

UNE REALISATION EXCEPTIONNELLE UN ANALYSEUR DE SPECTRE 0-500 MHz PERFORMANT

Après une courte interruption dans la suite des articles concernant l'AS87, nous vous proposons aujourd'hui la réalisation de l'atténuateur d'entrée. C'est

L'AS87

(suite voir N° 1753)

d'ailleurs cette pièce qui est à l'origine du retard en question, la version définitive n'ayant pas été prête à temps. Même maintenant, il reste un problème d'encliquetage, le modèle retenu n'étant pas disponible rapidement. Il faut dire que les fabricants ont une philosophie assez navrante : quand un matériel est déclaré « disponible sur stock », il faut 6 à 8 semaines pour l'obtenir. Dans le cas contraire, il faut 6 à 8 mois ! Les vacances venant couronner le tout ! Nous allons donc présenter deux possibilités : choisir l'encliquetage commercial si vous avez un peu de patience, ou faire vous-même cette mécanique si vous ne pouvez attendre !

Ainsi nous espérons sinon contenter tout le

monde, du moins ne mécontenter personne !

De toute manière, il faudra « mettre la main à la pâte », ou plus exactement à la lime ! Notre atténua-

teur est un modèle à fabriquer entièrement ! A cela, plusieurs raisons. Tout d'abord, le prix de revient. Un atténuateur 0-500 MHz vaut une petite fortune ! Par ailleurs, l'encombrement : aucun des modèles que nous connaissons ne se mettrait dans l'espace prévu à cet effet !

Mais nous avons fait le maximum pour aboutir à une réalisation assez facile, de bonne reproductibilité et de performances ne dévalant pas l'AS87.

Ce n'était pas si facile, et les amateurs qui ont eu l'occasion de se frotter un peu au sujet savent de quoi nous parlons. C'est qu'il faut passer une bande de 0 à 500 MHz, à 1 ou 2 dB près !

LE SCHEMA

De ce côté, rien de compliqué ! Nous avons retenu, comme tout le monde, la classique cellule en PI (voir fig. 1).

Nous avons décidé des pas de 10 dB. Il suffit ensuite de cascader un nombre déterminé de cellules, pour aboutir à l'atténuation maximale envisagée. Pour nous donc, quatre cellules de 10 dB, donnant les 40 dB nécessaires et suffi-

sants. Notre AS87 a une possibilité d'entrée de -20 dBm. L'atténuateur la porte à -20 + 40 = +20 dBm. Le petit abaque de la figure 2 situe ces niveaux : -20 dBm correspondent à 100 μ W dans une charge de 50 Ω , aux bornes de laquelle la tension efficace est alors de quelque 22 mV. +20 dBm correspondent de même à 100 mW et à une tension de 2,2 V_{eff} .

En montant une cellule de plus, nous aurions porté l'admissi-

bilité à +30 dBm, soit 1 W sur 50 Ω . Mais encore faut-il que les résistances de l'entrée de l'atténuateur supportent cette puissance. Les modèles retenus sont de type 1/4 W. Nous en mettons deux en parallèle, ce qui amène à 1/2 W, et même un peu plus si l'on pense que les résistances qui suivent supportent une partie de la puissance injectée. On reste cependant en dessous du watt. Par ailleurs, si l'on se reporte au schéma complet de

l'atténuateur (fig. 3), on constate que, pour une atténuation nulle de 0 dB, le signal HF doit traverser toutes les cellules. Plus elles sont nombreuses et plus le chemin entrée/sortie est long. De là à faire apparaître des anomalies de réponse, il n'y a pas loin ! Comme toujours, il faut savoir rester raisonnable, et nous avons décidé que quatre cellules suffisaient ! Si vous désirez injecter une puissance plus élevée, il suffit de placer,

ELECTRONIQUE

à l'extérieur, un atténuateur fixe supplémentaire.

Pour obtenir de bons résultats d'un atténuateur, il faut s'entourer de grandes précautions.

- **Câblage ultra-court.** On le comprend parfaitement pour des fréquences de plusieurs centaines de mégahertz, pour lesquelles chaque centimètre de connexion représente une inductance non négligeable.

