

TRANSVERTER 432 > 28Mhz

F1JGP

1 INTRODUCTION :

Un transverter permet de trafiquer sur une bande à l'aide d'un transceiver prévu pour une autre bande. Les transverters sont surtout utilisés pour trafiquer dans les bandes supérieures à 1Ghz étant donné que sur ces bandes, on ne trouve pas de transceiver commercial.

Mais il est tout à fait possible d'utiliser un transverter pour trafiquer dans les bandes VHF et UHF à partir d'un transceiver décimétrique voir un TRX 27Mhz.

La réalisation de ce type d'appareil reste à la portée technique de la plupart des OM, de plus le prix de revient est largement inférieur à celui d'un transceiver du commerce.

2 LE CHOIX DE LA BANDE DU TRANSCEIVER :

La bande 10m est généralement retenue car nous disposons d'une plage de 2Mhz sur les transceivers bandes amateurs, de plus on verra que plus cette fréquence sera élevée plus il sera facile de filtrer les fréquences indésirables en sortie du mélangeur.

L'utilisation de la bande des 10m s'arrête au transverter 1296, au delà il devient difficile de filtrer les fréquences issues des produits de mélange.

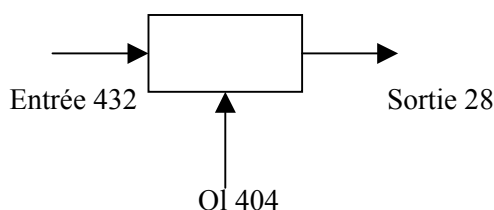
3 PRINCIPE D'UN TRANSVERTER :

Le transverter utilise le principe d'un mélange infradyne.

Exemple d'un transverter 432 > 28 :

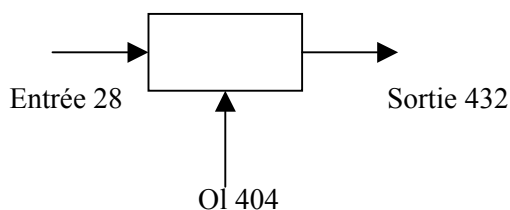
Nous voulons obtenir une fréquence de 28Mhz en RX à partir d'un signal 432Mhz.

L'utilisation d'un oscillateur local à 404Mhz et d'un mélangeur nous permettent de faire cette conversion.

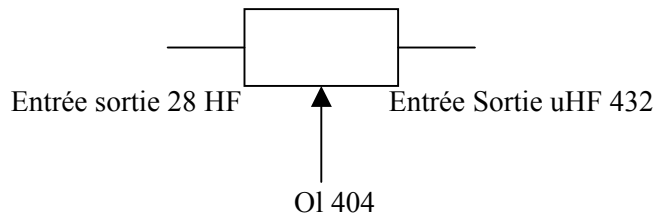


Nous voulons obtenir une fréquence de 432Mhz en TX à partir d'un signal 28Mhz.

L'utilisation d'un oscillateur local à 404Mhz et d'un mélangeur nous permettent de faire cette conversion.



Sachant que certains mélangeurs sont bidirectionnels, nous arrivons au synoptique suivant :



4 LES PRODUITS DE MELANGES :

Un mélangeur nous donne des fréquences de mélanges utiles mais aussi indésirables :

En RX :

Sur la voie HF on obtient :

$432-404=28\text{Mhz}$	A conserver
$432+404=836\text{Mhz}$	A supprimer
404Mhz	A supprimer (dépend de la qualité du mélangeur)

Sur la voie HF, on obtient un signal 28Mhz lorsque l'on a en entrée UHF:

$404+28=432\text{Mhz}$	A conserver
$404-28=376\text{Mhz}$	A supprimer (fréquence image)

En TX :

Sur la voie UHF, sur l'envoi d'un signal 28Mhz en entrée HF:

$404+28=432\text{Mhz}$	A conserver
$404-28=376\text{Mhz}$	A supprimer (fréquence image)
404Mhz	A supprimer (dépend de la qualité du mélangeur)
$376 \times X$	A supprimer (fréquences harmoniques) utilisation d'un filtre passe bande
$432 \times X$	A supprimer (fréquences harmoniques) utilisation d'un filtre passe bande

5 DEDUCTION DES FILTRES A UTILISER:

En RX :

Sur la voie HF on obtient :

$432-404=28\text{Mhz}$	A conserver
404 et 836Mhz	A supprimer utilisation d'un filtre passe bas

Sur la voie HF, on obtient un signal 28Mhz lorsque l'on a en entrée UHF:

