

# UNE REALISATION EXCEPTIONNELLE

## UN ANALYSEUR DE SPECTRE 0-500 MHz PERFORMANT

Tout d'abord, quelques informations concernant les modules décrits dans les numéros précédents.

### Détecteur LOG/LIN

Finalement, les bobinages seront commerciaux. Electronique-Diffusion fournira soit la référence 80107, soit la 80307. Pour notre usage, les deux modèles sont strictement équivalents. Le condensateur d'accord est incorporé, ce qui amène à supprimer le condensateur  $C_2$  prévu pour un accord externe. On profitera de cette suppression pour monter, à sa place, la résistance d'amortissement  $R_3$  dont la valeur doit être de 4,7 k $\Omega$ . Les résistances  $R_2$  de 100 k $\Omega$  peuvent alors être montées horizontalement, ce qui conduit à une implantation plus rationnelle. Aucune autre modification par ailleurs.

### Troisième mixer

Un incident survenu au réglage d'un exemplaire de ce module nous a conduit à implanter une diode entre gate de l'oscillateur  $T_2$  et masse. Cette diode, prévue sur le circuit imprimé, n'avait pas été montée. Or sa présence s'avère indispensable. Elle stabilise nettement le fonctionnement de l'oscillateur et

# L'AS87



7<sup>e</sup> PARTIE (voir à partir du n° 1744)

rend l'action de la varicap plus souple et plus efficace. On trouvera les indications pratiques de cette adjonction en figure 1. La figure 2 donne une courbe fréquence/tension obtenue après mise en place de la diode. On constate que le swing obtenu atteint maintenant très facilement plus de

2 MHz pour 24 V d'excursion, tous composants identiques par ailleurs. Cela nous assure une bonne réserve et facilite le processus de linéarisation dont nous parlerons au cours de l'étude de la base de temps.

Attention au condensateur  $C_{23}$  dont la valeur détermine

l'effet de la varicap. L'augmenter pour augmenter cette action, ou inversement.

### E. MODULE BASE DE TEMPS

C'est une partie essentielle de l'AS87, qui va nous permettre de donner vie au système. Ses fonctions essentielles sont les suivantes :

- fabriquer une dent de scie linéaire nécessaire au balayage de l'oscilloscope associé ;
- fabriquer simultanément les rampes d'accord des deux VCO, à savoir alternativement VCO<sub>1</sub> du tuner CATV, en mode G, et VCO<sub>3</sub> du troisième mixer en mode g. Une linéarisation complexe est alors nécessaire, car les varicaps n'ont pas une réponse elle-même linéaire. Il faut donc modifier la forme de la rampe pour obtenir des déviations

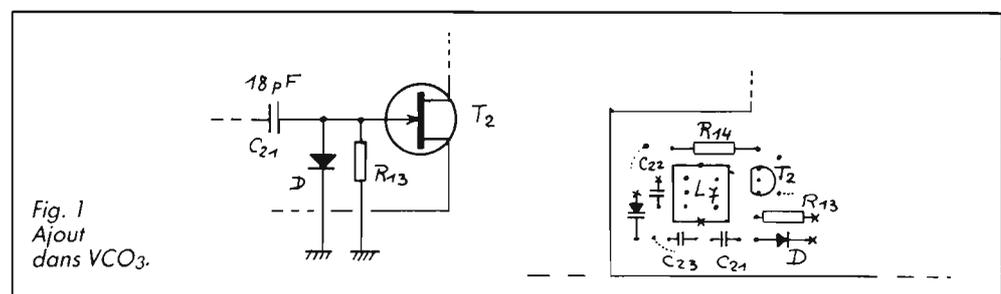


Fig. 1  
Ajout  
dans VCO<sub>3</sub>.

en fréquence bien proportionnelles aux déviations horizontales de l'oscillo ;

- accessoirement, fournir les signaux de marquage en fréquence, en association avec le fréquencemètre et les signaux d'effacement, supprimant les pips pendant le retour du spot.

## 1. Etude du schéma

Se reporter à la figure 3 montrant une certaine complexité ! La rampe linéaire de balayage est générée par IC<sub>1</sub>, un banal 555, associé au transistor T, un PNP monté en générateur de courant constant. La valeur de ce courant est déterminée par le réglage du potentiomètre P<sub>VB</sub>. Le condensateur C<sub>1</sub> se charge ainsi très linéairement à travers R<sub>4</sub> et T, jusqu'à atteindre une tension égale aux 2/3 de la tension d'alimentation de IC<sub>1</sub>, connecté entre + et - 6 V. La tension de C<sub>1</sub> monte donc jusque 2/3 (12) + (-6) = 8 - 6 = + 2 V. A ce niveau, IC<sub>1</sub> bascule et décharge C<sub>1</sub> à travers R<sub>4</sub> jusqu'à descendre au 1/3 de la tension d'alimentation, soit 1/3 (12) + (-6) = 4 - 6 = - 2 V. La dent de scie évolue ainsi entre + 2 V et - 2 V, comme on le voit en figure 4.

En agissant sur P<sub>VB</sub>, la durée de charge, soit celle de l'aller du balayage, varie de 40 à 200 ms environ. Le minimum de durée nous amène à la limite de scintillement de l'oscilloscope. Malheureusement, cette « grande vitesse » ne peut être utilisée que pour certaines gammes.

Pour sauvegarder la linéarité de la dent de scie, il faut la prélever à haute impédance. C'est ce que fait IC<sub>2</sub>/4, monté en suiveur de tension. On retrouve donc la rampe, identique à elle-même, en sortie 14, mais cette fois à impédance beaucoup plus faible. La rampe est alors transmise vers l'ampli horizontal de l'oscil-

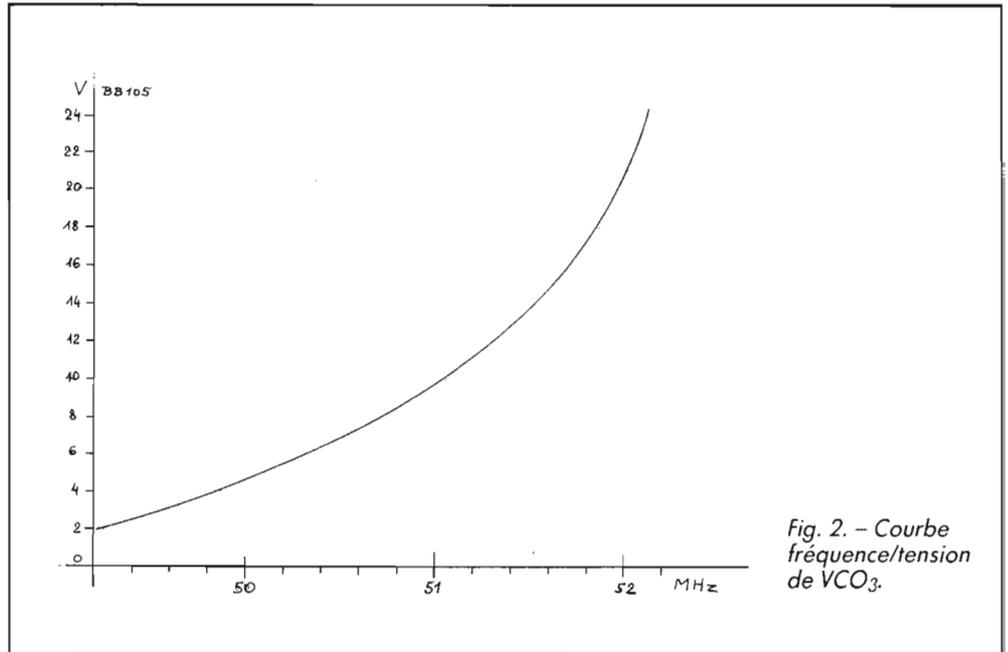


Fig. 2. - Courbe fréquence/tension de VCO<sub>3</sub>.

loscope incorporé ou non, à travers R<sub>5</sub> qui évite l'entrée en oscillation de IC<sub>2</sub>/4 par la charge capacitive du fil blindé de la liaison.

