

NOUVELLE VIE POUR LE TRANSCEIVER FT-290R!

Le FT-290R est un vieux compagnon des radioamateurs qui était très populaire dès le début des années 80. C'est un poste portable deux mètres multimodes, autonome, muni d'un compartiment à piles / accumulateurs ou alimenté par une source 12V externe. Construit selon une architecture très classique, il reste toujours le favori en tant qu'exciter de transverter ou d'amplificateur linéaire, disons même en vogue du QRP pour ses 2,5 W HF. Un grand nombre ont été vendus et sont maintenant couramment disponibles sur le marché de l'occasion entre 100 à 150 €. Ce poste peut être encore maintenu en état et la plupart des composants peuvent être remplacés. L'article présent propose une liste de modification et de rajeunissements « à la carte » pour lui redonner une nouvelle vie !

Présentation :

Le Yaesu FT-290R est un transceiver 2m multimodes FM / CW / USB / LSB. Plage d'alimentation de 8,5 V à 15,2 V sa puissance HF est de 2,5 W.

Il couvre de 144 à 146 MHz au pas de 12,5 ou 25 kHz en FM et 100 ou 1000 Hz pour la version européenne. Il possède une antenne télescopique en façade et une prise PL à l'arrière du poste. Il mesure 150 x 58 x 195 mm et il pèse 1,3 kg



Pour modifier et entretenir ce poste vous aurez besoin du schéma et de la procédure d'alignement décrite dans le manuel d'utilisation d'origine (téléchargeable sur internet [1]). L'équipement minimum pour les mesures est un wattmètre HF et un fréquencemètre, ou mieux un analyseur de spectre. Ayant examiné et réparé quatre de ces appareils, leur état général au bout de 25 années montre des signes de vieillissements. Certains présentaient des dérives importantes des quartz du modulateur / démodulateur SSB. Par les réglages ces dérives étaient irrattrapables si bien qu'il avait fallu remplacer par des quartz de récupération d'une épave. Suivant les conditions de stockage et la température d'utilisation (usage en véhicule), les condensateurs électrochimique aluminium fuient et vieillissent très mal ; il présentent des résistances série équivalentes de plus de 5 Ohms sur les capacité de 10 μ F par exemple. Cela provoque des pannes latentes, comme si le poste mettait un temps à « chauffer » quand on le met sous tension.

Suppression de l'antenne interne et amélioration du filtre de sortie en Pi :

Le FT-290 avait eu la réputation d'une sensibilité médiocre dès que les postes des années 90 vinrent sur le marché. La société Anglaise Mutek Ltd propose un préamplificateur SLNA290s [2], mais le système d'antenne interne et le filtre en Pi apporte des pertes tant en réception qu'en émission. Selon certaines envies, il est parfois préférable d'avoir une prise casque en façade ou de brancher une antenne idoine (petite Yagi pliable, antenne demi-onde sans plan de sol, etc...) sur la prise arrière.

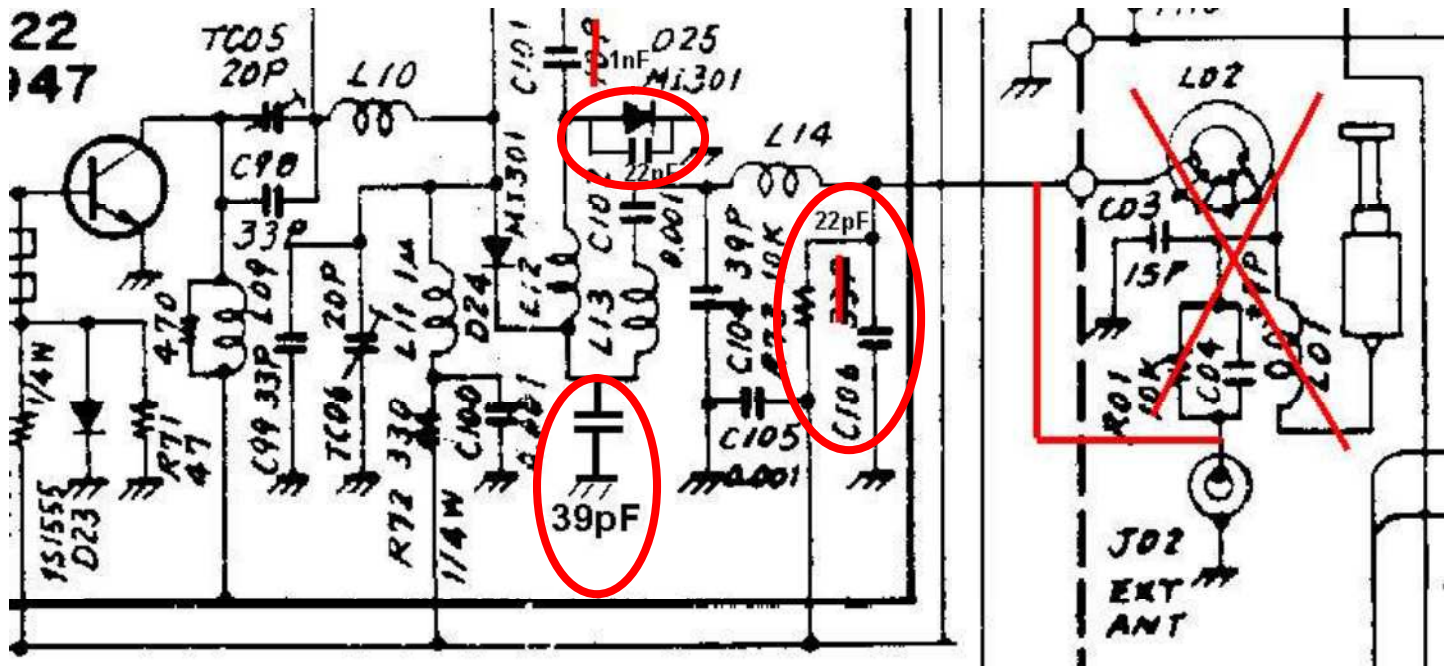
La présente modification à deux avantages :

