

EMETTEUR DE TELEVISION AMATEUR 435 MHZ

par F5RCT Jean-Matthieu STRICKER

L'originalité de cet émetteur ATV est basée sur le circuit intégré MC13176 de Motorola qui comporte un modulateur AM et une PLL interne. Ce circuit intégré simplifie la mise en œuvre de cet émetteur tout en conservant une excellente linéarité.

Avertissement :

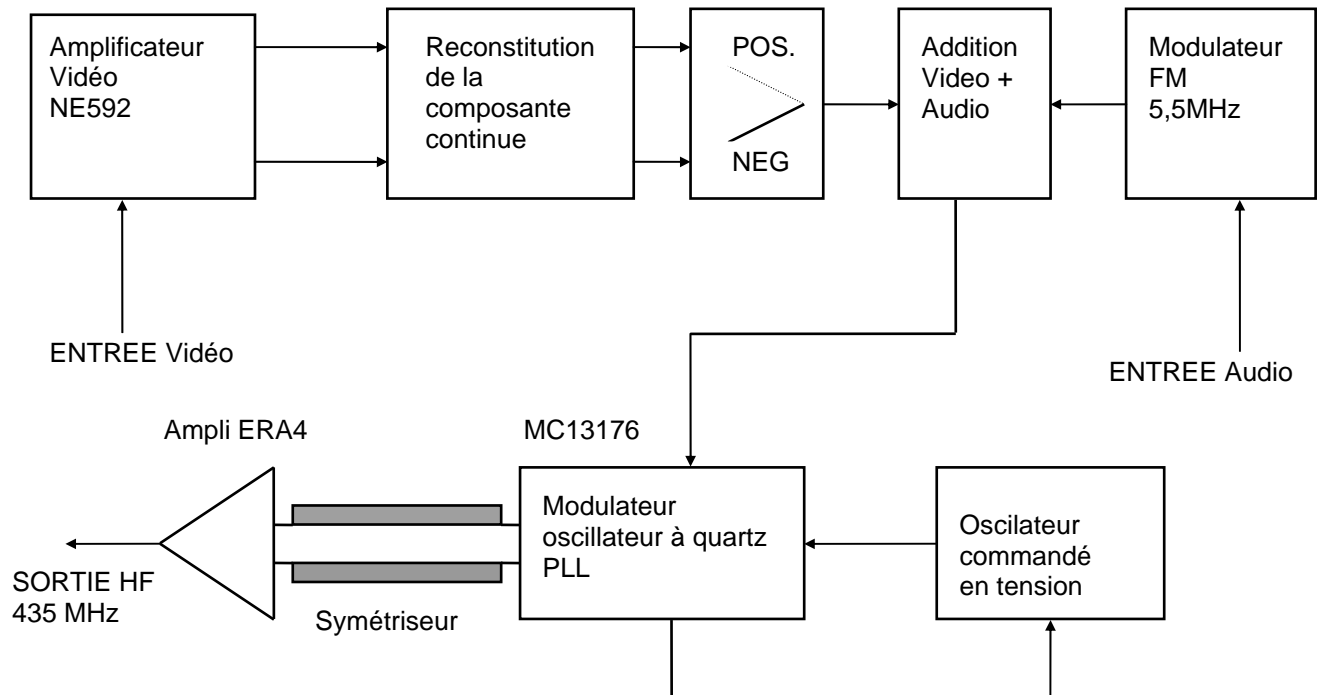
La construction d'un émetteur ATV n'est pas à la portée d'un radio amateur débutant. La mise au point et les réglages de ce montage nécessitent au minimum un fréquencemètre UHF, un oscilloscope, un contrôleur universel et une sonde de détection (que l'on pourra se confectionner soi-même).

Avant d'entamer la description de l'appareil et du schéma, résumons quelques caractéristiques principales :

- Fréquence porteuse synthétisée par boucle à verrouillage de phase ("PLL") :
 - Plage de capture +/- 4 MHz autour de la fréquence nominale.
 - Fréquence de sortie = (fréquence quartz) x 32
(433,920 ; 434,250 ; 438,500 MHz).
- Modulation vidéo positive et négative ; réglage du gain vidéo et du niveau de clamp.
- Sous porteuse son FM sur 5,5 MHz, préaccentuation à la norme CCIR incorporée, entrée BF 100 mV.
- Puissance de sortie crête sous 50 Ohms : + 17 dBm (50 mW) \pm 2 dB.
- Alimentation : 12 à 13,5 V sous 150 mA.
- Raies parasites inférieures à 50 dB de la porteuse dans la bande 70 cm.
- Dimensions : 111x72x30 mm³.

Description d'ensemble :

Synoptique



La synoptique en figure 1 donne une vue d'ensemble du montage. Le signal vidéo est amplifié par un NE592 qui possède une sortie différentielle. La composante continue est reconstituée par un circuit classique à diodes. Le choix du type de modulation positive ou négative s'effectue par un sélecteur CMOS 4066. Un amplificateur en courant commande le modulateur AM du MC13176.

