

## PA et LNA 432MHz au mât d'antenne

Par François, HB9BLF

Depuis quelques années, j'ai rejoint l'équipe HB9XC de la section Pierre-Pertuis à l'occasion du contest UHF-SHF du 1<sup>er</sup> week-end d'octobre à Chasseral. Le QTH est bien dégagé ; il est possible de faire de beaux QSO. La propagation est très variable ; début octobre la météo est souvent en mode pluie, mais il y a parfois de belles surprises.

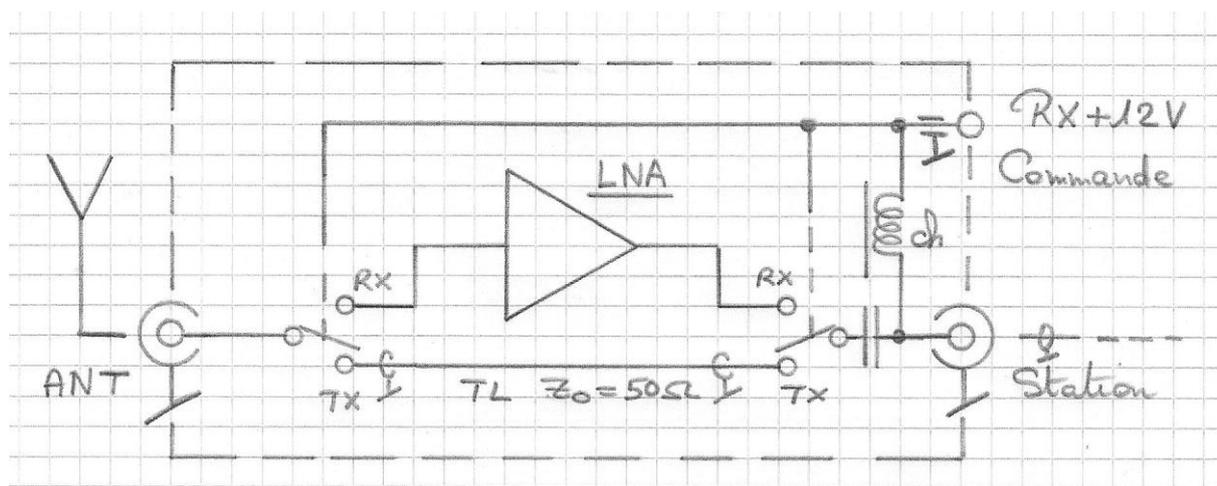
Sur 432MHz, l'équipement habituel est 4x 12EL dj9bv de fabrication HB9OMZ, un PA transistorisé de 80 – 100W et un préampli de réception en tête de mât. Le PA est au pied du mât sous les antennes, ce qui sauve 1-2dB de pertes de câble d'antenne, mais pour être franc, ça « manque un peu de jus ». Il faudrait un PA qui sorte la puissance légale pour s'amuser un peu plus.

Un PA à tubes céramiques nécessite plusieurs tensions, dont une létale de 2500V voir plus, ainsi que la tension de chauffage des filaments, la tension pour la grille écran, un gros ventilateur pour envoyer un flux d'air significatif à travers les ailettes de refroidissement des anodes... Complicé. Ce PA a sa place habituellement à la station, à côté du transceiver.

On peut maintenant trouver des platines de PA à LDMOS qui sortent 500W, voir 1KW sur 432MHz. Elles sont alimentées par une tension unique de 50V.

