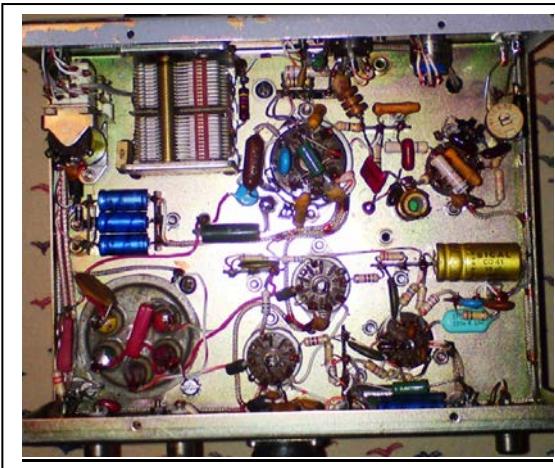
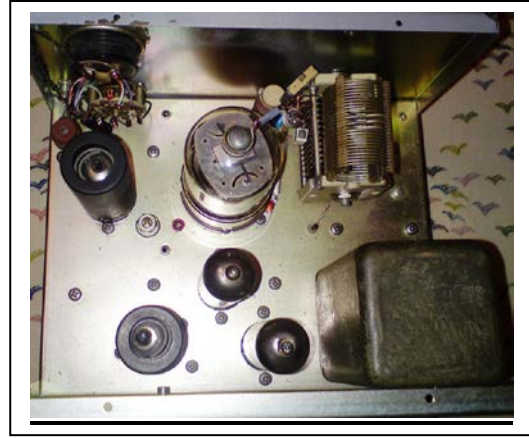


UN EMETTEUR AM SIMPLE

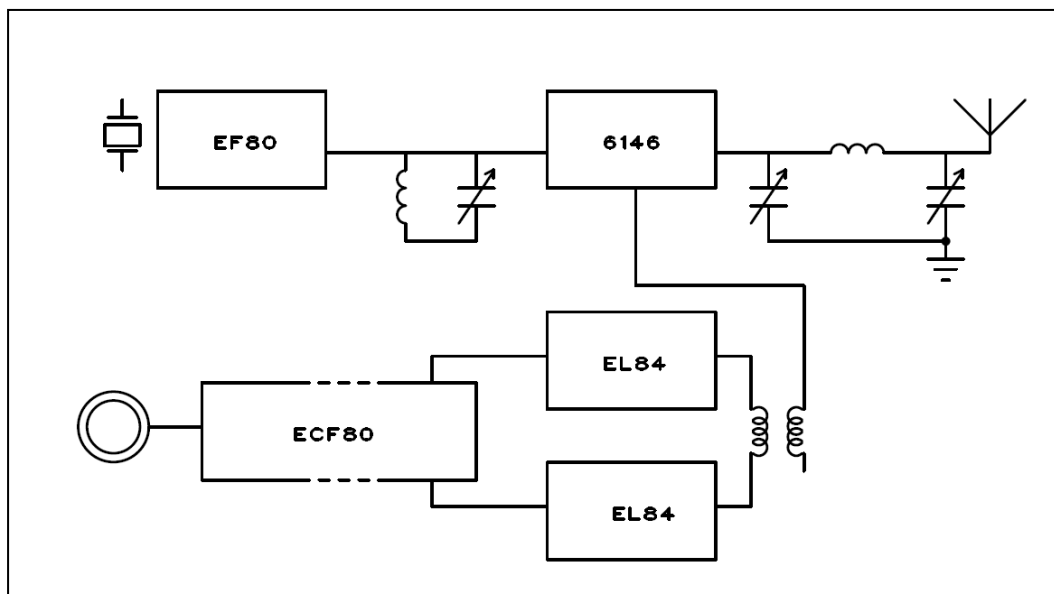


Ce petit émetteur est le fruit d'une cogitation intense qui a finalement assez mal tourné ! Prévu pour servir d'exemple simple et reproductible d'un petit émetteur de quelques watts muni d'une 2E26 au PA, il a finalement hérité d'une 6146, d'un circuit de relayage d'antenne et de blocage du récepteur, d'une entrée microphonique spécifique pour micro electret, et d'un microampèremètre permettant les mesures essentielles: courant grille, plaque et puissance de sortie.

Pourquoi le 80m ? Simplement parce-que c'est la bande la plus utilisée en AM, mais il suffit de modifier très peu de choses pour le faire fonctionner sur 7 ou 14 MHz.

Comme le montrent les photos, il est simple, aéré, reproductible pour qui a une boîte à malices un peu fournie, la seule chose sortant de l'ordinaire reste le transfo de modulation piraté sur un émetteur VHF ARC-3 mais rassurez vous il reste dans les greniers quantité d'épaves de SCR522, ARC-5 et autres Saram aviation prêts à faire un sacrifice pour être utiles une dernière fois !

Voyons le synoptique :



Coté HF : un oscillateur piloté quartz, suivi d'un amplificateur en classe « C » pouvant délivrer une bonne vingtaine de watts, coté BF, une ECF80 dont la penthode attaquée par un micro électret classique est montée en amplificateur de tension et la triode en déphaseur cathodyne ; l'ampli final confié à 2x EL84 sort allègrement 20W avec une distorsion tolérable grâce à l'aide d'une légère contre-réaction.

