

## Affichage sur 4 lignes des informations contenues dans les trames des balises 406 MHz : construction du décodeur

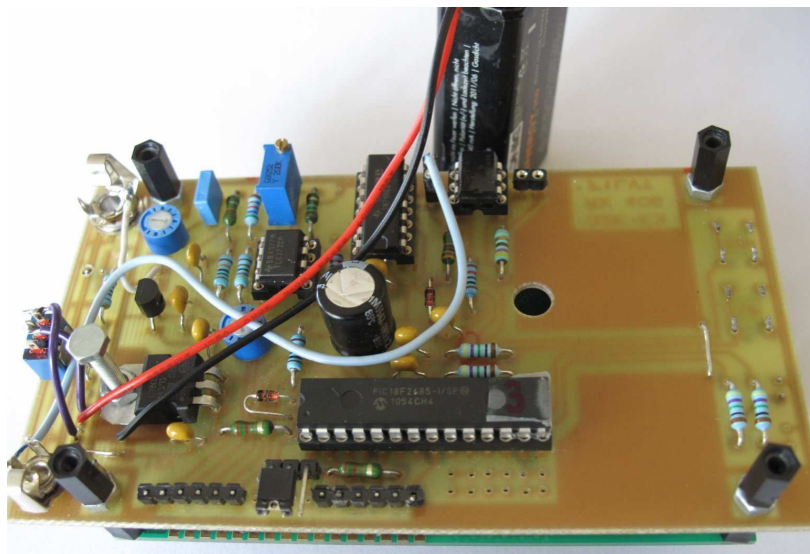
Jean-Paul YONNET  
F1LVT / ADRASEC 38  
F1LVT@yahoo.fr

Cet article fait suite au premier intitulé « Décodage des balises 406 MHz / Affichage sur 4 lignes des informations contenues dans les trames » [1]. Cette seconde partie est consacrée à la description de la construction du décodeur de trames 406.

### Construction du décodeur

Le cœur du montage est un PIC de Microchip : le 18F2685. Le microcontrôleur assure le décodage, pilote l'affichage, et enregistre les trames antérieures. Il faut entrer dans le microcontrôleur le programme « RX406-V24.hex ». Ce logiciel se trouve sur le site [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com). Volontairement, le PIC n'a pas été protégé en lecture (Code Protection), ce qui rend possible la récupération du programme interne à partir d'un microcontrôleur déjà programmé.

Le PIC utilise son horloge interne, ce qui réduit les composants externes, en particulier le quartz de la base de temps. Plusieurs pattes du PIC sont utilisées pour le développement, lors de la programmation in situ. Dans le montage final, ces pattes ne sont pas utilisées mais elles restent accessibles (pin 1 / VPP, pin 28 / PGD, pin 27 / PGC, pin 20 / +5V, pin 19 / 0V).



*Photo 1 : Le décodeur vue de dessous et sa carte*

Le système a été conçu pour être autonome et portable (Photo 1). Il fonctionne en 12V, mais il peut être alimenté par une pile 9V ou une petite batterie 9V au format 6F22 [1]. L'intérêt de cette alimentation en 9V est de faire le système complètement autonome, qui peut être emporté dans un sac à dos. Le système consomme 32 mA en écoute, et 40 mA en décodage. Avec une batterie 9V de 200 mAh, l'autonomie est de 5 à 6 heures. Pour recharger la batterie 9V, il faut connecter le système éteint pendant 7 à 8h. Mais même si la batterie donne des signes de faiblesse, il suffit d'alimenter le décodeur en 12V pour qu'il reste opérationnel. Pour réduire la consommation, l'alimentation de l'éclairage est déconnectable. Il suffit de déplacer un cavalier sur la carte de nos prototypes. Cet éclairage consomme 10 mA.

### Schémas

Ce schéma est présenté en quatre parties : le PIC et l'afficheur, le circuit d'entrée et de mise en forme des signaux, l'entrée GPS pour l'acquisition de l'heure, et l'alimentation.