Un oscillateur 5,5 MHz modulé en fréquence génère la sous porteuse son qui se trouve sommée au signal vidéo.

Le MC13176 comprend une boucle à verrouillage de phase qui a pour effet de multiplier la fréquence de référence du quartz par 32.

La sortie du modulateur AM est symétrique ; une ligne de symétrisation permet d'effectuer la transition asymétrique vers l'amplificateur de sortie (ERA4).

Le circuit MC13176 fut prévu d'origine pour les émetteurs de petite puissance de radio commande domestique et ISM (Instrumentation Scientifique et Médicale). Il possède un oscillateur UHF interne, un comparateur de phase, un oscillateur de référence à quartz, un diviseur par 32 et un modulateur AM.

La bande passante de ce modulateur AM s'étend jusqu'à 25 MHz ! Et la linéarité de ce dernier est excellente en vidéo. En revanche, l'oscillateur interne est quelque peu moins performant ; son bruit de phase dégrade les performances des sous porteuses couleur.

Finalement, le couple MC13176 et oscillateur UHF externe donnent de très bons résultats avec de la vidéo couleur codée en PAL ou SECAM.

Description du schéma :

Commençons par la partie la plus simple : l'entrée vidéo de cet émetteur.

Le signal vidéo adapté par la charge R20 de 75 Ohms est appliqué à l'entrée de l'amplificateur vidéo. Le NE 592 employé pour ce montage est un grand classique malgré ses performances modestes face aux amplificateurs vidéo de course qui existent aujourd'hui. Ce circuit a l'avantage d'être courant et de posséder des sorties différentielles pour disposer des modulations positives et négatives, la bande passante suffit largement pour la couleur. Le gain de l'amplificateur s'ajuste par le potentiomètre P4.

La plage de linéarité optimale du modulateur AM correspond à une condition bien particulière de polarisation de ce dernier. Le signal vidéo doit subir un traitement afin de lui restituer sa composante continue, et ainsi avoir des niveaux de modulation constants quelque soit le contenu du signal. Les réseaux C21, D3, R17, P3 et C20, D2, R16, P2 constituent le circuit de reconstitution de la composante continue pour la modulation positive et négative. En étudiant la cellule C21 et D3, on comprend que la diode D3 conduit dès que la tension de la cathode descend au dessous de $P3 + 0,6$ V. Ceci provoque la charge de C21. Dans le cas contraire, C21 se décharge dans R17. Ainsi, le signal vidéo aux bornes de R17 aura toujours la même composante continue par rapport au top de synchronisation ligne. L'analyse du circuit de reconstitution de la composante continue du signal vidéo négatif (D2, C20, R16) est tout à fait similaire au précédent. Les potentiomètres P2 et P3 permettent de régler la tension continue des signaux de vidéo négative et positive pour centrer le signal dans la plage de linéarité optimale du modulateur.

Le 4066 joue le rôle de sélecteur pour choisir la modulation positive ou négative à appliquer au modulateur.

La génération de la porteuse UHF est assurée par le transistor Q1 monté en oscillateur "Colpitts". Les condensateurs C5 et C6 avec le montage en collecteur commun de Q1 constituent une résistance négative. Cette résistance négative associée au circuit résonnant L2, C7 et D1 entretient l'oscillation. La diode D1 est référencée à l'alimentation positive pour obtenir une caractéristique de commande en tension compatible avec la sortie du comparateur de phase du MC13176. La sortie de ce comparateur de phase s'effectue en courant. Ainsi, le filtre de boucle se réduit aux éléments R8 et C9 ; R3 et R2 servent de point de référence quand la PLL est déverrouillée. Le signal UHF de l'oscillateur se prélève au collecteur de Q1 pour exciter les entrées 1 et 4 du MC13176. A l'intérieur du MC13176, le signal UHF est divisé par 32 avant d'être appliqué au comparateur de phase. L'autre entrée du comparateur de phase reçoit l'oscillateur de référence à quartz. La structure interne de cet oscillateur est identique à l'étage UHF. Les diodes D6 et D7 servent à sélectionner le quartz Y1 ou Y2. La fréquence de résonance de ces quartz est déterminée par les condensateurs

C1, C2 et CV21. Si l'on veut caler la fréquence précisément, il convient de régler CV2 et peut-être modifier C1 de façon à conserver un rapport à peu près égal entre C1 et CV2 + C2.

Le MC13176 peut être piloté par une commande externe de mise sous tension. Celle-ci alimente une référence interne de tension par la broche 11 (Enable). Dans cette application, le circuit est alimenté en permanence et l'entrée "Enable" est reliée au +5V par R1. (On retrouve 1,25 V sur Enable).

