

# Platine HF10 / II à deux fréquences simultanées

Le Supertef, que les lecteurs du *Haut-Parleur* connaissent bien, est un émetteur de radiocommande géré par un microcontrôleur. La présence de ce super composant autorise quantité de possibilités qu'une réalisation en composants classiques ne saurait proposer.

Outre la programmation complète de 6 à 25 cellules gardées en mémoire, le Supertef gère également une platine HF à synthèse de fréquence, donnant à l'utilisateur le libre choix du canal HF utilisé à un moment donné sans aucun changement de quartz, simplement en appuyant sur quelques touches dont l'effet est supervisé par un afficheur LCD de 2 fois 16 caractères.

En réalité, Supertef fait beaucoup mieux ! Il permet la programmation, pour chaque cellule, de deux fréquences, l'une dite **normale** et l'autre dite de **secours** (Fn et Fs). Voilà alors possible la technique de l'**évasion de fréquence**, à condition de disposer de récepteurs capables de l'exploiter. C'est ce que nous avons depuis quelque temps, avec le REF10 d'abord, mais surtout avec le RX16, bien plus performant. Ces deux montages ayant été décrits dans les pages du HP.

Avec le Supertef et le RX16, si le pilote réalise, en plein vol, qu'il est brouillé par un autre émetteur rayonnant sur la même fréquence, il lui suffit de basculer un inverseur pour retrouver une liaison saine sur la fréquence d'évasion : le RX16

change automatiquement de fréquence dès qu'il est brouillé et l'inverseur permet le passage en fréquence de secours à l'émission.

Solution satisfaisante... quand on a le temps de procéder à ce sauvetage ou même... quand on y pense ! L'expérience montre en effet que, le temps de réaliser l'existence du brouillage, le temps de réagir... et c'est parfois trop tard ! Un autre élément doit être pris en considération : le pilote, qui sent son modèle lui échapper, présente un indiscutable moment de « blocage ». A tel point que, même si les gaz réagissent encore, il laisse quelquefois la cellule s'écraser « plein pot », sans penser à réduire ! Ne parlons pas d'un brouillage en phase finale d'atterrissage ou lors d'un passage très bas, car dans ces cas, on n'a vraiment pas le temps de réfléchir ni de faire quoi que ce soit !

Le récepteur à évocation de fréquence peut être considéré comme « intelligent » : il est capable de constater qu'il est brouillé, de montrer un peu de patience, de se commuter en fréquence de secours, voire de passer en « fail-safe ». Hélas ! on ne peut pas doter l'émetteur des mêmes facultés : l'émetteur ne peut pas savoir que l'autre (le récepteur) est brouillé ! Du moins si l'on reste dans des techniques simples. Avec les platines à synthèse HF8 et HF9, c'est le pilote qui a la charge de la détection de la liaison anormale et celle de la commutation Fn/Fs. Nous venons de parler des limitations inévitables de ce procédé !

## La platine HF10 apporte la solution catégorique !

Tout simplement, elle émet en permanence les deux fréquences **normale** et de **secours** ! Plus de commutation à l'émission ! C'est le récepteur qui choisit librement celle des deux fréquences qui lui as-

sure une réception correcte et conforme aux consignes données. La commutation est totalement transparente au pilote qui ne s'aperçoit de rien et qui ne sait même pas quelle fréquence il utilise effectivement, de Fn ou de Fs !

Le problème posé par la réalisation de HF10 nous a longtemps paru insoluble. En effet, il s'agit de réaliser une platine générant deux fréquences synthétisées dans la même bande, dans un encombrement identique à celui des platines simples, avec une consommation restant raisonnable, n'utilisant qu'une seule antenne avec un impératif primordial : ne pas générer de fréquences parasites d'intermodulation !

Nos premiers essais furent décevants. En effet, si les premiers points sont assez faciles à respecter, le dernier est un vrai problème ! Nous avons d'abord envisagé de faire deux platines distinctes installées dans un émetteur spécial. Outre la lourdeur de la solution, celle-ci n'est valable que si l'on utilise pour chacune, une bande de fréquence distincte, par exemple, 27 et 41 ou 41 et 72 ou 27 et 72 MHz. Dans ces conditions, avec une seule antenne, l'intermodulation est un problème, non pas pour les modélistes, mais pour les autres : 41 et 72 donnent, par exemple, des raies à 10 et à 103 MHz. Avec deux antennes assez écartées, les raies sont faibles.

Si, en revanche, on essaie de travailler dans une seule bande, l'intermodulation est un très gros écueil, les deux antennes étant indispensables mais pas assez écartées pour un bon fonctionnement : la HF issue d'une antenne est captée par l'autre, réinjectée dans le final, avec génération des raies indésirables... et réciproquement !

A noter que le problème existe tout autant avec deux émetteurs distincts mais trop rapprochés. Les figures 14 à 16 montrent le résultat obtenu, vu à l'analyseur de spectre, avec des distances de 25, 75 cm

et 2 m, ce qui prouve bien que si les pilotes doivent se regrouper sur le terrain, en aucun cas ils ne doivent se tenir épaule contre épaule. Une distance minimale d'au moins 2 m semble être nécessaire pour tous ceux qui utilisent la même bande.

Il est alors évident qu'avec une seule antenne dans laquelle débitent sans précaution particulière deux platines HF, les raies d'intermodulation sont tellement importantes qu'il est absolument impossible d'utiliser le système sur un terrain sans perturber la totalité de la bande si  $F_n$  et  $F_s$  sont assez voisines. Par exemple, si  $F_n = 72\ 250$  kHz et  $F_s = 72\ 300$  kHz, on a des raies tous les 50 kHz, soit sur 72 200, 72 150, 72 100, 72 050, 72 000... puis sur 72 350, 72 400, 72 450, 72 500... Les deux premières de chaque série (ordre 3) étant bien sûr les plus importantes : voir figure 14.