#### Le PIC et son afficheur

Le PIC ne fonctionne qu'avec quelques composants périphériques, et il pilote l'affichage. Les entrées directes sont SC (Signaux Carrés) et EH (Entrée Horloge) (Schéma n°1).

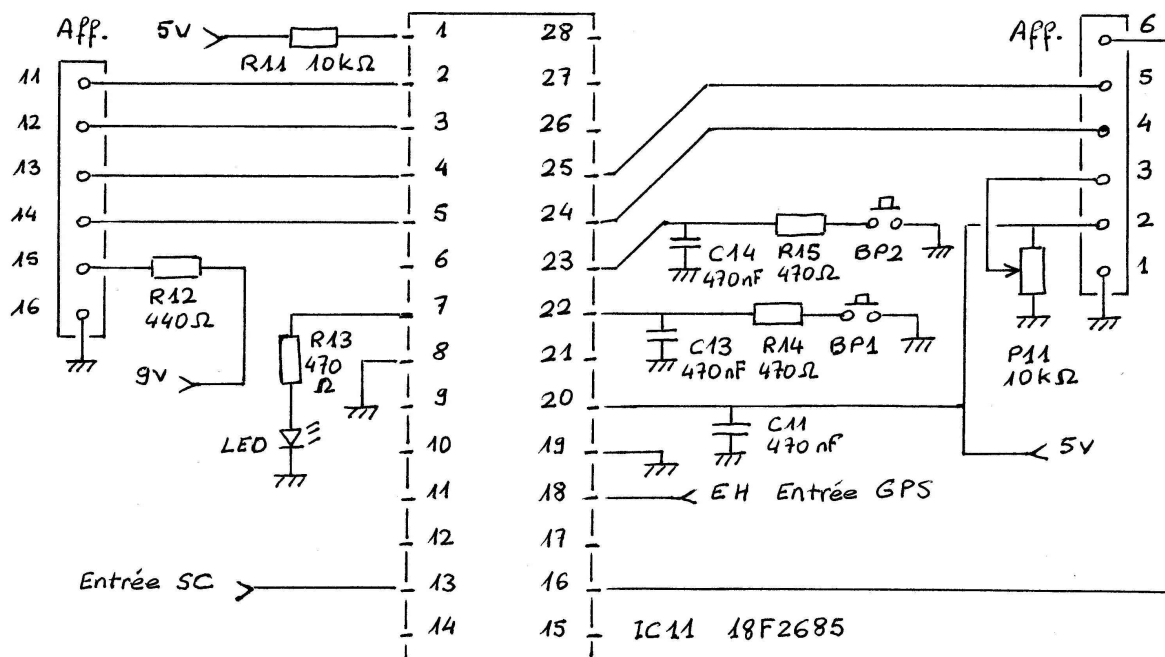


Schéma n°1 : Le PIC et son afficheur

Les connexions de l'afficheur sont présentées en 2 blocs : les broches 1 à 6, et les broches 11 à 16. Sur l'afficheur, toutes ces broches sont alignées ; les broches 7 à 10 ne sont pas utilisées. La broche 3 permet de régler le contraste grâce au potentiomètre P11. Le rétroéclairage est alimenté par les broches 15 et 16. La résistance R12 sert à limiter le courant consommé. Avec 440 Ω (2 résistances de 220 Ω en série), ce courant est assez faible, de l'ordre d'une dizaine de milliampères. On peut lire l'écran de nuit sans tirer trop

d'énergie sur l'accumulateur. Pour voir un peu mieux l'affichage, il faut réduire cette valeur, à 220  $\Omega$  par exemple.

Pour le PIC, nous avons construit nos prototypes avec des 18F2685-I/SP en version DIL 28. Nous avons testé la version 18L2685, qui fonctionne tout aussi bien. Une version adaptée du logiciel devrait pouvoir tourner sans problème sur le 18F2682, le petit frère du 2685.

Le programme du PIC intègre un algorithme de reconstitution des créneaux quand la réception est perturbée par le bruit. Quand les créneaux sont plus courts que les 1,25 ms ou 2,50 ms attendus (transmission à 400 bauds), ils sont reconstitués. Il faut juste que 15 créneaux consécutifs dans la trame de synchronisation initiale soient reçus correctement sans perturbation pour déclencher l'acquisition.

