

## LE FORTY I

Emetteur-récepteur miniature pour la bande des 40 mètres de F6BQU.

### **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. Sur le prototype, la plage disponible va de 7040 à 7081 KHz, ce qui est largement suffisant, car il y a du monde sur ces fréquences et notamment pas mal de QSO en langue française. En remplaçant le quartz standard (très bon marché) de 12000 KHz par un quartz taillé sur mesure de 12025 KHz, il est possible de couvrir toute la partie phonie de la bande des 40m (7040 à 7100 KHz). C'est le quartz livré avec votre kit. 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).

L8 et la capacité d'entrée de Q2 adaptent la sortie du filtre à l'étage suivant. 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. R12 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 L9 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 C21. 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). Le signal issu du microphone est filtré par R13-C33 (réduisant le spectre BF et supprimant les retours HF) et le niveau est ajusté par P2 (gain micro). Q3 amplifie ce signal avant injection sur la broche 1 de IC4 (SA612). Le montage du préamplificateur BF (Q3) est un peu orthodoxe et son gain n'est pas énorme, mais il est garanti sans effets néfastes dus aux retours HF. IC4 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. P3 permet d'ajuster au maximum de réjection de porteuse. La bande latérale indésirable est supprimée par le filtre à 4 quartzs faisant suite à IC4. 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 IC5 (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 IC5 par le circuit résonnant parallèle L14-C49. IC4 et IC5 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 Q4 est un amplificateur sélectif, alors que les deux étages suivants sont à large bande. Le transistor de puissance Q6 ayant entrée et sortie à très basse impédance, l'utilisation de transformateurs abaisseurs (L16) et élévateur (L18) 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 L17, la tension de polarisation de base du transistor Q6 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:**

Le circuit imprimé a été réalisé de façon à avoir le meilleur plan de masse possible, essentiel en montages HF. De ce fait, les espaces entre pistes et masse sont très restreints. Malgré le vernis épargne, l'utilisation d'un fer à souder à température régulée et à panne fine est indispensable, sinon gare aux faux-contacts. 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, sauf dans le cas d'un montage en boîtier ou elle sera mise en face avant et relié par deux fils. 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 brancher un haut-parleur intégré au boîtier. L'enfoncement d'un jack dans le connecteur coupera automatiquement le haut-parleur interne (ce jack n'est pas à implémenter si vous utiliser le boîtier de l'ARTRA). 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 L17 (VK200) sera bobinée sur tous ses trous. L16 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 L18, mais les fils, contrairement à L16, 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.

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 Q6, le transistor dégageant pas mal de chaleur. Ne pas oublier la graisse silicone entre le transistor et le radiateur (l'ARTRA fournit le transistor monté sur son radiateur, il sera prêt à être soudé), 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 IC4 et IC5. 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 (jonction entre Q1 et P1) doit indiquer 11996 KHz environ, ce qui correspond à une fréquence de réception de 7081 KHz ( $VXO - FI = \text{FREQUENCE UTILE}$  c'est-à-dire  $11996 - 4915 = 7081$ ).

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. Si le choix se porte sur l'utilisation d'un quartz de 12025 KHz en place du quartz standard de 12000 KHz, la couverture préconisée est de 7100 à 7040 KHz, ce qui est la totalité de la portion phonie de la bande des 40m. La valeur de la résistance R1 détermine le niveau d'atténuation HF. 1,5 K correspond à peu près à 10db d'atténuation. Moins de résistance augmente l'atténuation. A déterminer 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 IC5, 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).

P2 à fond dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (gain micro à zéro), P3 à mi-course. Appuyer sur la pédale du microphone. Oscilloscope branché en parallèle sur la sortie antenne, visualiser le signal de résidu de porteuse. Régler P3 au minimum de signal. Sans relâcher la pédale du microphone, prérégler 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 2,5 et 5 watts HF. Reprendre les réglages de L14 et L15 au maximum de HF. Le transistor Q6 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 (comme sur mes prototypes).

