

## NOUVEAU SYNTHETISEUR DE FREQUENCES POUR LES EMETTEURS-RECEPTEURS BLU/CW

Dans un précédent numéro de Mégahertz Magazine (n°219 de juin 2001) paraissait la description d'un synthétiseur de fréquence simple et bon marché. Ce synthétiseur fonctionnait parfaitement, mais il avait deux inconvénients. Il utilisait comme VCO (oscillateur contrôlé par tension) l'oscillateur local intégré dans le montage émetteur-récepteur, et le temps de verrouillage était relativement long. Le nouveau synthétiseur utilise un VCO intégré, et le temps de verrouillage est très court. Il reprend les principaux composants du montage précédent, et les dimensions du circuit imprimé sont identiques, ce qui permet de remplacer l'ancien par ce nouveau modèle bien plus performant. En plus, il s'adapte également à l'émetteur-récepteur « Forty ».

### **DESCRIPTION DU SYNTHETISEUR :**

Le schéma de base reprend les composants du premier synthétiseur, c'est-à-dire deux circuits intégrés bon marché. Le circuit MC145170 est un synthétiseur à commande série, et le PIC 16F84 est un microcontrôleur programmable pilotant le synthétiseur ainsi que l'afficheur LCD. L'association de ces circuits ainsi qu'un bon programme permettent de réaliser des merveilles.

Les caractéristiques du synthétiseur sont intéressantes:

- synthétiseur à une seule boucle de phase aux pas de 100 Hz, 1 KHz et 10 KHz sélectionnables.
- RIT couvrant la totalité de la bande ce qui permet en plus de travailler en « split ».
- lecture de la fréquence sur un afficheur LCD 1 ligne de 16 caractères.
- correction de la fréquence d'affichage suivant la fréquence centrale du filtre à quartz utilisé, et ceci par programmation accessible à l'utilisateur à la mise sous tension.

La nouveauté, c'est l'intégration d'un VCO fonctionnant sur une fréquence relativement élevée (conjointement avec un filtre de boucle à comparateur de phase), pour avoir des temps de verrouillage courts, lequel VCO est suivi d'un diviseur par dix pour fournir la fréquence utile. Bien sûr, un synthétiseur à base de circuit DDS type AD... est plus performant et plus universel, mais le prix des éléments de base (circuit AD et oscillateur de référence) est très élevé par rapport aux éléments de notre synthétiseur. L'essentiel pour notre montage est qu'il soit très simple, très bon marché et que la fréquence et son affichage restent stables quelles que soient les conditions.

Voyons le schéma de principe:

Nous nous limiterons à une description simple. L'ensemble est géré par le microcontrôleur IC1 (PIC 16F84), dont le programme a été spécialement écrit pour cette application. IC1 est synchronisé à 4 MHz par X2, C18, C19. L'ensemble R11, R12, C20 et D5 forme le circuit de "reset".

La sélection de la fréquence se fait à l'aide d'un encodeur classique, sur les bits RB0 (interruption) et RB1. R13-C22 et R14-C21 forment un circuit anti-rebond.

Le bit RB6 reçoit la commande de sélection du "pas" (100 Hz, 1 KHz ou 10 KHz), le bit RB7 la sélection du mode "RIT", et le bit RA2 la détection "PTT" (passage en émission). L'anti-rebond de ces commandes est géré par le programme.

IC2 (MC145170-2) est un circuit synthétiseur à commande série. IC1 envoie sous forme série les ordres à IC2 via les bits RA1 (Datos), RA3 (Clock) et RA4 (Enable).

En même temps IC1 envoie les ordres à l'afficheur LCD en mode 4 bits. Les bits RB2 à RB5 fournissent les datas, le bit RA1 la sélection commande ou données, et RA0 la validation. R7 limite le courant pour le rétro-éclairage. P1 permet de régler le contraste et C16 découple l'alimentation de l'afficheur LCD.

Les résistances R8 à R10 et R15 à R17 sont des résistances de "pull-up" (maintien au niveau haut).

La fréquence de référence du synthétiseur est de 12 MHz (X2, C25, C26 et CA2). R18 sert à maintenir le niveau d'oscillation, CA2 à affiner la fréquence de référence. C23 et C24 découplent IC2 et la diode Led D6 permet de visualiser le verrouillage du synthétiseur.