### Le circuit d'entrée et de mise en forme des signaux

Nous avons repris le montage du décodeur de F6HCC, le pionnier dans le décodage des trames par les radioamateurs [3]. Les signaux reçus sont filtrés, puis amplifiés (TLC272) et mis en créneaux (74HC14) (Schéma n°2). Comme amplificateur opérationnel, nous avons utilisé un TLC272 pour son aptitude à travailler en 5V monotension. Le filtre du premier étage est suivi par un amplificateur avec un gain de 10. Le troisième étage est réalisé par un trigger pour envoyer au PIC des signaux bien carrés.

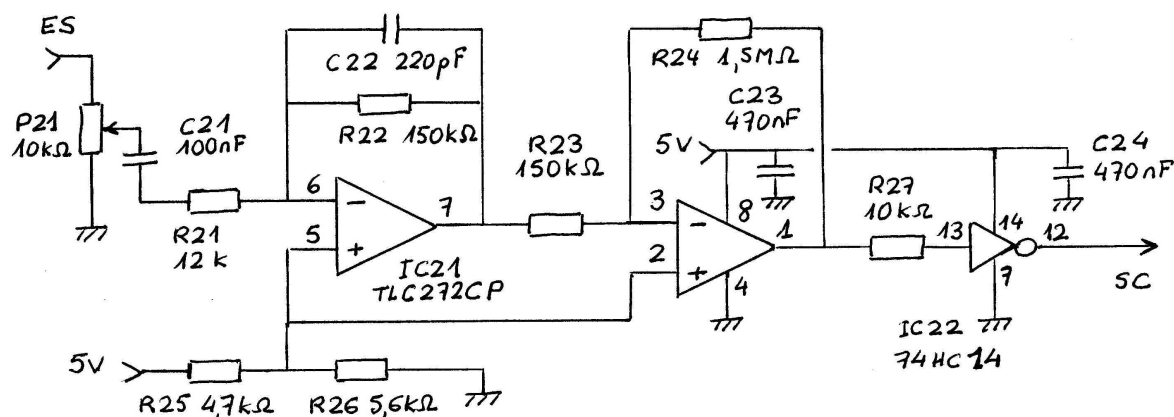


Schéma n°2 : Le circuit d'entrée et de mise en forme des signaux

Sur le schéma, ES représente l'entrée du signal (connecté à la sortie « discriminateur » du récepteur), et SC la sortie en créneaux qui va au PIC.

Première remarque : le PIC a été programmé pour accepter indifféremment les signaux en logique positive ou négative. Le passage par le trigger (74HC14) inverse les signaux ; il est donc possible d'utiliser 2 triggers (voire plus) en cascade au lieu d'un si cela peut faciliter le dessin du circuit imprimé.

Seconde remarque, pour obtenir la plus grande sensibilité possible, il faut agir sur P21 à l'entrée et éventuellement sur le gain de ce second étage (rapport R24 sur R23). Mais augmenter le gain du deuxième étage amplifie aussi le bruit. La plus grande sensibilité est obtenue quand on est capable de décoder des trames dans des signaux radio les plus faibles possibles. Et ce n'est pas en augmentant le gain qu'on obtient cette grande sensibilité. Par exemple nous avons fait nos essais avec un récepteur portable AOR 8000. Ce récepteur a été équipé d'une sortie « discriminateur » avec une résistance de 10 k $\Omega$  en

série. La sensibilité la plus grande du décodage a été obtenue pour P21 au tiers de sa course (signal d'entrée divisé par 3).

Le réglage de cet étage d'entrée est capital car une grande sensibilité permet de recevoir et de décoder les trames à grande distance. Le problème, c'est que chaque récepteur fournit un signal décodé associé à un niveau de bruit qui lui est propre. Il faudrait régler l'entrée du décodeur avec le récepteur. Pour nos essais, nous avons utilisé une balise d'exercice de très faible puissance, qui a exactement les caractéristiques en fréquence et en modulation d'une vraie balise, mais qui ne fournit que quelques milliwatts (il ne lui manque que l'étage de puissance pour sortir 5W). Avec cette microbalise et un atténuateur calibré, nous pouvons facilement ajuster les réglages du décodeur de trames pour obtenir la plus grande sensibilité possible.

