

LE FORTY-1B, UN EMETTEUR-RECEPTEUR BLU MINIATURE POUR LE 40M
Avec compresseur de modulation

DESCRIPTION:

A la réception, on trouve un filtre passe-bas C1-L1-C2-L2-C3 (commun à l'émission). Le relais RL1 (au repos) dirige le signal sur le filtre passe-bande d'entrée à trois cellules. Le premier filtre accordé L3-CA1 est un filtre série. Suivent deux filtres accordés parallèles L4-C4 et L5-C6 à très faible couplage. Un atténuateur d'entrée très simple constitué d'une seule résistance peut être mis en service si nécessaire. IC1 (SA612) est un circuit oscillateur-mélangeur à gain. La fréquence de l'oscillateur local est déterminée par l'ensemble quartz X1, les deux selfs constituant L6 et la diode varicap D2. L'association de ces éléments permet de "tirer" la fréquence du quartz de façon assez importante sans trop nuire à la stabilité en fréquence. La disposition côte à côte des deux selfs (voir photo) augmente également cette plage. Plus l'écart est petit, plus l'inductance (effet variomètre) et donc la plage de fréquences est grande. Il y a néanmoins des limites à ne pas dépasser. En effet, en plaçant les selfs en contact l'une de l'autre on arrive à une plage de plus de 100 KHz, mais il est raisonnable de ne pas dépasser 40 à 60 KHz, car au-delà la fréquence peut devenir instable.

D1 est une diode zener assurant une tension très stable à l'oscillateur local. A la sortie (broche 4) de IC1 se trouve un filtre à 4 quartz en échelle de 4915 KHz suivi d'un amplificateur FI (Q2). Les adaptations d'impédance du filtre sont très bien réalisées. Les condensateurs C16, C17 et C18 déterminent la largeur du filtre (ici 3 KHz) en fonction de l'impédance de celui-ci. IC2 (oscillateur-mélangeur à gain SA612) est le détecteur de produit, c'est-à-dire qu'il mélange la FI à la fréquence du quartz X6, pour donner la basse fréquence (BF) audible. CA2 permet un ajustement précis de la fréquence de l'oscillateur (BFO) afin de centrer correctement le spectre BF utile par rapport au filtre à quartz. La tension d'alimentation des circuits IC1 et IC2 est fixée à 6,2 volts par les diodes zener D3 et D5. La BF, issue de la sortie symétrique de IC2, est appliquée à l'entrée symétrique de IC3 (LM386). C24 sert à éliminer les résidus HF, C25 et C26 isolent les deux circuits en tension. Le schéma de l'amplificateur BF est très classique. C27 règle le gain de IC3 à sa valeur maximum, c'est-à-dire 46 décibels. Ceci est nécessaire du fait d'un gain global pas trop élevé de ce récepteur. R13 et C29 empêchent les ronflements éventuels, dus à des oscillations très basse fréquence lors de l'utilisation de haut-parleurs à très basse impédance. C30 est un condensateur d'isolement pour la tension continue présente en 5 de IC3. Pot2 est le potentiomètre réglant le volume général.

Le récepteur est doté d'un contrôle de gain automatique (CAG) réalisé très simplement, et pourtant très efficace. Une petite explication s'impose : la tension continue interne normalement présente aux broches 1 et 2 des SA612 est de 1,4 volts. Si on diminue cette tension, le gain des SA612 diminue également. Il est bien dit "des SA612", car contrairement à mes précédents montages, ici la tension de CAG agit sur deux SA612 (IC1 et IC2), ceci afin d'avoir une plus grande dynamique de réglage de gain, important en réception BLU. Pour générer cette tension de contrôle de gain, on insère une diode LED dont la cathode est reliée à la masse à travers l'enroulement du haut-parleur et de Pot2. La LED devient conductrice pour une tension à ses bornes de 1,7 volts. Pour de faibles signaux, rien ne se passe. Par contre si un signal dépasse 0,6 volts crête-à-crête aux bornes de Pot2, la LED devient conductrice sur les alternances négatives du signal, ce qui a pour effet de diminuer les tensions sur les broches 1 et 2 de IC2 et ainsi de réduire le gain de ce CI. Sur des signaux très forts, la diode de commutation D4 conduit avec un seuil supplémentaire de 0,6 volts, ce qui a pour effet de diminuer également la tension sur les broches 1 et 2 de IC1, ce qui augmente la plage d'action du contrôle de gain. La self L7 sert à égaliser les tensions continues sur les broches 1 et 2 de IC2, tout en évitant à la HF d'être court-circuitée à la masse au travers de C20. C31 détermine la constante de temps, et supprime également les résidus BF présents sur la tension continue de CAG.