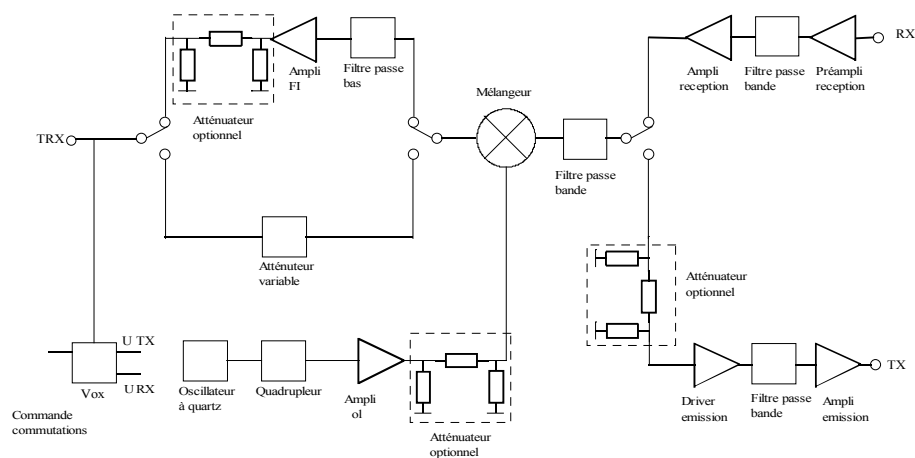
$404+28=432\text{Mhz}$	A conserver
$404-28=376\text{Mhz}$	A supprimer (fréquence image) utilisation d'un filtre passe bande

En TX :

Sur l'envoi d'un signal 28Mhz en entrée HF on obtient sur la voix UHF :

404+28=432Mhz	A conserver
404-28= 376Mhz	A supprimer (fréquence image) utilisation d'un filtre passe bande
404Mhz	A supprimer (dépend de la qualité du mélangeur) utilisation d'un filtre passe bande
376 x X	A supprimer (fréquences harmoniques) utilisation d'un filtre passe bande
432 x X	A supprimer (fréquences harmoniques) utilisation d'un filtre passe bande

6 SYNOPTIQUE DU TRANSVERTER:



7 DESCRIPTION DU TRANSVERTER:

7.1 L'oscillateur local :

Cet oscillateur permet de générer le signal nécessaire au mélangeur :

_ 404Mhz

_ Cette fréquence est obtenue après avoir quadruplé la fréquence de l'oscillateur à quartz 101Mhz

Principales caractéristiques de cet oscillateur :

_ Stabilité en fréquence

_ Propreté spectrale

7.2 L'amplificateur de l'oscillateur local :

Cet amplificateur permet d'amplifier le signal oscillateur afin de le rendre compatible avec le niveau requis par le mélangeur.

7.3 L'atténuateur optionnel:

Cet atténuateur permet la réduction du niveau de sortie de l'amplificateur en cas d'utilisation d'un mélangeur bas niveau .

7.4 Le mélangeur:

Il permet l'obtention des produits de mélanges, deux types de mélangeurs sont utilisables :

_ Les mélangeurs haut niveau : puissance oscillateur local 50mW (l'atténuateur n'est pas utilisé)

_ Les mélangeurs bas niveau : puissance oscillateur local 5mW (l'atténuateur est utilisé)

Ce mélangeur précédé d'un filtre hélice 3 pôles.

7.5 La chaîne de réception UHF:

On y trouve :

_ L'ampli de réception faible bruit

_ Le filtre hélice passe bande de réception

_ L'ampli de réception

7.6 La chaîne d'émission UHF:

On y trouve :

_ Un atténuateur optionnel (10db en cas d'utilisation d'un mélangeur haute niveau, $R7=68\text{ohm}$, $R8=R9=100\text{ohm}$), remplacer R7 par un strap pour un mélangeur bas niveau (7dbm).

_ Le filtre hélice passe bande émission

_ L'ampli d'émission

7.7 La chaîne amplificateur réception 28Mhz:

On y trouve :

_ Le filtre passe bas

_ L'ampli 28Mhz

_ Un atténuateur optionnel, permettant la limitation du gain de conversion du transverter.

7.8 L'atténuateur variable émission 28Mhz:

On y trouve :

