

# Construction modulaire d'une balise de détresse fonctionnant sur 121,375 MHz

Jean-Paul YONNET

[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)

[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

Dans l'article « Générateur de signaux VHF – UHF, --- Utilisation pour la construction de balises » [1], nous avons décrit un générateur de signaux VHF – UHF fonctionnant avec un circuit ADF4351. Nous avons aussi présenté la construction d'une carte électronique associée permettant de garder en mémoire les fréquences utilisées et de faire démarrer automatiquement le générateur sur la fréquence choisie [2].

Nous allons maintenant voir comment réaliser une balise de détresse VHF 121,375 MHz (ou 121,500 MHz) avec ce synthétiseur. Cette balise est modulaire car elle est réalisée avec des modules tout prêts, ce qui rend la construction relativement simple, sans avoir à faire tailler un quartz sur la fréquence de fonctionnement (Photo 1).

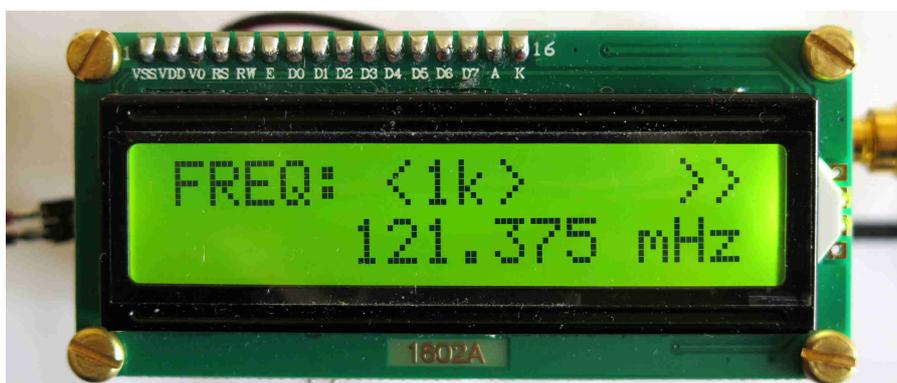


Photo 1 : L'écran affiche la fréquence d'émission : 121,375 MHz

Pour construire une balise de détresse fonctionnant sur 121,375 MHz (ou 121,500 MHz, ou encore dans la bande 144 MHz pour les balises de chasse au renard), il faut moduler l'émission du générateur ADF4351 puis amplifier les signaux en sortie (Figure 1).

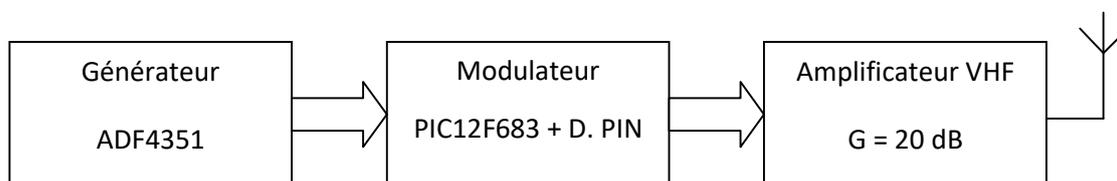


Figure 1 : Schéma de principe de la balise VHF

Pour cette fonction d'amplification des signaux qui sortent du modulateur, nous avons choisi d'utiliser un module du commerce. Il est capable d'ajouter 20 dB au signal et il sature à 20 dBm soit 100 mW. Pour générer une puissance de 50 à 100 mW, ce module est bien adapté.

La partie la plus originale de cette réalisation, c'est le modulateur. Pour simplifier la construction, nous avons utilisé un PIC 12F683 programmé en modulateur. C'est ce même PIC qui a déjà été utilisé pour le modulateur de balise « Génépious » [3]. La sortie de ce microcontrôleur pilote directement une diode PIN montée en interrupteur VHF. C'est à la fois très simple et efficace.