Notons que la dent de scie est centrée sur le potentiel de masse (0 V). Ceci permet l'utilisation sans problème des amplis horizontaux en liaison continue. En effet, aux fréquences très basses du balayage, il est hors de question d'utiliser une liaison capacitive.

La dent de scie est aussi envoyée :

- à l'entrée d'un comparateur IC<sub>2</sub>/3. La tension de comparaison est fournie par le potentiomètre marqueur P<sub>MQ</sub> dont la tension curseur évolue entre le 1/3 et les 2/3 de la tension d'alimentation, grâce aux résistances talon R<sub>30</sub> et R<sub>31</sub>. Cette tension est appliquée à l'entrée e<sup>+</sup>, les résistances R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub> créant un léger effet d'hystérésis qui évite toute suroscillation de la tension de sortie. Lorsque la rampe appliquée sur e<sup>-</sup> dépasse la tension de comparaison, la sortie 8 passe au niveau bas. Ce front descendant est envoyé vers le

fréquencemètre dont il déclenche le comptage ;

- vers un ampli inverseur à gain variable : IC<sub>2</sub>/1. En position 1 du commutateur de gammes KG, la résistance d'entrée de l'ampli est R<sub>32</sub>, de 1 kΩ à 1 %. Le gain de l'ampli est alors calibré par P<sub>1</sub> pour obtenir l'amplitude exacte nécessaire à la couverture de la gamme de base, 0 à 500 MHz. Comme la dévia-

tion en fréquence est rendue aussi linéaire que possible, par ailleurs (voir plus loin), on peut partir du principe que les gammes du mode G vont s'obtenir par application du coefficient convenable sur la valeur de la résistance d'entrée. Par exemple, puisque 50 MHz/div sont obtenus avec une 1 kΩ, pour avoir 5 MHz/div, c'est-à-dire 10 fois moins, il suffit de monter

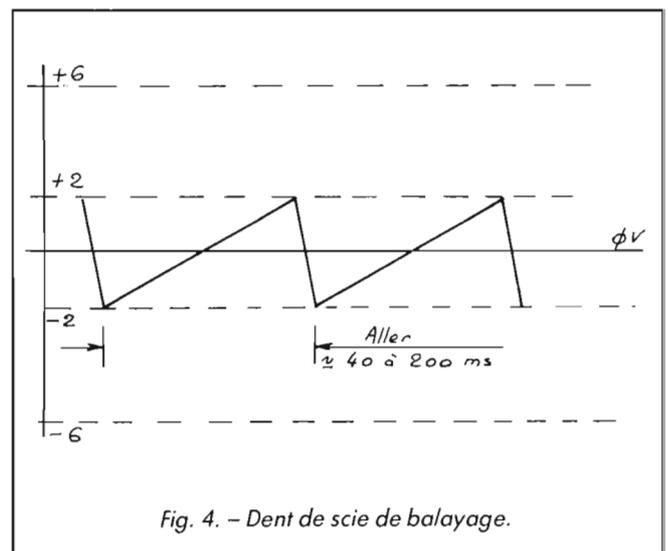


Fig. 4. - Dent de scie de balayage.

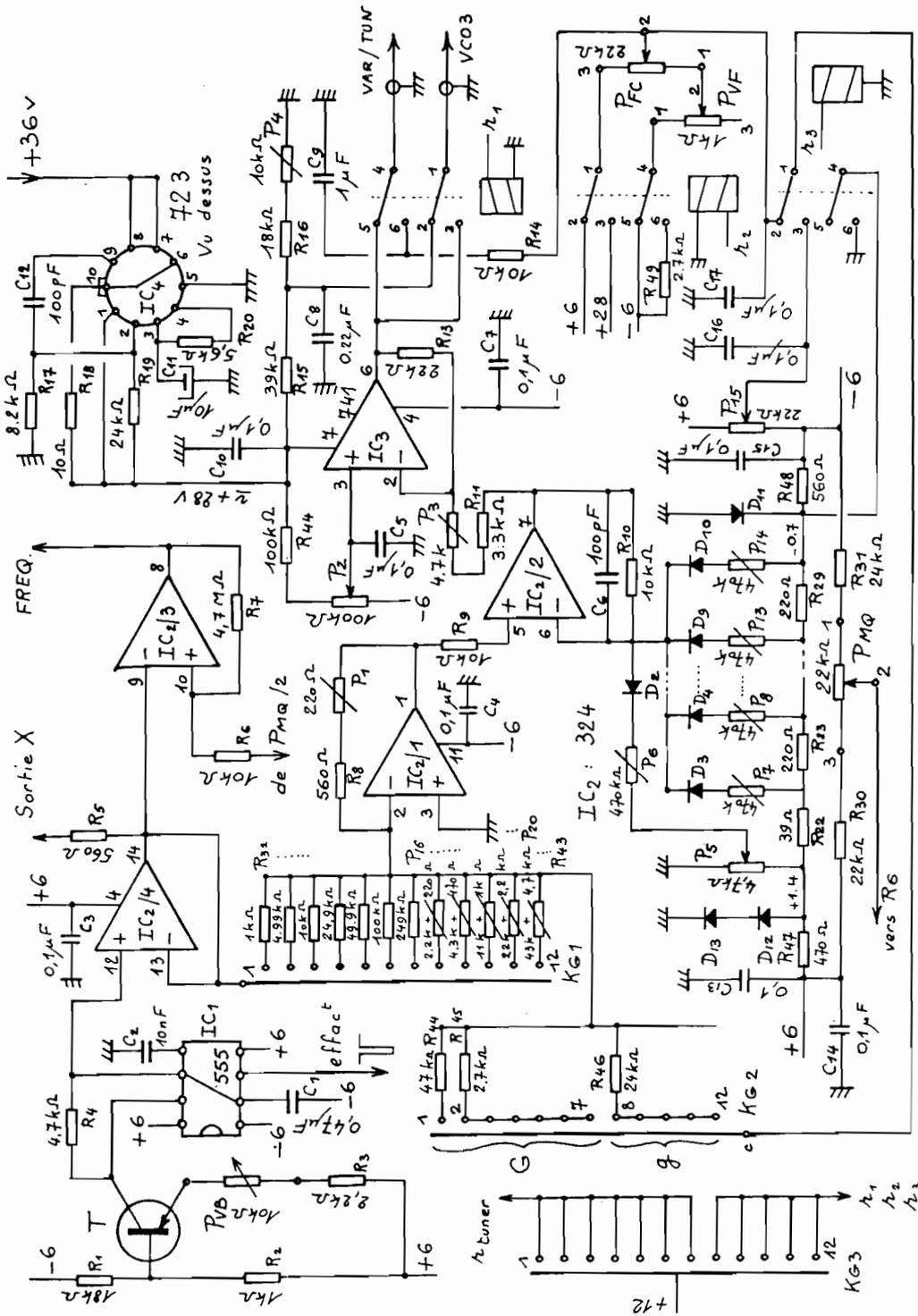


Fig. 3. - Synoptique du générateur de rampes.

une résistance d'entrée 10 fois plus grande : soit 10 kΩ 1 %. C'est bien ce qui est fait et résumé dans le tableau suivant.

