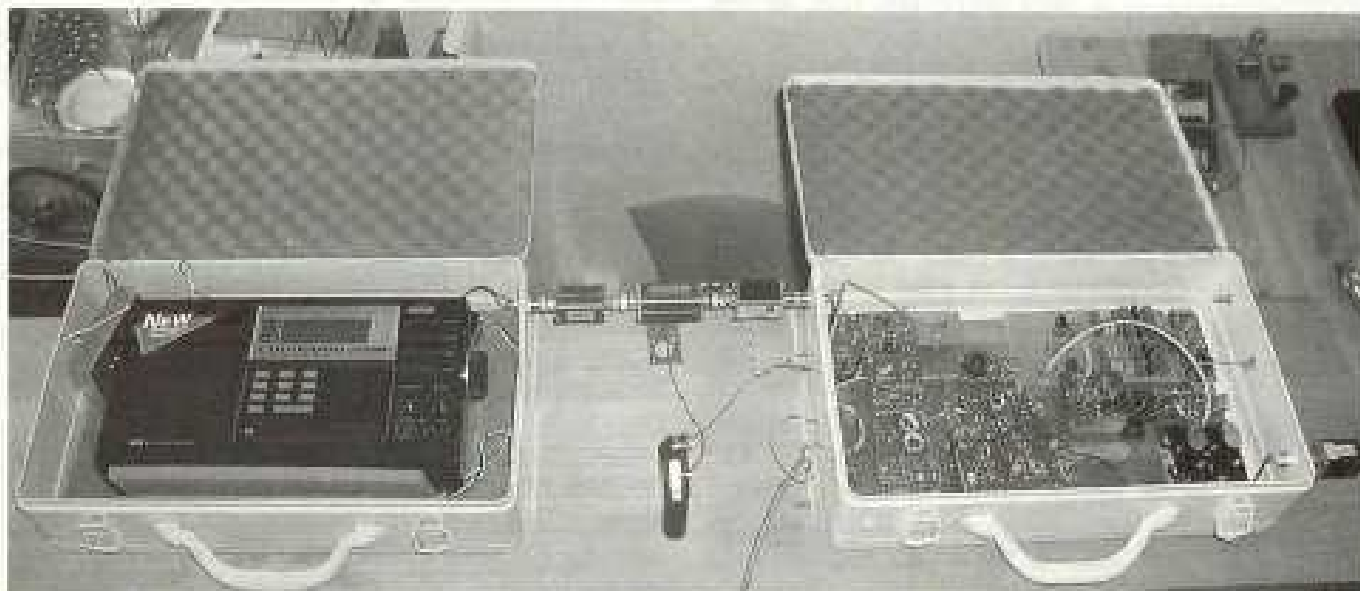




Transceiver portable SSB PLL QRP à transistors Bande 80 mètres

Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud 4, 1800 Vevey



Construction générale du prototype du transceiver PLL. Dans le boîtier de gauche, le récepteur commercial WE-12 Intersound. Dans le boîtier de droite, l'émetteur Phasing SSB de ma construction.

Table des matières

1. Introduction, généralités.
2. Performances attendues.
3. Technologie utilisée.
4. Réalisation pratique généralités.
5. Théorie de fonctionnement.
6. Analyse détaillée des schémas électriques.
7. Construction pratique détaillée.
8. Mesures et mise au point.
9. L'antenne magnétique.
10. Conclusions.
11. Bibliographie.
12. Adresse des fournisseurs.

1. Introduction, généralités

Nous avons déjà réalisé et publié un émetteur SSB décrit dans l'old man 7-11/1996 utilisant le système Phasing ou à glissement de phase, au lieu du système classique à filtre. Cet émetteur était conçu en partie à l'aide de tubes électroniques et en partie à l'aide de transistors et circuits intégrés.