En résumé la balise est construite avec 2 modules disponibles sur internet : le synthétiseur de fréquences et l'amplificateur final. Cela simplifie énormément la construction. Il ne reste plus qu'à construire le modulateur, ce qui est relativement simple. Sans le pilotage du synthétiseur, il faut entrer la fréquence manuellement à chaque mise en route de la balise. Avec un pilotage du synthétiseur par microcontrôleur, le fonctionnement de la balise est automatique. Elle démarre toute seule et fonctionne de façon complètement autonome avec une puissance de l'ordre de 80 mW.

### **Le synthétiseur de fréquences**

Le synthétiseur utilisé a été décrit dans l'article « Générateur de signaux VHF – UHF, Utilisation pour la construction de balises » [1]. C'est un générateur de signaux VHF – UHF fonctionnant avec un circuit ADF4351. On le trouve sous forme d'un module tout monté qui fonctionne en programmant la fréquence sur un clavier (Photo 2).



*Photo 2 : Générateur 35 – 4400 MHz (Photo eBay)*

Pour ce synthétiseur, nous avons développé une carte additionnelle qui permet de stocker 4 fréquences en mémoire (8 mémoires avec un pontage sur le circuit) et de démarrer automatiquement sur la fréquence de la balise. Quand on met en route, le générateur fonctionne tout seul, ce qui est un avantage certain pour une balise utilisée sur le terrain [2]. La Photo 3 montre cette carte additionnelle avec son alimentation 5V pour le générateur, et le microcontrôleur PIC 16F88 qui pilote automatiquement la fréquence. Les 2 interrupteurs au-dessus du PIC permettent de choisir la fréquence utilisée parmi les 4 fréquences en mémoire. Nous avons aussi séparé le clavier du synthétiseur pour réduire l'encombrement ; ce clavier n'est plus nécessaire avec la carte additionnelle, même si les deux systèmes peuvent fonctionner en parallèle.



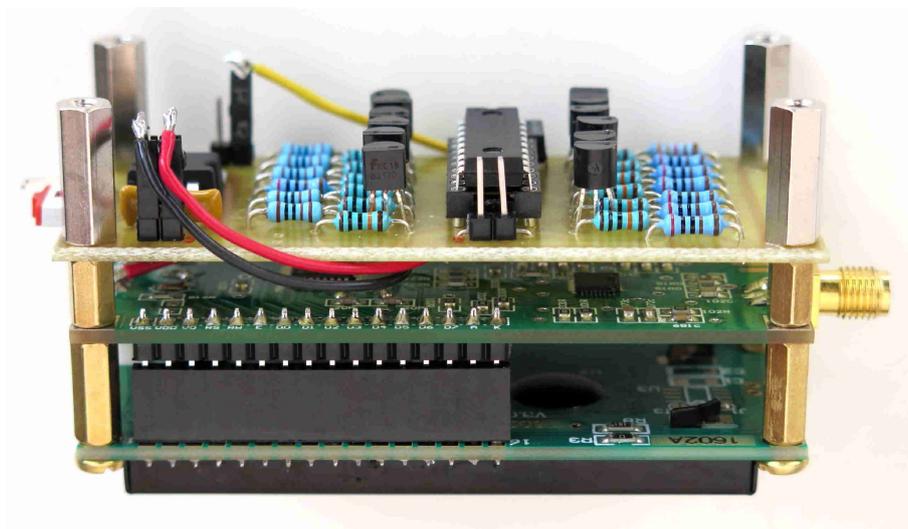
*Photo 3 : Carte additionnelle de pilotage de la fréquence*

Le programme du PIC est disponible sur le site [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com). Ce programme est toujours le même, quelles que soient les fréquences utilisées. C'est au moment de la programmation du PIC que les fréquences en mémoire sont entrées dans l'EEPROM.

Par exemple pour avoir « 121,375 MHz » en mémoire 1, « 121,500 MHz » en mémoire 2, « 144,025 MHz » en mémoire 3 et « 144,037 MHz » en mémoire 4, au moment de la programmation il faut entrer dans l'EEPROM :

12 13 75 AF 12 15 00 AF 14 40 25 AF 14 40 37 AF

La Photo 4 montre le générateur tout monté. Le clavier a été séparé et la carte additionnelle a été fixée sous le synthétiseur.