- **Résistances non selfiques.** Avec de la résistance ordinaire actuelle, il n'est pas possible d'avoir de bons résultats. Les anciennes résistances agglomérées étaient bien meilleures. Elles sont introuvables. En revanche, les toutes nouvelles résistances « chips » sont parfaites car très petites, sans fils et sur support céramique. Nous les avons donc retenues ! Encore un problème d'appro, mais bien résolu, celui-là !

- **Commutateurs à faibles inductance et capacité parasite.** Nous avons souvent vu, dans diverses revues, des descriptions d'atténuateurs.

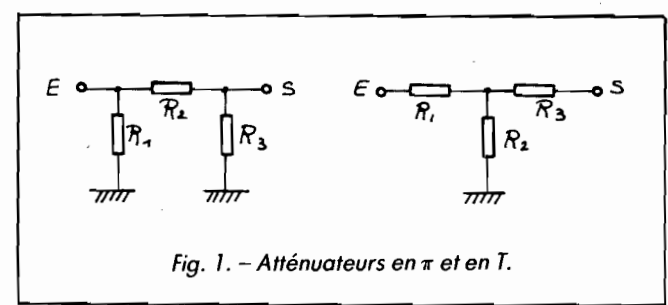


Fig. 1. - Atténuateurs en π et en T.

Toutes utilisaient soit des tumblers double inverseur, soit des relais du même type. Dans les deux cas, on aboutit à la disposition pratique de la figure 4. La distance entre les picots d'entrée et de sortie de la cellule est de 5 mm environ.

Même distance à l'intérieur du tumbler ou du relais, entre les armatures mobiles et les contacts fixes. Il s'ensuit une capacité parasite notable entre ces points. Les fréquences élevées ont donc tendance à franchir directement la cellule, sans passer par le réseau d'atténuation. La réponse est donc faussée. Une bien meilleure solution consiste à utiliser deux tumblers simple in-

verseur, plus distants, et réduisant le défaut. Il faut malheureusement, alors, actionner deux tumblers au lieu d'un, par cellule.

La solution que nous avons retenue se conforme à ce schéma électrique, mais elle résout élégamment la commande des inverseurs. Nous n'avons d'ailleurs rien inventé, mais avons simplement imité les réalisations professionnelles. Les inverseurs sont des microswitches de très petites dimensions, et ils sont actionnés par une série de cames montées sur l'axe de commande de l'atténuateur, ce qui permet de plus d'avoir une commande rotative.

Dans l'annexe 3, en fin d'article, nous développerons la méthode de calcul des résistances de la cellule en PI. En effet, nous avons souvent vu des tableaux de valeurs, mais jamais la manière de les obtenir. Quand ces calculs sont effectués pour une atténuation de 10 dB, on aboutit aux valeurs portées sur le schéma (fig. 3), à savoir deux résistances de 96,2 Ω et une de 71,2 Ω ! Trouver des résistances chips n'est déjà pas simple, mais en trouver de ces valeurs bizarres est tout à fait

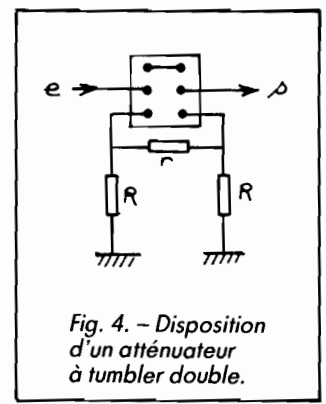


Fig. 4. - Disposition d'un atténuateur à tumbler double.