L'ingéniosité du système Phasing est telle, que je n'ai pas résisté à l'envie d'en réaliser un deuxième, compte tenu de l'expérience pratique acquise avec le premier, mais cette fois en l'incorporant dans un ensemble utilisant exclusivement des semis conducteurs. Je donne ainsi suite aux remarques largement exprimées par les lecteurs de mon premier article, qui préfèrent une réalisation entièrement à semis conducteurs. En effet, la présence de tubes électroniques dans le premier montage comportait l'inconvénient de ne pouvoir peut-être plus les obtenir sur le marché, alors que les transistors et circuits intégrés utilisés dans cette deuxième réalisation, sont d'un type très courant et disponibles partout. D'autre part, les jeunes lecteurs ne sont plus ou peu familiarisés avec la technique des tubes, celle-ci n'étant plus enseignée dans les écoles depuis fort longtemps déjà. Pourtant les bonnes vieilles loupottes permettent souvent, du moins en émission et en CW, des réalisations simples qui nécessiteraient, pour obtenir la même puissance, une cascade de

semis conducteurs. A n'en pas douter, l'accès à quelques dizaines de watts en émission est plus simple avec des loupottes, les circuits étant beaucoup moins nombreux. Ne m'a-t-on pas demandé récemment de donner un cours sur les tubes électroniques pour des passionnés de hi-fi qui ne jurent que par les tubes?

Mais ne soyons donc pas bornés, les transistors nous ont ouvert des horizons merveilleux, et regardons plutôt les avantages et inconvénients que procurent les uns et les autres.

Devant l'augmentation continue des performances des récepteurs numériques grand public, j'ai pensé que l'on pouvait profiter de tous les apports de l'électronique contemporaine, en réalisant un ensemble complet émetteur récepteur portable, à partir de l'un de ces récepteurs. On utilise à cet effet le récepteur numérique dans sa fonction normale, et en émission, il est également opérationnel, mais cette fois pour piloter l'émetteur *sur la même fréquence que celle affichée*. La partie amplification du récepteur est alors bloquée. On bénéficie ainsi d'une grande simplification dans la réalisation, puisque le pilote de l'émetteur sera réalisé à partir du signal VFO synthétisé du récepteur.

Il restait donc à développer et réaliser la partie émission qui sera donc excitée par le signal pilote PLL, VFO du récepteur.

On bénéficie ainsi, également en émission, de tous les avantages du PLL numérique, dont le tout premier est la stabilité en fréquence qui sera celle du quartz de référence du PLL. Il faut en effet avoir réalisé soi-même différents montages auto oscillateurs (VFO), pour connaître les difficultés que l'on rencontre pour l'obtention d'une bonne stabilité en fréquence de l'onde pilote. On sait que celle-ci est impérative en SSB. De plus, l'affichage numérique du récepteur indiquera simultanément comme déjà dit la fréquence d'émission. On pourra ainsi mémoriser des fréquences préférentielles, les appeler à volonté etc., et bénéficier de toutes les possibilités existantes sur le récepteur.

Voilà pour le principe:

Le récepteur que j'ai utilisé, est le modèle Intersound WE-12 à double conversion de fréquence, acheté dans une grande surface aux soldes! Il couvre sans trous la gamme comprise entre 150 kHz et 29,999 MHz, pour le

mode AM et SSB, avec une résolution de 1 kHz. La réception en SSB (USB et LSB) est possible dans cette bande, mais seule la bande 80 mètres nous intéresse ici. Il va sans dire, que l'on pourrait piloter également, une autre bande amateur, avec la même conception de circuits, mais il faudrait alors revoir toutes les valeurs de mélange de l'émetteur, ainsi que les valeurs des porteurs HF intermédiaires. Le montage proposé est un prototype conçu, développé et réalisé, entièrement par l'auteur, et j'ai jugé prudent de me limiter à la seule bande 80 mètres. Les problèmes rencontrés étaient déjà, en effet amplement suffisants.

