

Etude d'un wobulateur

Le désespoir des collectionneurs de postes « radio » et autres tuners FM anciens réside dans le fait que, très souvent, les précédents propriétaires ont jugé bon d'essayer de régler les transformateurs de fréquences intermédiaires qu'ils croyaient désaccordés et qui après cette intervention le seront à coup sur ...

Pour cette opération, il faut impérativement disposer d'un générateur wobulé ou wobulateur.

Le terme wobulateur est dérivé de l'anglais «to wobble» qui signifie tanguer, balancer.

Le wobulateur est un générateur à balayage de fréquence, destiné à régler les transformateurs accordés en fréquence.

L'instrument de laboratoire que nous proposons, couplé à un oscilloscope visualise directement la courbe de réponse fréquentielle des quadripôles accordés. Il permet l'accord des FI comprises entre 450 kHz et 550 kHz pour la AM, entre 9 MHz et 11 MHz pour la FM et propose une sortie VHF qui couvre la bande de 88 MHz à 110 MHz. Il est équipé d'un contrôle de niveau, d'un atténuateur en pas de 10 dB, d'un afficheur de la fréquence et de son excursion, propose un balayage strictement linéaire et permet de moduler le signal en fréquence (FM).



Le schéma bloc

Le nœud du circuit est un oscillateur contrôlé en fréquence VCO (figure 1). Il génère un signal compris entre 88 MHz et 110 MHz.

Un diviseur par 10 fournit le signal de 8,8 MHz à 11 MHz, suivi par un diviseur par 20 pour le signal de 440 kHz à 550 kHz.

Chacune des deux sorties est filtrée, afin de ne conserver que la fondamentale pour être ensuite mise à « niveau » par le potentiomètre et l'atténuateur.

Le VCO est contrôlé par une tension continue, à laquelle s'ajoute la tension de balayage ou un signal de modulation en fréquence.

Le balayage est mis à « niveau » en fonction de la sensibilité de l'entrée horizontale de l'oscilloscope.

Enfin, la fréquence est affichée sur un module de comptage avec une définition de 100 Hz.

L'oscillateur contrôlé en fréquence VCO

Il est inutile de tenter de construire un VCO à partir de composants discrets. Cela nécessite de l'équipement et une solide expérience en hautes fréquences.

Nous trouvons sur le marché d'excellents petits modules, dont ceux du fabricant anglais «Mini-Circuits», qui jouit d'une solide réputation dans le domaine. Ses produits sont utilisés dans des applications professionnelles et militaires.

Le module utilisé est le POS150 dont la linéarité «tension / fréquence» est excellente (figure 2). Il est disponible chez Selectronic.

Cette caractéristique de linéarité tension de commande / fréquence est fondamentale, si nous voulons que l'image affichée sur l'écran traduise bien la progression linéaire en fréquence en fonction du déplacement du spot sur l'écran.

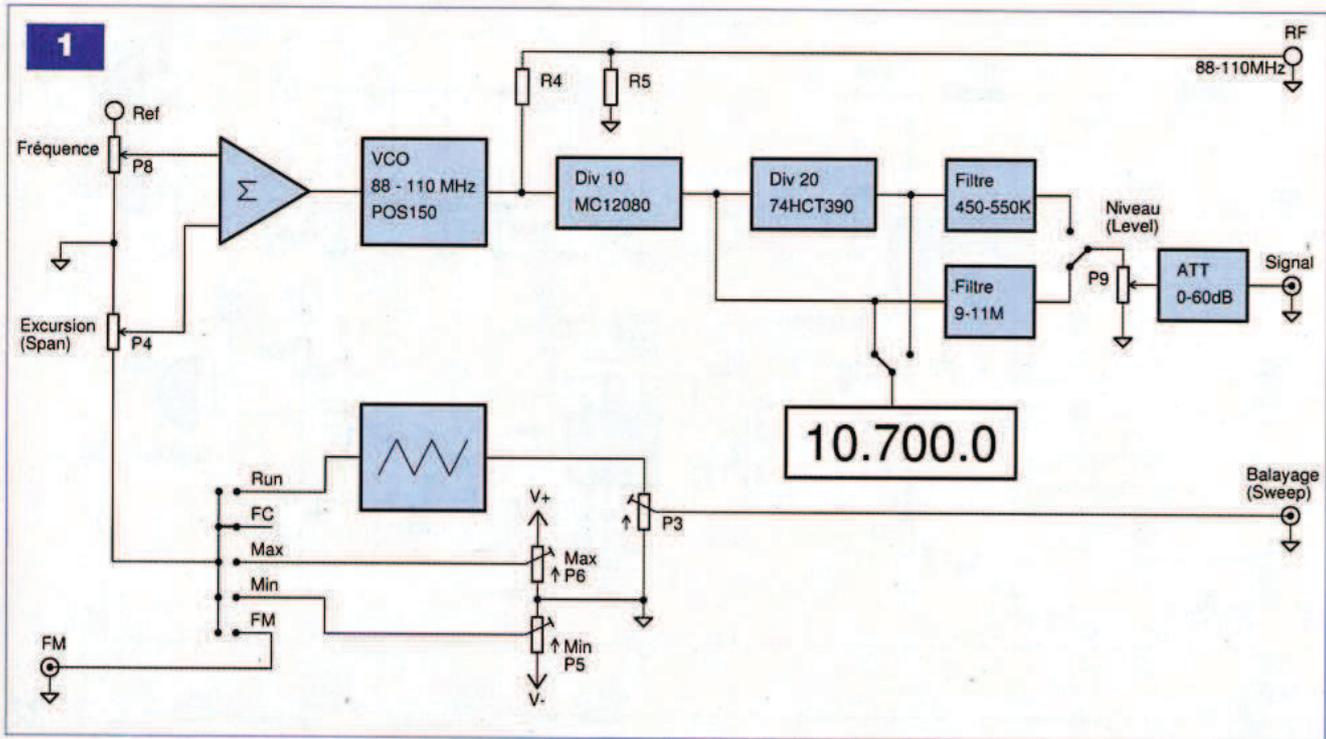
En pratique, la mise au point d'un étage discriminateur FM s'obtiendra en ajustant l'accord des circuits pour obtenir une droite parfaite. Ce sera la condition incontournable pour réduire la distorsion à son minimum.

Nous verrons plus loin qu'il est illusoire d'espérer descendre sous les 1 % de DHT en restitution en FM.

Le module POS150 est alimenté individuellement en +12 Vdc et cette tension est ensuite sévèrement filtrée par la cellule L1-C15 (figure 3).

La bande de fréquences du module s'étend de 75 MHz à 150 MHz.

Pour obtenir une bande de fré-



quences s'étendant de 88 MHz à 110 MHz, la tension de commande variera de 3,7 Vdc à 7,3 Vdc.

Le signal de sortie est symétrisé par le transformateur T-622, également de « Mini-Circuits » et appliqué à IC1/MC12080, pour être divisé par 10. Le signal carré est ensuite mis à « niveau » par le transistor Q1 et mis en « forme » par une première porte NAND/IC2A.

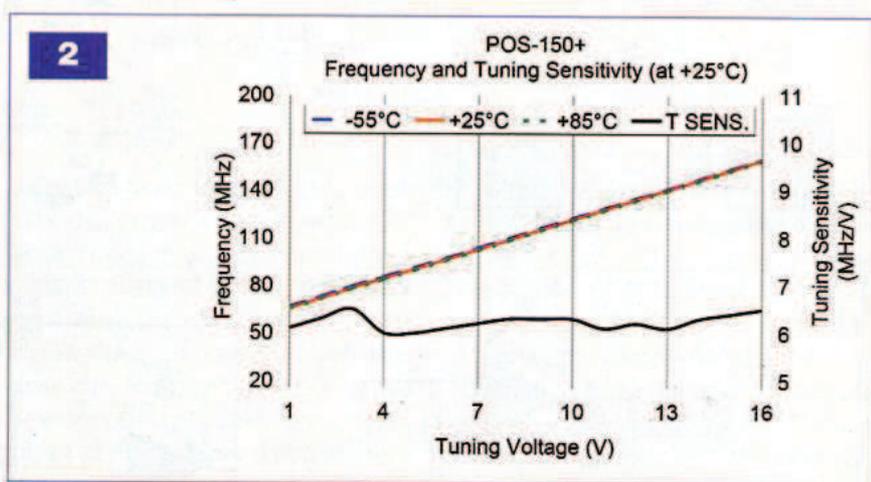
La sortie de IC2A excite la deuxième porte NAND/IC2D et le diviseur par 20 réalisé par IC3.

Le commutateur S3/2, en position ouverte, active IC2D et bloque IC3.

Seul le signal carré de 8,8 MHz à 11 MHz transite pour la gamme 10,7 MHz. En position fermée, IC2D est bloqué et IC3 actif. Nous obtenons en sortie le signal de 440 kHz à 550 kHz pour la gamme 455 kHz.

Les sorties de IC2D et IC3 sont additionnées par les résistances R10 et R11, pour être routées vers le compteur. Chaque signal est ensuite « épuré » par un filtre passe-bande à cinq pôles. Il est important de présenter à ces filtres un signal parfaitement carré, l'harmonique 2 étant absent, la première fréquence à filtrer est au triple de la fondamentale.

Le signal VHF est « repiqué » à la sortie du module POS150 et disponible à l'arrière de l'appareil.



Il permet d'attaquer directement l'entrée « antenne » du tuner FM.

Le niveau du signal fait 50 mVac dans 50 Ω. Pour une impédance de sortie de 75 Ω, il faut remplacer R5 par une 82 Ω.

Le circuit de contrôle

Le transistor Q1 est monté en source de courant (figure 4).

La tension développée entre son émetteur et le +18 Vdc induit un courant stable de 1,8 mA, ajusté par le potentiomètre P1.