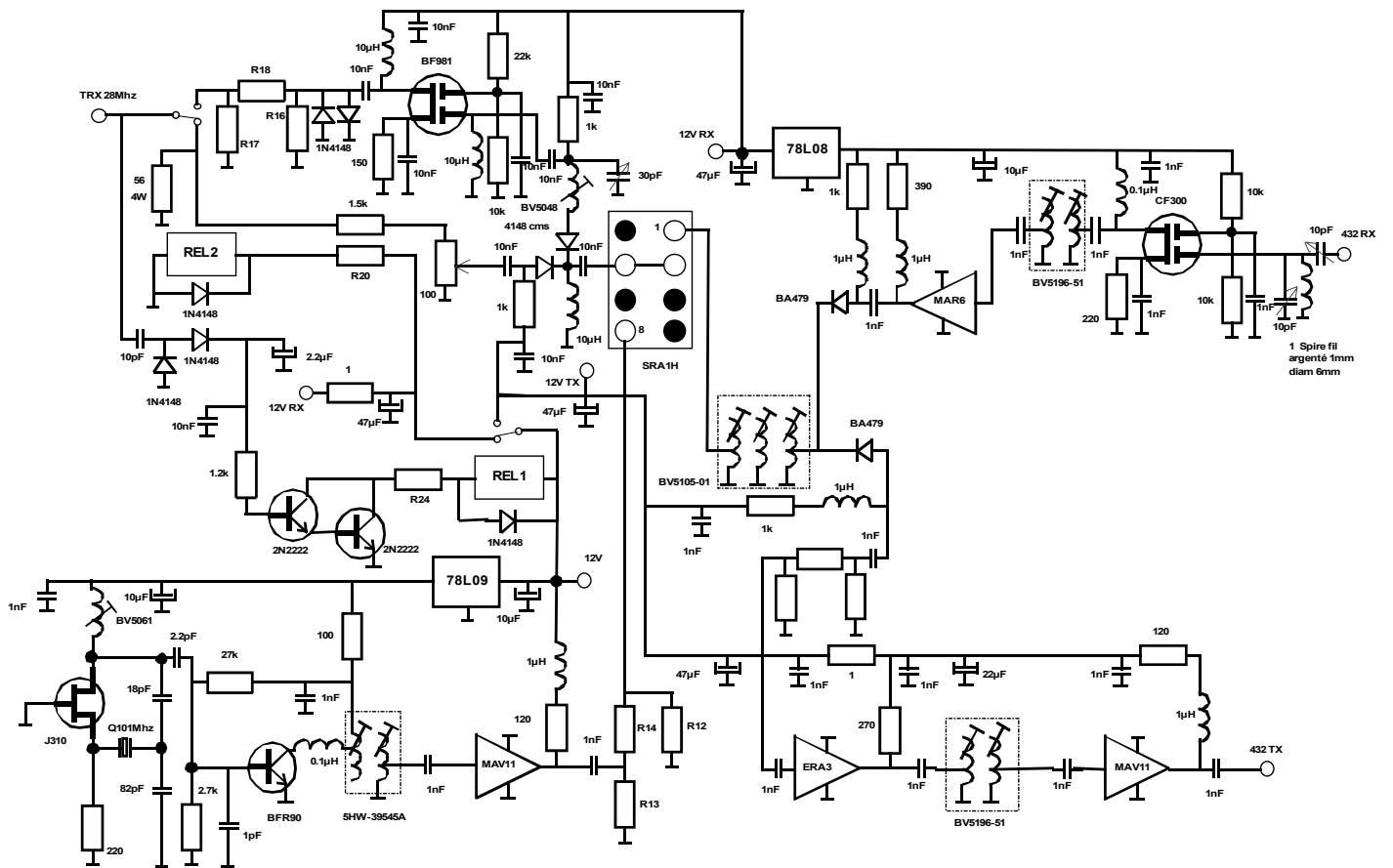
_ Une charge

_ Un ajustable permettant le dosage du signal d'émission à injecter dans le mélangeur.

7.9 Le vox:

Il permet d'effectuer les commutations émission réception sur détection d'un signal d'émission sur l'entrée 28Mhz.

8 SCHEMA DE PRINCIPE DU TRANSVERTER 432 > 28:



8.1 L'oscillateur local :

Il est constitué d'un transistor à effet de champ J310, le pot BV5061 le condensateur de 1nF et les deux condensateurs 18pF et 82 pF déterminent la fréquence d'oscillation, le quartz fixe la valeur de cette fréquence.

Un régulateur 9V stabilise la tension d'alimentation de l'oscillateur.

Cette oscillateur est suivi du quadrupleur, constitué d'un transistor BFR90 et d'un filtre hélice.

8.2 L'ampli de l'oscillateur local :

Cet ampli est réalisé à l'aide d'un circuit monolithique ayant pour principale avantage de présenter en entrée et en sortie une impédance de 50ohm quelque soit la fréquence d'utilisation.

Le gain de cet ampli est de l'ordre de 10db à 404Mhz et la puissance de sortie atteint 50mW.

8.3 L'atténuateur:

Constitué des résistances R14, R15, R16 montées en PI, il permet de limiter la puissance à 5mW (-10db) lors de l'utilisation d'un mélangeur bas niveau.

En cas d'utilisation d'un mélangeur haut niveau à 50mW, ne pas monter R15, R16 et remplacer R14 par un strap.