Nos récepteurs à évacuation de fréquence savent changer de fréquence, mais pas de bande ! C'est le cas du RX16, par exemple, que l'on sait faire en 41 ou en 72, mais pas en 41 et en 72 MHz !

En conclusion, la HF10 envisagée devait exister en bande unique sans intermodulation malgré l'antenne unique ou... ne pas être !

On se met alors à rêver d'un composant miracle, permettant de réaliser un tel mélange, avec les conditions requises. Ce composant doit être entièrement passif, car ce sont les éléments actifs, transistors et diodes qui sont la cause du mal. Un tel composant serait conforme au schéma de

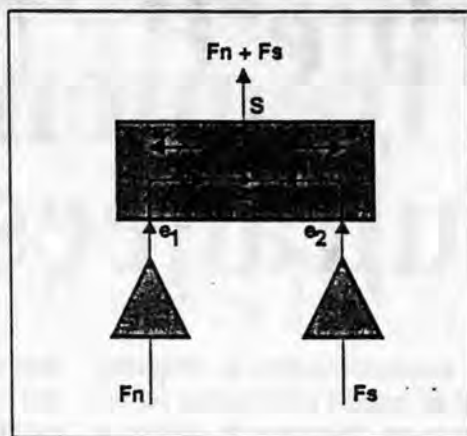


Fig. 1. — Principe du mélange de deux fréquences.

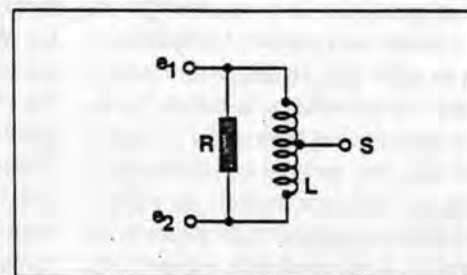


Fig. 2. — Schéma d'un « combiner » deux voies.

la figure 1. Les fréquences  $F_n$  et  $F_s$  entrent par  $e_1$  et  $e_2$  et se mélangent en  $s$  pour sortir en  $s$ . Les sens de propagation inverses sont interdits :  $F_n$  ne peut pas atteindre  $e_2$  et  $F_s$  ne pas atteindre  $e_1$ . Ainsi,  $F_n$  n'est pas réinjectée dans le transistor final de  $F_s$  ni  $F_s$  dans le final de  $F_n$ . Pas de mélange  $F_n + F_s$  dans les étages actifs → intermodulation minimale garantie ! Ce composant miracle est-il vraiment un

rêve inaccessible ? Pas du tout ! Il existe réellement et s'appelle, outre-Atlantique, **combiner/splitter**. N'en connaissant pas de français, nous l'appellerons « combiner », n'en déplaise à quelques puristes grincheux ! On pourrait imaginer que le combiner est une pièce encombrante et coûteuse. Eh bien, non ! Celui que nous allons utiliser dans la platine HF10 mesure 13 x 7 x 6 mm, mélange deux fréquences allant de 1 à 400 MHz, pour une puissance maximale de sortie de 1 W. Son prix est de l'ordre de 100 F ! Il s'agit du TSC-2-1 de la firme Mini-Circuits bien connu pour ses mixers équilibrés.

Le TSC2 est un composant passif dont le schéma de principe est donné en figure 2. Il contient un transformateur HF à point milieu dont les extrémités correspondent à  $e_1$  et  $e_2$ , et la prise à  $s$ . Une résistance  $R$  relie les deux entrées. Le signal HF injecté dans  $e_1$  traverse le demi-enroulement de  $T$  et sort en  $s$ , en créant dans l'autre demi-enroulement un signal HF identique mais en opposition de phase qui se retrouve en  $e_2$ . Mais la résistance  $R$  transmet également cette HF en  $e_2$ , qui s'y retrouve en phase. Si le combiner est parfaitement fabriqué et utilisé, les signaux parasites transmis par  $T$  et par  $R$  à l'entrée  $e_2$  ont des amplitudes égales et des phases opposées : ils s'annulent ! Dans ces conditions, tout signal injecté dans  $e_1$  sort en  $s$  mais est totalement éliminé en  $e_2$ ... et inversement !

A noter que le « combiner » peut s'utiliser réciproquement, c'est alors un « splitter » : un signal injecté en  $s$  divisé en deux