La tension au collecteur alimente le potentiomètre P8 (CENTER) qui définit la tension de commande de l'oscillateur.

La résistance R2 de 3,3 kΩ pourra

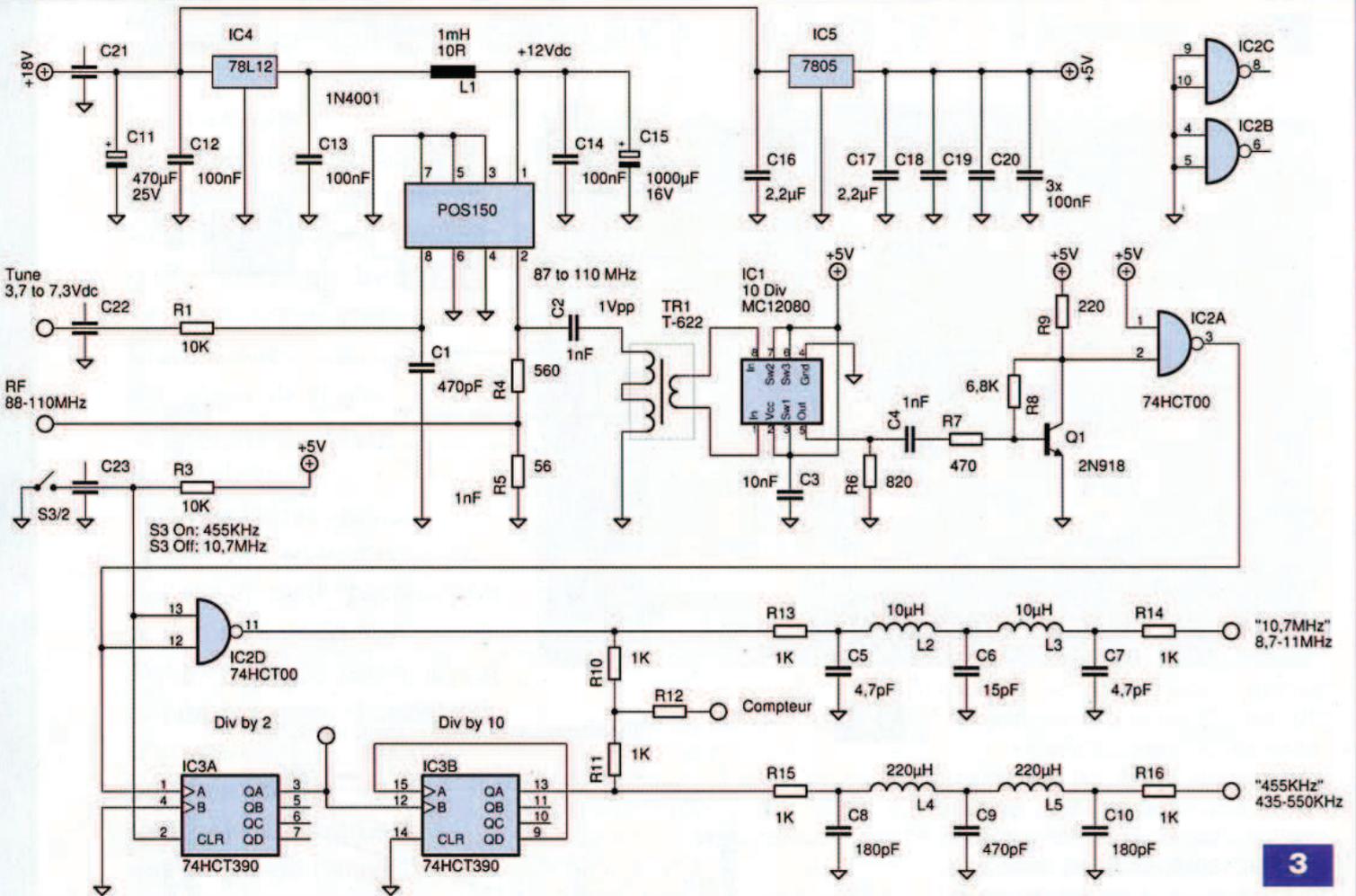
avantageusement être remplacée par une diode régulatrice 1N5309 de 3 mA.

Le potentiomètre P1 ajuste l'étendue de la gamme, soit ici 22 MHz et le potentiomètre P2 positionne cette même gamme entre 88 MHz et 110 MHz.

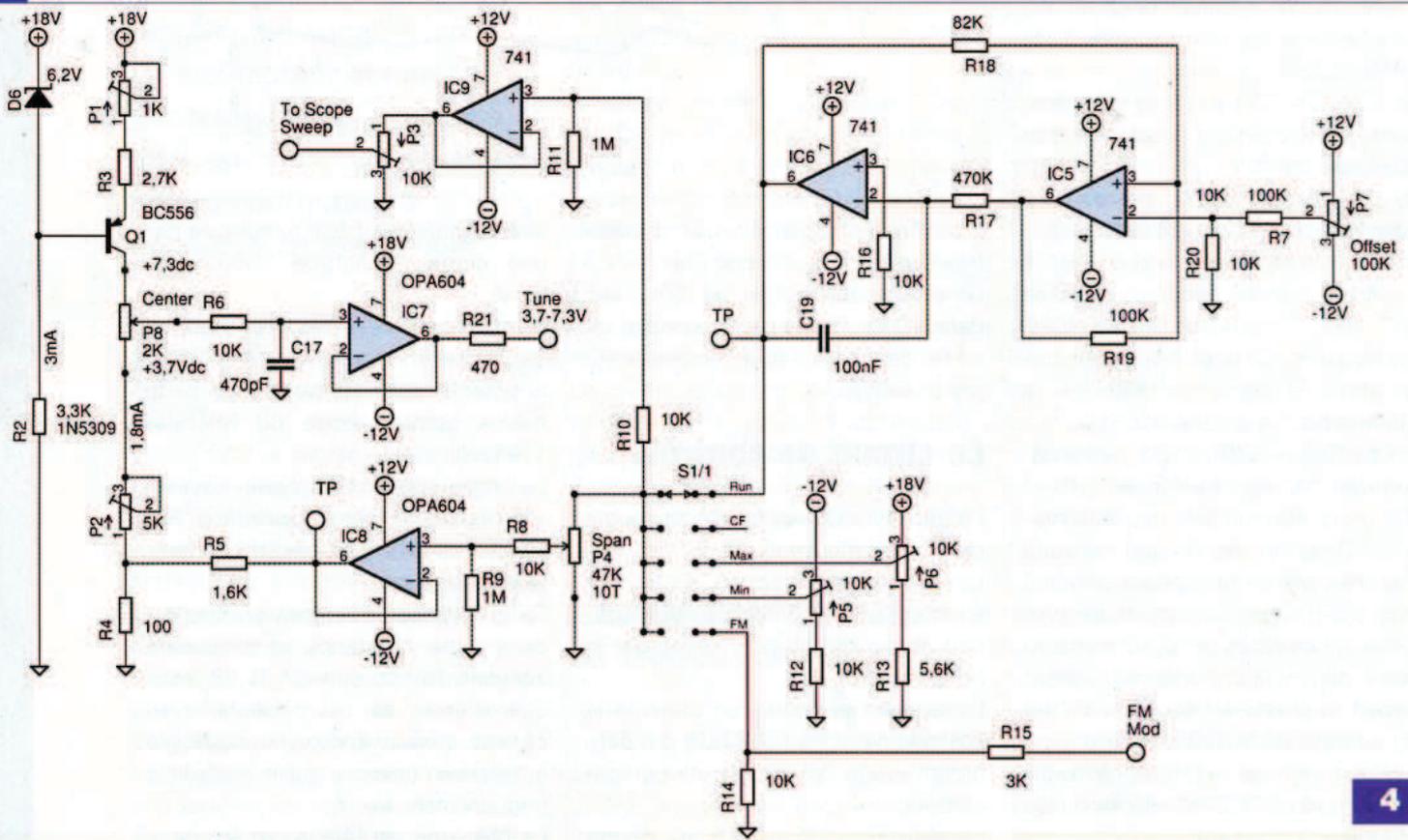
Le signal de « balayage » ou de « modulation » est appliqué à R4, résistance située au pied du générateur de courant.

Toute variation de la tension « induite » dans cette résistance se retrouvera intégralement au curseur de P8 (sans être affectée par sa position), avec comme conséquence, une sensibilité qui restera constante quelle que soit la fréquence choisie.