IC4 (TL071) compare la phase des signaux issus en R et V de IC2 et fournit la tension de commande nécessaire au VCO. R20 à R25 et C27 à C30 constituent les éléments du filtre de boucle, variables en fonction de la gamme de fréquences choisie. Le filtre passe-bas (R26, R27 et C32, C33) élimine tout résidu de bruit indésirable.

Le VCO est architecturé autour du transistor FET Q1. L1, CA1 et les diodes varicap D1-D2 déterminent la fréquence d'oscillation. D3 maintient un niveau d'oscillation constant. La diode zener D4 détermine et règle la tension d'alimentation de l'oscillateur et du comparateur de phase. Une partie du signal prélevée sur le "drain" de Q1 est injectée en 4 de IC2 (mesure de la fréquence par le synthétiseur). Sur la "source" de Q1 est prélevé le signal qui sera divisé par dix dans IC3 (diviseur sinus SP8660). A la sortie de ce circuit se trouve la fréquence utile, dont les harmoniques ont été réduites par le filtre passe-bas L2, C9, C10.

IC5 et IC6 sont des régulateurs de tensions.

## **MONTAGE :**

Sans vouloir me répéter dans toutes les descriptions, il est impératif d'être soigneux au montage de la platine si on veut que le synthétiseur fonctionne du premier coup. Bien vérifier les composants et leurs emplacements, faire des soudures correctes, en soudant les composants au plus court. L1 est bobiné sur tout le pourtour du tore (voir photo). Ne pas oublier le "strap". Les liaisons avec l'afficheur LCD se feront avec du câble plat, c'est plus propre. Placer en dernier les circuits intégrés, et bien vérifier que IC1 a été programmé pour la bonne bande de fréquences. Les valeurs des composants du filtre de boucle sont fonction de la bande choisie (valeurs données dans la liste des composants).

Le raccordement du synthétiseur se fait impérativement au moyen d'un petit câble coaxial de 50 ohms. Pour le raccordement sur mes émetteurs-récepteurs à base de circuit MC3362P, l'injection se fait directement sur la broche 21. La broche 22 doit être découplée à la masse au travers d'un condensateur de 100 nF (voir figure 1). Les broches 21 et 22 auront été préalablement désolidarisées du circuit imprimé. Pour le raccordement sur le « Forty » (circuit type NE ou SA612 ou 602), voir la figure 2. Là aussi, la broche 6 aura été désolidarisée du circuit, et les composants C8, C9 et R5 du « Forty » auront été supprimés.

Ne pas oublier de relier le point "PTT" au contact "PTT" de votre prise microphone (contact vers la masse en émission), pour profiter de la fonction "RIT". Ceci permet de signaler au synthétiseur qu'on est passé en émission. De ce fait, et si on a activé la commande RIT, la fréquence d'émission sera celle affichée au moment où on a appuyé sur le bouton poussoir RIT, sans tenir compte de la fréquence de réception affichée. Les points « PAS » et « RIT » sont à relier à deux boutons poussoir qu'on fixe en face avant. « PAS » sert à changer le pas (100 Hz, 1 KHz ou 10 KHz), et « RIT » à activer ou désactiver cette fonction, avec rappels sur l'afficheur LCD. Ne pas oublier de raccorder l'encodeur par trois fils. Celui-ci sera également monté sur la face avant.

## **REGLAGES :**

Tout d'abord s'assurer que le PIC 16F84 est bien programmé pour la bonne bande. Les fichiers « hexa » peuvent être obtenus sur simple demande. Des PIC tout programmés, des circuits imprimés, des kits complets ou des synthétiseurs montés et réglés sont également disponibles.

Mettre sous tension. Vérifier au fréquencemètre que le quartz X2 résonne bien sur 4,000 MHz pile. Sinon diminuer ou augmenter selon le cas les valeurs de C18 et C19.