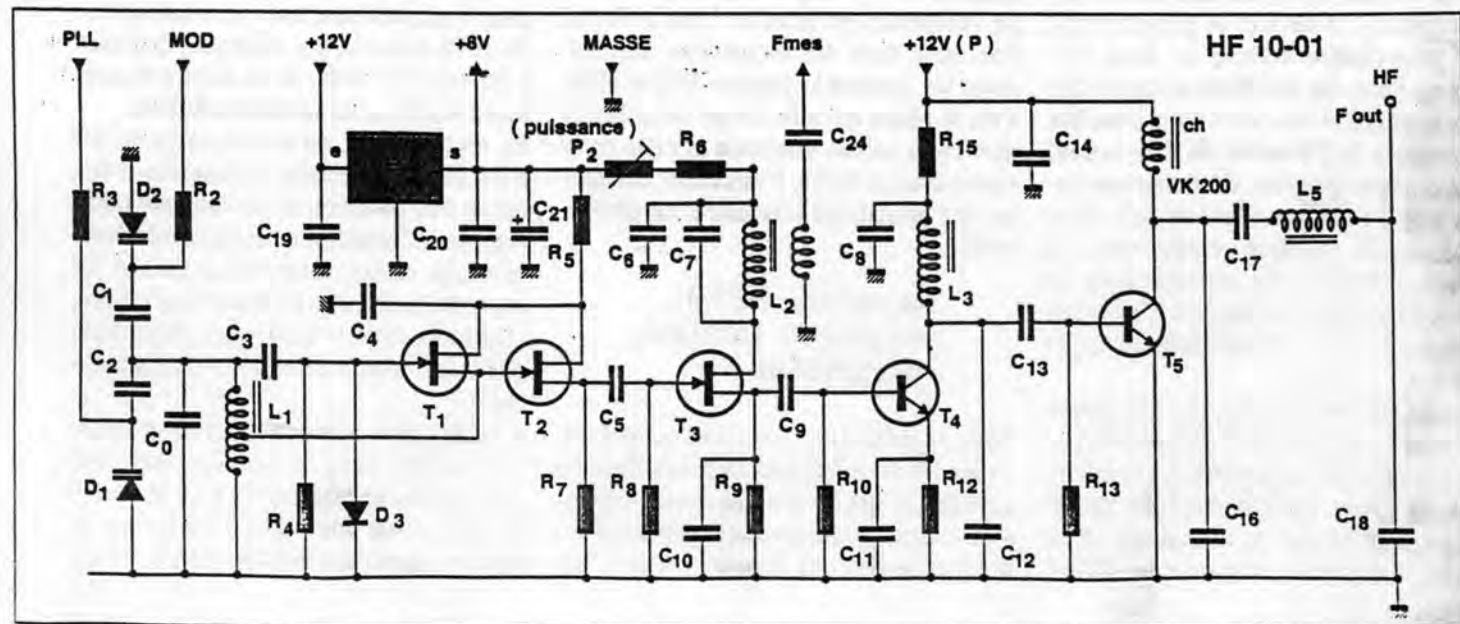


Fig. 3. — Schéma d'un module HF de HF10.

signaux de puissance moitié qui sortent en e1 et e2. C'est une fonction qui ne nous est pas utile dans cette réalisation. Le « combiner/splitter » remplit bien sa mission, à la condition expresse d'une très bonne adaptation des impédances sur les trois ports. Ces impédances sont normalisées à 50  $\Omega$  et il faut essayer de respecter cette valeur.

Avec l'aide du TSC2, la platine HF10 fournit Fn et Fs avec une intermodulation d'ordre 3 de -50 dB environ ! Rappelons que -50 dB correspondent à un rapport de puissance de 100 000 ! Si les deux porteuses utiles sont à 500 mW, les raies parasites les plus importantes sont alors à 5  $\mu$ W ! C'est un résultat absolument remarquable et qui va bien au-delà de nos espérances ! Mais...

**Attention :** la platine HF10 ne donne ces bons résultats que si elle est réglée à l'aide d'un **analyseur de spectre**. Si vous ne disposez pas de cet appareil, votre platine HF10 risque d'être un danger pour les autres modélistes. Dans ce cas, ne construisez pas HF10 ! Nous espérons qu'aucun amateur digne de ce nom ne se laissera aller à de telles pratiques. L'auteur pourra éventuellement se charger du réglage final de quelques platines, dans des conditions à définir par prise de contact préalable.

**Dernière réserve :** la platine HF10 n'existe pour le moment qu'en 72 MHz ! Il n'est pas dans nos intentions de l'étudier en 41 MHz. Cette bande nous semble trop encombrée et trop étroite pour supporter facilement des émetteurs à double fréquence !

## Etude du schéma

La platine HF10 comprend :

— 2 modules HF embrochables identiques et tout à fait semblables au montage de HF8 et HF9.

Sur une platine de base commune :

— 2 synthétiseurs de fréquence à MC145170, avec leurs filtres passe-bas à LM358 attaqués symétriquement par les sorties OR et OV des 145170.

— 1 quartz de référence 10 245 kHz unique.

— 1 stabilisateur 4 V à LM2931 pour les 145170.

— 1 aiguilleur de signaux VAR pour alarme buzzer.

— 1 aiguilleur de signaux de programmation pour les 145170.

— 1 mélangeur HF de sortie antenne avec le TSC-2-1.

Voyons ces différentes parties plus en détail.

### a) Modules HF, M1 et M2

(voir figure 3)

Tout à fait identiques aux sections HF des platines HF8 et HF9 : T<sub>1</sub> est l'oscillateur VCO, bufférisé par T<sub>2</sub>. La varicap D<sub>1</sub> contrôle la fréquence du canal sous l'effet de l'entrée « PLL », tandis que D<sub>2</sub> assure la modulation de fréquence par l'entrée « MOD ». La HF générée est amplifiée par T<sub>3</sub> dont le gain est réglable par sa tension de drain, à l'aide de P<sub>2</sub>. Le final T<sub>4</sub> assure enfin la puissance de sortie, à travers un réseau LC permettant d'adapter l'impédance aux 50  $\Omega$  exigés par le « combiner ». Il ne faut pas dépasser 500 mW afin de ne pas excéder les possibilités du TSC2 (1 W max).

Une régulation 8 V alimente sous tension stable les trois premiers étages T<sub>1</sub> à T<sub>3</sub>. La tension + 8 V est également transmise à la platine de base pour les LM358 des filtres passe-bas. La HF est prélevée au niveau de T<sub>3</sub>, par le secondaire de L<sub>2</sub>. Elle est transmise au 145170 concerné de la platine de base (point F<sub>MES</sub>).

### b) Platine de base

(voir figure 4)

La HF issue des deux modules, aux points F<sub>OUT</sub> et F<sub>OUT</sub>, est injectée dans le TSC2 par l'intermédiaire de petits coaxiaux 50  $\Omega$  dont le rôle est de bien fixer l'impédance à cette valeur. La sortie du « combiner » se fait également sur coaxial 50  $\Omega$  qui transmet le mélange Fn/Fs à l'antenne, à travers un filtre passe-bas dont le rôle essentiel est de rejeter les harmoniques 2 et supérieurs à un niveau très bas (-50 dB environ). Ce réseau participe aussi à une bonne adaptation d'impédance de l'antenne fouet de 1,25 m, aux 50  $\Omega$  de sortie du combiner.

