

Récepteur VHF pour chasse aux renards

On doit la conception originale de ce récepteur 144 MHz à F8AZG et au radio-club F6KSJ. La structure du schéma avec des mélangeurs symétriques (SA612) et l'amplificateur BF LM386 permet en trois circuits intégrés d'avoir un récepteur démodulant la BLU à partir de $0.1\mu\text{V}$ environ. En réalisant trois exemplaires à partir de la description du site de l'ARDF France, je me suis rendu compte du compromis étonnant entre la simplicité et l'excellente dynamique d'atténuation sur plus de 80dB ! La disponibilité de certains composants et la stabilité un peu délicate de l'oscillateur m'ont conduit à revoir le schéma. En effet, le premier oscillateur local de 140 MHz utilisant un quartz overtone 7 pose des problèmes de reproductibilité et glisse en fréquence en fonction du réglage de l'atténuateur. Ayant à ma disposition des quartz overtone 3, j'ai mis en œuvre un oscillateur plus stable dans sa conception. Le schéma de F8AZG a donc servi de base à ce récepteur en y adjoignant quelques modification pour diminuer la consommation sur la pile et des nouvelles fonctions : S-mètre et indicateur de pile faible (**Figure 1**).

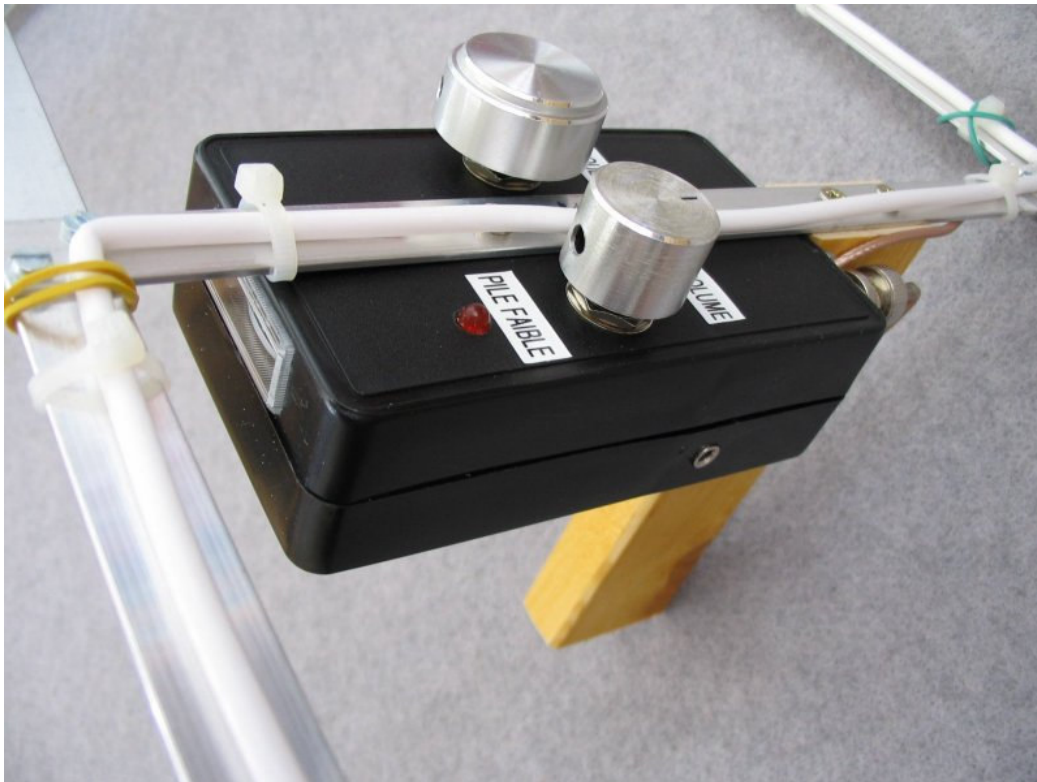


Figure 1 : Vue du récepteur monté sur l'antenne.