La sortie du MC13176 est différentielle. Les sorties 13 et 14 sont les collecteurs d'un amplificateur différentiel. Le point commun des émetteurs de cet étage différentiel est relié à un miroir de courant dont l'entrée se trouve sur la broche 16 (IMOD). Ainsi, en faisant varier le courant sur IMOD, on agit sur le gain de l'amplificateur différentiel et le niveau de sortie se trouve modulé en amplitude. Cette entrée IMOD est très fragile; tout court-circuit au +5V détruit immédiatement le miroir de courant ! Sur le montage, on veillera à ne rien connecter de la broche 16 à la résistance R18 quand le circuit est sous tension ! Les sorties OUT 1 et OUT 2 de l'amplificateur différentiel travaillent en opposition de phase et doivent être connectées au +5V. Sur le circuit imprimé, deux pistes sont couplées face à face pour ainsi effectuer la transition symétrique (du côté MC13176) vers l'entrée asymétrique de l'amplificateur de sortie.

L'amplificateur ERA4 procure environ 14 dB de gain et sa linéarité est excellente tant que le niveau de sortie ne dépasse pas + 19 dBm. (On trouve environ + 17 dBm de puissance crête en sortie).

En combinant à la vidéo une sous porteuse audio modulée en fréquence autour de 5,5 MHz, on reste compatible avec le standard G utilisé en Europe (sauf la France !). Le niveau de l'entrée audio est dosé par P5 avant de subir une préaccentuation normalisée de 50 µs et une amplification de 10 environ.

La préaccentuation consiste à renforcer le niveau des fréquences élevées à l'émission afin d'augmenter le rapport signal/bruit à la réception en réalisant l'opération inverse de déaccentuation. Sur le montage, ces constantes sont déterminées par R33, R34 et C36 ; C34 limite la bande passante à 15 kHz.

L'oscillateur 5,5 MHz est encore un montage "Colpitts". Les coefficients de température négatifs de C30 et C31 et la diode D5 contribuent à la stabilisation en température de la fréquence de l'oscillateur.

Le potentiomètre P1 dans le collecteur de Q3, permet de doser le niveau de sous-porteuse. Les transformateurs accordés T1 et T2 filtrent les harmoniques supérieures à 5,5 MHz pour ne pas déborder du spectre autorisé.

Réalisation pratique

Tous les composants, ainsi que le montage en kit sont disponibles chez « Cholet Composants ».

La réalisation de cet émetteur doit fonctionner dès la dernière soudure. Avec un peu d'ordre et de méthode ainsi que de bons outils, on doit y arriver sans erreur de parcours. Chaque fois que l'on soude un composant, le cocher sur la nomenclature...

Procurez-vous un fer à souder muni d'une panne fine pour les CMS et d'une panne plus large en "tournevis" pour les composants classiques.

Commencez par souder les CMS du côté des soudures. Le circuit intégré CMS U4 se monte en premier (c'est plus facile de souder quand le circuit imprimé est bien à plat sur la table !).

Pour souder U4, étamer la piste de la broche n° 1, puis placer le circuit à l'aide d'une pincette et le centrer en face de chaque piste. Contrôlez à la loupe le positionnement du circuit intégré avant de souder chaque patte une à une. Si par mégarde deux pattes venaient à se souder ensemble, enlever l'excédent de soudure avec de la tresse à dessouder. Contrôlez les soudures à la loupe en vérifiant que la soudure a bien pris ensemble chaque patte et chaque piste (il peut arriver que la soudure prenne seulement sur la patte du circuit intégré).

Soudez les condensateurs CMS C3, C4, C8, C25, C26, C46, C47. La meilleure façon de les souder consiste à étamer une plage du circuit imprimé, puis placer le condensateur CMS tout en chauffant la plage qui a été étamée ; et finir en soudant l'autre plage. La métallisation sur les côtés des condensateurs peut se détacher si le fer est trop chaud ou si l'on exerce une action mécanique pendant la soudure (ne pas mettre la panne sur le condensateur, mais sur la plage du circuit imprimé). Soudez la résistance R1, puis la diode varicap D1 en procédant comme ci-dessus.

Du côté du plan de masse, soudez les condensateurs C50 et C16 en repérant leur position sur le plan d'implantation.

Souder les supports des circuits intégrés U1, U2 et U3 en veillant bien à les orienter dans le bon sens s'ils possèdent un repère. Si le circuit imprimé n'a pas de trous métallisés, chaque liaison de masse doit être soudée au plan de masse côté composant (ne pas oublier de souder les masses des supports de circuits intégrés et du MC13176).

Ensuite, on peut souder les condensateurs sans oublier de les cocher un à un sur la liste des composants... Sur le plan d'implantation, les condensateurs électrochimiques sont repérés par un rectangle plein du côté du pôle négatif. La longueur des pattes des condensateurs céramiques ne doit pas excéder 1 mm du côté composant, sinon l'oscillateur UHF ne fonctionnera pas. Les diodes D2, D3, D5, D6 et D7 se montent à plat contre le circuit imprimé, et D8 verticalement.

La diode varicap D4 ressemble à un petit transistor. Le connecteur KMC se monte à fond dans les trous et son corps est soudé au plan de masse. La self L2 se confectionne avec 2,5 spires jointives de fil de 0,5 mm de diamètre sur un forêt de 3 mm. On étame les connections avec un fer bien chaud, puis on plante à 1 mm du plan de masse.

La self L3 ressemble à une résistance de 15 Ohms avec un anneau argenté (marron, vert, noir, argent).