**Mode G**

Il comprend les sept premières gammes allant de 50 MHz/div à 200 kHz/div.

50 MHz	10 MHz	5 MHz	2 MHz	1 MHz	500 kHz	200 kHz
1 kΩ	5 kΩ	10 kΩ	25 kΩ	50 kΩ	100 kΩ	250 kΩ

(Valeurs choisies dans la série E96 des résistances à 1 %)

Simultanément, un courant continu d'offset est injecté sur l'entrée e<sup>-</sup> de IC2/1, par la section KG<sub>2</sub> du commutateur de gammes, de manière à permettre le déplacement de la « fenêtre » d'observation en tout point de la gamme couverte qui va de 0 à 500 MHz. Par exemple, si la gamme choisie est de 1 MHz/div, il faut pouvoir placer les 10 MHz visualisés, aussi bien vers les fréquences basses que vers les plus élevées. C'est le potentiomètre P<sub>FC</sub> qui a cette mission. La tension de curseur de ce multitour varie de + à - 6 V et permet, à travers R<sub>44</sub> ou R<sub>45</sub>, d'injecter sur e<sup>-</sup> le courant suffisant pour décaler la tension de sortie de IC2/1 en conséquence. Notons la présence, en série avec P<sub>FC</sub>, d'un autre multitour identique de 1 kΩ. Ce second potentiomètre P<sub>VF</sub> va servir de vernier de réglage indispensable sur les gammes très étroites. La tension d'offset parvient à KG par un contact repos du relais r<sub>3</sub>. Dans le mode G, évoqué dans ces lignes, les trois relais r<sub>1</sub> à r<sub>3</sub> sont au repos, non alimentés par la section KG<sub>3</sub> de KG.

La dent de scie issue de IC2/1 est tout à fait linéaire. De plus, elle est de faible amplitude. Elle n'a donc pas du tout les caractéristiques requises pour l'attaque de la varicap du tuner, laquelle exige de 0 à

+ 25 V, pour faire passer VCO<sub>1</sub> de 610 à 1 110 MHz. Par ailleurs, la courbe fréquence/tension de VCO<sub>1</sub> (et de VCO<sub>3</sub>, d'ailleurs, comme vu en figure 2) est loin d'être linéaire, comme le montre la figure 5. En effet, la varicap du tuner se montre « paresseuse » à la fois du côté des fréquences élevées, mais

aussi des fréquences basses. Il est indispensable de corriger cela, afin d'obtenir un affichage horizontal bien linéaire des fréquences. Accessoirement, pour satisfaire au principe supposé plus haut, pour le calcul des résistances d'entrée de IC2/1. Il faut, par exemple, avoir très exactement 50 MHz pour chaque division de la gamme 0-500 MHz, les fréquences 0, 50, 100, 150... 400, 450 et 500 MHz se plaçant exactement sur les lignes du graticule de l'oscilloscope. Cette mis-

sion de linéarisation est assurée par IC2/2 et tous ses composants associés. Ce n'est pas si simple, et nous avons passé beaucoup de temps pour aboutir au très bon résultat actuel.

On peut considérer en première approche que IC2/2 est un suiveur de tension et que sa tension de sortie est égale à celle de l'entrée e<sup>+</sup>. Compte tenu du gain de IC2/1, l'amplitude du signal sur e<sup>+</sup> va de - 1,4 V à + 1,4 V environ. On retrouve le même signal sur l'entrée e<sup>-</sup> de IC2/2 dont la tension évolue donc entre les mêmes limites. Intervient alors le réseau de correction D<sub>3</sub>. D<sub>10</sub>. Ces diodes sont connectées sur les échelons d'un diviseur de tensions allant de + 1,4 V à - 0,7 V, tensions obtenues grâce aux diodes D<sub>12</sub> et D<sub>13</sub> pour le + 1,4 V et D<sub>11</sub> pour le - 0,7 V, alimentées dans leur sens direct. Un courant ne peut passer dans les diodes D<sub>3</sub>... D<sub>10</sub> que si leur cathode est à potentiel inférieur à celui de leur anode. Dans ces conditions, pendant l'aller du balayage, ces diodes vont successivement conduire lorsque la ddp à leurs bornes sera

suffisante et dans le bon sens. Ainsi, D<sub>3</sub> commencera à conduire, puis D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub>, puis D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> et D<sub>5</sub>... enfin toutes les diodes D<sub>3</sub>... D<sub>10</sub> en fin de balayage. Par ailleurs, le courant qui traverse une diode est d'autant plus grand que la ddp aux bornes est grande, donc il passera de plus en plus de courant dans chaque diode, l'aller s'effectuant. En réalité, la valeur du courant en question, s'il dépend de cela, dépend aussi de la résistance en série avec la diode. Cette résistance ajustable permet de doser l'ampleur de la correction.

Le courant d'une diode est injecté dans l'entrée e<sup>-</sup> de l'ampli OP. Il traverse la résistance R<sub>10</sub> et provoque une **baisse** du potentiel de la sortie (voir fig. 6). Résultat pratique : chaque diode va provoquer une augmentation de la pente de la dent de scie, en un point déterminé par le rang de la diode et d'une importance fonction de la valeur de la résistance série, P<sub>7</sub> à P<sub>14</sub>. On comprend vite qu'il devient possible de « former » la rampe à volonté et de lui donner ainsi la forme juste néces-

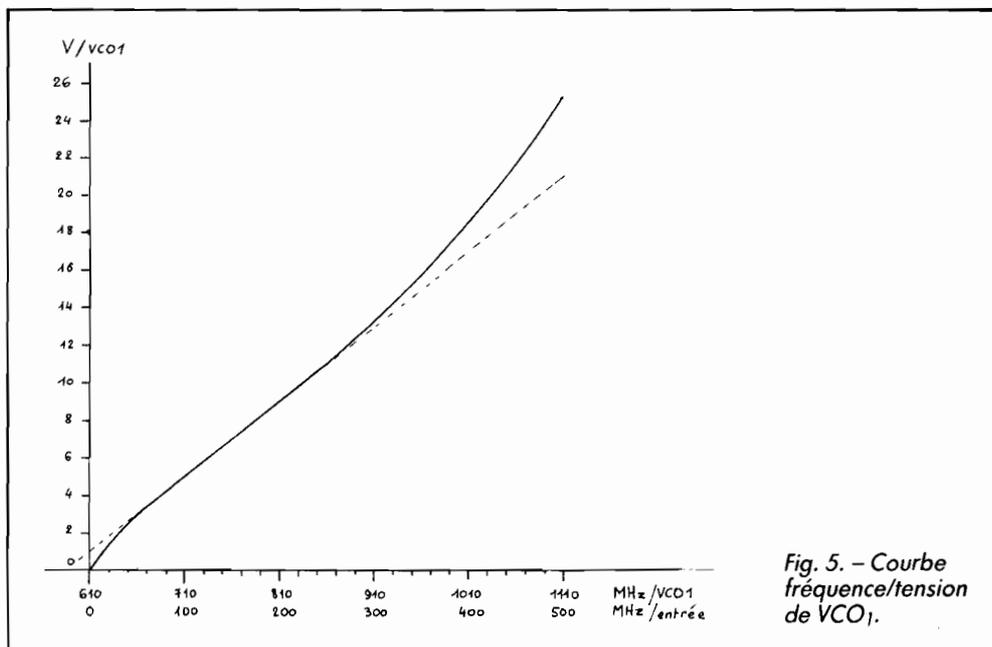


Fig. 5. - Courbe fréquence/tension de VCO<sub>1</sub>.