Le montage est typique de ce que l'on faisait à la fin des années 60, avec quelques améliorations pratiques comme un relais d'alternat actionnant une commutation d'antenne ainsi que la mise en veille du récepteur, et un circuit de mesure du courant grille et du courant plaque du PA, ainsi que de la puissance de sortie.

Le câblage réalisé sur des châssis de récupération en tôle bichromatée est entièrement réalisé en fil blindé avec des découplages nombreux, de façon à assurer une stabilité absolue et une absence de TVI quoiqu'il arrive. L'alimentation externe doit fournir de quoi alimenter les filaments, 6.3V sous 3 ou 4 ampères, et une haute tension comprise entre 300 et 400V avec un courant pouvant atteindre 150 ou 200 mA en pointe, rien donc d'exceptionnel.

L'émetteur étant prévu pour fonctionner sur une seule bande, les contrôles sont réduits au strict minimum mais il ne manque rien: accord et charge du PA, et réglage du gain micro.

L'excitation est réglée une fois pour toutes par action du noyau de la self de plaque de l'oscillateur. Si une version multi bandes est envisagée, il sera toujours possible de « sortir » un CV grille et un potentiomètre de réglage de l'excitation mais bon Restons simples.

L'oscillateur à quartz

On voit souvent un classique Pierce entre grille1 et grille2 d'une penthode genre EF80 ou autre 6F6, 6AG7 ...etc. l'avantage est une bonne isolation vis à vis du circuit de sortie dans la plaque, mais il souffre d'un défaut important : les deux électrodes du quartz sont isolées de la masse, et cela entraine souvent des instabilités : Fig1

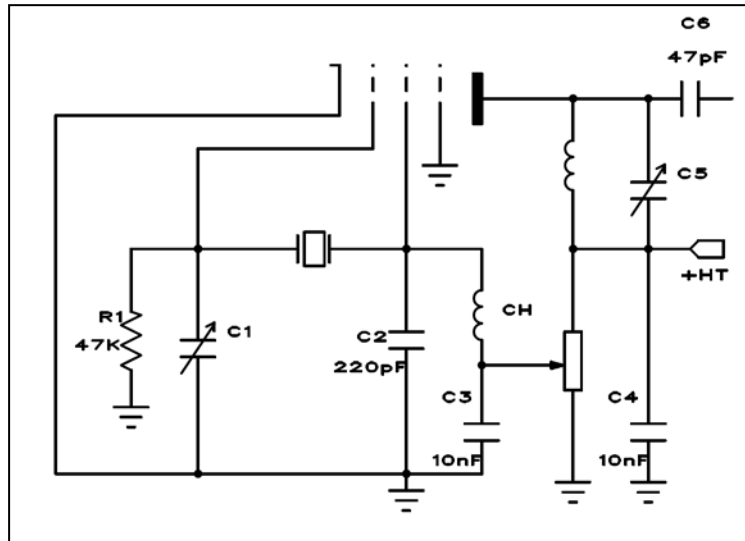


Fig.1

Examinons le montage de plus près : Si l'on fait abstraction des alimentations, et qu'on considère uniquement la partie haute fréquence, le schéma ressemble à celui de la figure 2

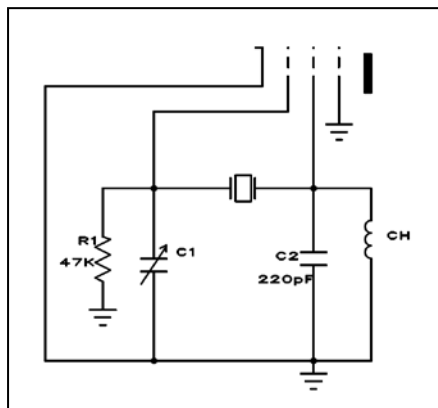


Fig2

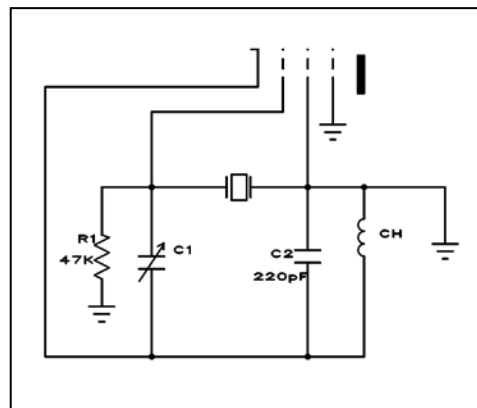


Fig3

Maintenant un peu d'attention : la cathode est à la masse, mais si l'on transfère la connexion de masse en haut de la self de choc au lieu d'en bas, que va-t-il se passer au niveau du fonctionnement ? Absolument rien ! la cathode devient simplement un point chaud ça ne change rien à l'affaire, par contre on a deux gros avantages : une des électrodes du quartz est maintenant reliée directement à la masse de même que la grille écran (au niveau HF) et le fait que l'écran ne soit plus un point chaud HF lui rend son rôle d'écran ! et isole le circuit grille du circuit plaque : Fig.3 Il est bien évident que ce bout de schéma est un modèle

électrique, et que pour le faire fonctionner il faudra ajouter différents éléments : la grille écran sera toujours à la masse en alternatif mais par la grâce d'un condensateur de découplage C3, le réglage par potentiomètre de la tension d'écran étant un moyen pratique d'ajuster la puissance de sortie de l'oscillateur surtout dans un émetteur multi-bandes mais peut parfaitement être remplacé par un pont de résistances.

