

Optimisation du fonctionnement du HTB et Homing pour les balises 121,5 MHz

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

Cette série d'articles porte sur le « Homing Toutes Bandes », 'HTB' en abrégé. La première partie décrivait cet appareil et son antenne [2]. La deuxième partie portait sur la construction du boîtier et de sa carte électronique [3]. La troisième partie concernait les premiers essais de cet appareil et son fonctionnement [4]. Cette partie porte sur l'optimisation du HBT (« Homing Toutes Bandes ») pour la radiogoniométrie sur les balises de détresse VHF 121,5 MHz.

Les besoins en radiogoniométrie sur 121,5 MHz restent importants. Les balises 406 utilisent toujours la fréquence 121,500 comme fréquence pour la radiogoniométrie sur le terrain. Le Homing est un appareil très performant pour cet usage. C'est pourquoi nous avons étudié plus particulièrement l'utilisation du HTB pour cet usage.

Les essais ont été menés avec une antenne réellement taillée pour 121,5 MHz, c'est-à-dire avec 2 dipôles de 2 x 60 cm espacés de 60 cm. Pour les récepteurs, nous avons utilisé deux récepteurs très différents : un récepteur AOR portable AR8000 et un ICOM IC-Q7. Le HTB est intercalé entre le récepteur et l'antenne (Photo 1). Quelques essais ont aussi été faits avec un MVT7100. Deux balises ont été utilisées pour ces essais, une véritable Joliet JE2 et une balise de très faible puissance (moins d'un milliwatt).

Dans l'article précédent, nous avons vu qu'il était possible de modifier la fréquence de commutation des antennes en jouant sur la résistance R13. A l'intérieur du HTB, pour ces essais, les diodes D11 et D14 n'étaient pas montées sur la carte.

De tous ces essais, il ressort que la fréquence idéale de fonctionnement du HTB est autour de 450 ou 500 Hz pour la radiogoniométrie sur les balises 121,5 MHz en Homing AM. Pour obtenir cette fréquence de commutation de 450 Hz, il faut utiliser **R13 = 33 kΩ**, ce qui donne $T = 2,3$ ms (440 Hz lus au fréquencemètre).

Avec cette fréquence de 450 Hz (ou une fréquence voisine, ce n'est vraiment pas critique) quel que soit le récepteur AM, le HTB fonctionne très bien avec une indication très précise du galvanomètre Gauche - Droite. L'aiguille reste complètement collée d'un côté sur presque 180° et reste collée de l'autre côté sur les autres 180°. Le basculement du galvanomètre Gauche - Droite est très net. On entend faiblement une note qui disparaît totalement quand les 2 antennes sont équidistantes. Cette disparition de la note correspond exactement au passage par zéro du galvanomètre.

Quelques variantes du fonctionnement nominal en Homing AM

En faisant des essais à différentes fréquences de commutation, nous avons retrouvé un fonctionnement correct en Homing AM avec une fréquence de commutation vers 1500 Hz. Cela correspond à $R13 = 3,3 \text{ k}\Omega$.



Photo 1 : Essais du HTB en Homing sur balise 121,5 MHz

Autre point de fonctionnement intéressant, avec $R13 = 220 \text{ k}\Omega$, on a une fréquence de commutation autour de 100 Hz. Le Homing fonctionne correctement sur cette fréquence avec un récepteur comme l'AR8000. Avec l'IC-Q7 les résultats sont un peu moins probants lorsque le signal est fort, même si le Homing fonctionne encore. La modulation à 100 Hz due à la commutation n'apparaît pas dans le signal BF envoyé par le récepteur car elle est coupée par le filtre de sortie BF. Alors comment le Homing peut encore fonctionner à cette fréquence-là ? Il est probable que cela provient de la constante de temps de la CAG du récepteur qui est trop longue pour compenser les variations de niveau dues à la commutation des antennes ; ceci provoque une modulation à 100 Hz décodée par le démodulateur synchrone du HTB. La dynamique de la CAG de l'IC-Q7 est probablement assez faible sur signaux forts. Avec des récepteurs comme l'AR8000 ou le MVT7100, le Homing fonctionne tout à fait correctement. C'est un cas où on peut souder toutes les diodes D11 à D16 sur la carte.