L'oscillateur local PLL du WE-12 oscille dans la gamme de 55 MHz à 85 MHz pour couvrir toute la gamme de réception mentionnée. Clin d'œil de l'histoire, le montage oscillateur asservi par le PLL est un montage Hartley à transistor Fet avec la prise au milieu de la self, comme dans le bon vieux temps! Voilà qui réjouira le cœur des vieux OM's. Pour notre bande 80 m (3,5 à 3,8 MHz), la fréquence correspondante du VFO PLL sera comprise entre 59,345 MHz et 59,645 MHz. C'est ce signal local que nous prélèverons sur le récepteur, afin de lui faire subir différents changements de fréquence, pour l'obtention du porteur final HF. Ce signal sera appliqué à une entrée du dernier mélangeur. L'autre entrée du mélangeur sera alimentée par le signal SSB (5,3 MHz) issu du Phasing. La sortie sélective de l'étage suivant le mélangeur nous fournira alors la bande 80 mètres. Tout ceci sera beaucoup mieux compris après la lecture du chapitre 5 «Théorie de fonctionnement».

Nous nous sommes limités dans un premier temps, à la seule bande 80 mètres. Nous avons choisi cette bande pour des raisons de simplicité de circuits, et de bons QSO's possibles même en QRP. L'équipement réalisé est destiné à être utilisé en portable, donc à puissance réduite (quelques watts) et alimenté par piles. Pour l'antenne, nous avons sans hésiter choisi l'antenne magnétique. Celle-ci présente en effet en portable d'énormes avantages qui sont:

- Facilité d'installation
- Pas besoin de contrepoids
- Effet directif très marqué
- Bon rendement

Il n'est pas toujours aisé en effet, lorsqu'on est dans le terrain, de réaliser une bonne prise de terre ou plan de sol. Pas facile non plus de déployer un long fil lorsqu'on est au sommet

d'une montagne. Notre système est beaucoup plus simple, puisqu'il se compose d'une potence facilement démontable, et de l'antenne proprement dite dont les éléments sont emboîtables les uns dans les autres. L'antenne magnétique, on le sait n'a aucunement besoin d'une terre ou contrepoids pour fonctionner, c'est son *énorme avantage*. Elle possède de plus un effet directif très marqué. Rappelons qu'elle était très utilisée pendant la dernière guerre par la Gestapo pour la recherche d'émetteurs clandestins.

Notre réalisation est démontable et facile à transporter et installer. La description de cette antenne, et tous les renseignements utiles pour la réaliser seront donnés au chapitre 9.

On trouve actuellement sur le marché grand public, de plus en plus de récepteurs numériques, utilisables sur ondes courtes. Il est à peu près certain que le lecteur ne trouvera plus le modèle que j'ai utilisé, puisque de nouveaux modèles sortent chaque années. Mais en théorie du moins, ce qu'il trouvera devrait être encore meilleur que le mien puisque les semis conducteurs ne cessent de s'améliorer. On donnera la préférence au récepteur ayant la plus grande résolution, et pouvant recevoir la SSB dans des conditions satisfaisantes, branchés à une antenne bien établie.

Un préamplificateur HF Fet, et une prise d'antenne extérieure constituent un avantage certain. Il faudra alors impérativement pouvoir disposer, non seulement du mode d'emploi, mais surtout du *schéma électrique* afin de bien connaître la gamme de fréquences de l'oscillateur local, et de bien déterminer *l'emplacement pour le prélèvement HF*. Tous les détails à ce sujet seront donnés dans la suite de l'exposé.

Un point très important à contrôler lors de l'achat, sera d'avoir la possibilité de pouvoir brancher une véritable antenne accordée (celle utilisée à l'émission) sans surcharger les étages d'entrée. En effet, cette surcharge est toujours à craindre, et, dans ce cas, des signaux d'intermodulation seront audibles, déformant la réception.

Nous le savons, l'amateur ne peut faire aucun essais sérieux de réception dans un magasin et encore moins dans une grande surface. La plupart du temps, l'endroit est très parasité, les gens pressés, et la réception est souvent déplorable, surtout lorsqu'on ne dispose que de l'antenne télescopique! *Ceci ne veut pas dire que le récepteur est mauvais!* Expliquez

tranquillement le problème au vendeur et demandez lui de pouvoir disposer de l'appareil à l'essai un jour tranquillement chez vous sur votre bonne antenne parfaitement élaborée. Vous arriverez certainement à le convaincre de votre bonne foi, et pourrez vraiment juger si ce récepteur est apte au trafic ou non.

