

Balise « Quart de Watt »

Une balise UHF qui transmet les trames 406

(Partie 2 / 2)

Jean-Paul YONNET
F1LVT@yahoo.fr
www.F1LVT.com

La balise « Quart de Watt » reproduit exactement le fonctionnement d'une balise 406 COSPAS SARSAT. Elle transmet toutes les 50 secondes une trame 406 avec la modulation des balises ELT ou EPIRB (PSK 1,1 radian). Sa puissance de sortie est de l'ordre de 880 à 160 mW, ce qui lui donne une portée confortable pour une utilisation en **balise d'exercice**. Sa fréquence d'émission est autour de 434 MHz, au milieu de la bande radioamateur UHF, sans gêner le réseau des satellites COSPAS SARSAT.

Le principe et les schémas de la balise « Quart de Watt » ont été décrits dans la première partie de cet article [1]. La seconde partie sera consacrée à la construction, et au test de la balise

1- Circuits imprimés et construction de la balise

Carte UHF

Le circuit imprimé de la carte UHF est double-face avec une seule face gravée (Figure 1). L'autre face est utilisée comme plan de masse.

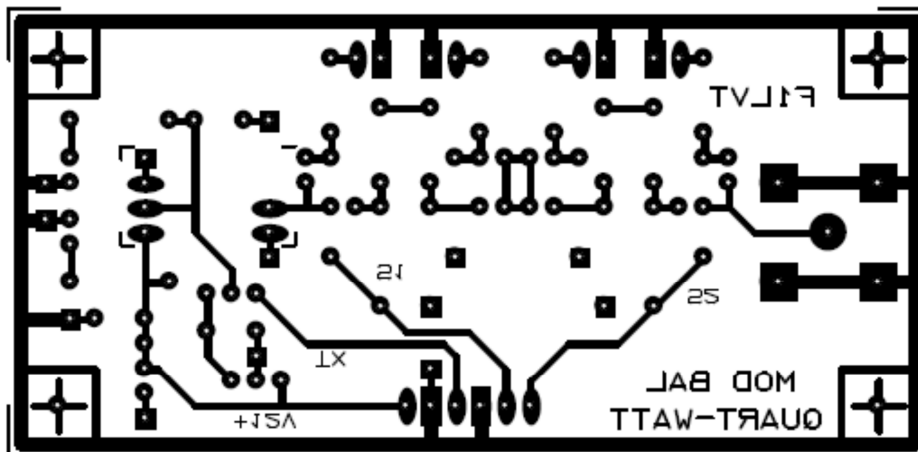


Figure 1 : Circuit imprimé de la carte UHF de la balise « Quart de Watt »

Coté pistes, nous avons gardé des pastilles pour les 8 condensateurs série de 1 nF, mais il est préférable d'utiliser des condensateurs CMS plutôt que des condensateurs classiques. Ces CMS seront soudés directement sur ces pastilles. C'est pourquoi nous n'avons pas percé le circuit imprimé au milieu de ces 16 pastilles. On pourrait ainsi remplacer ces CMS par des condensateurs traversants si on voulait changer de technologie. Cependant les CMS offrent l'avantage de réaliser des connexions très courtes, bien adaptées en UHF. A part ces pastilles pour les 8 condensateurs de 1 nF, il faut percer toutes les autres pastilles.

Ensuite, coté plan de masse, il faut dégager toutes les traversées isolées avec une mèche de 3 mm (Photo 1). Attention à ne pas passer au travers du circuit imprimé ! Les trous non-agrandis sont ceux de masse qu'il faut souder en principe des 2 cotés. Par faciliter ce travail, les pastilles carrées sont des pastilles de masse (donc à ne pas isoler).