Si l'on remanie un peu tout ça et qu'on dessine le schéma pratique, on s'aperçoit que l'on vient de réinventer le fameux Colpitts tellement en vogue dans les années 60 : Fig4

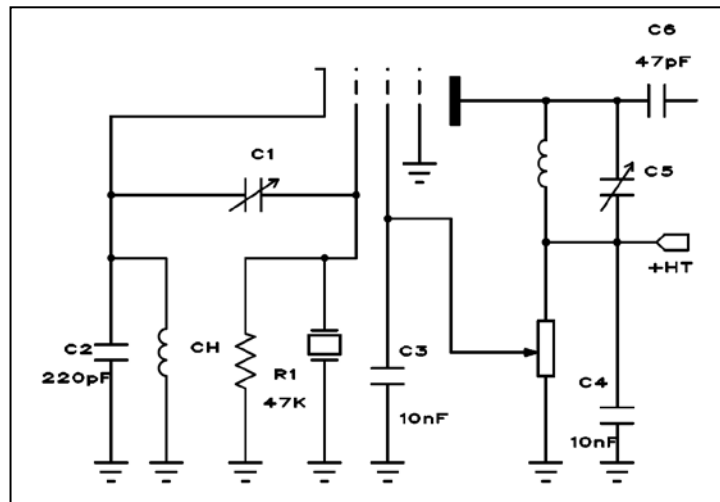


Fig4

Avec une haute tension comprise entre 250 et 300V, une EF80 (ou autres 6CL6, 12BY7, 6AG7 etc.) est capable de délivrer près de deux watts, même si le circuit de sortie est réglé sur l'harmonique 2 ou 3 du quartz. Ce genre de circuit n'est pas recommandé avec une tétrode à faisceaux dirigés comme la 6V6, 6L6 ou autre 6AQ5 car dans ces tubes les électrodes de concentration du faisceau sont reliées à la cathode à l'intérieur de l'ampoule, il en résulte une plus mauvaise isolation entre le circuit de plaque et le circuit de grille, et cela cause certains « piaulements » assez désagréables lorsque l'on veut faire de la télégraphie.

Dans le circuit définitif, le potentiomètre ajustant la tension de la grille écran est remplacé par un pont de résistances et le CV d'anode est supprimé car on règle l'accord du circuit plaque une fois pour toutes par le noyau de la self d'accord.

L'amplificateur

Il va permettre d'atteindre une puissance plus respectable, de 10 à plus de 50 Watts selon le tube choisi et la valeur de la haute tension, et d'appliquer la modulation. On le fera fonctionner en classe « C » de façon à avoir un bon rendement et une modulation efficace. Le choix est vaste, de la « petite » 5763 à la 6146 en passant par la 2E26, la P17W, la 807 ou leurs équivalents en 12V: ça n'est qu'une histoire de richesse de fonds de tiroirs et de disponibilité des supports, il convient d'éviter si possible les tubes de balayage ligne TV, car leur capacité grille-plaque importante oblige à un neutrodynage si l'on veut conserver une bonne stabilité dans tous les cas de réglage et de charge de sortie.

La polarisation en classe « C » sera obtenue grâce à la tension développée aux bornes de la résistance de grille par le courant de grille, ce qui constitue un moyen simple et efficace pour

peu que l'on évite de couper l'excitation en oubliant le quartz !!!, et que la tension plaque soit coupée lors du passage en réception, ce qui est le cas dans cet émetteur.

Comme il est important et sage de voir ce qui se passe, deux résistances R7 et R10 permettent de mesurer le courant de cathode et le courant de grille du PA, R12, R13 et D1 donnent une indication relative de la puissance de sortie.

