

Standard de fréquence OCXO à 10 MHz (F4DXU)

La majeure partie des appareils de mesure que l'on peut trouver dans un shack radioamateur font appel à un oscillateur de référence interne mais acceptent souvent un standard de fréquence externe pour le cadencement de leur fonctionnement. Ces oscillateurs à quartz pour la majorité, délivrent des fréquences de 1 MHz, 5 MHz, 10 MHz, etc. Pour la plupart ce sont des OCXO ou « Oven Controlled X-tal Oscillator » soit en français « Oscillateur à Quartz Contrôlé par un Four » ou plus simplement « Oscillateur à quartz thermostaté ». Ils sont d'une très grande précision et d'une très grande stabilité à court terme ainsi qu'à long terme.

Ce genre de composant se trouve assez facilement en cherchant les brocantes radioamateur et notamment celle de Seigy 2010 où j'y ai fait l'acquisition d'un TCXO M7P-QG0003 de NEC.

Pour son fonctionnement, il nécessite une simple alimentation régulée dont le principe est montré sur le schéma 1.

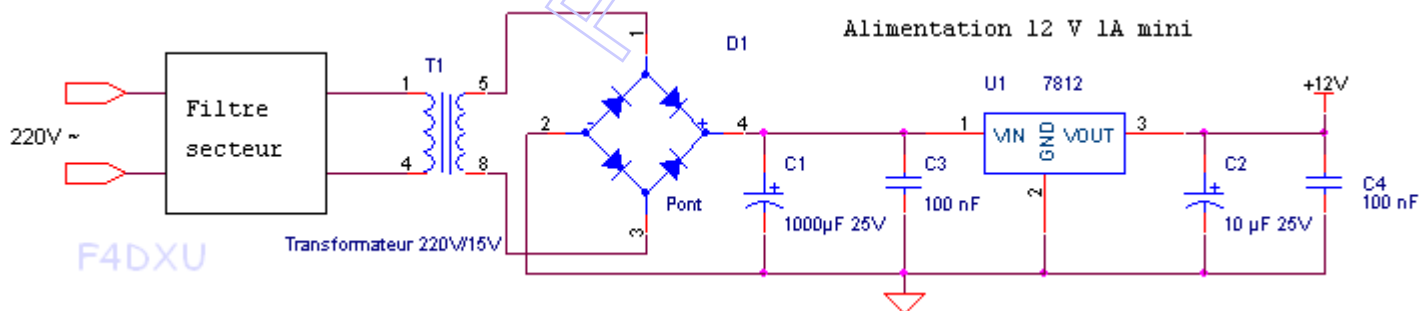


Schéma 1

Pour compenser la chute de tension dans R1 (schéma 2), une alimentation régulée variable peut être envisagée dans le cas où cette variation engendrée est supérieure à 12V-5% soit 0,6V pendant la phase stabilisée de fonctionnement de l'OCXO. En effet, si l'écart de tension avec le 12V requis est supérieur à 5%, la fréquence de l'OCXO risque de changer fortement.

Voici ses spécifications trouvées sur Internet (Abex) :

Fréquence : 10MHz

Tension d'alimentation : 12V±5%

Stabilité versus la température : $\pm 3 \times 10^{-8}$ de 0°C à 65°C

Stabilité versus l'alimentation : $\pm 3 \times 10^{-10}$ à 12V $\pm 5\%$
 Vieillessement : $\pm 3 \times 10^{-10}$ par jour et $\pm 5 \times 10^{-8}$ par an
 Courant pendant la chauffe : 1A (mesuré)
 Courant à l'état stable : 300mA (mesuré)
 Ajustement en fréquence : ± 0.3 ppm de 0 à 5V (vérifié)

Ces spécifications sont très honorables et notamment la stabilité en fréquence.

Cet OCXO (schéma 2) dispose de deux sorties, l'une nommée « sortie TTL » et comme son nom l'indique fournit un créneau à niveau TTL (pin 6) et l'autre nommée « sortie carrée AC à 180° » fournit un signal alternatif (pin 5), déphasé de 180°, très dégradé et donc très riche en harmoniques mais dont la composante continue est supprimée (schéma 2).