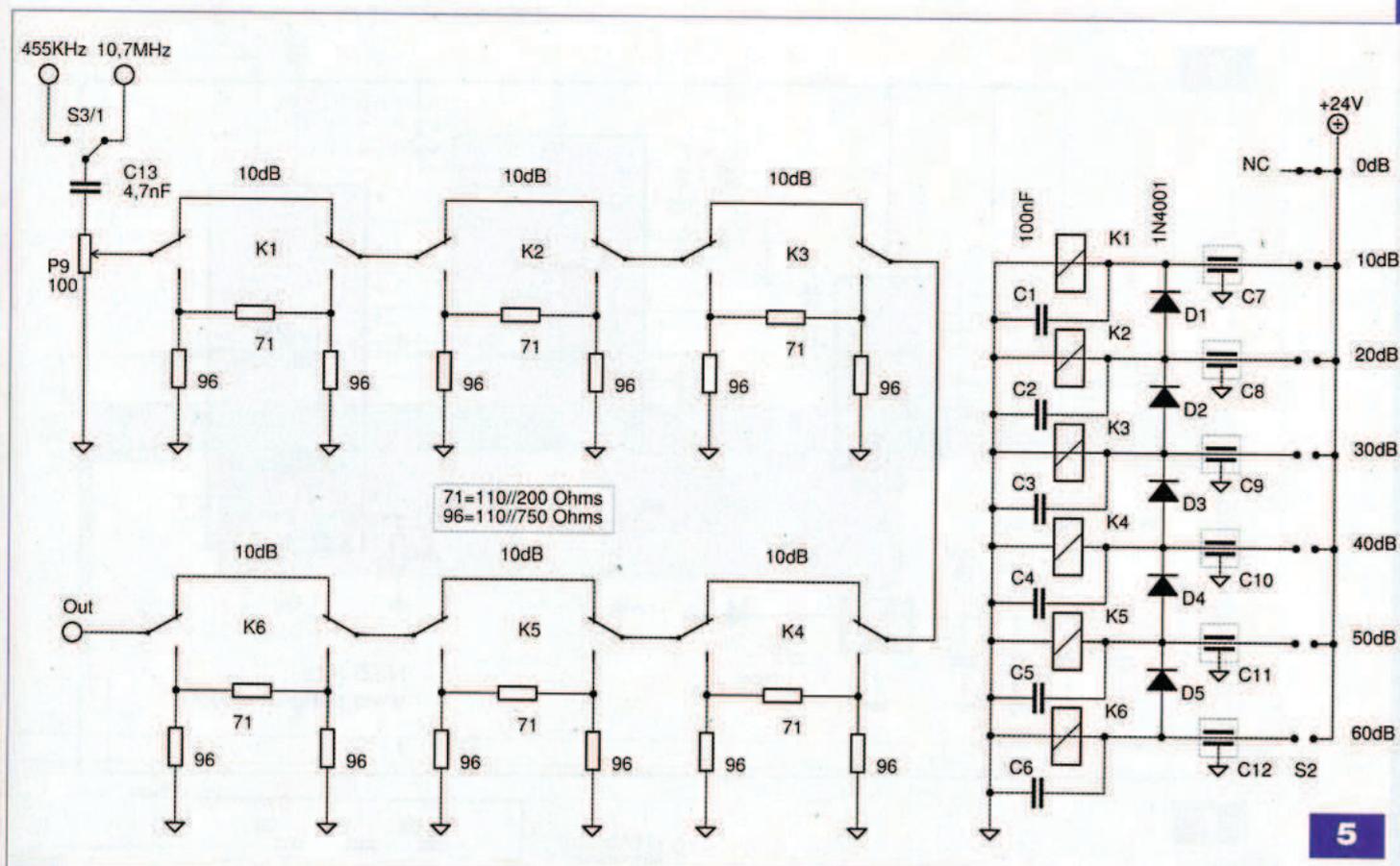
Le balayage est réalisé par les deux



3



4



5

circuits IC5 et IC6, configurés classiquement en « générateur triangulaire symétrique ». Le potentiomètre P7 règle la symétrie autour du zéro.

La fréquence de balayage n'est pas critique, pour autant qu'elle reste faible. Elle fait ici 6 Hz environ pour une amplitude de 12 Vpp.

L'excursion de fréquence (SPAN) est définie par le potentiomètre P4.

L'excursion maximale atteint 600 kHz pour la gamme 10,7 MHz et 30 kHz pour la gamme 455 kHz. C'est un choix délibéré qui correspond aux applications souhaitées.

En augmentant la valeur de R4, nous augmentons linéairement l'excursion possible.

P6 et P5 sont ajustés respectivement au maximum et au minimum du signal de balayage, comme expliqué en fin d'article.

Les fonctions « Max » et « Min » indiquent au compteur les fréquences minimale et maximale définies par le potentiomètre P4 de l'excursion.

Le circuit IC9 « repique » le signal de balayage pour le présenter à la sortie (SWEEP).

Le potentiomètre P3 règle le niveau

de balayage en fonction de la sensibilité de l'entrée X de l'oscilloscope. Nous avons prévu la possibilité de moduler le signal en fréquence. Cette modulation est appliquée de la même manière que le balayage. L'oscillateur ainsi que les deux gammes de fréquences intermédiaires sont modulables en FM. Cela permettra de mesurer avec précision le taux de distorsion du récepteur ou du discriminateur.

Avec P4 (SPAN) au maximum, un signal « modulant » de 1 Vpp réalise une déviation de 25 kHz sur la gamme 10,7 MHz. Une tension de 1,63 Vpp (ou 600 mVac) réalise la déviation de 40 kHz pour la mesure normalisée.

Concernant tous ces réglages, pas d'angoisse : aisés et sans surprise, ils sont tous ajustés à l'aide d'un oscilloscope, un multimètre et du fréquencemètre embarqué.

L'atténuateur

Le signal, après sélection par l'inverseur S3/1, est mis au niveau souhaité par le potentiomètre P9 (LEVEL) et attaque directement l'atténuateur (figure 5).

L'atténuateur consiste en six cellules de 10 dB, chacune réalisée par un montage en « Π » constitué d'une résistance de 71 Ω et de deux résistances de 96 Ω . Les impédances d'entrée et de sortie font 50 Ω .

Chaque cellule est mise en circuit par un relais commandé en 24 V, via le commutateur rotatif « Atténuation ». En position 0 dB, aucun relais n'est actif et le signal est routé directement en sortie.

En position 10 dB, le relais K1 est activé. En position 20 dB, le relais K2 est activé et entraîne le relais K1 via la diode D1. En position 60 dB, le relais K6 est activé, ainsi que les cinq autres via les diodes D1 à D5.

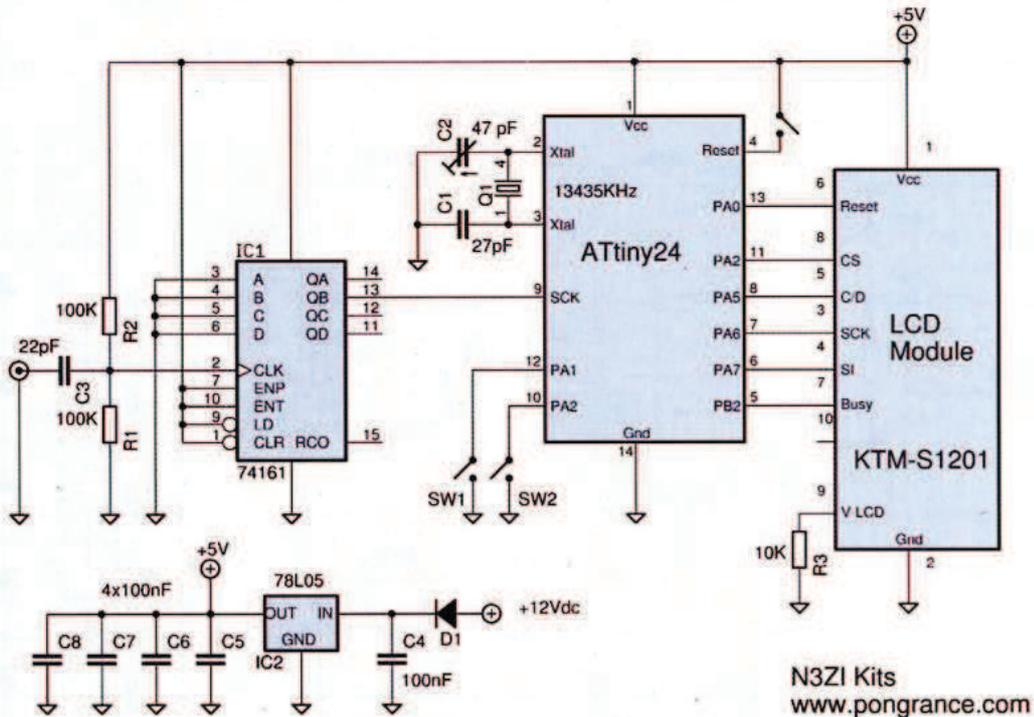
La valeur de 71 Ω est réalisée par la mise en parallèle des résistances 110 Ω /200 Ω et la 96 Ω par des résistances de 110 Ω /750 Ω .

La précision globale de cet atténuateur est de 0,2 dB sur la gamme 10,7 MHz.

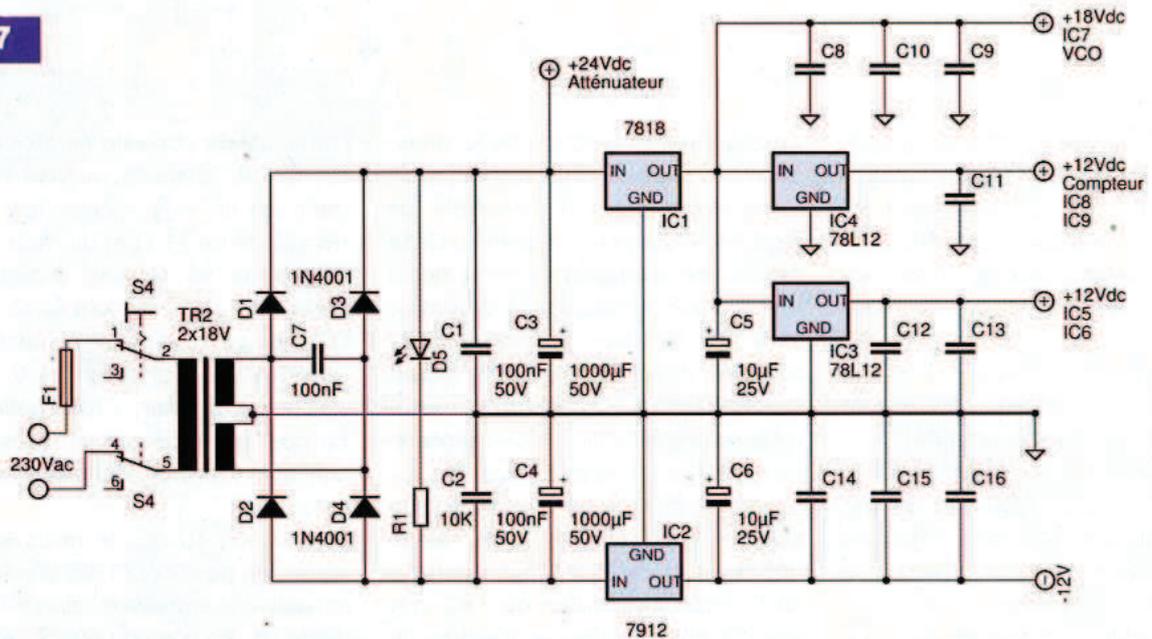
L'afficheur de fréquence

Le comptage et l'affichage de la fréquence sont gérés par un micropro-

6



7



cesseur ATMEL, avec programme « embarqué » (figure 6).