Le passage en émission se fait par appui sur la pédale PTT (push-to-talk) du microphone. Ceci a pour effet d'alimenter le relais RL1 et par là de fournir la tension d'alimentation à la chaîne émission. IC2 et IC3 ne sont plus alimentés, ce qui réduit le récepteur au silence (IC1, par contre, est toujours alimenté car il fournit le signal de l'oscillateur local nécessaire en émission).

IC5 (SSM2165-1) est un préamplificateur BF faible bruit, incorporant un compresseur de modulation et un réducteur de bruit ambiant. Le taux de compression est ajustable avec un rapport de compression de 1/1 (sans compression) à 15/1. Le réglage se fait par variation de la résistance (P2) sur la patte 6 du circuit. 0 ohm correspond à un rapport de 1/1 et 250 Kohms à un rapport de 15/1. Sur notre circuit se trouve une résistance ajustable de 200 Kohms. On peut donc faire varier le taux de 1/1 à 1/12. Mais il est inutile de dépasser 1/8, suffisamment efficace sans aucune distorsion. Le circuit fonctionnant exclusivement sous 5 volts, il a été ajouté un régulateur de tension IC4 (78L05). La résistance ajustable (P3) en sortie du SSM2165 sert à régler le niveau BF injecté sur la broche 1 de IC6 (SA612).

IC6 est monté en modulateur équilibré générant le signal HF en DSB (double bande latérale avec réduction de porteuse) sur les sorties 4 et 5. La fréquence de ce signal est déterminée par le quartz X7 de 4915 KHz. CA3 permet d'ajuster finement la fréquence du signal d'émission par rapport à celle de réception. P4 permet d'ajuster au maximum de réjection de porteuse. La bande latérale indésirable est supprimée par le filtre à 4 quartzs faisant suite à IC6. Le signal du VXO (commun en émission et en réception) pris en 7 de IC1, linéarisé par l'utilisation de R5, isolé par l'étage tampon Q1, niveau ajusté par P1, est mélangé dans IC7 (SA612) au signal BLU issu du filtre à quartz. Seule la fréquence utile dans la bande des 40m est filtrée en sorties 4 et 5 de IC7 par le circuit résonnant parallèle L10-C53. IC6 et IC7 sont alimentés sous 6,2 volts par la diode zener D7. Les trois étages d'amplification amènent le signal utile à une puissance de près de 5 watts HF. L'étage Q3 est un amplificateur sélectif, alors que les deux étages suivants sont à large bande. Le transistor de puissance Q5 ayant entrée et sortie à très basse impédance, l'utilisation de transformateurs abaisseur (L12) et éleveur (L14) d'impédance a été adoptée pour un transfert d'énergie maximum. La diode D8 et la résistance R25 fixent, au travers de la self d'isolement HF L13, la tension de polarisation de base du transistor Q5 à 0,65 volts pour un fonctionnement de cet étage en classe AB linéaire. La sortie vers l'antenne se fait au travers du filtre passe-bas C3-L2-C2-L1-C1, afin de rejeter au maximum les harmoniques indésirables.

MONTAGE:

Une fois tous les éléments implantés, le Forty peut fonctionner tel quel. Mais il est préférable de le monter dans un boîtier (disponible auprès de notre association), ceci pour un souci de rigidité et d'esthétique, ou tout autre boîtier à votre convenance réalisé par vos soins.

