

Modification d'un relais T800 Série II VHF (136-156MHz ou 148-174MHz) pour utilisation en relais radioamateur « 2 mètres »

*Il existe peut-être une révision plus récente de ce document. Avant toute chose, pensez à [télécharger la dernière révision](#).
Tous les commentaires sont les bienvenus. Vous pouvez les déposer sur mon blog [en cliquant ici](#).*

Description rapide de la procédure

Le changement de fréquences s'effectue en quelques étapes :

- 1 Tiroir récepteur :
 - 1.1 Paramétrage de la nouvelle fréquence via le logiciel TAIT PGM800win ;
 - 1.2 Ajustement du VCO pour la nouvelle fréquence de fonctionnement ;
 - 1.3 Conversion de l'étage d'entrée en version 136-156MHz (pour le T835-2x-xxxx¹ uniquement) ;
 - 1.4 Ajustement du filtre d'entrée sur la nouvelle fréquence.
- 2 Tiroir émetteur :
 - 2.1 Optionnel, selon la variante matérielle : Supprimer la modification OCXO et réinstaller un TCXO ;
 - 2.2 Paramétrage des nouvelles fréquences via le logiciel TAIT PGM800win ;
 - 2.3 Ajustement du VCO pour la nouvelle fréquence de fonctionnement ;
 - 2.4 Ajustement du filtre de sortie sur la nouvelle fréquence.

Avant de vous lancer dans le réalignement des tiroirs, assurez-vous que l'excursion est en accord avec la norme 11F3. Autrement, cela nécessitera des modifications matérielles qui sont heureusement bien documentées dans les manuels techniques rédigés par TAIT.

Références utilisables en 11F3 sans modification de l'excursion : T83x-15-xxxx¹ et T83x-25-xxxx¹.

Le tiroir récepteur sur lequel j'ai travaillé avait été « bricolé », et se trouvait dans une configuration logicielle bloquante car sans aucun lien avec la fonction du tiroir en question. La solution de déblocage est fournie en annexe à ce document.

Les étapes déjà décrites dans [ce document](#) restent applicables pour la version VHF. Je vous invite à l'utiliser en tant que référence.

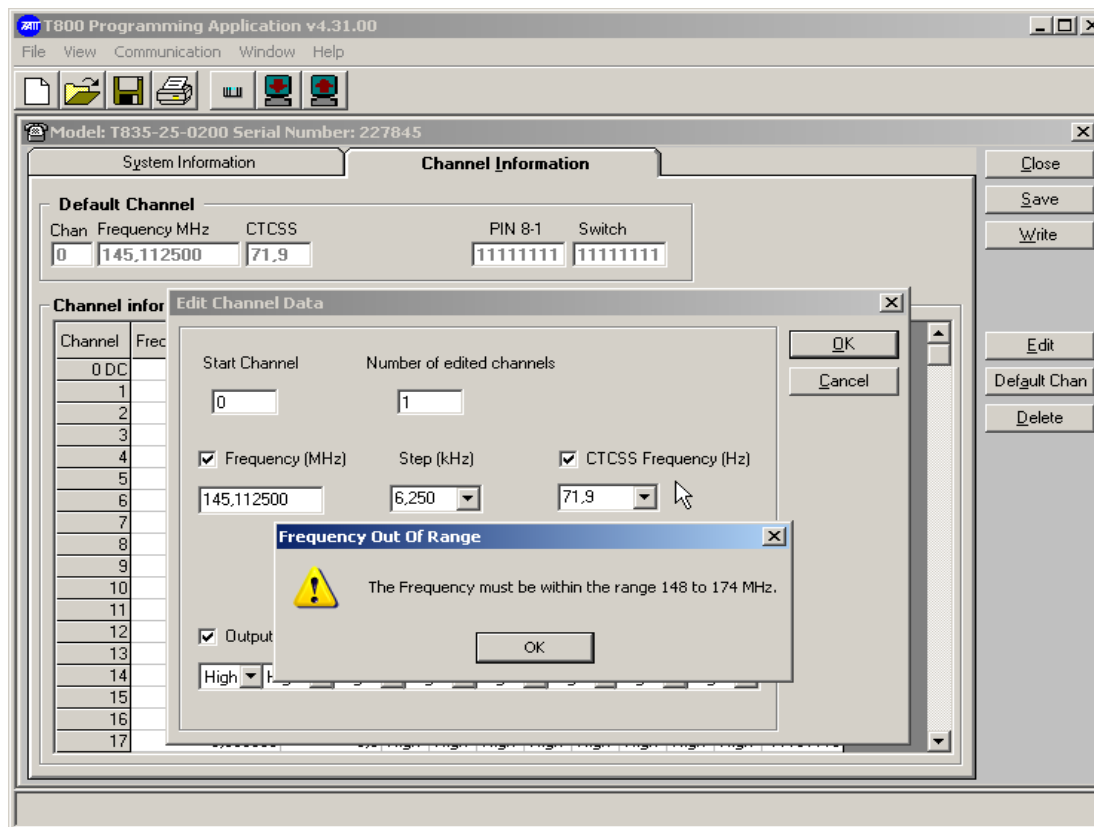
Les liens vers le logiciel, le programmeur et les documents d'alignement sont disponibles en fin de ce document.

¹ x = peu importe le chiffre

1 Tiroir récepteur

1.1 Paramétrage de la fréquence

On ne cherchera pas à modifier le modèle du tiroir récepteur, pour tromper le logiciel de paramétrage, car cela n'apporte rien au fonctionnement. Le logiciel verra que la nouvelle fréquence est hors plage du récepteur et il suffira d'ignorer cet avertissement en cliquant sur **OK** :



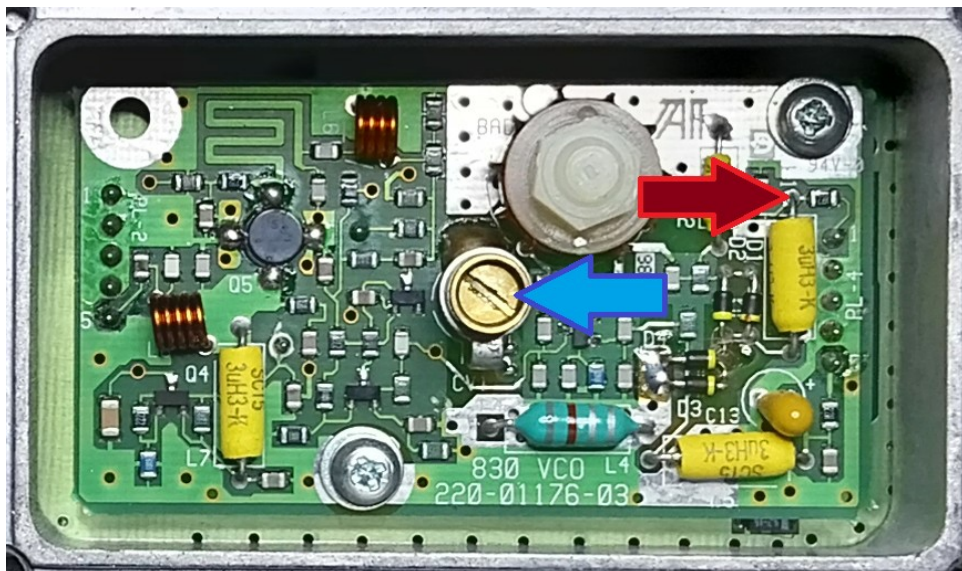
Sur cette capture d'écran, le **Step** est défini à **6,25kHz**. J'aurais pu également mettre **12,5kHz**. Cela n'a aucune importance pour le fonctionnement final du récepteur. Il faut juste que la nouvelle fréquence définie soit en accord avec ce pas. Si j'avais sélectionné 5kHz, le logiciel aurait refusé la saisie puisqu'elle nécessite un pas de 12,5kHz (ou 2 x 6,25kHz).

Seule une seule ligne du tableau de définition des fréquences doit être renseignée. Par défaut, on utilise la ligne 0 et on la définit comme étant le canal par défaut en cliquant sur le bouton **Default Chan** à droite. On doit alors observer l'indication **0 DC** dans la colonne **Channel** du tableau de définition des fréquences. Il faut également placer tous les micro-interrupteurs en position **OFF** (contact ouvert) sur la carte fond de panier, à l'arrière du relais.

Cliquer sur **Write** pour reprogrammer le récepteur. Une fois la programmation terminée, La LED verte nommée **Supply** sur la face avant du tiroir va alors clignoter, ce qui signale que la PLL n'est plus verrouillée.