- elle réduit les pertes du système de 2 dB et améliore ainsi la puissance de sortie et la sensibilité d'un rapport de 1,5.
- Pour ceux qui n'aiment pas la prise PL à l'arrière, il est possible d'utiliser le trou en façade pour une prise BNC ou un jack stéréo 3,5 mm pour y brancher des écouteurs modernes. La bague métallique est sertie dans la façade lors du surmoulage de celle-ci. On ne peut l'enlever qu'en perçant par des forets de diamètres successifs jusqu'à 10,5 mm tout en faisant avec attention de ne pas tout déchiqeter.



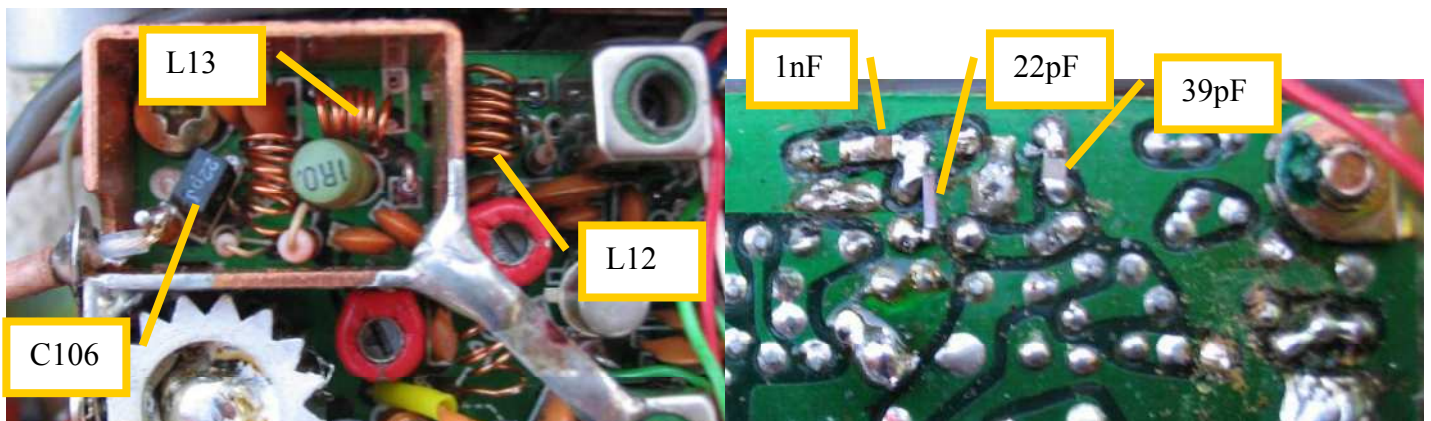
Pour modifier le filtre en Pi et supprimer l'antenne incorporée, démonter l'antenne et le tube qui se trouve le long du flanc avec la petite barrette connectée à la carte principale.

Une autre modification simple si l'antenne télescopique est absente et qu'on ne veut pas se lancer dans la modification complète telle que décrite, consiste à rajouter une petite capa ajustable de 5pF entre la connexion de celle-ci et la masse. (de Michel F1COW)



Du fait que le circuit imprimé soit en double face à trous métallisés il faut travailler avec un fer bien chaud muni d'une panne courte conique suffisamment « mouillée » d'étain. Les capacités céramiques peuvent être remplacées par des CMS 0805 ou 1206 COG 50 V soudées directement au revers du circuit imprimé.

- Remplacer C106 (33 pF) par 22 pF localisée près de la vis dans le coin.
- Remplacer L12 par 6 spires de fil émaillé de 5/10^e sur 3 mm de diamètre.
- Ajouter 39 pF entre L12 et L13 (un emplacement était prévu).
- Ajouter 22 pF en parallèle à D25 soudée côté soudures.
- Remplacer C101 par 470 pF à 1 nF.
- Resserrer les spires de L13 et écarter celles de L14 comme sur la figure.



L'étage de sortie à besoin d'être réaccordé car l'impédance de transfert fait à présent 50 Ohms des voie Rx et Tx vers l'antenne. Sélectionner le mode high power en façade arrière. Ajuster VR2003 à fond vers le maximum de puissance pour neutraliser l'ALC. Régler TC05 et TC06 au maximum de puissance à 145 MHz en mode FM. Le courant consommé est approximativement à 1,1A sous 12,5V pour délivrer 4 à 4,5 W sur deux postes ainsi modifiés. Terminer par réduire la puissance entre 3 à 3,5 W en ajustant à nouveau VR2003 pour activer l'ALC (ne pas régler au maximum ce qui dégradera la qualité de la modulation en SSB). Les pertes du filtre en Pi passent ainsi de 2,5 à 0,6 dB, faisant gagner un bon watt de plus !

Mettre le sélecteur en « low power » et ajuster VR2006 à 500mW. Ce mode « low », toutefois économique en FM, ne donne pas de bon résultats en SSB car l'ALC n'est plus activé.

Les pertes d'insertion de l'antenne à la section de réception sont améliorées de 2,7 dB à 0,7 dB. Pour l'utilisation avec un transverter ou un PA il est possible de réduire la puissance au niveau désiré sur VR2003, la qualité de la modulation et le taux de compression de l'ALC seront meilleurs !

