

Balise d'exercice 121.375 MHz « Demi Cube »

Jean-Paul / F1LVT
ADRASEC 38
F1LVT@yahoo.fr

La balise d'exercice « Demi Cube » est de taille assez réduite, mais elle émet la même puissance qu'une balise Jolliet JE2 traditionnelle. Ses dimensions lui permettent de rentrer dans un boîtier de raccordement électrique. Son circuit électronique utilise un multiplicateur de fréquence associé à un système original de modulation.

Le montage a d'abord été mis au point pour réaliser la partie 121,375 MHz du prototype de balise COSPAS-SARSAT [1] dont la partie 406 MHz a déjà été construite [2]. Après cette première réalisation, c'est une version simplifiée de ce montage qui a ensuite été utilisée pour concevoir la balise « Demi Cube », dont la construction est décrite dans cet article.

La balise « Demi Cube »

Bien que le montage réalisé ne soit utilisé que pour sortir 100 mW pour la balise bi-fréquence, il est capable de sortir une puissance comparable à celle d'une traditionnelle JOLLIET JE2 avec seulement une alimentation 5V. Cette tension de 5V peut être réalisée par 4 accumulateurs rechargeables R6, qui contiennent assez d'énergie pour alimenter notre balise pendant au moins une quinzaine d'heures, bien plus qu'il en faut pour un exercice. Comme le support de ces 4 accus R6 a une dimension de 60 x 60 mm, nous avons utilisé cette taille pour le circuit imprimé pour pouvoir le placer dos à dos avec le support de piles. L'ensemble « pile + balise » fait 30 mm d'épaisseur (la moitié des dimensions du circuit imprimé), ce qui a donné l'appellation « Demi Cube » pour cette balise 121 MHz. Plus tard, en cherchant un boîtier pour protéger notre « Demi Cube », nous nous sommes ensuite aperçu que la balise rentrait parfaitement dans une boîte standard de raccordement électrique (Photo 1) ! Avec 2 fils qui sortent du boîtier pour faire l'antenne, on fait une balise très compacte ...

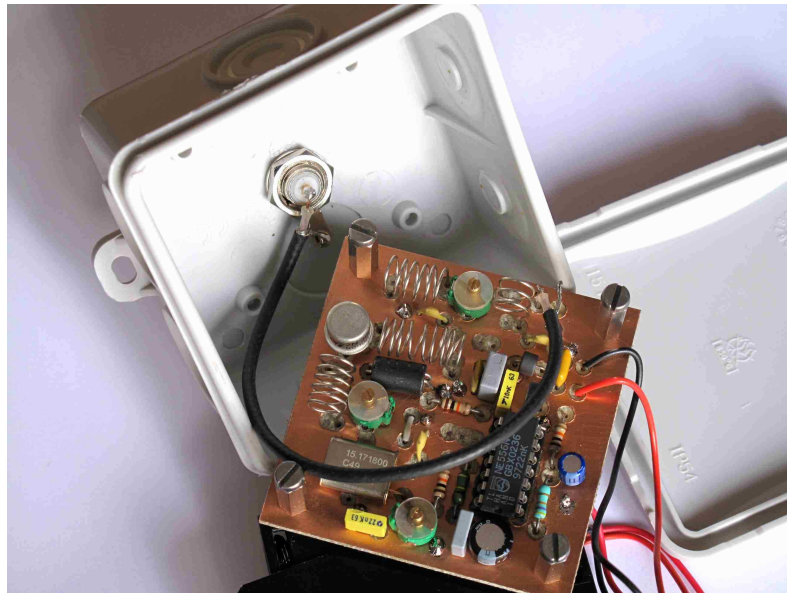


Photo 1 : La balise 121 MHz « Demi Cube ».

Construction de la balise « Demi Cube »

Le schéma est présenté sur les Figures 3 et 4.

Le modulateur (Figure 1) fournit les signaux BF sous forme de créneaux. Il est bâti autour d'un double timer NE556. La partie droite (IC1 2/2) fournit la note de base, et la partie gauche (R1, C1 et IC1 1/2) module cette note à 3,5 Hz [3].