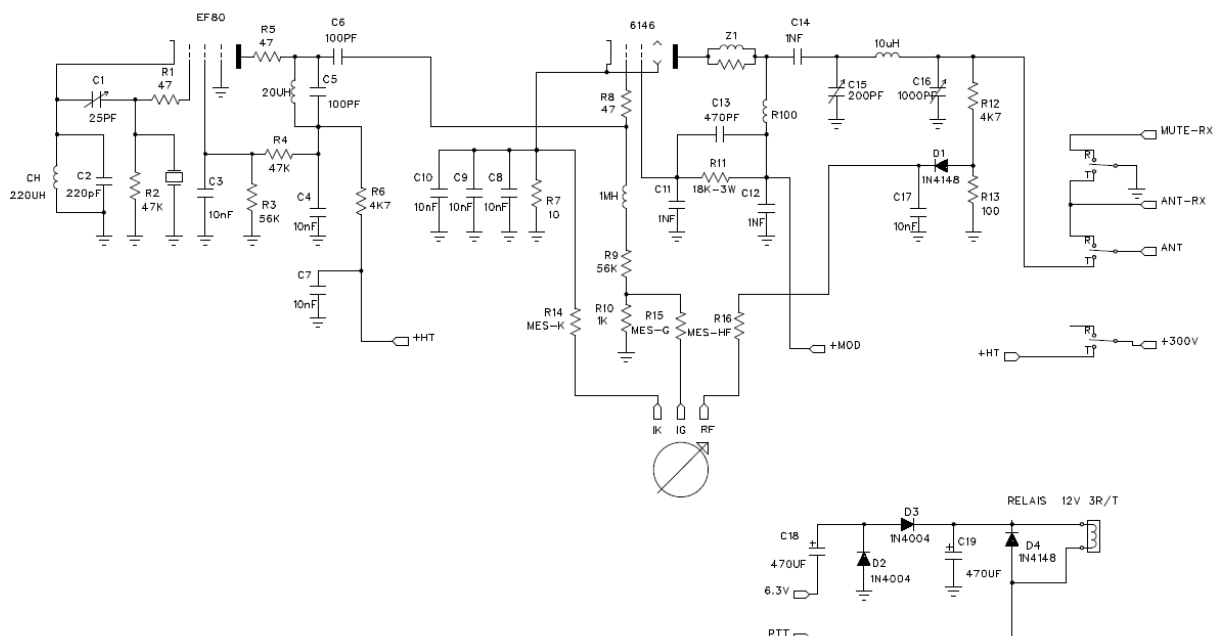
Les valeurs seront bien sur à choisir en fonction de la sensibilité du microampèremètre utilisé, dans ce montage, un 500uA des surplus, mais le choix est vaste.

Quant au relais émission-réception, deux circuits commutent l'antenne, placent le récepteur en stand-by et mettent à la masse son entrée antenne, un troisième circuit commute la haute tension.

La tension qui alimente le relais est obtenue par un doubleur de tension à partir du 6.3V des filaments, il est bien évident que si l'on utilise des lampes chauffant sous 12.6V un redressement simple alternance suffit.

Les résistances de 47 Ohms en série dans les connections de grille et de plaque de l'EF80 ainsi que dans la grille de commande de la 6146 empêchent les instabilités, on n'oubliera pas le circuit Z1 dans la plaque du PA : cinq ou six tours de fil étamé autour de la classique résistance de 56 ou 100 Ohms 1W. Encore une chose très importante : pour la même raison de stabilité, aucune des selfs de choc n'est identique : un nombre incalculable d'émetteurs n'a jamais pu fonctionner correctement à cause de schémas décrits dans certaines revues et jamais essayés par certains auteurs très connus....qui vendaient du papier ! Ces génies préconisaient sans vergogne une self de choc National R100 dans la grille et dans la plaque d'un PA, créant un magnifique auto-oscillateur en grandes ondes qui donnait une fréquence parasite tous les 50 ou 100 KHz : en fait, ils n'avaient jamais réalisé ni mesuré le montage !

Un dernier détail souvent négligé : dans le PA, les condensateurs de découplage de plaque, d'écran et le condensateur d'isolement de sortie C11, C12, C14 sont en parallèle sur le secondaire du transformateur de modulation : on ne dépassera pas 1NF pour éviter de trop limiter les aigus, en plus C13 compense la perte de tension BF dans la résistance d'écran R11.



Si l'on ne réussit pas à trouver de tube de puissance prévu pour la HF et que l'on tente un tube de balayage ligne de TV, il faut diminuer la valeur de C4 jusqu'à 470pF et placer un condensateur ajustable de neutrodynage de 10 pF entre C4 et la jonction de C14 et Z1 dans la

plaque de l'ampli ; ces tubes ayant une grille écran assez susceptible, on prendra également soin d'augmenter sensiblement la valeur de R11