IC<sub>3</sub> et IC<sub>3</sub> sont les deux MC145170 recevant les fréquences à synthétiser en F<sub>MES</sub> et F<sub>MES</sub>. IC<sub>3</sub> possède son propre quartz de référence Q<sub>2</sub>, associé aux éléments classiques de mise en oscillation et de calage de fréquence. Bien sûr, IC<sub>3</sub> utilise le 10 245 kHz engendré, pour son propre compte, mais il le transmet également à IC<sub>3</sub> qui, de ce fait, n'a pas besoin de quartz.

La programmation des 145170 se fait par les entrées :

— ENABLE, qui active le circuit, à l'état bas ;

— CLOCK, qui cadence l'entrée des données disponibles sur... ;

— DATA, en mode série. Un octet pour

le registre C de configuration, 3 octets pour le registre R de division du quartz et 2 octets pour le registre N de programmation du diviseur de fréquence.

Les lignes CLOCK et DATA sont mises en parallèle, et c'est ENABLE qui choisit le MC145170 concerné. Cette ligne doit donc subir un traitement spécial pour activer successivement IC<sub>3</sub> et IC<sub>3</sub>.

Les dernières versions du **soft de super-tef**, à partir du V x J, sont prévues pour la gestion des platines HF8, HF9 et même HF10. La distinction entre HF8 et HF9/10 se fait par la ligne PA2 du  $\mu$ C : HF8 est reconnue si PA2 = 0 tandis que HF9/10 le sont avec PA2 = 1. Distinction fondamentale car les circuits 145155 de HF8 et 145170 des deux autres ne se programment pas du tout de la même manière. Voir dans le n° 1819, page 142-143, les modifs à apporter au Supertef pour qu'il accepte les nouvelles platines.

Dans le cas de HF9/10, le  $\mu$ C envoie pendant 16 séquences les signaux de programmation du (ou des) 145170, ce qui équivaut à quatre programmations complètes. Par ailleurs, le  $\mu$ C commute la ligne PD5, donnant ENABLE, au rythme des séquences, une séquence avec PD5 = 0, la suivante avec PD5 = 1, puis PD5 = 0, etc. Pendant les séquences correspondant à ENABLE à 0, il transmet les données de la fréquence choisie par l'inter Fn/Fs. Lorsque ENABLE est à 1, il transmet les données de l'autre fréquence (non choisie). Dans HF9, le signal ENABLE est directement envoyé au seul 145170 qui n'exploite donc que la fréquence choisie. En revanche, dans HF10, le signal ENABLE n'est plus appliqué directement, mais il sert à déclencher deux monostables qui vont générer deux signaux « enable » secondaires mais envoyés aux 145170.

Le signal ENABLE (C18)... (Voir figure 4.)

— Déclenche sur son front descendant le monostable élémentaire formé par l'inverseur 1-2 de IC<sub>4</sub>, C<sub>32</sub> et R<sub>25</sub>. On obtient un créneau positif en 2 inversé par 3-4. Ce créneau a une durée suffisante pour permettre la programmation de IC<sub>3</sub>, sur la fréquence correspondant à la position de l'inter Fn/Fs.

— Est inversé par 13-12, lequel déclenche le monostable 11-10 dont le créneau est également inversé par 9-8. Dans ces conditions, IC<sub>3</sub> se programme lorsque ENABLE est au niveau haut, donc sur les données de la fréquence **non choisie** par