La partie HF est présentée sur la Figure 2. L'oscillateur est construit autour du circuit ICS 511 monté en multiplicateur par 8 (pins 4 et 6 à 5V) [4]. La sortie de l'oscillateur est pilotée par les créneaux du modulateur. L'amplificateur final est très classique, avec un transistor UHF 2N3866. Probablement qu'un transistor VHF comme le 2N4427 doit aussi très bien fonctionner.

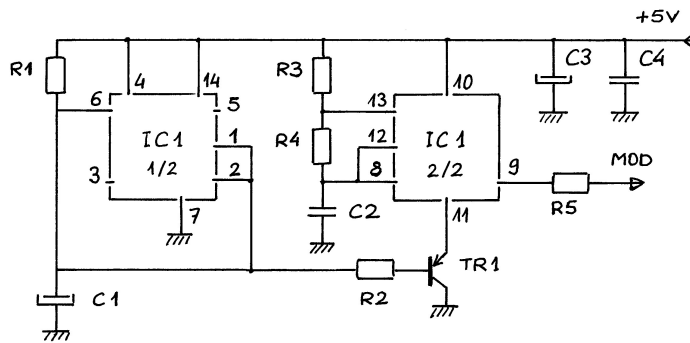


Figure 1 : La partie BF du montage : le modulateur.

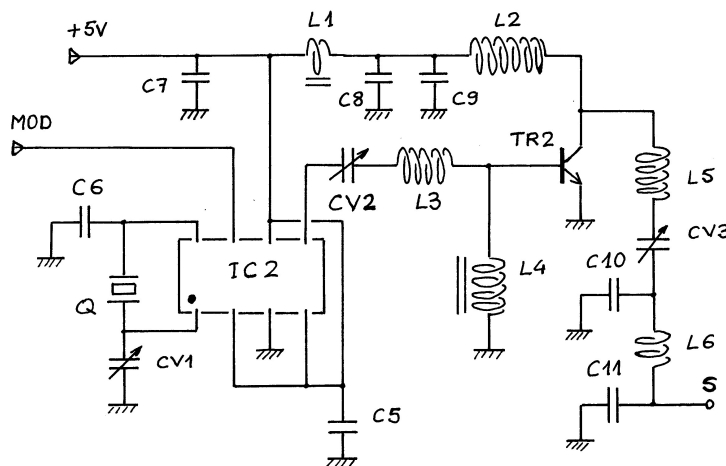


Figure 2 : La partie HF du montage : l'oscillateur et l'amplificateur de sortie.

Le circuit imprimé est présenté sur la Figure 3. C'est un circuit double face gravé sur une seule face. L'autre face est le plan de masse, dans lequel les traversées isolées ont été percées et agrandies avec une mèche de 3 mm.

Les pastilles rondes sont les points isolés et les pastilles carrées doivent être reliées au plan de masse par une soudure de chaque côté. Seule exception, la broche 1 du NE556 (pastille rectangulaire).

Ne pas oublier les 2 straps : le premier se trouve sous le NE556 (entre les pins 8 et 11), le second est à côté du quartz (relié à la pin 7 du ICS511)

Pour l'implantation des composants, la Photo 2 est plus parlante qu'un long discours. La modulation est effectuée par le NE556 avec quelques composants périphériques. A côté du NE556, les 3 trous alignés permettent de transmettre le signal de la modulation à l'oscillateur. En l'absence de liaison, on peut faire la mesure de la puissance continue de l'émetteur et de sa fréquence. En position finale (émission modulée), ces points sont reliés sous la carte.

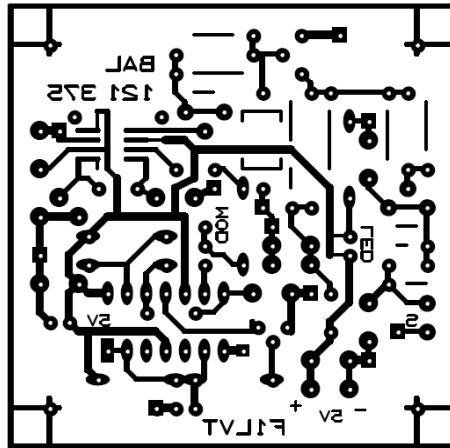


Figure 3 : Circuit imprimé (dimensions extérieures 60 mm x 60 mm).