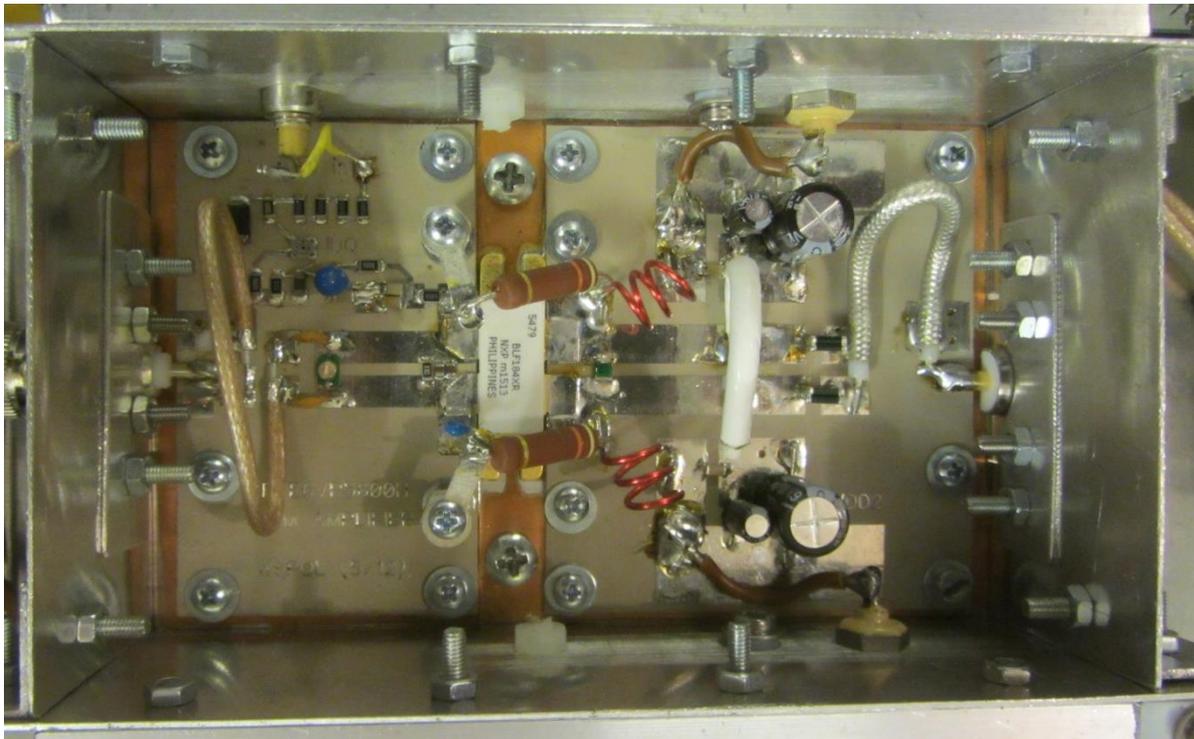
L'alimentation doit pouvoir délivrer 20A, respectivement 40A. Il faut aussi un gros radiateur à ailettes, éventuellement une petite ventilation, mais c'est tout. Moins compliqué à mettre en œuvre qu'un PA à tubes, finalement.

Sur les bandes UHF-SHF, le préampli de réception est placé directement sous les antennes, pour minimiser la longueur et donc la perte du câble de liaison entre antenne et préampli. C'est important, car les pertes du câble d'antenne, en plus d'atténuer le signal que l'on veut recevoir, augmentent le bruit dans le système de réception