Caractéristiques du récepteur :

Gamme de fréquence	144.050 MHz à 144.950 MHz
Fréquence intermédiaire	4 à 5 MHz
Type de réception	BLU - AM
Sensibilité	0.25 μ V ou -119 dBm pour 10dB de (S+B)/B.
Impédance de sortie casque	16 à 150 Ohms
Type de casque	stéréo type baladeur
Alimentation	pile 9 V – 6LR61
Marche-arrêt	électronique (par insertion du jack casque)
Consommation	11 mA environ sans signal.
Autonomie	50 h environ avec pile Alcaline.
Température de fonctionnement	-20°C à + 60°C après stabilisation

Le schéma (**Figure 2**) de ce récepteur de type superhétérodyne fait penser à un récepteur à conversion directe tel que l'on retrouve cette structure en montages QRP pour la bande HF, avec en plus un convertisseur en tête. Le



premier changement de fréquence descend la bande 144-146 MHz vers une bande de fréquence intermédiaire de 4 à 6 MHz. Puis une conversion directe de cette bande est effectuée vers le domaine audio par un oscillateur variable sur la portion de bande à recevoir.

L'atténuation du signal se fait par réduction de la tension d'alimentation du premier mélangeur. Cet atténuateur sert également de réglage de volume. Le fait de connecter le casque alimente le récepteur. Le S-

mètre est branché sur la sortie casque et servira en présence de signaux forts pour repérer le

maximum ou de faibles variations de niveau. Le système de régulation de tension à 5V et l'indicateur de pile faible optimise la capacité de la pile 9V jusqu'à sa fin de vie.