Vérifier la Led D1. Si elle clignote, le synthétiseur n'est pas verrouillé. Régler CA1 jusqu'à avoir un éclat fixe de D6 (utiliser un tournevis non métallique). Pour être plus précis, avec un voltmètre branché en sortie 6 de IC4, régler CA1 pour avoir 3,3 volts en affichant 3.650.0 (80m) ou 6,6 volts pour 7.100.0 (40m) ou 4,4 volts pour 14.175.0 (20m). Ces valeurs sont indicatives pour une FI (fréquence intermédiaire) de 10,000 MHz. Pour le « Forty » avec une FI sur 4,915 MHz, régler CA1 pour avoir 2,0 volts en affichant 7.100.0 (il est à noter que le synthétiseur est déjà prévu pour les 200 KHz de la future bande des 40 mètres).

Vérifier en sortie du synthétiseur que le signal est bien sinusoïdal et de valeur entre 500 et 800 mV/crête à crête. Sinon diminuer légèrement la valeur de C10.

La dernière chose à vérifier est l'exactitude de la fréquence affichée. Il faut comparer avec un autre récepteur étalonné, à affichage précis de la fréquence. Si la différence est inférieure à 100 Hz, l'ajustage précis se fait avec le condensateur ajustable CA2. Si la différence est supérieure à 100 Hz, il va falloir configurer le PIC pour lui indiquer la valeur de la correction. Pour ce faire, éteindre l'appareil puis le rallumer en appuyant simultanément sur le bouton poussoir « RIT ». L'afficheur LCD affiche « DECALAGE : +00.0 K ». A ce stade il faut rentrer la valeur du décalage en fréquence notée entre l'affichage du synthétiseur et celle du récepteur de référence. A l'aide de l'encodeur afficher ce décalage (au pas de 100 Hz). En appuyant sur le bouton poussoir « PAS » on choisit entre un décalage positif ou négatif. La mémorisation de la valeur choisie se fait en appuyant sur le bouton poussoir « RIT ». Faire des essais en comparant avec le récepteur étalon ou un générateur HF. Le décalage restera en mémoire et sera actif à chaque mise sous tension. Terminer en corrigeant avec CA2 pour être pile sur la bonne fréquence. C'est plus facile à faire qu'à expliquer...

Luc PISTORIUS, F6BQU <http://lpistor.chez.tiscali.fr/> e-mail : [lpistor@infonie.fr](mailto:lpistor@infonie.fr)

Jean-Marc EVEILLE, F5RDH <http://www.f5rdh.com> e-mail : [f5rdh@f5rdh.com](mailto:f5rdh@f5rdh.com)

Site de l'association : <http://www.artra-qrp.com>

## LISTE DES COMPOSANTS :

Toutes les résistances  $\frac{1}{4}$  de watt, sauf précision

R7 : 22 ohms  $\frac{1}{2}$  watt

R3 : 100 ohms, (330 ohms 40m et Forty)

R4 : 220 ohms

R12 : 470 ohms

R19 : 560 ohms

R2, R13, R14, R26, R27 : 1 K (R2 = 330 ohms 40m et Forty)

R6 : 3,3 K

R8, R9, R10, R11, R15, R16, R17 : 10 K

R28 : 12 K

R5 : 39 K

R1 : 100 K

R18 : 1 M

P1 : ajustable à plat 10 K

Tous les condensateurs céramique, espacement 2 unités

C6 : 3,3 pF

C2, C3 : 10 pF (33 pF 40m et Forty)

C5 : 33 pF (100 pF 40m et Forty)

C26 : 47 pF

C18, C19, C25 : 56 pF

C1 : 100 pF

C9 : 220 pF

C7 : 1 nF

C11 : 2,2 nF

C23 : 10 nF

C4, C8, C12, C14, C16, C17, C20, C21, C22 : 100 nF

C32, C33 : 1  $\mu$ F non polarisés

C13, C15, C24, C31 : 47  $\mu$ F chimique radial 25 V

CA1 : ajustable 5 pF

CA2 : ajustable 10 pF

IC1 : PIC 16F84-04 programmé (pour des applications particulières, les fichiers hexa et les valeurs des composants du filtre de boucle sont fournis sur simple demande à l'Artra)

IC2 : MC145170-2

IC3 : SP8660

IC4 : TL071

IC5 : 78L05

IC6 : 7805

Q1 : 2SK937

D1, D2 : diodes varicap 11EQS04

D3, D5 : 1N4148

D4 : diode zener 10v

D6 : Led 3mm

X1 : quartz 12,000 MHz

X2 : quartz 4,000 MHz

L2 : self moulée axiale 3,3  $\mu$ H (22 $\mu$ H 40m et Forty)