### L'entrée GPS

Le GPS n'est utilisé que pour récupérer l'heure. Elle est lue dans les trames de type \$GPGGA. L'entrée GPS1 est en haute impédance ( $R31 = 330\text{ k}\Omega$ ), alors que l'entrée GPS2 est isolée par un optocoupleur (CNY 17-3) (Schéma n°3). La sortie EH de cette partie est l'« Entrée Horloge » du PIC.

Le système a été testé avec des GPS Garmin comme l'Etrex ou le GPS 18, et des GPS Trimble. Nous utilisons un GPS provenant d'une tête de radiosonde Modem (Trimble Copernicus), mais n'importe quel GPS capable de transmettre les trames \$GPGGA du standard MNEA peut fonctionner (c'est une des trames standard transmises par les GPS).

Cette entrée GPS est facultative. Le décodage fonctionne très bien sans GPS connecté. L'heure reste alors à 8888Z.

Quant à la lettre Z, initialement destinée à l'identification du décodeur qui reçoit la trame dans un fonctionnement en réseau, elle n'est modifiable que dans le logiciel.

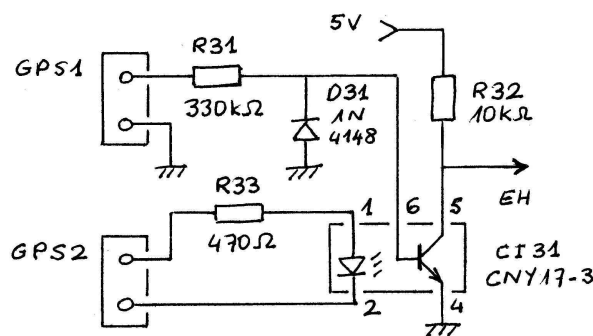


Schéma n°3 : La lecture de l'heure par réception GPS

### Le circuit d'alimentation

Le système a été conçu pour fonctionner en 9V ou en 12V (Schéma n°4).

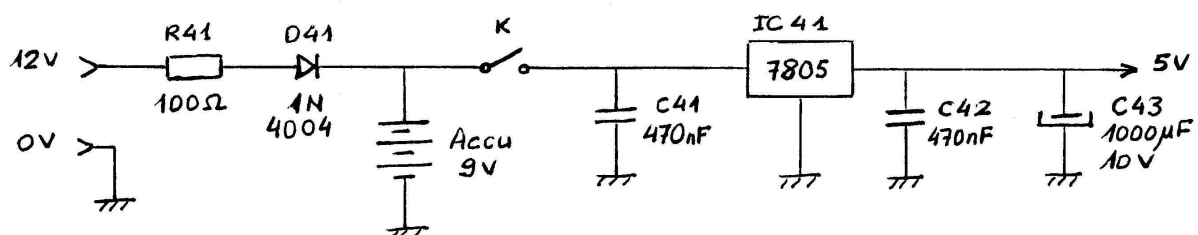


Schéma n°4 : La partie alimentation

Comme filtrage sur la ligne d'alimentation, nous avons utilisé des 470 nF (C11, C12, C13, C23, C24, C41, C42). Cette valeur n'est pas critique : des capas de 100 nF ou 220 nF peuvent aussi convenir.