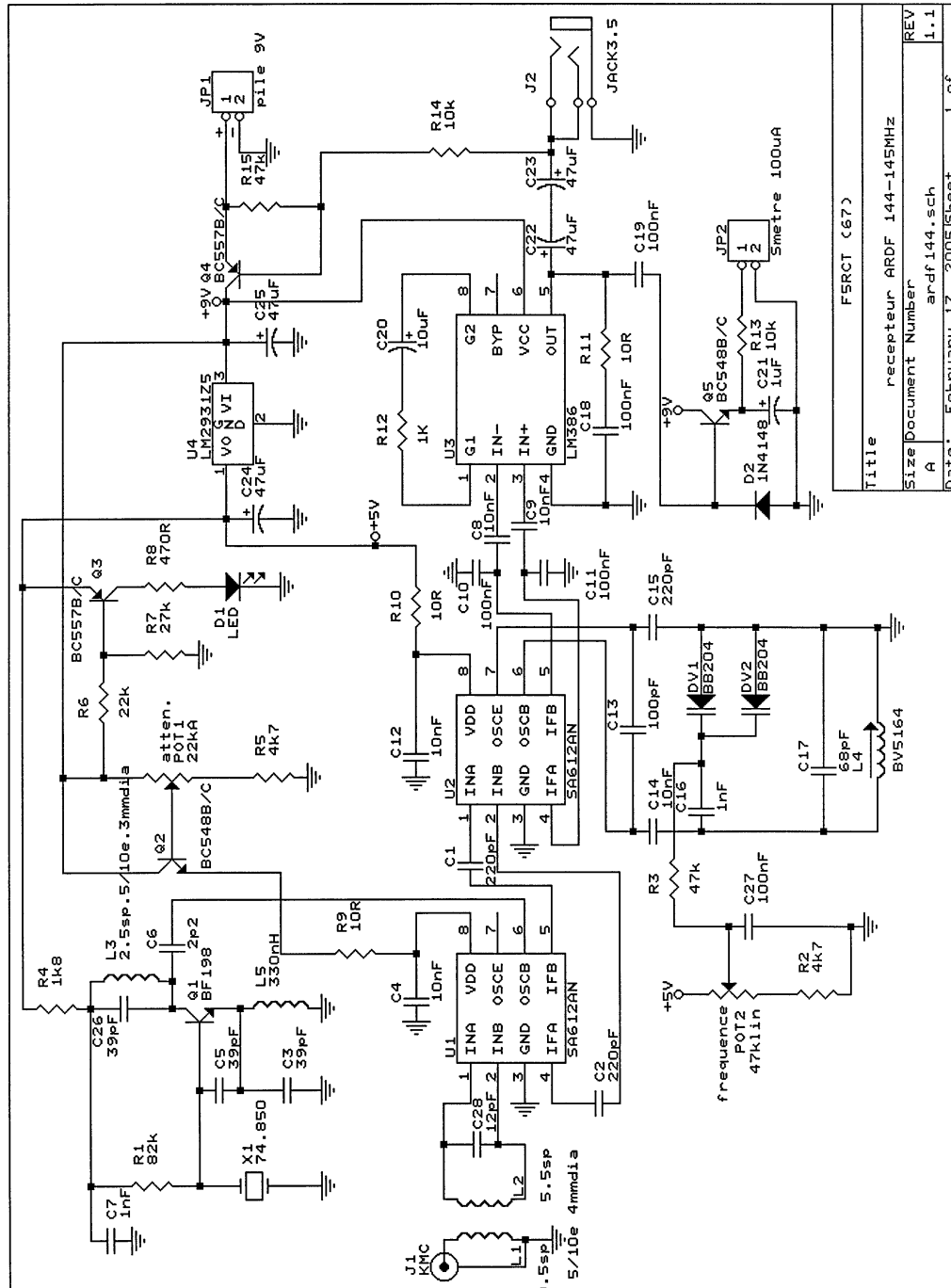


Figure 2 Le schéma du récepteur 144 MHz

L'étage d'entrée de ce récepteur se trouve simplifié à l'extrême. Le seul circuit accordé L1, L2 et C28 apporte un minimum de sélectivité et suffit pour

adapter l'impédance 50 Ohms de l'antenne au mélangeur NE 602, NE612 ou mieux SA612 (version récente).



Figure 3 Détail de la self d'entrée L1-L2

Pour éviter les recherches de tores ou de bobinages particuliers, la self d'entrée est une bobine à air dont on règle l'écartement des spires (**Figure 3**), la capacité d'accord C28 est fixe (12pF) dans ce cas. Sur un foret de 4mm enrouler L2 en premier avec 5,5 spires jointives de fil émaillé de 5/10^e de mm (une demi spire veut dire que les sorties des fils sont parallèles pour être soudées sur le circuit imprimé). On écartera les spires en passant un bout du même fil entre les spires. On écarte encore un peu le bobinage en deux moitiés au-dessus pour y passer une demi-spire (en épingle à cheveu) pour L1. On obtient deux bobines imbriquées que l'on soude à 1mm de hauteur. L'accord se fera en jouant sur l'écartement des spires de L2.

Le premier oscillateur local à quartz n'a pas besoin d'une précision absolue mais on lui demande d'être très stable. La structure de cet oscillateur permet à un quartz overtone 3 (harmonique 3) d'osciller sans réglage sur 70 MHz (mélange infradyne) ou 74.5 MHz (mélange supradyne). Pour ma part j'ai utilisé un quartz de 74.850 MHz qui donne du 149.700 MHz. La self L5 dans l'émetteur de Q1 empêche l'oscillateur de démarrer sur la résonance fondamentale du quartz. La valeur de L5 n'est pas critique et peut s'échelonner de 220nH à 330nH. Le circuit accordé L3 et C26 résonne sur l'harmonique 2 de la fréquence d'oscillation (140MHz pour 70MHz ou 149MHz pour 74.5 MHz). L3 est une self à air de 2.5 spires de fil émaillé de 5/10^e sur un forêt de 3mm (**Figure 4**).



Figure 4 : Détail de la self L3 de l'oscillateur local.

L'accord de L3 s'établit par écartement de ses spires avec un bout de coton-tige coupé en biais. Pour parfaire cet accord on peut procéder de différentes façons :

- Avec une sonde HF ou un analyseur de spectre branché sur la broche 6 de U1 on recherche le maximum de signal
- Une fois le récepteur terminé, recevoir le signal d'un émetteur sur charge ou brancher un générateur HF (atténuer en conséquence par POT1) et régler L3 au maxi de déviation du Smètre.
- Avant de souder le circuit U1, relier un milliwattmètre 50 Ohms sur la broche 6 et ajuster l'écartement de L3 pour le maximum de lecture.

