

Tête H.F. 41 MHz FM pour émetteur de radiocommande



Depuis que les cibistes ont envahi le 27 MHz, il est prudent, si votre terrain d'aviation est proche de routes fréquentées ou d'agglomérations urbaines, d'utiliser le 41 MHz, nouvelle bande de fréquence en radiocommande qui doit nous donner une meilleure sécurité.

L'objet du présent article est donc d'essayer de vous aider à réaliser vous-même la reconversion en émission 41 MHz, à un coût abordable. L'émetteur se présente en boîtier modulaire, de faible dimension (72x50x23).

Pour le moment, notre idée maîtresse est donc de vous fournir un module 41 MHz émission, de petite taille, enfichable, dont la stabilité et la souplesse de réglage permettent l'adaptation très rapide à un émetteur quelconque, très sophistiqué ou très ancien, d'alignement facile sur un récepteur 41 MHz du commerce, même si celui-ci est doté en moyenne fréquence de filtre céramique 455 KHz.

Caractéristiques générales

Gamme de fréquence de 41 000 à 41 200 MHz.

Piloté par quartz (fréquence du quartz FE/2) amovible.

Puissance de sortie nominale : 750 mw efficaces.

Modulation de fréquence à bande étroite $F \pm 1,5$ KHz

Tension nominale d'alimentation V.A. : 9,6 volts (- 10 à + 50 °C)

Stabilité en fréquence $2 \cdot 10^{-5}$ (± 10 % de variation de V.A.)

Puissance et consommation en fonction de V.A.

Les accord HF ont été faits à V.A. 9,6 volts.

La puissance peut être ajustée d'une manière continue de 0,300 à 0,750 W par action sur le noyau de T₃.

Description de la tête H.F. 41

La tête H.F. comporte de manière classique, 3 étages, l'oscillateur modulable en fréquence, un doubleur de fréquence et pré-ampli H.F. un P.A. ou étage de puissance, garantissant une puissance H.F. de 750 mW sous une alimentation de 9,6 volts. Chaque étage de la tête H.F. a été étudié avec soin pour éliminer les défauts que l'on rencontre habituellement dans beaucoup de montages, instabilité et accrochage H.F. des têtes trop compactes lorsqu'elles utilisent un ampli H.F. de fort gain. Les entrées, alimentation, modulation, ainsi que la sortie H.F. se font sur un connecteur 5 broches professionnel.

a) L'oscillateur

Le transistor Q₁ constitue l'oscillateur, le quartz est accordé en résonance série, et taillé en fondamental. La fréquence du quartz est FE/2, pour notre cas ce sera de 20,5 à 20,6 MHz.

La self L₁ annule la réactance des condensateurs en série dans le circuit du quartz. La réaction a lieu entre base et émetteur, elle est définie par les capacités C₁-C₂ ; le signal de

V.A. en V	6	7	8	9	9,6	10	11	12
P.S. en W	0,120	0,220	0,400	0,600	0,750	0,860	1,1	1,4
I.S. en A	0,070	0,100	0,130	0,150	0,170	0,190	0,210	0,240



sortie est prélevé au collecteur de Q_1 , la charge étant constituée par une self surmoulée miniature de $12 \mu H$.

La modulation en fréquence est constituée principalement par la diode varicap BA 102 sur laquelle est appliquée la BF de la modulation venant du codeur.

Le swing ou excursion n'est autre que le décalage de fréquence dont l'indice est fonction du niveau crête/crête à l'entrée modulation.

b) L'étage amplificateur

Les étages suivants : Q_2 et Q_3 associés à des circuits couplés, transformateurs HF blindés, assurent respectivement les fonctions de doubleur et préamplifie le signal à la fréquence de sortie, pour l'appliquer à Q_3 étage amplificateur, où la puissance de sortie atteint les 750 mw.

Il est adapté par un filtre en T (L_3 , C_8 , C_9 et T_3) suivi d'un filtre en Π (C_{10}/CV_2 , T_4 , CV_3) sortie en S_1 au point 5 et 4, sur une charge voisine de 50Ω .

L'étage accordable SA a pour but d'adapter l'antenne foudet de 1,25 mètre et d'amener l'impédance de charge de celle-ci près des 50Ω .

