

RECEPTEUR FM A REACTION AVEC UN TUBE PCF82

On décrit ci-dessous un récepteur FM qui couvre largement la bande 88-108 MHz. Le récepteur est de type hybride puisqu'il utilise un tube PCF82 et un circuit intégré LM386. Le tube PCF82 est très ancien puisqu'il apparaît déjà dans des data sheets de 1953. Il a été beaucoup utilisé dans les téléviseurs des années 50. Il comprend une triode et une pentode. Dans notre montage, la pentode est utilisée comme détectrice et la triode est comme préamplificateur en entrée du LM386. Le LM 386 assure à lui seul le plus gros de l'amplification BF, et c'est suffisant pour attaquer un haut-parleur de 4-8 Ohms 1-3 Watts.

A ce stade on peut bien sûr se demander quel est l'intérêt de construire un récepteur FM, à une époque qui voit la FM menacée par les émissions en numérique. Et on peut encore plus se demander pourquoi construire un récepteur avec des tubes qui font définitivement partie d'une technologie fort ancienne. Il n'y a pas vraiment de réponse, si ce n'est quelque chose du genre « pour voir comment c'était avant » !

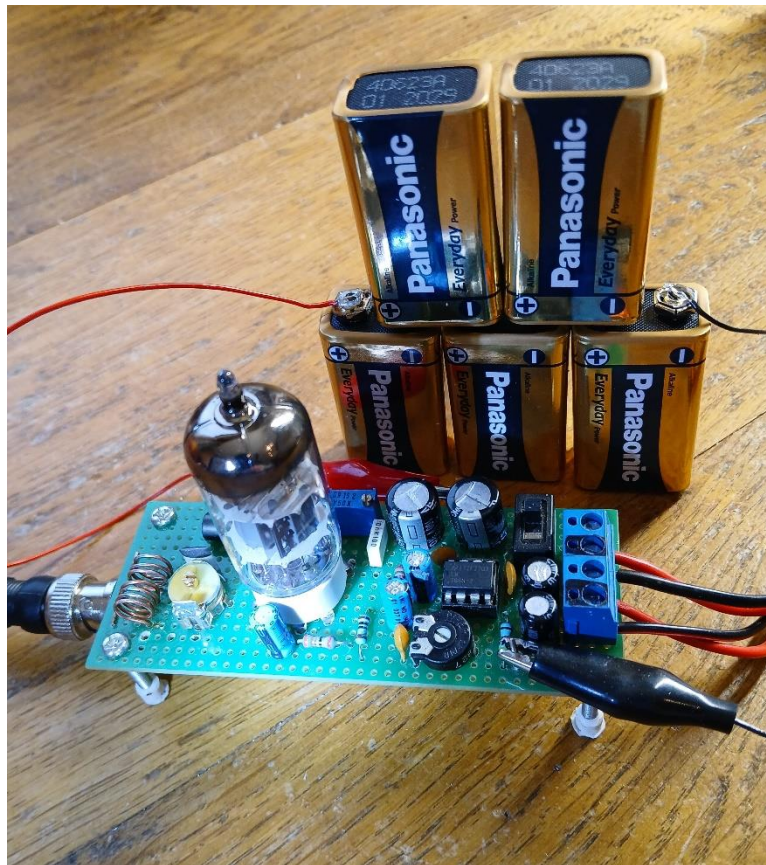
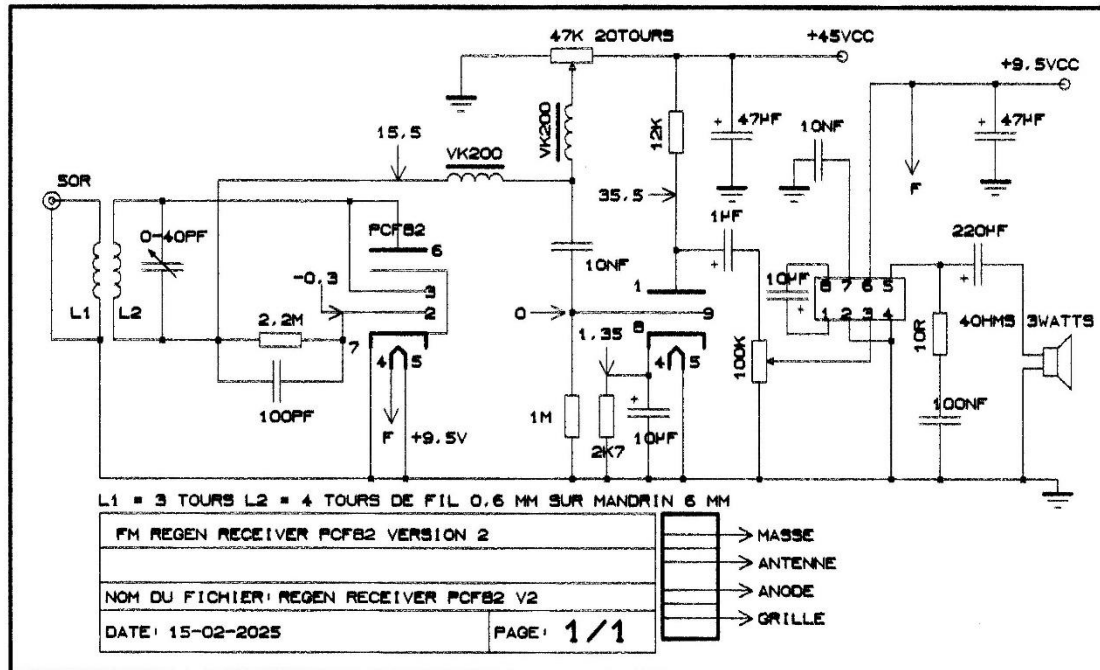


