

Minibalise 406 pilotée quartz sur fréquence réelle

Jean-Paul YONNET
F1LVT / ADRASEC 38
F1LVT@yahoo.fr
www.F1LVT.com

Pour construire une balise 406 MHz de petite puissance, il faut un oscillateur sur la fréquence recherchée et un système de modulation de cet oscillateur. Pour l'oscillateur, le plus simple consiste à partir d'un oscillateur à quartz. On trouve des modules oscillateurs donnant directement une puissance d'une dizaine de milliwatts dans la bande UHF. Ils sont utilisés dans certaines télécommandes 433 MHz fonctionnant en modulation OOK ou ASK.

C'est ce type de module piloté quartz qui est utilisé comme oscillateur dans la balise « La Plume » [1] (Photo 1). Ce module, de type TX-5, est équipé en série d'un quartz 13,560 MHz. L'oscillateur fonctionne avec un circuit intégré SYN113 ou MICRF113, qui fait une multiplication par 32. La fréquence d'émission de 433,920 MHz correspond bien à 32 fois 13,560 MHz. L'émission de la minibalise « La Plume » est modulée en PSK par des lignes à retard pilotées par des diodes PIN.

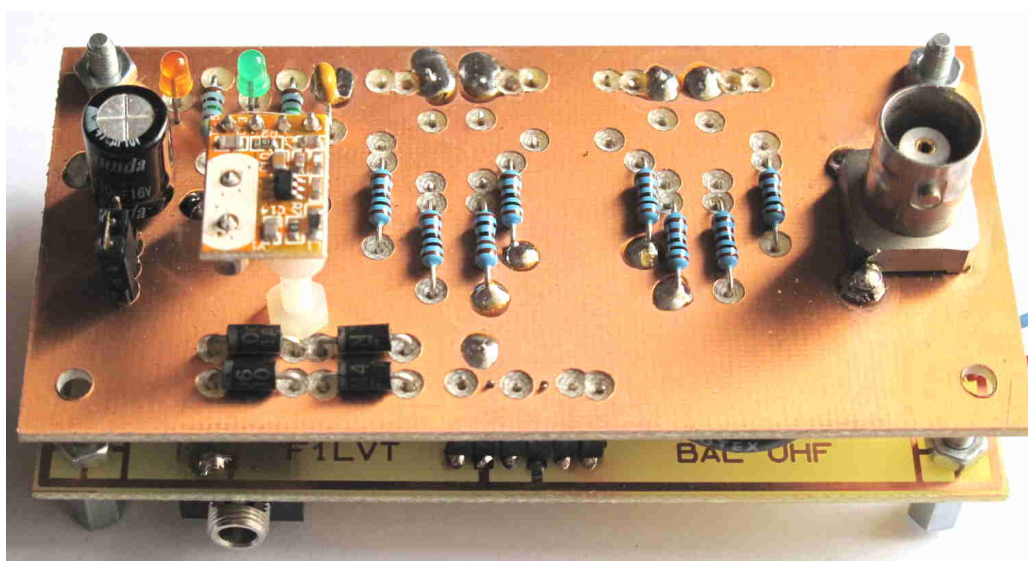


Photo 1 : Balise « La Plume ».

Pour changer la fréquence d'émission de la minibalise, il suffit de changer la valeur du quartz. Pour 406.028 MHz, il faut faire tailler un quartz sur 12.688 375 MHz. Les fabricants de quartz sont devenus rares de nos jours, et faire tailler un quartz est relativement coûteux.

Une solution alternative consiste à piloter l'oscillateur par un générateur externe de type DDS par exemple, en remplacement du quartz. Pour construire un montage de test de faible puissance sur 406,028 MHz, il suffit de programmer le DDS sur 12.688 375 MHz. C'est ce qui a été réalisé dans l'article «*« La Plume » sur fréquence réelle 406 -- Comment construire une véritable balise 406 de petite puissance pour tester un décodeur de trame en conditions réelles*» [2]. Cela fonctionne très bien, mais la consommation électrique du DDS est loin d'être négligeable.