La self SA peut être montée à l'embase de l'antenne en self fixe ou accordable ; si vous utilisez une antenne CLC accordée au centre en 41 MHz SA n'est plus utile, on la supprime.

Nous avons essayé plusieurs transistors au P.A. (Q_3), nous fûmes surpris qu'avec un BD 137 ou BD 139 et en diminuant R_B (R_{10}) à la valeur de 10Ω d'avoir en sortie S_1 une puissance H.F. de 500 mw à V.A. 9,6 volts, et une très bonne stabilité. Un petit radiateur lui est nécessaire pour son refroidissement.

Réalisation pratique de la tête H.F.

Le circuit imprimé est réalisé en époxy simple face de 15/10 d'épaisseur. Les dimensions nous sont imposées par le boîtier plastique (67×45 mm). Voir dessin du circuit imprimé figure 2, la solution de la gravure est laissée au choix du réalisateur ; le perçage des trous se fera en $\varnothing 10$ pour résistances, condensateurs fixes, pot HF, transistors, et en $10/10$ pour les condensateurs ajustables,

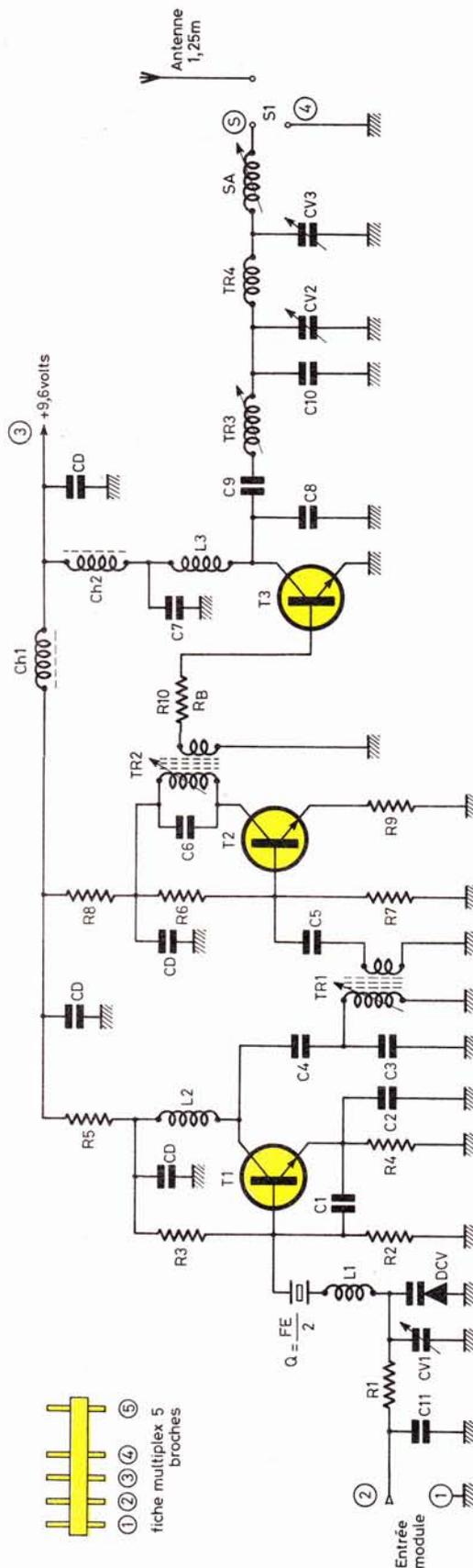


Figure 1 : Schéma de principe.

les pattes des pots HF et du connecteur de sortie.

Souder dans l'ordre : résistances, condensateurs fixes, les selfs de choc, les selfs miniatures surmoulées L₁, L₂, L₃ (soudées très court), les condensateurs ajustables, souder ensuite les transformateurs HF T₁, T₂, T₃, T₄. (Couper les pattes de T₃ et T₄ au plus court du boîtier). La self SA est le seul bobinage à réaliser, après sa confection elle est mis en place et soudée (on verra que pendant les réglages HF sans l'antenne, il sera nécessaire de la court-circuiter). Un fil blindé reliera la broche 2 du connecteur au point EM. Puis, seront montés et soudés les transistors Q₁ et Q₃ avec des pattes les plus courtes possible, veillez au sens, mettre le connecteur 5 broches en place et le relier au CI par des petits morceaux de fil en 8/10. Mettre en place le quartz sur un support de qualité.