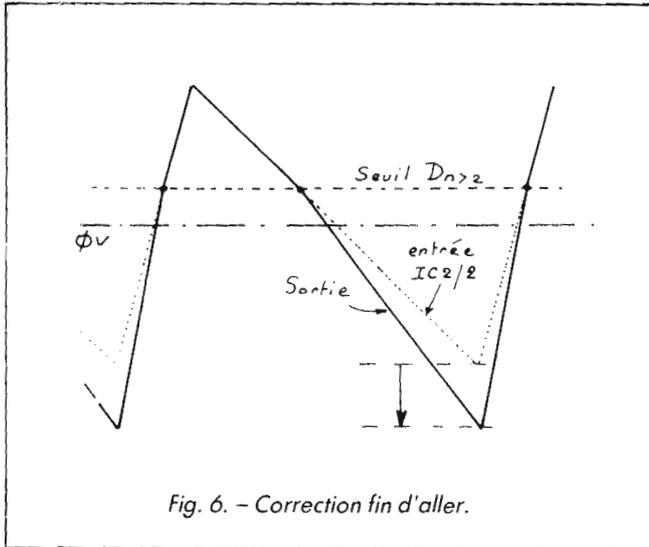


Fig. 6. - Correction fin d'aller.

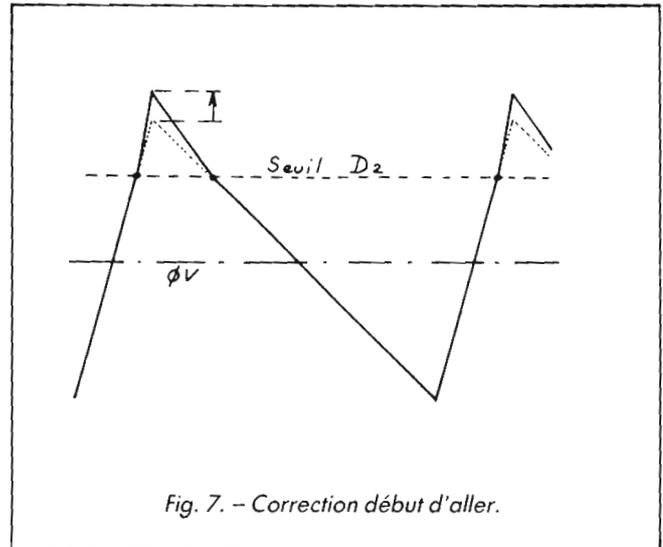


Fig. 7. - Correction début d'aller.

saire pour avoir une excursion linéaire.

La série des diodes  $D_2 \dots D_{10}$  permet une augmentation de pente de la rampe APRES le point correspondant à leur seuil de conduction. Elles permettent de corriger la FIN du balayage. Par contre, elles ne peuvent pas faire la correction nécessaire au DEBUT de ce balayage. C'est pourquoi il a fallu ajouter  $D_2$  et ses réglages  $P_5$  et  $P_6$ . Cette diode est branchée en sens contraire des autres. Elle conduit donc AVANT son seuil... de blocage déterminé par  $P_5$ . Le courant de cette diode est dosé par  $P_6$ .  $D_2$  permet une augmentation de pente au début du balayage, comme cela se voit en figure 7.

Nous pouvons maintenant obtenir un début de rampe à plus forte pente, puis pente plus faible, et enfin nouvelle augmentation progressive de la pente. C'est-à-dire obtenir une rampe correspondant à la figure 5. La photo A montre que le résultat escompté est bien obtenu. Nous y voyons les pips 50 MHz bien équidistants et, en superposition, la rampe de commande de  $VCO_1$ . Attention, le sens de cette rampe qui monte de 0 à plus de 25 V (5 V/div en vertical) est celle de sortie de  $IC_3$ ,

de sens contraire à celle de  $IC_2/2$ , stylisée sur les figures 6 et 7.

En effet, la rampe de sortie de  $IC_2/2$  est toujours de faible amplitude et centrée sur le 0 V, même si elle est linéarisée. C'est  $IC_3$  qui lui donne ses caractéristiques finales. Ce 741 est alimenté entre -6 et +28 V. Son gain est réglé par  $P_3$ . Un offset important du signal de sortie est donné par la tension de  $e^+$ , ajustée par  $P_2$ . Le signal vobulant est enfin transmis à  $VCO_1$  à travers un contact repos du relais  $r_1$ .

L'autre contact de repos de  $r_1$  envoie une tension constante de +10 V vers  $VCO_1$  dont la fréquence reste fixe en mode G. Cette tension est ajustable par  $P_4$ .

La tension de +28 V nécessaire au 741 est obtenue à partir du +36 V de l'alimentation générale. Un régulateur 723 effectue cette translation, le 723 ayant été choisi pour son bruit très faible. La tension de sortie est donnée par la relation :

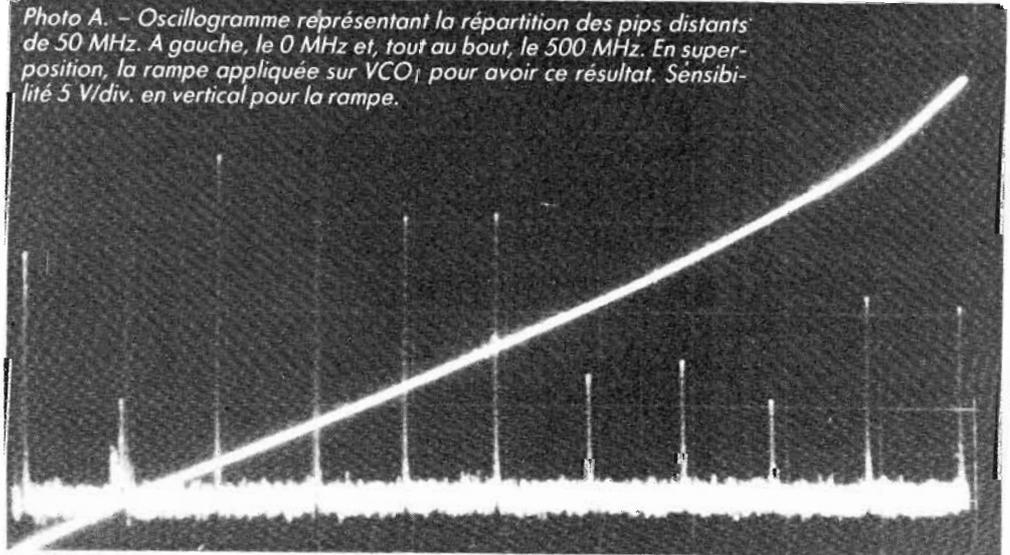
$$V_m = 7,15 \times (R_{17} + R_{19}) / R_{17}$$

Pour terminer l'étude du mode G, signalons que, la linéarité étant bonne en gamme 1, elle l'est automatiquement sur les six autres de ce mode.