Trouver un quartz bon marché capable de faire fonctionner la minibalise sur une fréquence réelle (ou très proche) est resté dans les projets. Il n'existe pas de quartz standard fonctionnant sur une fréquence voisine de 12.688 MHz. On trouve facilement des quartz 12 MHz, mais on n'obtient que 384 MHz en sortie du multiplieur par 32. Pour le fonctionnement sur 431.995 MHz, nous avons utilisé des quartz standard 13.500 MHz ($13.500 \times 32 = 432.000$ MHz). Le décalage de 5 kHz de la fréquence finale est obtenu par un condensateur ajustable en série [1]. Cette fréquence de fonctionnement présente l'avantage d'être dans la bande radioamateur. Mais elle est à plus de 25 MHz des fréquences réelles. C'est un peu loin pour tester complètement une chaîne de réception sur les fréquences opérationnelles.

En continuant de chercher, nous avons trouvé des quartz marqués « 38.000 » sur Aliexpress (Photo 2) vendus par lots de 10 [3]. Pour quelle utilisation sont-ils taillés ? Nous n'avons pas réussi à l'identifier.



Photo 2 : Quartz « 38.000 »

Ces quartz fonctionnent en Harmonique 3. Leur fréquence fondamentale est autour de 12.670 MHz, ce qui n'est pas très loin de la fréquence recherchée (12.688). Avec la multiplication par 32 effectuée par le circuit sur le module TX-5, on devrait théoriquement fonctionner sur une fréquence assez proche de la fréquence réelle des balises 406.

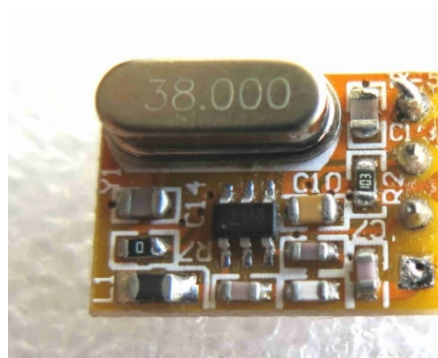


Photo 3 : Module TX-5 avec son quartz « 38.000 »

Avec notre circuit TX-5 et son condensateur ajustable (Photo 3), les premiers essais ont donné une émission sur la fréquence de 406,040 MHz. Le module TX-5 donne 10 dBm (10 mW) sur cette fréquence, en consommant 12 mA sous 3V. C'est difficile de faire mieux : on se trouve exactement dans la bande des balises 406, sur une fréquence réelle des balises 406 !

Nous avons testé toute une série de quartz « 38.000 ». Sur un premier lot d'une dizaine de quartz, un tiers a fonctionné sur 406.040 MHz (directement utilisables), un tiers sur 406.060 MHz, et les autres en dessous (autour de 405,900) ou au-dessus (autour de 406.200). Sur un autre lot d'une dizaine de quartz, un était sur 406.030 (utilisable), un en dessous sur 406.000 et tous les autres entre 406,190 et 406.280. C'est la loterie dans chaque lot d'une dizaine de quartz, vendu à moins de 2 €. Cette grande dispersion des fréquences montre qu'un tri est nécessaire dans chaque lot de quartz « 38.000 » ...

Avec un analyseur de spectre, on peut voir la raie principale sur 406,040 MHz et une raie secondaire sur 1218.120 MHz. C'est bien l'Harmonique 3 de la première fréquence, avec un niveau de 30 dB en dessous de la raie principale.

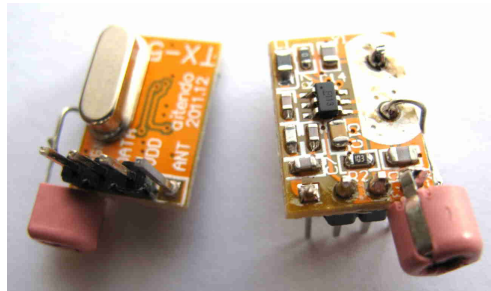


Photo 4 : Correction de la fréquence avec un condensateur ajustable.