8.4 Le mélangeur:

Deux types de mélangeurs sont utilisables :

- _ Le mélangeur bas niveau, le plus courant SRA1, SBL1, MD108 ...
- _ Le mélangeur haut niveau, SRA1H, de plus en plus difficile à trouver

8.5 La chaîne de réception:

Elle a pour but d'amplifier le signal issu de l'antenne et de le véhiculer jusqu'au mélangeur.

On y trouve :

_ Un étage faible bruit constitué d'un transistor à effet de champ double portes. La porte n°1 reçoit le signal de l'antenne via un circuit accordé, la porte n°2 assure la polarisation du transistor par l'intermédiaire d'un pont diviseur de tension.

_ Un filtre passe bande constitué d'un filtre hélice, ce filtre est à centrer sur la bande de fréquence à recevoir.

_ Un ampli de réception constitué d'un ampli monolithique MAR6.

_ Une commutation à diode permettant de véhiculer le signal au mélangeur uniquement en réception, cette diode est bloquée en émission .

(une diode parcourue par un courant continu laisse passer la HF, la HF est bloquée lorsque l'on coupe le courant continu).

8.6 La chaîne d'émission:

Elle a pour but d'amplifier le signal issu du mélangeur et de le véhiculer jusqu'à l'antenne.

On y trouve :

_ Une commutation à diode permettant de véhiculer le signal UHF de sortie du mélangeur vers la chaîne émission, cette diode est bloquée en réception.

_ Un amplificateur à deux étages, chacun de ces étages est constitué d'un circuit MMIC, très simple de mise en œuvre. Ces amplis larges bandes n'ont besoin que d'une simple résistance. Les deux étages permettent d'obtenir une puissance de sortie de l'ordre de 80mW. Ces deux étages sont séparés par un filtre hélice.

8.7 L'amplificateur de réception 28Mhz :

Cet ampli permet de remonter le niveau de sortie 28Mhz après mélange.

On y trouve :

_ Une commutation à diode permettant de véhiculer le signal HF de sortie du mélangeur vers la chaîne réception 28Mhz, cette diode est bloquée en émission.

_ Un filtre passe bas constitué d'une bobine et d'un condensateur ajustable, ce filtre laisse passer les fréquences inférieures à 30Mhz.

_ Deux diodes de protection permettant d'écarter un éventuel signal 28Mhz lors du passage en émission.

_ Un atténuateur en PI constitué de R22, R23, R24, permettant de limiter le signal de sortie pour les transceivers 28Mhz trop sensibles. Le S mètre du trx ne doit pas dépasser 1 sur le souffle.

Lors du câblage, ne pas monter R22, R24 et remplacer R23 par un strap.

Voir en annexe les valeurs de ces résistances en fonction de la valeur de l'atténuateur désirée.

8.8 L'atténuateur variable d'émission 28Mhz :

Cette atténuateur permet le dosage du signal 28Mhz à injecter dans le mélangeur :

On y trouve :

_ Une résistance de charge 56 ohm 4.5W non inductive, cette charge supporte une puissance de 4.5W en FM et 10W crête en BLU.

_ Une résistance ajustable munie d'une résistance de butée permettant le dosage de 28Mhz.

_ Une commutation à diode permettant de véhiculer le signal 28Mhz de sortie de l'atténuateur vers l'entrée HF du mélangeur, cette diode est bloquée en réception.

8.9 Le vox:

Il permet d'effectuer les différentes commutations sur détection d'un signal 28Mhz en provenance du transceiver.

On y trouve :

_ Une détection à diodes

_ Une commutation à transistors darlington, permettant la commande du relais 12V TX, 12V RX.

_ Un condensateur chimique associé à la résistance de base détermine la temporisation de retombée du relais (utile en BLU).

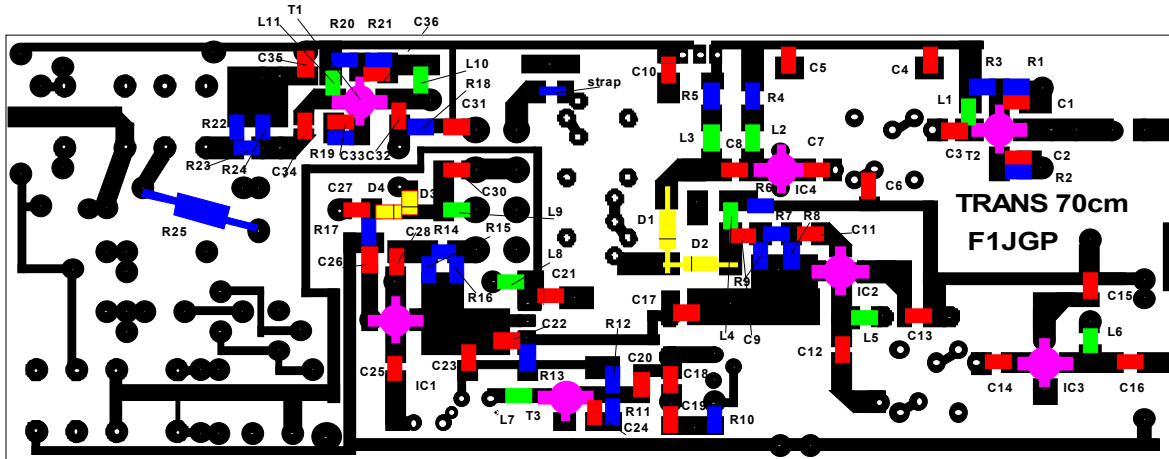
_ Un relais permettant la commutation du signal 28Mhz TRX.