1.1 Quels sont les instruments nécessaires pour la mise au point?

- Oscilloscope une trace étalonné 20 MHz, 1 M Ω d'impédance d'entrée 20 pF.
- Fréquencemètre 20 MHz.
- Multimètre digital.
- Générateur HF.
- Grid dipmeter.
- Générateur BF.

On le voit, ce n'est pas excessif, et on peut obtenir ces instruments dans une école ou un laboratoire industriel pour une séance de mesures. Les amateurs ne pouvant disposer de ces instruments pourront me téléphoner.

De plus, un tableau complet des valeurs mesurées est publié et servira de guide.

1.2 Quel est le niveau des connaissances théoriques nécessaires?

Il faut savoir lire un schéma électrique, être capable de comprendre les différents étages et leur fonction. Connaître les principes de base de la radioélectricité tant en émission qu'en réception (amplification, mélange, circuits oscillants), mais sans excès puisqu'il n'y aura aucun calcul à faire, le développement étant terminé. Il faudra par contre savoir utiliser les instruments énumérés ci-dessus et être parfaitement instruit sur la nature des mesures à effectuer. La façon d'effectuer la mesure sera indiquée dans le chapitre correspondant.

1.3 Quel est le niveau des connaissances pratiques nécessaires?

Il faut savoir travailler proprement, faire de bonnes soudures (et non des soudures froides!), confectionner des bobinages toroïdaux, des blindages, etc. Nous nous efforcerons de donner le plus de détails pratiques possibles, de façon à ne pas rebuter le constructeur moyen, ce qui serait contraire au but de cet article. Nous déconseillons ce monta-

ge à l'amateur débutant dans la construction. Il doit commencer avec des montages plus simples, pour acquérir de l'expérience. Pour l'amateur ayant déjà construit avec succès par exemple un amplificateur audio, un poste à galène etc., et voulant faire ses premiers pas dans le domaine HF, ce montage ne peut pas constituer pour lui une première bonne expérience HF. Les problèmes sont trop multiples. Il faut que l'amateur ait déjà construit avec succès un émetteur CW à quartz. Nous serons toujours à disposition pour aider le constructeur HF en difficulté, il pourra toujours nous téléphoner. De plus, l'importante question des masses et boucles de terre a déjà été traitée dans l'old man 7/8 /1981, auquel le lecteur pourra se reporter. Les années écoulées depuis la parution de cet article ne l'ont pas rendu obsolète, bien au contraire. On ne change pas les règles fondamentales de l'électricité toutes les années. Ainsi, nous conseillons vivement aux jeunes lecteurs constructeurs n'ayant que quelques notions vagues dans ce domaine de lire cet article, car il peut aider à la compréhension, et faire gagner beaucoup de temps.

2. Performances attendues

Il est bien évident que nous n'allons pas faire du grand DX avec ce montage. Le but est de pouvoir disposer en montagne d'un ensemble léger autonome, compact, et vite installé.

Les QSO en QRP procurent autant de joie sinon plus que ceux effectués avec des kilowatts. Voici les stations contactées :

HB9TZ (Lausanne), HB9ALD (Kehrsatz), F3GJ (Cormost), HB9ANM (Schupfen), HB9FAD (Lugano), HB9UZ (Thalwil), HB9EY (Villars sur Glane), HB9BEB (Grimisuat). Quelques stations du "Berner Runde" à bon report tel HB9ALS (Lyssach), HB9KOX etc.

3. Technologie utilisée

Des transistors bipolaires BC109 et BC107 au silicium sont utilisés, ainsi que des amplificateurs opérationnels courants. Ces transistors présentent l'avantage d'être à faible bruit, et d'un gain en courant important, ce qui limite le nombre d'étages nécessaires. L'étage PA est équipé d'un transistor mosfet de puissance 2N6657 de Siliconix. Les bobinages des circuits oscillants et des mélangeurs sont confectionnés sur des noyaux toroïdaux «Amidon Associates», ainsi que sur des torres récupérés sur des PC's. On utilisera du fil mul-

tibrins isolé à la soie pour les petits torres, et du fil émaillé 0,4 mm pour les gros torres (voir le chapitre 6). Les quartz sont d'un type courant ou miniature.