### Circuit imprimé

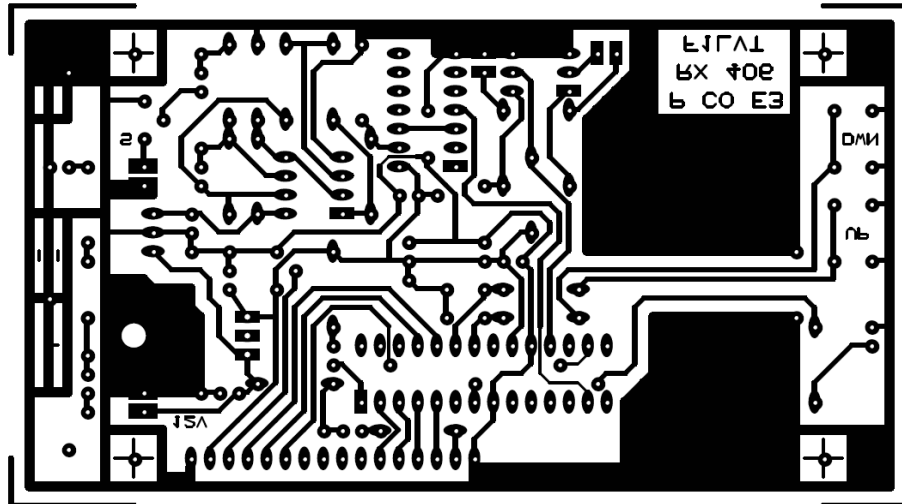


Figure 1 : Dessin du circuit imprimé

Le circuit imprimé est présenté sur la Figure 1. Des pastilles supplémentaires ont été ajoutées pour pouvoir utiliser des condensateurs au pas de 2,54 ou 5,08 mm.

Le circuit imprimé a été prévu pour de nombreuses variantes, par exemple l'alimentation du circuit d'entrée (ampli op) peut être en 8V (comme sur le montage de F6HCC) ou en 5V. Avec une alimentation par accu 9V, tous les circuits sont alimentés avec la tension 5V stabilisée. On peut alors ne monter qu'un seul régulateur, un 7805 et ponter le second régulateur.

Le point marqué 12V est le point d'arrivée de la tension d'alimentation quand le montage est alimenté en 12V. Si le système est câblé avec un accumulateur 9V pour le rendre autonome, il faut utiliser la partie gauche du circuit pour mettre R41, D41, et l'interrupteur, et ce point est alors à 9V.

La version « pdf » à l'échelle 1 devrait être disponible sur le site ADRASEC 38 / Pages Techniques [2], ou auprès de l'auteur.

Attention avant de monter les supports des circuits intégrés, il ne faut pas oublier de câbler le strap sous le 74HC14 et les 2 straps sous le PIC.

## Liste des composants

### Composants actifs :

IC11	Microcontrôleur	IC11	PIC 18F2685-I/SP	DIL28
IC21	Ampli op	IC21	TLC272	DIL8
IC22		IC22	74HC14	DIL14
IC31	Optocoupleur	CNY 17-3		DIL6
IC41	Régulateur	7805		
LED		Rouge $\Phi$ 3 mm		
D31		1N4148		
D41		1N4004		
Afficheur		LCD 20 x 4 (voir la paragraphe consacré à cet afficheur)		

### Résistances

R11	10 k $\Omega$
R12	220 $\Omega$
R13, R14, R15	470 $\Omega$
R21	12 k $\Omega$
R22, R23	150 k $\Omega$
R24	1,5 M $\Omega$
R25	4,7 k $\Omega$
R26	5,6 k $\Omega$
R27	10 k $\Omega$
R31	330 k $\Omega$
R32	10 k $\Omega$
R33	470 $\Omega$
R41	100 $\Omega$
P11, P21	Potentiomètre 10 k $\Omega$ linéaire de CI

### Condensateurs

C11, C12, C13	470 nF
C21	100 nF
C22	220 pF
C23, C24	470 nF
C41, C42	470 nF
C43	1000 $\mu$ F / 10V électrochimique

### Divers

K	Interrupteur M-A
BP1, BP2	2 Boutons-poussoirs
Supports CI	28 br, 14 br, 8 br, 6 br
Embase Jack 3,5 (connexion récepteur)	
Embase Jack 2,5 (connexion GPS)	
Connecteur pour l'afficheur	

Coût approximatif des composants critiques :

PIC 18F2685 : 9 € HT chez Farnell  
difficile à trouver sur Ebay, environ 10 € les 2 PIC (port compris)  
Afficheur LCD 20x4 : 9 € (port compris)  
Tous les autres composants sont très standard.