Même si ces deux variantes présentent un intérêt certain, nous utiliserons 450 Hz comme principale fréquence de fonctionnement en Homing AM. Cette fréquence idéale de commutation des antennes (450 Hz) et indépendante de la fréquence VHF ou UHF sur laquelle on fait de la radiogoniométrie.

Fonctionnement en TDOA (Homing FM)

En TDOA (Time Difference Of Arrival – Homing FM), il faut utiliser un récepteur avec démodulation FM (plus précisément NBFM). Cela ne peut fonctionner qu'avec une émission avec porteuse, quelle que soit la modulation AM ou FM de cette porteuse.

Nous avons fait des essais en TDOA sur une émission avec porteuse, toujours avec la même l'antenne. La fréquence idéale de fonctionnement du HTB en TDOA est très différente de celle du Homing AM. Elle est autour du kilohertz. On retrouve la fréquence préconisée par Mike WA7ARK [7]. Cette fréquence est environ le double de celle du fonctionnement en Homing AM. Avec **R13 = 10 kΩ**, on obtient une fréquence de commutation de 900 Hz (T = 1,1 ms, 910 Hz mesurés au fréquencemètre).

En fonctionnement on entend clairement la tonalité aigüe à 1 kHz dans la BF. Quand les 2 dipôles sont à égale distance de la balise, la tonalité disparaît et l'aiguille du galvanomètre passe par la position centrale.

Le TDOA fonctionne très mal à 450 Hz (la fréquence Homing AM), et inversement l'Homing AM fonctionne très mal à 1 kHz. Ceci montre une fois de plus qu'il ne faut pas confondre les 2 types de fonctionnement, même si le boîtier du HTB permet de faire l'un ou l'autre en changeant juste la valeur de la résistance R13.

Construction d'un Homing adapté à la fréquence des balises 121,5 MHz : Homing pour les ADRASEC

Par rapport aux descriptions du HTB dans les articles précédents, pour construire un Homing AM adapté à la recherche des balises de détresse 121,5 MHz, il faut :

- une antenne Homing taillée pour 121,5 MHz, avec des dipôles de 2x 60 cm espacés de 60 cm ;
- ne pas câbler les diodes D11 et D14 ;
- R13 = 33 kΩ pour une fréquence de commutation autour de 450 Hz ;
- utiliser un récepteur calé sur la fréquence de travail, avec une démodulation AM.

Circuit imprimé du « Homing Toutes Bandes »

La Photo 2 montre le circuit imprimé du « Homing Toutes Bandes », côté composants et côté soudures. Ses dimensions extérieures sont 82 mm x 39 mm. Attention aux 2 pontages qu'il faut souder en premier.

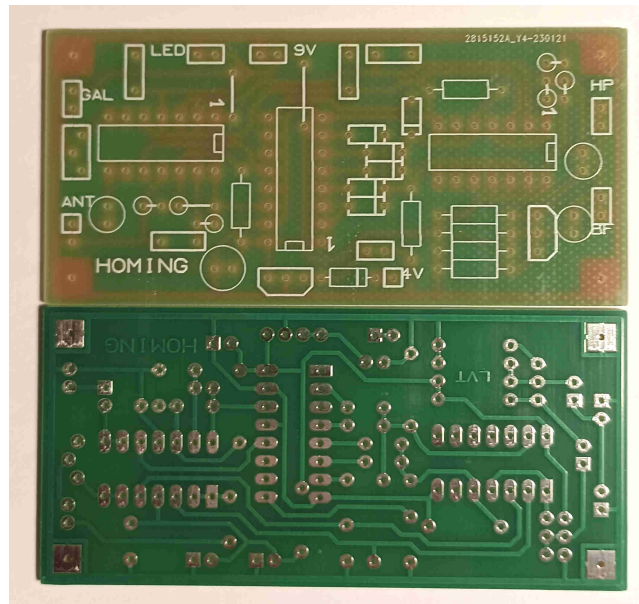


Photo 2 : Le circuit imprimé du boîtier « Homing Toutes Bandes », côté composants et côté soudures

Synthèse

Les essais pratiques ont permis de bien préciser le système à utiliser pour réaliser un Homing adapté à la radiogoniométrie sur les balises de détresse 121,5 MHz. Il faut utiliser une fréquence de commutation des antennes voisine de 450 Hz. Pour ce dispositif, il faut utiliser une antenne correctement taillée pour cette fréquence, avec un récepteur en démodulation AM.