4. Réalisation pratique: Généralités

4.1 Partie électrique

4.1.1 Les circuits

Les circuits sont câblés à la main sur des plaques d'essais à souder. Celles-ci sont à une face à pastilles de cuivre d'un diamètre de l'ordre de 3,5 mm percées ou non. Elles ne sont donc pas de marque «Veroboard» à longues pistes cuivrées parallèles. En effet, ces dernières ne conviennent pas pour la HF. La distance entre chaque pastille est de 5 mm. Les composants, ainsi que les fils de connexion peuvent être placés du même côté que les pastilles. Le circuit de déphasage BF se fera sur une carte Europe au pas de 2,54 mm. On peut, si on le désire, pour des questions de facilité de câblage, toujours dans le but d'avoir les connexions les plus courtes possibles, passer à travers le circuit et rejoindre un autre point en passant sous la carte. Ce système simple permet la réalisation des différents modules par tout amateur même peu outillé, mais soigneux, et sachant souder proprement. On évite ainsi la confection de véritables circuits imprimés, certes beaucoup plus beaux, mais nécessitant tout un équipement. Donnez la préférence à des cartes comprenant en plus des pastilles déjà citées, une bande cuivrée de 3 mm de largeur voir plus, qui constituera le retour commun de l'étage. Pour obtenir un câblage plus concentré, coudez à ras un des fils des résistances (1/4 W) de façon à obtenir un V pour pouvoir ensuite les monter verticalement. On obtient ainsi un circuit plus concentré.

Le fil utilisé pour la confection des circuits, sera du cuivre massif mi dur, étamé, diamètre 0,8 mm. On étirera ce fil, de façon à l'obtenir bien droit. On pourra ensuite le couder, le souder et le couper facilement. C'est volontairement que nous avons adopté cette solution un peu plus artisanale mais vraiment à la portée de tous. Chacun pourra ainsi réaliser les circuits à sa guise, et apporter sa note personnelle. Seul le fonctionnement compte.

4.1.2 Mélangeurs en anneau (voir figure 1)

C'est à l'ouvrage de F3XY «BLU=SSB» que je dois d'avoir pu réaliser moi-même ces mélangeurs car je n'en avais pas la moindre idée. Il

faudra pouvoir disposer de suffisamment de torres type T-5, en fait deux torres par mélangeur. Notre choix s'est porté sur ceux de la firme "Amidon Associates" disponibles à l'adresse indiquée en fin d'article. Le premier mélangeur sera réalisé à l'aide de torres de couleur noire, puisque la fréquence d'utilisation est de l'ordre de 60 MHz. Les autres mélangeurs seront de couleur jaune, travaillant tous à des fréquences inférieures.

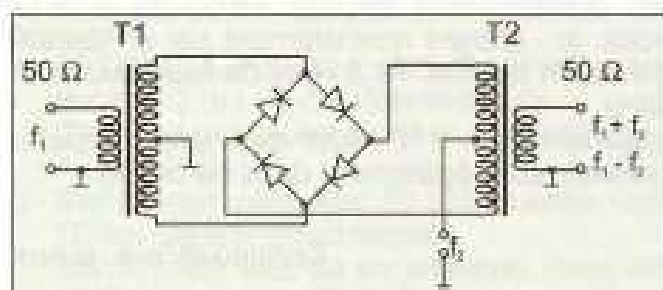


Figure 1: Mélanger en anneau large bande

Les diodes Schottky utilisées sont disponibles chez Hewlett Packard.

Ces mélangeurs sont relativement simples à construire (voir chapitre 6) et peu coûteux. Ils offrent l'avantage de présenter 50 Ohms en entrée comme en sortie et d'avoir une très large bande passante. Ils n'exigent aucune mise au point ni matériel particulier.

4.1.3 Les amplificateurs sélectifs ou non

Comme déjà dit, on s'efforcera de câbler chaque étage de la façon la plus compacte possible. Les bobinages toroïdaux n'ont pas à être placés dans un blindage. Le fil les constituant doit être bloqué à la cire d'abeille et le tout bien fixé à la plaque du circuit.