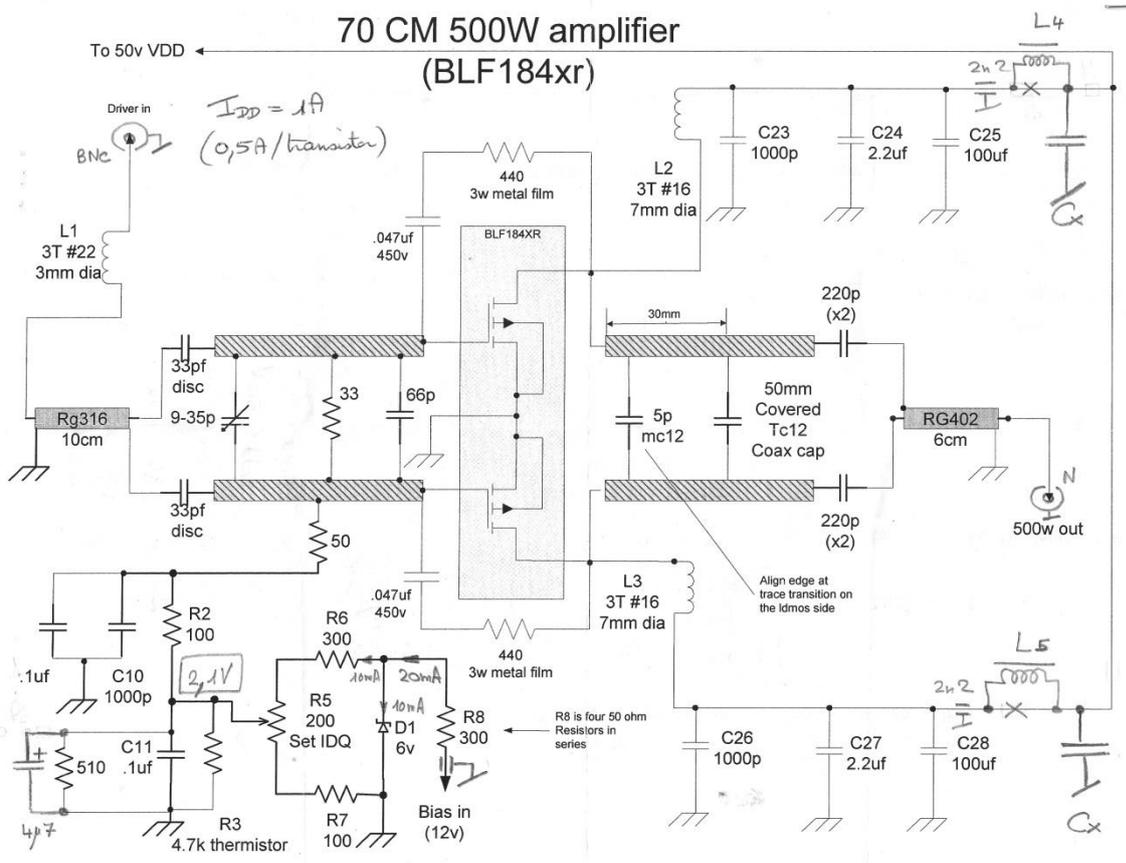
**Fig. 1 : Schéma d'un préampli de réception placé au mât d'antenne**

En mode RX, la station de base envoie, à travers un séquenceur, une tension de +12V qui fait tirer les relais et alimente le LNA (Low Noise amplifier ; ampli à faible bruit). En mode TX cette tension est à 0 et la puissance HF passe à travers les relais qui sont au repos. Lorsque la STN est éteinte, les relais sont aussi au repos, ce qui protège le LNA contre des décharges statiques qui pourraient l'atteindre à travers l'antenne.



**Fig. 2 : platine PA LDMOS de W6PQL, dans son enclos avec la connectique**

Après quelques recherches et des discussions avec HB9TLN, j'ai décidé d'acquérir une platine PA à LDMOS fabriquée par W6PQL. Ce PA peut sortir 500W sur 432MHz avec un gain de 16dB. Au centre sur l'image du haut et en blanc, il y a le LDMOS (deux transistors dans le même boîtier pour un montage en « push-pull »).