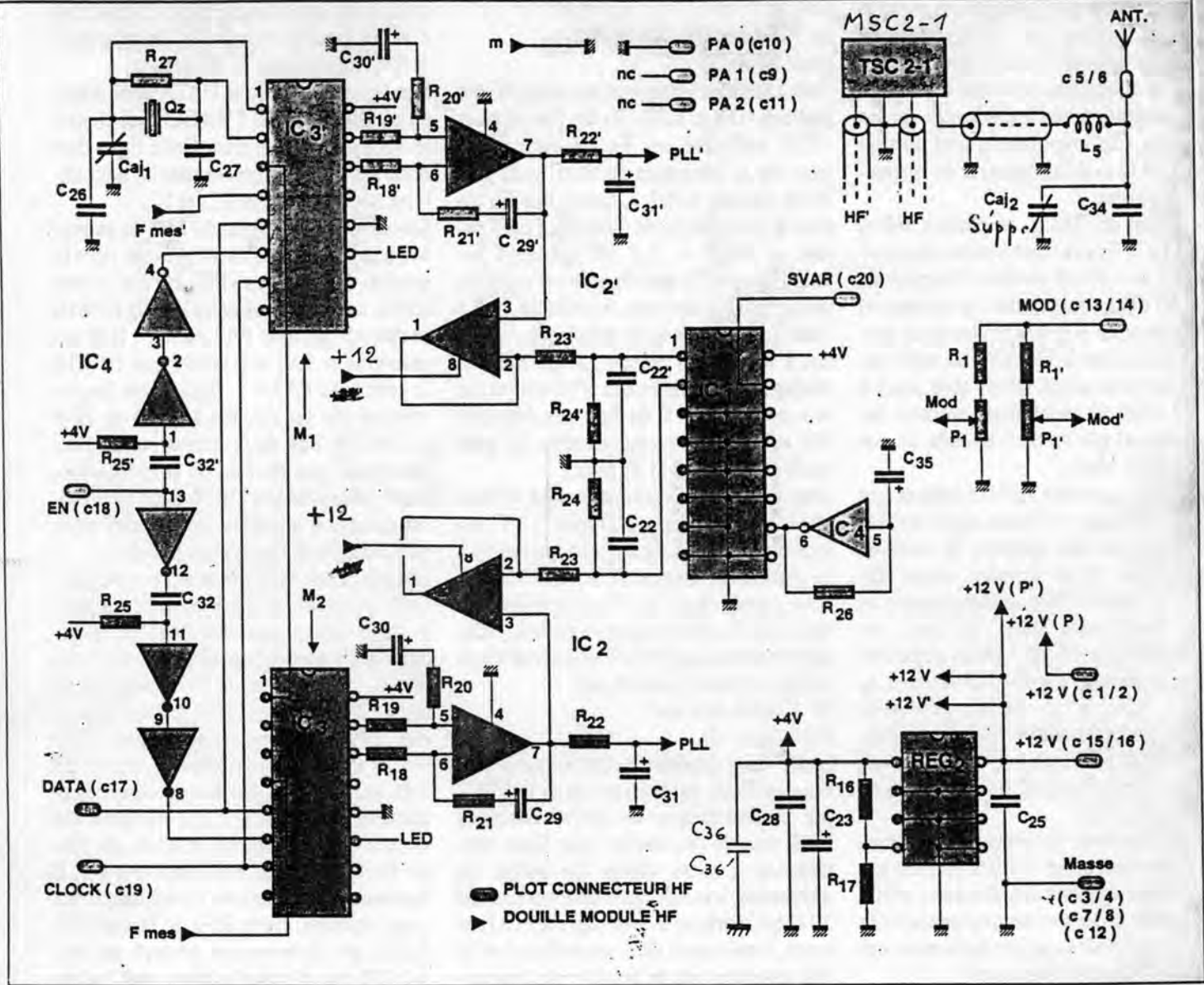


Fig. 4. — Schéma de la platine de base HF10.

l'inter Fn/Fs. (Voir le diagramme des signaux en figure 5.)  
**En conclusion :**  
 — Si l'inter Fn/Fs est sur Fn, IC<sub>3</sub> se programme sur Fn et IC<sub>3</sub> sur Fs.  
 — Si l'inter Fn/Fs est sur Fs, c'est le contraire.  
 Bien entendu, la position de l'inter Fn/Fs n'a aucune importance avec la platine HF10 puisque les deux fréquences existent simultanément. La manœuvre de cet inter a simplement pour effet de relancer une salve de programmations, avec échange des deux fréquences dans les modules. Cet inter reste néanmoins indispensable pour la programmation des deux fréquences, celle-ci se faisant exactement comme avec les platines simples. A noter que les 145170 doivent être alimentés sous + 4 V seulement pour un fonctionnement correct. Cette tension

stabilisée est fournie par REG<sub>2</sub>, un 2931CD, de type ajustable.  
 Pour obtenir une bonne stabilité et un réglage souple des deux synthétiseurs, nous avons dû faire appel aux sorties OR et OV symétriques et non à la sortie Pd, retenue pour la platine HF9/1. Ces sorties attaquent le 1/2 LM358 de manière très classique. Les sorties des filtres passe-bas sont alors transmises aux modules HF par R<sub>22</sub>/C<sub>31</sub> et R<sub>22</sub>'/C<sub>31</sub>', où elles commandent les varicaps D<sub>1</sub>. Le verrouillage résultant est excellent, la forme du signal démodulé, sans défaut, avec une ligne de base bien plate.  
 Ce choix final nous pose cependant un problème : la platine HF9/1, décrite dans le n° 1819 du HP, utilise la sortie Pd. Or, le choix entre ces sorties est programmé par soft. Pour activer Pd, le 145170 doit recevoir dans le registre C la valeur \$64,

alors que pour activer OR et OV, il faut lui envoyer \$24 ! Pour éviter d'avoir de trop nombreuses variantes du logiciel et des confusions fâcheuses, nous avons décidé de déclarer HF9/1 obsolète et de la remplacer par HF9/2 compatible à 100 % avec HF10. Nous tenons les documents de cette platine à la disposition des intéressés. Aucune description de HF9/2 n'étant prévue dans le HP.  
 Par ailleurs, toutes les versions de logiciel antérieures à V x N doivent être corrigées, pour les platines HF9/2 et HF10. Bien que la correction de l'octet en cause, passant de \$64 à \$24, soit possible, sans effacement de la mémoire, nous conseillons aux intéressés de profiter de l'occasion pour avoir la dernière version V x N qui apporte quelques petites améliorations, depuis V x J, et de très importantes, à partir de V x G.