Le transistor Q1 se monte avec sa référence contre le plan de masse. Le collecteur est la patte la plus longue et l'émetteur (patte du milieu) doit se trouver du côté de R5 et C6 (la base est du côté opposé au collecteur). De même, Q2 et Q3 se soudent bien près du plan de masse.

Les résistances R2 à R40 devront être disposées comme sur le plan d'implantation. Si le corps de la résistance est monté verticalement, il doit figurer exactement comme sur le plan (ceci est important pour l'oscillateur et les composants autour du MC13176).

Les résistances R7, R18 et R40 seront bien plaquées contre le plan de masse.

Avec un bout de fil de résistance, on ne manquera pas de mettre en place le seul et unique strap qui se situe entre Q2 et R27. Le régulateur RG1 doit être engagé à fond dans ses trous pour que l'ensemble du montage puisse aisément rentrer dans le boîtier en tôle étamée.

Les transformateurs T1 et T2 peuvent aussi être des transformateurs 10,7 MHz avec un secondaire à basse impédance (récupérations de poste radio FM), mais les condensateurs C39 et C40 auront 150 pF à 270 pF selon les cas.

Attention, pour C39 et C40, il faut éviter certains modèles de condensateurs céramiques (de couleur jaune clair et plus foncé au dessus) qui peuvent écrouler le facteur de qualité de la résonance de T1 et T2 (le niveau de sous porteuse sera trop faible !).

L'ERA4 est monté à plat côté soudures, le point indique l'entrée.

Mettre les circuits intégrés LM741, 4066 et NE592 dans leurs supports, si nécessaire plier légèrement leurs pattes contre la table pour faciliter l'insertion.

Les quartz Y1 et Y2 ne doivent pas être trop chauffés et il ne faut surtout pas souder le boîtier au plan de masse (le choc thermique peut provoquer un vieillissement prématuré du quartz).

Avant de passer aux essais et réglages du montage, effectuer une vérification visuelle des soudures et de l'implantation des composants. Bien contrôler les vias de masse autour du MC13176 et les liaisons du symétriseur près de C50 et C16. On peut nettoyer le flux de soudure à l'aide d'un solvant approprié ou avec une vieille brosse à dents imbibée d'alcool à brûler (au cours de cette opération, tenir le circuit imprimé verticalement pour ne pas mouiller les condensateurs ajustables et les potentiomètres). La mise en boîtier est prévue dans un coffret Schuber en tôle étamée de dimensions 72x111x30. En perçant le flanc du coffret, arrangez-vous pour aménager le trou du connecteur KMC tout en ayant le sommet du 7805 à la limite du couvercle supérieur (il reste ainsi environ 5 mm entre le côté soudure et le couvercle inférieur).

On percera des trous de 4 mm pour les condensateurs de traversée des signaux +12V, fréquence 1 et 2, modulation positive et négative. Juste au dessus de l'entrée vidéo, il y a un peu de place pour une embase CINCH soudée au boîtier. L'entrée audio peut être réalisée de même avec une embase située entre C15 et l'angle du boîtier, et un bout de fil blindé vers le connecteur JP1 (la tresse est soudée au boîtier des deux côtés). Une telle disposition donnera un aspect compact à l'émetteur ; toutes les sorties se situent du même côté.

Mise sous tension et réglages

Vérifier une dernière fois l'état des soudures et l'orientation des composants (circuits intégrés et ERA4) avant d'appliquer 12,5 V de tension continue.

Aux bornes de la résistance R9 ou avec un ampèremètre série dans l'alimentation, on mesurera un courant de 130 mA environ. Si le courant diffère de plus ou moins 30 mA, on devra s'inquiéter du montage.

Positionner tous les potentiomètres et les condensateurs ajustables à mi-course. Sélectionner la modulation négative en reliant JP3 à la masse. Ne pas mettre de vidéo et laisser JP4 en l'air. Brancher un fréquencemètre sur la sortie de l'émetteur (attention la puissance sera supérieure à 10 mW). Si le fréquencemètre est très sensible, on peut laisser JP3 en l'air pour être en modulation positive.

Dans ces conditions, la boucle à verrouillage de phase n'est pas bouclée et le VCO travaille librement. Mesurer la tension au point commun de R2 et R3 avec la sonde 1/10e de l'oscilloscope (ou avec un multimètre digital), on doit trouver 2,5 V environ.

Ecarter ou rapprocher les spires de L2 pour lire 436 MHz dans le cas du mode bi-fréquence 434, 250 et 438,500. Si l'on utilise qu'un seul quartz, on réglera L2 pour s'approcher de +/- 500 KHz de la fréquence nominale. Par exemple, 434 MHz pour 434,251 ou 439 pour 438,5 MHz.

Si l'on ne lit rien sur le fréquencemètre, on peut vérifier l'oscillateur en se connectant directement sur le collecteur de Q1 par une capacité de liaison (5 à 10 pF).