Schéma de réalisation.

Pour réaliser ce récepteur, on s'est inspiré du schéma « Building the Neophyte 1 » publié dans le VE7SL Radio Notebook sur qsl.net et par la vidéo Regen Receiver Part 2 publiée sur YouTube par Mikrowave1. On a modifié ces schémas pour en faire un récepteur FM autonome. En particulier on a adapté le circuit d'accord pour atteindre la gamme de fréquence entre 88 et 108 MHz. On a aussi modifié le branchement de l'antenne pour utiliser une antenne FM extérieure avec une impédance de 75 Ohms. On a enfin installé un circuit intégré LM386 pour permettre l'écoute sur un petit haut-parleur, plutôt que sur un casque à haute impédance.

On a construit le récepteur sur une plaque d'expérimentation à trous isolés, ce qui est très pratique, mais généralement pas conseillé pour les montages FM ou VHF. On peut facilement disposer les composants aux mieux, mais on ne dispose pas de plan de masse. Il faut donc relier entre eux tous les composants qui ont au moins une broche à la masse. Ce qui peut engendrer des boucles de masses avec toutes sortes d'effets indésirables.



Choix du tube.

Pour cette réalisation, on peut utiliser un tube ECF80, ECF82, PCF80 ou PCF82. On se rappellera que les tubes ECF demandent une alimentation en 6,3 Volts alors que les tubes PCF demandent une alimentation en 9,5 Volts. On a utilisé un tube PCF82 et vérifié que cela fonctionnait tout aussi bien avec un tube PCF80.

Alimentation.

Les montages qui font appel à des tubes électroniques demandent une alimentation plus compliquée puisqu'il faut une basse tension pour le chauffage du tube et une alimentation haute tension pour l'anode du tube. Dans notre cas, on alimente les filaments en 9,5 VCC régulés et filtrés, et on utilise cette même tension de 9,5 VCC pour le LM386, qui s'en contente très bien. Le courant est de 310 mA.

En ce qui concerne « la haute tension », on a choisi une tension de 45 VCC que l'on obtient facilement en empilant 5 piles de 9,0 VCC. Il y a lieu de mentionner que, avec le temps, la résistance interne des piles augmente et la tension aux bornes diminue. Ce qui a un impact sur le réglage du récepteur. Des retouches sont donc à faire en fonction de l'état d'usure des piles. Le courant de la haute tension varie entre 1,4 et 2,2 mA.

Connexion de l'antenne.

On utilise une antenne FM d'extérieur avec un dipôle recourbé en cercle et d'impédance 75 Ohms, et une connectique de type BNC. Pour la connecter au récepteur, on utilise une bobine de

couplage lâche de 3 spires de fil 0.6 mm sur un mandrin de 6 mm de diamètre. On aligne cette bobine avec la bobine d'accord. Ceci est illustré sur la photo. La distance entre les deux bobines est importante. Si la distance est trop grande, le couplage est trop lâche et l'antenne ne fonctionne pas. Si la distance est trop petite, on observe une sorte d'accrochage ou d'effet Larsen qui rend toute écoute impossible. On a fixé, en tâtonnant, la distance entre les deux bobines à 2 mm.

Quelques commentaires sur le schéma.

La pentode assure la détection d'enveloppe. En entrée grille, on a un circuit RC avec une résistance de 2,2 MOhms et un condensateur de 100 pF. Ces valeurs ne sont pas critiques. On peut utiliser n'importe quelle valeur entre 1 et 6,8 MOhms et entre 50 et 150 pF. Pour régler la réaction, on a utilisé un potentiomètre à 20 tours. C'est pratique pour trouver le point d'oscillation et revenir un peu en arrière. En redressant un peu le schéma, on s'aperçoit que le circuit d'accord LC se trouve en fait entre le rail positif (45 VCC) et l'anode de la pentode.