*Photo 4 : Le générateur tout monté (la tête en bas), avec la carte de pilotage (Circuit imprimé jaune) fixée sous la carte du synthétiseur (Circuit imprimé vert) associée à son afficheur*

## Le modulateur

Le modulateur est construit autour d'un petit microcontrôleur à 8 broches 12F683 et d'une diode PIN (Figure 2).

Le PIC 12F683 génère la modulation sous forme de créneaux de 5V. C'est le même PIC que celui utilisé dans le montage « Génépious » [3]. C'est la largeur variable de ces créneaux qui donne le son ininterrompu de « piou – piou – piou - ... ». Le programme du PIC est disponible sur le site [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com) [4].

Pour faire une balise 121,375 MHz (ou 121,500 MHz) en fonctionnement continu, il suffit d'alimenter le PIC par ses broches 1 (+5V) et 8 (masse). Le signal de pilotage sort sur la broche 5. On peut difficilement faire plus simple.

En fait le PIC 12F683 « Génépious » est capable de faire beaucoup plus. Ses broches 6 et 7 permettent de piloter le fonctionnement discontinu, avec 2 piou toutes les 2 secondes, 3 piou toutes les 5 secondes ou 4 piou toutes les 20 secondes (émission d'1,3 seconde toutes les 20 secondes). Ces derniers modes sont utilisables pour des balises de chasse au renard. La broche 2 permet de piloter le passage en émission. En supplément, la broche 3 commande le passage d'un indicatif enregistré dans la mémoire [3]. Ces différentes fonctions additionnelles seront utilisées pour une balise de chasse au renard qui fera l'objet d'une description particulière.

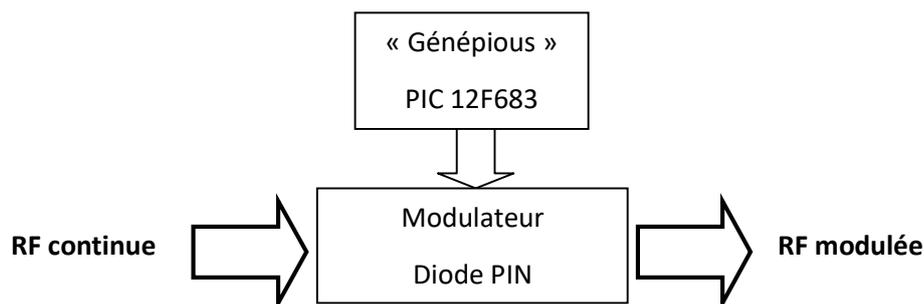


Figure 2 : Schéma de principe du modulateur

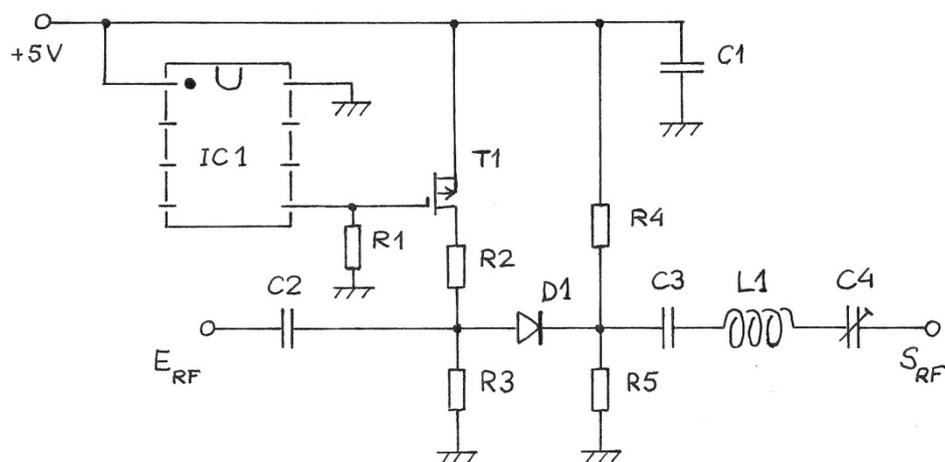


Figure 3 : Circuit du modulateur

### Liste des composants du modulateur

#### Résistances

|    |  |
|----|--|
| R1 | 100 k $\Omega$ (entre 100 k $\Omega$ et 1 M $\Omega$ ) |
| R2 | 4,7 k $\Omega$   |
| R3 | 100 k $\Omega$   |
| R4 | 10 k $\Omega$  |
| R5 | 1 k $\Omega$   |