Une fois que cette étape est achevée, on relie le connecteur JP4 au sélecteur de façon à mettre en fonctionnement l'oscillateur à quartz. La PLL se verrouille immédiatement et on calera avec précision la fréquence au moyen de CV2 (bien qu'en télévision cela n'a pas tellement d'importance!).

En mode bi-fréquence, on ajustera CV2 à un compromis entre les deux fréquences.

Attention, la PLL ne peut pas effectuer d'écart de fréquence assez grand (+/- 4 MHz maximum). Par conséquent, il faudra peut-être retoucher le réglage de L2.

Pour régler l'oscillateur 5,5 MHz, on adaptera la procédure suivante :

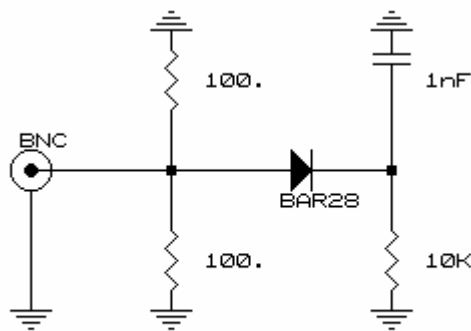
- Trouver P1 à fond vers la droite pour que la résistance soit au maximum.
- Vérifier avec la sonde de l'oscilloscope que l'oscillation est présente sur l'émetteur de Q3.
- Mettre la sonde à la sortie de T1 au point commun de R27 et R18, et régler T2 et T1 pour le maximum d'amplitude.
- Relier le fréquencemètre à la place de la sonde et régler CV1 pour lire 5,5 MHz ; on peut aussi se brancher sur le collecteur de Q3.

Appliquer maintenant un signal vidéo couleur ou noir et blanc. A la sortie, on branchera un détecteur HF et l'oscilloscope couplé en continu. On pourra aussi visualiser le signal sur un récepteur ATV ou sur un téléviseur hyperbande calé sur le bon canal avec une

antenne à la sortie. Sélectionner sur l'émetteur et le téléviseur, le mode désiré : modulation positive (par exemple). On agira ensuite sur P3 (en modulation positive) ou P2 (en modulation négative) pour régler le niveau des impulsions de synchronisation.

P4 agit sur le gain vidéo, sur les crêtes de modulation du signal vidéo. Si l'image sature sur les blancs. Ou si le son ronfle, il faut diminuer le gain. Le résultat final dépendra de la qualité de ces derniers réglages, mais il vaut mieux effectuer ces réglages avec un détecteur HF et l'oscilloscope. En pratique, les potentiomètres P2, P3 et P4 se trouveront à peu près à mi-course.

Si vous n'avez pas de détecteur HF, c'est l'occasion de vous en confectionner un ! Sur un morceau de tôle ou de circuit imprimé, souder un câble coaxial ou une embase BNC. Du point central, relier deux résistances de 100 Ohms à la masse et l'anode de la diode Schottky (HP2800 ou BAR28). Sur la cathode, on soude vers la masse 10 K et 1 nF en parallèle et la sortie vers l'oscilloscope. On peut aussi confectionner cette sonde avec des éléments BNC coaxiaux et des composants CMS, ceci permettra d'atteindre le GHz !



Pour régler le niveau de sous porteuse audio, appliquer la sonde de l'oscilloscope entre R27 et R18 et régler P1 pour que le 5,5 MHz représente environ 10 % de l'amplitude du signal vidéo.

Pour recevoir le son sur le téléviseur, on sélectionnera sur l'émetteur la modulation négative et sur le téléviseur la norme G ou européenne ou PAL ou encore le mode "Allemand".

On devra régler l'accord du TV pour obtenir un son net et la couleur en PAL.

Cet émetteur passe indifféremment de la couleur PAL ou SECAM. Encore faut-il que le téléviseur puisse décoder correctement. Les essais en local sur des antennes à quelques mètres les unes des autres ne sont souvent pas satisfaisants : des moirages ou des sifflements apparaissent suite à des trajets multiples de la HF sur les câbles et dans l'air.

A la sortie de l'émetteur, on pourra amplifier le signal HF et le filtrer, mais on veillera que la linéarité soit toujours respectée, parfois il faut mettre des atténuateurs entre les étages. Avec un module hybride, il vaut mieux compter sur le quart de la puissance nominale pour respecter la linéarité. Si on utilise cet émetteur sans amplificateur, il faut filtrer la sortie pour supprimer les harmoniques (filtre en PI). Le niveau de l'harmonique

2 est assez important, mais il importe peu si on amplifie la sortie de l'émetteur par un module hybride.

Conclusion

Ce petit émetteur peut à lui seul assurer une liaison vidéo en couleur sur quelques kilomètres avec des antennes directives. Un prototype fonctionne depuis quelques mois 24 heures sur 24 sur une liaison de 100 m pour surveiller à distance un local.

Sur Strasbourg, le relais ATV 23 cm → 70 cm fonctionne avec cet émetteur. Le canal et le mode peuvent être sélectionnés à distance par code DTMF...