A coté du quartz marqué 15,171800, en bas de la carte, le condensateur ajustable vert CV1 (2-22 pF) sert à ajuster la fréquence. La plage de variation sur 121,375 MHz est d'environ ± 10 kHz. Le second condensateur CV2, entre le quartz et le transistor, permet de sélectionner le signal à la sortie de l'oscillateur. Enfin le troisième CV3 près de la sortie sert à faire l'accord en sortie de l'amplificateur.

Près de CV3, on voit sur le circuit imprimé deux trous non utilisés. Cet emplacement a été prévu pour mettre une diode série pour abaisser la tension d'alimentation des circuits intégrés. En effet, la tension nominale pour le ICS 511 est de 5V, et il ne supporte pas plus de 7V. En cas d'alimentation par 4 piles rechargeables, pas de problèmes : la tension est autour de 4,8V à 5,2V. En cas d'alimentation par 4 piles alcalines au lieu de batteries rechargeables, cette tension est alors autour de 6V. Une ou 2 diodes en série à cet emplacement permet de réduire la tension. On peut même utiliser une LED rouge en série à la place de ces diodes ; on réduit ainsi la tension de 1,8V et on visualise le fonctionnement.

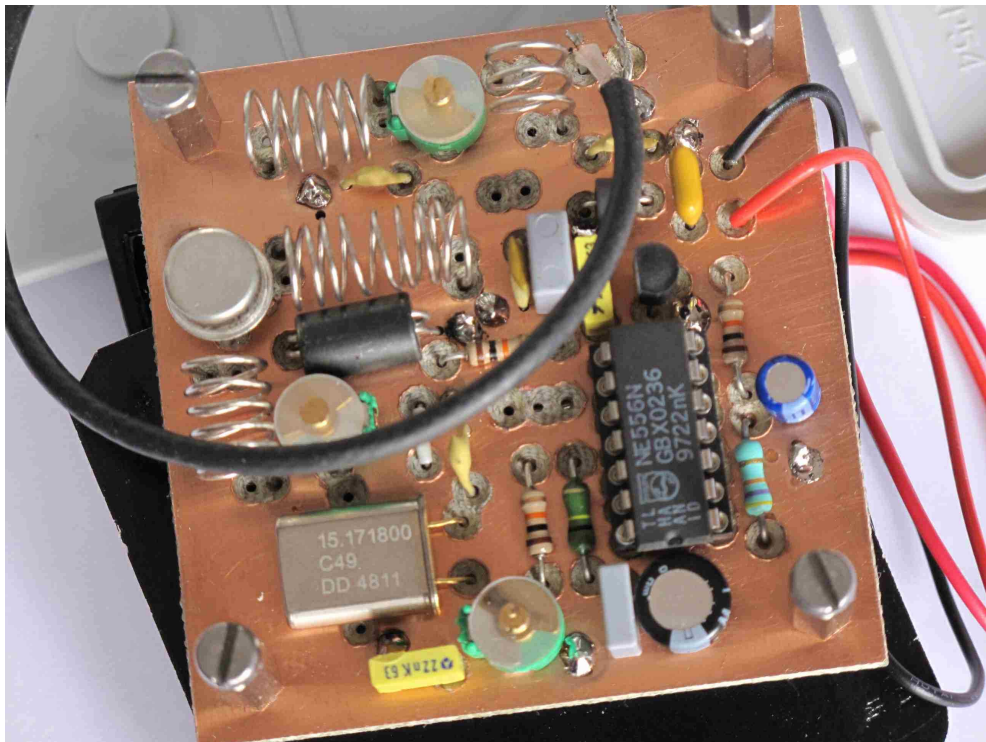


Photo 2 : Implantation des composants sur la carte.