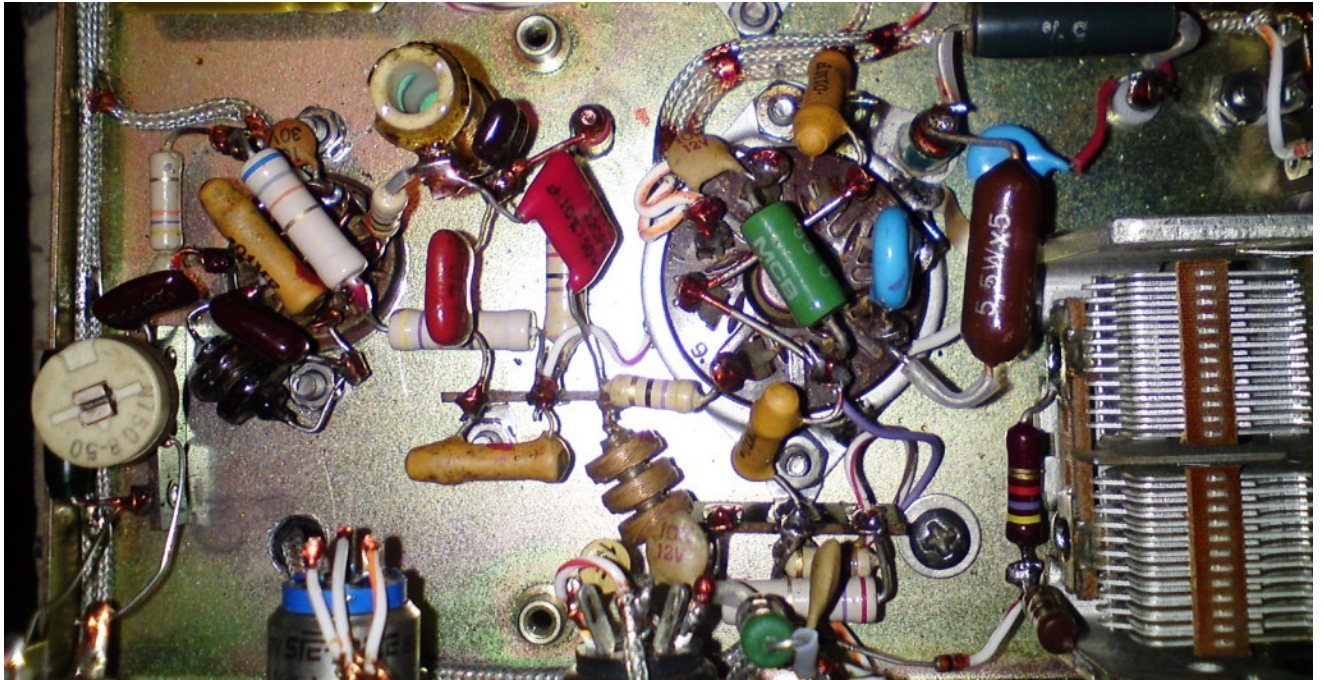


Fig6 Disposition des éléments oscillateur-PA

Le modulateur

La puissance d'alimentation du PA pouvant atteindre 20 ou 30W, il faudra donc disposer d'un modulateur fournissant au minimum quinze watts pour pouvoir le moduler à 100%, deux tubes EL84 en push-pull avec une haute tension pas trop anémique sont parfaitement capables de fournir une telle puissance.

Dans un souci de simplification, l'entrée a été prévue pour une pastille à électret ordinaire que l'on trouve partout à vil prix, la tension continue nécessaire à son fonctionnement provient de la résistance de cathode des EL84. Si l'on veut utiliser un autre type de micro comme une pastille Crystal Ronette ou un vénérable D104 (sans son préampli CB), il sera bon de changer la valeur du potentiomètre d'entrée et de la résistance de chute de grille pour des 1 ou 2.2 Meg et de supprimer la tension continue. Si l'on manque de sensibilité, on pourra toujours rajouter un préampli avec une 6AU6 montée en triode, ou un transistor FET mais que les audiophiles anglicisants soient rassurés, la fameuse « audio » dont ils se gargarisent est très bonne dans tous les cas.

Le préamplificateur micro est donc bâti autour d'une ECF80, tube extrêmement répandu dont la pentode est montée en amplificateur de tension et la triode en déphaseur cathodique. La liaison directe entre les deux étages élimine un condensateur de liaison, évite le pompage au passage en émission, et simplifie le montage.

L'amplificateur BF final utilise deux EL84 en push-pull classe AB1, une petite contre-réaction diminue la distorsion mais n'est pas obligatoire pour un fonctionnement correct.

Avec une haute tension de 350V, on obtient presque 20W et la distorsion reste inférieure à 10%, ce qui est amplement suffisant pour notre bonheur.