Remarque :

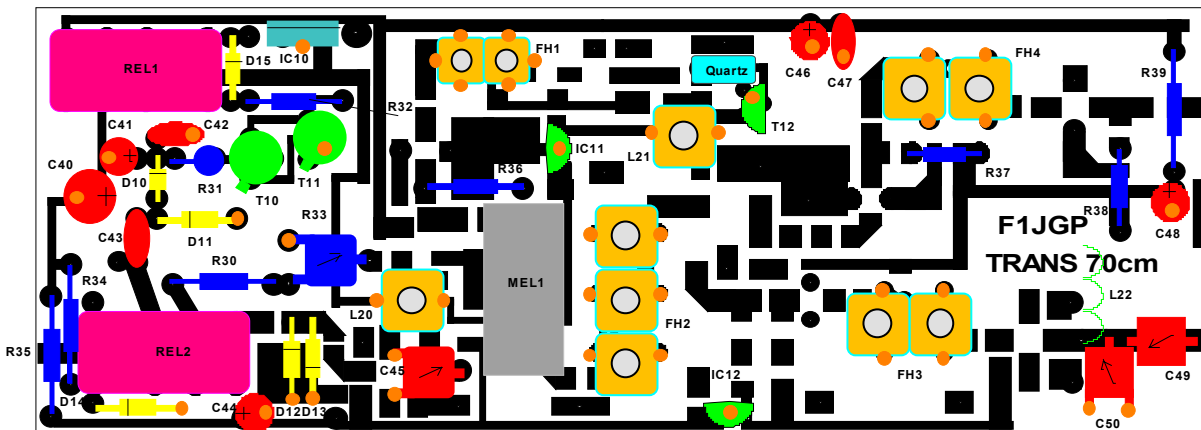
Ce relais est alimenté en RX.

Les résistances R32, R34 sont utilisées pour des tensions de bobines des relais inférieures à 12V. Pour des relais 12V remplacer ces résistances par des straps ou des résistances de 1 ohm.

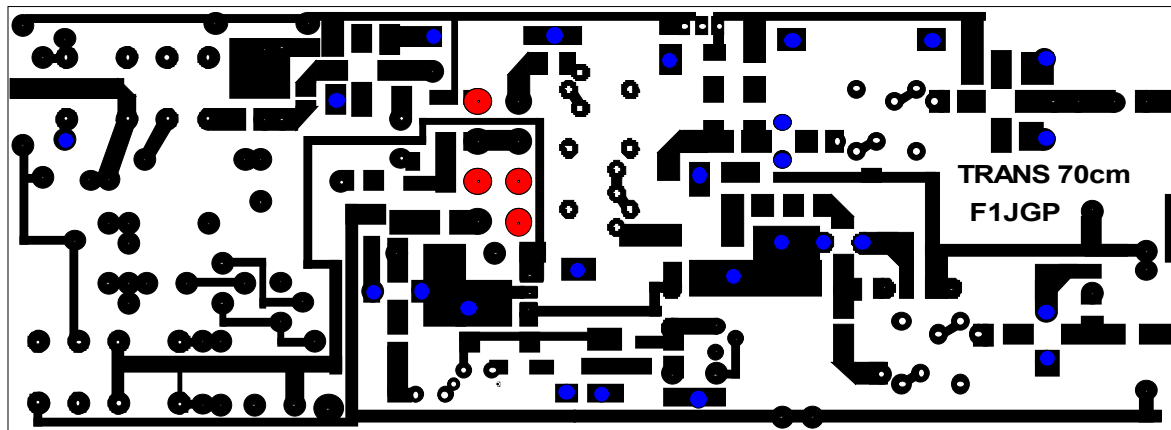
9 IMPLANTATION COTE CUIVRE:



10 IMPLANTATION COTE COMPOSANTS:



11 IMPLANTATION DES TRAVERSEES DE MASSE ET DES RIVETS:



Les points bleus représentent les traversées de masse.