1.2 Ajustement du VCO

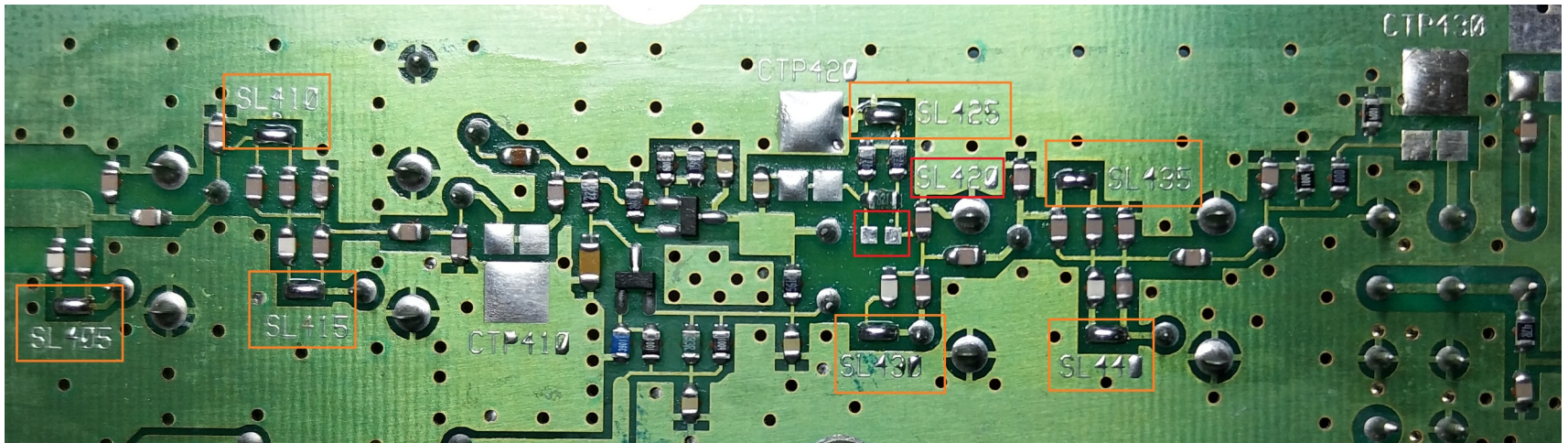
Le point de mesure est la broche de l'inductance pointée par la flèche rouge, et le réglage s'effectue sur le condensateur variable pointé par la flèche bleue :



Régler le condensateur variable afin d'obtenir une tension de 9V sur le point de mesure, à la nouvelle fréquence de fonctionnement, ou s'en approcher autant que possible car il se peut que le VCO ait un peu de mal à s'accorder en dehors de la plage de fréquence pour laquelle il est conçu. Toute valeur comprise entre 5V et 13V est acceptable. Une fois cette tension atteinte, on constate que la LED verte **Supply** cesse de clignoter. Cela confirme le verrouillage de la PLL.

1.3 Conversion de l'étage d'entrée

TAIT a bien fait les choses : Les deux variantes de fréquences VHF « haute » du tiroir partagent une nomenclature de composants identique pour les filtres de l'étage d'entrée. La sélection de la plage de fréquences souhaitée se fait ensuite en plaçant ou en supprimant des ponts de soudure :



Les zones encadrées en orange doivent avoir un pont de soudure entre les deux pastilles carrées, soit, en partant de la gauche vers la droite : SL405, SL410, SL415, SL430, SL425, SL435 et SL440.

La zone encadrée en rouge ne doit pas avoir de pont d'étain : SL420.

1.4 Ajustement du filtre d'entrée

Cette étape nécessite de disposer d'un peu de matériel, mais on n'a pas obligatoirement besoin d'un banc radio à plus de 10000€ !

Un générateur RF de ce type fait largement l'affaire : <https://blog.shibby.fr/2023/05/generateur-rf-500khz-a-470mhz-pour-80e/>

Pour la mesure de SINAD, un simple logiciel d'analyse utilisant la carte son d'un PC suffit : <https://comtekk.com/sinad.htm>

Ce logiciel est utilisable sur une période limitée, mais le coût de la licence pour une utilisation radioamateur sans limitation est plutôt raisonnable. Il suffit de communiquer votre indicatif dans la case **Callsign** avant de cliquer sur le bouton **ADD TO CART**.

Note : Si vous ne recevez pas de réponse de l'éditeur sous 48h (jours ouvrés), prenez contact directement via l'adresse e-mail dédiée aux ventes (Sales) : <https://comtekk.com/contact-us.htm>. De mon côté, l'adresse e-mail utilisée pour l'envoi du code d'activation du logiciel est bloquée par Free avant même d'arriver dans ma boîte de messagerie.

Le réglage des 4 transformateurs du filtre, encadrés en jaune ci-dessous, se fait avec un outil type « clé hexagonale » en matériau non conducteur. Les noyaux en ferrite ont une fâcheuse tendance à se briser lorsqu'ils sont manœuvrés avec un outil trop dur et/ou trop brutalement. Allez-y avec délicatesse, vraiment !

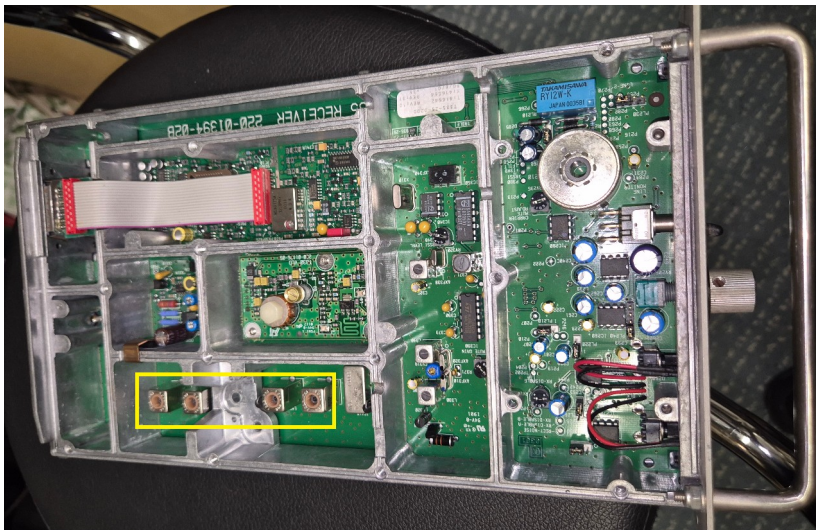


Photo issue du site Internet de G4NAB, modifiée pour illustrer ce chapitre, car je n'en ai pas pris lors de mes manip : <https://g4nab.co.uk/gb3ae-svxlink-vhf-repeater-in-northumberland/>

Le signal audio reçu doit être récupéré sur la sortie ligne du tiroir récepteur : broches 1 et 4 du connecteur DB15 soudé au PCB, avec un pont entre les broches 2 et 3 de votre connecteur DB15 accouplé à celui du tiroir. Ainsi, le signal peut être relié directement sur l'entrée **ligne** (Line-In) de la carte son du PC. Il faudra éventuellement ajuster le réglage de la résistance variable **Line Level** accessible depuis la face avant du tiroir récepteur, pour ne pas saturer l'entrée de la carte son : la distorsion qui en découlerait viendrait fausser la mesure de SINAD.

Le seuil d'ouverture du squelch doit également être défini au plus bas, en ajustant la résistance variable **Gating Sensitivity** également accessible depuis la face avant du tiroir, afin d'entendre le bruit de fond en l'absence d'émission reçue.

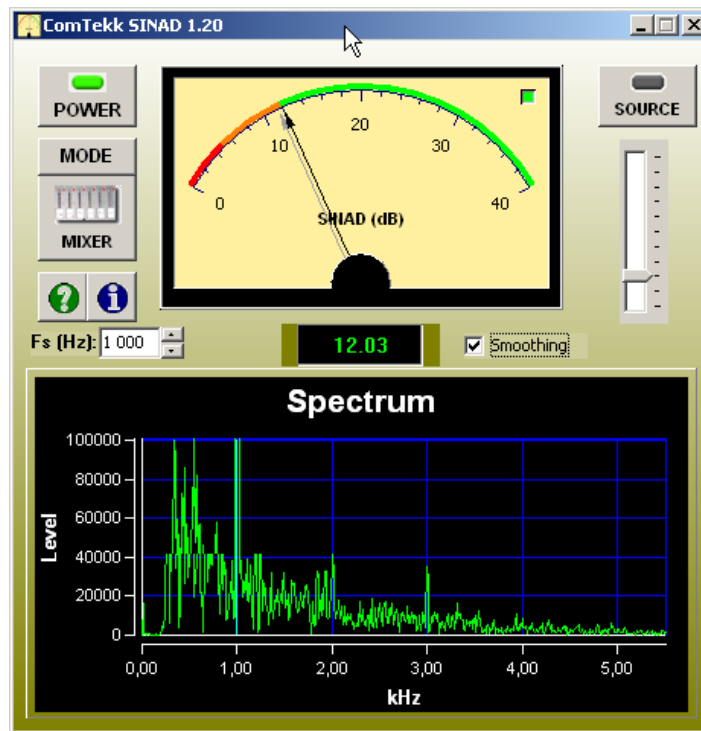
Plug	Link	Function
PL210	[1 - 2] 2 - 3	de-emphasised response flat response
PL220	1 - 2 [2 - 3]	flat response de-emphasised response
PL230 ^a	1 - 2 [2 - 3] 3 - 4	audio input via AUDIO-2 pad audio from internal CTCSS speech filter audio input via I/O pad P250
PL240 ^a	1 - 2	bypass high pass filter
	[2 - 3] or 3 - 4	300Hz high pass filter in circuit
	4 - 5	audio input via PL230 or I/O pad
PL250	[1 - 2] 2 - 3	noise mute carrier mute
PL260 ^b	1 - 2 [2 - 3]	RX-DISABLE link not connected
PL270	[1 - 2] 2 - 3	relay link not connected

Avant de se lancer dans le réglage des filtres, vérifiez que le signal audio fourni en sortie du récepteur est bien désaccentué, car ça sera nécessaire pour l'utilisation finale et cela a également un impact sur la mesure du SINAD. Les cavaliers positionnés sur le PCB juste derrière la face avant doivent être placés comme indiqué sur les lignes surlignées en jaune ci-contre.