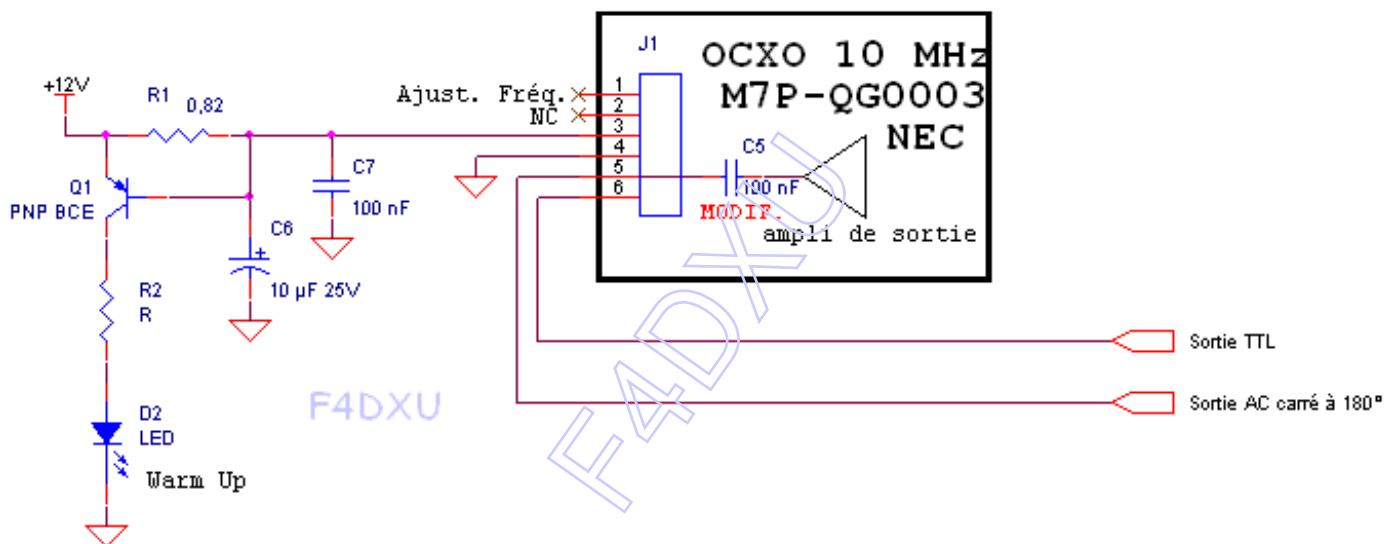


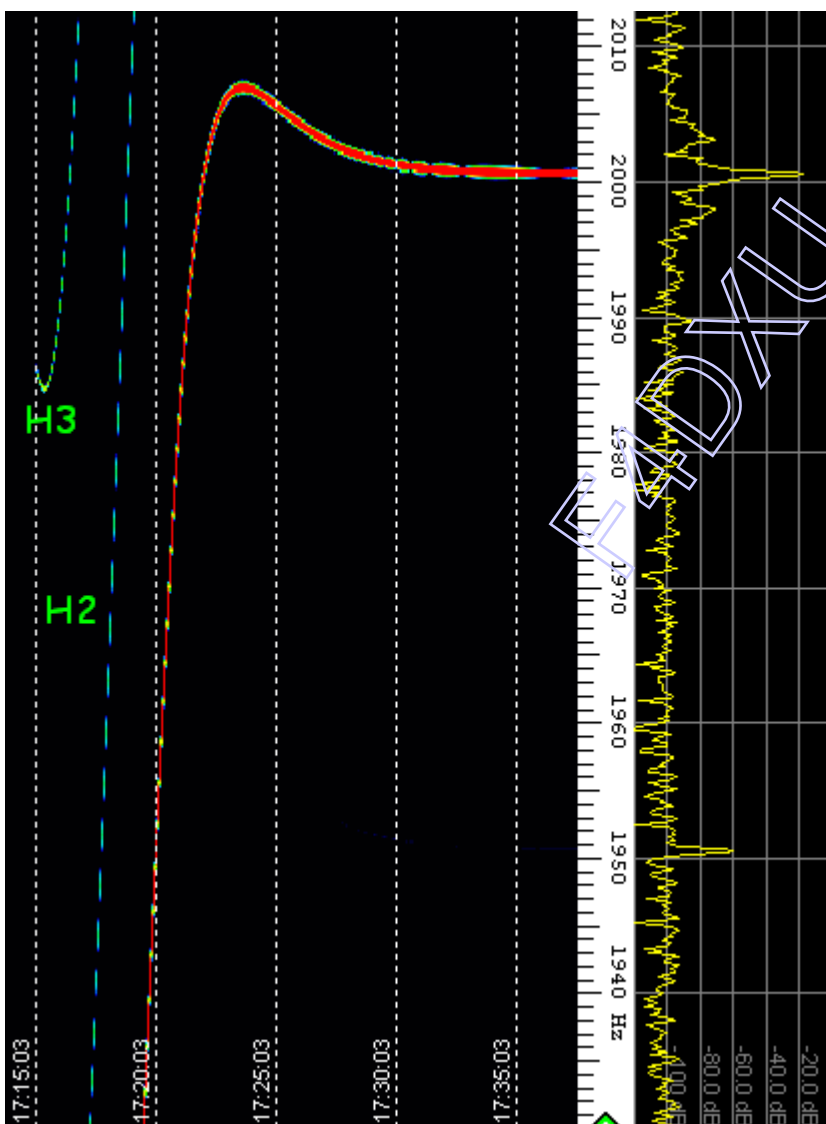
schéma 2

Cette sortie AC à été modifiée comme indiqué sur le schéma 2 (C5) car le niveau de sortie était très faible. Cet OCXO n'est pas muni, à l'origine, d'un système avertissant l'utilisateur que la fréquence est stable ou presque après une certaine période de chauffe (warm up). Le transistor T1 est monté en mesureur de courant, il permet d'éclairer la LED (D2) pendant la période où le courant consommé pour le chauffage du four ce situe aux alentours d'un ampère. Lorsque que la température est atteinte, la régulation en température prend le relais et le courant consommé redescend aux environs de 300mA, la LED (D2) s'éteint. Quelque soit la valeur des charges appliquées aux sorties, l'isolation due à l'amplificateur interne est telle que la stabilité de l'oscillateur n'est pas affectée (pulling).

Voici quelques mesures effectuées permettant d'évaluer certaines spécifications comme la phase de chauffe (Warm up) à courant maximum, la phase stabilisée et la stabilité en fréquence de cet OCXO.

La configuration utilisée est simple, les éléments et appareils de mesure sont les suivants :

Une alimentation 12V 1A mini, un transceiver FT897D en réception, une interface de liaison entre les voies son d'un PC et le récepteur, le logiciel « Spectrum Laboratory » de DL4YHF, un oscilloscope pour observer les signaux et enfin l'OCXO. Le VFO est positionné en LSB et réglé sur 10,002MHz. Le récepteur écoute le signal à 10MHz qui fuie au travers du câble coaxial de liaison entre l'oscilloscope et l'OCXO.