#### Mode g

En septième gamme du mode G, le swing est de 200 kHz/div, soit donc 500 MHz/200 kHz = 2 500 fois moins qu'en première gamme. Si la rampe nécessaire pour cette première gamme est de 25 Vcc, elle ne

Photo A. - Oscillogramme représentant la répartition des pips distants de 50 MHz. A gauche, le 0 MHz et, tout au bout, le 500 MHz. En superposition, la rampe appliquée sur  $VCO_1$  pour avoir ce résultat. Sensibilité 5 V/div. en vertical pour la rampe.



## 2. Liste des composants

1 555 (IC <sub>1</sub> )	R <sub>32</sub> : 1 kΩ 1 %	P <sub>6</sub> : P <sub>14</sub> : 470 kΩ
1 324 (IC <sub>2</sub> )	R <sub>33</sub> : 4,99 kΩ 1 %	P <sub>15</sub> : 22 kΩ
1 741 (IC <sub>3</sub> )	R <sub>34</sub> : 10 kΩ 1 %	P <sub>16</sub> : 220 Ω
1 723 boîtier rond (IC <sub>4</sub> )	R <sub>35</sub> : 24,9 kΩ 1 %	P <sub>17</sub> : 470 Ω
1 BC559 ou équiv. (T)	R <sub>36</sub> : 49,9 kΩ 1 %	P <sub>18</sub> : 1 kΩ
12 1N4148 (D <sub>2</sub> ... D <sub>13</sub> )	R <sub>37</sub> : 100 kΩ 1 %	P <sub>19</sub> : 2,2 kΩ
R <sub>1</sub> : 18 kΩ	R <sub>38</sub> : 249 kΩ 1 %	P <sub>20</sub> : 4,7 kΩ
R <sub>2</sub> : 1 kΩ	R <sub>39</sub> : 2,2 kΩ	
R <sub>3</sub> : 2,2 kΩ	R <sub>40</sub> : 4,3 kΩ	
R <sub>4</sub> : 4,7 kΩ	R <sub>41</sub> : 11 kΩ	
R <sub>26</sub> : 220 Ω	R <sub>42</sub> : 22 kΩ	
R <sub>27</sub> : 220 Ω	R <sub>43</sub> : 43 kΩ	
R <sub>28</sub> : 220 Ω	R <sub>44</sub> : 47 kΩ	
R <sub>29</sub> : 220 Ω	R <sub>45</sub> : 2,7 kΩ	
C <sub>1</sub> : 0,47 μF th.	R <sub>46</sub> : 24 kΩ	
C <sub>2</sub> : 10 nF th.	R <sub>47</sub> : 470 Ω	
C <sub>3</sub> : 0,1 μF th.	R <sub>48</sub> : 560 Ω	
C <sub>4</sub> : 0,1 μF th.	R <sub>49</sub> : 2,7 kΩ	
R <sub>5</sub> : 560 Ω	R <sub>50</sub> : 100 kΩ	
R <sub>6</sub> : 10 kΩ	C <sub>5</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>7</sub> : 4,7 kΩ	C <sub>6</sub> : 100 pF cér.	
R <sub>8</sub> : 560 Ω	C <sub>7</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>9</sub> : 10 kΩ	C <sub>8</sub> : 0,22 μF th.	
R <sub>10</sub> : 10 kΩ	C <sub>9</sub> : 1 μF th.	
R <sub>11</sub> : 3,3 kΩ	C <sub>10</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>12</sub> : suppr.	C <sub>11</sub> : 10 μF perle tantale 35 V	
R <sub>13</sub> : 22 kΩ	C <sub>12</sub> : 100 pF cér.	
R <sub>14</sub> : 10 kΩ	C <sub>13</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>15</sub> : 39 kΩ	C <sub>14</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>16</sub> : 18 kΩ	C <sub>15</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>17</sub> : 8,2 kΩ	C <sub>16</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>18</sub> : 10 Ω	C <sub>17</sub> : 0,1 μF th.	
R <sub>19</sub> : 24 kΩ	C <sub>18</sub> : 2,2 μF ch.	
R <sub>20</sub> : 5,6 kΩ	Ajustables genre T8SY ou	
R <sub>21</sub> : suppr.	T7YA sauf P <sub>3</sub> et P <sub>4</sub> genre	
R <sub>22</sub> : 39 Ω	VA05-Vert	
R <sub>23</sub> : 220 Ω	P <sub>1</sub> : 220 Ω	
R <sub>24</sub> : 220 Ω	P <sub>2</sub> : 100 kΩ	
R <sub>25</sub> : 220 Ω	P <sub>3</sub> : 4,7 kΩ	
R <sub>30</sub> : 22 kΩ	P <sub>4</sub> : 10 kΩ	
R <sub>31</sub> : 24 kΩ	P <sub>5</sub> : 4,7 kΩ	

### Divers

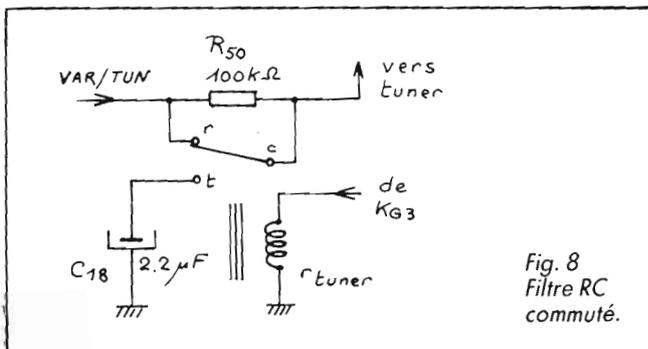
2 supports DIL 2 x 4  
 1 support DIL 2 x 7  
 3 relais 2RT/12 V genre TRK 2221  
 1 relais 1RT/12 V type DIL  
 2 potentiomètres multitours 22 kΩ  
 1 potentiomètre multitour 1 kΩ  
 1 potentiomètre simple 10 kΩ/lin.  
 1 commutateur rotatif 12 positions, 3 galettes 1c/12p, diam. max. 25 mm  
 1 barrette 2 x 5 picots/2,54 mm  
 1 connecteur 2 x 5 picots femelle à sertir sur câble plat  
 1 câble plat 10 conducteurs, 50 cm  
 2 m fil blindé petit diamètre  
 2 fiches Cinch mâles métalliques  
 1 boîtier (voir texte)  
 2 circuits imprimés  
 2 vis 2 x 10 mm, tête fraisée + 2 écrous laiton + 2 entretoises 2 x 2,5 mm  
 2 boulons 2 x 10 mm, tête plate + 2 écrous + 2 entretoises 2 x 5 mm

Pour ce faire, les relais r<sub>1</sub> à r<sub>3</sub> passent au travail, par KG<sub>3</sub>, et ils effectuent de nombreuses commutations.