La fréquence maximale de comptage ne dépasse pas 5 MHz.

Comme la fréquence la plus élevée à afficher fait 11 MHz, le circuit 74HC161 divise le signal d'entrée par 4 en sortie QB.

Les commutateurs SW1 et SW2 permettent de modifier la base de temps du comptage, en fonction du facteur de division choisi.

Ce compteur, afficheur compris, est

disponible en kit auprès de la société www.pongrance.com.

Le prix modique de 20 \$ rend désespérée toute tentative d'un nouveau développement.

L'alimentation

Un transformateur torique fournit deux tensions redressées de ± 18 Vdc (figure 7).

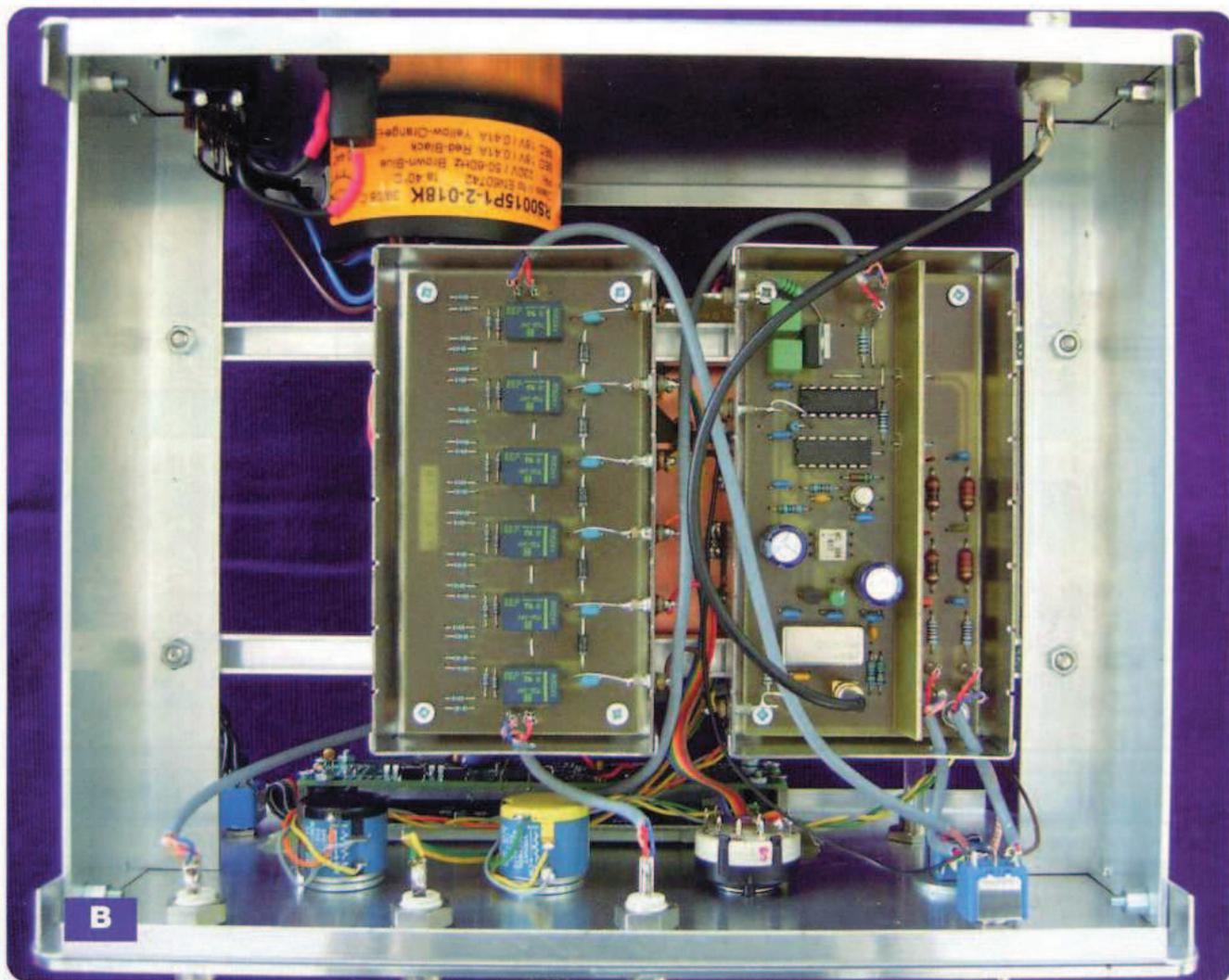
Les différents régulateurs distribuent les tensions de +18 V, +12 V et -12 V.

Réalisation pratique

L'ensemble du projet est placé dans un boîtier de 250x200x150 mm.

Ce boîtier, de construction assez légère, est renforcé par deux cornières latérales de section 50x20x192 mm sur lesquelles sont fixés deux profilés de 10x10x245 mm.

Ces profilés supportent la carte de contrôle et les deux modules (figure 8, photos A et B). La face avant réalisée chez notre annonceur Schaeffer



(photo C), est fixée contre la face du boîtier. Le positionnement latéral de la carte de contrôle sur les deux profilés est fixé par l'emplacement du commutateur sur la face avant.

Le positionnement des deux modules et du transformateur est libre.

La face arrière (photo D) supporte les socles « secteur », fusible, BNC VHF, le transformateur et le relais à trois cosses pour son raccordement.

Les circuits imprimés

La carte de contrôle et d'alimentation

La carte de « contrôle » mesure 122 x 99 mm, elle reçoit les éléments de contrôle et l'alimentation (figure 9).

Nous commencerons par insérer les vingt picots de 1,3 mm et les deux points de tests (TP).

Suivront les quatre pontages et les

composants par ordre croissant de grandeur (photo E). Les deux liaisons au -12 Vdc sont soudées côté cuivre (figure 10).

Comme la carte est bien accessible dans le boîtier, le test et la mise au point se feront en fin de montage.

La carte oscillateur

La première opération consiste à placer la carte vierge dans le boîtier blindé

Nomenclature

CARTE DE CONTRÔLE

• Condensateurs

C1, C2, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C19 : 100 nF / 50 V / 5 mm
 C3, C4 : 1000 µF / 50 V / 5 mm
 C5, C6 : 10 µF / 25 V / 2,5 mm
 C17 : 470 pF / 100 V / 5 mm

• Résistances 0,5 W / 1 %

R1, R6, R8, R10, R12, R14, R16, R20 : 10 kΩ
 R2 : 3,3 kΩ (ou 1N5309)
 R3 : 2,7 kΩ
 R4 : 100 Ω
 R5 : 1,6 kΩ
 R7, R19 : 100 kΩ
 R13 : 5,6 kΩ
 R15 : 3 kΩ
 R17 : 470 kΩ
 R18 : 82 kΩ

• Divers

D1, D2, D3, D4 : 1N4001
 D5 : LED 2 mA
 D6 : zéner 6,2 V
 IC1 : 7818
 IC2 : 7912
 IC3, IC4 : 78L12
 IC5, IC6, IC9 : 741
 IC7, IC8 : OPA604
 P1 : 1 kΩ / 10T
 P2 : 5 kΩ / 10T
 P3, P5, P6 : 10 kΩ / 10T
 P7 : 100 kΩ / 10T
 Q1 : BC556
 S1 : Commutateur 5P-2C
 20 picots 1,3 mm
 2 tests Point