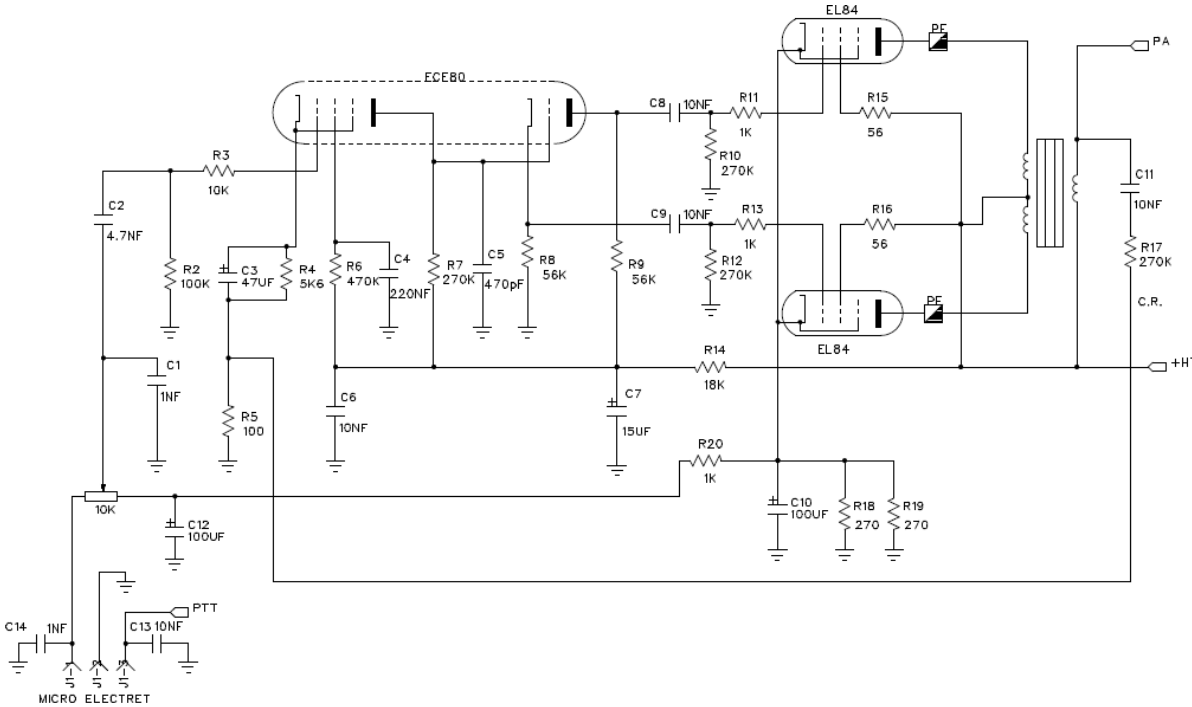


Fig7

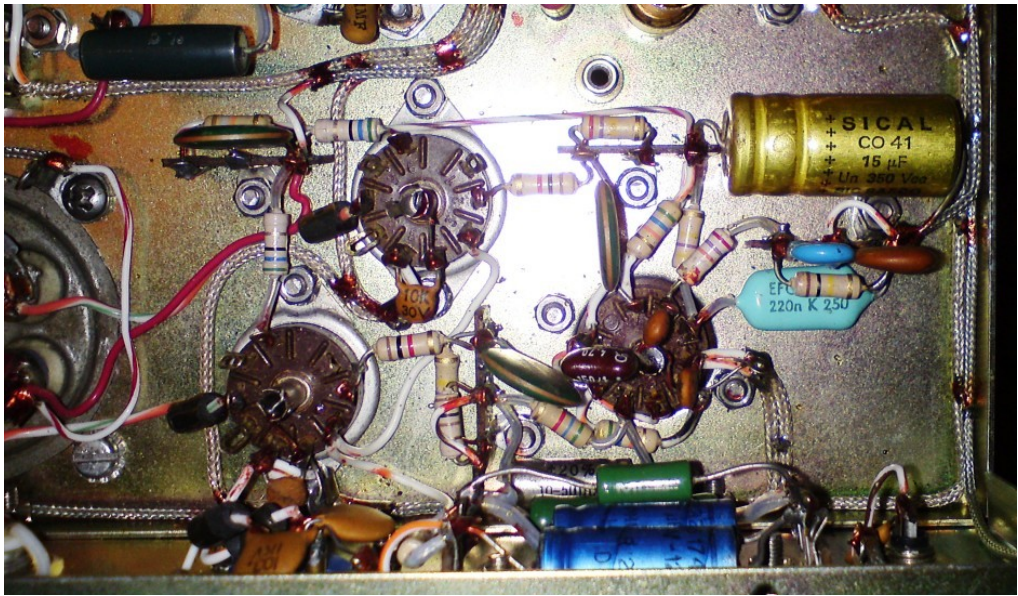


Fig8

La pièce maitresse est sans contexte le transformateur de modulation. En fait la chose n'est pas aussi rare que l'on veut bien le croire, et j'ai toujours vu ce genre de pièce dans les brocantes amateur de Clermont ou de Tours: un transfo de modulation piraté dans une épave de SCR522, ARC-3, SARAM ou autres émetteurs aviation de la bonne époque comportant souvent une 832A modulée par deux 6V6, 12A6 ou autres 6L6 convient parfaitement, les puristes seront déçus par la désadaptation d'impédance potentielle risquant de heurter leur savoir-faire livresque, mais personne n'est parfait et rassurez vous, ça fonctionnera quand-même ! Si par mégarde le modulateur se transforme en oscillateur strident, pas de panique : qui dit contre-réaction dit opposition de phase et ... pas de chance ... dans ce cas, il suffit simplement de croiser les connections des plaques des EL84 sur le transformateur de modulation. La contre-réaction n'est d'ailleurs pas obligatoire : pour s'en passer, il suffit de placer un strap de court-circuit sur R5 la cathode de la penthode de la 6U8 allant directement à la masse dans ce cas.

Dans les cas extrêmes de désert de pièces détachées radioélectriques, un bon vieux transfo d'alimentation de BCL ou d'électrophone est tout à fait utilisable : il faut quand-même en décroiser les tôles puis les remonter en ménageant un entrefer (l'épaisseur de la couverture cartonnée de cahier d'écolier convient) pour éviter la saturation causée par le courant continu du PA.

Et maintenant le truc qui fâche: les mesures.....

Un oscilloscope est indispensable et un générateur BF souhaitable : on peut toutefois le remplacer par la sortie calibration de l'oscillo qui délivre en général un signal carré voisin de 1KHz : on se fabrique un filtre passe bas élémentaire avec deux résistances et deux condensateurs : la forme d'onde obtenue et la fréquence sont assez approximatives mais conviennent tout à fait : nous avons fabriqué un émetteur phonie et il est assez rare que la parole se réduise à une seule fréquence de 1000 Hz parfaitement pure !