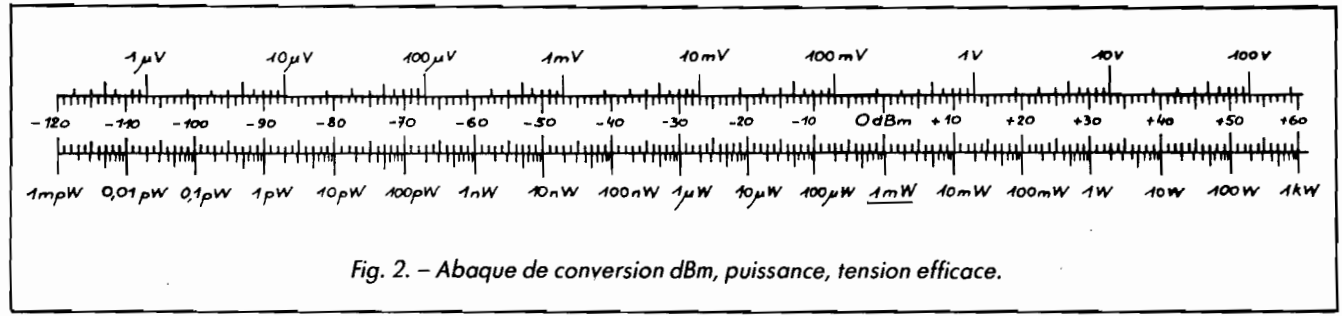


Fig. 2. - Abaque de conversion dBm, puissance, tension efficace.

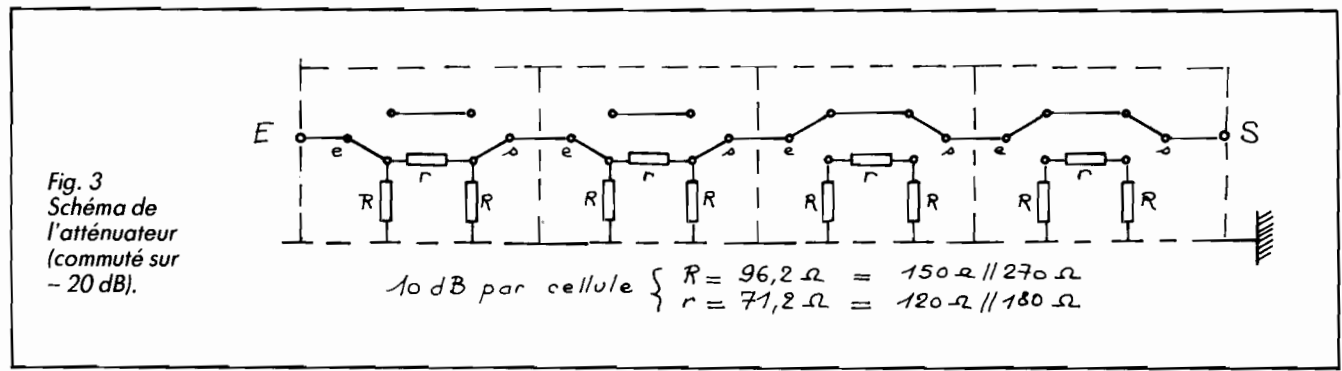


Fig. 3
Schéma de l'atténuateur (commuté sur -20 dB).

$$10 \text{ dB par cellule } \left\{ \begin{array}{l} R = 96,2 \Omega = 150 \Omega // 270 \Omega \\ r = 71,2 \Omega = 120 \Omega // 180 \Omega \end{array} \right.$$

impossible ! Nous avons donc décidé de réaliser chaque valeur par association parallèle de deux valeurs standard, prises dans la banale série E12.

De plus, la solution a l'avantage d'augmenter la puissance admissible et de réduire l'inductance parasite. C'est donc la solution idéale ! Reste à trouver les valeurs en question. L'annexe 4 de fin d'article résoud ce problème. L'ordinateur est, dans ce cas, un aide précieux ! Grâce à un petit programme Basic, il vous donne les solutions correspondant à une précision souhaitée et les écarts obtenus par rapport à la valeur désirée. Et c'est ainsi que nous avons appris que, pour obtenir $96,2 \Omega$, il suffisait de mettre en parallèle une 150Ω et une 270Ω ; que pour $71,2 \Omega$, il fallait associer 120Ω avec 180Ω . Presque trop beau pour être vrai !

Signalons que des mesures effectuées sur les chips approvisionnés ont montré que la valeur marquée était tenue à 1 ou 2Ω près ! Soit pratiquement du 1 %, alors que ces ré-

sistances sont données à 5 % !

Nous voici donc assurés de pouvoir monter des cellules d'atténuateur précises et performantes. Mais venons-en à la réalisation effective !