Profitez-en pour vérifier la position des autres cavaliers mentionnés dans ce tableau, car les réseaux professionnels peuvent avoir besoin d'accéder aux signaux non filtrés, si le relais était utilisé pour assurer la transmission de données type FFSK ou GMSK.

Après avoir pris toutes les précautions et effectué les vérifications détaillées précédemment, l'objectif est maintenant d'injecter une porteuse modulée à 1kHz avec un niveau de puissance raisonnable. Le générateur désigné au début de ce paragraphe est tout à fait adapté car il fournit un signal radio compris entre -70dBm et -132dBm.

Commencer avec un signal « fort » de -70dBm car le filtre d'entrée du récepteur est très probablement réglé sur une fréquence très éloignée de la vôtre. Et ajuster chaque transformateur en partant toujours de celui qui est le plus proche de la fiche d'antenne, vers la face avant du tiroir. Dès que le signal modulé 1kHz devient audible avec un minimum de bruit de fond, baisser le niveau du signal en sortie du générateur et reprendre le réglage des transformateurs.



L'objectif est d'obtenir un SINAD de 12dB avec le signal le plus faible possible en sortie du générateur.

Dans mon cas, la sensibilité à 12dB SINAD est obtenue à -119dBm. D'autres relais ou postes pro couramment utilisés pour réaliser des relais s'en sortent mieux, mais cette valeur est dans les spécifications de TAIT :

Sensitivity (De-emphasised Response):

Single Channel	.. -117dBm
Bandsread (12dB Sinad)	.. -115dBm (across switching range)

With PL210 and PL220 connected for de-emphasised audio response, the receiver sensitivity should be better than -117dBm, assuming that the audio levels are not being overdriven (refer to [Section 3.4.5](#)).

Une fois le filtre d'entrée réglé, vous pouvez réajuster le seuil d'ouverture du squelch, toujours avec la résistance variable **Gating Sensitivity**, en faisant varier le niveau de signal fourni par le générateur, pour vérifier l'hystérésis du squelch → Le squelch se ferme sur un signal plus faible que celui nécessaire à son ouverture.

Le reste de la chaîne de réception/démodulation est considéré comme étant déjà bien réglé.

2 Tiroir émetteur

Comme pour le tiroir récepteur, il est possible que votre tiroir émetteur ne pré-accentue pas le signal audio, s'il servait à diffuser des données numériques type FFSK ou GMSK. Le traitement de la chaîne audio est défini par des cavaliers situés juste derrière la face avant du tiroir, alignés, à placer comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Seules les positions surlignées en jaune doivent avoir un cavalier présent. Laisser les autres broches sans cavalier.

Plug	Link ^a		Function
PL205	1-2	A	not connected
	[3-4]	B	microphone pre-amp. output to compressor input
	5-6	C	microphone pre-amp. output to multiplexer input
PL210	[1-2]	L	multiplexer output to pre-emphasis input
	3-4	M	multiplexer output to limiter input
	5-6	N	multiplexer output to compressor input
PL215	1-2	G	not connected
	[3-4]	H	compressor output to multiplexer input
	5-6	I	compressor output to limiter input
	7-8	J	compressor output to pre-emphasis input
	9-10	K	not connected
PL220	1-2	D	pre-emphasis output to multiplexer input
	[3-4]	E	pre-emphasis output to limiter input
	5-6	F	not connected

2.1 Optionnel - Suppression de la modification OCXO

Identification d'un relais modifié :



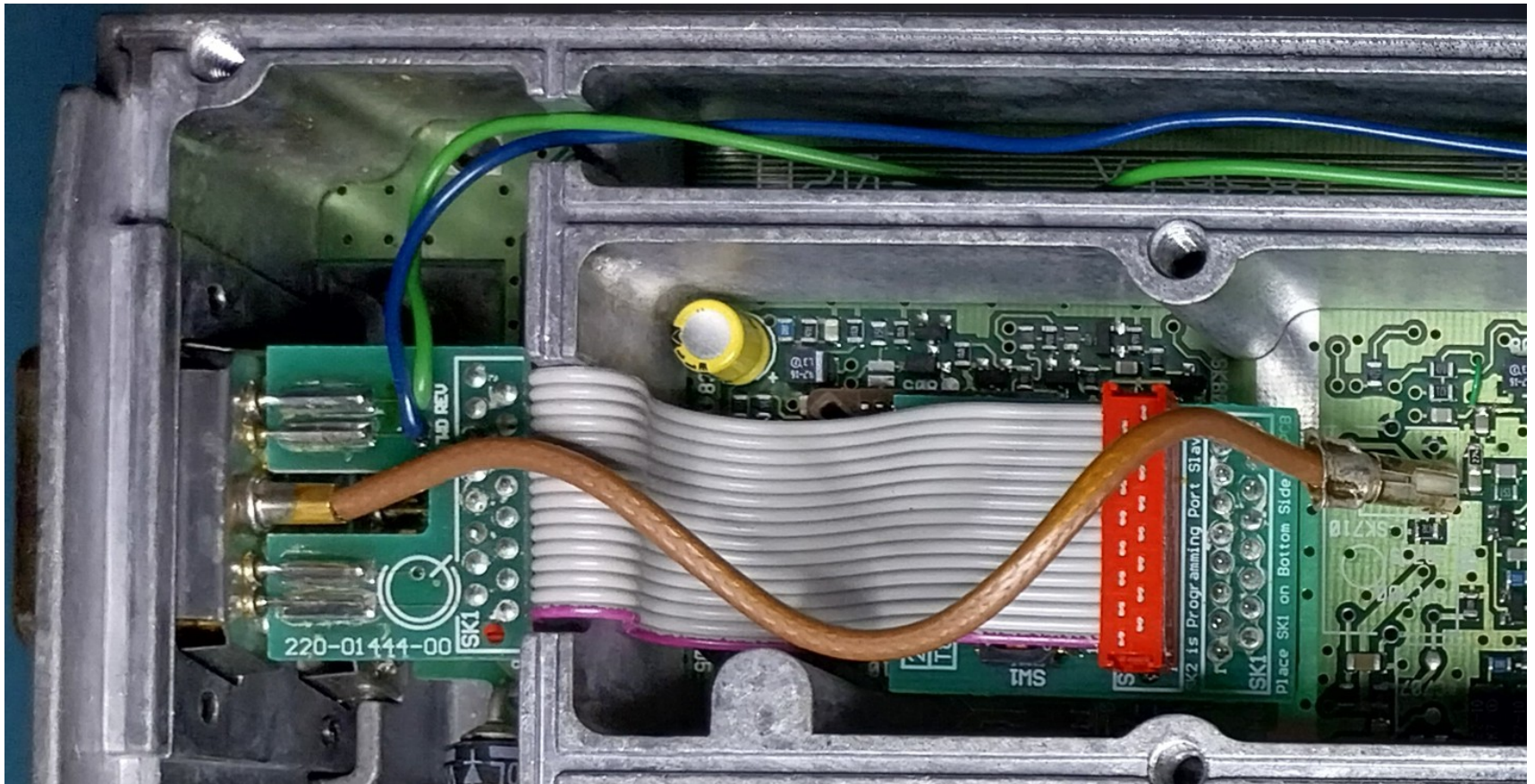
Le connecteur DB15 servant habituellement à la liaison avec les micro-interrupteurs de sélection de canal sur la carte fond de panier est remplacée par un autre modèle de connecteur équipé d'une fiche coaxiale.

Le numéro de variante dans la référence du tiroir indique également cette modification avec le **-0600** :

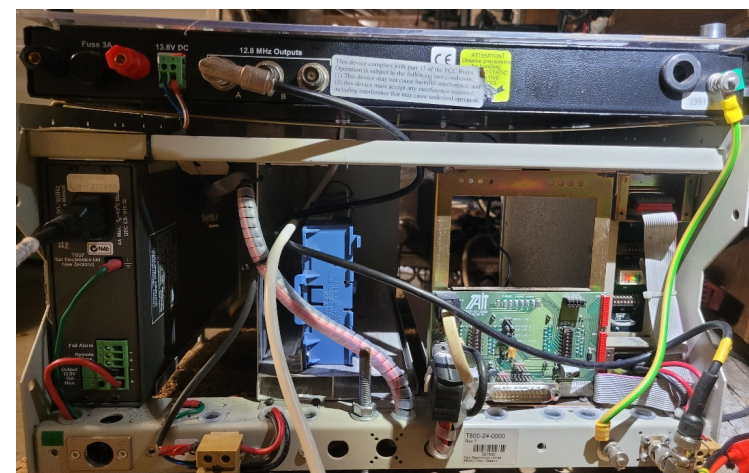
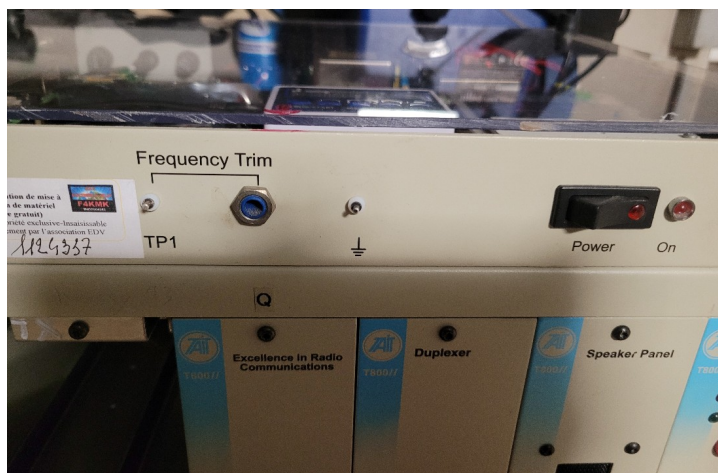
T800 Series *II* - Current Options

