensibilité 0,5 V/div. Le top de marquage est envoyé en voie 2, sensibilité 20 V/div. Commuter l'oscillo en mode SOMME. Un simple fil de 1 mètre peut servir d'antenne pour le tuner, à défaut d'y connecter un vrai générateur HF. Bien vérifier tous les branchements. Mettre sous tension, gamme 1. Les modules étant



Le fréquencemètre est fixé à la face avant par les canons de trois potentiomètres situés en dessous de lui.

préréglés, le fonctionnement doit être immédiat, sauf réglages de l'oscilloscope, cadrage vertical en particulier. Vous devez donc voir apparaître ces fameux « pips » ! Sur antenne, repérer tout de suite la bande FM, avec son groupe serré d'émetteurs. Lever le doute avec le marqueur et le fréquencemètre (dont l'exactitude dépend du réglage mécanique de VCO<sub>2</sub> !).

Il vous reste à faire connaissance avec ce nouveau jouet ! Nous vous laissons donc faire et... nous retirons sur la pointe des pieds ! Le mois prochain, nous poursuivrons notre œuvre, avec modification du tuner, mise en service du module des filtres et, enfin, installation définitive dans le coffret.

(à suivre)  
**F. THOBOIS**