Une autre modification facile perso pour augmenter la puissance et qui améliore également la module en BLU: Doubler les fils amenant le 12volts à l'une des platines parallèle à la face avant (je ne sais plus laquelle!) et de celle-ci après l'inter arrêt / marche au CI principal vers le PA, par du fil de diamètre aussi gros que possible. Sans ALC, on dépasse 6 W en sortie. (de Michel F1COW)

Amélioration de la sensibilité :

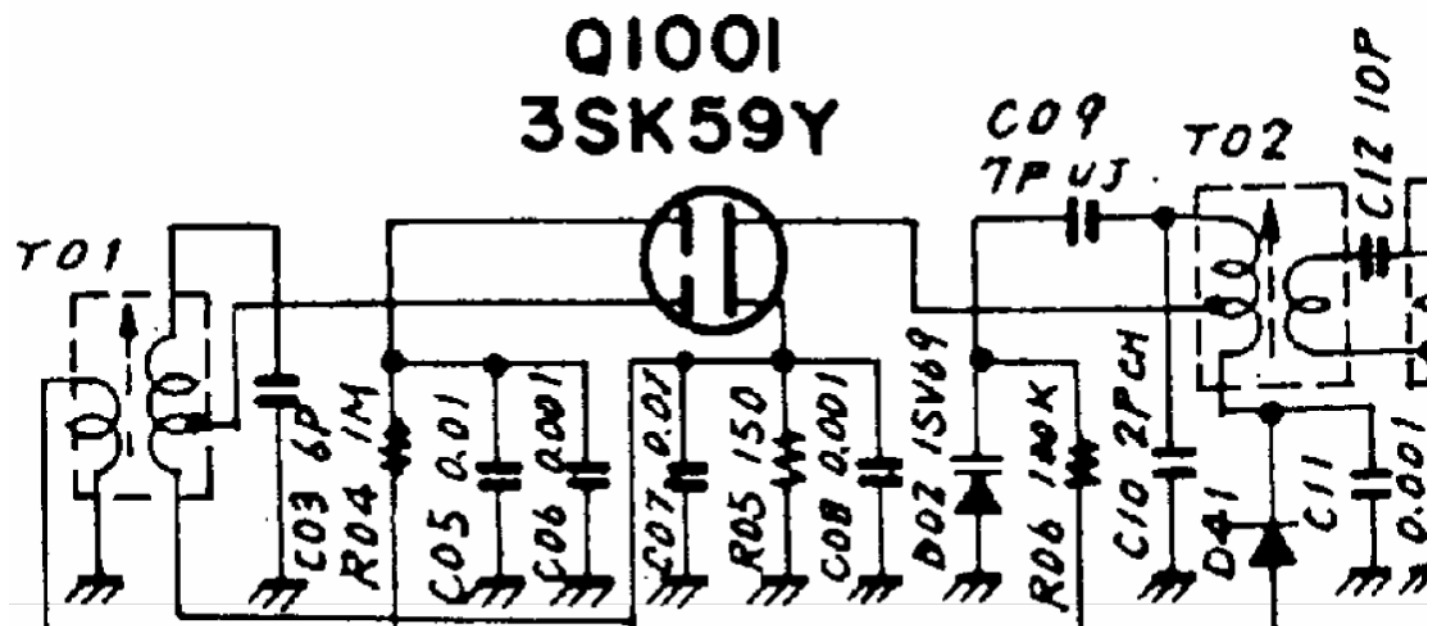
Mesure de la sensibilité initiale avec les modifications du filtre en Pi et la suppression de l'antenne intérieure :

- 120 dBm (0.22 μ V) mesuré au seuil d'ouverture du squelch en FM avec une porteuse pure.
- 115 dBm (0.39 μ V) mesuré à 20 dB de (S+N)/N in SSB avec une porteuse pure CW contre 0,5 μ V

La mauvaise sensibilité provient de différentes raisons de conception et de la technologie du transistor d'entrée aujourd'hui dépassée :