**Fig. 3 : Schéma du PA 70cm 500W de W6PQL**

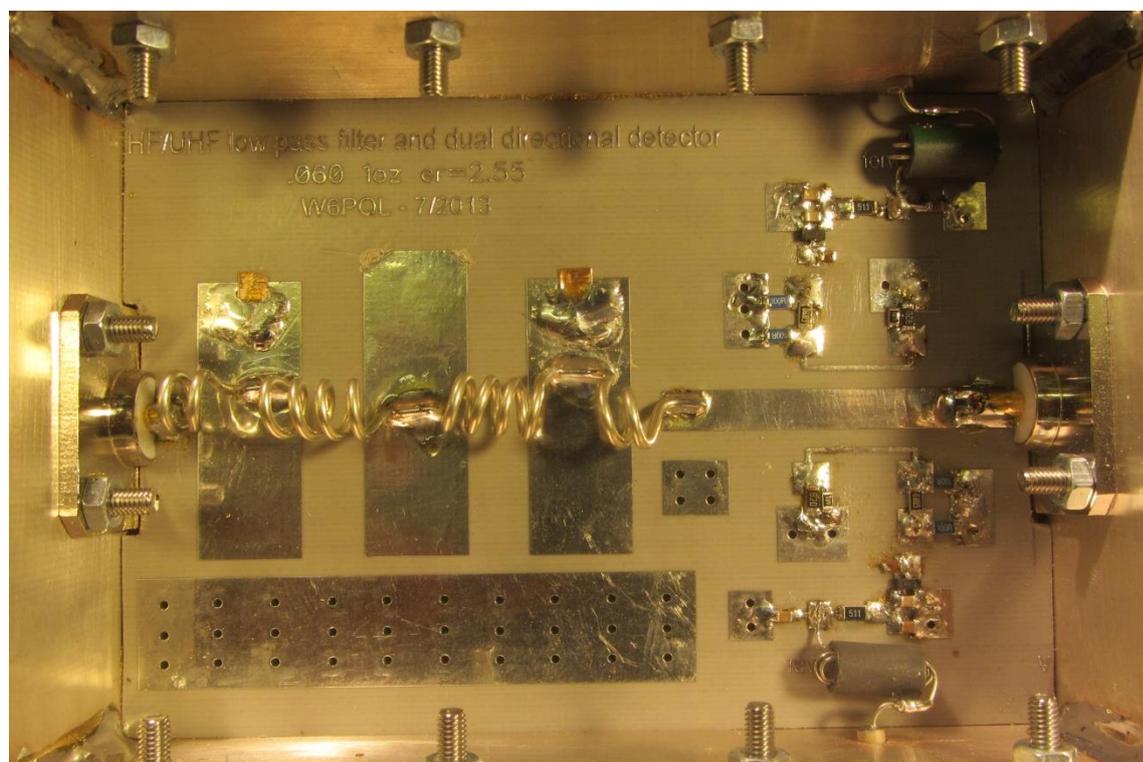
Le LDMOS est soudé directement sur un dissipateur thermique (copper spreader) qui est une plaque (un palet) de cuivre de 12mm d'épaisseur et de dimensions 13cm x 8cm. La plaque en cuivre est montée sur un gros radiateur à ailettes en alu. Ce montage est nécessaire pour évacuer la chaleur dissipée par le transistor.

Le PCB (Printed Circuit Board) à gauche du LDMOS porte les lignes d'adaptation d'impédance (symétriques) et un bout de coax qui réalise la conversion asymétrique / symétrique depuis l'entrée. Le plan de masse du PCB (dessous) est pressé contre la plaque de cuivre qui est la connexion de masse des transistors.

Le PCB à droite du LDMOS contient les lignes symétriques pour l'adaptation d'impédance de sortie ; la conversion asymétrique / symétrique est aussi assurée par un bout de coax entre ces lignes et le connecteur de sortie. La capacité Tc12 est réalisée à l'aide d'un morceau de câble coaxial ouvert ; sa longueur correspond au quart de la longueur d'onde sur 1296MHz, pour réaliser une forte atténuation de l'harmonique 3 (shunt différentiel).

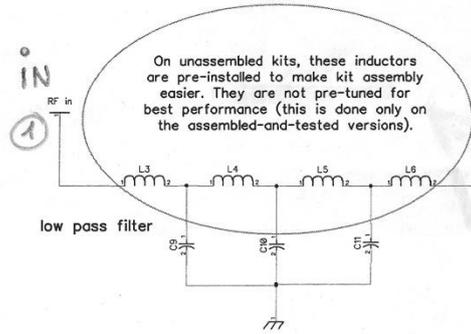
J'ai monté la platine PA dans un enclos en alu fait sur mesure et connecté par un grand nombre de vis sur les côtés du dissipateur en cuivre. Le tout est fermé en-dessus par un grillage qui laisse s'échapper la chaleur dissipée par les composants du circuit de sortie.

La [fig. 4](#) est une vue de la platine filtre passe-bas de W6PQL. Le filtre passe-bas est à gauche. Il a 4 inductances et 3 capacités ; sur 70cm, ces dernières sont réalisées avec des surfaces de cuivre vis-à-vis du plan de masse qui est de l'autre côté du PCB. Ce PCB est aussi utilisé sur des fréquences plus basses (jusqu'à 50MHz) ; sur ces fréquences, des capacités sont ajoutées en parallèle contre la masse et les inductances ont des valeurs plus élevées (voir le schéma et le tableau des valeurs à la [fig. 5](#)).