4.1.4 Système Phasing

Celui-ci fera l'objet d'une attention toute particulière, car de lui dépendra pour une grande part la qualité de la modulation. Pour l'essentiel, il se compose d'une carte format Europe au pas de 2,54 mm supportant le déphaseur BF et ses amplis OP's, et d'une autre carte de 5 cm de large et 22 cm de longueur supportant à une extrémité l'oscillateur porteur à quartz, ensuite l'amplificateur adaptateur intermédiaire, puis le Phasing proprement dit, etc. Celui-ci contient dans le même blindage le déphaseur HF, le double modulateur équilibré et ses potentiomètres d'équilibrage. Celui-ci excite l'étage sélectif 5.3 MHz situé à l'extérieur du blindage, qui fera apparaître à sa sortie le signal SSB. Vient ensuite un étage adaptateur large bande pour exciter le dernier mélangeur.

Tous les détails pratiques qui sont d'une extrême importance, seront donnés au chapitre 7.

Remarque:

Par «Système Phasing» on entend tout le dispositif qui nous procure à sa sortie, un signal SSB sur 5,3 MHz.

Par «Phasing» on entend seulement l'enceinte blindée contenant le déphaseur HF le double modulateur équilibré et ses potentiomètres.

4.1.5 Etage linéaire de puissance

Tous les détails concernant cet étage ont été donnés dans l'old man 3 /2000

4.1.6 Raccordement électrique émetteur-récepteur

Deux atténuateurs ont été disposés entre l'émetteur et le récepteur de façon à éviter des retours de HF dans le récepteur.

4.2 Partie mécanique

Comme pour tout montage HF, il s'agit là d'un point extrêmement important. Nous avons réalisé le montage dans deux boîtiers métalliques identiques avec poignée et couvercle, l'un contient le récepteur, l'autre l'émetteur (voir photo 1). Ces boîtiers métalliques à poignées sont disponibles à bas prix sur le marché. Nous déconseillons vivement l'utilisation de boîtiers en matière plastique car il serait impossible de protéger les circuits du rayonnement HF de l'émetteur et nous aurions des accrochages multiples.

Il faudra effectuer divers perçages dans ces boîtiers. Pour obtenir du travail propre, nous conseillons vivement à l'amateur de ne faire ces perçages qu'à la fin, en toute connaissance de cause. Rien n'est plus ennuyeux, en effet, que d'avoir percé des alésages en vain et ainsi abîmé les boîtiers.

4.2.1 Boîtier du récepteur

Il contiendra donc uniquement le récepteur numérique. Sur celui-ci sera disposé une prise BNC miniature qui, par l'intermédiaire d'un câble coaxial miniature, conduira le signal VHF 57 MHz vers la sortie. On sortira du boîtier sur une prise BNC standard isolée de celui-ci, à l'aide de rondelles isolantes.

Le récepteur devant être désensibilisé en émission, un inverseur se trouvera à l'opposé de la prise BNC standard. Nous n'aurons donc que deux alésages à percer sur ce coffret.

4.2.2 Boîtier de l'émetteur

Il contient tous les mélangeurs, amplificateurs sélectifs, amplificateurs non sélectifs, le système Phasing, mais pas l'amplificateur de puissance.

Une prise BNC standard d'entrée du signal sera située juste en face de celle de sortie du boîtier récepteur. Elle alimentera le montage émetteur en signal VHF 59 MHz. La sortie 80 m pourra se trouver exactement à la diagonale opposée sur l'autre côté du boîtier.

Nous avons prévu deux prises de terre séparées soit: Une prise carcasse du boîtier,

et une prise reliée aux différents moins de l'alimentation reliés au plan de masse supportant les circuits. Cette deuxième prise est montée isolée du boîtier. Comme le plan de masse est lui-même vissé au boîtier métallique, ces deux prises sont donc reliées galvaniquement mais les trajets de terre sont différents. On pourra donc utiliser l'une ou l'autre de ces prises de terre, selon les problèmes rencontrés à la mise au point.

Un condensateur bypass introduira le +12 volts, le - entrant normalement par un passage. Idem pour le +4,5 volts de l'oscillateur 42 MHz.

L'alimentation ± 12 volts des amplis opérationnels sera également dans ce boîtier.