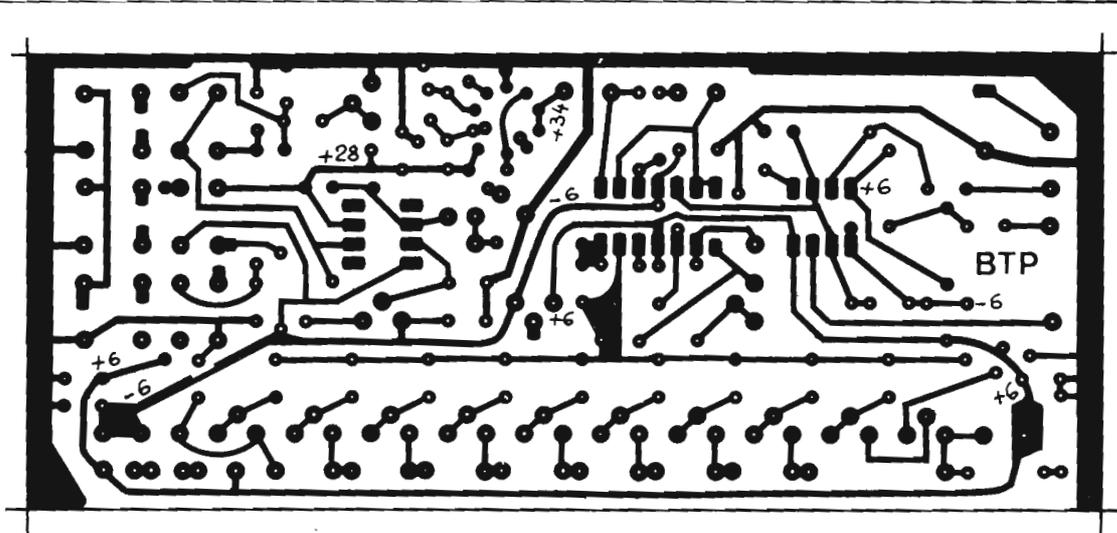
– La sortie du 741 est envoyée vers VCO<sub>3</sub>. L'amplitude de la rampe VCO<sub>3</sub> pour la gamme 8 est de l'ordre de 11 Vcc, à comparer avec les 10 mVcc de la gamme précédente ! Les perturbations sont rejetées à un niveau relatif très faible.

– Le réglage de la fréquence centrale se fait sur VCO<sub>1</sub> par la tension de curseur de P<sub>FC</sub>, ce dernier toujours en série avec son vernier P<sub>VF</sub>, de plus en plus nécessaire. La tension évolue entre + 28 V et un soupçon de négatif pour bien parvenir à 0 MHz. Un filtrage sévère est nécessaire : d'abord par le filtre R<sub>14</sub>/C<sub>9</sub>, dans le module de base de temps, mais aussi au ras de l'entrée dans le tuner par un second filtre R<sub>50</sub>/C<sub>18</sub>. Cette proximité maximale est indispensable ! Elle nous oblige à une commutation supplémentaire car, en mode G, le filtre provoquerait une déformation inadmissible de la rampe de vobulation. Cette commutation est faite par un petit relais DIL : r<sub>tuner</sub>, commandé par la section KG<sub>3</sub> de KG (voir fig. 8).

– Reste le problème de la linéarisation de la rampe de VCO<sub>3</sub>. Théoriquement, il aurait fallu faire un second circuit à diodes complet ! Heureusement, nous avons réussi à résoudre cette affaire très simplement : suppression de la tension de - 0,7 V de l'échelon des tensions. Cela se fait par un contact travail de r<sub>3</sub>. Puis nous « plaçons » la rampe dans la meilleure zone de correction possible. C'est possible, par l'offset ajustable provoqué par la tension du curseur de P<sub>15</sub> à travers la résistance R<sub>46</sub>, dont le courant est envoyé sur e<sup>-</sup> de IC<sub>2</sub>/1. Finalement, la linéarité en mode g est tout à fait bonne, comme elle l'était en G.



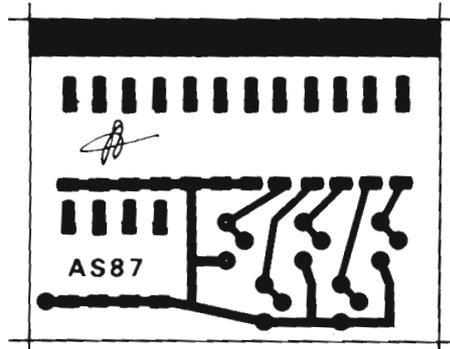
sera plus que de 25/2 500 Vcc en gamme 7, soit 10 mVcc. Cela devient fort peu, et les perturbations diverses commencent à devenir gênantes. Il reste cinq gammes à couvrir, et il n'est pas question de continuer ainsi. La solution consiste à ne plus vobuler VCO<sub>1</sub> dont la pente MHz/V est très grande, mais VCO<sub>3</sub> qui présente une pente beaucoup plus faible. On passe ainsi en mode g !



Circuit imprimé à l'échelle 1 du générateur de rampes.



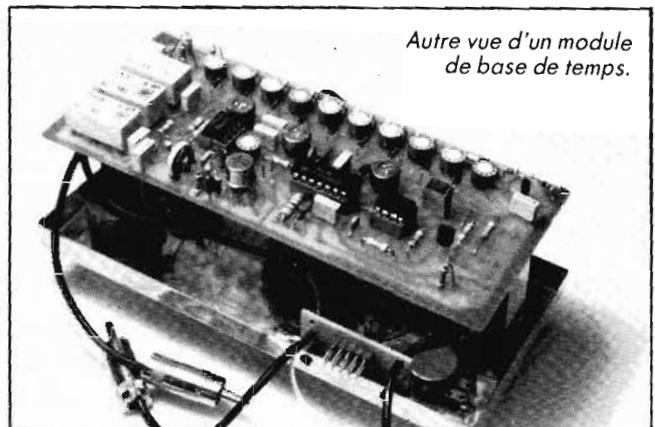
Le socle de la base de temps, équipé des pièces de face avant. Remarquer les entretoises plates pour fixation du CI. Le petit CI annexe correspond à une première version sans ajustables.



Circuit imprimé annexe.



Une vue d'un module de base de temps terminé.



Autre vue d'un module de base de temps.

Les cinq gammes du mode g sont obtenues par les résistances d'entrée de IC2/1, à savoir R<sub>39</sub> à R<sub>43</sub>. Mais le calibrage du gain de l'ampli OP ayant été fait en mode G, il ne peut pas être modifié en g, sauf commutation supplémentaire non disponible. Il faut donc rejeter le calibrage sur les résistances d'entrée. Les dispersions inévitables à prévoir nous ont amené à choisir la solution un peu lourde retenue : à savoir, un ajustable pour chaque résistance ! Cinq ajustables de plus, ce n'est pas très gai. Mais il faut se rappeler que le fréquencemètre associé à une résolution de 100 kHz : en mode g, il n'indique plus que la fréquence centrale. Il est donc impératif d'avoir un calibre kHz/div impeccable, les mesures se faisant par rapport au graticule. Nos ajustables seront alors les bienvenues et permettront d'atteindre au but visé.