Le connecteur que vous utiliserez peut être différent du nôtre, mais il faut impérativement :

- que les contacts soient très francs, à frottement dur en particulier pour les contacts de masse et d'alimentation car un courant non négligeable les traverse. Si les contacts sont défectueux, accrochages HF et perte de puissance sont garantis.

- que la prise femelle sur laquelle s'emboîte le module HF soit reliée du codeur à l'alimentation et à la masse par des fils bien torsadés ; le fil de sortie antenne doit être très court.

Un petit compartiment sera réalisé dans le boîtier de l'émetteur, où sera fixé ou collé le connecteur (5 broches femelle le plus près possible de la fiche antenne).

Remarques générales

Avant mise sous tension pour le réglage ; vérifier le circuit imprimé, le sens correct de la DVC et des transistors ; pas de court-circuit entre pistes du CI et soudures. Les soudures doivent être fines et très brillantes.

Procédure de test et de réglage

a) Matériel nécessaire

- Fréquence-mètre numérique
- alimentation continue 9,6 volts ou mieux variable de 6 à 12 volts avec ampèremètre.
- mesureur de champ

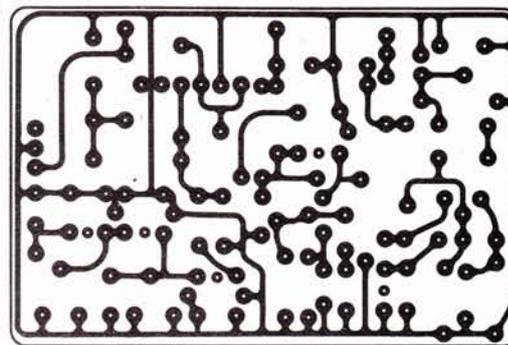


Figure 2 : Tracé du circuit imprimé.

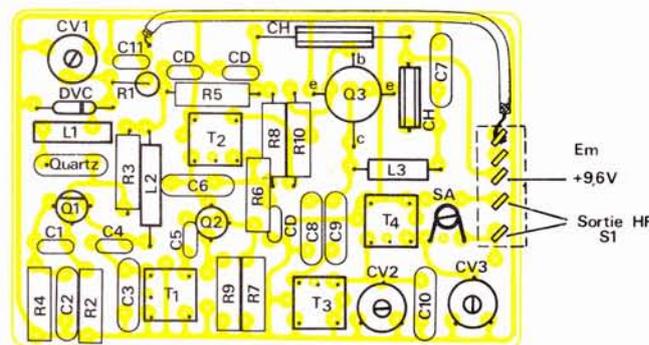


Figure 3 : Implantation des composants.

- une ampoule de 6 volts 100 milli ampères
- un tournevis non magnétique : le faire avec une chute de CI sans cuivre.