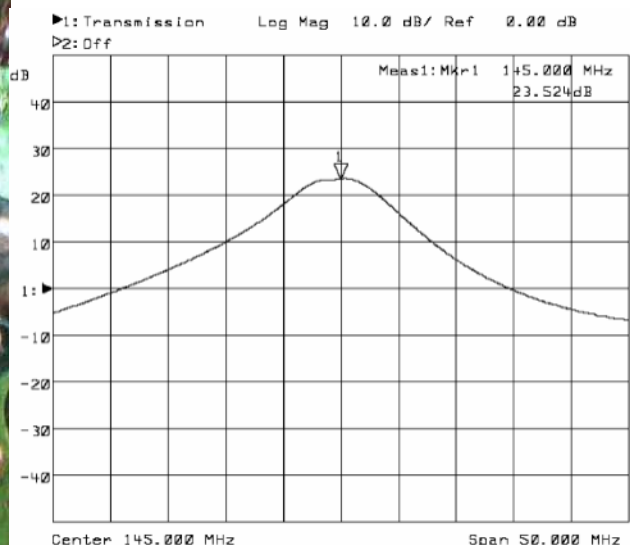
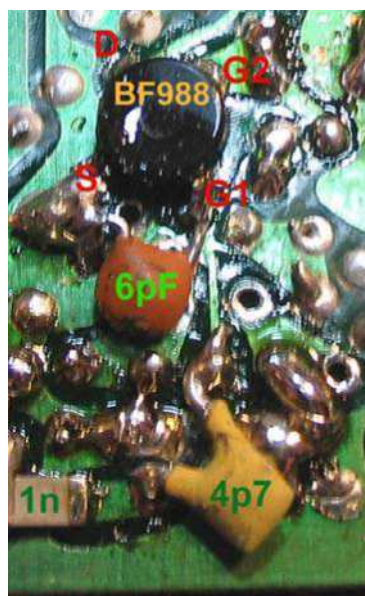
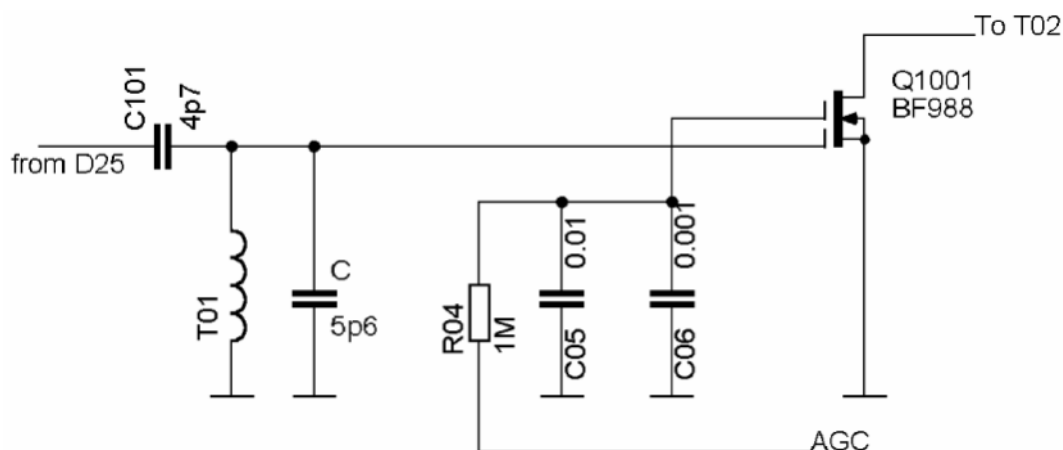
- comme nous l'avons vu précédemment, le filtre de sortie en Pi et la commutation d'antenne provoque au moins 2 dB de pertes. On se demande si un compromis fut trouvé en fin de conception par l'absence de la capacité entre L12 et L13 ?
- Le facteur de qualité de la self L12 d'origine était mauvais par l'utilisation d'un fil trop fin et d'un rapport longueur / diamètre trop élevé.
- Le transformateur T01 a trop de pertes : fil trop fin, pertes de couplage entre le primaire et le secondaire. L'adaptation de la grille 1 à l'entrée n'est pas optimale. Il convient de remplacer tout cela par un circuit d'adaptation apériodique direct.
- Le transistor Q101 doit avoir un facteur de bruit assez pauvre (sa datasheet n'a pu être trouvée), bien que son gain soit suffisant. Une modification rapide (trouvée sur l'Internet) consiste à court-circuiter la résistance de source R05 ce qui a pour effet d'augmenter le gain (+1 à 2 dB) et la courant de drain. A part augmenter la déviation du S-mètre, cette modification n'améliore pas la sensibilité en termes de rapport signal à bruit ou en facteur de bruit ! Le transistor Q101 est localisé face à la prise d'alimentation.

La modification proposée remplace le transistor et nécessite de déposer le transformateur T01 pour le rebobiner en inductance unique.



Pour dessouder T01 il est plus facile d'utiliser une panne large et un surplus de soudure pour chauffer les quatre broches en même temps, T01 doit venir sans résistance. Procéder de même pour Q1001, C03, et C07. Nettoyer les trous à la pompe à dessouder puis avec de la tresse très fine.

Remplacer Q1001 par un BF988 soudé sur le revers avec son marquage face au circuit imprimé. Il est possible d'utiliser un BF690, BF961 ou BF964 (ou en version CMS: BF998, BF994, ..)
 Libérer délicatement le capot de blindage de T01 et le capuchon de ferrite (s'aider d'une lame de cutter ou de tournevis très fine ; couper le fils et nettoyer les broches. Bobiner 4,5 tours de fil émaillé de 0,25 mm de diamètre. Démarrer l'enroulement par la broche de connexion à G1 en engageant le fil dans la 2^e encoche du haut, puis finir par la broche qui est à la masse. Placer une capacité de 5,6 pF à 6 pF de la masse à G1 (la source étant reliée directement à la masse). Ajouter 4,7 pF de G1 à l'entrée près de C101 (supprimer C101 d'origine à 10 pF ou laisser la 1 nF de la modification précédente).



L'étage d'entrée nécessite un réalignement de T01 et T02 au générateur HF à 145 MHz : se baser sur le maximum de déviation du S-mètre.

Essais :

En balayant l'étage en fréquence de la prise d'antenne à la sortie de T02 nous mesurons un gain de 23,5 dB.

La tension de CAG de 2,1 V est suffisante pour assurer le maximum de gain et de sensibilité.

-123 dBm (0.16 μ V) mesuré au seuil d'ouverture du squelch en FM avec une porteuse pure.

-118,6 dBm (0,263 μ V) mesuré à 20 dB de (S+N)/N in SSB avec une porteuse pure CW.

Avec -128,6 dBm (0.083 μ V) mesuré for 10 dB (S+N)/N il est possible de décoder un signal CW.