Option Nr. T8xx-xx-	Description	Front Panel
0000	Standard Tait Option	Series 2
0100	Exciter / PA - front drive; cyclic keying	Series 1
0200	2nd D-range kit factory fitted	Series 2
0250	2nd D-range kit factory fitted with RSSI board	Series 2
0300	Full Series 1 compatible Ex/PA - front drive; no cyclic keying; audio linked; Guides included	Series 1
0400	Front Drive	Series 2
0500	Cyclic Keying Disabled	Series 2
0600	Transmitter full Quasi Synchronous	Series 2
0602	External reference plug fitted but not connected	Series 2

À l'intérieur, on voit que cette fiche coaxiale est reliée en lieu et place du TCXO :



L'horloge de référence 12,8MHz n'est donc plus générée en interne, mais est fournie par un module OCXO fixé au châssis du rack (photos fournies par F4GVA) :



Carte référence T801-00, P/N : 227-25001-00 T800-06-0000 External Frequency Reference Kit

The T800-06-0000 kit provides an additional D-range plug/PCB assembly which incorporates a miniature RF connector to carry an externally generated 12.8MHz reference signal into a T800 Series II module. This enables the use of very high stability external reference oscillators for special applications.

The D-range PCB is also fitted with a Micromatch socket which can be connected to SK805 in the microcontroller section via the supplied loom to provide access to the channel change lines.

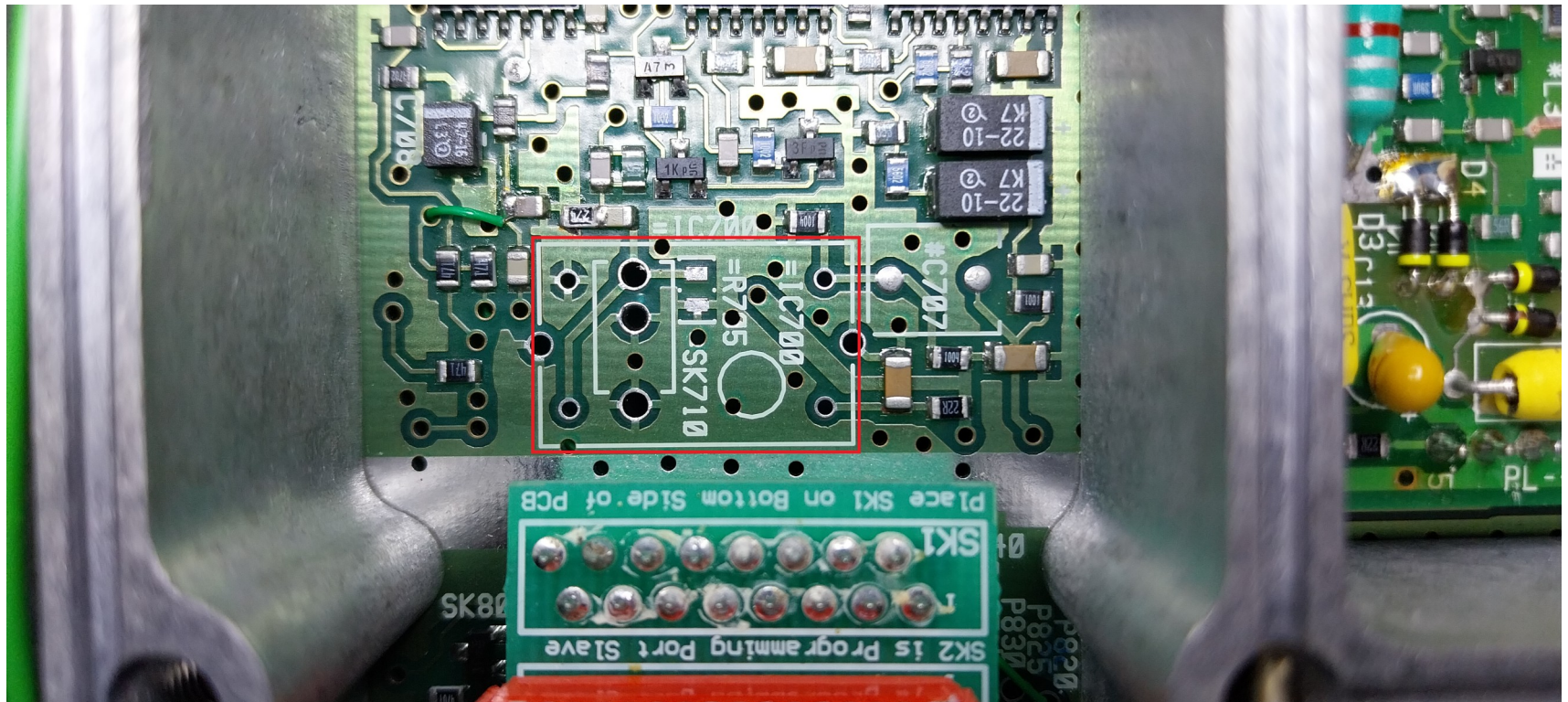
The kit comes complete with fitting instructions and all installation hardware.
T801 Frequency Reference Module

The T801 frequency reference module provides a high stability frequency source to which the synthesiser within a T800 Series II base station can be locked. The master standard within the T801 is primarily intended to be rubidium, although high quality ovenised crystal oscillators can also be used in applications where more frequent readjustment of frequency is acceptable. The T801 converts the output frequency from its master standard to the 12.8MHz required by the T800 Series II base station.

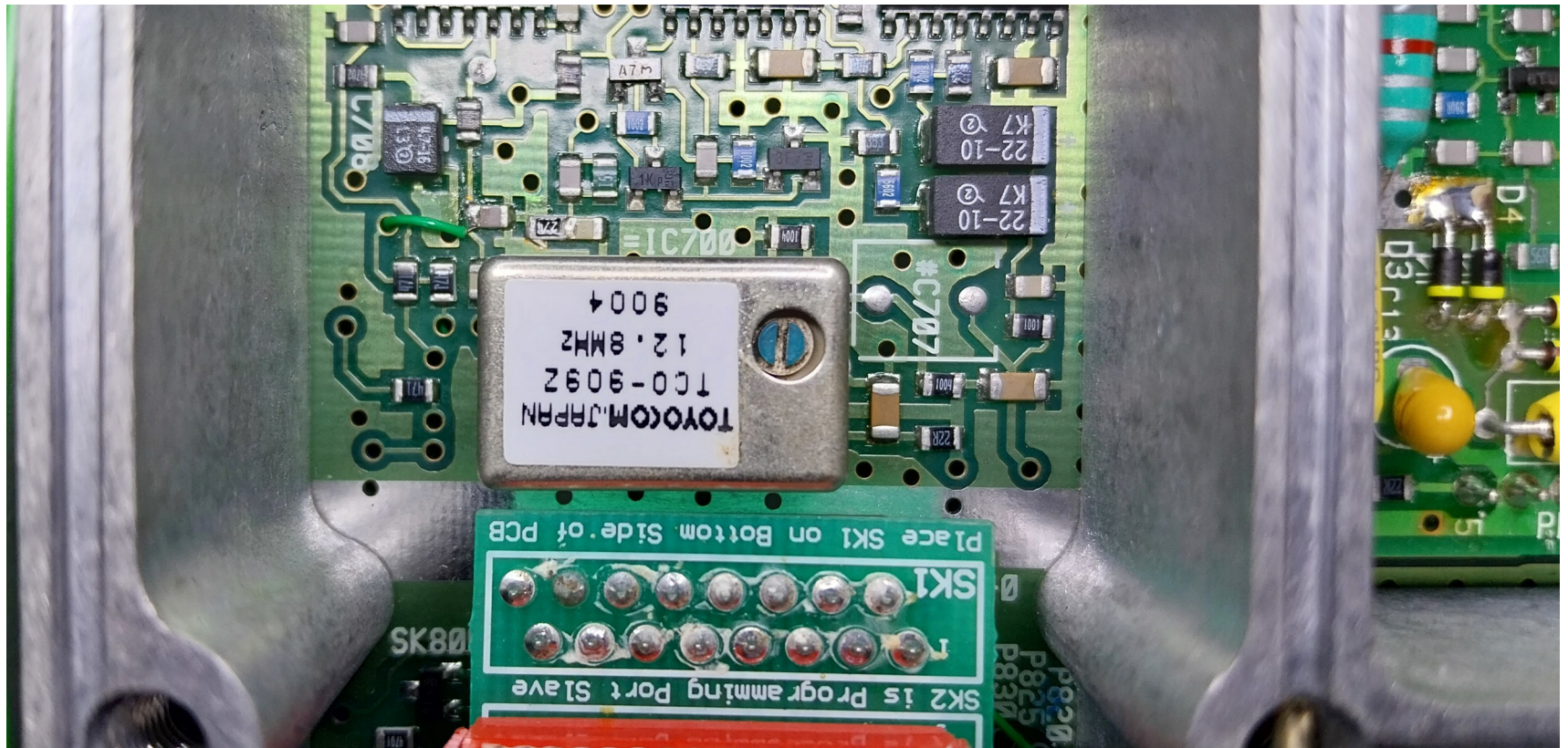
Refer to M801-00.