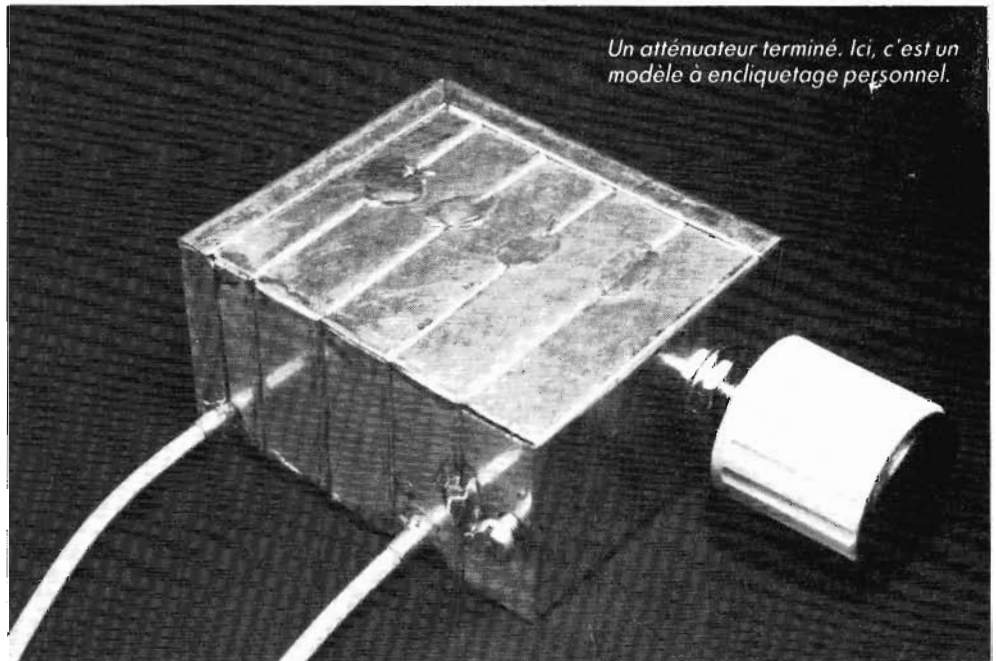
REALISATION

Nous avons beaucoup cherché pour trouver une solution facile à réaliser, car nous savons bien que beaucoup d'amateurs n'aiment pas

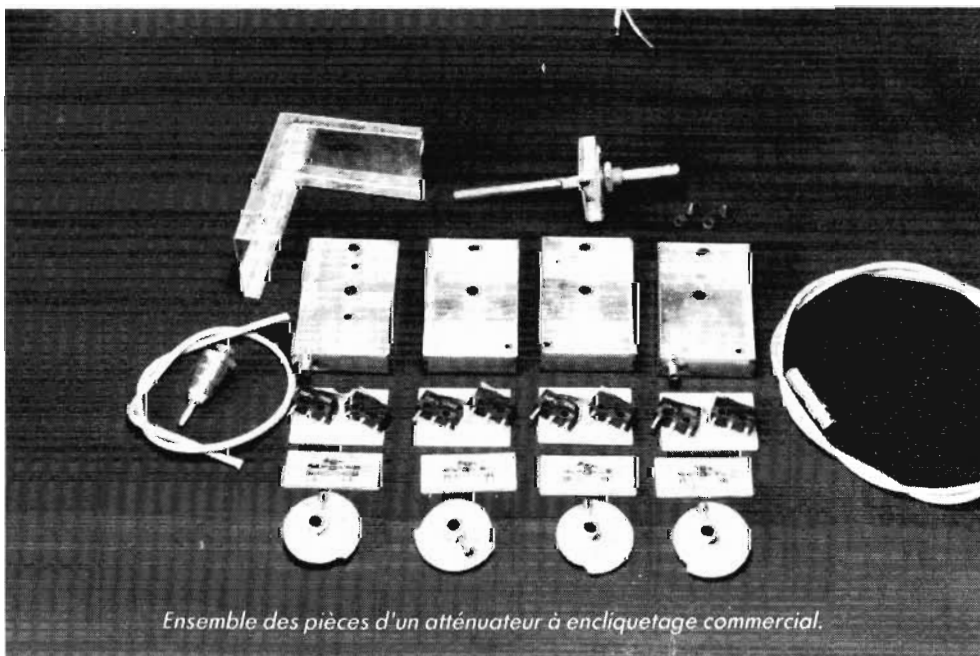
beaucoup la mécanique de précision. Comme vous allez le voir, c'est assez simple, mais il va tout de même falloir consentir un certain effort. Les résultats sont à ce prix !