La première chose à vérifier est le taux de modulation, suivi de la linéarité et de l'absence de déphasage important du aux condensateurs de découplage du PA.

On connecte donc la sortie de l'émetteur sur une charge de 50 Ohms, on place en parallèle un pont constitué d'une résistance de 47K et d'une résistance de 1K vers la masse pour limiter la tension HF que l'on va injecter sur l'oscilloscope.

A ce stade on peut déjà faire une courbe représentant l'enveloppe de modulation

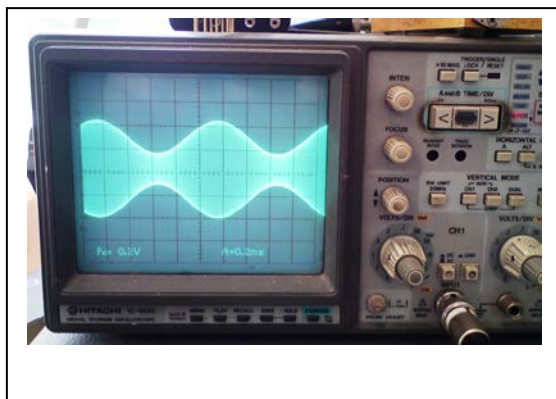


Fig9 50%

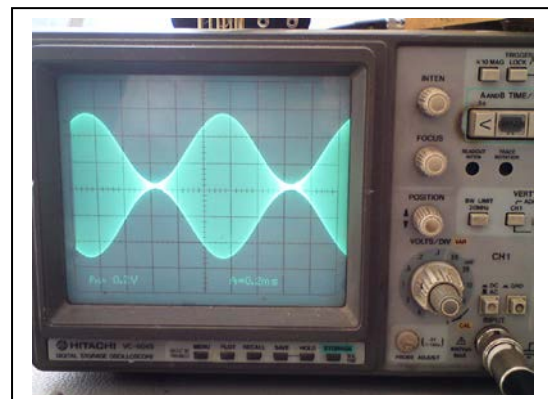


Fig10 100%

On évitera de pousser trop le gain micro (un grand classique dans la noble confrérie des radioamateurs) sinon on risque de surmoduler : la porteuse sera coupée pendant un court instant donnant lieu a des splatters qui empoisonneront les petits camarades en BLU qui ne nous aiment déjà pas trop ! Fig. 11

Une modulation à 100% vue à l'analyseur de spectre doit ressembler à la figure 12

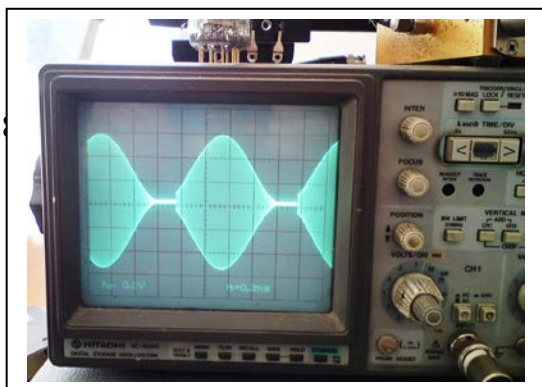


Fig11

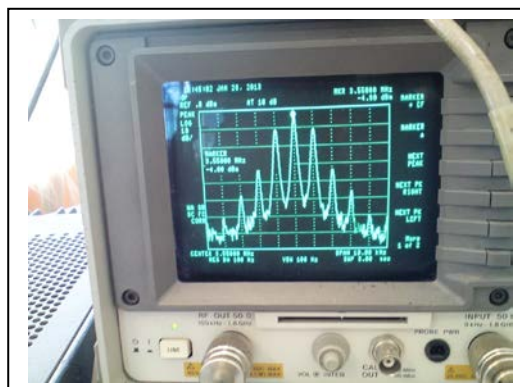


Fig12

Alors que la courbe enveloppe est indispensable (ou très souhaitable) pour voir son signal lorsque l'on trafique, la mise au point définitive nécessite de faire ce que l'on appelle un trapèze de modulation : il permet de vérifier la linéarité, le taux de modulation, la présence d'accrochages, et surtout que la valeur choisie pour les condensateurs de découplage de l'anode et de l'écran du PA ne causent pas de déphasage outrageant.

Mais à quoi correspond ce fameux trapèze dont on parle tant ? C'est simplement une courbe qui montre l'amplitude de la tension HF en fonction de la tension BF présente dans l'alimentation anode et écran de l'amplificateur modulé :

on va donc faire fonctionner l'oscilloscope en mode XY : on injecte la HF sur l'entrée X et la BF sur l'entrée Y à la place de la base de temps, mais attention , contrairement aux âneries que l'on entend souvent, on doit vérifier la modulation du PA et pas la bande passante de l'ampli de modulation qui n'est, lui, qu'un ampli BF facile à mettre au point par ailleurs: la tension BF appliquée sur l'entrée Y ne sera **en aucun cas** prélevée à l'entrée du modulateur **mais à sa sortie** : on place provisoirement au secondaire du transformateur de modulation un pont résistif qui permettra de connecter l'entrée Y de l'oscilloscope et d'en doser l'amplitude. **Attention car à cet endroit les tensions sont dangereuses.** Fig13