Essais de la balise « Demi Cube » et mise en boîte

La balise doit fonctionner dès la mise sous tension. Alimenté par 5 volts, la puissance de sortie mesurée est supérieure à 200 mW. On imagine très vite que ce montage peut sortir une puissance bien supérieure en augmentant la tension d'alimentation de l'étage amplificateur. La limitation vient de l'échauffement du transistor 2N3866. Avec un radiateur sur le transistor, le montage doit pouvoir sortir de l'ordre du watt. Pour seulement 200 mW de puissance de sortie, le transistor chauffe très peu ; il n'est pas nécessaire de le refroidir par un radiateur. Cette puissance est la puissance nominale non modulée ; c'est aussi la puissance crête modulée en CW.

Avec notre modulation de balise, comme la puissance est transmise environ la moitié du temps, la puissance moyenne est d'environ 100 mW. Le rendement de l'amplificateur est de l'ordre de 50% ; la puissance à dissiper dans le transistor est de l'ordre de 100 mW, ce qui est tout à fait acceptable.

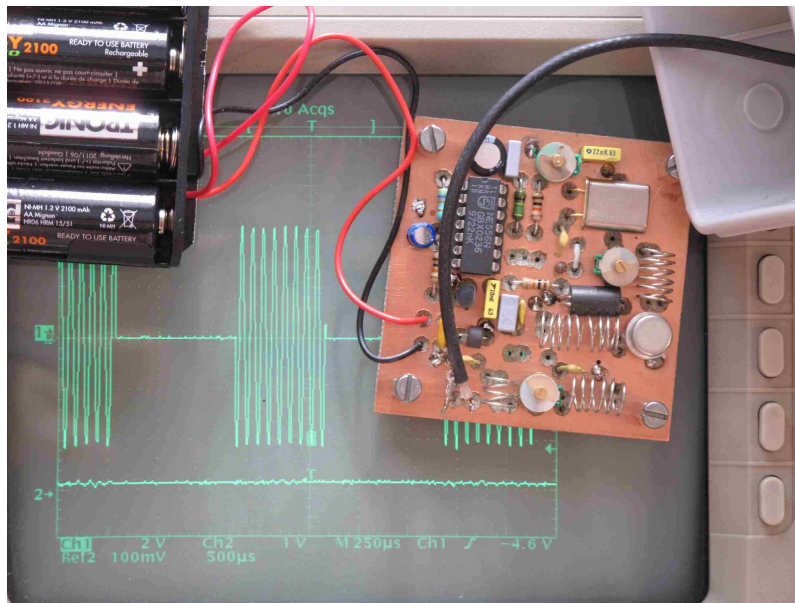
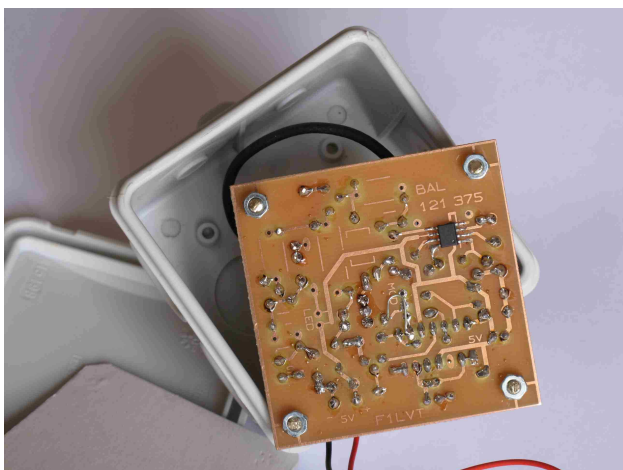


Photo 3 : Test de la balise « Demi Cube ».

*Sur l'écran de l'oscilloscope, on voit clairement la modulation de la porteuse.
L'amplitude crête des signaux (4,6V) correspond à une puissance de 210 mW.*

Pour faire les réglages, il faut d'abord mettre une charge de 50 ohms sur la sortie. La fréquence se règle par CV1 avec un fréquencemètre ou avec un récepteur calé sur la fréquence recherchée. Avec un oscilloscope, on peut voir facilement l'effet de CV2 et CV3 sur la puissance d'émission (Photo 3). A défaut de matériel de mesure, avec un simple récepteur, on peut facilement régler l'émetteur en recherchant le maximum de puissance de sortie par CV2 et CV3.