Un coup d'œil d'abord sur l'engin terminé (voir photo A). Vous remarquez immédiatement l'empilage de petits boîtiers identiques, chacun contenant une cellule d'atténuation. Mais vous en comptez cinq ! C'est que le premier, côté bouton, est le boîtier d'encliquetage *home made*, comme on dit aux USA ! Remarquez les coaxiaux d'entrée et de sortie. Les boîtiers sont simplement solidarisés par points de soudure.

Observons maintenant la photo B, montrant l'ensemble complet des pièces entrant dans la fabrication de l'atténuateur à encliquetage commercial. Ce dernier est un modèle ESK 12-2 de Jeanrenaud. A notre connaissance, c'est le seul modèle qui s'adapte aussi bien ! Mais nous craignons que la maison Electronique-Diffusion ne soit en mesure de les obtenir que début septembre, bien que Jeanre-



Un atténuateur terminé. Ici, c'est un modèle à encliquetage personnel.



Ensemble des pièces d'un atténuateur à encliquetage commercial.

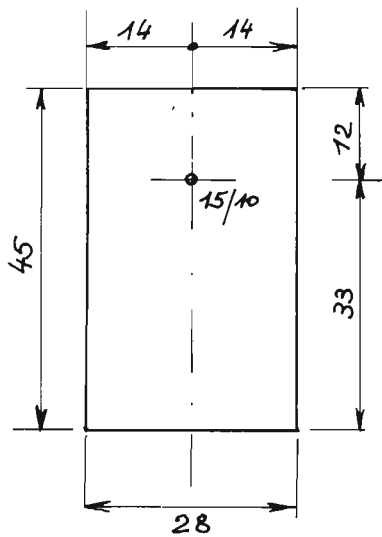


Fig. 5. - Gabarit de pliage en acier de 10 mm.

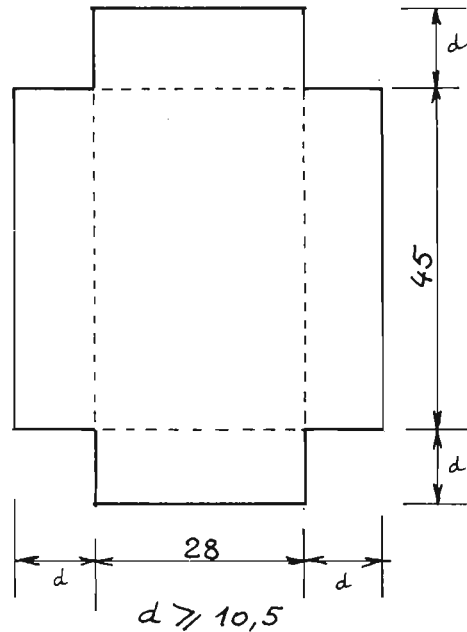


Fig. 6. - Forme à plier, fer blanc de 5/10.

naud « tienne ces pièces en stock permanent de distribution », catalogue dixit ! Vous voyez ce fameux encliquetage en haut, avec ses vis et rondelles de fixation. En dessous, les quatre jeux de pièces des quatre cellules d'atténuation, à savoir :

- un petit boîtier en fer blanc ;
- une plaquette d'époxy sans cuivre servant d'écarteur ;
- une plaquette de circuit imprimé supportant les six résistances chips ;
- les deux microswitches ;
- la came de commande fabriquée en époxy.

A gauche et à droite, les coaxiaux de liaison avec leurs connecteurs, BNC à l'entrée et subclac à la sortie. En haut, à gauche, le capot arrière de l'atténuateur terminé.

Passons à l'examen détaillé des fabrications.