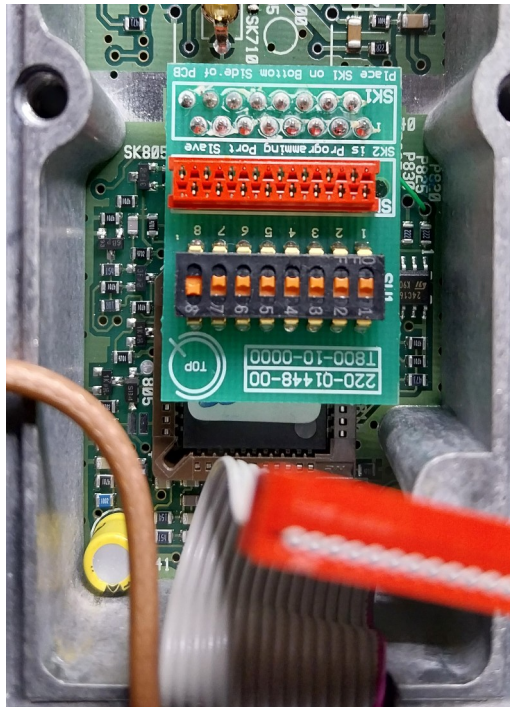
Pour se débarrasser de l'OCXO, il suffit de décâbler la fiche coaxiale femelle ainsi que la résistance 470ohms présentes à l'emplacement du TCXO, et de câbler un TCXO à cet emplacement. Référence compatible disponible chez AliExpress : TOYOCOM TCO-909Z. Ses dimensions, son brochage et ses spécifications techniques sont strictement identiques à la référence habituellement câblée par TAIT.

Suppression des composants (zone encadrée en rouge ci-dessous) :



Câblage du TCXO :





Note importante :

Les micro-interrupteurs de la carte fond de panier ne remplissent plus leur fonction de sélection du canal parmi la liste paramétrable via le logiciel PGM800. Ils sont remplacés par ceux présents sur la petite carte d'interface vers le connecteur DB15 portant la fiche coaxiale.

Notez bien leur position, ou mettez tout sur OFF, afin de définir la fréquence de fonctionnement sur la bonne ligne du tableau dans le logiciel de paramétrage PGM800.

Référence de la carte interface :

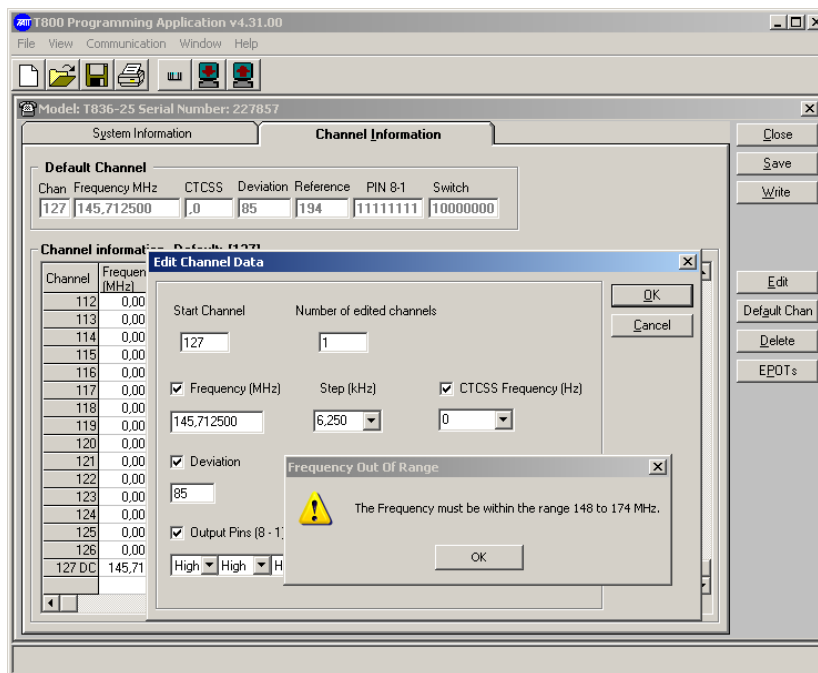
T800-01-0000, P/N : 220-01448-00

2.2 Paramétrage de la fréquence

C'est assez semblable à ce qu'il faut faire pour le tiroir récepteur, décrit précédemment dans ce document, ainsi que dans le document traitant des tiroirs UHF.

Si votre tiroir émetteur est modifié pour être piloté par l'OCXO :

- Rappelez-vous que les micro-interrupteurs de sélection de canal qui agissent sur le paramétrage sont ceux de la petite carte d'interconnexion vers le connecteur DB15 avec la fiche coaxiale, et non ceux de la carte fond de panier du relais ;
- Vous devrez connecter la sortie de l'OCXO sur la petite fiche coaxiale du tiroir émetteur durant toute la phase de réglage du VCO ainsi que celle de réglage du filtre de sortie.



Ici aussi, la modification du modèle du tiroir émetteur, pour tromper le logiciel de paramétrage, n'est pas nécessaire. Il suffira encore d'ignorer l'avertissement.

L'écriture dans la mémoire du tiroir émetteur est exécutée après avoir cliqué sur le bouton **Write** à droite.

2.3 Ajustement du VCO

Cette étape est strictement identique à celle décrite pour le tiroir récepteur. Seule différence : Il faut commuter le tiroir émetteur en émission, en appuyant par exemple sur le bouton **Carrier** situé sur la face avant du tiroir. Il est donc impératif de connecter préalablement une charge 50Ohms sur la fiche coaxiale N.

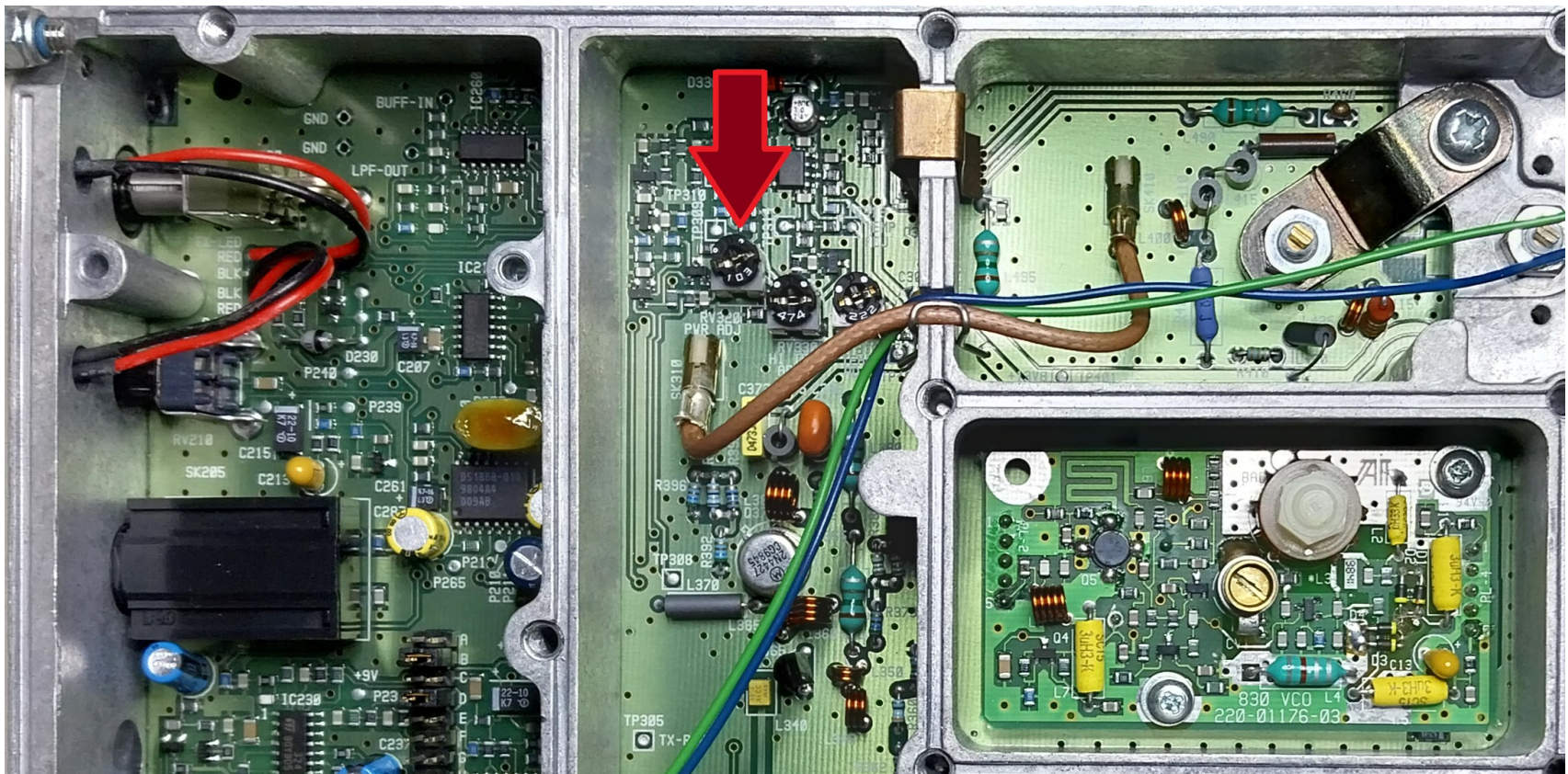
La LED verte **Supply** clignote tant que la PLL n'est pas verrouillée. Il faut atteindre une tension de 9V sur le point de mesure, à la nouvelle fréquence de fonctionnement, ou s'en approcher autant que possible car il se peut que le VCO ait un peu de mal à s'accorder en dehors de la plage de fréquence pour laquelle il est conçu. Toute valeur comprise entre 5V et 13V est acceptable. Une fois cette tension atteinte, on constate que la LED verte **Supply** cesse de clignoter. Cela confirme le verrouillage de la PLL.