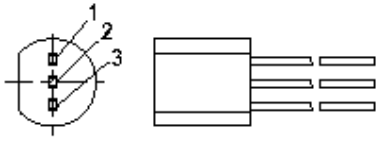


Figure 5 : Brochage du transistor BF198 ou BF199.

Le transistor Q1 peut être un BF198 ou BF199 (attention au brochage voir **figure 5**), sur le circuit imprimé se trouve une implantation possible pour un transistor BFS20 en boîtier CMS SOT23.

L'atténuateur consiste à faire varier la tension d'alimentation du premier mélangeur U1 par l'intermédiaire de POT1 et du transistor Q2. On peut utiliser un potentiomètre de 4.7k à 22k linéaire sachant que R5 devra faire $1/5^{\circ}$ environ de la valeur du potentiomètre. Q2 est monté en amplificateur de courant (collecteur commun) n'importe quel transistor NPN convient à condition que son gain en courant (H_{fe} ou Béta) soit supérieur à 250 ; c'est le cas des modèles BC548B, BC548C, BC337-25 ou BC337-40. Cet étage est directement alimenté sur la pile pour bénéficier de la sensibilité optimale même lorsque la pile est en fin de vie vers 7V. Attention, ce récepteur ne supporte pas plus de 10V d'alimentation au risque de destruction de U1. Pour une alimentation de 12 à 14V, il est conseillé de prévoir un régulateur type 7808 en amont.

L'oscillateur du deuxième mélangeur est variable au moyen du potentiomètre POT2. Tout comme précédemment, on peut utiliser un potentiomètre de 4.7k à 47k linéaire sachant que R2 devra faire $1/10^{\circ}$ environ de la valeur du potentiomètre. Les valeurs des potentiomètres indiquées sur le schéma donneront le meilleur compromis entre la fonction de ceux-ci et la consommation de courant. La plage de fréquence de cet oscillateur sera calée sur la bande de réception tout en tenant compte de la fréquence du premier oscillateur local ; par exemple de 4.05 à 4.95 MHz pour couvrir au moins 144.100 à 144.900 MHz avec un oscillateur sur 140 MHz. La diode varicap et la self L4 peuvent parfois poser des problèmes d'approvisionnement. J'ai essayé deux possibilités pour une large plage de fréquence :

- une diode BB112 et une self de $2.2\mu\text{H}$ (transfo 10.7 MHz sans capa interne)
- deux doubles diodes BB204G mises en parallèle avec une self Néosid 5164 ($3.5\mu\text{H}$)

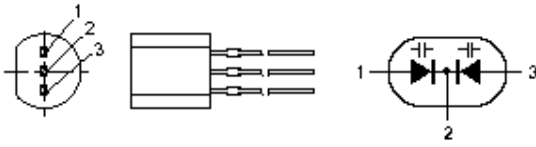


Figure 6 : Brochage de la diode BB204.

Brochage de la diode BB204G. Sur la BB112 les broches 2 et 3 sont reliées ensemble et sont la cathode (**Figure 6**).

Pour mesurer la fréquence de l'oscillateur brancher un fréquencemètre sur la broche 6 de U2 avec une sonde d'oscilloscope (ne pas dépasser 25pF de charge) et mettre en série une capacité de 1-10nF pour éviter les courts-circuits. Le centrage de la plage se fera de la façon suivante :

- Agir sur L4 pour la fréquence basse de l'oscillateur (tension mini de POT2).
- Agir sur la capacité C17 pour la fréquence haute (tension maxi de la varicap).
- Recommencer ces points pour jusqu'à atteindre les limites désirées.

Un mot encore au sujet des transfo 10.7MHz de récupération : il faut casser la capacité qui est en dessous avec un petit tournevis, et l'inductance se trouve entre les broches extrêmes du côté où il y en a trois (mesurer celle-ci en fonction de la position du noyau), les broches non utilisées doivent rester non connectées.

L'amplificateur BF LM386 est lui aussi monté en différentiel. Les capacités de liaison et de filtrage C8 à C11 limitent la bande passante entre 300Hz et 1500Hz. La résistance R12 en série avec C20 agit sur le niveau sonore quand l'atténuateur est au minimum (volume initial). On peut agir sur R12 entre pas de résistance, 1k, 330 Ohms ou 10 Ohms suivant le niveau obtenu dans le casque.