A vous maintenant de trafiquer en ATV sur 70 cm ! Les amateurs de DX et de concours ATV y trouveront leur compte avec cet émetteur ATV compact, multimodes et multifréquences. L'oscillateur est suffisamment stable pour fonctionner aussi sans le quartz, mais l'exactitude de la fréquence est plus rassurante en mode synthétisé. Le MC13176 rassemble les fonctions principales de cet émetteur et réduit considérablement la mise au point et le nombre de réglages par rapport à certaines réalisations précédentes.

F5RCT Jean-Matthieu STRICKER
F5rct.jm (à) gmail.com

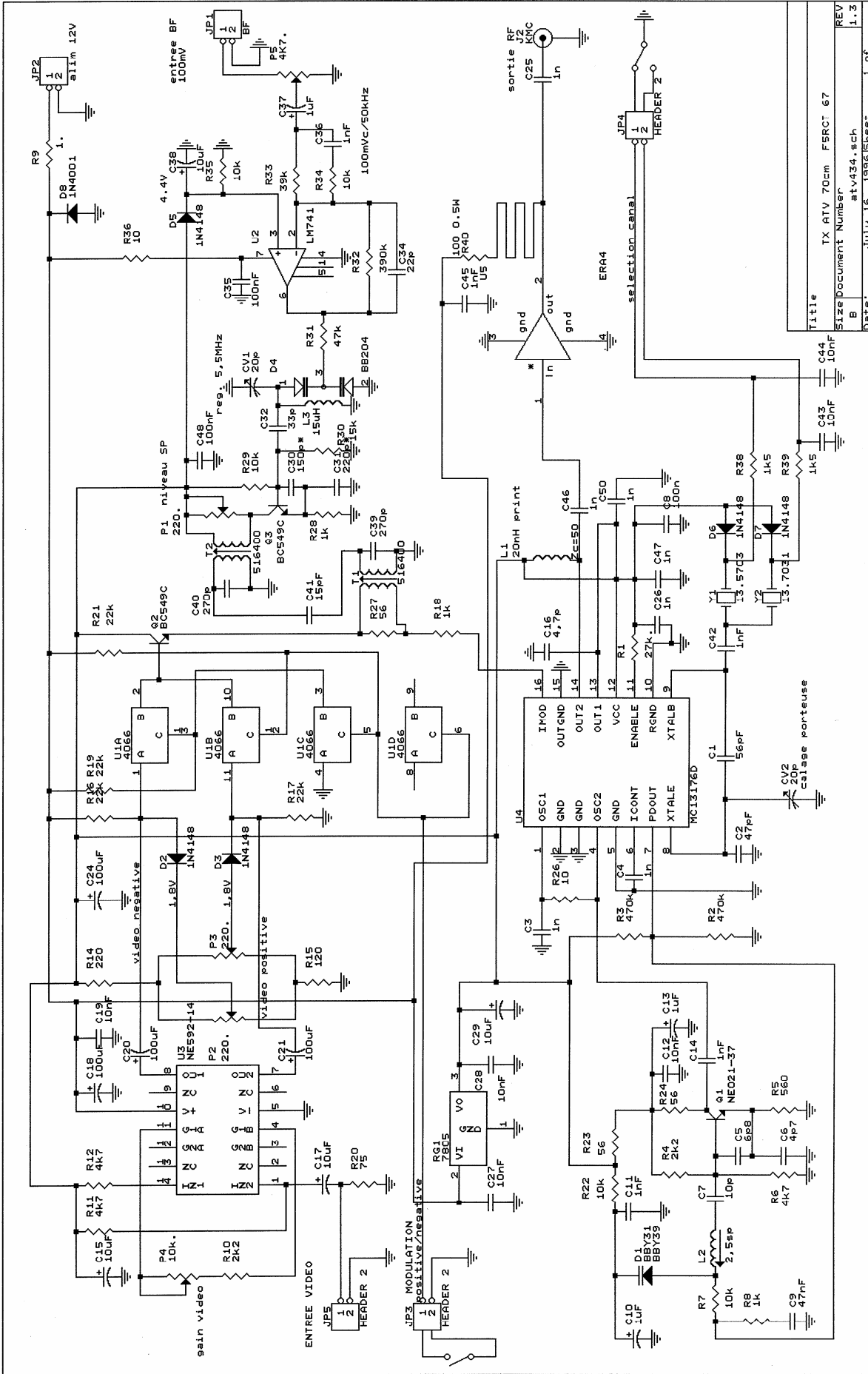
| | | | |
|---|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | C1,C2 | 47pF | 2.54mm ceramique NPO |
| 7 | C3,C4,C25,C26, C46,C47,C50 | 1n | 1206 CMS ceramique |
| 1 | C5 | 6p8 | 2.54mm ceramique NPO |
| 1 | C6 | 4p7 | " " " |
| 1 | C7 | 10p | " " " |
| 1 | C8 | 100n | 1206 CMS ceramique |
| 1 | C9 | 47nF | 2.54mm ceramique |
| 3 | C10,C13,C37 | 1µF/25V | 2.54mm radial |
| 6 | C12,C19,C27,C28,C43, C44 | 10nF | 2.54mm ceramique |
| 5 | C11,C14,C36,C42,C45 | 1nF | " " |
| 4 | C15,C17,C29,C38 | 10µF/25V | 2.54mm radial |
| 1 | C16 | 4,7p | 1206 CMS ceramique NPO |
| 4 | C18,C20,C21,C24 | 100µF/16V | 2.54mm radial |
| 1 | C30 | 150p* | 2.54mm ceramique N750 (violet) |
| 1 | C31 | 220p* | " " " " |
| 1 | C32 | 33p | 2.54mm ceramique NPO |
| 1 | C34 | 22p | " " " |
| 2 | C35,C48 | 100nF | 2.54mm ceramique |
| 2 | C39,C40 | 270p | 2.54mm ceramique |
| 1 | C41 | 15pF | 2.54mm ceramique NPO |
| 2 | CV1,CV2 | 20p | Ajusable vert Philips |