Les points rouges représentent les rivets de métallisation. (4 au total)

12 REALISATION:

12.1 Préparation du circuit :

- _ Découper le circuit époxy à la taille du boîtier 148 x 55 x 30
- _ Percer tous les trous nécessitant un fraisage coté masse. (pastilles non reliées à la masse).
- _ Fraiser ces trous coté masse à l'aide d'un foret de 2.5
- _ Percer les trous des pastilles qui seront soudées coté masse (traversées ,rivets)
- _ Monter les rivets de 1.1mm de traversée pour le mélangeur (perçage 1.6)

12.2 Préparation du boîtier :

_ Positionner le coté cuivre du circuit epoxy à 10mm du couvercle et pointer le passage des prises subclics.

Remarques :

Ces prises sont des prises pour circuit imprimé, couper et limer les 4 pattes de masse.

_ Percer à 4 mm les trous de passage des prises, puis après avoir centré l'âme de la prise dans le trou, souder la prise sur le boîtier.

_ Percer à proximité du relais REL1 les deux trous de passage des condensateurs bypass permettant l'alimentation du transverter, et la sortie du 12V TX qui permettra la commande du PA.

_ Positionner le circuit epoxy dans le boîtier en appui sur les âmes des 3 prises subclic, et le souder au boîtier sur tout le pourtour coté composants, prendre bien garde qu'il soit positionné à 10mm du couvercle coté cuivre.

_ Souder les âmes des prises subclic sur les lignes 50 ohm du circuit.

12.3 Câblage:

Commencer par câbler les composants de l'oscillateur local.

Souder l'ampli et ces composants annexes.

Réglage de l'oscillateur :

Mettre une résistance de 51 ohm en lieu et place de la résistance R14 et mettre sous tension.

Régler le noyau du pot 5061 afin de faire démarrer l'oscillateur. Ce démarrage peut être mis en évidence en contrôlant le courant consommé. Ce dernier doit augmenter au démarrage de l'oscillateur.

Régler le filtre hélice du quadrupleur au maximum de niveau de sortie.

Connecter un fréquencemètre sur la résistance de 51 ohm et régler le noyau afin d'obtenir une fréquence de 404Mhz.

Déssouder la résistance de 51ohm et câbler l'atténuateur si le mélangeur est de type bas niveau, sinon remplacer la résistance R14 par un strap.

Avant de souder le mélangeur, vérifier que les rivets de traversées font bien contact avec le plan de masse. Souder le mélangeur en prenant garde de mettre le point de couleur sur l'entrée/sortie UHF.

Câbler la chaîne de réception de la prise d'antenne jusqu'à l'entrée du mélangeur. La self d'entrée est à réalisée sur une queue de foret de diamètre 5.5mm ; on y bobine 1spire à l'aide de fil argenté de 1mm . Le point chaud est connecté sur la porte 1 du transistor alors que le point froid est soudé directement sur le plan de masse.

Câbler la chaîne d'ampli réception 28Mhz, ne pas câbler l'atténuateur de sortie mais remplacer la résistance R23 par un strap.

Souder les deux relais REL1 et REL2.

Mettre sous tension (12V) et vérifier la présence de la tension sur les résistances 10k de l'étage 432 et de l'étage 28 coté 12V RX.

Mesurer la tension aux bornes des résistances de sources(150ohm) pour le transistor BF981 et (220ohm) pour le CF300.

On doit trouver une tension comprise entre 300 et 500mV. Mesurer la tension aux bornes des diodes de commutation rx, on doit trouver environ 700mV.

Connecter un TRX 28Mhz en sortie et un générateur UHF en entrée réglé sur 432.200Mhz. A défaut d'un générateur connecter une antenne et demander à un om voisin de vous envoyer une porteuse.

Régler les noyaux des filtres hélices (BV5196 RX, BV5105) de manière à faire le maxi de signal reçu en jouant sur ces noyaux.

Mettre hors tension et câbler la chaîne d'émission tx de la sortie mélangeur jusqu'à la prise de sortie tx.

Câbler l'atténuateur ajustable 28Mhz suivi de sa commutation à diode.

Charger la sortie tx 432Mhz par une résistance de 51 ohm ,souder un fil provisoire en lieu et place des collecteurs des transistors du vox montée en darlington.

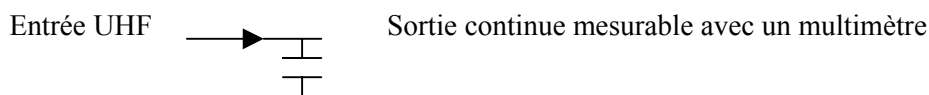
Mettre sous tension et vérifier que la tension 12V RX est présente et que la tension 12V TX est absente.

Connecter le fil provisoire à la masse, les relais REL1 et REL2 doivent commuter, la tension 12V RX doit disparaître et la tension 12V TX doit être établie. Vérifier alors que la tension aux bornes des diodes de commutation TX est de l'ordre de 700mV.