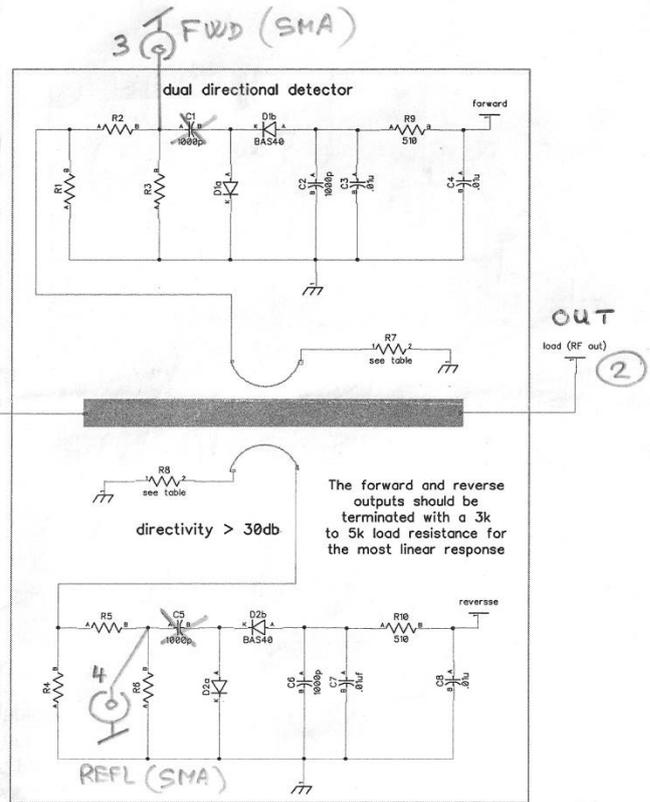


**Fig. 4 : Filtre passe-bas de W6PQL avec coupleur directionnel**

1 KW LPF and dual directional detector assembly  
total insertion loss is < 1/10 db (7-2013 version)



coupling is very loose at 50 MHz, so the sensitivity of the SWR trip on the control board, and the sensitivity of the bar graph display amplifier must be increased for this band. R2 on the control board should be changed to 100k. R21 on the REV power display board should be changed to 22k



50 MHz	70 MHz	144 MHz	222 MHz	432 MHz	component
-53db	-50db	-43db	-40db	-34db	coupler forward sample level
4 turns #16 .325 ID	4 turns #16 .25 ID, .5 long	3 turns #16 .25 ID, .375 long	2 turns #16 .195 ID, .187 long	2 turns #16 .165 ID, .250 long	L3, L6
8 turns #16 .325 ID	7 turns #16 .25 ID, .70 long	5 turns #16 .25 ID, .500 long	4 turns #16 .195 ID, .375 long	4 turns #16 .165 ID, .375 long	L4, L5
4x 15pf 1x 10pf 3kv ceramic	4 x 15pf 3kv ceramic	4x 5pf 3 kv ceramic	2x 5pf 3kv ceramic	pcb only	C9, C11
4x 22p 3kv ceramic	4 x 22pf 3kv ceramic	5x 5pf 3kv ceramic	3x 5pf 3kv ceramic	pcb only	C10
3 db	6 db	10 db	13 db	16 db	forward attenuator
0 db	0 db	0 db	3 db	6 db	reverse attenuator
120 ohms	120 ohms	100 ohms	100 ohms	82 ohms 1/2w	R7, R8

Attenuation	R1, R3 or R4, R6	R2 or R5
0 db	not used	jumper (zero)
3 db	300	17
6 db	150	33
10 db	100	69
13 db	82	100
16 db	69	150
20 db	62	250

10dB  
10dB

The values in the table above have been optimized for best performance, and are different than the ones shown in the online web article

**Fig. 5 : Schéma du filtre LPF avec coupleur directionnel de W6PQL**

Le PCB est livré avec seulement les inductances soudées. Vous devrez souder vous-même les composants SMD du coupleur directionnel (SWR-meter). Les composants SMD sont assez gros. Avec un fer à souder correct et une loupe pour vérifier le travail, c'est faisable sans problème.