| | | | |
|---|----------------|--------|----------------------------|
| 1 | D1 | BBY31 | ou BBY39 diode varicap CMS |
| 5 | D2,D3,D5,D6,D7 | 1N4148 | ou équivalent |

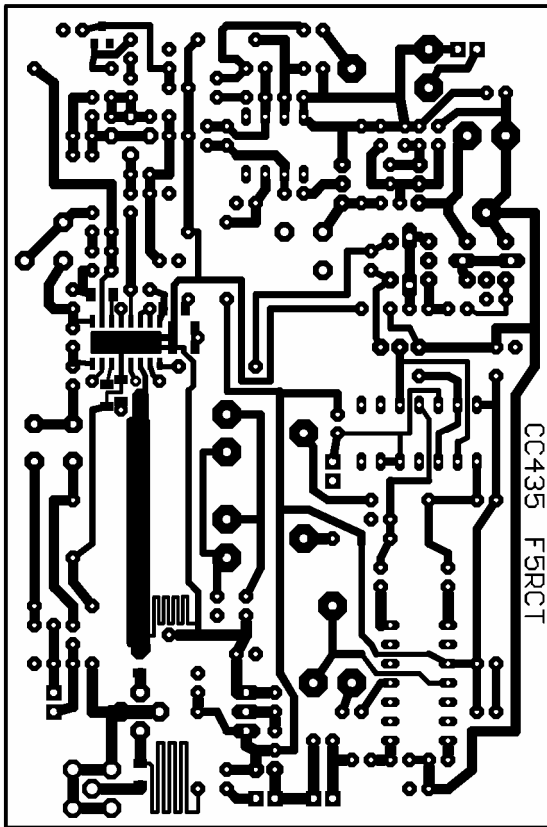
| | | | |
|---|--------------------|-----------|----------------------------------|
| 1 | D4 | BB204 | double diode varicap Philips |
| 1 | D8 | 1N4001 | ou équivalent |
| 1 | J2 | KMC | subclick coudé à souder |
| 1 | L1 | self | imprimée 20nH |
| 1 | L2 | 2,5sp | de fil 5/10e sur 3mm de diamètre |
| 1 | L3 | 15µH | self moulée miniature |
| 3 | P1,P2,P3 | 220. | ajustable horizontal |
| 1 | P4 | 10k. | " " |
| 1 | P5 | 4K7. | " " |
| 1 | R1 | 27k. | 1206 CMS |
| 2 | R2,R3 | 470k | |
| 2 | R4,R10 | 2k2 | |
| 1 | R5 | 560 | |
| 3 | R6,R11,R12 | 4k7 | |
| 5 | R7,R22,R29,R34,R35 | 10k | |
| 3 | R8,R18,R28 | 1k | |
| 1 | R9 | 1. Ohm | |
| 1 | R14 | 220. Ohms | |
| 1 | R15 | 120. Ohms | |
| 4 | R16,R17,R19,R21 | 22k | |
| 1 | R20 | 75. Ohms | |
| 3 | R23,R24,R27 | 56. Ohms | |
| 2 | R26,R36 | 10. Ohms | |
| 1 | R30 | 15k | |
| 1 | R31 | 47k | |
| 1 | R32 | 390k | |
| 1 | R33 | 39k | |
| 2 | R38,R39 | 1k5 | |
| 1 | R40 | 100. Ohms | 0.5W min |

| | | | |
|---|-------|----------|-------------------------|
| 1 | Q1 | NE021-37 | NEC ou 2SC3358 |
| 2 | Q2,Q3 | BC549C | ou BC546C...BC550C |
| 1 | RG1 | 7805 | ou 78M05 |
| 1 | U1 | 4066 | ou 4016 |
| 1 | U2 | LM741 | ou TL081 |
| 1 | U3 | NE592-14 | 14 broches |
| 1 | U4 | MC13176D | Motorola |
| 1 | U5 | ERA4 | MCL |
| 2 | T1,T2 | 516400 | transfo Neosid |
| 1 | Y1 | 13.5703 | quartz fondamental 30pF |
| 1 | Y2 | 13.7031 | |

