

Décodage des trames 406 en utilisant la dérivée du signal audio provenant de la prise écouteur du récepteur

(Troisième partie)

Jean-Paul YONNET

F1LVT@yahoo.fr

www.F1LVT.com

La carte « DérivAudio » s'intercale entre la prise BF du récepteur (prise écouteur) et le décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ». Ce montage effectue la dérivation du signal audio, en particulier des pics dus à la modulation PSK. La dérivation de chaque pic donne un double pic. En détectant les doubles pics ainsi générés, le montage reconstitue le signal modulant en créneaux, qui est ensuite traité par le décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ».

La carte « DérivAudio »

La carte est construite autour d'un quadruple Amplificateur Opérationnel de type TLC2274 (Photo 1). Cette carte électronique s'intercale entre la sortie écouteur et le décodeur.

La carte « DérivAudio » comporte deux étages :
-- un premier étage de dérivation du signal audio. Cette dérivation est réalisée par le flanc d'un filtre de type passe-bande centré autour de 30 kHz et qui coupe à 40 dB/décade,
-- un second qui reconstitue le signal de la modulation.

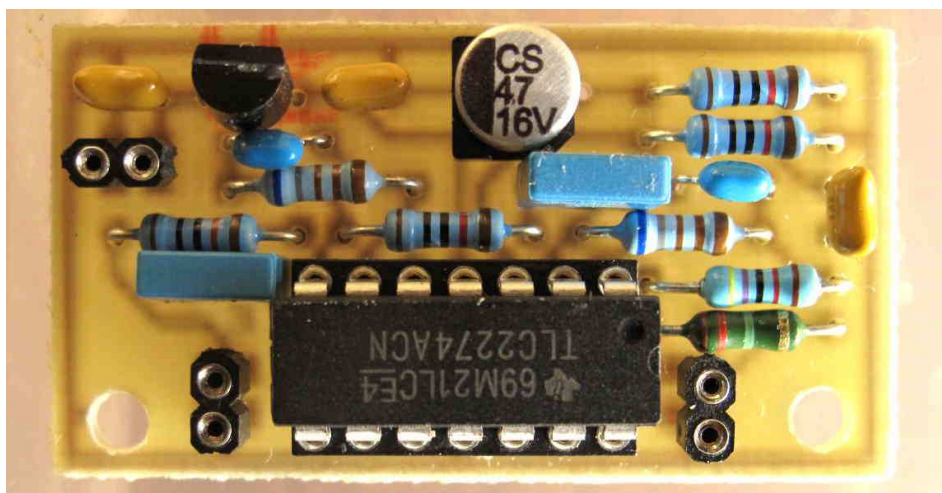


Photo 1 : La carte « Dérivaudio »

Schéma du montage « Dérivaudio »

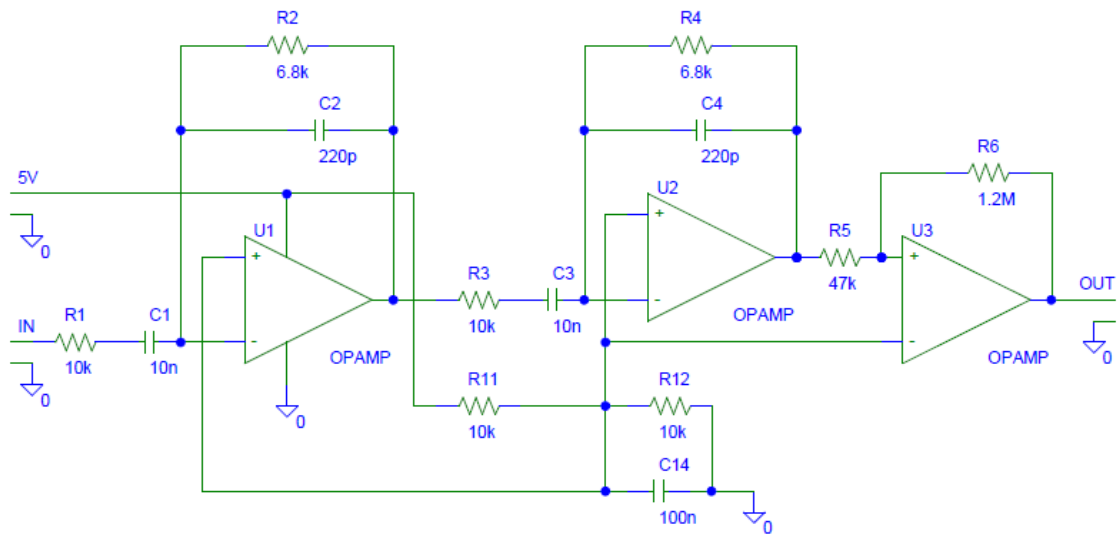


Figure 1 : Schéma du montage « Dérivaudio »