Il faudra aussi faire un réglage fin en étirant ou comprimant un peu les inductances pour minimiser le SWR du filtre (Là, vous avez besoin d'un SWR-meter et d'une charge fictive de 50Ω). Sans rien faire, le mien avait un SWR de 1,2. J'ai un peu espacé les spires des inductances du milieu et légèrement resserré celles des inductances des bords (L3, L6).

Sur la droite du PCB, vous pouvez voir le coupleur directionnel. Il a des redresseurs à diodes. Pour la 1<sup>ère</sup> utilisation, j'ai connecté aux sorties « forward » et « reverse » des ampèremètres de 1mA avec en série R=1,5KΩ.

Maintenant, j'ai débranché les redresseur et installé 2 sorties HF avec connecteurs SMA (FWD et REFL sur le schéma). Ces sorties vont sur des détecteurs logarithmiques externes basés sur un chip de Analog Devices, le AD8307. Cet IC donne à la sortie une tension DC qui correspond au logarithme de la puissance d'entrée (pente de 26mV/dB). Cela permet de réaliser un Wattmètre et un SWR-meter avec affichage à la station.

**Fig. 6 : Détecteurs logarithmiques (2x)**



Une vue de l'intérieur de la boîte est à la fig. 7, ci-contre.

**Fig. 7 : intérieur de la boîte**

Si l'on se réfère au schéma du système (fig. 8, page suivante), le câble coax venant de la station de base est connecté à l'entrée « I/O » de la boîte ; le relais Z3 commute la station entre l'entrée du PA et la sortie du préampli (LNA).

De l'autre côté, le relais Z1 commute l'antenne entre la sortie du PA (à travers le LPF et le coupleur) et l'entrée du préampli de réception (à travers le filtre passe-haut).

Le relais Z2 est un relais de protection. Il tire et connecte l'antenne au relais Z1 si l'alimentation 50V est présente. S'il n'y a pas de tension d'alimentation, ni le PA ni le

LNA ne sont connectés à l'antenne. Cela évite que des décharges d'électricité statique, s'écoulant à travers l'antenne puissent atteindre le PA.