La triode joue le rôle de préamplificateur pour entrer dans le LM386. La valeur de la résistance de charge de la triode n'est pas critique. Dans notre montage, on utilise une valeur de 12 KOhms. On se souviendra que la valeur de la résistance contrôle le niveau d'entrée du LM386. Il ne faut pas oublier les condensateurs de couplage pour éliminer la composante continue du signal en entrée et en sortie de la triode.

Le LM386 est câblé selon les recommandations du data sheet. On remarquera la cellule de Boucherot avec sa résistance de 10 Ohms et son condensateur de 100 NanoFarads. On sort sur un condensateur de 200 µFarads, dont la valeur n'est pas critique On peut utiliser n'importe quelle valeur entre 100 et 470 µFarads. On a gardé le condensateur de 10 µFarads entre les bornes 1 et 8, ce qui amène le gain du LM386 à 200.

La recherche des stations FM.

Le circuit d'accord est constitué d'une self de 4 spires de fil de 0,6 mm sur un mandrin de 6 mm, espacées de 1 mm, et d'un condensateur ajustable de 0-40 pF. Dans ce conditions, on tombe sans grande surprise, au milieu de la bande FM lorsque le condensateur ajustable est à mi-course, soit 20 pF. Jusqu'ici, tout va bien ! Mais le plus difficile reste à faire : il faut encore accorder le récepteur sur les stations FM !

On a procédé comme suit. On met le potentiomètre de contrôle de volume sur le quart inférieur. C'est plus prudent, parce que ce le récepteur peut donner un niveau de sortie audio très élevé. On laisse le condensateur ajustable à mi-course. On met le potentiomètre de contrôle de réaction au quart inférieur. Jusqu'ici, il ne doit rien se passer et c'est tout à fait normal. On va maintenant augmenter le niveau de réaction progressivement jusqu'à amener la pentode en oscillation. Ceci est facile à déceler à cause du bruit strident caractéristique. On revient un peu en arrière, juste en dessous de l'oscillation. On règle alors sur la fréquence FM que l'on veut recevoir à l'aide du condensateur d'accord. Attention ! Ce processus peut être itératif ! Il faut parfois retoucher plusieurs fois le condensateur d'accord et le réglage de la réaction. Une fois l'accord établi, il est relativement stable et reproductible On n'y touche normalement plus. On a ainsi pu balayer toute la bande FM entre 88,0 et 104,5 MHz.

Détection AM ou détection FM ?

Manifestement le récepteur que l'on a construit est un récepteur AM avec détecteur d'enveloppe, comme au bon vieux temps des premiers récepteurs radio. Alors comment se fait-il que l'on démodule aussi le signal FM ? En fait, tous les récepteurs AM peuvent démoduler la FM, par le

mécanisme connu sous le nom de « Slope Detection for FM Modulation ». Ce mode de démodulation est en fait le premier mode connu de démodulation FM. Il a été par la suite largement remplacé par des démodulateurs FM beaucoup plus sophistiqués. Notre petit récepteur est donc vraiment bien un récepteur de conception ancienne !

Une appréciation.

Ce petit récepteur hybride fonctionne bien. On peut facilement le construire en quelques heures. Il ne demande que des composants que l'on trouve facilement dans le commerce de composants électroniques. On trouve facilement les tubes ECF80, ECF82, PCF80 ou encore PCF82 sur le web ou les foires de radio amateurs.

La qualité audio est très bonne et un peu provocante pour les radios beaucoup plus sophistiquées que l'on trouve actuellement dans le commerce. Curieusement, et de manière assez inattendue, ce récepteur ne fonctionne pas du tout en VHF. Pas moyen de faire un petit effort pour aller au-delà de la bande FM. Affaire qui reste à élucider !

Il ne nous reste plus qu'à souhaiter bon travail et bonne écoute à tous les bricoleurs et bricoleuses qui se lanceront dans l'aventure. Et qui peut-être, un jour qui sait, partageront leur réalisation sur le web et agrandiront encore la rubrique « One Tube FM Receiver »...

Références.

Un très grand nombre de vidéos, d'articles et de schémas couvrent les récepteurs à un tube. Pour s'en convaincre, il suffit de taper « One Tube FM Receiver » ou « One Tube VHF Receiver » ou encore « Neophyte Receiver sur le web. On ne va donc pas reprendre toutes ces références, mais seulement les deux principales qui ont été notre source d'inspiration.

- 1- Building the Neophyte 1 publié dans le VE7SL Radio Notebook sur qsl.net.
- 2- Regen Receiver Part 2, vidéo publiée sur YouTube par Mikrowave1.
- 3- Slope detection for FM Demodulation by John Dunn July 10, 2024 sur www.edn.com
- 4- ECF82, The vale Wizard sur www.r-type.org