#### Condensateurs

|        |                 |
|--------|-----------------|
| C1     | 100 nF          |
| C2, C3 | 1 nF            |
| C4     | 22 pF ajustable |

#### Autres composants

|     |  |
|-----|--|
| IC1 | PIC 12F683 programmé « Génépious »           |
| T1  | BS250 MOSFET canal P                         |
| D1  | Diode PIN BA243 ou BA244                     |
| L1  | Inductance 6 spires sur $\Phi 6$ mm, L 10 mm |

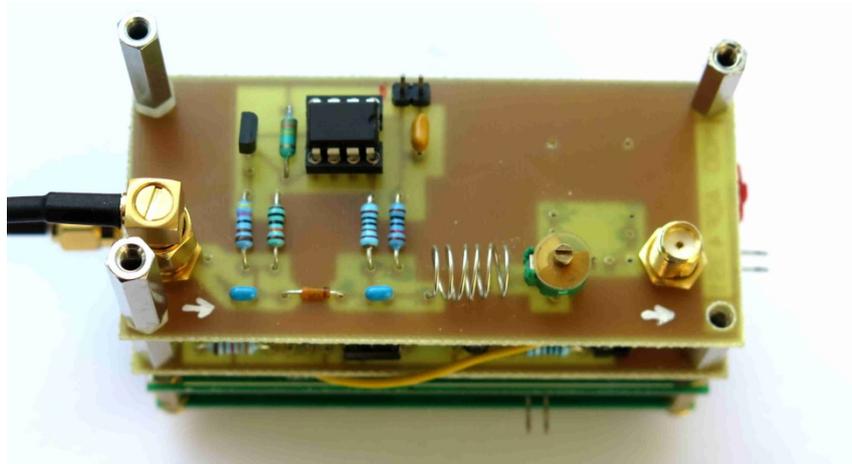


Photo 5 : Le modulateur avec son PIC, la diode PIN (entre les 2 condensateurs bleu de 1nF) et le filtre LC série

Le signal de sortie du PIC est utilisé pour commander une diode PIN, de type BA243. La polarisation de la diode est effectuée par les 4 résistances qui l'entourent (Figure 3 et Photo 5).

-- Quand la tension de commande de la diode PIN (tension Drain du MOSFET) est à + 5V (MOSFET passant), la diode PIN est traversée par un courant continu d'environ 0,5 mA permettant le passage de la HF.

-- Quand la tension de commande est à 0V (MOSFET bloqué), la diode est bloquée par une tension inverse d'environ 0,5 V.

Ce système permet de hacher le signal radiofréquence (RF) au rythme de la modulation. C'est de la modulation de type CW.

Un filtre LC série a été mis en sortie du modulateur pour ne laisser passer que le fondamental du signal. Il faut régler le condensateur ajustable pour avoir le niveau de sortie maximal.

Les mesures au milli-wattmètre montrent que le signal de sortie est de l'ordre de -2 dBm quand la diode PIN est passante et – 21 dBm quand elle est bloquée. Le signal VHF est atténué d'environ 1dB dans le sens passant et d'environ 20 dB quand la diode PIN est bloquée. C'est largement suffisant pour moduler correctement la porteuse de la balise.

### **Le module amplificateur**

En sortie du modulateur, nous obtenons une porteuse hachée, qui varie en permanence entre - 21 dBm et – 2 dBm. Pour augmenter le niveau de sortie, nous avons utilisé un module disponible sur internet (Photo 6) permettant d'augmenter le gain de 20 dB, et d'atteindre environ 20 dBm (100 mW).

Cet amplificateur fonctionne de 5 MHz à 6 GHz, avec un gain de 20 dB. La puissance maximale de sortie est de +21 dBm (à 1dB de compression). Alimenté en 5V, la consommation est de 85 mA. La taille est assez réduite : 34 mm x 25 mm.

Bien que le type de composant utilisé ne soit mentionné, les caractéristiques ressemblent à celles d'un SKY65017-70LF, capable de fonctionner jusqu'à 6 GHz, donnant 20 dB de gain et fournissant une puissance maximale de + 20 dBm.

Nous avons testé et mesuré cet amplificateur seul à la fréquence de 121,375 MHz. Nous avons mesuré un gain de 21 dB, plus exactement 21,4 dB.

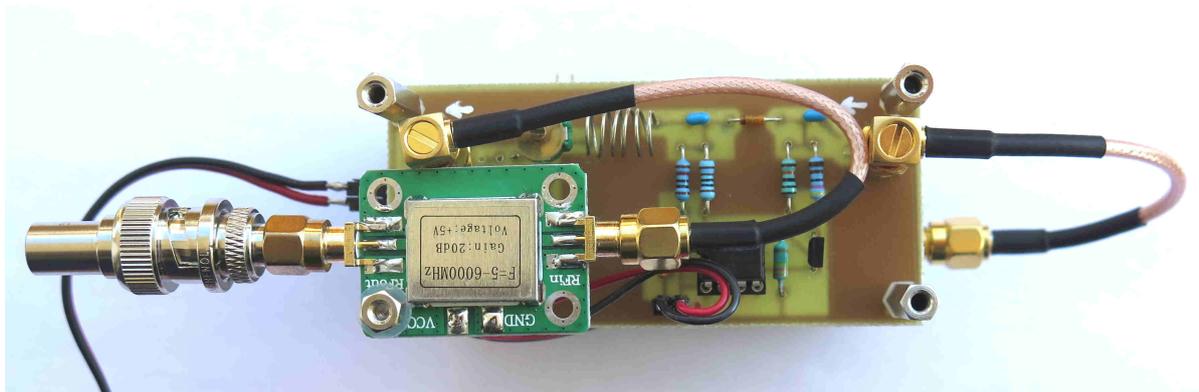


Photo 6 : Amplificateur VHF –UHF (doc Ebay)

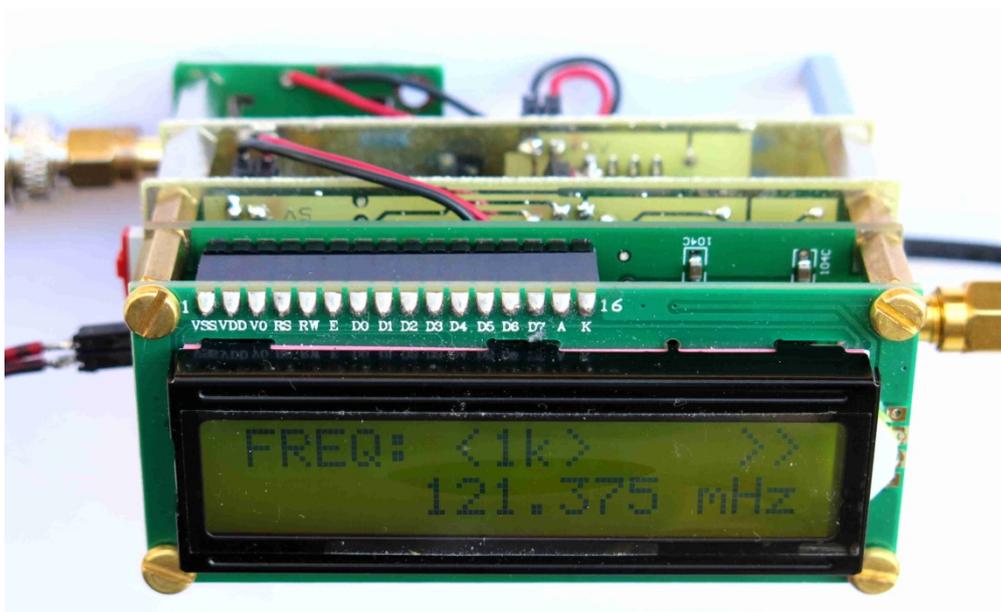
### **L'ensemble « synthétiseur – modulateur – amplificateur »**

Avec l'amplificateur à la sortie du modulateur, nous avons mesuré une puissance de la porteuse de + 19dBm. La balise émet une puissance de 80 mW, hachée par la modulation. La puissance instantanée varie en permanence entre + 19dBm et 0 dBm.