1° Boîtiers métalliques

- a) Ils sont en fer-blanc de 5/10. Ils doivent être identiques et de dimensions très précises pour un empilement correct. Pour parvenir aisément à un très bon résultat, il est nécessaire de faire, ou de faire faire, un gabarit en acier de 10 mm, aux dimensions de la figure 5, soit donc 45 x 28 x 10 mm. Percer un trou de 15/10 parfaitement centré.
- b) Découper ensuite, dans le fer-blanc, les quatre formes à plier (fig. 6). Faire ce travail à la petite cisaille, avec finition à la lime douce.
- c) Chaque pièce est alors pliée sur le gabarit, serrée avec contre-plaque dans l'étau. Bien centrer le gabarit et plier net. Avant d'enlever le gabarit, percer l'élément de boîtier à travers le trou de 15/10.
- d) Gabarit toujours en place, les rabats de côté doivent normalement dépasser quel-

que peu. Les amener juste à niveau à la lime douce. Si la hauteur est insuffisante, le boîtier est raté. Le recommencer !

e) Enlever le gabarit. Agrandir le trou de 15/10 à 4 mm. Percer un trou de 4 mm juste au centre du rabat haut, pour passage tournevis. Pour le boîtier n° 1, côté encliquetage, percer les trous de 2 mm pour fixer celui-ci. Pour les boîtiers 1 et 4, percer dans le rabat inférieur, dans l'angle gauche, un trou de 3 mm pour passage du tube laiton de sortie du coaxial 50 Ω. Ce tube de 30/10 extérieur, coupé à 10 mm de long, est alors soudé à l'étain, 4 mm à l'intérieur et 6 mm à l'extérieur. Le coaxial ayant un diamètre de 2,5 mm, il faut réaliser le tube à cette dimension, pour pouvoir l'enfiler.

f) Souder les raccords des quatre rabats. Eviter les paquets de soudure !

2° Ecarteurs

Dans de l'époxy 15/10, complètement débarrassé de son cuivre, découper quatre rectangles mesurant 28 x 20 mm. Ces écarteurs se placent en bas et contre le fond du boîtier. Ils servent à diminuer les capacités parasites entre les points HF et la masse. Faire une petite encoche dans l'écarteur du boîtier 1, pour passage de la tête plate de la vis d'encliquetage.

3° Circuits imprimés

Vous en trouvez le tracé en figure 7. Vous y voyez les quatre petits CI de cellules, en bas, et, au-dessus, les quatre cames. Découper toutes ces pièces très soigneusement en finissant à la lime douce. La photo C montre un CI équipé de ses résistances. Pour souder ces dernières, voici comment nous procédons.

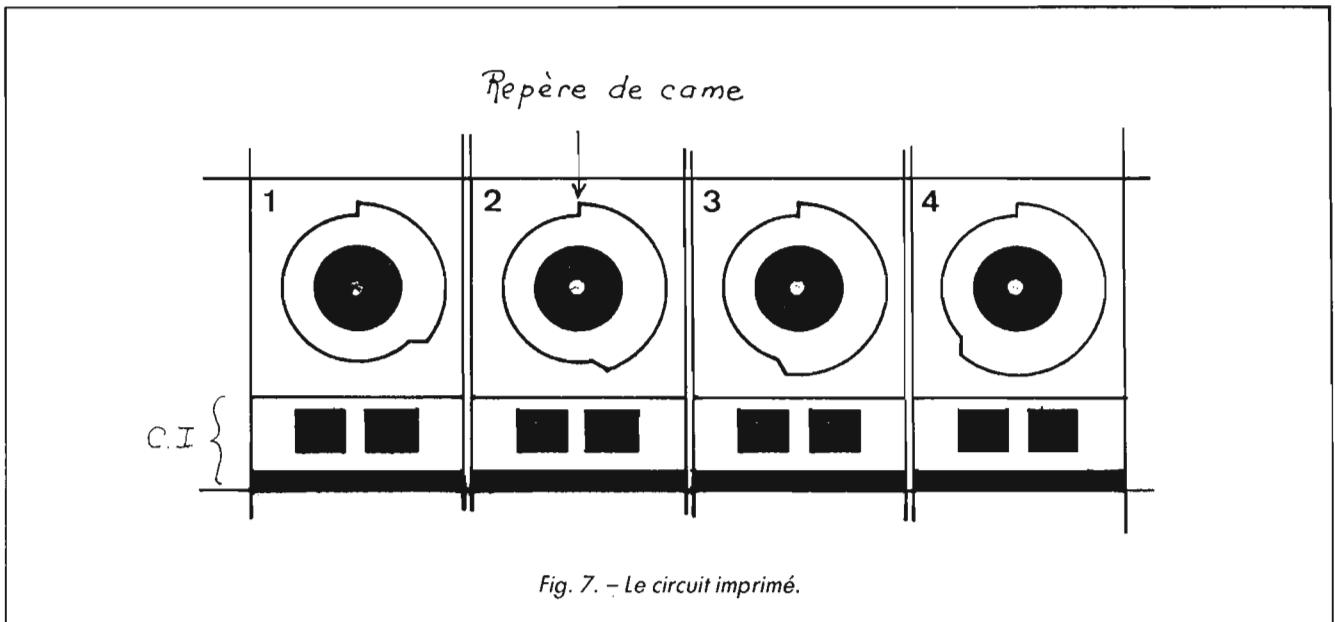


Fig. 7. - Le circuit imprimé.

