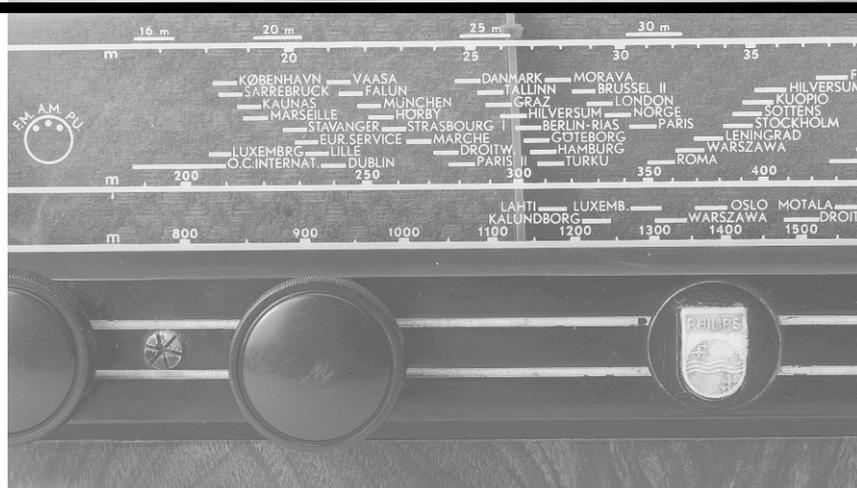


générateur de marqueurs HF

calibre les récepteurs, leurs cadrans et les générateurs de signaux

Tous ceux qui passent leur temps à la réalisation de récepteurs radio et autres équipements connexes, auront, un jour ou l'autre, ressenti le besoin de disposer d'un moyen permettant de réaliser un cadran calibré avec précision. La possibilité de syntoniser aveuglément sur une fréquence particulière est un avantage incontestable dans la recherche d'une station faible et augmente indiscutablement le plaisir de disposer d'un récepteur, quel qu'il soit.



Le calibre décrit ici utilise un quartz pour déterminer et garder constante la fréquence de l'oscillateur générateur des signaux marqueurs.

Les anciens instruments de ce genre comportaient souvent 2 quartz, taillés pour résoner, le premier à 1 MHz, le second à 100 kHz, les fondamentales et les harmoniques de ces fréquences servant à la calibration des récepteurs et des instruments de test jusqu'à de l'ordre de 30 MHz. Le développement du circuit intégré, la naissance de circuits de comptage tant binaire que décimal en particulier, permirent de se contenter d'un seul quartz uniquement, taillé pour résoner à une fréquence plus élevée (de 2 ou 4 MHz bien souvent), fréquence divisée ensuite en vue de fournir les marqueurs pour les Grandes et Petites Ondes (G.O. et P.O.) et pour une subdivision fine du cadran.

Il peut s'avérer difficile, lorsque l'on tente de calibrer le cadran d'un récepteur Ondes Courtes, d'identifier une harmonique spécifique d'une fondamentale de 1 MHz. En cas d'utilisation d'un quartz 4 MHz, cette identification est plus facile encore que l'on risque de ne plus très bien savoir où l'on en est lorsque la calibration monte dans les

« hautes sphères » du spectre HF.

Pour éviter ce genre de confusion, l'instrument que nous vous proposons a été basé sur un quartz de 8 MHz. Ses harmoniques de 16, 24 et 32 MHz permettent de définir des marqueurs indélébiles et parfaitement identifiables sur l'ensemble des bandes HF; il est en outre, comparativement, facile de calibrer vers le haut ou vers le bas à partir de ces points en s'aidant de signaux de fréquence plus faible obtenus par division de la fondamentale du quartz.

La plupart des « tailleurs de quartz » ne prévoient pas de possibilité de modulation du signal. Les récepteurs haut de gamme dotés d'un oscillateur de fréquence de battement (BFO = *Beat Frequency Oscillator*) peuvent produire une tonalité audible à partir d'une porteuse non modulée, mais les super-hétérodynes de nos chaumières ne donneront pas d'indication auditive que l'on a réalisé la syntonisation sur le signal marqueur. Ironiquement, ce sont tout juste ces auditeurs, eux qui essaient d'utiliser à fond leurs récepteurs plus simples, qui ont le plus grand besoin d'améliorer la précision de syntonisation. C'est pourquoi nous avons pris des dispositions pour une modulation optimale des signaux de marqueurs.