Vérifier le courant absorbé par chaque MMIC en mesurant la tension aux bornes des résistances d'alimentation ($I=U/R$).

Positionner le potentiomètre d'injection 28Mhz à mi course et injecter un signal 28Mhz d'une puissance de l'ordre de 1W sur l'entrée TRX.

Régler le filtre BV5196 TX pour le maximum de puissance en sortie. Retoucher la résistance ajustable d'injection 28Mhz pour le max de sortie Si vous ne disposer pas d'un milliwattmètre ou d'un voltmètre UHF, il suffit de confectionner une sonde de détection à l'aide d'une diode et d'un condensateur.



Diode au germanium de détection, condensateur 1nF

Arrêter l'injection 28Mhz mettre hors tension et câbler la partie vox. Enlever le fil monté en provisoire et remettre sous tension.

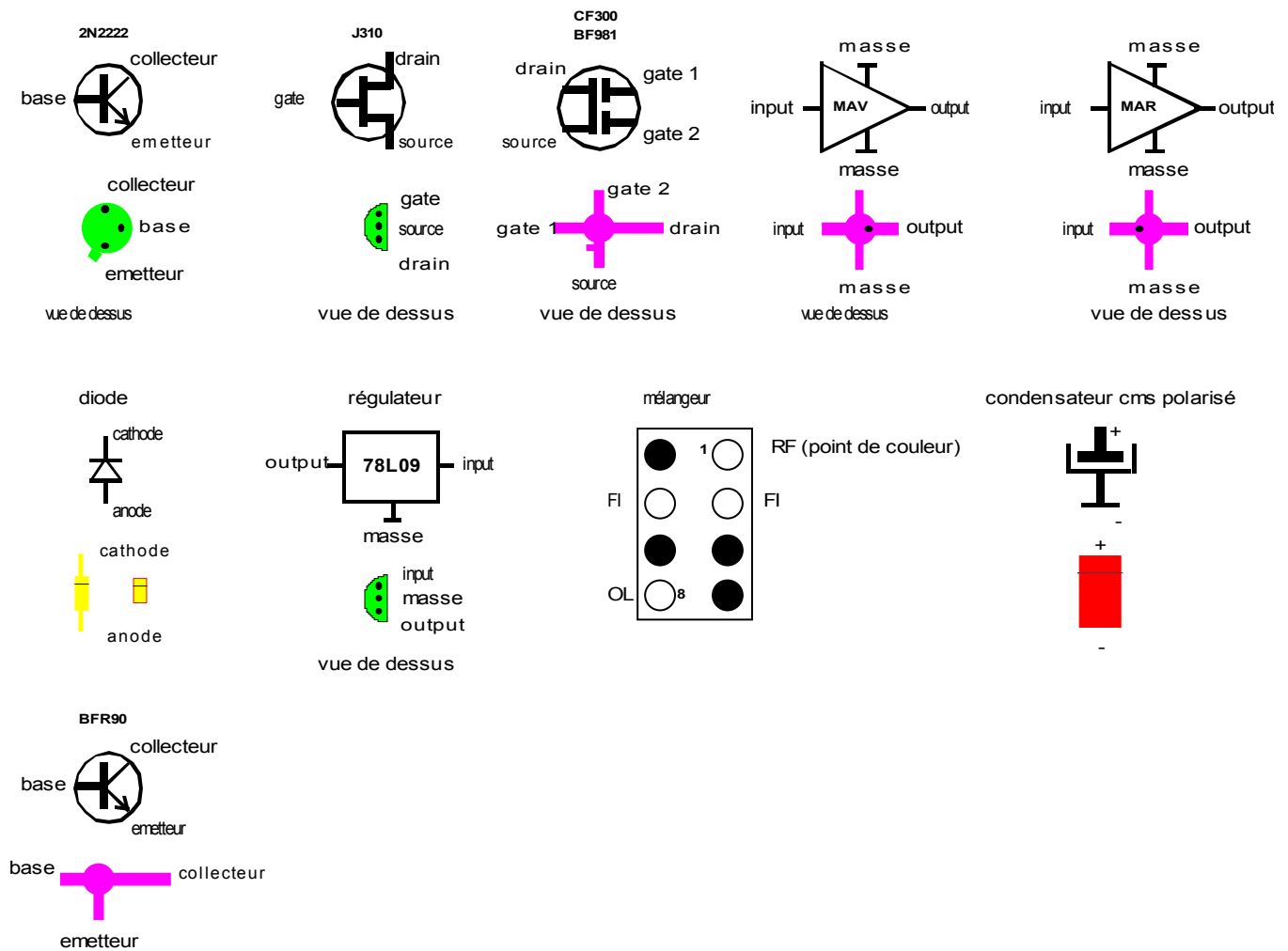
Le passage en émission 28Mhz doit occasionner la commutation des relais REL1 et REL2, la retombée de ces relais est temporisée lors du passage en RX. Le condensateur chimique permet ce retard. La valeur de ce condensateur dépend du gain des transistors et de la valeur de la résistance de la bobine du relais.