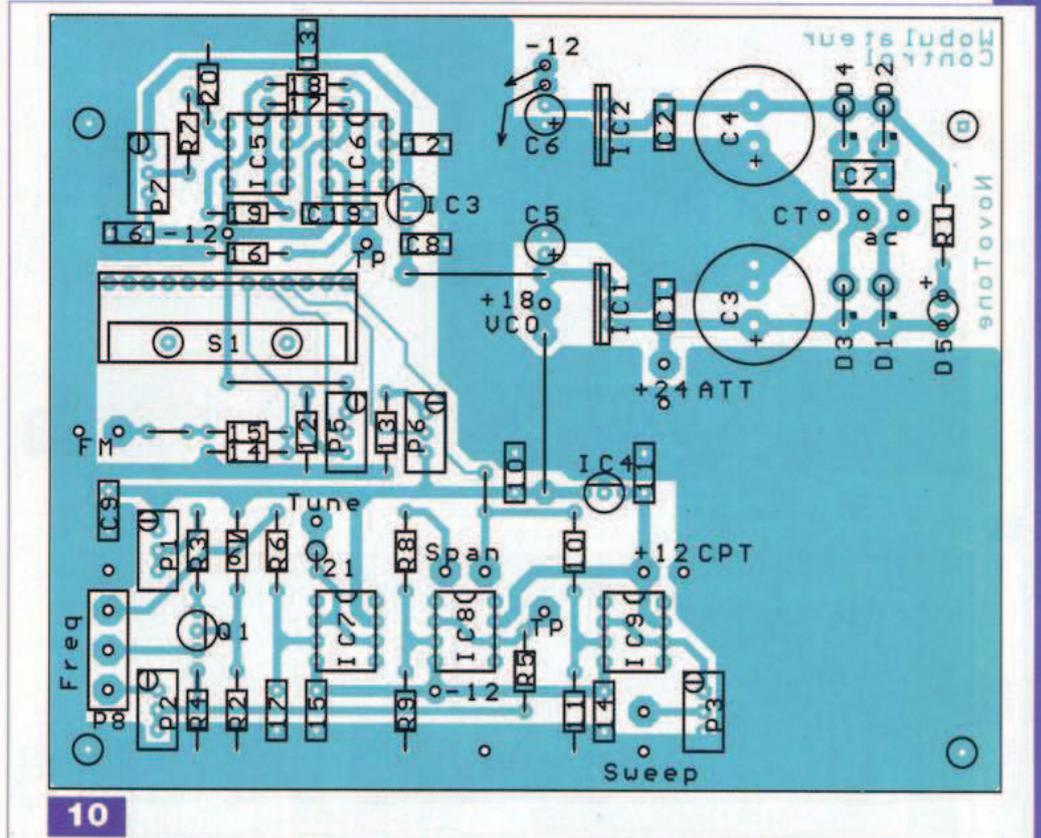
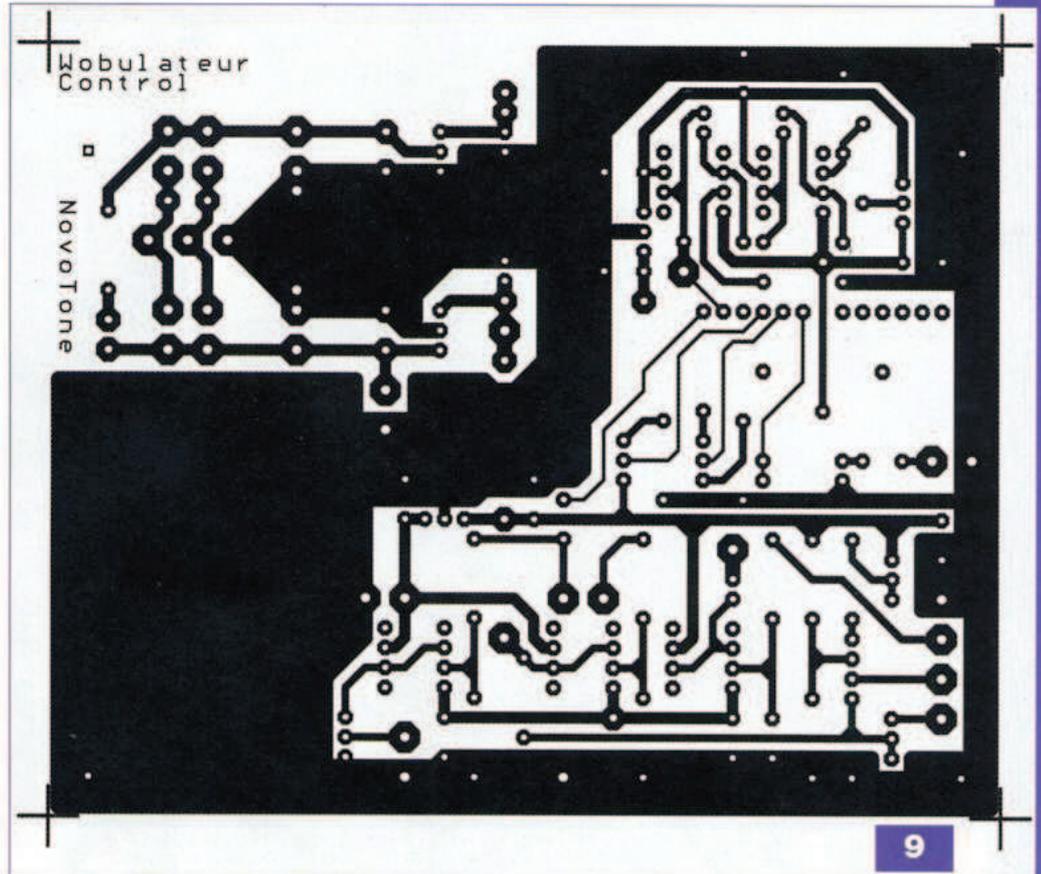
dé et à percer les quatre trous de fixation de Ø3,5 mm. Ensuite les trois trous des condensateurs de passages (Feedthrough) sont percés à Ø3,5 mm et soudés au boîtier.

Nous fixerons les quatre entretoises M3 M-F de 5 mm et placerons le boîtier sur les profilés U comme montré sur la figure 8 et la photo B.

La carte « oscillateur » mesure 114 x 58 mm (figure 11). Nous procéderons à l'insertion des dix picots de 1,3 mm, des cinq straps (dont R12).

La résistance R7 est placée entre les pattes du transistor Q1 (figure 12).

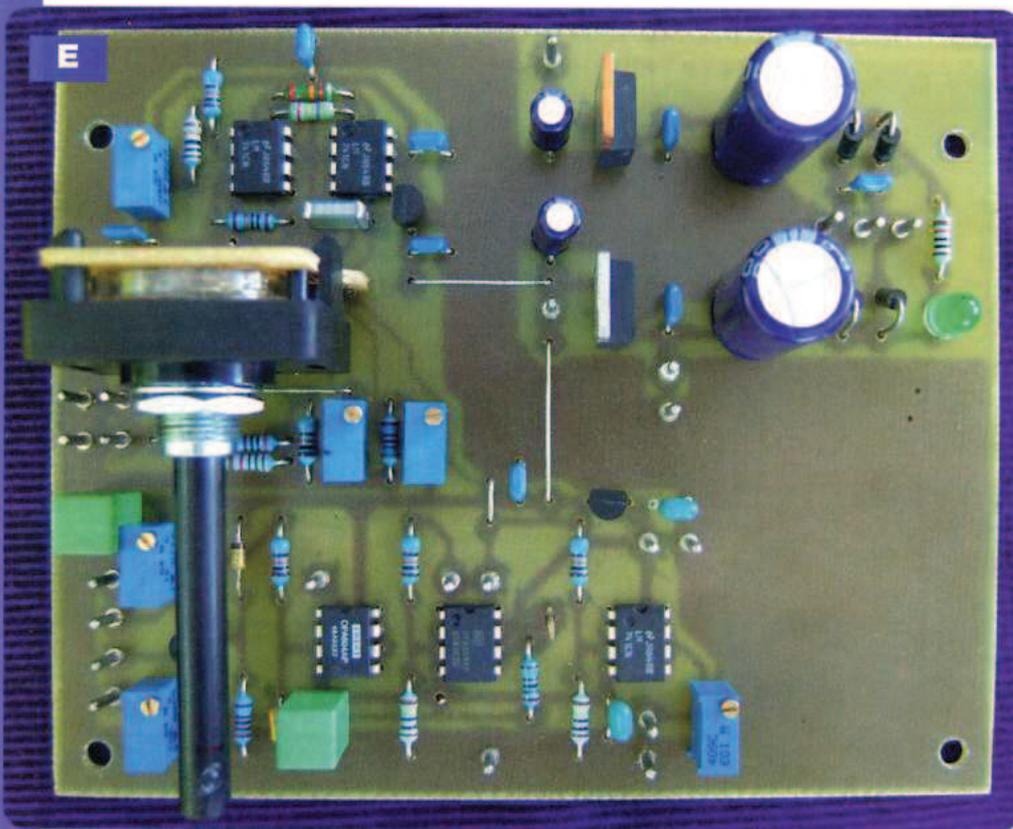
Le circuit CMS/IC1 est soudé en dernier lieu du côté « cuivre ». Il n'y a pas de réglage sur ce module. Il est préférable de le tester avant « embarquement » dans le boîtier blindé.



Il suffit de l'alimenter en +15 Vdc à +18 Vdc et de bloquer l'entrée « Tune » à +5Vdc. Vérifier à l'oscilloscope la présence à la sortie « Cpt » d'un signal de 9,5 MHz qui passe à

475 kHz en forçant le picot « Sel » à la masse. Ces mêmes signaux doivent se retrouver aux sorties des filtres. La carte peut être placée dans le boîtier (photo F).

E



La carte atténuateur

La carte « atténuateur » mesure 114 x 58 mm (figure 13).

Même procédé pour le boîtier de la carte atténuateur.

Il y a six condensateurs de passages (photo G).

Insertion des six picots de 1,3 mm en premier lieu, suivi des dix-sept petits pontages de 5 mm. Suivront les éléments axiaux, radiaux, pour terminer par les six relais (figure 14).

Le test de la carte est aisé : vérifier l'atténuation de 60 dB (1000x) en appliquant +24 Vdc au point « 60 » près de K6. La carte peut être placée dans le boîtier.