1 afficheur LCD 1 ligne de 16 caractères, type PC1601 ou équivalent

1 encodeur rotatif

2 boutons poussoir 1 contact

Composants dont la valeur est fonction de la bande de fréquences choisie :

R20, R21, R22, R23 : 12 K (80m), 47 K (40 et 20m), 56 K (Forty)

R24, R25 : 56 K (80m), 22 K (40m et Forty), 33 K (20m)

C27, C28 : 6,8 nF (80m), 15 nF (40m, 20m et Forty),

C29, C30 : 220 nF (80m), 470 nF (40m et Forty), 330 nF (20m)

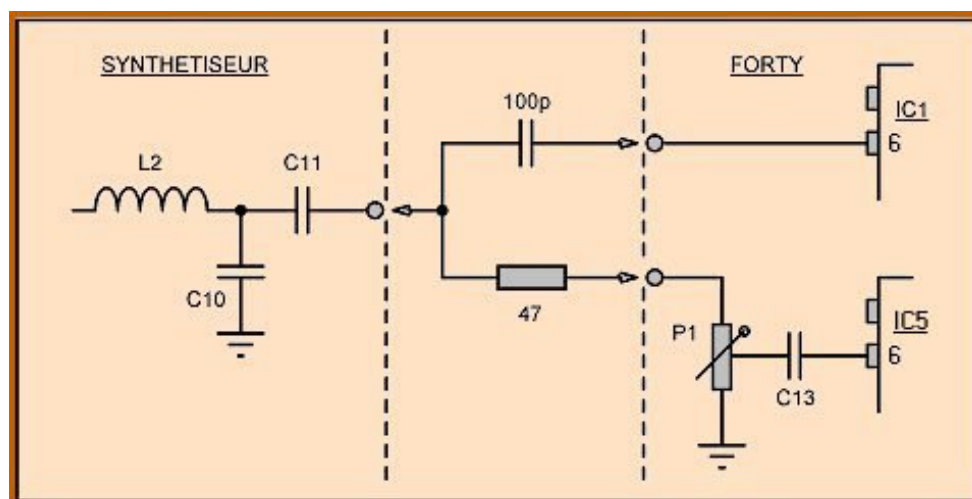
C10 : 220 pF (80m), 470 pF (40m et Forty), 1nF (20m)

L1 : tore T37-6, fil de cuivre émaillé 0,5mm, 5 spires (80m), 13 spires (40m), 8 spires (20m), 15 spires (Forty)

## Raccordement au Forty:

Le modèle pour le Forty, fonctionnant sur une fréquence relativement basse (2 Mhz au lieu de 12MHz pour le modèle avec VXO) demande une attention particulière ainsi que des modifications sur la platine du Forty).

- supprimer les éléments suivants du Forty: R2, R3, R4, R5, R6, R7, C8, C9, C11, C12, C14, X1, Q1, D1, D2, L6 et Pot1.
- raccorder suivant le schéma ci-dessous, en n'oubliant pas d'utiliser comme câbles de liaison du fil blindé (petit coaxial 50 ohms).



## Réglage du Forty avec le synthétiseur :

Réglage de CA1: afficher 7.100.0 et régler CA1 pour avoir 2,7 volts sur 6 de IC4.  
La sortie HF mesurée est une sinusoïde parfaite de 2,5 volts crête-à-crête, l'harmonique 2 est à - 40 db, et l'harmonique 3 est à - 50 db.

Avec ce synthétiseur, la fréquence d'oscillateur local se trouve plus bas que celle de la FI (4915,2 KHz). Il faut donc, pour écouter et générer la bande latérale inférieure, décaler les fréquences du BFO et de l'oscillateur de porteuse émission vers le haut. Pour ce faire, remplacer L10 et L11 du Forty par des straps et remplacer CA2 et CA3 par des condensateurs ajustables 22 pF.

Rappel: ne pas oublier de placer une diode 1N4148 sur la liaison entre le point PTT du synthé et le point PTT de l'émetteur-récepteur (anode vers synthé, cathode vers trx).