Le montage fonctionne avec 3 amplificateurs opérationnels. Au début nous avons testé des montages beaucoup plus complexes, en particulier avec des systèmes de correction automatique d'amplitude. Le montage final présenté ici est beaucoup plus simple. Les deux premiers amplificateurs sont montés en filtre passe-bande. Les valeurs des composants sont à respecter pour obtenir un fonctionnement correct. Le troisième amplificateur opérationnel est monté en comparateur. Le seuil du comparateur peut être modifié par la résistance R5. Avec R5 = 47k, le décodeur fonctionne parfaitement sur la sortie écouteur de récepteurs comme le MVT 7100 et l'AR 8000. Pour d'autres récepteurs, il faut augmenter cette résistance R5.

Circuit imprimé et implantation des composants

Le dessin du circuit imprimé est montré sur la Figure 2. Sa taille est de 24 mm x 46 mm. Sa surface est plus petite que celle d'une pile 9V.

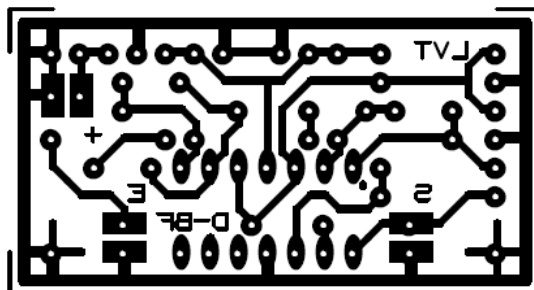


Figure 2 : Circuit imprimé (côté composants)

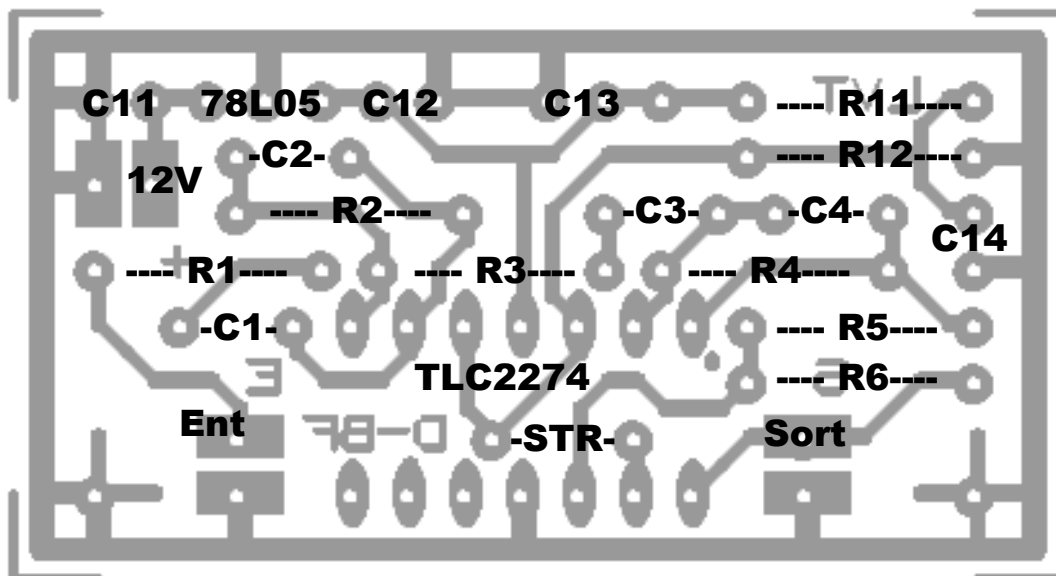


Figure 3 : Implantation des composants

Lors de la mise en place des composants, il ne faut pas oublier de commencer par câbler le pontage en dessous du support de l'amplificateur opérationnel. Ensuite, comme les composants sont assez serrés sur la carte, il est préférable de les monter dans l'ordre croissant d'épaisseur : résistance, support CI, condensateurs 100 nF, etc.

Le montage est relativement simple à construire, avec des composants faciles à trouver. Pour aider ceux qui ont des problèmes de fabrication des circuits imprimés ou d'approvisionnement du circuit TLC2274, une petite série de ces éléments est disponible [1].