Avec le même montage HTB, on peut réaliser un système TDOA, mais il faut commuter les antennes à une fréquence voisine du kilohertz.

Ces fréquences de commutation (450 Hz en Homing AM et 900 Hz en Homing FM) ne sont liées qu'à la modulation et au fonctionnement du HTB ; elles ne dépendent pas de la fréquence VHF ou UHF écoutée.

Tous les éléments donnés dans cette série d'article permettent de construire un radiogoniomètre Homing avec le même montage de base appelé HBT (pour « Homing Toutes Bandes »). Il peut être décliné en plusieurs versions :

- Homing AM 121,5 MHz adapté à la recherche des balises de détresse (récepteur AM, fréquence de commutation = 450 Hz, antenne taillée pour 121,5 MHz) ;
- Homing AM adapté à la localisation de toute émission dans les bandes VHF – UHF (récepteur AM, fréquence de commutation = 450 Hz) ;
- radiogoniomètre TDOA permettant de localiser toute émission avec porteuse (récepteur FM, fréquence de commutation = 900 Hz, antenne éventuellement raccourcie).

Des Homing AM tout intégrés ont été développés il y a quelques dizaines d'années par des sociétés comme L-Tronics avec entre autres le L-Per. En France la société Euclide Systèmes a construit ce type de goniomètre pendant quelques années. Tous ces systèmes sont devenus introuvables de nos jours, alors que le système du Homing AM est vraiment un

appareil sensible, précis, et particulièrement bien adapté à la radiogoniométrie sur les balises de détresse.

Les travaux que nous venons d'exposer permettent de construire un radiogoniomètre Homing AM avec un récepteur séparé. Seule la partie 'boîtier HTB' reste à construire ; elle est relativement simple, sans aucun réglage. Il existe déjà des systèmes TDOA fonctionnant avec un récepteur séparé, mais cela n'existe pas en Homing AM à notre connaissance.

Pour notre part nous avons développé quelques versions plus évoluées, comme par exemple l'utilisation d'un afficheur à 2 lignes à la place du galvanomètre [5]. Nous avons aussi construit une version où les temporisations et la base de temps du montage sont pilotées par un PIC 12F683. Cela simplifie la construction de la carte électronique au prix de la programmation d'un microcontrôleur, mais le fonctionnement global reste inchangé. Ces variantes numériques sont surtout adaptées à une réalisation par petites séries.

Références

[1] JPY / F1LVT « Le système TDOA (Time Difference Of Arrival) en radiogoniométrie et sa transformation en Homing »

<http://www.f1lvt.com/files/432-TDOA-Homing.89.pdf>

[2] JPY / F1LVT « Homing Toutes Bandes »

<http://www.f1lvt.com/files/432a-HomingToutesBandes-P1.266.pdf>

[3] JPY / F1LVT « Construction d'un HBT »

<http://www.f1lvt.com/files/432b-HomingToutesBandes-v3-P2.275.pdf>

[4] JPY / F1LVT « Montage et fonctionnement du HBT »

<http://www.f1lvt.com/files/432c-HomingToutesBandes-v3-P3.276.pdf>

[5] JPY / F1LVT « Affichage LCD en remplacement d'un galvanomètre à zéro central -- Application au Homing »

<http://www.f1lvt.com/files/433-HomAffLCD.105.pdf>

[6] Joe Leggio / WB2HOL, "SIMPLE Time-Difference-Of-Arrival RDF"

<http://theleggios.net/wb2hol/projects/rdf/tdoa1.htm>

[7] Mike Mladejovsky, WA7ARK, « Switched Capacitor Matched Filter FM DF Circuit »

The Utah Amateur Radio Club: "Homing-type" DF antenna units

http://www.utaharc.org/rptr/ark_df_desc.html