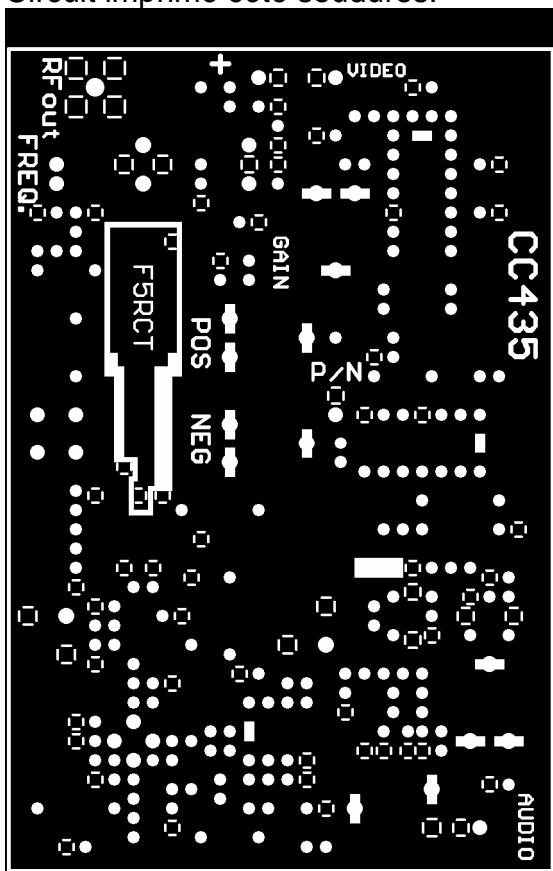
| | |
|---|----------------------------|
| 1 | Support tulipe 8 broches |
| 2 | Supports tulipe 14 broches |



| | |
|----------------------|----------------------|
| Title | TX ATV 70cm FSRCT 67 |
| Size Document Number | B atv434.sch |
| REV | 1.3 |
| Date: | JULY 16, 1996 |
| Sheet | 1 of 1 |

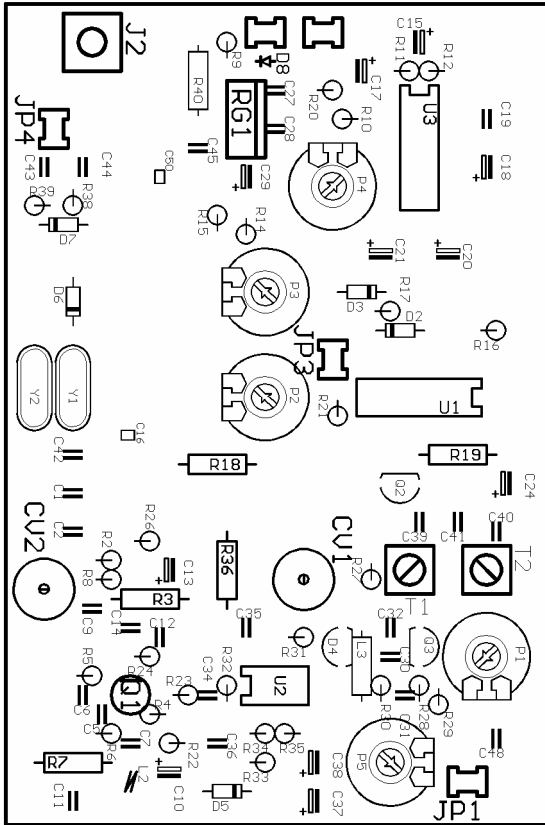


Circuit imprimé côté soudures.

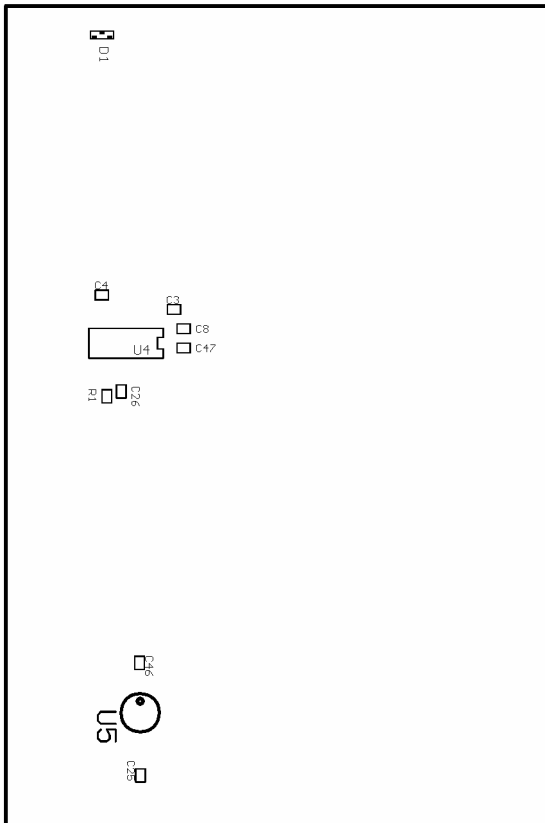


Circuit imprimé côté composants.

JP2 JP5



Implantation des composants.



Composants CMS du côté soudures.