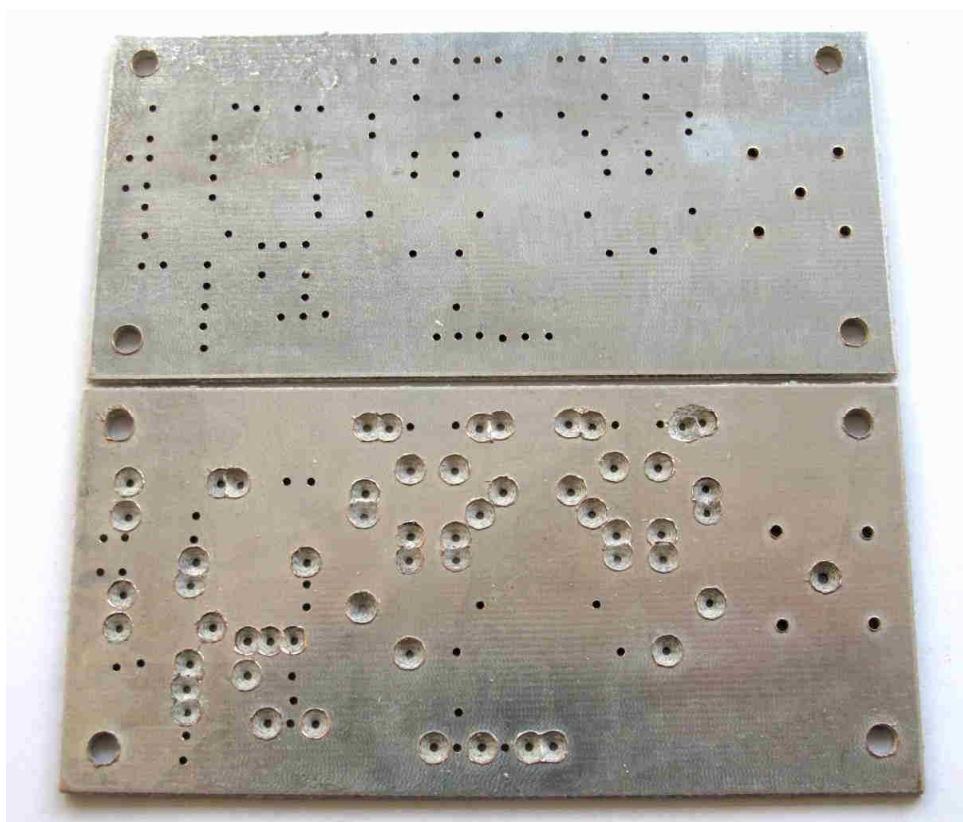
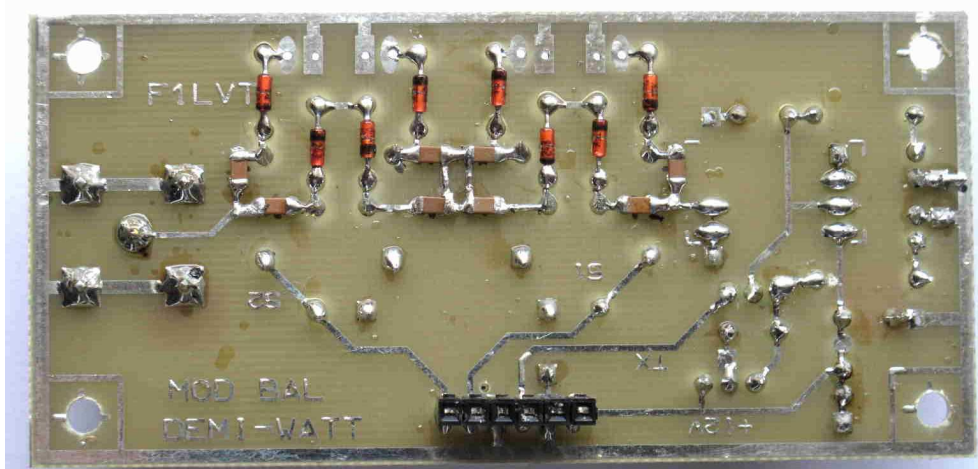


Photo 1 : Traversées isolées du plan de masse

Les premiers composants à souder sont les CMS. Sur la Photo 2, on voit les composants soudés coté pistes : les 8 condensateurs 1 nF et les 8 diodes PIN. Attention au sens des diodes PIN. Autre difficulté : le soudage de la partie femelle du connecteur sur les pistes ; le fer à souder a un peu de mal à passer.