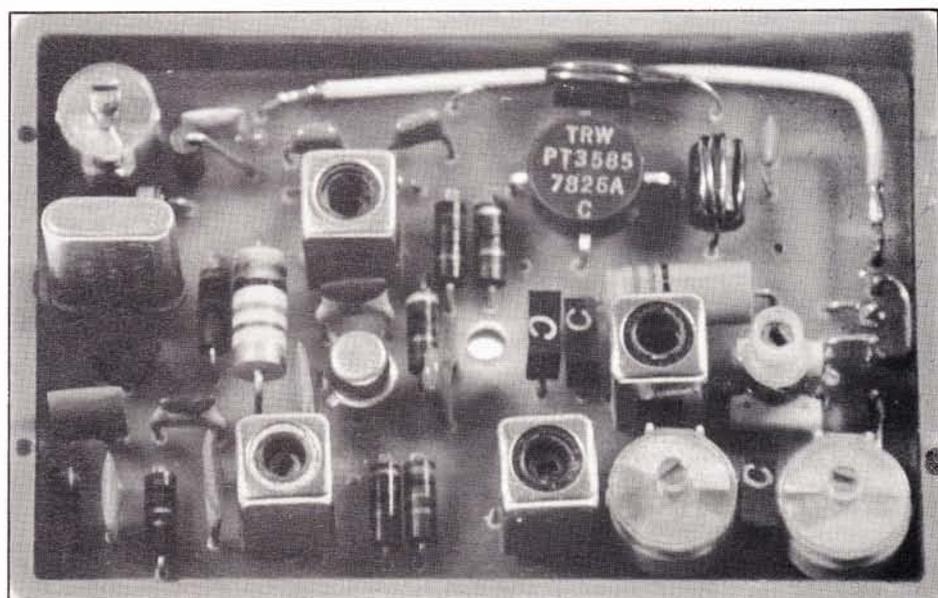
b) Procédure de réglage

- visser les noyaux de T₁, T₂, T₃ à moitié à l'intérieur des pots HF
- le transfo HF T₄ est sans noyau, on le retire tout simplement
- Le condensateur CV₁ est calé au **minimum** de sa valeur, CV₂ et CV₃ sont calés à 1/4 de leur valeur

- Connecter la charge : l'ampoule de 6 V 0,1 A entre 5 et masse.
- court-circuiter SA pour l'instant
- Enfiler le quartz dans son support
- Brancher l'alimentation en 3 (+ 9,6 volts) et masse.

c) Mise en route

L'émetteur doit fonctionner immédiatement, un courant doit apparaître sur l'ampèremètre et l'ampoule doit éclairer un peu. (Se reporter aux caractéristiques générales pour les courants et puissances).



d) Réglage HF

Régler avec le tournevis non magnétique les noyaux de T1, T2 et de T3 puis CV2, CV3 pour le maximum de brillance de l'ampoule. Pour vérifier le bon fonctionnement sans accrochage, on enlève le quartz de son support, l'ampoule doit s'éteindre totalement, si le filament reste allumé (preuve d'un courant important), il y a accrochage provenant certainement de mauvais découplages HF. Si le fonctionnement est bon à la remise en place du quartz, le courant et le niveau de brillance de l'ampoule doivent revenir identiques ; on reprendra plusieurs fois les accords.

Les réglages et vérifications faits, on enlève le court-circuit de la self SA et on désoude l'ampoule de 6,3 volts en sortie. On place le CI dans son boîtier émetteur. Antenne déployée au maximum et on s'éloigne de quelques mètres. Après la mise sous tension de l'émetteur le champmètre étant en route, on reprend les accords de T3 puis de CV2 et CV3 de manière à obtenir un maximum de déviation au champmètre ; diminuez la sensibilité du champmètre et accordez la self SA pour une déviation maximum. Durant tous les réglages l'émetteur doit être tenu en main, l'antenne étant éloignée de tout objet métallique.

Réglage de l'excursion de fréquence

Le montage de la figure 4 est obligatoire, les codeurs sortent des niveaux positifs qui peuvent varier entre 6 et 9 volts crête/crête. Un diviseur est monté en sortie du codeur et l'entrée EM de la tête HF.

Pour les réglages, la fréquence-mètre numérique est couplé très faiblement à l'antenne par une petite boucle de 2 à 3 spires, diamètre de la spire 20 mm, que vous soudez au bout d'un coaxial relié au compteur. CV1 étant toujours au minimum de sa valeur vous ajustez le curseur de P1 à la masse (A) ; connectez provisoirement le point C à une tension continue de 6 à 9 volts.

La tension continue sera choisie fonction de la tension que délivre votre codeur en valeur crête. La fréquence lue devrait être : $F_1 = F_0 - 1,5 \text{ KHz}$.

F_0 étant le double de la fréquence marquée sur votre quartz. Si la fréquence est trop basse vous pouvez

court-circuiter la self L1 (cela n'empêche pas le bon fonctionnement), vous devez vous arranger pour avoir 100 à 200 Hz au-dessus de F_1 par la modification de R1 (valeur de 10 K à 56 K) ; on peut augmenter ou diminuer la fréquence de 500 Hz, le réglage fin se fera par CV1. Une fois F_1 réglé, on règle F_2 : $F_2 = F_0 + 1,5 \text{ KHz}$, on ajuste le curseur de P1 vers B pour obtenir F_2 .

Contrôle de l'excursion

En mettant une masse en B de P1 on retrouve F_1 , la masse enlevée on retrouve F_2 .