En sortie de l'amplificateur BF se trouve le S-mètre. La tension BF est décalée par D2 et redressée par Q5 qui se comporte comme une diode à amplification de courant pour charger rapidement C21. Sur le connecteur JP2 on y mettra un petit galvanomètre de 100 à 200µA. La sensibilité de ce S-mètre peut être retouchée par R13 sans toutefois descendre en dessous de 2kOhms. Ce S-mètre servira en phase d'approche de la balise pour détecter de faibles variations lors du pointage de l'antenne. La déviation commence vers -70dBm. Par action sur l'atténuateur on décale la plage de déviation de l'aiguille du S-mètre.

TYPICAL DISCHARGE CHARACTERISTICS AT 21°C (70°F)



Figure 7 : Courbe de décharge d'une pile 9V alcaline à courant constant.

Le transistor Q3 est monté en comparateur entre l'entrée et la sortie du régulateur pour allumer la LED D1 quand la tension de la pile devient faible. Le seuil est déterminé par le rapport entre R6 et R7 (qui vaut entre 27k et 33k) pour un basculement vers 7.5V juste avant le point d'inflexion de la courbe de décharge soit environ encore un tiers restant de l'autonomie de la pile (**figure 7**). Sur un prototype le courant consommé est de 10mA au repos soit environ 50 heures d'autonomie avec une pile alcaline. Lorsqu'on débranche le casque, la LED D1 va s'allumer pendant 1 seconde environ, le temps que les capacités C23 et C23 se chargent. Cette particularité permet de vérifier le bon état de la pile et du récepteur !

Un régulateur 75L05 peu faire l'affaire, mais préférez le LM2931-Z5 ou LM2936-Z5 qui sont des modèles à faible tension de déchet (low-drop). Ainsi la tension minimale de fonctionnement sera de l'ordre de 6V soit toute la durée de vie de la pile !

La commutation électronique de l'alimentation s'opère en branchant le casque sur l'appareil. Le transistor Q4 conduit par mise à la masse du courant dans R14 et la bobine du casque. Les condensateurs C22 et C23 montés en opposition évitent la circulation du moindre courant de fuite qui pourrait provoquer la mise marche du circuit. Il est possible de remplacer Q4 par un interrupteur et supprimer R14 et R15, remplacer C23 par un strap.

Mise au point et réglages :

La compréhension du montage devrait vous aider à faciliter les réglages. S'il ne se passe rien commencez par vérifier les tensions. Puis l'oscillateur variable et l'oscillateur à quartz avec un récepteur radio. Lorsque l'atténuateur est au minimum on entend un bruit de fond (souffle).

- Souder tous les composants sauf les 2 NE612.
- Brancher un casque dans la prise jack.
- Mettre sous tension. Un souffle doit être entendu.

- Couper l'alimentation et souder le NE612 désigné par U2.
- Mettre sous tension.
- A l'aide d'un oscilloscope, vérifier la présence d'une oscillation franche sur la patte 6 du CI d'une fréquence comprise entre 4 et 6 MHz. Jouer sur le potentiomètre POT2, la fréquence doit varier au rythme des variations. Appliquer la procédure de réglage décrite dans le texte.
- Avant de souder U1 vérifier le fonctionnement de l'oscillateur à quartz et régler L3 en mesurant le niveau après C6.
- Couper l'alimentation et souder le NE612 désigné par U1.
- Mettre sous tension.
- Brancher un générateur VHF sur 144.5 MHz ou, le cas échéant, d'un Tx 2 m branché sur charge. Régler l'écartement de L1 de façon symétrique pour entendre un signal le plus fort possible au casque.
- Jouer sur le potentiomètre POT1. Vous devez entendre le trafic radio local.