- Etamer les parties cuivre du CI.

- Placer le chip là où il doit se trouver, et l'y maintenir, soit directement avec le doigt, soit par l'intermédiaire d'une spatule.

- Couper 1 mm de fil de soudure et placer ce grain dans l'angle chip/CI.

- Approcher le fer et fondre la soudure au contact des deux éléments. C'est soudé ! N'y plus toucher !

- Souder ainsi les autres chips d'un seul côté.

- Souder les seconds côtés, très classiquement.

Evidemment, si vous tremblez trop, inutile d'insister. Faites faire le travail par quelqu'un d'autre !

Chaque cellule terminée, vérifier à l'ohmmètre numérique. Trouver environ 61 Ω aux bornes des couples 150/ 270 Ω , et 52 Ω aux bornes du couple 120/180 Ω .

4° Cames

C'est un travail un peu plus mécanique. Vous en viendrez à bout en suivant nos conseils. Chaque came est supposée découpée avec précision. Percer au centre un trou de

15/10. Agrandir à 5 mm, de manière à obtenir un emmanchement dur sur du tube laiton de 50/10 ext. et 40/10 int. (tube de modélisme, comme le précédent de 30/10). Couper 20 cm de ce tube. Le poncer finement pour faciliter la soudure. Procéder quatre fois de la même manière.

- Dresser la coupe d'une extrémité.

- A 6 mm de cette extrémité, percer un trou de 12/10 dans le tube.

- Tarauder ce trou à 16/10.

- Poncer un écrou laiton de 16/10.

- Le visser sur un boulon acier de 16/10 et visser ce dernier dans le tube, en amenant l'écrou au contact, une face hexagonale parallèle à la coupe.

- Emmancher la came, cuivre vers l'écrou, sur lequel elle vient s'appuyer.

- En faisant tourner le tube dans les doigts, vérifier que la came tourne bien rond. Rectifier si nécessaire.

- Souder came et écrou sur le tube. Soudure solide mais sans excès, avec un fer bien chaud et un soupçon de pâte à souder. Si vous insistez trop,

vous souderez aussi le boulon. Ce serait gênant !

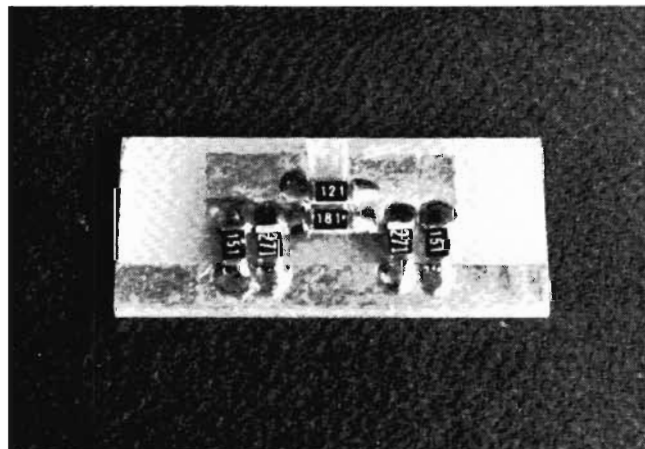
- Enlever le boulon.

- Couper le tube au ras de l'écrou. Adoucir à la lime...

... et recommencer trois fois !

A noter que la méthode cidessus permet de réaliser les pièces d'axes des cames, sans outillage particulier. Si vous disposez d'un tour à métaux, des solutions plus mécaniques sont possibles, mais pas nécessaires. (à suivre)

F. THOBOIS



**LE HAUT-PARLEUR
SUR MINITEL**

**36 15
code
HP**