Liste des composants

Résistances

R1, R3	10 kΩ
R2, R4	6,8 kΩ
R5	47 kΩ (voir texte)
R6	1,2 MΩ
R11, R12	10 kΩ

Condensateurs

C1, C3	10 nF
C2, C4	220 pF (entre 220 pF et 1 nF)
C11, C12, C14	100 nF
C13	10 à 100 μF électrochimique, ou tantale

Composants actifs

IC1	TLC 2274
IC2	78L05

Divers

Support 14 br

Procédure de réglage du seuil

Il faut d'abord régler le seuil de fonctionnement du comparateur. Ce seuil dépend du récepteur. Il faut ajuster la résistance R5. Le seuil S (en volts) vaut : $S = R5 / 500\ 000$ [S est en volts et R5 en Ohms]. Pour $R5 = 47\text{k}\Omega$, S vaut 100 mV. Si on dispose de moyens de visualisation (oscilloscope), on peut mesurer le seuil de détection des pics et déterminer R5. Sinon, il est relativement facile de trouver expérimentalement la valeur de R5.

Quelle que soit la méthode, pour régler le seuil il faut utiliser une balise qui génère des trames avec une **véritable modulation PSK à +/- 1,1 radian**. La carte « DérivAudio » a été conçue pour ce type de modulation.

Attention aux pseudo-balises, réalisées avec un émetteur dans la bande 400 ou 430 MHz modulé en FM et non en PSK. Il faut regarder de près la modulation obtenue, mais les pics en sortie du démodulateur risquent d'être un peu (ou beaucoup) avachis, et la carte « DérivAudio » ne permettra pas de récupérer correctement le signal modulant.

Les montages qui génèrent une véritable modulation PSK à +/- 1,1 radian ne sont pas nombreux. Il y a bien évidemment les **vraies balises 406 MHz**, ou les balises 406 d'exercice comme celles qui équipent les zones. Il existe aussi les montages à construire comme la balise « **La Plume** » [2] ou la balise « **Quart de Watt** » [3], qui génèrent une vraie modulation PSK à +/- 1,1 radian. La variation de phase y est réalisée par des lignes à retard commutées par des diodes PIN. La fréquence de la balise n'a pas d'importance, pourvu que le récepteur soit calé sur la fréquence de la balise (éventuellement à 2 kHz près pour les récepteurs au pas de 5 kHz).

Il faut mettre en route la balise, le récepteur avec le module « DérivAudio » connecté et le volume à fond. La sortie du module « DérivAudio » est envoyée sur le décodeur « DECTRA – 4 lignes ».

Pour déterminer le seuil du comparateur, il faut remplacer R5 (47 k Ω) par une résistance variable de 200 k Ω sur la carte « DérivAudio ». On part de la résistance minimale. Au début on ne décode rien. Puis on arrive à un seuil S_{\min} pour lequel on commence à décoder. Toujours en augmentant la résistance, on arrive ensuite à nouveau seuil S_{\max} pour lequel le décodeur s'arrête de fonctionner. Au-delà de S_{\max} , on ne décode plus rien. Il faut bien repérer les positions S_{\min} et S_{\max} , et se placer juste au milieu : c'est le seuil moyen S_{moy} . Il faut mesurer la valeur de la résistance correspondant à S_{moy} , et remplacer la résistance variable par une résistance fixe R5.

Quand ce réglage initial est fait, le décodage doit fonctionner parfaitement et de façon très fiable, dès que le signal reçu est suffisant.

Il n'est pas possible d'essayer tous les récepteurs qui existent sur le marché. Pour tous les récepteurs non testés, il serait intéressant pour toute la communauté de faire partager aux autres les résultats qui ont été obtenus pour la mesure de ce seuil du comparateur.

Quant aux récepteurs SDR comme les Baofeng, les résultats ne sont pas très bons. Ils sont présentés en Annexe 1.

Différents montages

La carte « DérivAudio » peut être utilisée sous forme d'un module autonome à insérer entre le récepteur et le décodeur. Ce module peut être alimenté par une pile 9V par exemple. Sa faible consommation, de l'ordre de 5 mA, permet d'avoir une autonomie importante.

Autre solution, la petite taille de la carte permet de la loger directement dans un décodeur « DECTRA – 4 lignes » (Photo 2). En faisant 2 entrées sur le boîtier, une pour le signal « discriminateur » et une pour le signal audio venant de la prise écouteur, vous pouvez vous adapter à de nombreuses configurations.



Photo 2 : Module « DérivAudio » installé dans un décodeur DECTRA en cours de montage. Comme le circuit imprimé du décodeur n'occupe qu'une partie du dos de l'afficheur, la place est suffisante pour mettre le module « DérivAudio » à côté (Photo : F1AVR - ADRASEC 38).