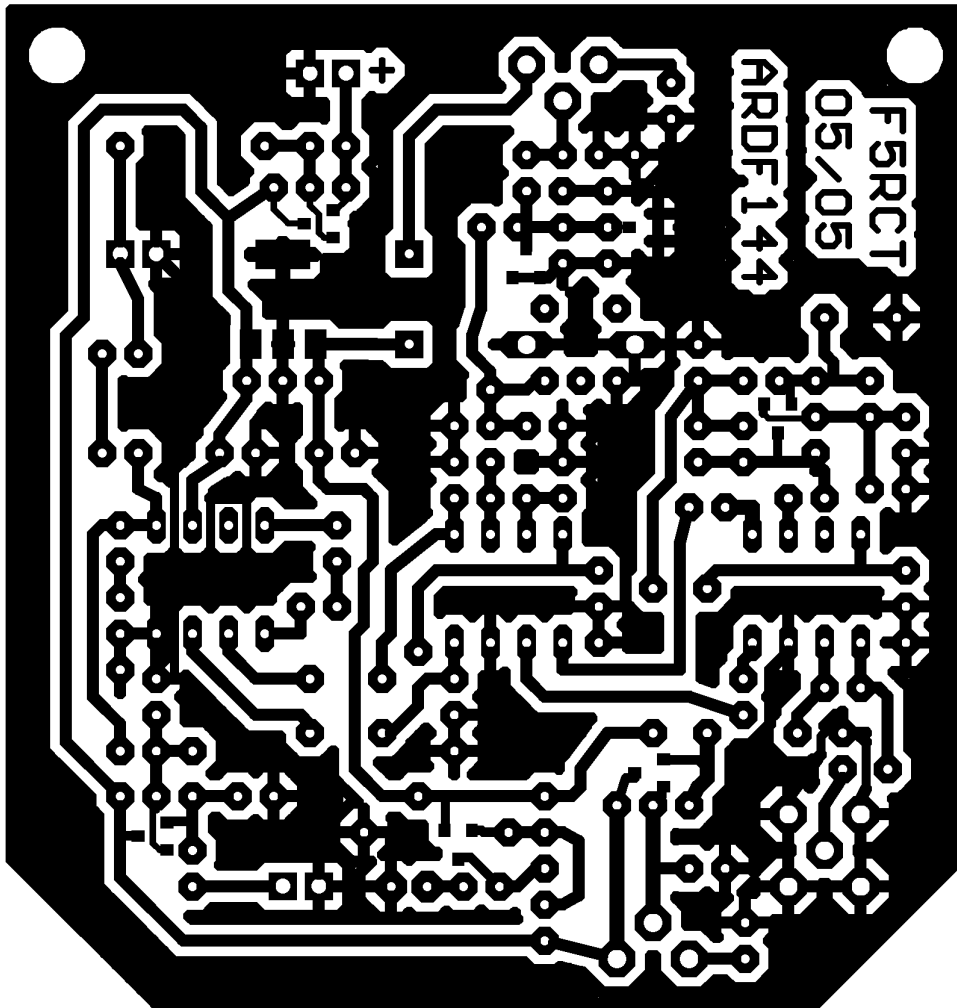
Si durant une de ces opérations vous n'arrivez pas au résultat indiqué, vérifiez le sens d'implantation des composants de l'étage en test et les tensions continues.

Ce récepteur à été réalisé en quelques exemplaires pour les chasses aux renards de l'Etablissement Départemental du REF 67 de Strasbourg et du Jamboree sur les ondes en 2005. Beaucoup d'opérateurs ont apprécié la simplicité et la dynamique de ce récepteur. Le S-mètre est très utile en phase d'approche ; et la sensibilité permet d'entendre une balise de 500mW équipée d'une antenne halo à 1m du sol !