L'ÉLECTRONIQUE

La figure 1 vous propose le schéma complet de ce montage. Il est fait appel à des circuits intégrés CMOS peu coûteux classiques. Un quartz 8 MHz courant définit la fréquence d'oscillation de base avec un degré de précision et de stabilité important.

IC5 intègre 4 portes NON-OU (NOR) à 2 entrées. L'interconnexion des 2 entrées de chacune des portes nous donne 4 étages d'amplification inverseurs. L'un d'entre eux, celui basé sur IC5a, fait office d'oscillateur HF; sa fréquence est déterminée par le quartz X1. Ici, le quartz présente, à la fréquence de travail, une réactance inductive et entre en résonance avec les condensateurs de charge C1 et C2. C2 est un ajustable de sorte qu'il est possible, en s'aidant d'une référence externe, de régler la fréquence d'oscillation à 8 MHz très exactement. Une contre-réaction en tension continue négative introduite par R1 stabilise les conditions de fonctionnement de cet étage, IC5b en tamponnant la sortie.

IC5c et IC5d sont montées en oscillateur RC, les valeurs données à R5/R6 et C5 fixent la fréquence d'oscillation aux alentours de 1 kHz. On utilise ce signal audio pour moduler la sortie HF du générateur de marqueurs.

Le signal de sortie tamponné de l'oscillateur est appliqué à l'entrée d'horloge de IC1, une double bascule bistable. Ce circuit laisse passer une impulsion sur 2, ce qui se traduit en fait par une division par 2 de la fréquence de l'oscillateur à quartz. Le marqueur de 4 MHz disponible à la broche 1 qui en résulte est appliqué à la seconde entrée d'horloge et le signal de 2 MHz résultant est disponible en sortie de IC1. Ce même processus se reproduit au niveau de IC2 en vue de générer les marqueurs de 1 MHz et de 500 kHz.

Le signal de 1 MHz est appliqué à l'entrée d'horloge de IC3a, un double compteur décimal. Le premier étage de ce circuit divise le 1 MHz par 10, ce qui nous donne un signal de 100 kHz, signal appliqué à son tour au second étage d'où il sort, après une nouvelle division par 10, sous la forme d'un marqueur de 10 kHz.

Les marqueurs de 50 et de 25 kHz sont intéressants lors de la calibration des cadrans d'un récepteur travaillant sur l'ensemble de la gamme HF; pour en disposer, le signal de 100 kHz disponible en sortie de IC3a est appliqué à un autre double bistable, IC4.

Le transistor T1 sert de modulateur. De par sa configuration en émetteur-sui-veur, sa base présente, pour le signal entrant en provenance des diviseurs, une impédance relativement élevée. La sélection du marqueur se fait par le biais du rotacteur S2. La résistance