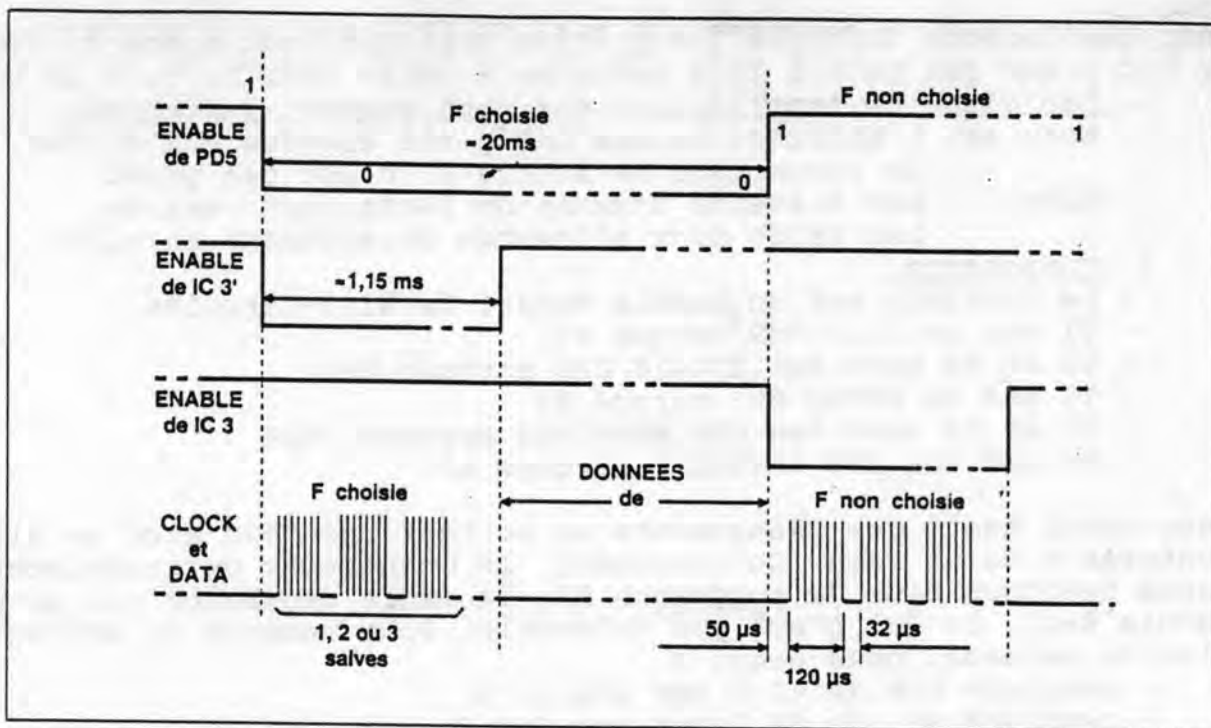


Fig. 5. — Signaux ENABLE des MC 145170.

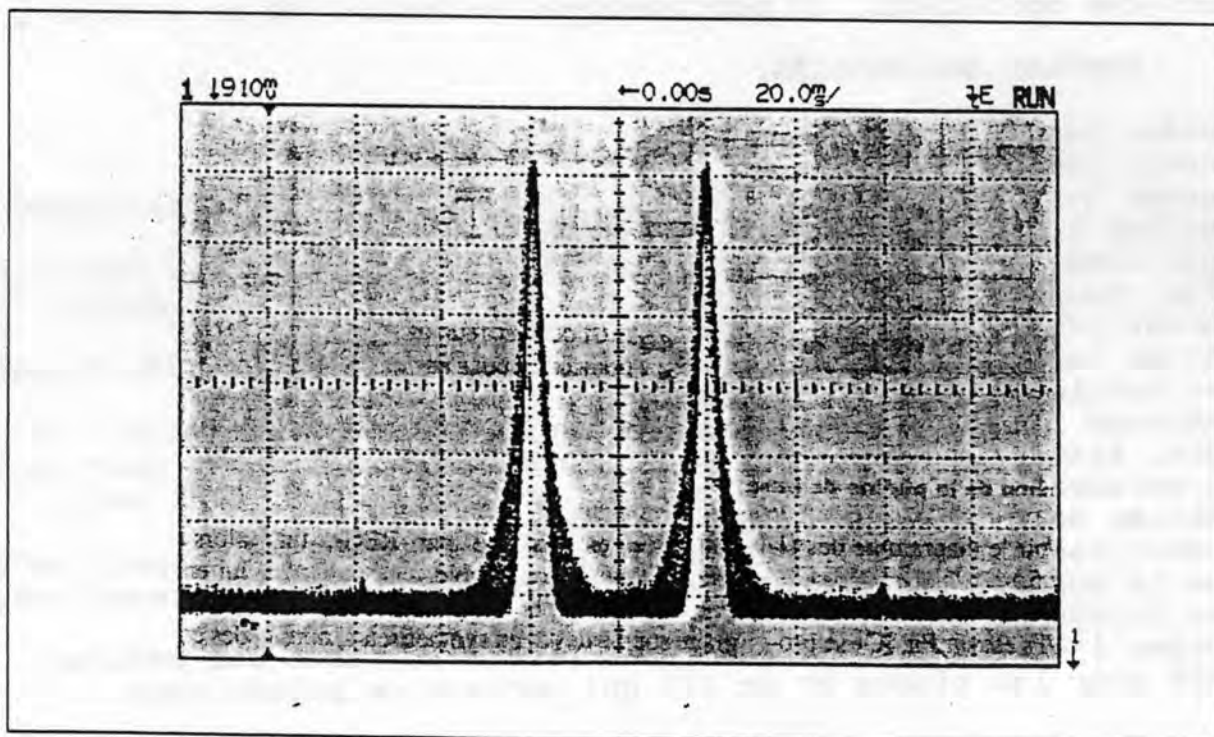


Fig. 6. — Spectre pratiquement idéal obtenu avec une HF10. Vert : 10 dB/div. Hor. : 50 kHz/div. Fn : 72 200 kHz. Fs : 72 300 kHz. Les raies d'intermodulation d'ordre 3 sont à -60 dB. Il s'agit d'un résultat très difficile à atteindre.

Mais revenons à nos LM358 : les secondes parties buffèrent les tensions de varicaps D<sub>1</sub> et les transmettent à IC<sub>1</sub>, après réduction par les ponts diviseurs R<sub>23</sub>/R<sub>24</sub>. IC<sub>1</sub> est un multiplexeur de type 4053. L'inverseur 5-6 de IC<sub>4</sub> est monté en oscillateur à fréquence basse (≈ 1/4 Hz). Il commande l'entrée basculement du multiplexeur dont la sortie délivre ainsi une fois la tension de varicap de l'un des modules HF et une fois celle de l'autre module. Cette tension est vérifiée par le µC. Si l'une des PLL sort des limites prévues

en programmation des paramètres du buzzer, ce dernier retentit à cadence lente, bien distincte de la cadence plus rapide de l'alarme batterie. Si les deux PLL sortent des limites, le buzzer retentit alors en continu. En fait, cela n'arrivera quasiment jamais ou seulement pendant la mise au point.