Nomenclature

CARTE OSCILLATEUR

• Condensateurs au pas de 5 mm

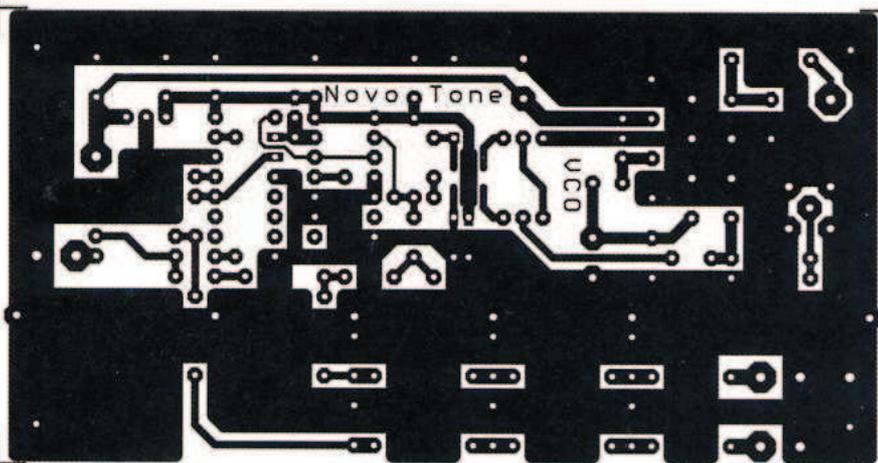
- C1, C9 : 470 pF / 100 V
- C2, C4 : 1 nF / 100 V
- C3 : 10 nF / 100 V
- C5, C7 : 4,7 pF / 100 V
- C6 : 15 pF / 100 V
- C8, C10 : 180 pF / 100 V
- C11 : 470 µF / 25 V
- C12, C13, C14, C18, C19, C20 : 100 nF / 50 V
- C15 : 1000 µF / 16 V
- C16, C17 : 2,2 µF / 50 V

• Résistances 0,5 W / 1 %

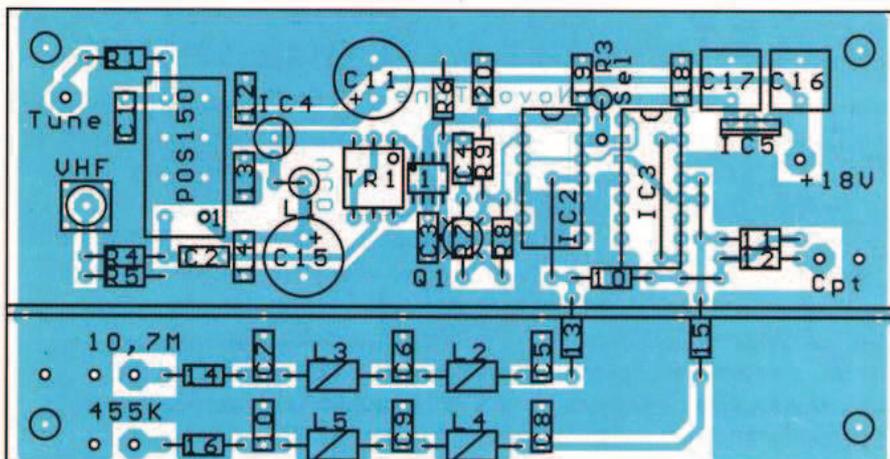
- R1, R3 : 10 kΩ
- R2 : Supprimée
- R4 : 560 Ω
- R5 : 56 Ω
- R6 : 820 Ω
- R7 : 470 Ω
- R8 : 6,8 kΩ
- R9 : 220 kΩ
- R10, R11, R13, R14, R15, R16 : 1 kΩ
- R12 : Strap

• Divers

- IC1 : MC12080
- IC2 : 74HCT00
- IC3 : 74HCT390
- IC4 : 78L12
- IC5 : 7805
- L1 : 1 mH / 10 Ω
- L2, L3 : 10 µH
- L4, L5 : 220 µH
- Q1 : 2N918
- Boîtier blindé TEKO 393
- 4 entretoises 5 mm / M3 / M-F
- C21, C22, C23 : Feedthrough 1 nF
- Socle SMB pour CI
- TR1 : Mini-Circuits T622
- VCO : POS150
- 10 picots 1,3 mm



11



12

Le module fréquence-mètre

La mise en œuvre du module « fréquence-mètre » et son paramétrage sont bien décrits dans les feuilles jointes au kit, mais également sur le site du fabricant.

L'afficheur est maintenu au dos du fréquence-mètre par quatre entretoises isolées de 10 mm, fixées par des vis M2,5 de 16 mm (photo H).

L'ensemble afficheur + compteur est placé sur quatre entretoises métalliques M3 de 15 mm, vissées sur deux petites pièces de circuit imprimé de 20 x 40 mm et collées à l'époxy (photo I).

Test et mise au point

Pour le test, nous ne raccorderons pas la carte de « contrôle » aux trois autres modules.

A la mise sous tension, vérifier d'abord la conformité des diverses tensions mentionnées au schéma.

P1 et P2 sont ajustés de manière à obtenir +7,3 Vdc et 3,7 Vdc aux bornes de P8 (Center).

Ces deux réglages seront ré-ajustés plus finement à l'aide de l'afficheur de fréquence.

P3 est réglé au maximum dans un premier temps. Raccorder le signal de sortie « Sweep » à l'oscilloscope, commuter en mode « Run » et ajuster P7 pour obtenir l'exacte symétrie du signal triangulaire.

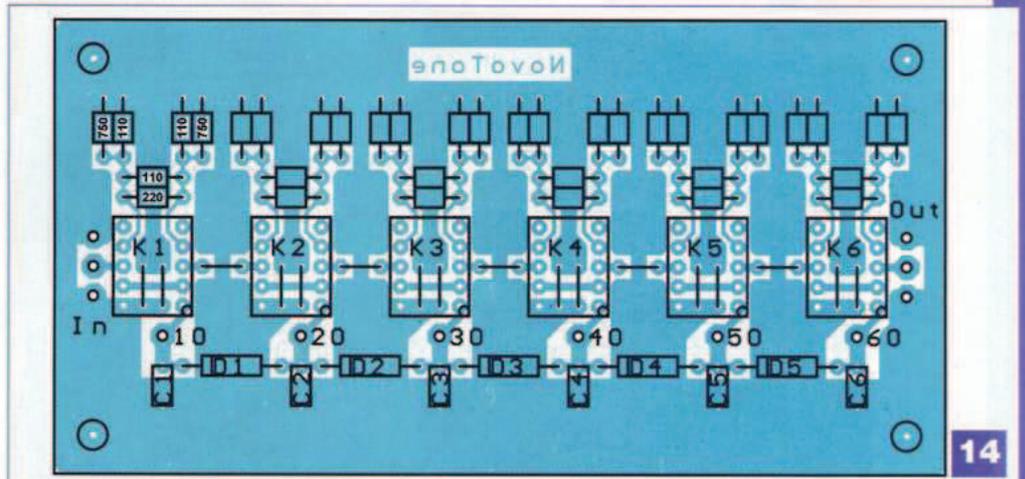
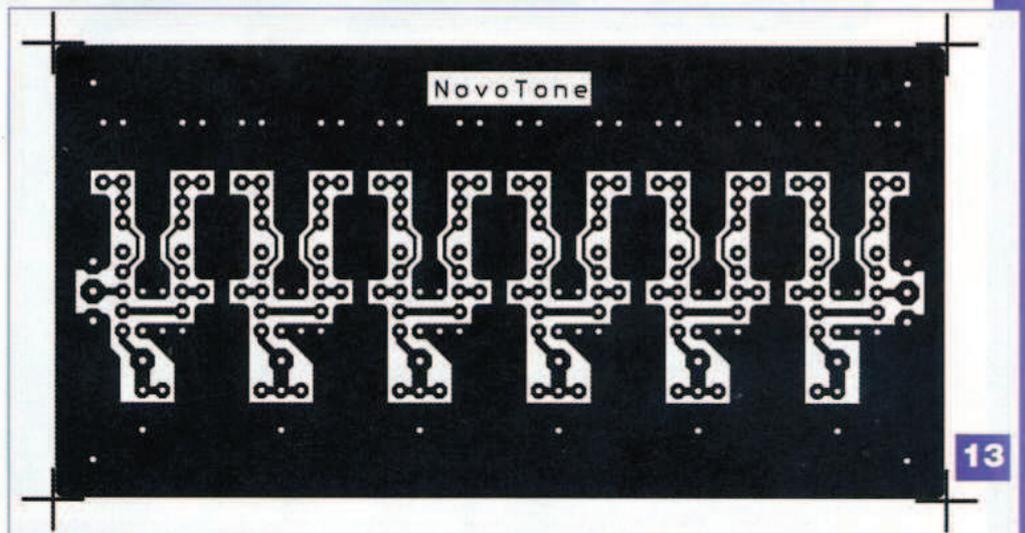
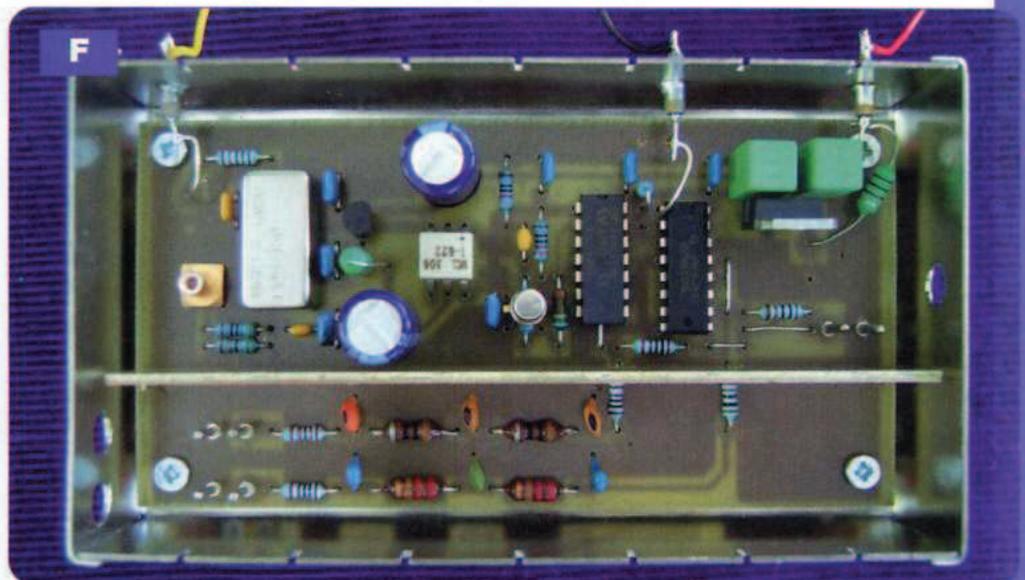
Après avoir bien repéré les maximum et minimum atteints par le signal triangulaire, commuter en mode « Max » et ajuster P6 pour obtenir le même maximum et ensuite en mode « Min » et ajuster P5 pour obtenir le même minimum.