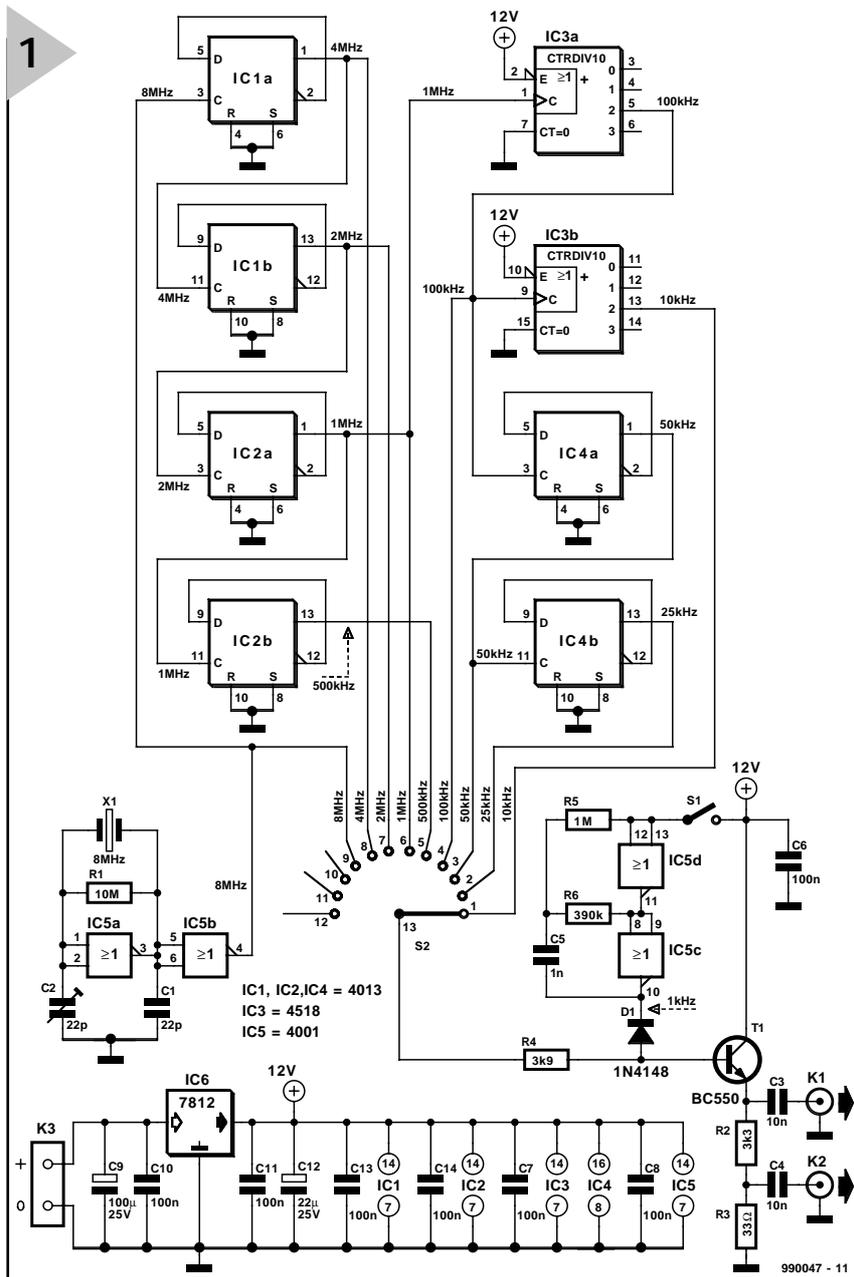


Figure 1. Schéma du générateur de marqueurs HF.

d'émetteur R2/R3 crée une sortie à faible impédance. L'embase K2 fournit un niveau de sortie relativement faible (de 20 à 50 mV) plus sûr, ceci pour un couplage direct plutôt qu'inductif aux entrées de récepteur. L'interrupteur S1 met l'oscillateur de 1 kHz en fonction lorsque l'on a besoin d'une sortie modulée. Dans le cas des composants CMOS le temps de propagation (le temps nécessaire à une sortie pour basculer, en réponse à un changement d'état de l'entrée) dépend, de façon notable, du niveau de la tension d'alimentation. IC5 et IC1, placés en début de la chaîne de diviseurs, travaillent très près de leur fréquence d'horloge maximale, de sorte que la tension d'alimentation minimale garantissant un fonctionnement correct est de 12 V. Bien que les oscillateurs à quartz soient

réputés pour leur stabilité, un changement de la tension d'alimentation de l'amplificateur peut se traduire par une dérive, légère bien souvent, de leur fréquence de travail. Une bonne régulation de la tension d'alimentation ne peut qu'améliorer les performances de ce montage. La tension est, pour cette raison, dérivée d'une paire de piles compactes de 9 V mises en série et qui, partant, fournissent une tension nominale de 18 V ramenée aux 12 V requis par le biais de IC6. Le condensateur de découplage C12 bloque tout bruit électrique généré par le régulateur dans le rail de masse. Le drain de courant atteint, dans le cas de piles neuves, de l'ordre de 35 mA, intensité qui tombe à quelque 25 mA en fin de vie utile de celles-ci. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un courant excessif pour de telles piles, nous avons prévu, vu que ce type d'instrument sert sou-