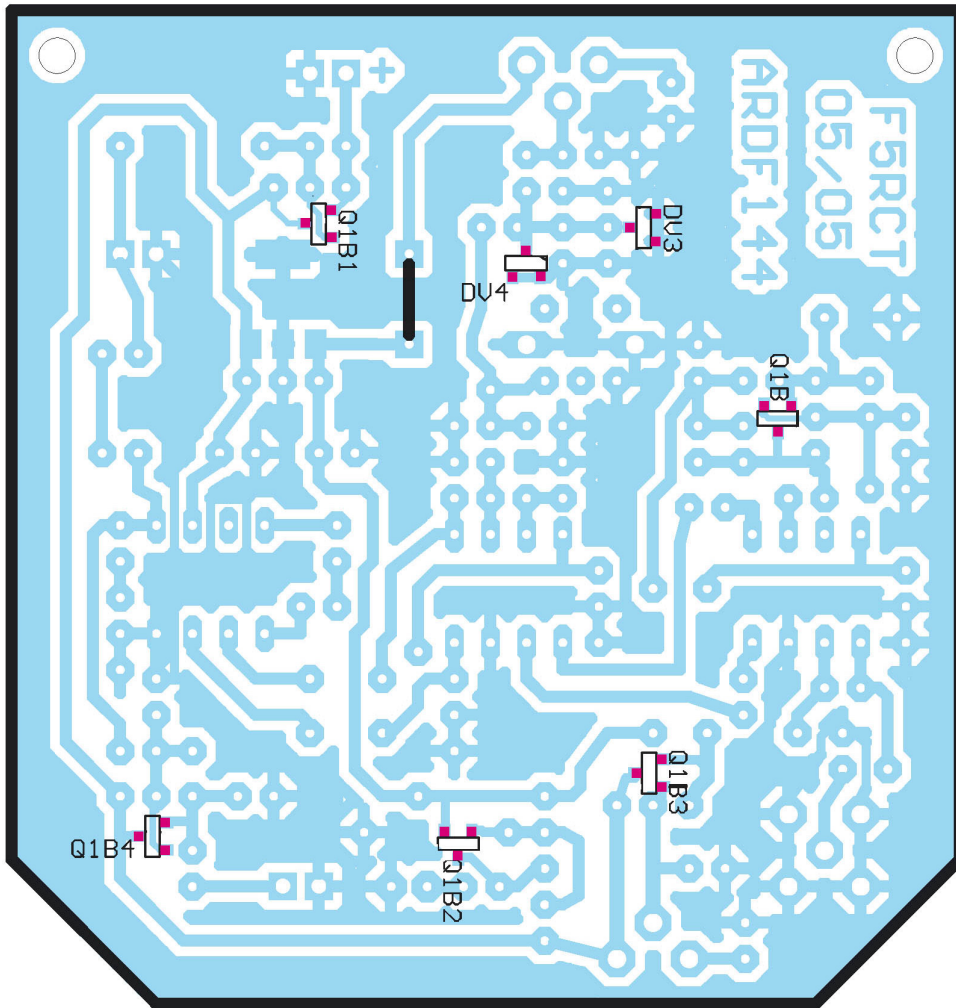
La seconde partie de cet article sera consacrée à la réalisation d'un antenne de type HB9CV qui de fixe au récepteur.

Remerciements à F8AZG et F6EUZ et aussi F6BUD et F6KSJ qui sont à l'origine de ce montage.