Le potentiomètre P3 est ajusté pour obtenir une ligne de dix graduations en entrée X de l'oscilloscope.

Nous pouvons raccorder les modules « oscillateur », « atténuateur » et « fréquence-mètre ».

En position « 10,7 MHz », le compteur indique une fréquence comprise entre 80 MHz et 120 MHz, suivant la position du potentiomètre P8 « Center ».

P1 est ajusté de manière à obtenir une excursion totale de 22 MHz et P2 pour obtenir un départ à 88 MHz.



Nomenclature

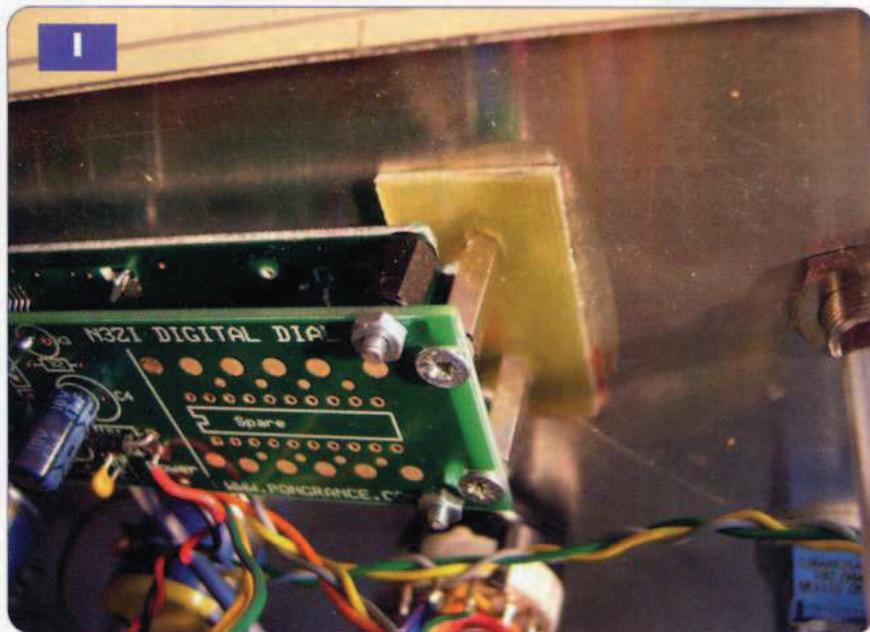
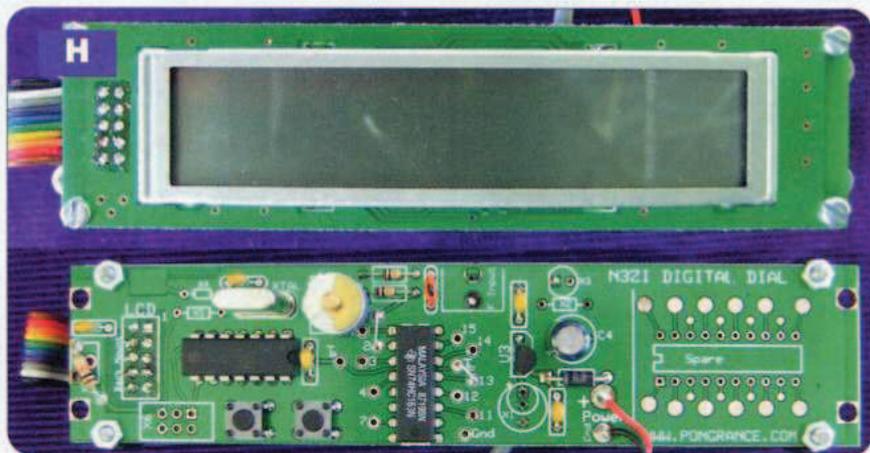
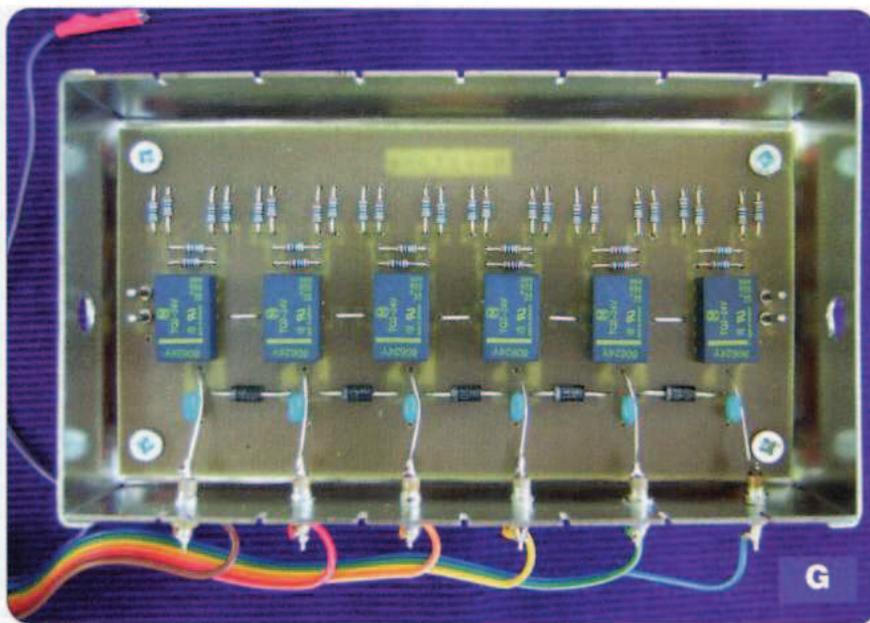
CARTE ATTÉNUATEUR

• **Condensateurs au pas de 5 mm**
C1, C2, C3, C4, C5, C6 : 100 nF / 50 V

• **Résistances 0,125 W / 1 %**
6 x R 200 Ω
12 x R 750 Ω
18 x R 110 Ω

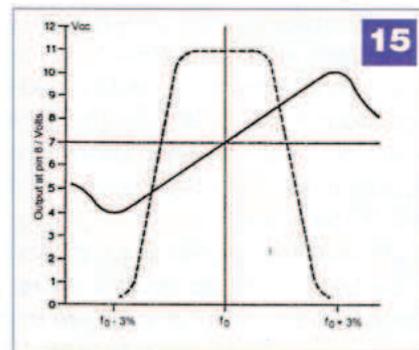
• Divers

D1, D2, D3, D4, D5 : 1N4001
K1, K2, K3, K4, K5, K6 : Relais HF/TQ2-24V
Boîtier blindé TEKO 393
Entretoises 5 mm / M3 / M-F
C7, C8, C9, C10, C11, C12 : Feedthrough 1 nF
6 picots 1,3 mm



Les deux réglages sont faiblement interactifs. Vérifier ensuite le bon fonctionnement de l'instrument. En mode « CF », nous produisons une

fréquence stable comprise entre 88 MHz et 110 MHz à la sortie VHF. En position « 10,7 MHz » une fréquence comprise entre 8,8 MHz et 11 MHz et en position « 455 kHz »



une fréquence comprise entre 440 et 550 kHz. Le signal de sortie est bien sinusoïdal.

En mode « Run », la fréquence est balayée avec une excursion qui dépend de la position du potentiomètre P4 « Span », cette excursion peut être mesurée en commutant en mode « Max » et « Min ».

Exemple : avec « Center » à 10,7 MHz et « Span » au maximum, le balayage fait 600 kHz, soit de 10,4 MHz (Min) à 11,0 MHz (Max) avec 10,7 MHz (CF) de fréquence centrale.

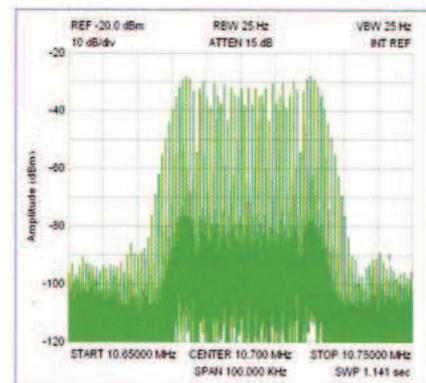
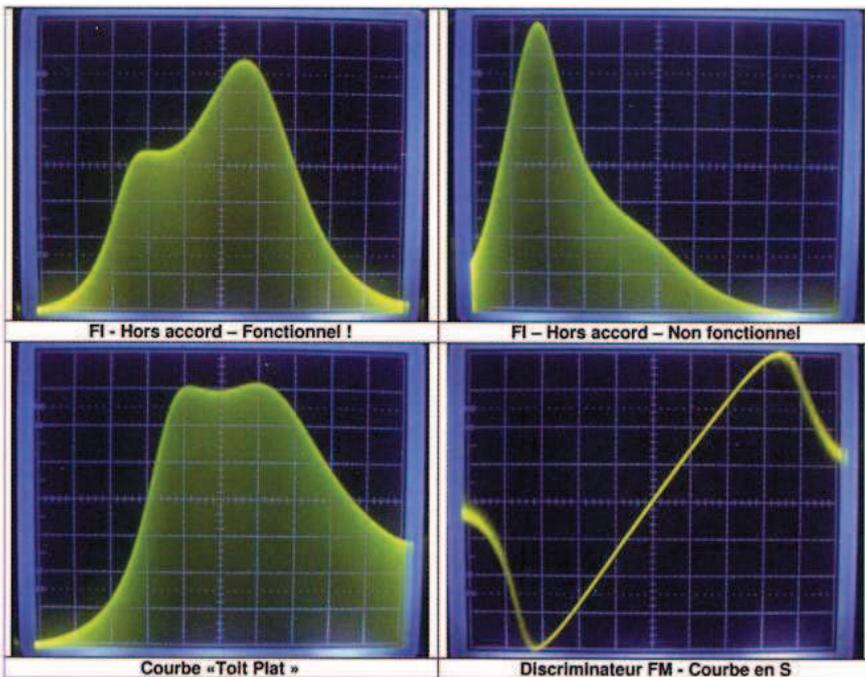
L'entrée « FM » permet de moduler en fréquence la porteuse VHF ou FI pour mesurer la distorsion du récepteur.