**Derniers détails :** la tension de modulation venant du codeur, MODIN, est transmise aux varicaps D<sub>2</sub> des modules après réglage des swings par P<sub>1</sub> et P<sub>1</sub>.

Notons que les LM358 sont alimentés

par le + 8 V de leur propre module. La consommation globale de HF10 s'établit aux environs de 160 mA. La puissance réelle par module est de l'ordre de 400 à 450 mW, ce qui est largement suffisant pour une portée correcte en 72 MHz. On peut estimer les raies parasites d'intermodulation d'ordre 3 à 4 ou 5 µW, ce qui les rend tout à fait inoffensives... si HF10 est bien réglée (voir plus haut !)

(à suivre)  
F. THOBOIS

## REALISATION de HF10

Pour des raisons diverses, la platine HF10 que vous monterez avec ce kit n'est pas tout à fait conforme à celle décrite dans le HP :

### 1. Les circuits imprimés ont été complètement redessinés.

- **Modules.** L'utilisation des CMS a été étendue aux diodes.  
Le connecteur de sortie HF n'est pas prévu.
- **Base.** Les éléments communs du recto sont centrés.  
Les LM358 sont alimentés directement en +12V.

### 2. Composants.

- Le COMBINER est un modèle MSC2-1 de Mini-Circuits.
- T1 est un J310 CMS marqué 6T.
- T2 et T3 sont des 2N4416 CMS marqués M6A
- T3 est un BSV52 CMS marqué B2
- D1 et D2 sont des CMS MMBV105G marquées M4E
- D3 est une CMS BAV99LT1 marquée A7

Nous avons testé ces changements en montant une HF10 avec un kit conforme à celui reçu. Curieusement, le changement de transistors donne beaucoup plus de puissance HF, le débit dépassant 150 mA par module seul, ce qui n'est pas tolérable. Pour ramener le montage à plus de sagesse, nous avons :

- remplacé R15 de 47  $\Omega$  par une 82  $\Omega$ ,
- remplacé R6 de 82  $\Omega$  par une 680  $\Omega$ .

Dans ces conditions, on peut ramener le débit à 80 mA environ .

### MONTAGE des MODULES.

Souder les C.

Souder les R.

Souder les composants actifs CMS. Placer les composants recto.

Veiller à ne pas mélanger les bobines HF

Nous avons joint au kit trois résistances à fils dorés. Dans ces fils, couper 16 longueurs de 10 mm. Avec une lime très douce, poncer les coupes pour supprimer toute aspérité.

Souder les douilles tulipe sur la platine de base, 2 fois 8 pour les modules et 8 pour le combiner.

Enfoncer les fils dorés dans ces douilles, pour un module à la fois. Placer le module sur ces picots en le maintenant pour avoir un espacement de 3mm entre base et module. On peut pour cela tailler de petites cales d'espacement.

Souder les picots au recto du module. Chauffer suffisamment pour que la soudure pénètre bien dans les trous, particulièrement ceux des points de masse. .

Couper l'excédent de longueur des picots au verso des modules, SAUF pour les picots HF et PLL qui servent de points test.

### Coaxiaux. *Marche à suivre pour bons résultats !*

Les 3 liaisons coaxiales ont au départ des longueurs de 70, 70 et 55mm. Inciser délicatement la gaine plastique du câble, à 5mm de l'extrémité. Séparer par cambrure et enlever le bout de gaine. Détresser les fils de masse, les réunir en un seul toron dont on étamera l'extrémité. Inciser l'isolant de l'âme centrale, SANS couper les conducteurs, à 2mm de l'extrémité. Enlever l'isolant, retorsader les brins et les étamer.

Les coaxiaux des modules ( 70 mm ) seront soudés au point de sortie HF, selon la figure et bien à plat. L'autre extrémité sera préparée mais NON SOUDEE sur la plaque de base.

Lorsque la platine de base sera garnie de tous ses composants, la liaison entre la sortie du combiner ( 55 mm ) sera soudée définitivement, en utilisant la même technique, le coaxial faisant, bien à plat, le tour du circuit intégré 4053. Le câble aura pour cela la longueur juste nécessaire.

**MISE en SERVICE des modules.**

Les modules doivent être mis en service, coaxial soudé côté L4 mais avec une ampoule 6V/0.1A à l'autre extrémité. Les blindages de L1 à L4 en place, coupelles collées à l'araldite, noyaux amenés au ras des mandrins. Ne pas oublier que ces noyaux sont très cassants : Ne jamais les visser à fond. Utiliser un bon tournevis, à la bonne dimension et limiter les réglages au strict nécessaire !

Nous mettons chaque module en service sur une platine spéciale amenant le +12 sur les deux picots concernés et polarisant les deux varicaps, reliées en parallèle, à +4V, mais la platine de base définitive peut être utilisée. Elle est déjà munie des douilles tulipe. La compléter simplement par le régulateur 4V ( en bas, à droite de la Fig. 4, page 138 ) et relier la sortie +4V aux points d'entrée PLL des modules, au verso de la platine de base.

Réglage de L1 à L4 au max de HF, tandis que P2 limite le débit à 80 mA au plus par module. La fréquence mesurée directement sur le picot test HF des modules est amenée à 72250 kHz, environ, par L1, calage suivie d'une retouche de L2 à L4.

**BASE.**

La réalisation de la base commencera par la mise en place de la régulation 4V et l'on en fera le test avant de poursuivre. ( Voir paragraphe précédent ). Terminer alors la pose de tous les composants verso et enfin recto. Mettre la cosse curseur du C/ajustable (côté rond) du côté masse. La coupure de la liaison PA1 à la masse est déjà faite.