### Les afficheurs 4 lignes de 20 caractères

Le seul problème que nous avons eu lors du développement, ce sont les afficheurs LED à 4 lignes de 20 caractères. Les afficheurs commandés chez Farnell à 17,70 € HT pièce (plus port), de référence POWER TIP PC2004LRU-AWB-H-Q, n'ont jamais voulu fonctionner ! Nous nous sommes aperçu in fine que la tension à appliquer pour le contraste était une tension négative, ce qui est beaucoup plus compliqué quand on ne dispose sur la carte que du 5V. Ce n'était pas expliqué sur le site Farnell, ni sur les documentations.

En solution alternative, nous avons trouvé sur Ebay des afficheurs qui fonctionnent très bien à moins de 9 € port compris à l'unité (ou 36 euros TTC port compris par paquet de 5) [5] (Photo 2). Choisir de préférence un modèle rétroéclairé pour pouvoir lire les trames de nuit. On trouve différentes couleurs de type blanc sur fond bleu ou noir sur fond jaune. Nous avons préféré le très classique noir sur fond vert avec rétroéclairage, mais c'est une affaire de goût. Cet afficheur est tout à fait lisible sans rétroéclairage (pour économiser la batterie), et avec l'éclairage, on peut utiliser le décodeur de nuit.



*Photo 2 : Afficheur 4 lignes de 20 caractères, identification : "HD44780 20X4 Character LCD Display Green backlight 1pcs" de chez Chinaproduct" ou équivalent.*

### Construction et mise au point

Après le montage de tous les composants, il ne reste plus que les réglages.

La première phase, c'est de mettre la carte sous tension sans les CI ni l'afficheur, et de vérifier si la tension de 5V est bien correcte. Si c'est bon, on met en place tous les éléments.

La deuxième phase, c'est le test sous tension. Il faut voir apparaître la page d'accueil : « Recepteur Trames 406 ... ». Si rien ne s'affiche, il faut réduire la tension du contraste. Quand des carrés noirs apparaissent sur les premières lignes, cela veut dire que l'afficheur fonctionne mais pas le microcontrôleur. Si on voit la page d'accueil, c'est bien parti...

La troisième phase, c'est de mettre un signal audio sur l'entrée et de tester le fonctionnement global. On peut le faire avec des trames enregistrées qu'on peut trouver par exemple sur le site de F6HCC [5]. Une autre solution, c'est avec le générateur de trames décrit dans RASEC Infos [6], qui envoie une trame toutes les 5s.

Ce décodeur de trames est relativement facile à construire, et son utilisation est très simple. Toutes les informations contenues dans la trame sont affichées sur l'écran (Photo 3).



*Photo 3 : le système monté et opérationnel, après réception d'une trame de test issu du site de F6HCC [3]*

## Références

- [1] F1LVT « Décodage des balises 406 MHz / Affichage sur 4 lignes des informations contenues dans les trames »
- [2] site ADRASEC 38 / Pages Techniques : <[http://www.adrasec38.fnrsec.org/crbst\\_5.html](http://www.adrasec38.fnrsec.org/crbst_5.html)>
- [3] site F6HCC <<http://f6hcc.free.fr/decodargos.htm>>
- [4] Documents COSPAS SARSAT :
  - "Specifications for COSPAS SARSAT 406 MHz Distress Beacons", C/S T.001 n°, Rev 10, Oct 2009
  - "COSPAS-SARSAT Guidelines on 406 MHz Beacon Coding, Registration and Type Approval", C/S G.005, n°2 Rev 4, Oct 2009
- [5] <[http://cgi.ebay.fr/HD44780-20X4-Character-LCD-Display-Green-backlight-1pcs-/380490469883?pt=LH\\_DefaultDomain\\_0&hash=item5896ffd1fb](http://cgi.ebay.fr/HD44780-20X4-Character-LCD-Display-Green-backlight-1pcs-/380490469883?pt=LH_DefaultDomain_0&hash=item5896ffd1fb)>
- [6] « Générateur de trames de balise 406 MHz pour la vérification du fonctionnement des décodeurs de trames, et pour la construction de balises d'exercice ». RASEC Infos Techniques, n°1, Mai 2011, p 8 – 14