### 3. Circuits imprimés

En époxy 15/10, simple face. Les tracés sont donnés en figures 9 et 10. Opérations classiques de gravure, étamage et perçage général à 8/10. Quelques trous à agrandir, en fonction des composants utilisés.

### 4. Boîtier

Une seule partie obligatoire : le socle avant. Les autres à volonté.

**Socle avant.** Il va porter tout le module, qui sera ainsi déposable très facilement. Ce socle est une simple plaque de fer-blanc, à quatre rebords de 8 mm, donc de fabrication identique à celle des couvercles des modules HF. Les dimensions intérieures sont de 150 x 70 mm. Ce socle est percé pour recevoir les quatre potentiomètres de réglages externes : P<sub>FC</sub>, P<sub>VF</sub>, P<sub>MQ</sub> et P<sub>Vb</sub>

et le commutateur de gammes KG. Il est indispensable de prévoir une bonne correspondance avec le perçage futur de la face avant. C'est pourquoi nous donnons les cotes à respecter en figure 11. Le module Base de Temps est maintenu dans le boîtier général par deux simples vis à métaux si le canon fileté de KG est trop court. Par contre, s'il s'avérait être assez long, on pourrait supprimer ces vis. Dans le premier cas, les trous des vis de 2 mm sont percés de part et d'autre du trou d'axe de KG, aussi près que possible de cet axe. Ainsi, les vis seront masquées par le bouton de commande du commutateur. Souder, à l'intérieur du socle, les deux écrous de laiton. Prévoir enfin deux entretoises de 2,5 mm, donnant l'écartement entre face avant et socle. Dans ces conditions, les trous de la face avant sont percés pour laisser passer axes et canons filetés des cinq commandes. Pour déposer : deux vis à enlever, et c'est tout ! Dans le second cas, fixation par contre-écrou sur le canon fileté de KG.

Le CI principal est maintenu à 45 mm du socle par deux entretoises de 15 mm de large, découpées dans du fer-blanc et soudées tant du côté socle

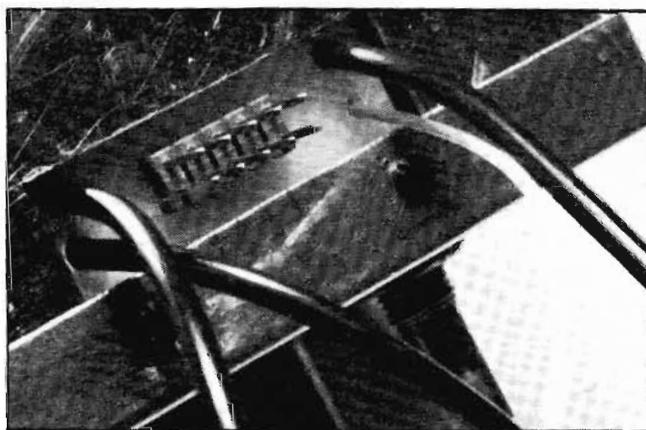


Photo E. - Gros plan sur la sortie des connexions : le connecteur mâle du câble plat et les sorties de fils blindés. Noter la découpe faite dans la ceinture.

que du côté CI. Le CI annexe est aussi soudé sur le socle par l'intermédiaire d'une petite cornière de fer-blanc. Il faudra le placer au ras des cosse de KG, de manière à dégager la hauteur des ajustables qu'il supporte. Tous ces détails sont très visibles sur les photos publiées.

La barrette de connexion 2 x 5 picots est montée sur une plaquette d'époxy de 35 x 20 mm, fixée en bas et à droite du module, à l'aide de deux boulons de 2 mm et entretoises de 5 mm (voir photos). Remarquer les quatre trous percés autour de la bar-

rette à picots et permettant de sortir les liaisons blindées et le fil de r<sub>TUNER</sub>, surtout lorsque le boîtier complet est utilisé.

**Autres parties.** Elles sont facultatives :

- **Ceinture.** Elle ferme le pourtour inférieur et latéral du module. C'est une simple plaque de fer-blanc de 60 mm de large et 10 + 70 + 150 + 70 + 10 mm de long, pliée en U avec deux rebords de 10 mm (voir photo D). Fixation sur le socle par trois vis à tôle de 2 mm. Prévoir une découpe rectangulaire pour la sortie des liaisons (voir photo E).

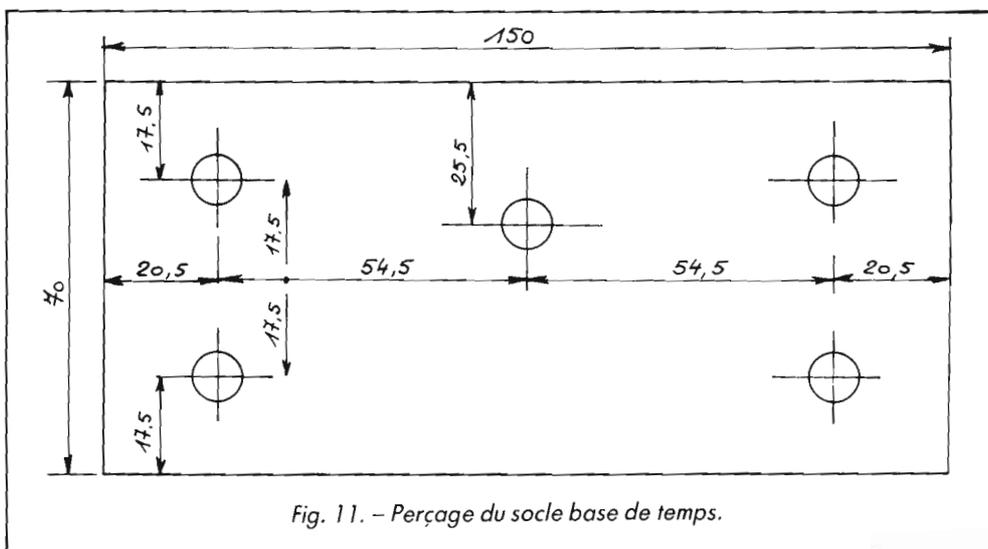


Fig. 11. - Perçage du socle base de temps.



● *Couvercle.* Ferme l'arrière et le dessus du module. Mise en place par emboîtement. Prévoir pour cela les rebords nécessaires. N'en disons pas plus. Les fanas du pliage de la tôle sauront broder sur le thème !

### 5. Pose des composants

Se reporter à la figure 12. Commencer par la pose des quatre straps du CI principal. Puis placer les supports DIL et enfin tous les composants passifs et les relais.

Mettre le 723, bien orienté et sous lequel on a placé C<sub>12</sub>, choisi pour occuper le moins de place possible. Monter le transistor T et toutes les diodes. Attention : D<sub>2</sub> et D<sub>11</sub> sont en sens inverse de D<sub>3</sub>... D<sub>10</sub>. Au verso, après ponçage des soudures et nettoyage de la plaquette, monter C<sub>16</sub>, un strap isolé entre C<sub>16</sub> et P<sub>15</sub> et un autre entre quatre de r<sub>3</sub> et R<sub>48</sub>. Ces détails sont signalés sur la figure 12.