2.4 Ajustement du filtre de sortie

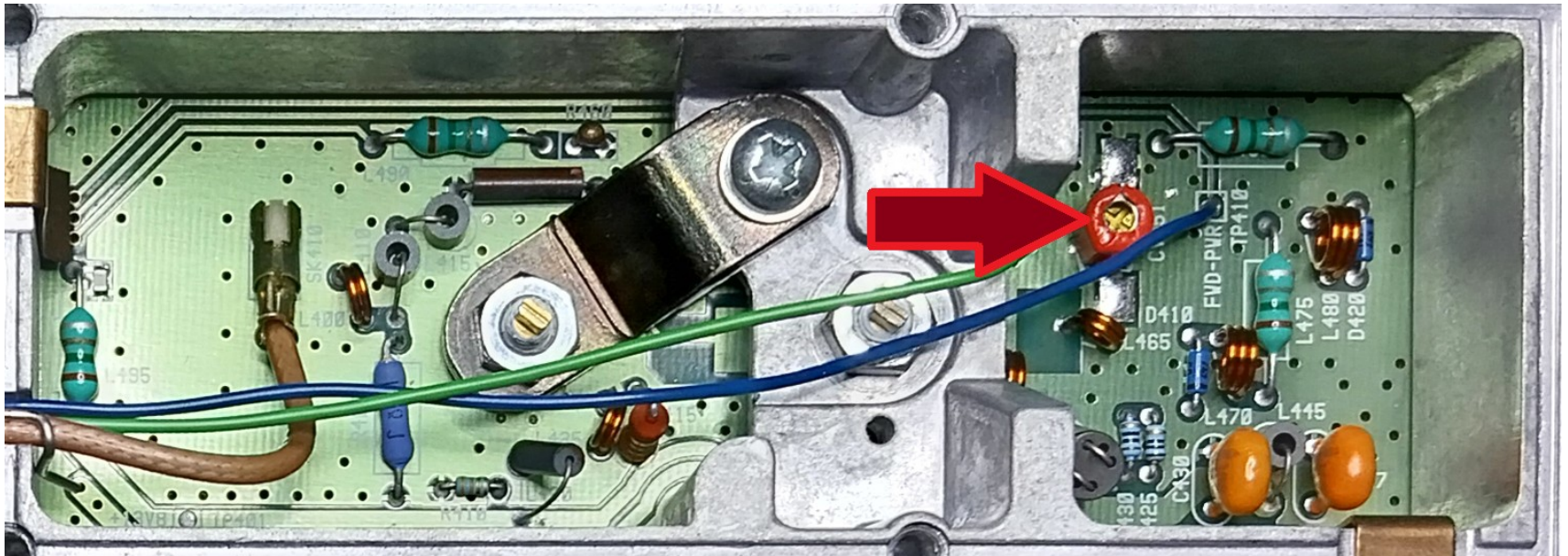
Ici aussi, la procédure est strictement identique à celle applicable aux modules UHF.

Connecter un wattmètre compatible avec la fréquence d'émission sur la fiche N, et une charge 50Ohms en sortie du wattmètre.

Régler la puissance d'émission au maximum avec RV320 → rotation dans le sens horlogique :



Appuyer sur le bouton **Carrier** et ajuster CV451 à l'aide d'un tournevis non conducteur, afin d'obtenir la puissance maximale en sortie de l'émetteur :



Continuer d'ajuster CV451 pour obtenir une consommation maximale sur l'alimentation électrique.

Noter l'ampérage mesuré et retrancher 500mA à cette valeur.

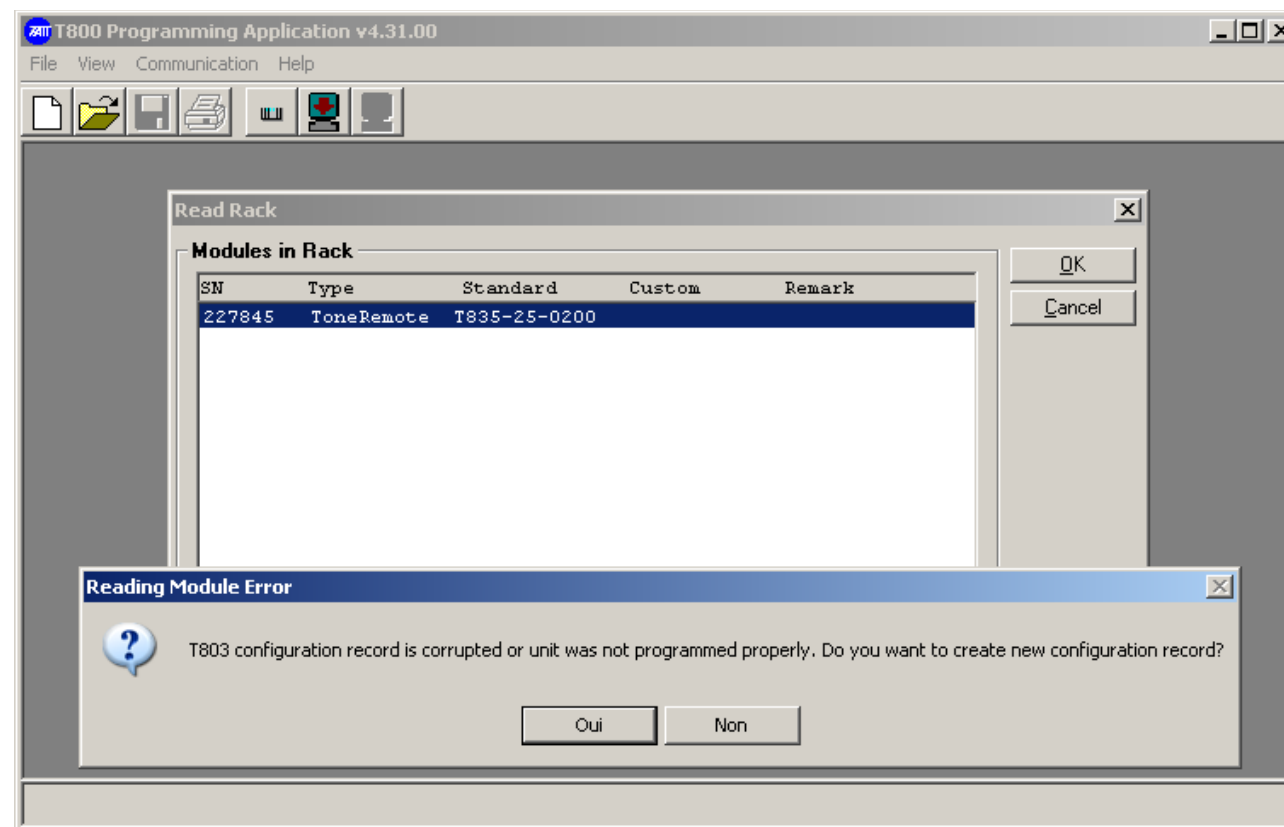
Régler enfin CV451 pour atteindre cette nouvelle consommation électrique sans perte de puissance sur le wattmètre.

Ajuster enfin le réglage de RV320 pour abaisser la puissance à 25W ou moins. Il n'est pas nécessaire de pousser les transistors d'amplification dans leurs retranchements. Souvenez vous que pour gagner un point s-mètre, il faut multiplier les watts par 4 ! Donc en poussant au maximum RV320, plutôt que de ménager l'étage de puissance avec une vingtaine de watts, vous faites chauffer les transistors inutilement.

3 ANNEXE 1 – Récupérer une mémoire EEPROM corrompue

Ce paragraphe s'intéresse uniquement à la résolution du problème rencontré lors de mes travaux. Différentes données de calibration peuvent être stockées pour les tiroirs équipés de potentiomètres numériques (digipot), comme le tiroir émetteur.