13 LISTE DES COMPOSANTS:

Désignation	valeur	remarques
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8	1nF	CMS
C9 C11 C12 C13 C14 C15	1nF	CMS
C16 C17 C23 C25 C28	1nF	CMS
C10 C21 C22	10µF	CMS
C18	18pF	CMS
C19	82pF	CMS
C20	2.2pF	CMS
C24	1pF	CMS
C26 C27 C30 C31 C32 C33	10nF	CMS
C34 C35 C36	10nF	CMS
C40 C44 C46	47µF	Chimique radial
C41	2.2µF	Chimique radial
C42	10nF	Céramique
C43	10pF	Céramique
C45	30pF	Ajustable
C47	1nF	Céramique
C48	22µF	Chimique radial
C49 C50	10pF	Ajustable sky
R1 R3	10k	CMS
R2 R10	220	CMS
R4	390	CMS
R5 R6 R17 R18	1k	CMS
R7		Atténuateur optionnel
R8 R9		
R11	2.7k	CMS
R12	27k	CMS
R13	100	CMS
R14		Atténuateur optionnel 68 CMS
R15 R16		100 CMS (10db avec mél bas niveau)
R19	150	CMS
R20	22k	CMS
R21	10k	CMS
R22 R24		Atténuateur optionnel
R23		
R25	56	4.5W non inductive
R32 R34		selon bobine relais strap si 12V
R31	1.2k	1/4W
R33	100	Ajustable horizontale
R30	560	1/4W

R35 R39	1	1/4W
R36	120	1/2W
R37	270	1/4W
R38	120	1/2W
T1	BF981	
T2	CF300	
T3	BFR90	
T10 T11	2N2222	ou tout transistor npn
T12	J310	
D1 D2	BA479	
D3 D4	LL4148	4148 CMS
D10 D11 D12 D13 D14 D15	1N4148	
L1 L7	0.1µF	CMS
L2 L3 L4 L5 L6 L8	1µH	CMS
L9 L10 L11	10µH	CMS
L20	BV5048	pot néosid
L21	BV5061	pot néosid
L22	Self air	1spire diam 6mm fil arg 0.8
FH1	Filtre hélice	5HW-39545A
FH2	Filtre hélice	BV5105-01
FH3 FH4	Filtre hélice	BV5196-51
QUARTZ	101Mhz	
MEL1	SRA1H	ou SRA1, SLB1 bas niveau
REL1,REL2	G5V2-HI-12	12V 2RT Omron ou équivalent
IC1 IC3	MAV11	ou MSA1104
IC2	ERA3	
IC4	MARR6	
IC10	L4940-12	régulateur 12V low drop
IC11	78L09	régulateur 9V
IC12	78L08	régulateur 8V
BOITIER FER ETAME		shubber 148 x 55 x30
3 PRISES SUBCLIC CI		à souder sur le boitier
2 BYPASS	1nF	à souder sur le boitier
CIRCUIT EPOXY		F1JGP
4 RIVETS DIAM 1.1		

14 BROCHAGE DES COMPOSANTS :



15 CONCLUSIONS :

Caractéristiques de ce transverter :

Puissance de sortie : 50 à 80mW
 Puissance max 28Mhz : 4W FM 10W BLU
 Facteur de bruit : <2db

Les performances de ce transverter sont largement égales voir supérieures aux transceivers du commerce.

J'utilise personnellement ce type de transverter piloté par un FT77 pour trafiquer EN BLU sur 432MHZ , le PA est constitué d'un module hybride Mitsubishi 57716 délivrant 15W. (description dispo).

Je pense que la réalisation d'un tel montage est accessible à tout OM, la technologie des composants fait appel aux CMS, ce qui constitue un excellent exercice pour se lancer dans le futur dans la réalisation de transverters plus haut en fréquence.

Les différentes versions disponibles :

144MHZ > 28MHZ
 144MHZ > 27MHZ
 50MHZ > 28MHZ
 50MHZ > 144MHZ

432MHZ > 28MHZ
1296MHZ > 144MHZ

La plupart des composants sont disponibles chez radio son à Tours.
Je peux fournir les circuits imprimés éventuellement le quartz, (il s'agit de quartz de précision), les selfs CMS et les filtres hélices

BIBLIOGRAPHIE :

Transverters DJ8ES VHF COM 4/1993
Transverters F5FLN PROCEEDING CJ 1999

Pour tous renseignements :

Patrick.fouqueau@wanadoo.fr

Bonne réalisation et à bientôt sur l'aire.

F1JGP Patrick