Le circuit imprimé a été réalisé de façon à avoir le meilleur plan de masse possible, essentiel en montages HF. Monter en premier (si ce n'est déjà fait sur un circuit acheté à l'ARTRA) IC5 (SSM2165-1). C'est un CMS, il faudra prendre toutes les précautions d'usage. Ne pas oublier le seul et unique strap, en fil isolé pour ne pas risquer de faux-contacts avec les éléments voisins. Les supports de circuits intégrés seront avantageusement de type "tulipe". La diode Led est montée sur le circuit, et pliée à 90 degrés pour traverser la face avant. Ce sera du plus bel effet, elle clignotera au rythme des signaux forts et servira en même temps d'indicateur de niveau. A côté du connecteur BF se trouve un support style "cavalier" pour, éventuellement, brancher un haut-parleur intégré au boîtier. L'enfoncement d'un jack dans le connecteur coupera automatiquement le haut-parleur interne. Ne pas oublier les supports de cavaliers S1 et S2. Le potentiomètre Pot1 sera de préférence un multitours (10 tours) pour pouvoir bien séparer les stations par un réglage précis. Néanmoins les premiers essais pourront se faire avec un potentiomètre ordinaire, la double implantation étant prévue sur le circuit. Les deux selfs constituant L6 doivent être éloignées de 2 ou 3mm du circuit imprimé, de façon à pouvoir jouer sur l'écartement entre les selfs. C'est cet écartement (induction mutuelle) qui déterminera le compromis entre la plage de fréquences et la stabilité. Au départ régler l'écartement à 1mm. La self L13 (VK200) sera bobinée sur tous ses trous (voir photo). L12 sera bobinée avec deux fils étamés de 0,5mm en parallèle, sans torsader. Repérer les fils AA' et BB' à l'ohmmètre et les brancher suivant le schéma. Idem pour L14, mais les fils, contrairement à L13, seront torsadés (2 torsades par cm environ). Les quartzs X1 à X5 ont leurs boîtiers reliés impérativement à la masse, l'implantation étant prévue sur le circuit (voir photo). Les condensateurs du filtre passe-bas C1, C2 et C3 seront obligatoirement du type "multicouche". La diode varicap D2, pour garantir les valeurs données, sera obligatoirement une BB105. D'ailleurs tous les types de transistors et de diodes devront obligatoirement être respectés, pas d'équivalence pour garantir le maximum de performances. Ne pas oublier le radiateur de Q5, le transistor dégageant pas mal de chaleur. Ne pas oublier la graisse silicone entre le transistor et le radiateur, ainsi qu'entre la diode D8 et le radiateur.

REGLAGES:

Avant toute mise sous tension il faut vérifier la valeur de tous les composants en place. Ne pas confondre les selfs moulées avec les résistances, et bien faire attention au code de repérage des condensateurs. Rechercher les faux-contacts et les oublis de soudage.

Dans un premier temps, ne pas placer les circuits intégrés dans leur support. Brancher éventuellement une charge de 50 ohms / 10 watts dans la prise antenne.

Mettre sous tension et vérifier la présence d'une tension de 6,2 volts aux broches 8 des supports de IC1 et IC2, ainsi que d'une tension de 12 à 14 volts à la broche 6 du support de IC3. Passer en émission en appuyant sur la pédale du microphone. Vérifier la présence d'une tension de 6,2 volts sur les broches 8 de IC6 et IC7. Eteindre et mettre en place les circuits intégrés.

Prérégler CA2 et CA3 à un tiers de la capacité totale.

Remettre sous tension. Pot2 à fond, il doit y avoir du souffle dans le haut-parleur. Vérifier que l'atténuateur est hors service et régler CA1, L4 et L5 pour avoir le maximum de souffle. Reprendre ce réglage plusieurs fois pour avoir un maximum franc et unique. Parfaire éventuellement par la suite sur la réception d'une station faible.