La fréquence nominale sera :

$$\frac{F_1 + F_2}{2} = F_0$$

L'excursion en fréquence est alors $F_2 - F_1 = \Delta F = (F_0 + 1,5 \text{ KHz}) - (F_0 - 1,5 \text{ KHz})$ ou plus simplement $F_2 - F_1 = 3 \text{ KHz}$.

Le contrôle étant fait, vous connectez et soudez le point C du diviseur à la sortie de votre codeur. Ceci étant, notre tête HF est prête à vous rendre de bons et loyaux services durant de longues années.

C. C.

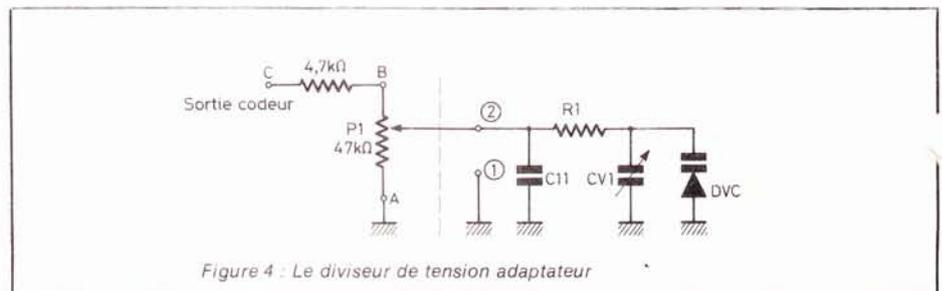


Figure 4 : Le diviseur de tension adaptateur

Nomenclature

Transistors

- T1 : TIS 62 ou 2N 2369 A transistor NPN
- T2 : 2N 2369 A transistor NPN
- T3 : PT 3585 transistor NP N ou BD 137, BD 139 (voir texte).

Autres semi-conducteurs

- DCV : BA 102 diode varicap

Divers

- Q quartz $F_{REQ} = F_{REQ} EM/2$ série boîtier HC 25/U.
- CH1 : BO B 3 sp Fil 60/100 sur perle ferrite 6 x 4,3
- CH2 : BO B 3 sp Fil 60/100 sur perle ferrite 6 x 4,3
- L1 : Self 0,22 μ H miniature surmoulée \varnothing 4 mm L 12 mm
- L2 : Self 12 μ H miniature surmoulée \varnothing 4 mm L 12 mm
- L3 : Self 12 μ H miniature surmoulée \varnothing 4 mm L 12 mm.
- TR1 : HF 113 CN 159 transformateur 7 x 7 mm (TOKO)
- TR2 : HF 113 CN 159 transformateur 7 x 7 mm (TOKO)
- TR3 : HF 113 CN 781 transformateur 7 x 7 mm (TOKO)
- TR4 : HF 113 CN 781 sans noyau (TOKO)
- SA : 15 Sp fil 35/100 Cu émaillé jointives sur mandrin \varnothing 5, L 15 mm Max. avec noyau.
- 1 petit boîtier (boîte à relais Lextronic) dimensions 72 x 50 x 23

- 1 Connecteur multiplex 5 broches mâle + femelle.
- 2 cosses professionnelles pour quartz interchangeable, debout, contacts dorés. Le Jeu Ref Lextronic 12/4.

Résistances 1/4 w 5 %

- R1 : 10 K à 56 k Ω couche de carbone
- R2 : 220 K Ω
- R3 : 100 K Ω
- R4 : 1 k Ω
- R5 : 82 Ω
- R6 : 4,7 k Ω
- R7 : 1 k Ω
- R8 : 22 Ω
- R9 : 47 Ω
- R10 : 47 Ω

Condensateurs

- CD : 47 nF PAS de 5,08 mm x 5,08 mm
- C1 : 100 pF } Condensateurs
- C2 : 100 pF } céramique
- C3 : 18 pF } multicouche
- C4 : 10 pF } CK05
- C5 : 68 pF }
- C6 : 15 pF }
- C7 : 10 nF céramique
- C8 : 120 pF }
- C9 : 120 pF } C.C.M. CK05
- C10 : 100 pF }
- C11 : 10 nF céramique
- CV1 : 2/10 pF ajustable RTC C010EA/10E
- CV2 : 6/65 pF ajustable RTC C010GA/65E
- CV3 : 6/65 pF ajustable RTC C010GA/65E