2

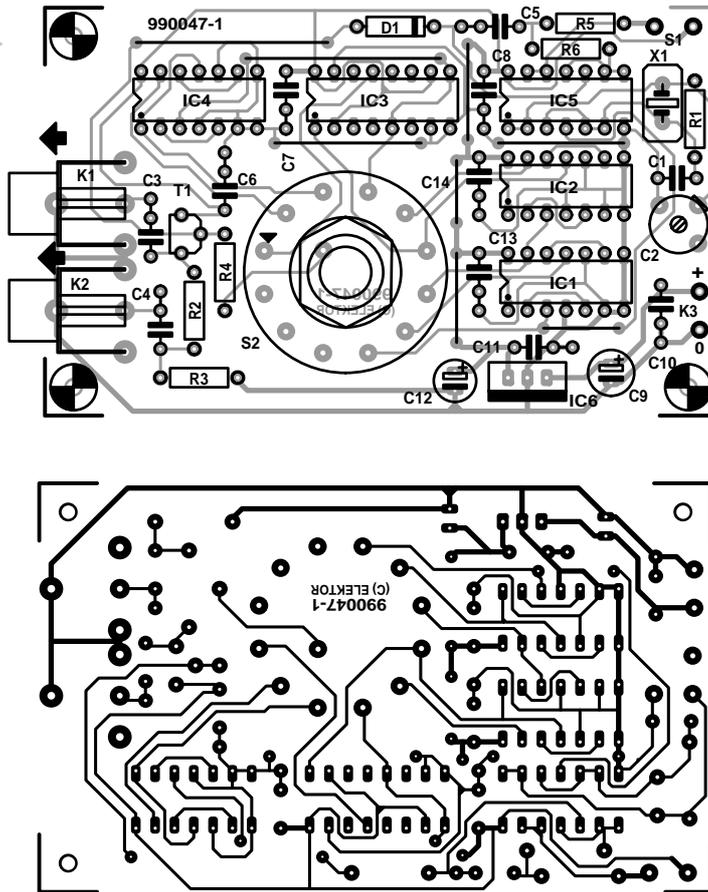
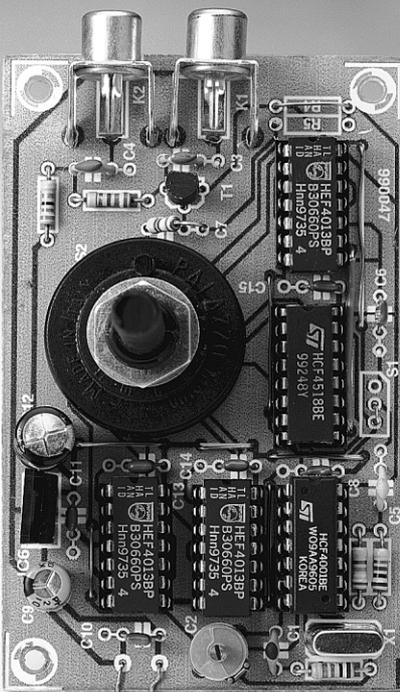


Figure 2. Dessin des pistes et sérigraphie de la platine de ce montage à réaliser par vos propres moyens.

Figure 3. Platine terminée avant sa mise en coffret.



vent pendant de longues périodes, une embase-jack pour une alimentation depuis une alimentation de laboratoire ou à l'aide d'un adaptateur secteur bon marché (12 V continu).

LA RÉALISATION

Tous les composants, exception faite de l'interrupteur S1, prennent place sur la platine. La figure 2 vous en propose le dessin des pistes et la sérigraphie de l'implantation des composants. Ces informations devraient vous suffire pour fabriquer votre propre circuit imprimé.

Bien que les circuits intégrés CMOS soient dotés de diodes de protection contre l'électricité statique, prenez les précautions d'usage lors de leur manipulation. Ne jamais insérer ou extraire un circuit intégré tant que le montage est sous tension, ni même, dans ces conditions, travailler sur la platine.

L'utilisation de supports permet une substitution rapide, un test facile (il n'est jamais exclu que ce type de composant soit défectueux à l'achat) et une diminution des risques d'endommagement lors de l'installation.

Comparez votre travail à notre prototype de la photo en figure 3.

LES ESSAIS

Il est bon de vérifier le fonctionnement

Liste des composants

Résistances :

- R1 = 10 M Ω
- R2 = 3k Ω
- R3 = 33 Ω
- R4 = 3k Ω
- R5 = 1 M Ω
- R6 = 390 k Ω

Condensateurs :

- C1 = 22 pF
- C2 = ajustable 22 pF
- C3, C4 = 10 nF
- C5 = 1 nF
- C6 à C8, C10, C11, C13, C14 = 100 nF
- C9 = 100 μ F/25 V radial
- C12 = 22 μ F/25 V radial

Semi-conducteurs :

- D1 = 1N4148
- T1 = BC550
- IC1, IC2, IC4 = 4013
- IC3 = HCF4518BEY
- IC5 = 4001
- IC6 = 7812

Divers :

- X1 = quartz 8 MHz
- K1, K2 = embase Cinch en équerre encartable
- S1 = interrupteur marche/arrêt
- S2 = commutateur rotatif
1 circuit/12 positions encartable
- K3 = paire de picots de soudage

du montage avant que l'ensemble ne soit implanté dans son boîtier.