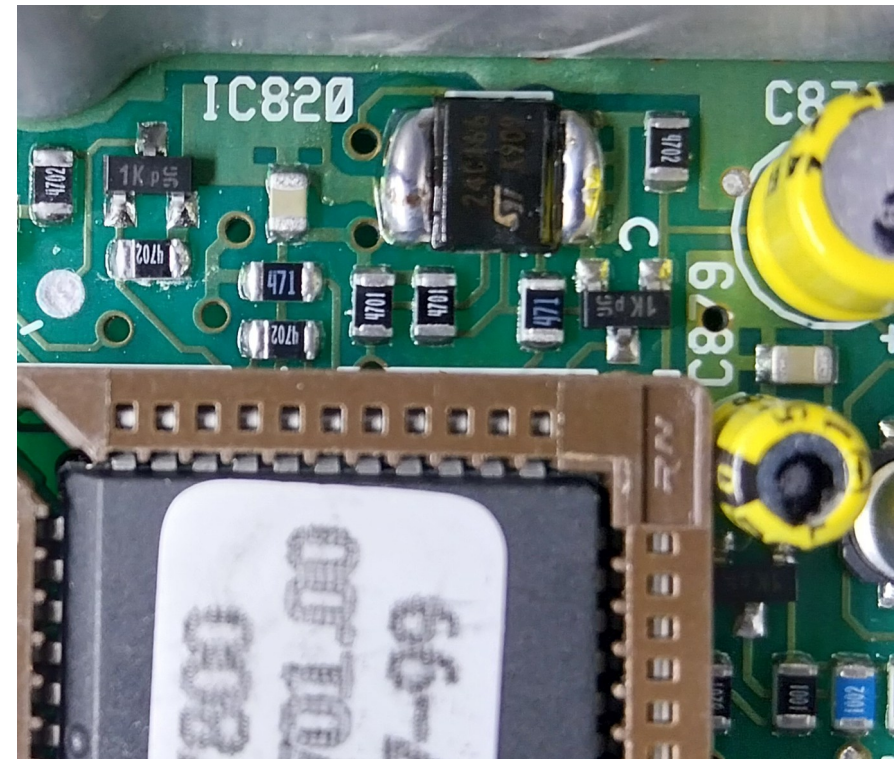
Le problème rencontré est le suivant : Le tiroir récepteur a été programmé avec des données d'un tiroir « **ToneRemote** » :

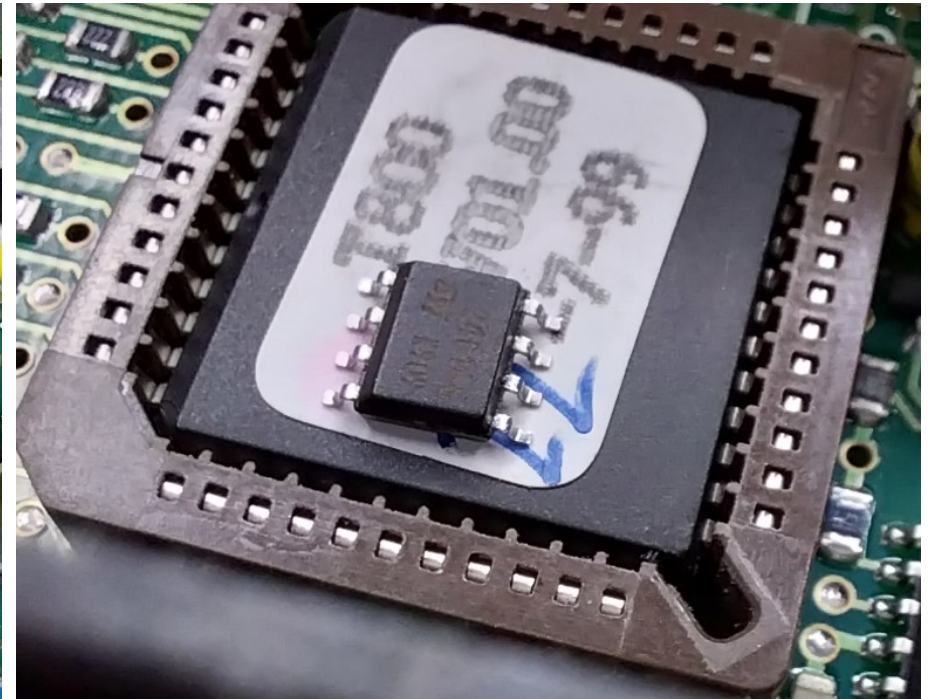
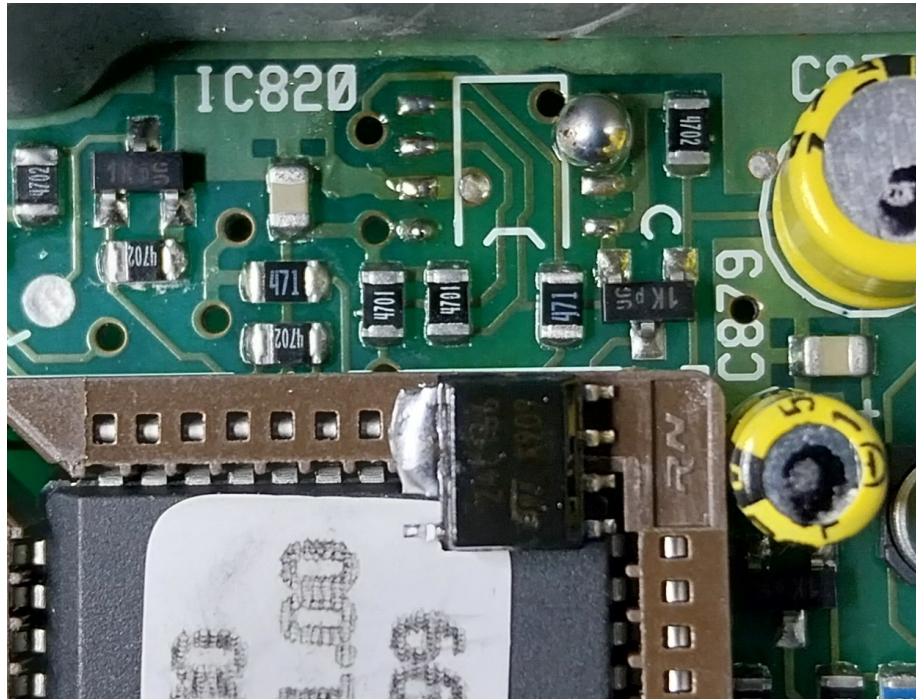


Le **ToneRemote** assure, d'après ce que j'ai compris, une fonction de télémétrie. Cela n'a rien à voir avec un récepteur, et tant que le tiroir récepteur fournit une identité erronée au logiciel de paramétrage PGM800, il est inutilisable.

J'ai tenté de reprogrammer l'identité du récepteur en créant manuellement une nouvelle configuration de récepteur, avec le numéro de série du tiroir, mais même si sa programmation n'a retourné aucune erreur, je n'ai pu que constater que celle-ci était en réalité ignorée par le tiroir récepteur, qui me retournait toujours son identité de ToneRemote à la lecture suivante de sa mémoire.

On voit une EEPROM I²C câblée juste à côté du microcontrôleur, sur le PCB. Je l'ai donc dessoudée et lue sur un programmeur universel :