Procédure d'utilisation de la carte « Dérivaudio

- 1- Connecter l'entrée de la carte « Dérivaudio » sur la prise écouteur du récepteur (Jack 3,5)
- 2- Connecter la sortie de la carte « Dérivaudio » sur le décodeur (Jack 3,5),
- 3- Mettre sous tension tous les éléments : le décodeur, la carte « Dérivaudio » et le récepteur
- 4- Monter le volume du récepteur à fond. On n'est pas gêné par le bruit car le Jack inséré dans l'entrée écouteur coupe le haut-parleur.
- 5- Ecouter les trames 406 avec un autre récepteur pour vérifier le bon fonctionnement de la chaîne de décodage

Synthèse

Le module « DérivAudio » permet d'utiliser la prise « écouteur » du récepteur. C'est une petite carte électronique qui s'intercale entre le récepteur et le décodeur. Elle permet de reconstituer le signal en créneaux qui effectue la modulation PSK.

Ce module est assez simple à construire. Il ne fonctionne qu'avec un TLC2274 et quelques composants périphériques.

Ce module peut s'intégrer dans un adaptateur équipé d'un câble avec un Jack 3,5 pour la connexion sur la prise « écouteur » du récepteur, et d'un câble de liaison avec le décodeur « DECTRA – 4 lignes ». Il est aussi possible d'ajouter cette carte à l'intérieur du décodeur, et de lui faire 2 entrées : une pour une liaison avec la sortie discrici » d'un récepteur et une autre pour une liaison directe sur la prise « écouteur ».

La procédure d'utilisation est très simple : brancher le module « DérivAudio » sur la prise écouteur et mettre la BF à fond et ouvrir le squelch. La sortie du module est connectée au décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ».

La seule difficulté, c'est de régler au départ le seuil de fonctionnement du comparateur. Ce seuil dépend du récepteur. La procédure de détermination expérimentale de la valeur de R5 est assez simple.

Pour tester la carte « DérivAudio » ou pour régler le seuil du comparateur, il faut utiliser une balise qui génère des trames avec une **vraie modulation PSK à +/- 1,1 radian**. La carte « DérivAudio » a été conçue pour ce type de modulation.

Si votre récepteur n'est pas équipé d'une prise « discriminateur », le montage de cette prise peut être complexe. L'utilisation de ce module permet de vous affranchir de cette modification du matériel et de pouvoir décoder avec une grande fiabilité dès que les signaux sont suffisamment forts.

Références

[1] Circuit imprimé et TLC2274 pour la construction de la carte « DérivAudio »

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

[2] Balise « La Plume »

<http://www.f1lvt.com/files/237-Article--La-Plume--V2.74.pdf>

[3] Balise « Quart de Watt »

<http://www.f1lvt.com/files/242b-Balise-QuartDeWatt-Part1-V6.283.pdf>

<http://www.f1lvt.com/files/243b-Balise-QuartDeWatt-Part2-V4.284.pdf>

Annexe 1

Les essais qui ont mal fonctionné et ceux qui restent à faire

Les récepteurs SDR de type Baofeng

Dans les récepteurs SDR, comme le Baofeng UV-5R (circuit RDA1846), il n'est pas possible d'ajouter une sortie discriminateur (Photo A1). Comme ces récepteurs sont très bon marché (seulement quelques dizaines d'euros), ils sont très populaires. La possibilité d'utiliser la sortie audio pourrait être très intéressante.



Photo A1 : BAOFENG UV-5R utilisé pour les essais

Les premiers essais ont été très décevants. Les signaux à l'oscilloscope paraissaient à peu près exploitables, mais le décodeur en bout de chaîne avait du mal à fonctionner. On arrivait à décoder le début de la trame, mais la fin était mal décodée. Les séries de créneaux à 1,25 ms passaient bien, mais ceux à 2,5 ms n'étaient pas toujours bien décodés.

Il reste encore des essais à mener pour se faire un avis définitif.

Les émetteurs-récepteurs de voiture

L'écoute et le décodage des balises 406 peuvent être effectués par des émetteurs-récepteurs de voiture (TX mobile). Nous n'avons pas encore fait d'essai avec ce type de récepteur, mais le décodage devrait fonctionner tout à fait correctement avec la carte

« DérivAudio ». La principale différence, c'est le niveau des signaux BF. Au lieu des 100 à 150 mW des récepteurs portables, un TX mobile est capable de sortir plus de 2W de puissance audio. Ceci correspond à 4V efficaces sur 8Ω, ce qui fait 5,6 volts crête. Le module « DérivAudio » est alimenté en 5V. Autour du point milieu à 2,5V, l'excursion maximale des signaux ne doit pas dépasser 2,5V. En conséquence, pour les TX mobiles il faut placer un atténuateur entre la sortie écouteur et l'entrée du module « DérivAudio ».

Beaucoup de ces TX mobiles sont équipés d'une sortie 9600 bauds. Cette sortie remplace la prise discriminateur, ce qui limite l'intérêt du module « DérivAudio » pour ces récepteurs. .