On commencera par s'assurer de l'absence de mauvaises soudures et de court-circuits. Vérifiez la polarité des circuits intégrés et des autres semi-conducteurs, celle du régulateur IC6 en particulier. Son inversion pourrait se traduire par l'application de la totalité de la tension d'alimentation aux bornes des circuits CMOS.

Connecter le montage au set de piles compactes ou à une alimentation de laboratoire. La consommation de courant à une tension d'alimentation de 18 V appliquée au régulateur devrait être de l'ordre de 35 mA. On vérifiera que la sortie du régulateur fournit bien 12 V.

On utilisera, si tant est que l'on en ait un à sa disposition, un fréquencemètre ou un oscilloscope pour vérifier les différentes fréquences ponctuelles. On se servira sinon, pour s'assurer du bon fonctionnement du montage, d'un récepteur radio (nous verrons un peu plus loin comment injecter le signal dans un récepteur).

ÉTALONNAGE ET MODE D'EMPLOI

Si l'on dispose d'un fréquencemètre précis, on injecte le marqueur 8 MHz (modulation coupée) et on joue sur C2 pour « amener » le quartz à sa fréquence d'oscillation exacte.

Si l'on doit utiliser un récepteur radio

pour étalonner le calibrateur, on le calera sur une station adéquate, Deutsche Welle, une station allemande d'une puissance de 500 kW travaillant à 6 MHz par exemple. On injecte dans le récepteur la fréquence de marqueur ponctuelle la plus élevée possible et on joue sur C2 pour trouver le point de battement zéro de la transmission. Au fur et à mesure que les 2 fréquences se rapprochent, la hauteur du signal de battement audible émis par le récepteur va décroître pour devenir un scintillement basse-fréquence qui cesse (battement zéro) lorsque l'harmonique de la fréquence du marqueur correspond exactement la fréquence de la station d'émission. Il faudra bien entendu utiliser le marqueur de 1 MHz dans le cas de stations travaillant à des fréquences impaires, mais le marqueur de 2 MHz convient à merveille dans le cas de la station allemande évoquée plus haut (6 MHz).

On pourra utiliser un conducteur blindé de faible longueur connecté à l'embase K2 pour relier la sortie du générateur de marqueurs à l'équipement que l'on veut calibrer, mais dans la plupart des cas, un morceau de conducteur flexible connecté sur K1 et

placé à proximité de l'entrée antenne du récepteur devrait suffire pour obtenir une injection de signal faible. On veillera à toujours limiter les niveaux d'injection au minimum pour réduire le plus possible, au coeur du récepteur, les réponses intempestives. On notera que les super-hétérodynes génèrent différentes images du signal reçu, la plus gênante d'entre elles se situant au double de la fréquence intermédiaire (FI) du récepteur par rapport à la fréquence de la station.

Si votre récepteur est du type récepteur de communications (*tranceiver*), mettez son BFO en fonction et recherchez le battement zéro avec des marqueurs non modulés. Cette technique peut également être utilisée pour la calibration de récepteurs à réaction (*regenerative receiver*) à condition d'avancer la réaction ou la commande de multiplicateur Q jusqu'à ce que le récepteur entre tout juste en oscillation. Si le récepteur en question est une station de base super-hétérodyne ou un récepteur TRF (*Tuned Radio Frequency*) sans régénération, il faudra moduler les signaux de marqueurs pour obtenir un signal audible.

Les harmoniques de tous les mar-

queurs grimpent jusque dans le spectre HF; on évitera toute confusion en utilisant la fréquence de marqueur la plus élevée possible en début de processus de calibration : on commencera, par exemple, par injecter le marqueur 1 MHz en Petites Ondes (la bande ne monte pas assez loin pour englober son harmonique à 2 MHz), et on passera aux marqueurs 4 ou 8 MHz lorsque la calibration progresse vers et dans le domaines des Ondes Courtes.

Une fois ces points de repère placés, on pourra s'en écarter en utilisant un marqueur de fréquence plus faible. Celui de 100 kHz devrait convenir en Petites Ondes, on passera ensuite au 50 puis au 25 kHz en vue de continuer la subdivision du cadran. On pourra, si le cadran en question est très étalé, injecter, en vue de définir une calibration plus précise, un signal de 10 kHz au lieu de celui de 25 kHz.

Le calibrateur pourra servir, bien entendu, à définir avec précision le point de syntonisation d'un récepteur doté d'un cadran très approximatif ou mal étalonné lorsque l'on voudra s'accorder sur la fréquence d'une station particulière.