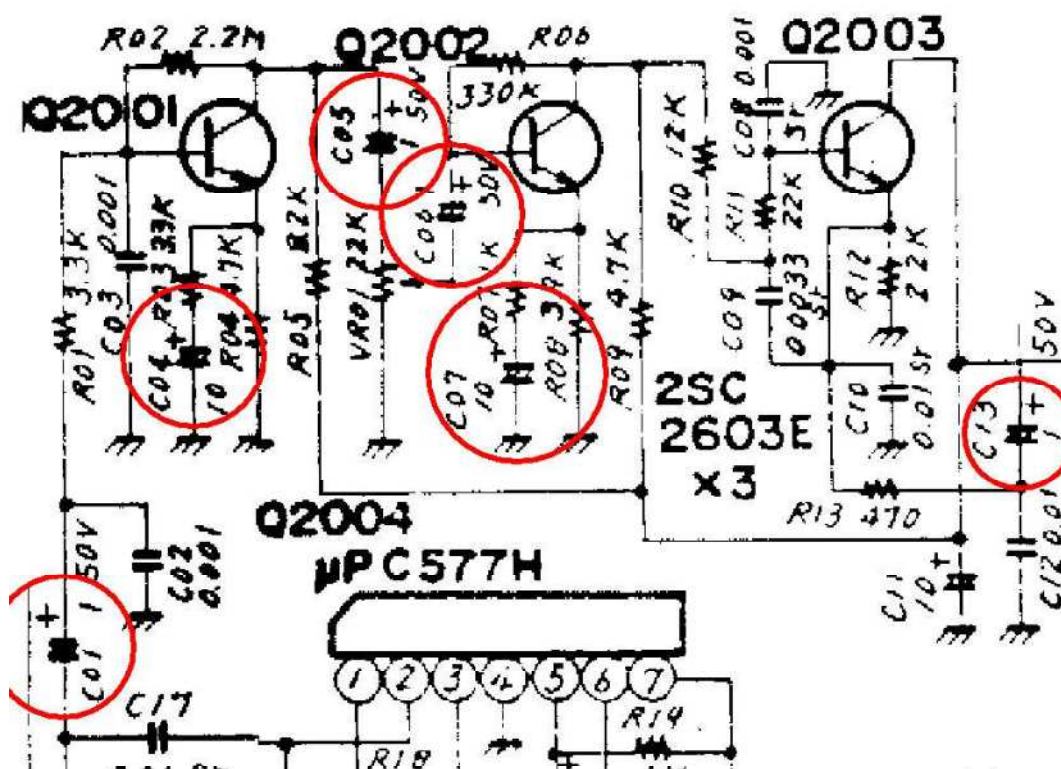
Ceci donne 2,6 dB d'amélioration, soit 5 dB environ avec la modification du filtre en Pi par rapport à l'état d'origine.

Amélioration de la modulation:

Si votre modulation est qualifiée de grave et que les consonnes sont très marquée par des « plops », il est nécessaire de couper les fréquence les plus basses. Cette modification améliore grandement la qualité de votre modulation en coupant les fréquences BF en dessous de 300 Hz. D'autre part une légère pré-atténuation de 3 dB est introduite entre 300 to 1000 Hz pour rendre la voix plus claire.

D'origine, le préamplificateur microphone SSB n'a pas été bien conçu : la fréquence de coupure basse se situe vers 10 Hz. Cela n'améliore pas non plus la réjection de la bande latérale résiduelle en dessous de 300 Hz qui donne un rendu granuleux.

Localisés sur la bordure de la platine principale près de VR2001, les condensateurs C01, C04, C05, C06, C13 seront remplacés par des 100nF céramique X7R. Le condensateur C07 sera remplacée par une valeur de 1 μ F céramique ou tantale. Ceux-ci sont entourées en rouge sur le schéma ci-dessous.



Qualité audio en réception :

Sur les premières versions de FT-290R le gain audio est trop fort et la plage de réglage du volume trop raide. La modification a été faite par Yeasu sur les versions produites par la suite (je n'ai pas trouvé de trace par rapport au numéro de série). Il suffit de vérifier si le condensateur C123 et le résistance R101 sont montés en bord de carte (voir cercle bleu sur la photo ci-dessous).

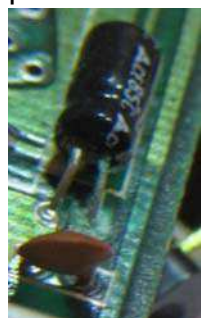


Remplacement de la pile Lithium :

Une pile lithium maintient les mémoires et les derniers réglages des VFOs.

Cette pile est localisée sur la platine d'alimentation et générateur 1750 Hz entre le compartiment à piles et la carte CPU contre la façade. Vérifier la tension de celle-ci ; si la tension se trouve être inférieure à 2,8 V prévoir son remplacement.

Il est difficile de se procurer le modèle de pile CR2032 à cosse identique à celle d'origine. Il est déconseillé de souder des fils sur une pile lithium au risque qu'elle éclate (cela affecte aussi sa durée de vie). Sur une vieille carte mère de PC, vous pourrez y trouver un porte pile adéquat. Il suffit juste de percer un trou dans le plan de masse du circuit imprimé et de souder ce support.



Mais avant de mettre en place la nouvelle pile vérifier l'état du condensateur de 10 μ F qui est au plus près du microprocesseur. Si ce dernier présente des traces d'oxydation, c'est qu'il a provoqué une décharge de la pile par un courant de fuite passant dans les oxydes. Dans ce cas remplacer ce dernier en ayant préalablement nettoyé et gratté les traces d'oxydes sur le circuit imprimé. La valeur de ce condensateur n'est pas critique d'autant plus qu'il peut être remplacé par une capacité céramique pour réduire le courant de fuite. On finira par recouvrir cette zone de vernis (à ongles !) pour protéger des effets de l'humidité.