Ces quartz peuvent être soudés d'un côté ou de l'autre du circuit imprimé du module TX-5. Avec le condensateur ajustable, on peut régler la fréquence finale à ± 10 à 12 kHz (Photo 4). C'est-à-dire que la fréquence finale peut être réglée par exemple entre 406.030 MHz et 406.050 MHz. Comme les fréquences réelles des balises sont 406.025, 406.028, 406.037 et 406.040 MHz, on peut caler facilement notre oscillateur sur une de ces fréquences réelles.

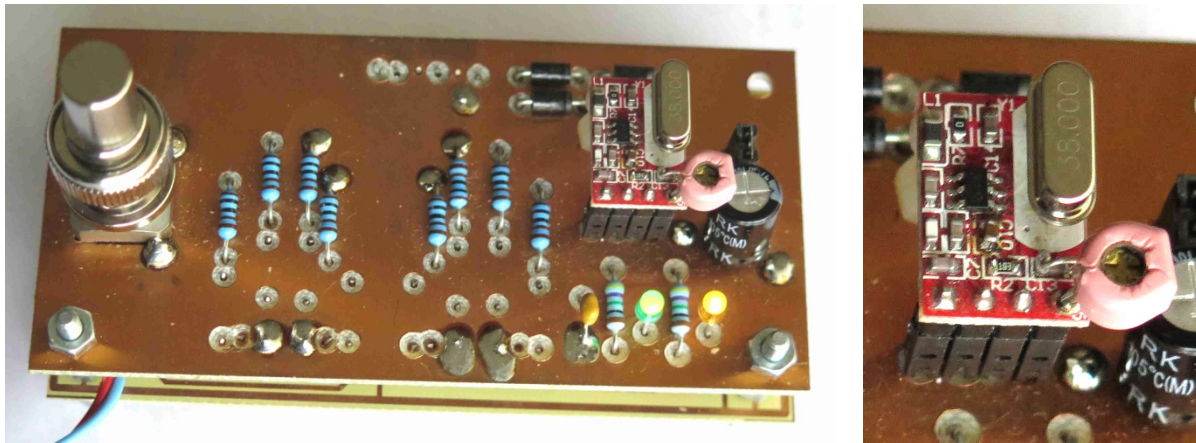


Photo 5 : Minibalise « La Plume » pilotée par quartz sur 406.028 MHz

Avertissement important

Avec ces quartz « 38.000 » on peut mettre la minibalise « La Plume » sur une des fréquences réelles des balises 406, par exemple 406.028 ou 406.037 MHz (Photo 5).

Ce montage n'est destiné qu'aux tests sur fréquence réelle des chaînes de réception « récepteur 406 + décodeur de trames 406 ». Il est fait pour pouvoir émettre 10mW sur une charge non rayonnante et tester son récepteur 406 et le décodage à quelques mètres de la minibalise.

Attention : la bande de fréquences 406 MHz, c'est-à-dire la bande [406.000 – 406.100 MHz] est exclusivement réservée aux balises de détresse. Ces fréquences sont surveillées par les satellites COSPAS SARSAT. Toute perturbation dans cette bande de fréquences est absolument interdite.

Références

[1] “« La Plume », une petite balise 406 de test (3/3)”

<http://www.f1lvt.com/files/237-Article--La-Plume--V2.22.pdf>

[2] “« La Plume » sur fréquence réelle 406”

Comment construire une véritable balise 406 de petite puissance pour tester un décodeur de trame en conditions réelles

<http://www.f1lvt.com/files/241-PetiteBalise406FreqReelleV2.26.pdf>

[3] Quartz « 38.000 »

https://fr.aliexpress.com/item/1005005328257056.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.16.77325e5bDOOAY7&gatewayAdapt=glo2fra