Passer au CI annexe sur lequel on pose tous les composants. Puis, avant mise en place définitive, souder au verso 12 + 3 liaisons qui vont permettre de relier R<sub>32</sub>... R<sub>46</sub> à KG. Mettre ces liaisons à longueur et les dénuder côté KG. Monter KG sur le socle, axe de 6 mm coupé à bonne longueur et cosses 6/7 des galettes vers le haut. Monter maintenant le CI annexe sur le socle et souder les 15 liaisons sur KG. Ne pas oublier de relier auparavant les cosses 2-7 et 8-12 de KG<sub>2</sub>, de même que 1-7 et 8-12 de KG<sub>3</sub>.

Monter la plaquette à 2 x 5 picots, si ce n'est pas déjà fait. Monter les potentiomètres après avoir raccourci les axes selon les boutons utilisés. Monter définitivement le CI principal sur ses entretoises, en veillant à bien le centrer sur le socle. Avec du petit fil de couleur, assurer toutes les liaisons entre KG, potentiomètres et circuits imprimés.

Bien réfléchir et utiliser à la fois la figure 12 et le schéma théorique, figure 3.

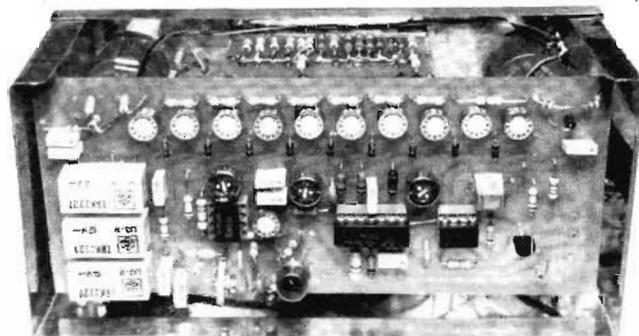
Souder le fil blindé VAR/TUN de 25 cm de long, passant par le trou VCO<sub>1</sub> de la plaquette de sortie et terminé par une Cinch mâle métallique. Idem pour le fil blindé VCO<sub>3</sub> de 20 cm de long, passant par le trou VCO<sub>3</sub>. Enfin, le fil blindé X de 60 cm de long, passant par X et sans fiche.

Sortir le fil r<sub>tuner</sub> venant de 1-7 de KG<sub>3</sub>. C'est un simple fil souple. Notons que ce fil pourrait sortir dans le câble plat. Pour cela, récupérer le fil n° 7, affecté à la masse.

+ 1,4 V, P<sub>6</sub>... P<sub>14</sub> au maximum de résistance. KG en gamme 1.

Connecter l'oscillo en sortie X et... mettre sous tension !

Une dent de scie doit apparaître, amplitude 4 Vcc et fréquence variable par P<sub>V8</sub>. Se caler au minimum de clignotement, donc à la vitesse maxi. Brancher maintenant l'oscillo en 1 de IC2/1. Retrouver la dent de scie inversée et d'amplitude réglable par P<sub>1</sub> entre 3,1 Vcc et 2,2 Vcc. Le critère de bon réglage : l'action de la diode D<sub>10</sub> doit se faire sentir presque à la fin de l'aller. On réduira donc la valeur de P<sub>14</sub>



Cette vue permet de se faire une idée de la réalisation du boîtier. Ici on a installé la ceinture.

### 6. Mise en service

Procéder à une minutieuse vérification, à l'œil et à l'ohmmètre, de tout le travail de mise en place des composants et liaisons. Ce n'est pas si simple ! Sertir le connecteur femelle 2 x 5 sur le câble plat 10 fils. Pour cela, simplement serrer progressivement dans un étau, câble bien placé dans les encoches des pièces plastiques et dans les pinces de contact. Garder 50 cm de longueur. Séparer et dénuder les extrémités. Etamer les fils divisés. Connecter sur le module, sens indiqué en figure 12. Vérifier toutes les liaisons à l'ohmmètre.

Relier à l'alimentation générale provisoire ou définitive. Bien vérifier. Prérégler P<sub>1</sub>... P<sub>4</sub> et P<sub>15</sub>, P<sub>FC</sub>, P<sub>VF</sub> à mi-course. Par contre, P<sub>5</sub> à fond, côté

presque au minimum et on agira sur P<sub>1</sub> pour placer la cassure de D<sub>10</sub> à cet endroit. L'oscilloscope étant maintenant branché en 7 de IC2/2. Vérifier que P<sub>14</sub> dose bien l'angle de changement de pente. Si tout va bien, l'action de D<sub>3</sub> doit se placer à peu près au 1/5 de l'aller. Le vérifier. Ne plus toucher à P<sub>1</sub>. Ramener P<sub>7</sub> et P<sub>14</sub> au maxi de résistance.

Réduire alors P<sub>6</sub> presque au minimum et placer la cassure de D<sub>2</sub> à peu près au 1/10 de l'aller. Ramener P<sub>6</sub> au maximum.

Connecter l'oscillo en sortie du 741 ou sur la Cinch VAR/TUN. Régler successivement P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> pour caler la rampe de vobulation entre 0 et + 20 V environ. Rappelons que P<sub>3</sub> règle le gain du 741, donc l'amplitude de la rampe, tandis que P<sub>2</sub> cale l'offset, donc dé-

place globalement la rampe vers le positif ou le négatif.

Pour terminer, en s'inspirant de la photo A, on pourra jouer sur les réglages de linéarisation jusqu'à obtenir une rampe ressemblant à celle du cliché et de crêtes 0 V et + 25 V. Bien entendu, les réglages définitifs se feront par observation de la répartition des pips 50 MHz qui apparaissent sur la même photo, mais que vous ne pourrez voir que plus tard, quand une mise en service plus générale aura été faite.

Passer maintenant en gamme 2 de KG. Constaté que l'amplitude de la rampe est à peu près cinq fois plus faible. Agir sur P<sub>FC</sub> pour vérifier que cette rampe peut être amenée soit vers le 0 V, soit vers le + 25 V. Mêmes vérifications en gamme 3 à 7, avec une rampe d'amplitude de plus en plus faible, mais toujours la même action de P<sub>FC</sub>.

Rebrancher la voie 1 de l'oscillo en sortie X et la voie 2 sur le signal FREQ. Synchroniser sur la rampe. Constaté que FREQ, à l'état haut en début de balayage, passe bien à l'état bas, en un point déterminé par le réglage de P<sub>MQ</sub>. On peut ainsi faire passer le point de déclenchement du début à la fin du balayage.

Connecter un voltmètre en sortie VCO<sub>3</sub>. Mesurer + 10 V, ajustables par P<sub>4</sub>. Brancher l'oscillo en sortie VCO<sub>3</sub> et passer en gamme 8. Vérifier l'apparition d'une rampe d'une dizaine de volts d'amplitude, retouchable par P<sub>16</sub> et dont l'offset peut être modifié par P<sub>15</sub>. Un voltmètre en sortie VCO<sub>1</sub> doit indiquer une tension comprise entre - 3 et + 28 V, selon le réglage de P<sub>FC</sub> et P<sub>VF</sub>. Idem sur les gammes 9 à 12 de KG, avec des rampes de plus en plus faibles.

Tout cela bien vérifié, on peut considérer le module de Base de Temps comme opérationnel.

(à suivre)  
**F. THOIBOIS**