Remplacement de l'éclairage du LCD et du S-mètre :

C'est un point faible du FT-290R. L'ampoule à incandescence ne supporte pas de tension supérieure à 12,5 V, elle s'use rapidement et grille si le poste est alimenté sur véhicule ou sur une alimentation réglée à 13,8 V. La remplacer par une ampoule identique sera peine perdue au bout de quelques temps. On préférera utiliser des LED blanches avec une résistance de limitation (deux LED en série avec 470 Ohms). On récupérera des LED CMS blanches dans un téléphone mobile. Cela demande beaucoup de patience et de dextérité pour récupérer les LED et les souder à la place de l'ampoule. Pour accéder à la façade il faut déposer les flancs en aluminium, puis les 4 vis de la façade. Déposer ensuite la carte microprocesseur (2 vis), puis la carte de commutation. Enfin dévisser la vis au dessus du S-mètre et les 2 autres à gauche du LCD.

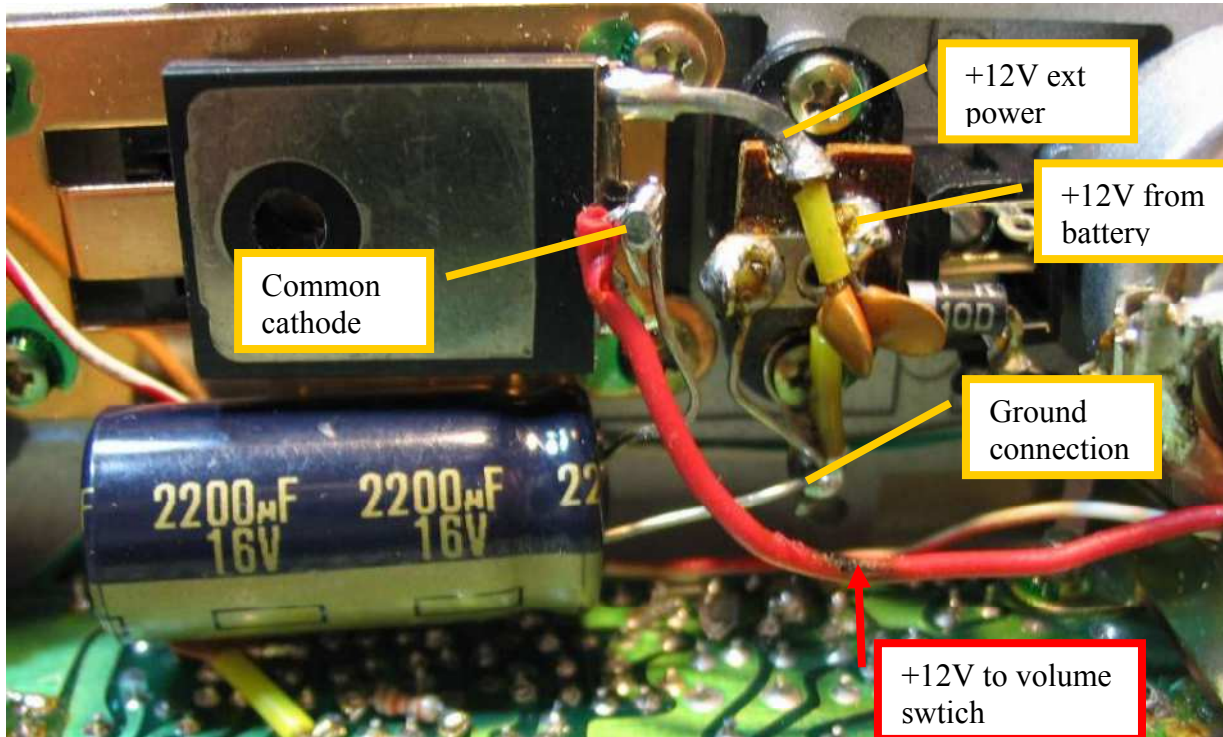


Protection contre les inversions de polarités :

La protection contre les inversions de polarités de l'alimentation est insuffisante sur cet appareil : F5AEG avait grillé son FT-290R en le branchant sur une alimentation de 20 A. L'appareil est certes protégé par une diode anti-parallèle (D01 : 10D1 diode 1 A) localisée entre la prise d'antenne et la prise d'alimentation, mais cette diode ne supporte pas de forte intensité ! La tension directe de cette diode sous forte intensité peut être fatale, d'autant plus que le fusible en aval ne protège que des courts-circuits internes.

La modification consiste à supprimer la diode d'origine et d'ajouter une diode Schottky cette fois montée en série. Ce changement apporte une chute de tension de 0,3 V au maximum mais protège

intégralement le poste sans provoquer de court-circuit. Cette diode Schottky de 30 à 60 A peut être récupérée dans une alimentation de PC, au niveau du redresseur du +5 V.
Afin de réduire encore la chute de tension, les deux anodes de cette diode seront réunies ensemble (la broche du milieu étant la cathode commune). Les deux anodes seront reliées à la prise d'alimentation ; tandis que la cathode va vers le pôle + du condensateur et le fil rouge.
Profitez-en pour vérifier ce gros condensateur qui sert de protection contre les surtensions transitoires à bord d'un véhicule.
La chute de tension de la diode ne modifie pas les performances de l'appareil.



Enfin, si l'appareil est de la toute première génération, ne pas oublier d'ajouter une capa électrolytique aussi grosse que possible à l'arrivée 12Volts sur la face arrière. (73 de Michel F1COW)

Bruit de phase de la PLL et signaux parasites.