Le Forty est à présent réglé. Cet émetteur-récepteur, malgré sa simplicité voulue, n'est pas un gadget. La réalisation de celui-ci, par un débutant non assisté, et malgré sa bonne reproductibilité, est à déconseiller. Il faut être très soigneux, et cela s'apprend par la réalisation préalable de montages plus simples. Pour les autres, pas de problèmes particuliers, et j'espère les retrouver sur 40m un de ces jours avec leur Forty. Ah ! Encore un dernier mot : le gain global de ce récepteur n'est pas très élevé (ce qui ne veut pas dire qu'il n'est pas sensible !). Cela a été choisi volontairement pour la simplicité, afin d'avoir un rapport signal sur bruit élevé lors de l'utilisation d'antennes normales à fort développement (longs fils, dipôles, etc...). Combien d'émetteurs-récepteurs d'entrée de gamme ne sont-ils pas saturés lorsqu'on les branche sur des antennes de ce type ? En plus, lorsqu'on travaille en QRP (petite puissance égale ou inférieure à 5 watts), il est logique d'utiliser de bonnes antennes pour rayonner au maximum sa puissance. Alors il faut admettre que le mariage entre un émetteur de faible puissance et un récepteur à faible bruit est tout à fait logique. Essayez et vous serez surpris des résultats.

#### **Mise en boîte :**

Dans un premier temps placer la sérigraphie sur les faces avant et arrière.

Pour se faire, à l'aide d'une règle et d'un cutter, couper en s'aidant des repères imprimés, une longueur et une largeur (angle droit). Laisser les autres cotés avec le surplus. Coller délicatement la face sérigraphiée en vous

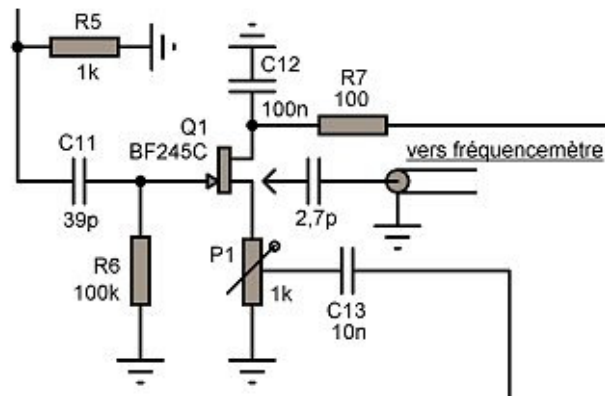
aidant des angles coupés. Une fois la face collée, découper le surplus avec un cutter. Il suffit ensuite de détourner tous les trous, là aussi avec un cutter.

La platine principale est fixée à l'aide de trois supports autocollant, dans un des fonds du boîtier (celui sans Haut-parleur). La platine se loge au maximum vers l'arrière.

Tous les éléments venant sur la face avant et arrière sont reliés à la platine à l'aide de fils.

La prise micro est câblée en fonction de votre micro (c'est vous qui définissez l'utilisation des brôches 1 à 4). Il toutefois impératif de garder deux masses, l'une pour le micro, l'autre pour la commutation PTT.

Le fréquencemètre FP50, livré à part, est relié à l'aide d'un condensateur de 2,7 pF comme indiqué ci dessous.



**Contacts :**

ARTRA

Association des Réalisations et Techniques RadioAmateurs

51A Grand'rue

F-68570 HUSSEREN-WESSERLING

Site Internet : <http://www.artra-qrp.com>

Email : [artra68@aol.com](mailto:artra68@aol.com)

Site de l'auteurs :