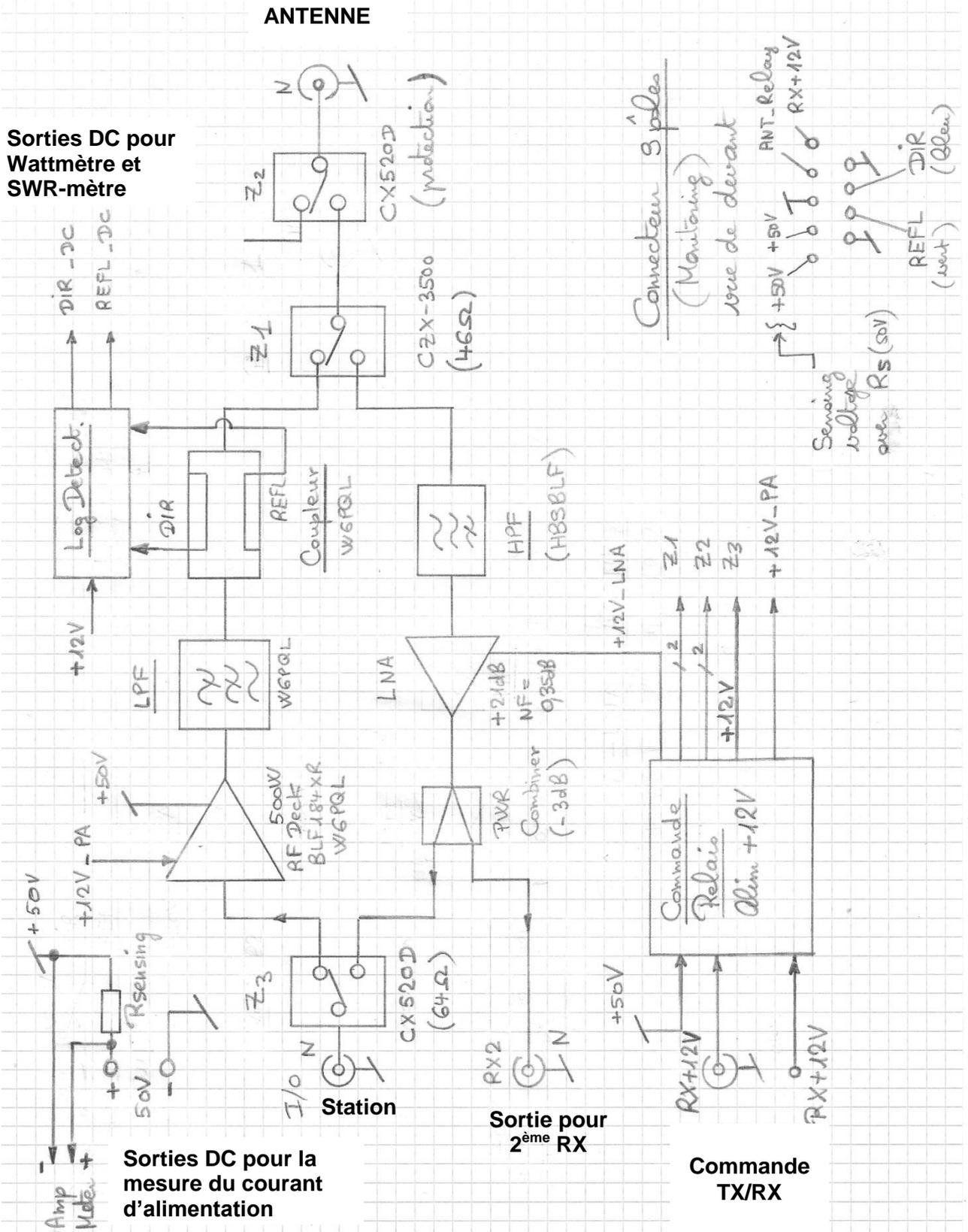
**Pub** Headset pour l'aviation Libérez vos oreilles !



[www.phonak-communications.com](http://www.phonak-communications.com)

Boom Microphone ultra léger, combiné avec un écouteur adapté à la forme de l'oreille (Moulé à partir d'une empreinte).

- Excellente qualité audio
- Microphone directionnel pour l'atténuation des bruits ambiants
- Confortable toute la journée
- Ne couvre pas la tête ; pas de pression désagréable, pas de transpiration



**Fig. 8 : Boîte PA-LNA 432MHz, schéma bloc**

Le principe de la commande TX/RX est identique à celui de la fig. 1 (LNA seul). Si la tension de commande « RX+12V » est à zéro, les relais Z1 et Z3 sont au repos et le système est en mode émission (le PA est connecté à l'antenne).

En réception, le séquenceur de la station envoie la tension de commande de +12V. Les relais Z1 et Z3 tirent et l'antenne est connectée au LNA.

La sortie du LNA va sur un « power-splitter » qui partage son signal de sortie entre le relais Z3 (station) et une prise pour un 2<sup>ème</sup> récepteur.



**Fig. 9 : boîte de contrôle, câble pour le 50V (blanc), alimentation 50V et câble de liaison (gris) entre le PA-LNA et la boîte de contrôle.**

Un câble à 8 fils connecte la boîte de contrôle (ampèremètre, PWR et SWR mètres) au « PA-LNA ». La commande « RX+12V » venant du séquenceur de la station passe aussi à travers ce câble via la boîte de contrôle.

L'alimentation 50V est un modèle « pour systèmes de télécommunication » trouvé par Florian HB9HLH. Elle peut sortir 22 ampères, ce qui est suffisant pour le PA de 500W (max. 18A). Le câble de liaison a 2 brins de 6mm<sup>2</sup> de longueurs 10m. L'alimentation est placée au pied du mât d'antenne.

Le poids de la boîte est de 11Kg.

En service lors du contest le radiateur restait froid. Bon, c'est relatif, car la température extérieure était « fristounette », il pleuvait et en comparaison le reste de la boîte avait une température glaciale... A vérifier en juillet en plein soleil.

Meilleures 73,  
François, HB9BLF