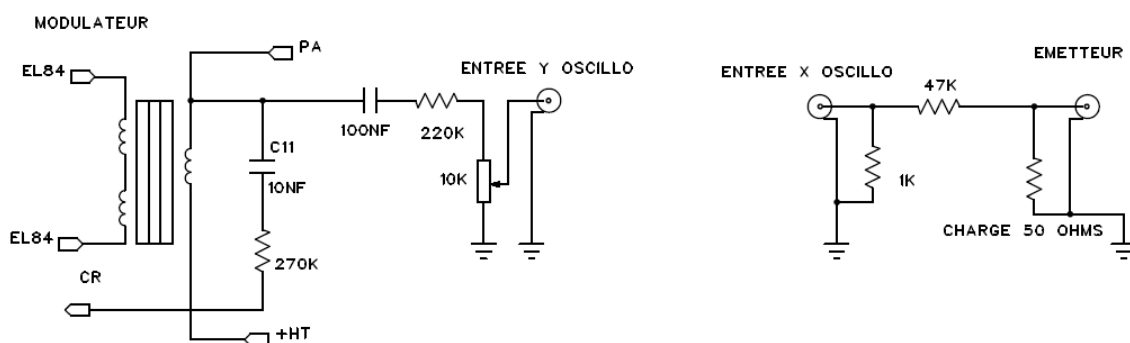


Fig13

Si tout va bien on doit voir une courbe similaire à celle de la figure 14 : plus le taux de modulation est élevé, plus le trapèze ressemble à un triangle, mais attention à ne pas surmoduler (cela se traduirait par une ligne horizontale brillante au sommet du triangle équilatéral) ; plus la linéarité est bonne, plus le déphasage est petit, et plus les cotés du triangle ou du trapèze sont rectilignes.

Les condensateurs parasites et les condensateurs de découplage causent un déphasage et dédoublent les lignes obliques: ce phénomène est normal mais doit rester faible.

Par contre, si l'on prélève la BF à l'entrée du modulateur, **ce qu'il ne faut absolument pas faire en dépit des recommandations de quelques niais**, on va avoir une courbe comme celle de la figure 15 : le déphasage normal dans un ampli de modulation se traduit par deux traces ovales certes très jolies, mais qui rendent vaine toute possibilité de mesure ou de réglage : il est en effet impossible de juger de la linéarité des cotés d'un triangle qui n'en est plus un alors que ce devrait être un critère déterminant..... mais laissons ces braves gens à leurs certitudes !!!!

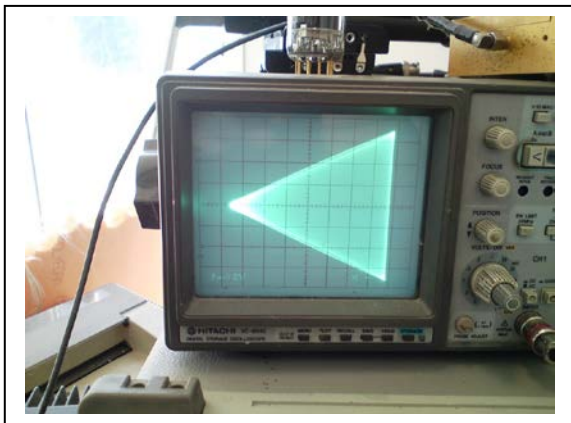


Fig14

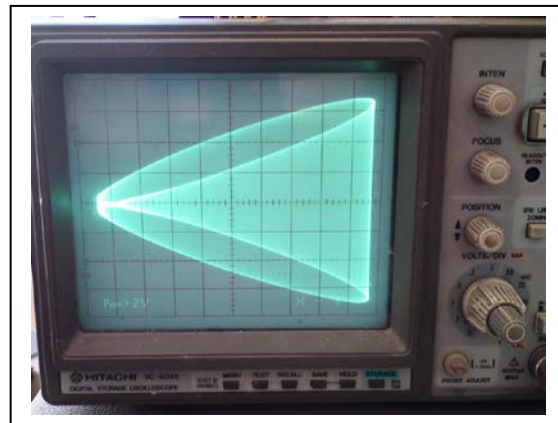


Fig15

Quelques recommandations pour finir : Il convient de ne pas oublier que tous ces montages à lampes fonctionnent avec des tensions élevées : faites très attention à ce que vous faites, et gardez si possible une main dans la poche lors des mesures ; un modulateur à lampes muni d'un transfo de sortie ne doit **jamais** fonctionner sans charge sous peine de destruction du transformateur: lors des essais si le PA n'est pas connecté ou n'est pas fini, placez une résistance de charge en parallèle sur le secondaire du transfo de modulation : une résistance bobinée de 2.2 ou 3.3K/10W voire une ou deux lampes de 220V/15W (lampes miniatures de frigidaire ou de four à micro-ondes) en série convient pour la mise au point et permet de faire toutes les mesures nécessaires même avec un modulateur de 20 ou 30W, il suffit simplement de la laisser refroidir de temps en temps .

Georges RICAUD F6CER