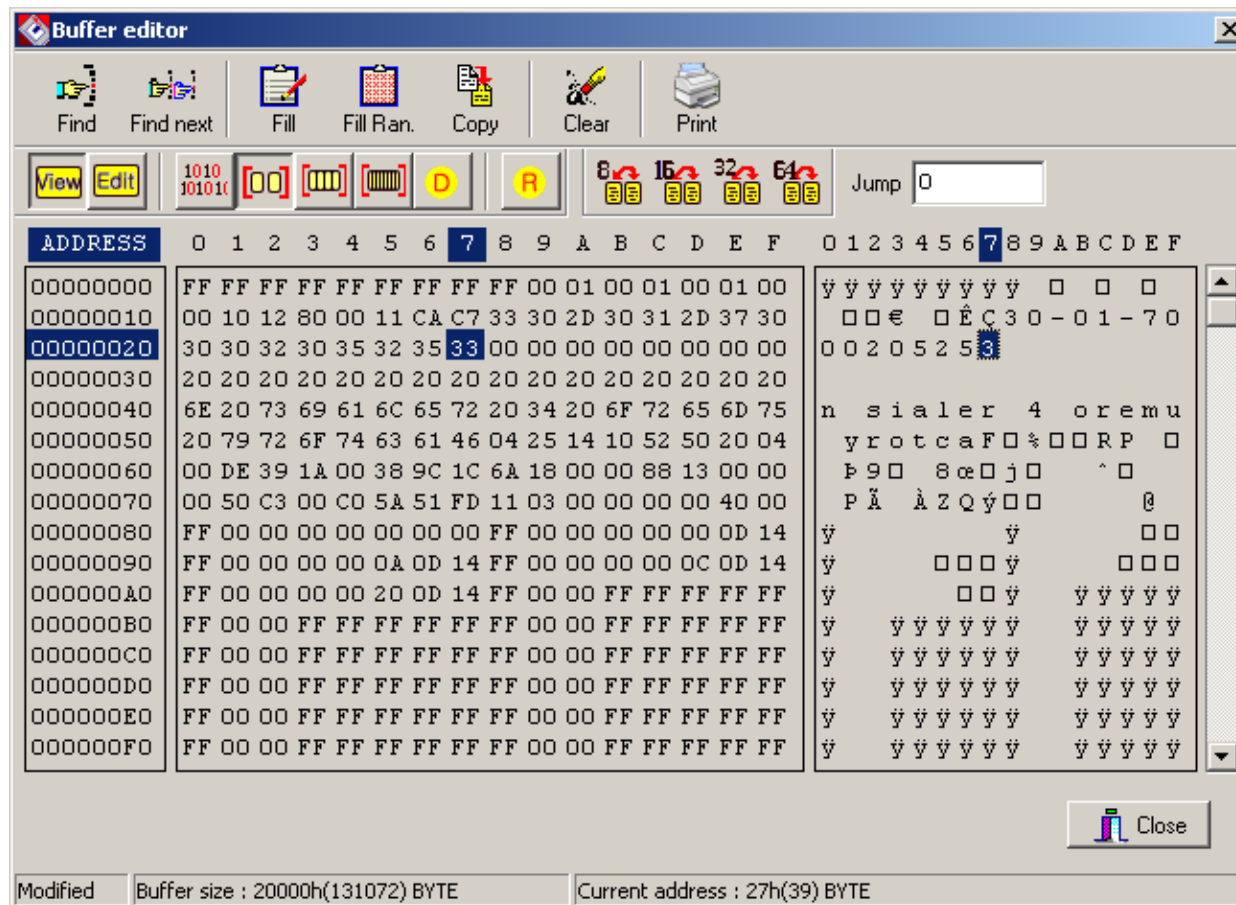




En affichant le contenu des données, on identifie rapidement les deux données importantes :

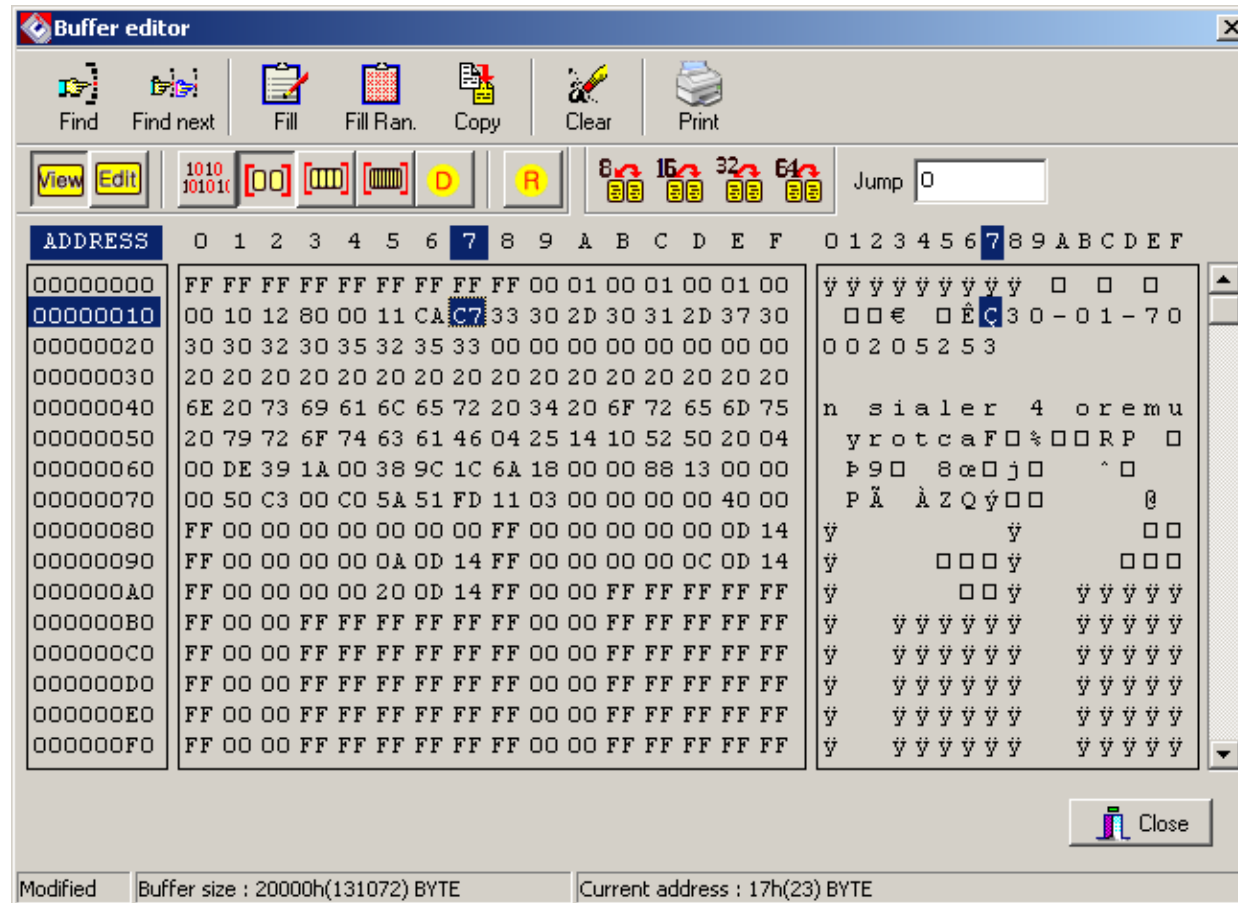
3.1 Le part number

Il est stocké enregistré « à l'envers », de 0x0027 à 0x0020. Exemple pour T835-25-0200 :



3.2 Le Serial Number

Il est stocké en hexadécimal « à l'envers », de 0x0017 à 0x0014. Exemple pour 13093393 = C7CA11 :



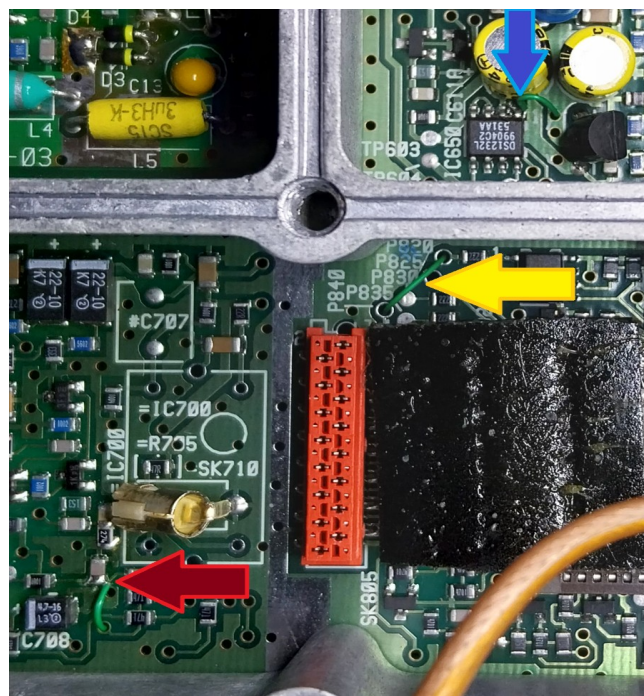
Dans le cas présent, il suffit d'éditer le contenu de l'EEPROM avec des données cohérentes avec la fonction réelle du tiroir, de les écrire dans l'EEPROM, puis de la re-souder sur le PCB.

4 ANNEXE 2 – Les fils vert et bleu entre la sortie RF et le connecteur DB15

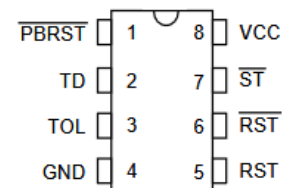
Ces fils font partie d'une autre modification qui permet de relier sur des contacts du connecteur DB15 monté sur câble des signaux de mesure de la puissance directe et de la puissance réfléchi. Cela permet de surveiller le ROS en sortie du tiroir émetteur, avec de l'électronique supplémentaire, en lisant les tensions présentes sur ces deux fils.

5 ANNEXE 3 – Le fil vert fin soudé sur le signal d'horloge de référence

Il s'agit d'une modification visiblement liée à l'utilisation de la fréquence de référence externe fournie par l'OCXO.



Le signal d'horloge de référence est prélevé au niveau de la flèche rouge. Ce fil vert traverse un via puis réapparaît au niveau de la flèche jaune, avant de traverser un autre via et de réapparaître face composants au niveau de la flèche bleue, sur la broche 5 du watchdog IC650 :



DS1232 8-Pin DIP (300-mil)

Ces alternance entre face composants et face soudures permet deux choses :

- Guider ce fil vert afin qu'il ne puisse pas se retrouver pincé lorsque les capots sont mis en place et vissés dans le châssis ;
- Contourner les parois qui isolent chaque fonction.

La finalité de cette modification est simple : Tant que l'OCXO fournit son signal de référence, cela réarme le watchdog et évite la réinitialisation du microcontrôleur. Cela semble permettre de contourner un bug logiciel qui pourrait apparaître en cas de défaillance de l'OCXO.

Autres réglages..?

Je ne suis pas encore allé plus loin que ce qui est décrit plus haut. Vérifiez si cette section a évolué en utilisant le lien de téléchargement fourni en première page de ce document.

Liens :

Logiciel

[PGM800Win V431](#)

Interface de programmation

[Interface type « Ribless » pour radios Motorola](#)

Signal	Broche RJ12
Masse	2
RX + TX (interrupteur "Combine" fermé)	3

Procédure d'alignement

[Documentation technique du récepteur](#)

[Documentation technique de l'émetteur](#)