F6BQU : <http://lpistor.chez.tiscali.fr>

## LISTE DES COMPOSANTS :

Les marquages des composants sont entre parenthèses

### Toutes les résistances sont des 1/4 Watts.

R26, R27 : 1,5 ohms (brun-vert-or)  
R12 : 10 ohms (brun-noir-noir)  
R24 : 47 ohms (jaune-violet-noir)  
R7, R23 : 100 ohms (brun-noir-brun)  
R2, R8, R11, R18, R21 : 470 ohms (jaune-violet-brun)  
R5, R10, R22, R25 : 1 K (brun-noir-rouge)  
R1 : 1,5 K (brun-vert-rouge)  
R13 : 2,2 K (rouge-rouge-rouge)  
R3, R15, R20 : 4,7 K (jaune-violet-rouge)  
R19 : 33 K (orange-orange-orange)  
R9 : 47 K (jaune-violet-orange)  
R4, R6 : 100 K (brun-noir-jaune)  
R16, R17 : 220 K (rouge-rouge-jaune)  
R14 : 1 M (brun-noir-vert)  
P1 : ajustable à plat 1 K  
P2 : ajustable à plat 10 K  
P3 : ajustable à plat 50 K  
Pot1 : potentiomètre linéaire 10 K multitours  
Pot2 : potentiomètre linéaire 250 ohms

### Semi-Conducteurs

IC1, IC2, IC4, IC5 : SA612 ou NE612  
IC3 : LM386N  
Q1 : BF245C  
Q2 : BC548C  
Q3 : BC107B  
Q4 : 2N2222A  
Q5 : 2SC2053  
Q6 : 2SC1971 avec radiateur adapté  
D1 : zener 9,1v  
D2 : BB105  
D3, D5, D7 : zener 6,2v  
D4 : 1N4148  
D6 : LED verte 3mm  
D8 : 1N4007  
Cinq supports DIL8 "tulipe"

### Option standard :

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

### Tous les condensateurs multicouches sauf spécifications contraires.

C5 : 2,2 pF (2p2)  
C16, C18, C42, C44 : 27 pF (270 ou 27p)  
C11 : 39 pF (390 ou 39p)  
C17, C43 : 47 pF (470 ou 47p)  
C8, C9, C22, C23, C39, C40, C54 : 100 pF (101)  
C4, C6, C49, C51 : 150 pF (151)  
C1, C3 : 470 pF (471)  
C2, C33, C50 : 1 nF (102)  
C7, C13, C19, C46, C48, C53, C56, C58 : 10 nF (103)  
C24 : 47 nF (473)  
C10, C12, C14, C20, C21, C25, C26, C28, C29, ...  
...C35, C37, C38, C47, C52, C55, C60, C61 : 100 nF (104)  
C36 : 220 nF (224)  
C34 : 1 µF chimique radial  
C57 : 2,2 µF tantale  
C59 : 10 µF tantale  
C27 : 10 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

### SelFs et divers.

L6 : deux selfs moulées 10 µH axiales côte à côte (brun-noir-noir)  
L3 : selfs moulées 15 µH axiales (brun-vert-noir)  
L7, L12, L13 : Strap (noir)  
L8 : Résistance de 1K (marron, noir, rouge)  
L10, L11 : selfs moulées 47 µH axiales (jaune-violet-noir)  
L9 : self moulée 100 µH axiale (brun-noir-brun)  
L4, L5, L14, L15 : selfs Néosid 5164  
L1, L2 : 13 spires fil émaillé 0,5mm sur tore T50-2  
L16 : 5 spires deux fils émaillés 0,5mm en parallèle sur ferrite 2 trous  
L18 : 10 spires deux fils émaillés 0,5mm torsadés sur tore FT50-43  
L17 : self de choc VK200 entièrement bobinée avec sorties radiales  
RL1 : relais 12 volts 2RT  
Trois supports cavaliers et un cavalier  
X1 : quartz 12025 KHz  
X2 à X11 : quartzs 49152 KHz

### Option Kit boîtier :

Prévue pour être utilisée avec le fréquencemètre FP50 qui est fourni séparément

Boîtier L640 usiné  
Sérigraphie autocollante avant et arrière  
Une embase PL châssis  
Une fiche alimentation châssis  
Deux inverseurs châssis  
Une fiche micro 4 broches  
1 haut parleur 8 Ohms miniature  
Un Bouton noir diamètre 36 mm  
Un bouton noir diamètre 15 mm  
Trois supports autocollants  
Un condensateur 2,7 pF (27 ou 2,7p)  
Coaxial 50 Ohms  
Fil de câblage