Pot1 réglé de façon à avoir le maximum de tension (aux environs de 9 volts) sur son curseur, un fréquencemètre branché sur la source de Q1 (broche prévue à cet effet) doit indiquer 12021 KHz environ, ce qui correspond à une fréquence de réception de 7106 KHz (VXO – FI = FREQUENCE UTILE c'est-à-dire 12021 – 4915 = 7106). Pot1 à fond dans le sens contraire (0 volt sur le curseur), le fréquencemètre va afficher une valeur qui va être fonction de l'écartement des selfs constituant L6. Sur le prototype l'écartement est de 0,5mm pour une fréquence de 11955 KHz (correspondant à 7040 KHz). Ceci doit être une valeur de départ. Si vous voulez un VXO très stable, il faut réduire la plage de fréquences (et donc augmenter l'écartement entre les selfs). Inversement, si vous rapprochez les selfs, la plage de fréquences augmente, mais la stabilité devient un peu moindre tout en restant très bonne. A chacun son choix pour le meilleur compromis. Il est à noter que le prototype est très stable avec les valeurs citées.

La valeur de la résistance R1 détermine le niveau d'atténuation HF. 1,5 K (valeur livré avec le kit) correspond à peu près à 10db d'atténuation. Moins de résistance augmente l'atténuation. A modifier suivant besoins. Pour régler le BFO avec CA2, il vaut mieux s'aider d'un bon récepteur de trafic (ou transceiver) avec un affichage précis, de préférence au fréquencemètre. Régler le récepteur en LSB ou en USB (pas en CW à cause de la correction de fréquence) sur 4913,700 KHz (4915,200 – 1,500 KHz). Brancher un fil dans la prise antenne du récepteur de trafic et approcher l'autre extrémité du fil à proximité du quartz X6 et ajuster CA2 au battement nul. Le récepteur est réglé.

Le réglage de l'émetteur demande un peu plus d'attention.

Cavalier sur S1 et pas de cavalier sur S2, ce qui permet d'alimenter la totalité du récepteur en passant en émission, sans alimenter pour autant l'étage de puissance émission.

Brancher une charge fictive 50 ohms / 10 watts. Insérer un wattmètre-TOS'mètre.

Oscilloscope branché sur la broche 6 de IC7, régler P1 de façon à avoir un signal de 200mV crête-à-crête, valeur maximum admise par le SA612 pour ne pas générer de distorsions.

Appuyer sur la pédale du microphone. En agissant sur CA3, on entend le signal de la porteuse émission. Ajuster CA3 au battement nul entendu dans le récepteur du Forty. En augmentant le gain micro, on s'entend parler.

Attention à bien faire ce réglage pour ne pas être décalé en émission par rapport au correspondant.

Enlever le cavalier placé sur S1 et le placer sur S2 (position du cavalier en fonctionnement normal).

P3 à fond dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (gain préampli micro à zéro), P2 à fond dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (pas de compression). Appuyer sur la pédale du microphone. Oscilloscope branché en parallèle sur la sortie antenne, visualiser le signal de résidu de porteuse. Régler P4 au minimum de signal. Sans relâcher la pédale du microphone, pré-régler L14 et L15 au maximum de signal.

Augmenter la valeur de P2 tout en sifflant dans le microphone. Le signal doit augmenter sur le wattmètre jusqu'à atteindre une valeur maximum entre 3 et 5 watts HF. Reprendre les réglages de L10 et L11 au maximum de HF.

Le transistor Q5 est un transistor HF à grand gain. Ceci est intéressant pour pouvoir sortir 5 watts avec un minimum d'étages d'amplification, mais peut aussi amener ce transistor à auto-osciller. Si tel est le cas, placer un condensateur de 10 nF en série avec une résistance de 1 K entre base et collecteur de Q6, câblés sous le circuit et au plus court. Au contraire, si le montage d'origine n'auto-oscille pas, on peut essayer de remplacer R26 et R27 par des straps, ce qui permettra de sortir le maximum de puissance HF.

Ajuster le niveau de compression sans trop exagérer (1/4 à 1/8 devrait largement suffire). Vérifier sur oscilloscope. Le Forty est à présent réglé.

Les accessoires disponible pour le FORTY 1-B auprès de notre association sont :

- Fréquencemètre Programmable FP50.
- Kit boîtier complet avec boutons et fiches.
- Microphone dynamique 500 Ohms.
- Synthétiseur de fréquence (pour transformer votre FORTY en TRX haut de gamme).
- Module S-Mètre universel.