Utilisation et caractéristiques techniques

Réglage des transformateurs intermédiaires 10,7 MHz et 455 kHz.

Il importe de ne pas travailler en aveugle. Idéalement, il est préférable de disposer du schéma du récepteur à régler. Les anciens postes de radio et tuners FM sont de « conception classique » et les composants sont facilement repérables.

Remarque : la sortie « Signal » n'est pas isolée par un condensateur, elle présente donc une résistance de 50 Ω ! Il y a lieu tout d'abord de bloquer la ligne de contrôle automatique de gain (AGC), car ce contrôle « écrase » l'enveloppe au fur et à mesure que le signal augmente. Ce contrôle est toujours présent en AM et parfois en FM. Le réglage des transformateurs FI se fait à reculons, en commençant par les derniers et en injectant le signal FI à l'entrée de l'étage amplificateur. L'accord d'un transformateur FI com-



17

Nomenclature

COMPOSANTS DIVERS

- Boîtier 250x200x150 mm (réf 520497 chez Conrad)
- Profilé L : 50x20x2x192 mm
- Profilé U : 10x10x2x245 mm
- Support fusible châssis
- F1 : Fusible 100 mA / lent
- Socle secteur 1A
- Cosse relais à 3 contacts
- TR1 : Transformateur torique 15 VA / 2 x 18 V
- 4 socles BNC isolés
- Kit Compteur : www.pongrance.com
- P4 (Span) : 50 kΩ / 10 T
- P8 (Center) : 2 kΩ / 10T
- P9 (Level) : 100 Ω / 270° / Lin
- C13 : 4,7 nF / 100 V / Axial
- Rondelle M10 (P4,P8,P9)
- S2 (Atténuation) : Commutateur 12 positions
- S3 (10,7 MHz-455 kHz) : Inverseur DPDT
- S4 (On) : Inverseur DPDT
- Coax SMB – open
- Manchon Ø 6 mm
- Allonge d'axe 6 mm
- Passage d'axe 6 mm
- 2 boutons "Chicken Head"
- 3 boutons Ø 6,3 mm

16

18

Caractéristiques Techniques	
Gamme de Fréquence VHF	88 MHz → 110 MHz
Amplitude VHF	50 mVac dans 50 Ω
Impédance de sortie	50 Ω ou 75 Ω (voir texte)
Harmoniques VHF	< 30 dB
Gigue VHF (Jitter)	< 500 Hz pp (Typ: 100 Hz)
Gamme de Fréquence "10,7 MHz"	8,8 MHz → 11,0 MHz
Gamme de Fréquence "455 KHz"	440 KHz → 550 KHz
Amplitude	0 à 30 mVac dans 50 Ω
Linéarité (Flatness)	< 1 dB
Atténuation	0 → -60 dBm
Harmoniques	< 40 dB (Typ: 50 dB)
Impédance de sortie	50 Ω
Stabilité en fréquence	< 100 ppm (Typ: 50 ppm / 15 min)
Définition de l'affichage	100 Hz
Sensibilité FM	600 mVac pour 40 KHz
Taux de distorsion entrée FM	< 0,1% pour 40 KHz de déviation
Fréquence du balayage	6 Hz
Amplitude du balayage	0 → 10 Vpp
Consommation	230 Vac - 22 mA - 5 VA
Dimensions	200 x 250 x 150 mm
Poids	3,5 Kg

posé de deux circuits couplés se fait de préférence en amortissant les deux circuits par une résistance comprise entre 1 kΩ et 10 kΩ pour obtenir un maximum à la fréquence centrale de 10,7 MHz ou 455 kHz.

En enlevant les deux résistances, la courbe prend une forme aplatie, c'est la courbe « standard » des transformateurs FI accordés.

En effet, il faut que sur la largeur de bande utile de 10 kHz en AM ou 300 kHz en FM, l'amplitude reste (à peu près) constante.

Le graphe en **figure 15**, présent dans tous les manuels techniques, représente l'idéal. Je vous rassure immédiatement, il n'est jamais atteint même avec des filtres céramiques.

La **figure 16** montre les courbes de deux transformateurs FI à 10,7 MHz

pour un balayage de 10,7 MHz ± 300 kHz. Le premier est le résultat d'une dérive d'un composant, mais le résultat « audio » est encore acceptable et la distorsion inaudible.

Le second est le résultat d'un « bidouillage » que l'on rencontre fréquemment dans les postes de radio anciens, achetés en brocante et qui se traduit par distorsion et accrochage.

Les deux figures du bas présentent un réglage (à peu près) correct des circuits couplés avec production d'une courbe en « S » excellente.

La distorsion mesurée pour une excursion de 40 kHz d'un signal à 1 kHz est de l'ordre de 1% (**figure 17**).

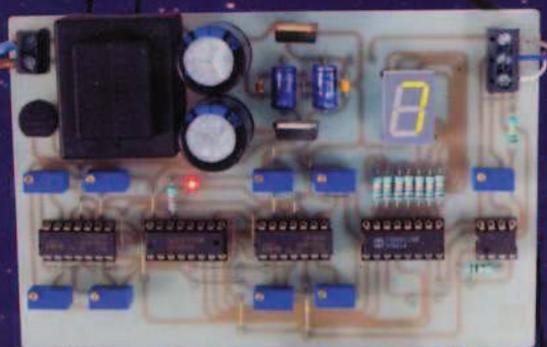
Avec les discriminateurs à circuits accordés, il est impossible de faire beaucoup mieux. Seuls les discriminateurs à asservissement de phase

(PLL) et mieux encore à ligne à retard comme le Revox B760 atteignent 0,1 % en monophonie et au prix d'un signal d'entrée supérieur à 1 mV.

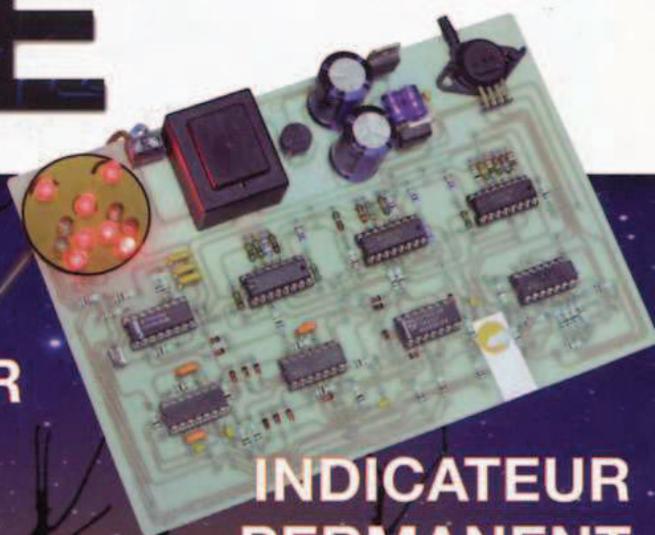
La **figure 18** mentionne les caractéristiques techniques de notre réalisation.

J. L. VANDERSLEYEN
ON4JLV

Pour les données de fabrication, du circuit imprimé ou de quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à me contacter à l'adresse jl.vandersleyen@skynet.be ou via notre site www.novotone.com

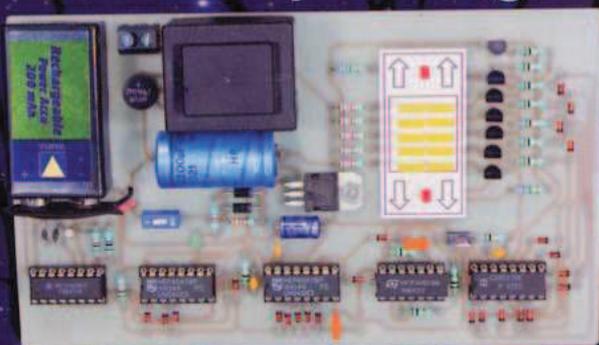


**INDICATEUR
DE NIVEAU
pour citerne**



**INDICATEUR
PERMANENT
de tendance
météo**

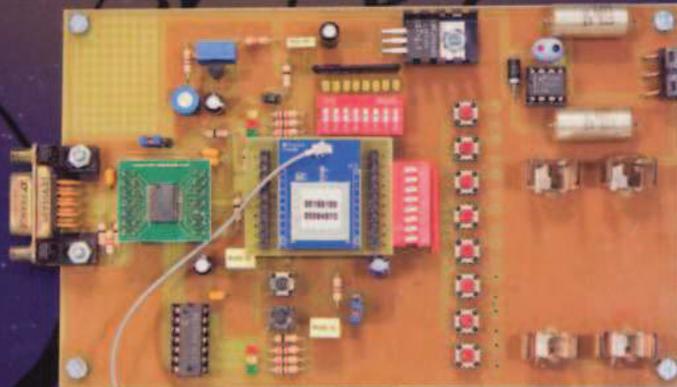
**CALENDRIER
lunaire et jardinage**



**INITIATION
PICAXE À TOUT FAIRE**
Ateliers pratiques
N^{os} 1 • 2 • 3



**ETUDE D'UN
WOBULATEUR**



**MODULES
ZIGBEE**

«TinyBee» FZ750Bx

L 14377 - 361 - F: 5,00 €



• FRANCE : 5,00 € • DOM AVION : 6,40 € • DOM SURFACE : 5,80 €
• TOM : 800 XPF • PORTUGAL CONT. : 5,90 € • BELGIQUE : 5,50 €
• ESPAGNE : 5,90 € • GRÈCE : 5,90 € • SUISSE : 10,00 CHF
• MAROC : 60 MAD • CANADA : 8,5 SCAD