Continuation à suivre

Duplexer im Selbstbau

Von Felix Meyer (HB9ABX), Lilienstrasse 40, 4123 Allschwil

Dieser DUPLEXER (Diplexer) funktioniert für das 2 m und 70 cm Band.

Er erlaubt den Betrieb 2 getrennter Antennen (eine UHF und eine VHF) über ein einziges Koax-Kabel, oder von 2 separaten Geräten über ein einziges Koax-Kabel und damit das gleichzeitige Senden auf einem Band und Empfangen auf dem andern Band.

Folgende Daten wurden gemessen bei 50 Ohm Ein- und Ausgang:

- Die Dämpfung des jeweils andern Bandes ist sehr hoch (über 100 dB)
- Die Einfügungsdämpfung ist vernachlässigbar niedrig (kleiner als 0.2 dB)

Die Schaltung ist einfach aufzubauen in einem Weissblech-Gehäuse von ca. 8 cm x 4 cm x 2 cm oder ähnlich (z.B. TEKO 372).

Liste der Bauteile:

L1 = 1 Wdg 5 mm Durchmesser (innen), 1 mm versilberter Kupferdraht

L2 = gleich wie L1 (90 Grad gedreht gegen L1)

L3 = 3 Wdg 5 mm Durchmesser (innen), 1 mm versilberter Kupferdraht

L4 = 4 Wdg 5 mm Durchmesser (innen), 1 mm versilberter Kupferdraht

L5 = gleich wie L3

C1 = Folien Trimmer Kondensator 100 pF

C2 = gleich wie C1

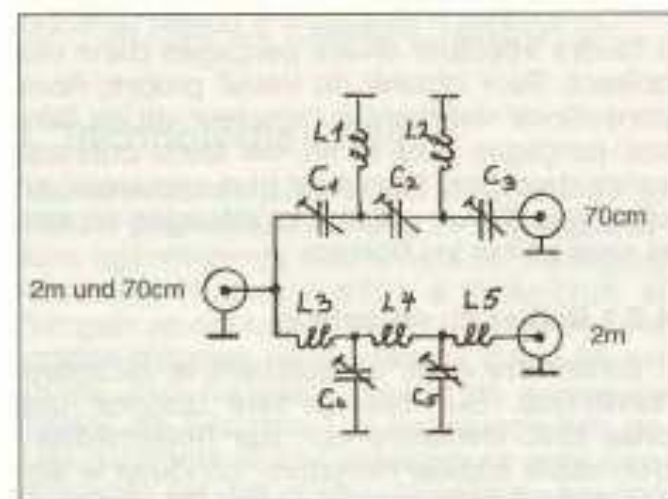
C3 = gleich wie C1

C4 = Folien Trimmer Kondensator 40 pF

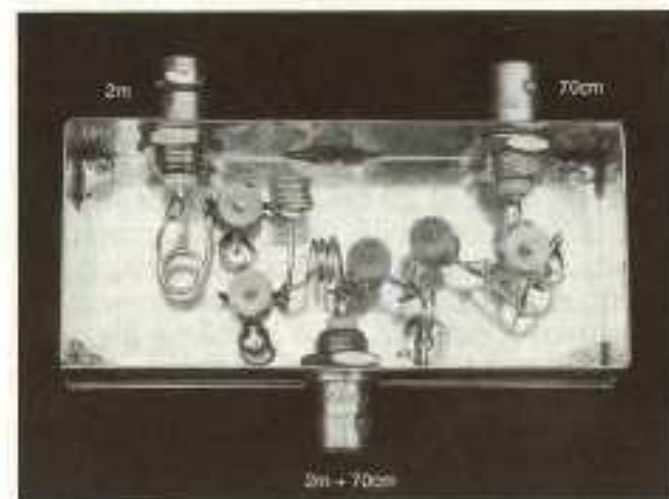
C5 = gleich wie C4

3 HF Chassis Kupplungen 50 Ohm (z.B. BNC)

1 Metallgehäuse z.B. TEKO 372



Das Schema des Duplexer



Beachte den Spulenaufbau und die Anordnung der Bauteile: