

# Balise PICO WSPR

Anthony Le Cren F4GOH - [f4goh@orange.fr](mailto:f4goh@orange.fr)

## 1. Introduction

Depuis plusieurs années, j'utilisais pour la conception de balises HF l'oscillateur programmable AD9850. L'arrivée du Raspberry Pi Pico a changé la donne. En effet, celui-ci peut générer directement le signal HF, plus besoin d'oscillateur externe.

De ce fait, le circuit imprimé est beaucoup plus petit et la programmation du Raspberry Pico beaucoup plus facile. Un simple copier-coller d'un fichier UF2 suffit pour implanter le logiciel dans le microcontrôleur. La mise en service est très rapide.

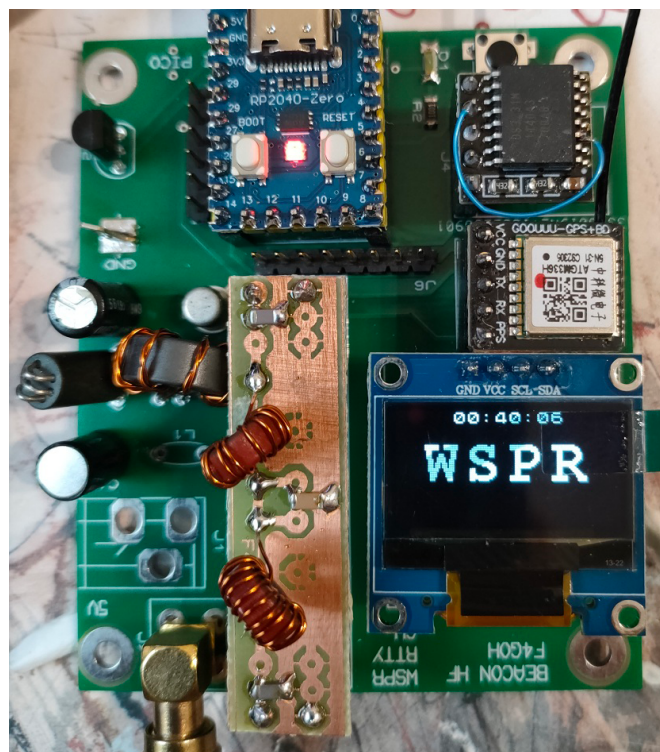
### Caractéristiques de la balise :

- ▶ Microcontrôleur Raspberry Pi Pico (RP2040).
- ▶ Support Arduino IDE 1.8+, platform.io (OSX/Win/Linux).
- ▶ Alimentation via le port USB ou une source externe + 5 V.
- ▶ GPS.
- ▶ Horloge en temps réel RTC DS3231 (en option).
- ▶ Amplificateur 2N2222, 0,1 W max.
- ▶ Filtre amovible.
- ▶ Circuit imprimé PCB disponible au format Gerber.
- ▶ 5 Modes de transmission: WSPR, FT8, Hell, RTTY, CW.

## 2 Description du schéma structurel

Le schéma est très simple. L'essentiel est géré par le Raspberry Pi Pico Zero. La sortie HF est amplifiée par un 2N2222, puis un filtre amovible du 5<sup>ème</sup> ordre permet d'éliminer les harmoniques délivrés par le microcontrôleur.

Le GPS est indispensable dans le montage pour la synchronisation horaire du WSPR avec les minutes paires. Il est possible d'utiliser une horloge en temps réel, mais celle-ci dérive un peu trop dans le temps, je préfère l'utilisation du GPS plus fiable et donc indispensable dans le projet.



L'afficheur classique OLED nous donne la configuration du mode de fonctionnement, l'heure et une information du passage en émission.

J'ai mis également un capteur de température DS18S20, mais celui-ci n'est pas utilisé dans la version du logiciel actuel. Les connecteurs J6 et J2 permettent à l'utilisateur de disposer de tous les GPIO offerts par le microcontrôleur.

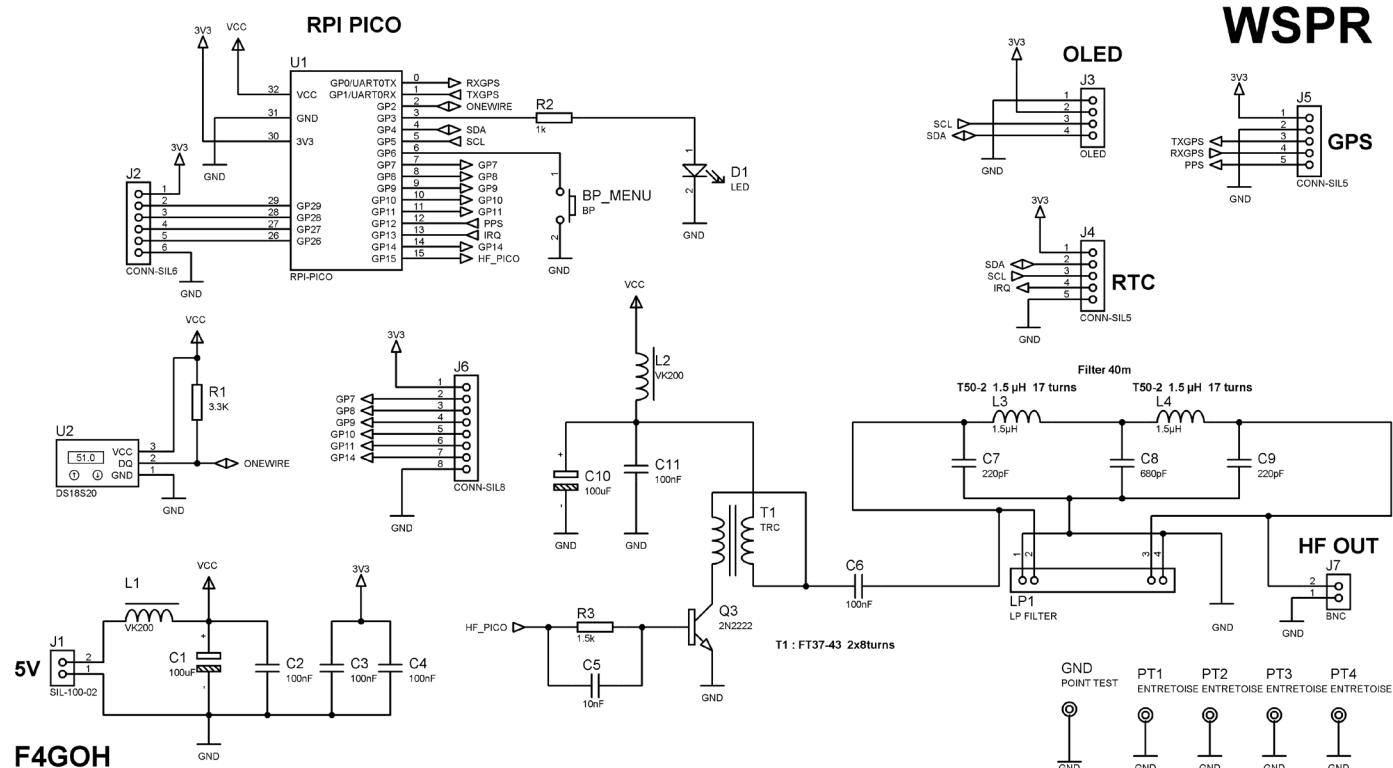
Cela s'adresse aux personnes voulant modifier le logiciel afin d'ajouter des fonctionnalités supplémentaires. Le bouton poussoir « BP Menu » est utilisé à la mise sous tension pour accéder au menu de configuration.

## RÉDACTION D'ARTICLES POUR RADIO-REF : CONSEILS PRATIQUES

Afin de nous faciliter la tâche, nous vous demandons d'envoyer vos textes séparément, au format Word (ou Open Office) en joignant les photos à part, de préférence au format JPEG et de bonne définition.

L'ensemble est à adresser à [radio-ref@r-e-f.org](mailto:radio-ref@r-e-f.org)

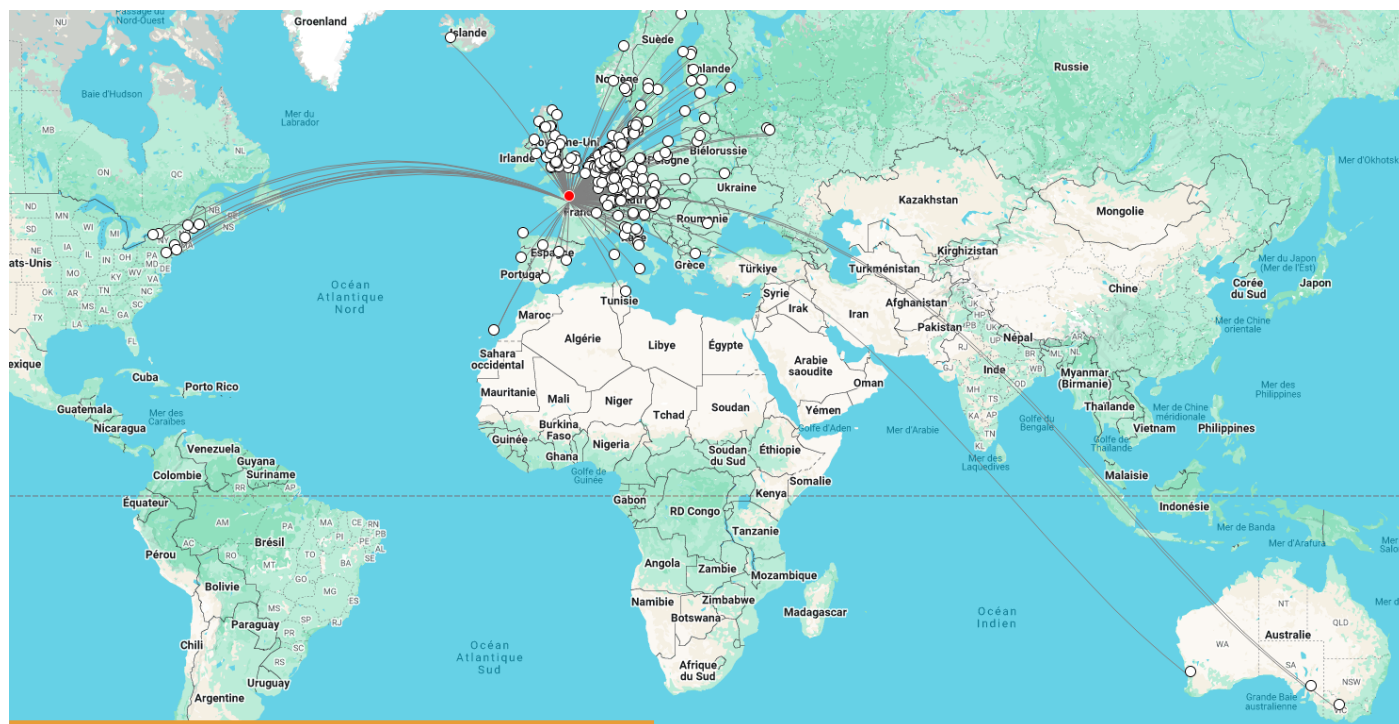




## Le schéma structurel de la balise

### 3 Rappel du WSPR

Inventé par Joe Taylor, le WSPR signifie "Weak Signal Propagation Reporter". C'est un protocole utilisé pour les communications radio à très faible puissance. Un émetteur envoie périodiquement un signal synchronisé toutes les minutes paires. La transmission dure environ une minute et cinquante secondes. De nombreuses stations dans le monde sont à l'écoute 24 h / 24, la plupart du temps en HF. Le signal est reçu par ces stations puis envoyé sur un serveur Internet. Cela permet d'avoir immédiatement pour la station émettrice une cartographie des différents points d'écoute et de tester la propagation.



Transmission en HF sur 20 m avec une puissance de 50 mW

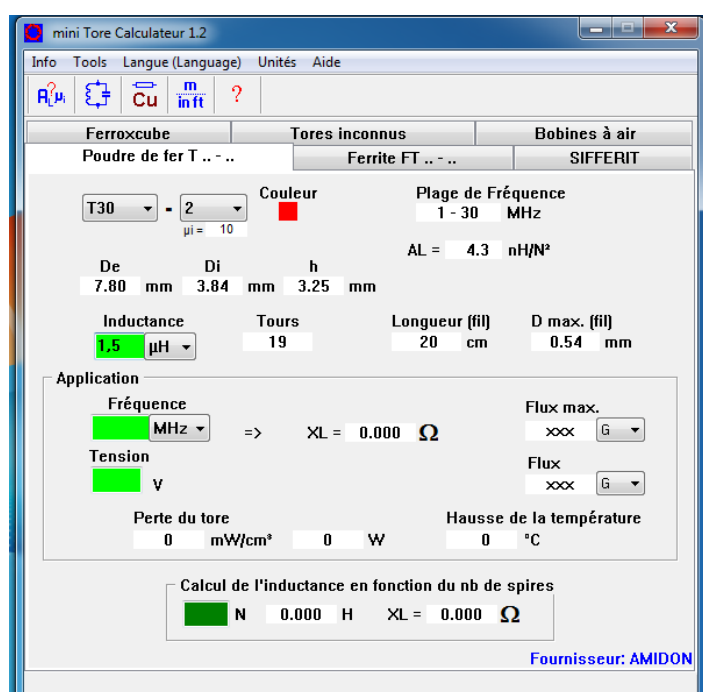
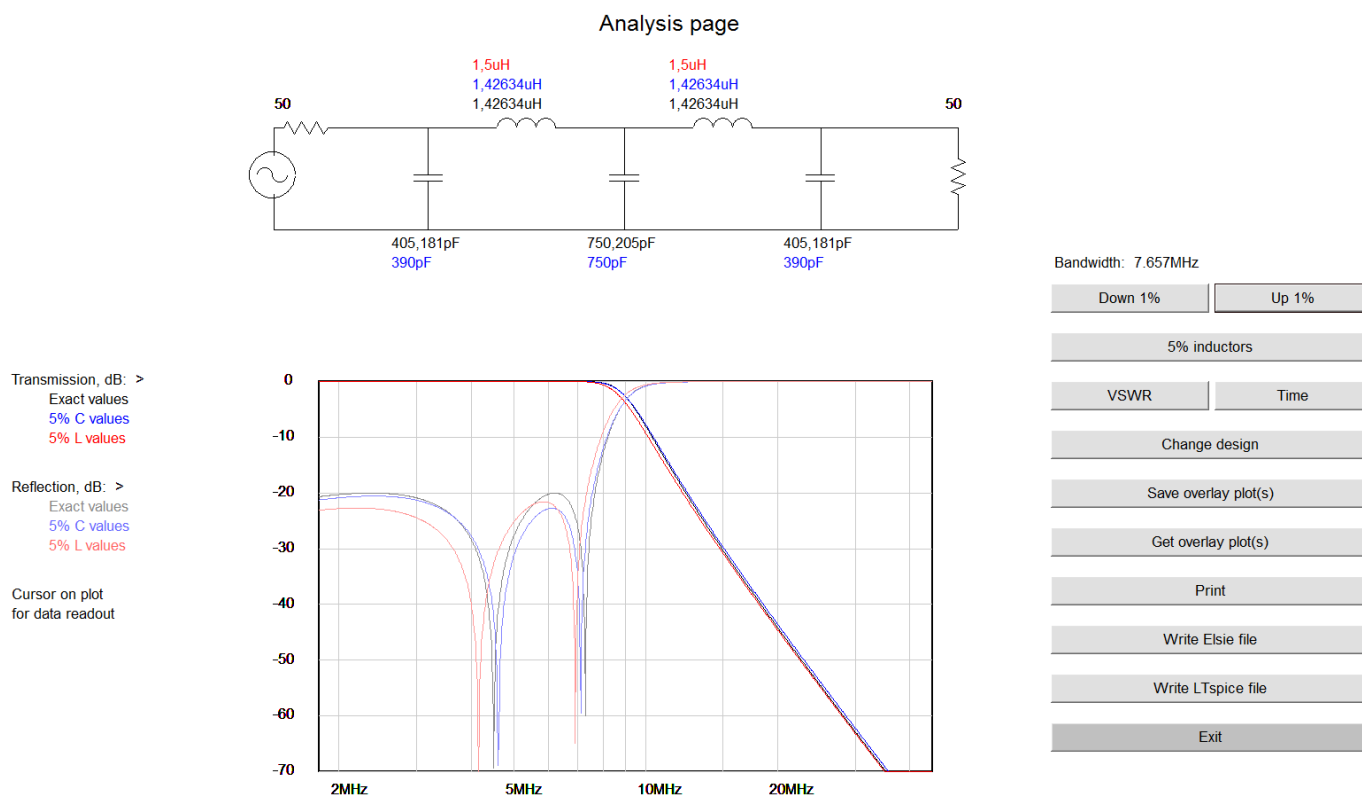
Le message transmis est réduit à sa plus simple expression ; il se compose de l'indicatif, du Locator, et de la puissance d'émission. La chaîne ASCII est ensuite encodée en 160 symboles. En effet, le protocole WSPR possède un code correcteur (1) performant.

La transmission est composée de 160 symboles Multi-FSK à quatre niveaux. L'écart entre les fréquences est de 1,46 Hz. L'intervalle de temps entre les symboles est de 683 millisecondes. Andy Talbot, G4JNT (2) décrit en détail l'encodage WSPR.

De plus il est possible de générer avec le même montage d'autres protocoles comme le RTTY, le FT8, la CW et le Hellschreiber.

#### 4 Filtre HF

Un filtre HF du 5<sup>ème</sup> ordre est absolument nécessaire. Pour cela, j'utilise fréquemment le logiciel SVC Filter Designer (3). Il suffit de paramétrer la fréquence de coupure et le type de filtre. Le logiciel calcule automatiquement les valeurs des condensateurs et des inductances.



Le logiciel Mini Tore Calculator (4) est très pratique pour réaliser les tores. Sélectionnez le type de tore (par exemple T30-2), puis saisissez la valeur en  $\mu$ H. Le calcul du nombre de spires est immédiat.

Vous pouvez vérifier avec un VNA la réponse en fréquence de votre filtre, mais cela n'est pas forcément nécessaire si vous avez respecté les valeurs des condensateurs et des selfs.

Le filtre pourra être soudé directement sur le circuit imprimé, ou être monté sur un support enfichable ; dans ce cas, il suffira de changer le filtre pour réaliser des transmissions sur plusieurs bandes.

## 5 Le logiciel

L'ensemble du projet est sur mon github (5). Vous trouverez le fichier Gerber pour fabriquer le circuit imprimé ainsi que le code source du logiciel, sans oublier le fameux fichier binaire déjà compilé « **wspr-pico1-rp2040.uf2** ».

Maintenir le bouton poussoir « **boot** » blanc situé sur le RPI tout en connectant le connecteur USB sur le Raspberry Pi Pico Zero. L'ordinateur voit à ce moment le RPI Pico comme une mémoire amovible, comme lorsque l'on insère une clé USB dans un PC. Il suffit de copier-coller le fichier « **wspr-pico1-rp2040.uf2** » dans le disque « RPI ».

Une fois programmé le Raspberry redémarre automatiquement.

```
>help
Available commands
Set transmission frequency      : freq 7040100
Set offset value                : offset -200
Set callsign                    : call F4XYZ
Set locator                     : loc JN07
Set mode wspr rtty ft8 hell cw  : mode wspr
Set modulo in minutes           : minute 10
Set number of repeated frames to send : nbframe 2
Set cw words per minute         : wpm 15
Set transmission power (dBm)    : dbm 10
Set email address               : mail f4xyz at example.com
Set gps baud rate               : gpsbaud 9600
Scan I2C bus                    : scan
Show nmea frame                 : nmea 1
Save current configuration to EEPROM : save
Display current configuration     : show
Reset all parameters to default values : raz
Restart RPI pico                 : restart
Show this help message          : help
Exit menu                       : exit>
```

Le minimum pour faire un essai rapide en WSPR est :

|              |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
| raz          | Initialisation des paramètres         |
| freq 7040100 | Choix de la fréquence de transmission |
| call F4XYZ   | Saisie de l'indicatif                 |
| loc JN07     | Saisie du locator                     |
| mode wspr    | Choix du mode de transmission         |
| minute 2     | Transmission toutes les deux minutes  |
| dbm 10       | Information de puissance pour le WSPR |
| save         | Sauvegarde de la configuration        |
| show         | Affichage de la configuration         |

```
>show
Current configuration :
freq      : 7040100 Hz
offset    : -200
call      : F4GOH
locator   : JN07
dbm       : 10 dBm
mode      : WSPR
wpm       : 12
mail      : none@example.com
minute    : 2 min
nbframe   : 1
Gps baud rate : 9600
Nmea debug is : OFF
```

Il faut maintenant accéder au menu de configuration. Pour cela, maintenir le bouton poussoir « **bp menu** » tout en connectant la fiche d'alimentation USB sur le Raspberry Pi Pico Zero.

À ce moment, un port de communication série type COMx doit apparaître sous Windows ou sous Linux **/dev/ttyACM0**.

Avec un terminal série comme **putty** configuré en 115200 bauds, il sera possible de taper les commandes nécessaires à la configuration. En effet, je n'ai pas développé de logiciel de configuration spécifique pour PC, cela offre une polyvalence pour utiliser n'importe quel ordinateur sous différents systèmes d'exploitation.

Il suffit de taper la commande **help** pour obtenir des exemples pour configurer la balise.

## 6 Vérification de la réception

Installez le logiciel WSJT-X (bien connu des amateurs de FT8), configurez-le avec votre récepteur habituel. Sélectionnez le mode WSPR afin de décoder le signal. Vérifiez que la fréquence d'émission est située dans la zone de décodage du logiciel WSJT-X. (réglage du VFO du récepteur + 1,5 kHz dans le waterfall). Si ce n'est pas le cas, ajustez la variable offset dans le menu de configuration en ajoutant ou diminuant d'une valeur de 200.

La couleur de la Led RGB située sur le RPI Pico (entre les deux boutons poussoirs blancs) indique les trois états suivants :

- ▶ Jaune : le GPS n'est pas synchronisé ;
- ▶ Vert : le GPS est synchronisé ;
- ▶ Rouge : passage en émission.

En cas de doute sur l'interprétation des trames NMEA du GPS par le microcontrôleur, il est possible de visualiser ces informations dans le moniteur série en activant l'option suivante : nmea 1. Cela affiche toutes les trames dans le moniteur série.

## 7 Conclusion

De nouveau, un autre projet WSPR qui remplace mon premier montage autour de l'Arduino NANO et du DDS AD9850. C'est incroyable cette évolution technologique. Avec le RPI Pico Zero à 2 €, il est possible de fabriquer une balise.

Avant de faire le circuit imprimé, j'ai voulu faire un essai rapide. J'ai connecté directement sur la broche GPIO15 une antenne dipôle, sans filtre et sans amplificateur. Après 6 minutes de transmission, j'étais reçu dans les pays limitrophes à la France.

C'est un argument intéressant à faire valoir auprès des jeunes ayant obtenu la licence.

Avec un budget de 10 € tout compris, il est possible de réaliser un émetteur HF. Ce signal sera même reçu en Australie.

### Références

- (1) [https://fr.wikipedia.org/wiki/Code\\_correcteur](https://fr.wikipedia.org/wiki/Code_correcteur)
- (2) [http://www.g4jnt.com/wspr\\_coding\\_process.pdf](http://www.g4jnt.com/wspr_coding_process.pdf)
- (3) <http://tonnesoftware.com/svcdownload.html>
- (4) <https://mini-ring-core-calculator.software.informer.com/1.2/>
- (5) <https://github.com/f4goh/wspr-pico>



**ITA**  
International  
Technology  
Antenna

QUALITE, PERFORMANCE, ROBUSTESSE

Tél. : 06.87.34.45.60  
E-mail : contact@ita-antennas.com







www.ita-antennas.com

F5MSU à votre service

Delta-loop, Yagi, Verticales, Ununs, Baluns, Conrad windom, J-pôles, Filtres de gaine, Dipôles, EFHW, Doubles bazooka, Longs fils, Dipôles repliés, Cordons micros, Quad & Loop filaires, Slim jim, Kits de fixation, etc.

## LIVRET « CENTENAIRE DU REF »



À l'occasion du centenaire du **Réseau des Émetteurs Français**, ce livret exceptionnel retrace **un siècle d'histoire du radioamateurisme en France**, de ses balbutiements aux pratiques modernes, en passant par les grandes étapes techniques, réglementaires et humaines qui ont marqué notre communauté.

Rédigé par **Gérard Debelle, F2VX**, membre d'honneur du REF et figure emblématique de la scène radioamateur française, ce livret s'appuie sur une **riche documentation historique** issue des archives du REF. Il offre une lecture fluide, structurée, et ponctuée d'anecdotes, de témoignages et de documents rares.

PEF011

**20,00€**

Port non compris