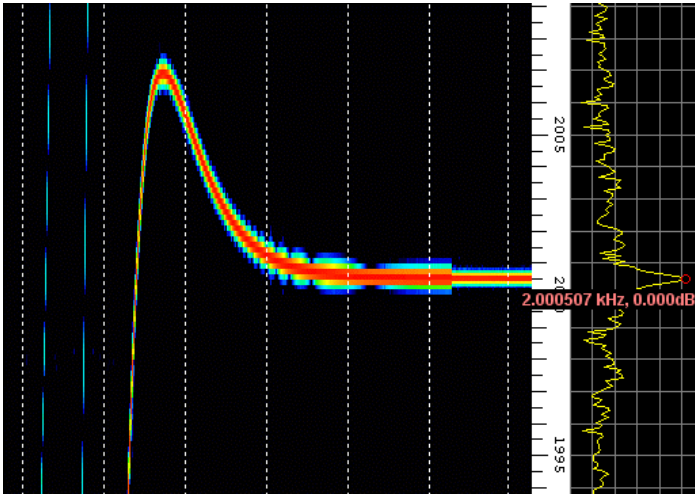
« Spectrum Laboratory » est configuré de la manière suivante :

Fréquence d'échantillonnage à 44,100KHz. Intervalle affichage 5s. Taille des blocs : 131072. Fenêtre de 1930Hz à 2070Hz .

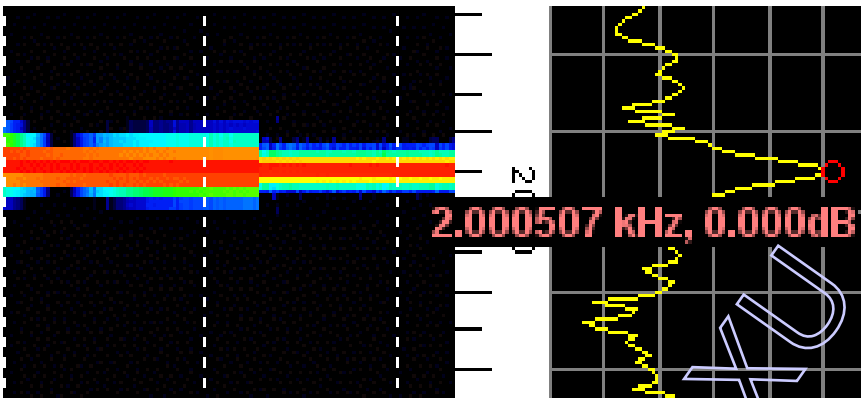
L'acquisition des signaux est faite à l'instant où l'OCXO est mis sous tension.

Le chauffage du four à puissance maximale dure environ 7mn, pendant ce temps le système consomme 1A puis ensuite la régulation prend le relais. Pour atteindre la stabilisation définitive il faut attendre 20 mn minimum. On peut observer en vert-bleu les harmoniques 2 et 3 qui fuient respectivement vers 4 et 6 KHz.

On observe l'allure typique d'une régulation proportionnelle intégrale dérivée utilisée pour le réglage de processus lent comme la température. On notera un léger dépassement (overshoot) qui correspond à environ $6,5 \times 10^{-7}$ ou 0,65 ppm¹.



Le fonctionnement de l'OCXO a été observé durant environ 10 mn après sa phase de stabilisation, le résultat parle de lui-même, aucune instabilité en fréquence n'a pu être mise en évidence. La fréquence après conversion est de 2,0005KHz au lieu des 2KHz attendus, ceci n'est pas du au l'OCXO mais au TCXO de mon récepteur qui n'a pu être calé mieux qu'à 0,5Hz près.



Voici un zoom effectué sur la portion stabilisée de la fréquence qui ne montre aucune variation de celle-ci sur un temps de plus de 10mn. Le léger décrochement brutal est du à une augmentation volontaire de la taille des

blocs (524288) d'échantillons qui a pour effet de diminuer le dF (84mHz) du spectre donc d'augmenter la résolution en fréquence et au final la précision de la mesure.

Il est à noter que l'entrée d'ajustement de la fréquence n'a pas été utilisée pour ne pas compromettre la précision et la stabilité en fréquence de cet OCXO.

Conclusion : « C'est du solide ». La stabilité atteint très certainement le dixième d'Hertz au moins à 10MHz.

¹ ppm : parties par million.

Bibliographie:

Abex (UK) :

<http://www.abex.co.uk/sales/microwave/reference/nec/m7p/index.htm>

Jean-Marc F4DXU