Le signal de l'oscillateur local a été prélevé au niveau de la grille 2 du mélangeur du récepteur. Le bruit de phase a été mesuré sur un banc de réalisé par l'auteur, il permet d'apprécier le niveau de bruit relatif à l'oscillateur local de 10 Hz à 20 kHz. Les raies parasites furent mesurées avec un analyseur de spectre hautes performances FSUP de R&S.

Détrompez-vous ! On disait du mal de ce poste concernant les raies parasites, mais il est pas si mal du tout, surtout en bruit de phase. Il est vrai qu'en émission il peut apparaître des raies à +/- la Fi de 10,8 MHz si le dernier mélangeur qui précède le PA est mal réglé au niveau de son équilibrage (voir dernière partie de la procédure de réglage du manuel).

Bruit de phase de l'oscillateur local :

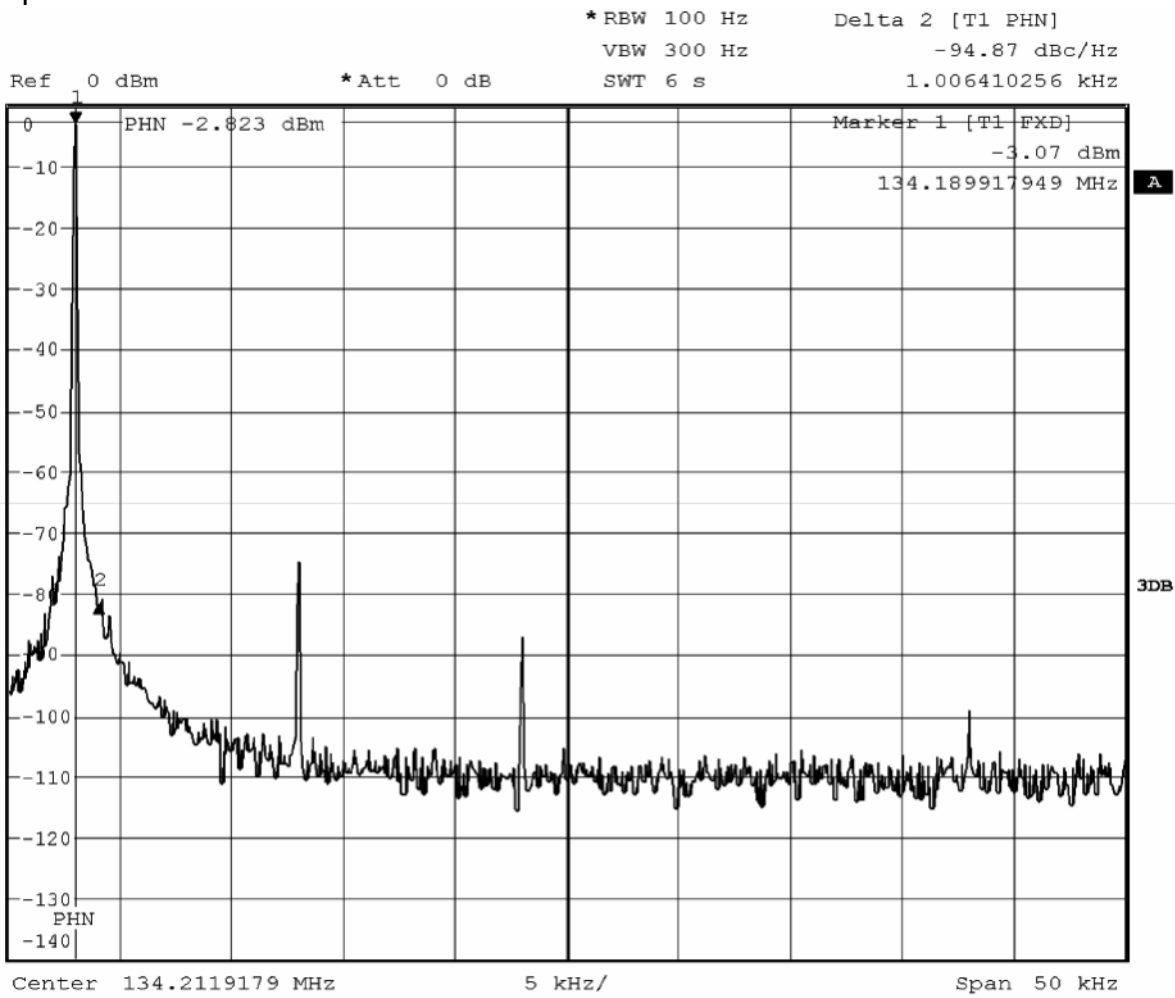
- 95 dBc/Hz at 1 kHz offset
- 111 dBc/Hz at 3 kHz offset
- 122 dBc/Hz at 10 kHz offset