Le montage de la balise dans le boîtier est illustré par les Photos 4 et 5.



*Photo 4 : La carte avant son introduction dans le boîtier.
On peut voir le circuit ICS511 soudé coté pistes.*

La consommation du montage final (alimentation 5 V) en émission modulée est de 120 mA. Quand l'émission est bloquée, la consommation se réduit à 25 mA. Avec 4 piles rechargeables classiques, dont la capacité est de l'ordre de 2000 à 2400 mAh, cette consommation permet une autonomie de l'ordre de 16 à 20h, ce qui est largement suffisant pour un exercice ADRASEC ...

Photo 5 : Le pack de 4 piles rechargeables R6 rentre parfaitement dans le boîtier de connexion électrique.



Et en conclusion ...

Pour la construction de la balise, il n'y a finalement qu'assez peu de composants. La seule difficulté, c'est la soudure du circuit ICS 511 en CMS. Mais quand le circuit imprimé est fait correctement, on arrive à le mettre en place et à le souder sans difficulté majeure avec un fer à souder suffisamment fin. Le reste de la construction est très classique.

Pour la fabrication des inductances, il faut simplement enrouler un morceau de fil sur une queue de forêt de 6 mm de diamètre. Comme les condensateurs ajustables CV2 et CV3 des circuits accordés sont autour de leur mi-course, le montage est assez tolérant à la valeur des inductances.

La modulation de la balise « Demi Cube » est très efficace. Même à grande distance quand les signaux sont faibles, on arrive assez facilement à reconnaître le signal de la balise dans le bruit. C'est de la véritable CW. La puissance de sortie passe de 0 à 200 mW en permanence pour créer la modulation qu'on entend sur un récepteur calé sur 121,375 MHz.



Photo 6 : Comparaison de la taille de la balise « Demi Cube » avec une balise Jolliet placée de champ.

Si on compare la taille d'une balise Jolliet JE2 à celle de la balise « Demi Cube », cette dernière a juste le volume de la tête de la Jolliet (Photo 6). Mais il faut savoir que le volume principal de la Jolliet JE2 est rempli par des batteries, ce qui lui confère une autonomie de pratiquement une semaine. Comme la technologie des batteries a beaucoup évolué depuis quelques dizaines d'années, il serait possible aujourd'hui de réduire notablement le volume des batteries de la Jolliet ...

Références

- [1] « Suite et fin de la « véritable balise 406 » : la partie 121,375 MHz », F1LVT,
- [2] « Une véritable balise de détresse 406 », F1LVT, RASEC Infos Technique n°2, Décembre 2011, p 4 – 8.
- [3] « Modulateur Autonome, ou Comment transformer un TX en balise », F1LVT, RASEC Infos Juillet 2009, p 9 – 12.
- [4] Datasheet du circuit ICS 511
http://www.dz863.com/datasheet-85764963-ICS511_Loco-PLL-Clock-Multiplier

Liste des composants de la balise « Demi Cube »

9 condensateurs

- C2 10 nF
- C4 C8 100 nF
- C5 22 nF
- C6 C10 C11 22 pF céramique
- C7 470 nF
- C9 1 nF céramique

2 condensateurs chimiques

- C1 10 μ F
- C3 47 μ F

3 condensateurs ajustables

- CV1 CV2 CV3 2 – 22 pF

5 résistances

- R1 47 k Ω
- R2 R3 R5 10 k Ω
- R4 100 k Ω

6 inductances

- L1 perle ferrite sur 1 fil
- L2 9 spires sur Φ 6mm, L= 15 mm
- L3 L5 6 spires sur Φ 6mm, L= 10 mm
- L4 VK200
- L6 3 spires sur Φ 6mm, L= 5 mm

4 composants actifs

- CI1 NE556 Timer
- CI2 ICS511 CI multiplicateur de fréquence
- TR1 BC 557 Transistor (PNP)
- TR2 2N3866 Transistor UHF

Divers : Quartz

- Q f = 15,1718 MHz (fournisseur : Deloor Delcom)