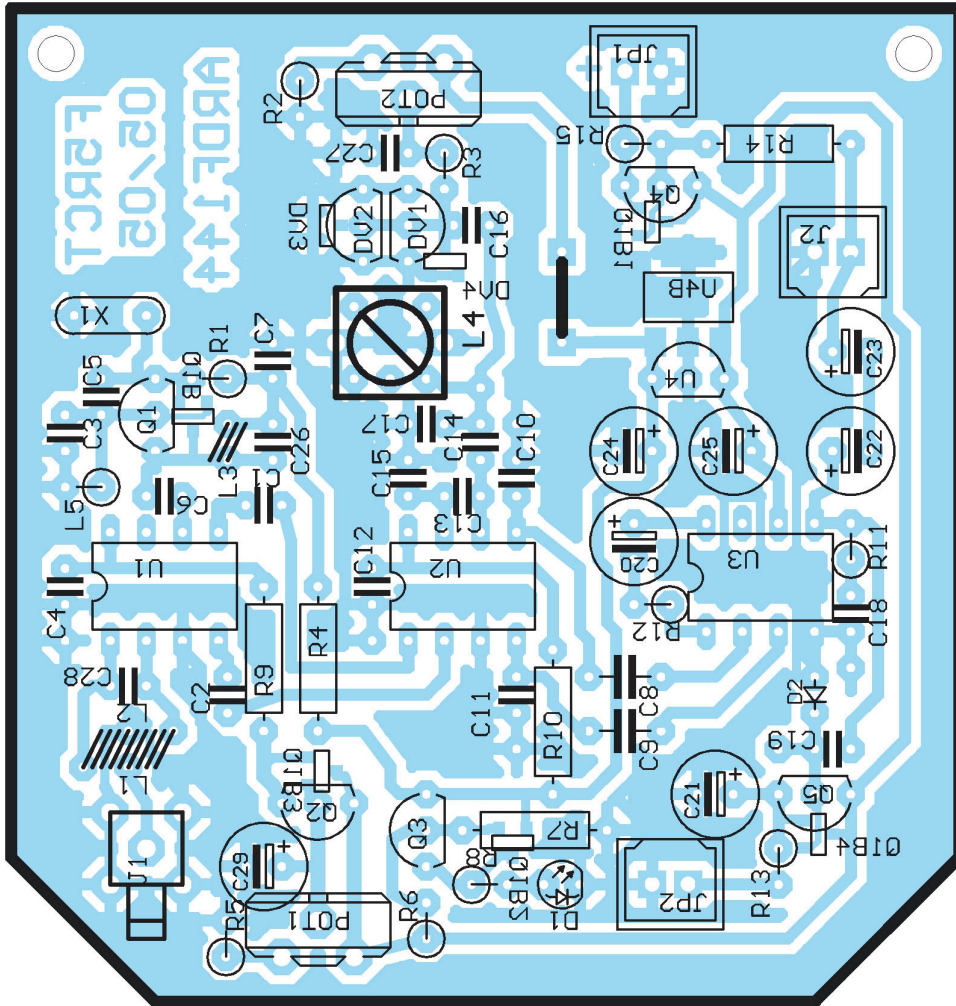
Bonne réception de F5RCT Jean-Matthieu STRICKER f5rct@laposte.net



Circuit imprimé à l'échelle 2 vu du coté des soudures.



Montage des versions CMS des composants vu du coté des soudures.



Montage des composants du récepteur 144 MHz.

Liste des composants :

Qté	Référence	Désignation
3	C1,C2,C15	220pF
3	C3,C5,C26	39pF
5	C4,C8,C9,C12,C14	10nF
1	C6	2p2
2	C7,C16	1nF
5	C10,C11,C18,C19,C27	100nF
1	C13	100pF
1	C17	68pF
2	C20, C29	10uF/25Vradial
1	C21	1uF50Vradial
4	C22,C23,C24,C25	47uF/16-25V
1	C28	12pF
1	D1	LED 3mm rouge
1	D2	1N4148
2	DV1,DV2	BB204 ou BB204G ou BB304 ou BB804 (CMS)
1	J1	coaxial 3mm et embase BNC
1	J2	JACK 3.5mm stéréo
1	JP1	pression pour pile 9V
1	JP2	S-mètre 100uA à 250uA
1	L1	0.5sp fil 5/10e sur 4mm de diamètre
1	L2	5.5sp 5/10e sur 4mm de diamètre
1	L3	2.5sp.5/10e. 5/10e sur 3mm de diamètre
1	L4	BV5164 Néosid ou transfo 10.7MHz sans capa
1	L5	330nH self axiale
1	POT1	Potentiomètre 22k linéaire
1	POT2	Potentiomètre 47k linéaire
1	Q1	BF198 ou BF199
2	Q2,Q5	BC548B/C ou NPN gain > 250
2	Q3,Q4	BC557B/C ou PNP gain > 250
1	R1	82k Ohms
2	R2,R5	4k7 Ohms
2	R3,R15	47k Ohms
1	R4	1,8k Ohms
1	R6	22k Ohms
1	R7	27k Ohms (à 33k suivant seuil de détection)
1	R8	470 Ohms
3	R9,R10,R11	10 Ohms
1	R12	1k Ohms
2	R13,R14	10k Ohms
2	U1,U2	SA612AN ou NE612 ou NE602
1	U3	LM386 ou KA386
1	U4	LM2931-Z5 ou LM2936-Z5 ou TDA3664(CMS)
1	X1	74.850 MHZ overtone 3
1	G02B 6V	Boîtier 123x72x39mm avec trape à pile