A ce stade, les réalisateurs n'ayant ni l'expérience, ni l'équipement nécessaire enverront leur platine à l'auteur, sans essayer d'en faire plus !

Sinon, poursuivre le travail :

Mettre les modules en place, toujours chargés par leur ampoule 6V/0.1A. Monter la platine sur le SUPERTEF tournant avec un logiciel adapté et programmé sur 72200 et 72300 kHz. Régler les potentiomètres de swing à 0. Mettre le tout sous tension. Si les modules verrouillent bien, le buzzer reste silencieux. Au besoin, retoucher L1, en mesurant la tension sur le picot test PLL Amener à +4V. Faire de même pour le second module. Sur la dernière HF10 montée, nous avons obtenu l'accrochage immédiat des deux PLLs, sans la moindre retouche ! Fignoler le réglage de L2 à L4 au max de HF.

Mesurer la fréquence en connectant directement le fréquence-mètre sur le picot HF de l'un des modules. L'amener à sa valeur idéale par le condensateur Caj, en espérant que sa course sera suffisante pour avoir la bonne valeur.

Le bon fonctionnement obtenu et ces réglages faits, déposer le tout, supprimer les ampoules et relier les coaxiaux à la base. Les petits câbles font un arceau sous le module et rejoignent les entrées du combiner où ils seront soudés à plat.

Installer le combiner.

Il reste alors à procéder au réglage final de la platine en utilisant un analyseur de spectre, seul moyen possible garantissant une émission propre avec un taux d'intermodulation d'ordre 3 inférieur ou égal à -40 dBm.

Le swing de la FM sera aussi réglé à l'analyseur de spectre si on dispose d'un modèle assez performant ou beaucoup plus simplement en réglant les pot/aj P1 pour avoir un signal BF de 800 mVcc à la sortie d'un RX14 à RX19, bien calé en fréquence. Cela correspond à très peu près à un swing de 3.5 kHz.

Terminons en vous signalant que la réalisation de HF10 n'est nullement critique, mais bien sûr, elle exige beaucoup de soin et d'attention, comme pour tout montage en général, mais plus particulièrement pour ceux qui sont en CMS. Les circuits intégrés requièrent des soudures très fines et de qualité. La loupe est de rigueur. Les R et C se soudent suivant la méthode que nous préconisons : Découper une minuscule "rondelle" de fil de soudure que l'on place dans l'angle du composant maintenu par un doigt. Fondre ce grain de soudure avec un fer à panne fine. Souder l'autre pôle "normalement" !

**SURTOUT NE PAS UTILISER DE GRAISSE DECAPANTE !!!**

Une mesure systématique de la valeur des condensateurs CMS non marqués est recommandée, même si nous avons fait le maximum pour vous éviter les erreurs.

Nous vous souhaitons beaucoup de plaisir dans cette réalisation et souhaitons être tenu au courant des résultats obtenus.

#### Remarques.

Ne jamais utiliser la platine HF10 avec  $F_n = F_s$ . Cela ne risque pas de l'endommager mais donne naissance au niveau du champ rayonné à de grosses anomalies, les porteuses se mettant par moment en opposition de phase avec un champ quasi nul.

Il est possible de supprimer une des deux porteuses en coupant le +12V du connecteur HF, côté antenne. Les deux PLLs continuent de fonctionner mais le champ du module de droite est très faible, pratiquement nul. La platine HF10 se comporte alors exactement comme une HF9, avec changement  $F_n/F_s$ , par le commutateur latéral.

En fonction HF10 normale, ce commutateur doit normalement rester en position  $F_n$ . Il ne sert alors que pour lire les valeurs  $F_n$  et  $F_s$  sur l'écran de service.

#### LISTE des COMPOSANTS

QZ	10245 kHz MATEL/RX16
PS	MSC2-1 de Mini-Circuits
1	jeu de 3 circuits imprimés
24	douilles tulipe HARWIN/B
20 cm	coaxial 50 $\Omega$ diamètre 1.8mm
Caj	2/10 pF pas de 5mm





10

TABLEAU 1 : LISTE DES COMPOSANTS

MODULES HF	PLATINE de BASE
R2 R3	R1 R1' 22 kΩ 805
R4	R16 10 kΩ 805
R5/9/15	R17 27 kΩ 1206
R6	R18/18'/19/19' 47 kΩ 1206
R7	R20/20'/21/21' 10 kΩ 1206
R8	R22 R22' 1 kΩ 1206
R10	R23 R23' 6.8 kΩ 805
R11/14	R24 R24' 12 kΩ 805
R12	R25 R25' 68 kΩ 1206
R13	R26 1 MΩ 1206
P2	R27 10 MΩ 805
	P1 P1' 1 kΩ 82P
C0/7	C22 C22' 10 nF 805
C1	C23 22 μF CMS
C2/3/9/12	C25/28/33/33' 0.1 μF 1206
C4/6/8/10	C36/C36' 33 pF 1206
C11/14/19/20	C27 56 pF 1206
C5	C29/29'/30/30' 10 μF CMS
C18	C31/31'/35 22 nF 805
C13/16	C32/C32' 18 pF 1206
C15	C34 4053 CMS
C17	IC1 358 CMS
C21	IC2 IC2' 145170 CMS
C24	IC3 IC3' 74HC14 CMS
REG1	IC4 2931 CMS
Self d'arrêt	REG2
L1 : 7 spires à prise ( 3 points )	L5 0.15 μH surmoulée
L2 : 7 spires + 2 spires ( 4 points )	
L3 : 5 spires ( 2 points )	
L4 : 6 spires ( 2 points )	
L5 : supprimée DOIT ETRE REMPLACÉE PAR UN STRAP, simple petit fil nu soudé à plat au verso	

T1 : J310 T2/3 : 2N4416 T4 : BSV52 T5 : 2N3866  
D1/2 : BV105 D3 : BAV99