*Photo 2 : La carte UHF vue côté piste avec ses condensateurs CMS et les diodes PIN.
Attention à bien respecter l'orientation des diodes PIN.*

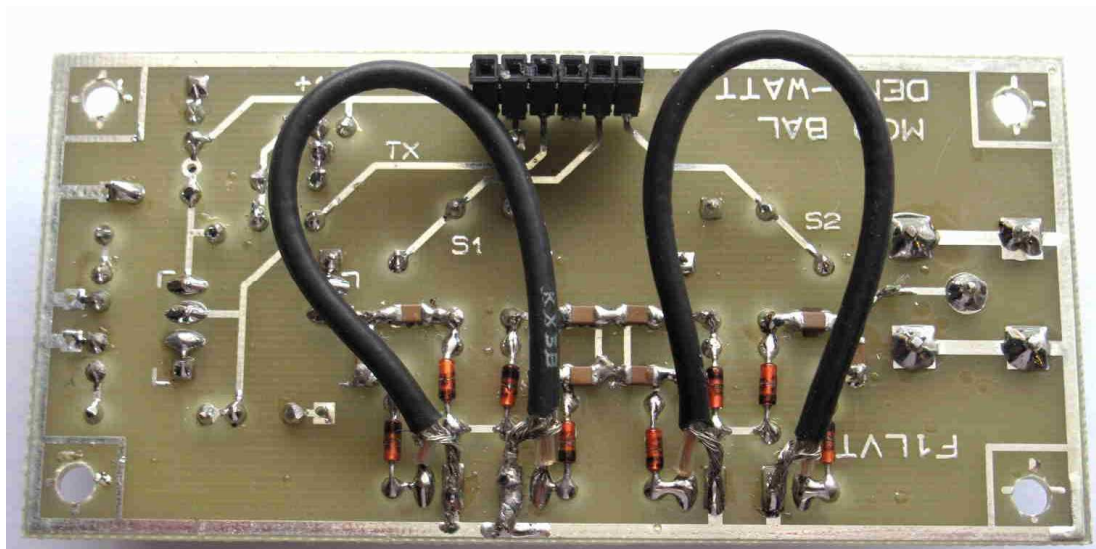


Photo 3 : La carte UHF vue côté piste avec les lignes coaxiales montées

Ensuite il ne reste plus qu'à souder les composants traditionnels du côté du plan de masse. Il faut faire attention à plier à l'équerre les pattes des composants pour éviter les courts-circuits.

Il faut terminer la carte en plaçant les lignes coaxiales (Photo 3).

La Photo 4 montre la carte terminée, avant mise en place du module UHF 500 mW. La carte prévoit une liaison de masse à côté de la sortie du module, mais cette liaison est facultative. Le montage final avec le module UHF est montré sur la Photo 8.