Signaux parasites à la fréquence de

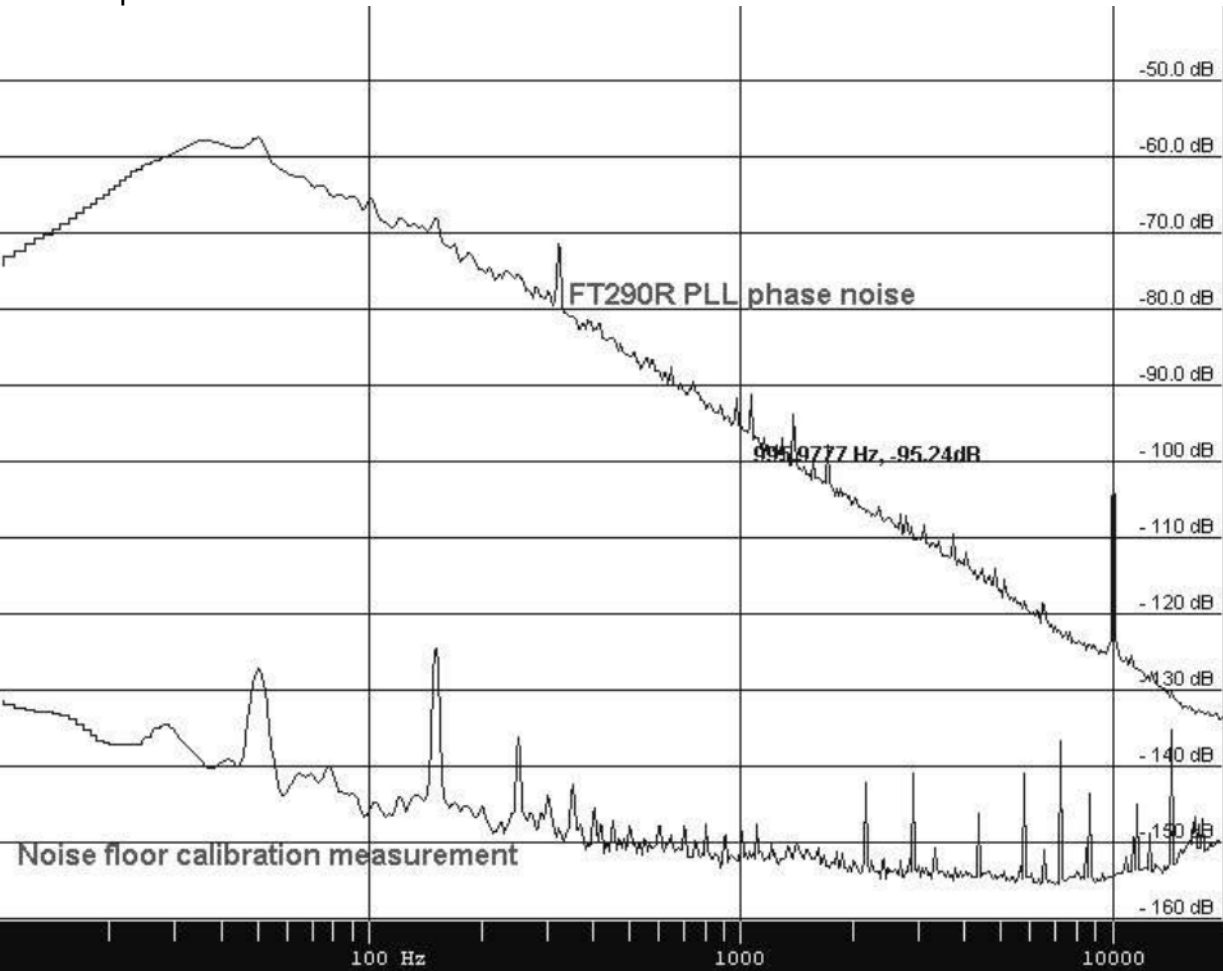
comparaison de la PLL :

- 70 dBc at 10 kHz offset
- 80 dBc at 20 kHz offset
- 95 dBc at 40 kHz offset

Spectre de l'oscillateur local :



Bruit de phase de l'oscillateur local :



Est-il possible de réduire le bruit de phase ?

- La réduction du bruit de phase dépend de l'alignement correct du circuit PLL. Tenter d'étendre la gamme en trichant sur les straps de la carte CPU n'est pas une bonne chose. Il est préférable de se contenter la gamme de fréquences à 144-146 MHz et de procéder à un alignement correct.
Suivre la procédure d'alignement en réglant le trimmer TC01 à 3,5 V pour 145 MHz.
- Sur deux appareils le bruit de phase a été amélioré de 3 dB moyennant une petite modification du filtre de boucle. Dessouder le blindage côté PLL, et couper la piste qui va de la broche 8 du circuit intégré à la résistance R27. Ajouter une résistance CMS de 4k7 à 10k au niveau de la coupure. Ceci augmente le facteur d'amortissement de la PLL et réduit le bruit de phase dans la bande BLU.
- Sur les premières versions, la tension négative -6,8 V était produite par un ICL7660 (circuit intégré inverseur de tension en boîtier DIL 8). Ce circuit génère du bruit audible en FM et dégrade les performances en SSB. Il est très facile d'améliorer cela en connectant une capacité de découplage de 100 nF entre la broche 8 et la masse.

Nous venons de terminer cette série de restaurations et d'améliorations du FT290R qui nous l'espérons lui redonnera une nouvelle vie. D'avantage d'informations et de modifications (sur la plage de fréquence) qui n'ont pas été abordées dans cet article peuvent être trouvées sur des sites Internet [3].

Finalement, le FT-290R reste un poste d'occasion qui rend de multiples usages par sa simplicité. Sa puissance réduite et sa faible consommation en réception font un compagnon idéal pour le trafic QRP. En suppléant de l'IC-202 cet appareil convient très bien pour être accolé à des transverters hyperfréquences sans qu'il soit nécessaire de modifier l'étage d'entrée du récepteur. Son bruit de phase même moins bon qu'un poste à VXO, n'entache en rien les performances en hyperfréquences puisqu'il est utilisé en fréquence intermédiaire.

73 et bon trafic de F5RCT Jean-Matthieu STRICKER

f5rct.jm < at > gmail.com

Remerciements à F1CHF et F1COW pour leurs compléments.

Références :

[1] : <http://www.mods.dk/>

[2] : <http://www.mutekrf.com/index.html>

[3] : <http://www.whelan.me.uk/radio/mods290i.htm>