Le site de notre association :

www.artra-grp.com

Pour nous contacter :

Artra68@aol.com

LISTE DES COMPOSANTS DU FORTY 1-B:

R26, R27 : 1,5 ohms (brun-vert-or)
R13 : 10 ohms (brun-noir-noir)
R14, R24 : 47 ohms (jaune-violet-noir)
R7, R23 : 100 ohms (brun-noir-brun)
R2, R8, R12, R18, R21 : 470 ohms (jaune-violet-brun)
R5, R9, R11, R22, R25 : 1 K (brun-noir-rouge)
R1 : 680 ohms à 1,5 K (suivant atténuation)
R3, R20 : 4,7 K (jaune-violet-rouge)
R15 : 22 K (rouge-rouge-orange)
R19 : 33 K (orange-orange-orange)
R4, R6 : 100 K (brun-noir-jaune)
R16, R17 : 220 K (rouge-rouge-jaune)
R10 : 510 K (vert-brun-jaune)
P1 : ajustable à plat 1 K
P3 : ajustable à plat 4,7 K
P4 : ajustable à plat 50 K
P2 : ajustable à plat 200 K
Tous les condensateurs multicouches sauf spécifications contraires.
C5 : 2,2 pF (2p2)
C13 : 2,7 pF (2p7)
C16, C18, C47, C49 : 27 pF (270 ou 27p)
C11 : 39 pF (390 ou 39p)
C17, C48 : 47 pF (470 ou 47p)
C8, C9, C22, C23, C45, C46, C58 : 100 pF (101)
C4, C6, C53, C55 : 150 pF (151)
C1, C3 : 470 pF (471)
C2, C36, C38, C54 : 1 nF (102)
C7, C15, C19, C50, C52, C57, C60, C62 : 10 nF (103)
C10, C12, C14, C20, C21, C24, C25, C26, C28, C29, C33, C34, C35, C41, C43, C44, C51, C56, C59, C64, C65 : 100 nF (104)
C42 : 220 nF (224)
C40, C61 : 2,2 µF tantale
C63 : 10 µF tantale
C27 : 10 µF chimique radial
C37, C39 : 22 µF chimique radial
C30 : 47 µF chimique radial
C32 : 100 µF chimique radial
C31 : 470 µF chimique radial
CA1, CA2, CA3 : 80 pF ajustable rouge 10mm
IC1, IC2, IC6, IC7 : SA612 ou NE612
IC3 : LM386N
IC4 : 78L05
IC5 : SSM2165-1 (CMS)
Q1 : BF245C
Q2 : BC548C
Q3 : 2N2222A
Q4 : 2SC2053
Q5 : 2SC1971 avec radiateur adapté
D1 : zener 9,1v
D2 : BB105
D3, D5, D7 : zener 6,2v
D4 : 1N4148
D6 : LED verte 3mm
D8 : 1N4007
X1 : quartz 12000 KHz (ou mieux 12025 KHz)
X2 à X11 : quartzs 4915 KHz
Pot1 : potentiomètre linéaire 10 K multitours
Pot2 : potentiomètre linéaire 250 ohms
L6 : deux selfs moulées 10 µH axiales côte à côte (brun-noir-noir)
L3 : self moulée 15 µH axiales (brun-vert-noir)
L8, L9 : selfs moulées 47 µH axiales (jaune-violet-noir)
L7 : self moulée 100 µH axiale (brun-noir-brun)
L4, L5, L10, L11 : selfs Neosid 5164
L1, L2 : 13 spires fil émaillé 0,5mm sur tore T50-2
L12 : 5 spires deux fils émaillés 0,5mm en parallèle sur ferrite 2 trous BN43-202
L14 : 10 spires deux fils émaillés 0,5mm torsadés sur tore FT50-43
L13 : self de choc VK200 entièrement bobinée avec sorties radiales
RL1 : relais 12 volts 2RT
Cinq supports DIL8 "tulipe"
Trois supports cavaliers et un cavalier
Deux socles jack 3,5mm stéréo, pour montage sur circuit
Un socle alimentation 2,5mm pour montage sur circuit
Une embase BNC pour montage sur circuit
Deux inverseurs pour montage sur circuit