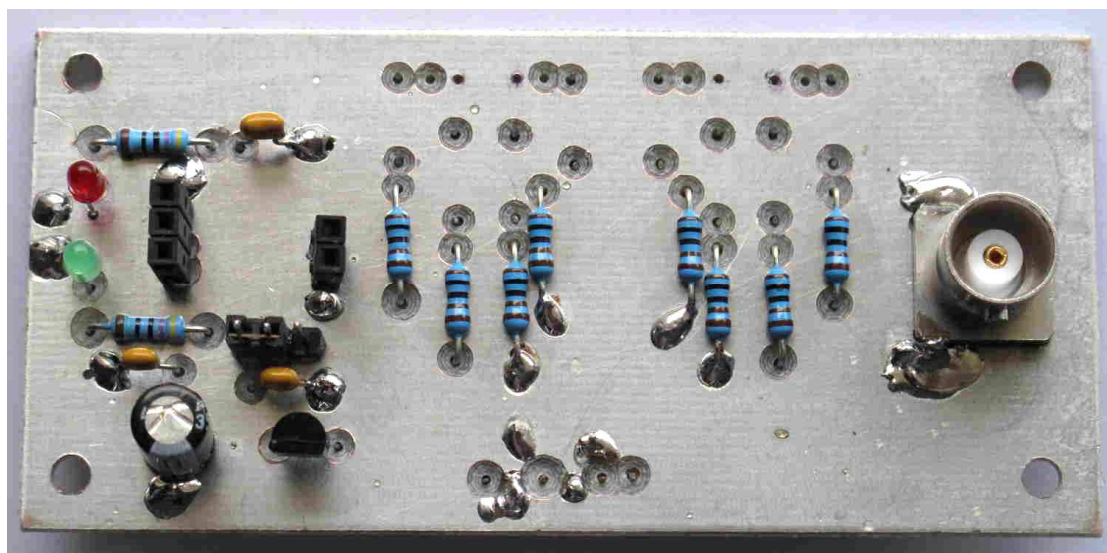


Photo 4 : La carte UHF câblée, sans le module UHF

Carte de pilotage

Le circuit imprimé de la carte de pilotage est conventionnel (simple face). Ses dimensions sont 91 mm par 43 mm (Figure 2). Les signaux repérés S et TS près du PIC sont la sortie de la trame (S) et l'enveloppe de la trame (ST). Les signaux S1 et S2 sont les signaux de pilotage du modulateur. Le passage en émission est commandé par le signal TX.

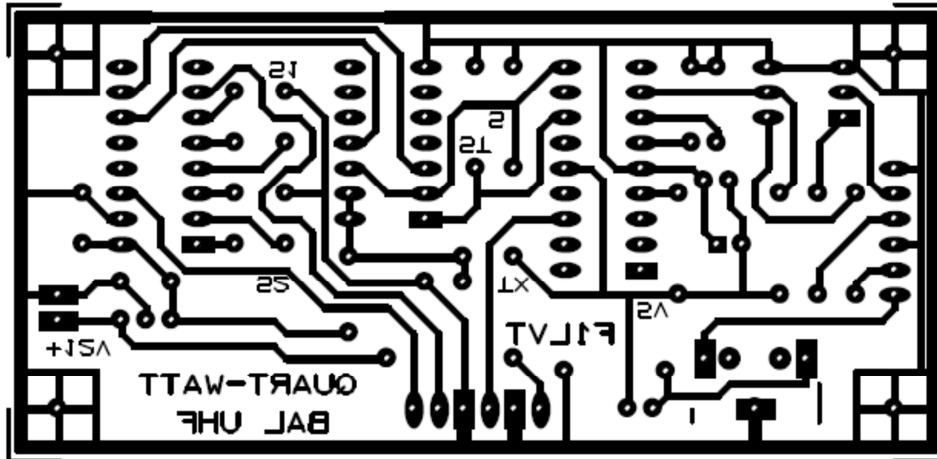


Figure 2 : Circuit imprimé de la carte de pilotage (dimension 91 mm x 43 mm)

La construction de la carte ne pose aucun problème particulier. La Photo 5 montre la carte montée côté piste et la Photo 6 coté composants.

L'ensemble du montage est alimenté par une tension entre 10 V et 12 V. La carte de pilotage fonctionne en 5 V.

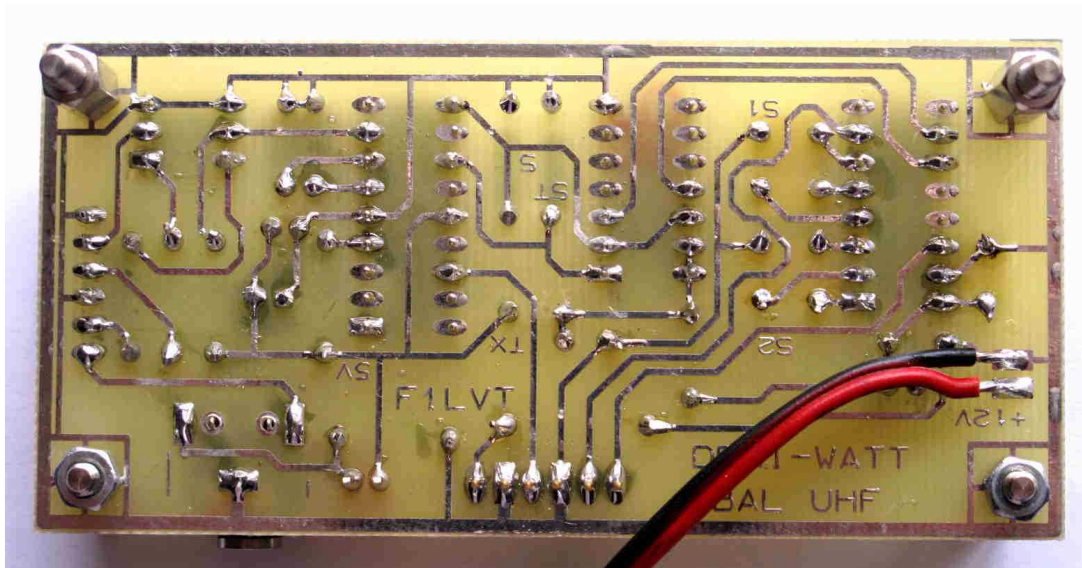


Photo 5 : Carte de pilotage de la balise « Quart de Watt » vue côté soudures

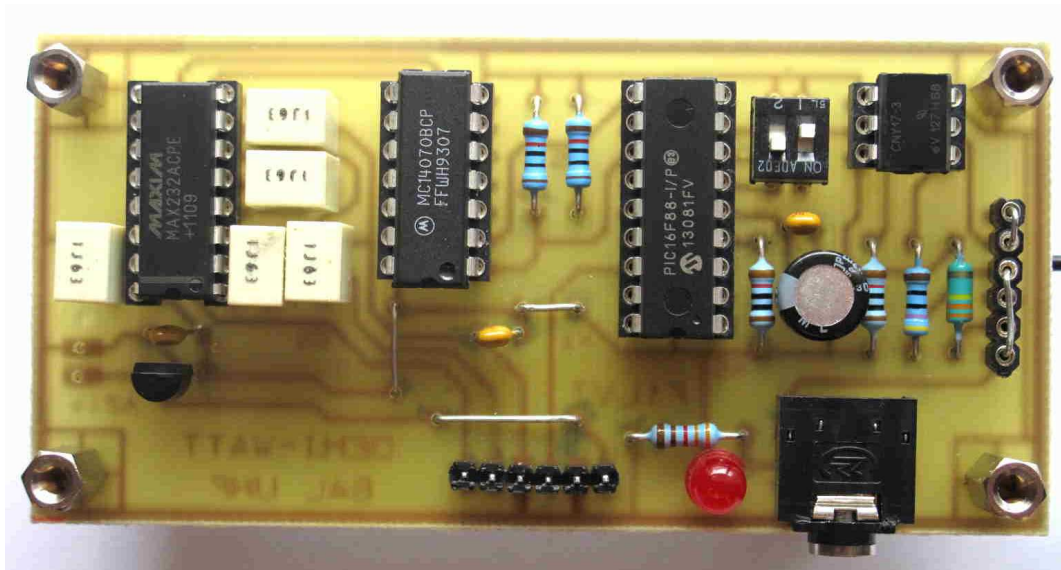


Photo 6 : La carte de pilotage côté composants.



Photo 7 : Vue sur le système de connexion et d'alimentation du GPS.

Le GPS est connecté par une prise Jack 3,5 stéréo (voir Partie 1, Figure 4) [1]. La pointe transmet l'alimentation 3,3 V, et l'anneau reçoit les trames envoyés par le GPS. La LED rouge en série avec le GPS (Photo 7) a pour fonction de faire une chute de tension de 1,7 V pour ramener la tension d'alimentation à 3,3 V. La résistance de 3,3 k Ω qu'on peut voir juste derrière la LED rouge (Photo 7) est une charge pour la source 3,3 V pour réduire l'effet de coude de la LED.

2- Composants

PIC programmé

Le PIC 16F88 utilisé est exactement le même que celui utilisé dans le montage « Générateur de trames » [2]. Tous les RASEC qui ont fait ce montage peuvent réutiliser le PIC pour faire fonctionner la balise « Quart de Watt ». Comme ce PIC peut être utilisé pour construire une balise sur fréquence réelle, il a été décidé de ne pas diffuser le programme en « .hex » du PIC, et de n'utiliser que des PIC programmés avec un identifiant personnalisé. Ces PIC ne sont diffusés qu'aux membres des ADRASEC, avec un indicatif programmé du type AD9601 (AD pour ADRASEC, 96 pour le numéro du département et 01 pour le numéro d'ordre dans le département) [3].

Module UHF 500 mW

Ces modules UHF existent en 2 versions : avec le connecteur d'alimentation et de commande placé dans le plan de la carte ou bien perpendiculaire au plan de la carte. Dans notre montage, il faut utiliser le connecteur perpendiculaire. Ce connecteur mâle entre dans le connecteur femelle à 3 broches sur la carte UHF (Photo 4).

Si le connecteur du module est dans le plan de la carte, il suffit de déplier soigneusement les tiges mâles du connecteur. Pour cela, il faut faire glisser le plastique noir qui maintient l'écartement, puis plier doucement les tiges pour les mettre à angle droit, et enfin remettre le plastique noir. Il faut faire très attention aux composants CMS sur la carte.

Sur la sortie « Antenne » du module, il faut souder une tige (type connecteur HE14) pour entrer dans le connecteur correspondant à 2 broches de la carte. La seconde broche est une masse pour une connexion éventuelle (non utilisée).

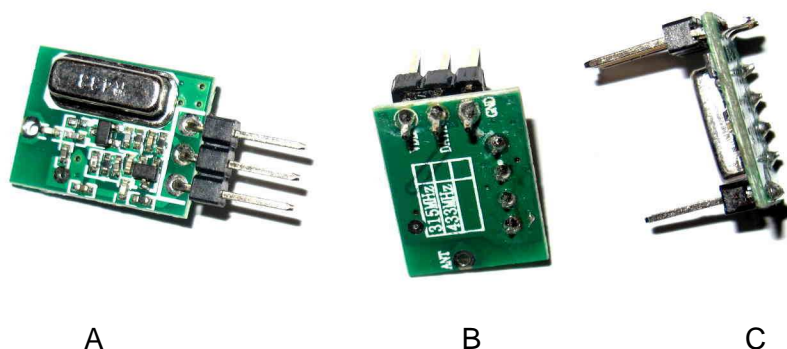


Photo 8 : Modules UHF 500 mW.

A- Connecteur à plat

B- Connecteur perpendiculaire

C- Avec le connecteur « Antenne »

3- Test du montage et fonctionnement

A la mise sous tension, la diode verte doit s'allumer. Elle signale la présence du 12 V. La LED rouge s'allume périodiquement pour signaler le passage en émission toutes les 50 secondes (signal TX), ou toutes les 6 secondes avec la temporisation réduite.

Sur la carte UHF, quand le cavalier est près des LED, l'émission est permanente. Cette émission est toujours modulée lors de l'envoi de la trame. La position normale est la position opposée du cavalier. La balise ne passe en émission que lors de l'envoi de la trame : 160 ms de porteuse, puis la modulation de phase.

Sur la carte de pilotage, l'interrupteur 1 (pin 7 du PIC) contrôle le type de trame, « Exercice » (fermé) ou « Test » (ouvert). L'interrupteur 2 (pin 8 du PIC) pilote la temporisation entre 2 trames : 50 secondes (fermé) ou 6 secondes (ouvert). Après avoir modifié ces paramètres il faut relancer le PIC pour la prise en compte des nouveaux paramètres.

Le GPS peut être alimenté par la carte (Photo 9). Sur le Jack 3,5 mm, la tension de 3,3 V est envoyée sur la pointe du Jack et le signal du GPS arrive sur l'anneau central du connecteur. Quand on alimente le GPS par la balise, la LED rouge sur la carte de commande est allumée car elle est traversée par le courant consommé par le GPS. Sur la barrette au bord de la carte, on peut faire toutes les connexions possibles : entrée GPS isolée ou en haute impédance.

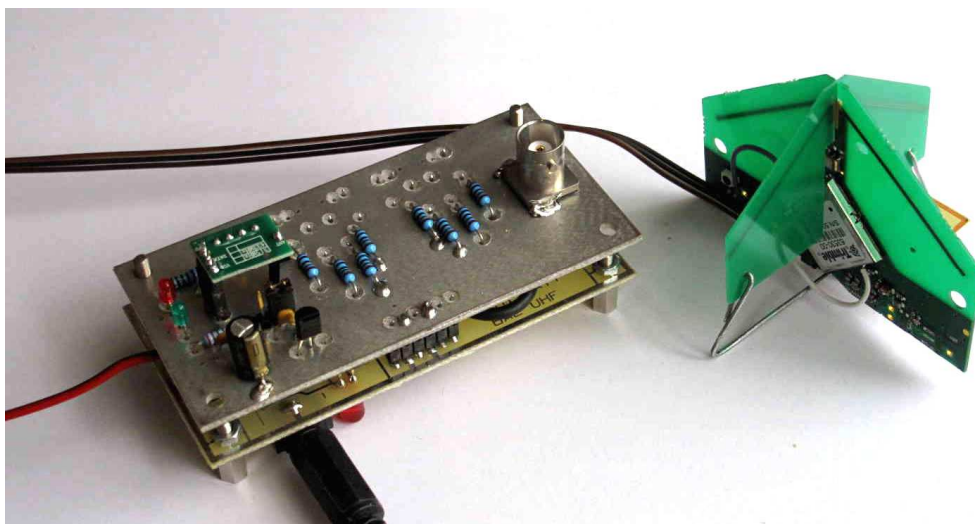


Photo 9 : La balise « Quart de Watt » avec le GPS connecté

Toute une batterie de tests a été effectuée sur la balise « Quart de Watt ». Alimenté en 12V, la puissance mesurée est au maximum de 160 mW, ce qui fait 22 dBm. Le module UHF génère une puissance légèrement supérieure, mais une petite partie est perdue dans le modulateur. Ce niveau de puissance est suffisant pour une balise d'exercice. A titre de comparaison, les TX LPD UHF ont une puissance de 10 mW et une portée de l'ordre du kilomètre. Les radiosondes ont une puissance comparable à la balise (de l'ordre de 200 mW), et on les entend à plusieurs centaines de kilomètres quand elles sont en altitude. Au niveau du sol, les obstacles réduisent très notablement la portée. C'est aussi le cas de la balise « Quart de Watt ».

Pour tester une chaîne de réception 406, il faut mettre une antenne 50 sur la prise BNC et blinder la balise pour limiter les émissions non modulées. On peut alors tester le décodeur [4].



Photo 10 : Décodage de la trame transmise par la balise « Quart de Watt », avec le GPS connecté [4]

La consommation de la balise « Quart de Watt » sans GPS est de 30 mA sans émission, et 100 mA en émission. Avec le GPS connecté, le courant consommé supplémentaire est de 40 mA en permanence. La balise consomme au maximum 140 mA, et la consommation moyenne est de 70 mA.

En faisant différents tests, la seule remarque concerne la sortie sur le connecteur BNC. Pour que le signal UHF traverse correctement le modulateur, il ne faut pas oublier une charge résistive ou une antenne connectée sur la BNC.

4- Variante

Dans notre montage nous avons utilisé une tension de 5 V pour la commande d'émission (broche DATA du module UHF) et 12 V pour l'alimentation, ce qui donne une puissance finale de 80 mW. La puissance maximale de sortie est obtenue pour une alimentation de 12 V et une tension de commande d'émission elle aussi de 12 V. Nous avons testé cette solution, et nous avons mesuré une puissance de sortie de l'ordre de 160 mW. Lors des essais, nous avons aussi noté une tendance à l'accrochage interne qui maintient la balise en émission permanente.

C'est pour cela que dans le montage proposé, appelé « Quart de Watt », la commande est en 5 V. Même si la puissance n'est pas à son niveau maximal, elle est déjà notable.

5- Synthèse

Dans la conception de la balise « Quart de Watt », des solutions simples et faciles à réaliser ont été choisies. C'est un montage relativement facile à construire ; il faut juste un peu de soin pour souder les CMS à la main. Tous les composants sont faciles à trouver, et sont relativement bon marché. Les seuls éléments particuliers sont le module UHF 500 mW et le PIC 16F88 programmé en générateur de trames. On peut se les procurer par le site www.F1LVT.com [3].

Malgré cette simplicité, la balise « Quart de Watt » émet une puissance de 80 mW (qu'il est possible de porter à 160 mW en augmentant la tension sur la broche Data) sur 434 MHz, avec exactement la modulation des balises Cospas Sarsat. Cette puissance est suffisante pour faire une petite balise d'exercice, pour tester le décodage ou pour faire de la radiogoniométrie. Au cas où on aurait besoin d'une puissance supérieure, il suffirait de faire suivre la balise « Quart de Watt » par un module amplificateur UHF.

Références

[1] Première partie de la balise « Quart de Watt »

<http://www.f1lvt.com/files/242a-Balise-QuartDeWatt-Part1-V4.269.pdf>

[2] Générateur de trames 406

<http://www.f1lvt.com/files/311-ArtGeneTrames406.78.pdf>

[3] Pour obtenir un PIC 16F88 programmé, il faut préciser le numéro du département. Le PIC sera programmé avec un identifiant du type «AD9603» pour le n°3 de l'ADRASEC 96.

<http://www.f1lvt.com/8a-Constructions1.7.html>

[4] Décodeur Dectra

<http://www.f1lvt.com/files/333-CarteDECTRA-V6P1.179.pdf>

<http://www.f1lvt.com/files/334b-ConstructionDECTRA2274-V7P2.183.pdf>

Annexe1- Liste des composants

A- Carte de pilotage

Résistances

R1	330 k Ω
R2	470 Ω
R3, R4, R5, R6	10 k Ω
R7	3,3 k Ω (voir texte)

Condensateurs

C1	47 μ F électrochimique
C2, C3	100nF
C4, C5, C6, C7, C8	1 μ F

Composants actifs

U1	Optocoupleur	CNY 17-3
U2	Microcontrôleur	PIC 16F88 programmé
U3	Portes logiques	CD4070 OU exclusif
U4	Conv TTL RS 323	MAX232
U5	Régulateur 5V	78L05

Divers

Inter CI 2 pôles		
LED	Rouge	$\Delta V = 1,7V$ (à tester)
Prise Jack 3,5 mm		
Barrette sécable		

B- Carte UHF

Composants soudés coté pistes

C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8	1nF	CMS série 1206
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8	Diode PIN	BA243 ou BA 244
Coax1, Coax2	Câble 50 Ω	$\Phi = 3$ mm L = 80 mm pour 432 MHz (85 mm pour 406 MHz)

Composants soudés du coté du plan de masse

R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9	1 k Ω
R10	2,2 k Ω
LED 1	Rouge
LED 2	Verte
C9, C10, C11	100 nF (104)
C13	100 μ F électrochimique
U1	78L05 Régulateur 5V
Module UHF 500 mW	
Barrette sécable	
Prise BNC chassis	