Pour la consommation, le courant est de 20 mA en phase de programmation, de 150 mA pour le synthétiseur en émission, et de 230 mA avec l'amplificateur final en fonctionnement. Ce dernier consomme environ 80 mA ; sa documentation donne 85 mA en régime continu.



*Photo 7 : La balise vue de dessous.  
On voit l'amplificateur au premier plan et le modulateur au second plan.*



*Photo 8 : Les différentes cartes empilées du montage.  
On voit successivement : 1 - l'afficheur, 2 – la carte du synthétiseur (PCB vert),  
3 – la carte de pilotage du synthétiseur (PCB jaune), 4 – la carte du modulateur  
(PCB jaune), 5 – la carte de l'amplificateur (petit PCB vert).*

Les Photos 7 et 8 montrent la balise complètement montée et en fonctionnement à 121,375 MHz. Elle est construite par l'association de 4 cartes : le synthétiseur et son afficheur, la carte de pilotage du synthétiseur, le modulateur et l'amplificateur final. La balise est de taille assez réduite : 36 mm x 80 mm (la taille de l'afficheur) x 70 mm.

## Synthèse

Le fait de trouver des modules tout montés permettant de synthétiser la fréquence de fonctionnement et d'amplifier le signal permet de construire de façon assez simple une balise 121,500 MHz. Le fonctionnement sans quartz à faire fabriquer est un avantage majeur. On peut caler très facilement la balise sur n'importe quelle fréquence VHF ; pour notre utilisation ce sera 121,375 MHz (fréquence d'exercice) ou éventuellement 121,500 MHz (fréquence réelle) pour faire des essais brefs. La puissance de la balise est de 80 mW.

La seule partie à construire, c'est le modulateur. Pour cette partie, la génération du signal par un microcontrôleur programmé de type PIC 12F683 permet de la simplifier au maximum. La modulation est effectuée par une diode PIN qui joue le rôle d'interrupteur radiofréquence.

Pour le pilotage du synthétiseur, on peut utiliser le clavier associé, mais il faut programmer la fréquence à chaque démarrage. Nous avons développé une carte de pilotage de ce synthétiseur qui garde en mémoire les fréquences et fait redémarrer le synthétiseur sur la fréquence choisie.

Il va de soit que nous avons décrit le principe de base et un exemple pratique de construction de balise de détresse VHF, avec ses parties originales du synthétiseur piloté et du modulateur. Le montage fonctionne parfaitement, mais il est certainement possible d'améliorer encore le montage sur la partie filtrage par exemple.

En plus de l'utilisation comme balise de détresse, cette balise peut aussi servir de balise pour la chasse au renard en 144 MHz (Photo 9). Il n'y a aucune modification à faire pour une balise en émission continue, et des modifications assez simple pour un fonctionnement discontinu. Dans un prochain article, nous montrerons comment cette balise peut aussi transmettre son indicatif en morse.



*Photo 9 : Utilisation comme balise de chasse au renard*

Sur le même principe, on peut aussi construire une balise 406 transmettant des trames COSPAS SARSAT en PSK, avec une puissance notable. Cela fera aussi l'objet d'un prochain article.

#### **Références : articles sur le site internet < [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com) >**

[1] « Générateur de signaux VHF – UHF, -- Utilisation pour la construction de balises »

<http://www.f1lvt.com/files/246-GenerateurVHF-UHF.219.pdf>

[2] « Pilotage du générateur ADF4351 pour un fonctionnement automatique »

<http://www.f1lvt.com/files/247-PilotageGenerateurVHF-UHF.220.pdf>

[3] -- Modulateur pour balise « Génépious »

<http://www.f1lvt.com/files/522-ArticleGenepious.123.pdf>

[4] – Programme du montage « Génépious »

<http://www.f1lvt.com/files/522-Genepious.124.hex>