



Transceiver portable SSB PLL QRP à transistors Bande 80 mètres

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

5. Théorie de fonctionnement (voir figure 2, le schéma synoptique)

Préambule:

Nous restons persuadés que l'on réalise beaucoup mieux ce que l'on comprend parfaitement. C'est pourquoi nous nous efforcerons de donner le plus d'explications possibles en ne laissant si possible pas trop l'amateur peu théoricien. Cela évitera ainsi beaucoup de tâtonnements inutiles.

Les fréquences indiquées pour les oscillateurs à quartz sont des valeurs arrondies pour faciliter la compréhension, mais ne correspondent pas aux valeurs exactes réelles ajustées qui seront indiquées plus loin. Il se peut que l'amateur n'ait pas, à sa disposition les mêmes fréquences nominales de quartz que moi. Dans ce cas, il suffit, compte tenu des quartz dont il dispose, de réaliser les mélanges pour obtenir l'onde porteuse finale désirée, appliquée au dernier mélangeur. Peu importe donc les différentes valeurs intermédiaires de fréquences mélangées, l'essentiel étant d'aboutir à la bande 80 mètres à la sortie du dernier mélangeur.

On distingue trois parties dans ce schéma:

A) **La partie «Porteurs HF»** dont la finalité est d'alimenter l'une des entrées du troisième et dernier mélangeur avec un signal HF de fréquence convenable, ceci à partir du signal pilote prélevé sur le récepteur. La fréquence de ce signal est incrémentable à l'aide du clavier de la commande numérique du RX, par pas de 1 kHz. On obtient donc un signal incrémenté dans la gamme des 9 MHz, qui, mélangé avec le signal SSB de fréquence fixe 5,3 MHz, permettra d'obtenir la bande 80 mètres, incrémentée également par pas de 1 kHz. Cette résolution est certes insuffisante lorsque les QSO's sont situés sur une fréquence intermédiaire à l'intérieur du pas, comme cela arrive quelquefois, mais très souvent les

QSO's sont situés sur des chiffres ronds. Pour chacune de ces fréquences, la stabilité en fréquence sera celle du quartz de référence du PLL, c'est à dire excellente. Il n'existe pas, à notre connaissance de récepteur numérique *grand public* ayant une résolution plus fine que 1 kHz. Il en existe par contre avec une résolution de 5 kHz.

B) **La partie «Génération du signal SSB 5,3 MHz»** par la méthode Phasing, connectée à l'autre entrée du dernier mélangeur. L'explication théorique vectorielle ne sera pas redonnée ici, mais le lecteur intéressé pourra se reporter à notre article dans l'old man 7-11/1996.

C) **La partie «Amplificatrice linéaire du signal SSB 80 m»** depuis la sortie du troisième et dernier mélangeur jusqu'à l'antenne.

5.1 Porteurs HF

Le premier oscillateur à quartz de 42 MHz, du type horloge (clock) a été récupéré sur une carte PC et comporte dans le même boîtier rectangulaire l'oscillateur complet, et non seulement le quartz. Il ne nécessite donc aucun composant externe supplémentaire, ni aucune mise au point. Seule une alimentation DC de 4 volts est nécessaire. Une pile plate de 4,5 V convient. La sortie 42 MHz parvient directement à une entrée du premier mélangeur par l'intermédiaire d'une capacité de liaison. L'autre entrée de ce mélangeur (à torres noirs) reçoit le signal synthétisé PLL du récepteur. Ce signal, dans la gamme de 59 MHz, a du être amplifié par un étage à base commune avant de l'appliquer au mélangeur. Le niveau de ce signal était en effet insuffisant au point de prélèvement dans le récepteur. Nous aurons donc, à la sortie du premier mélangeur, un amplificateur sélectif accordé dans la gamme des 17 MHz afin de sélectionner cette gamme. La sortie de cet amplificateur est

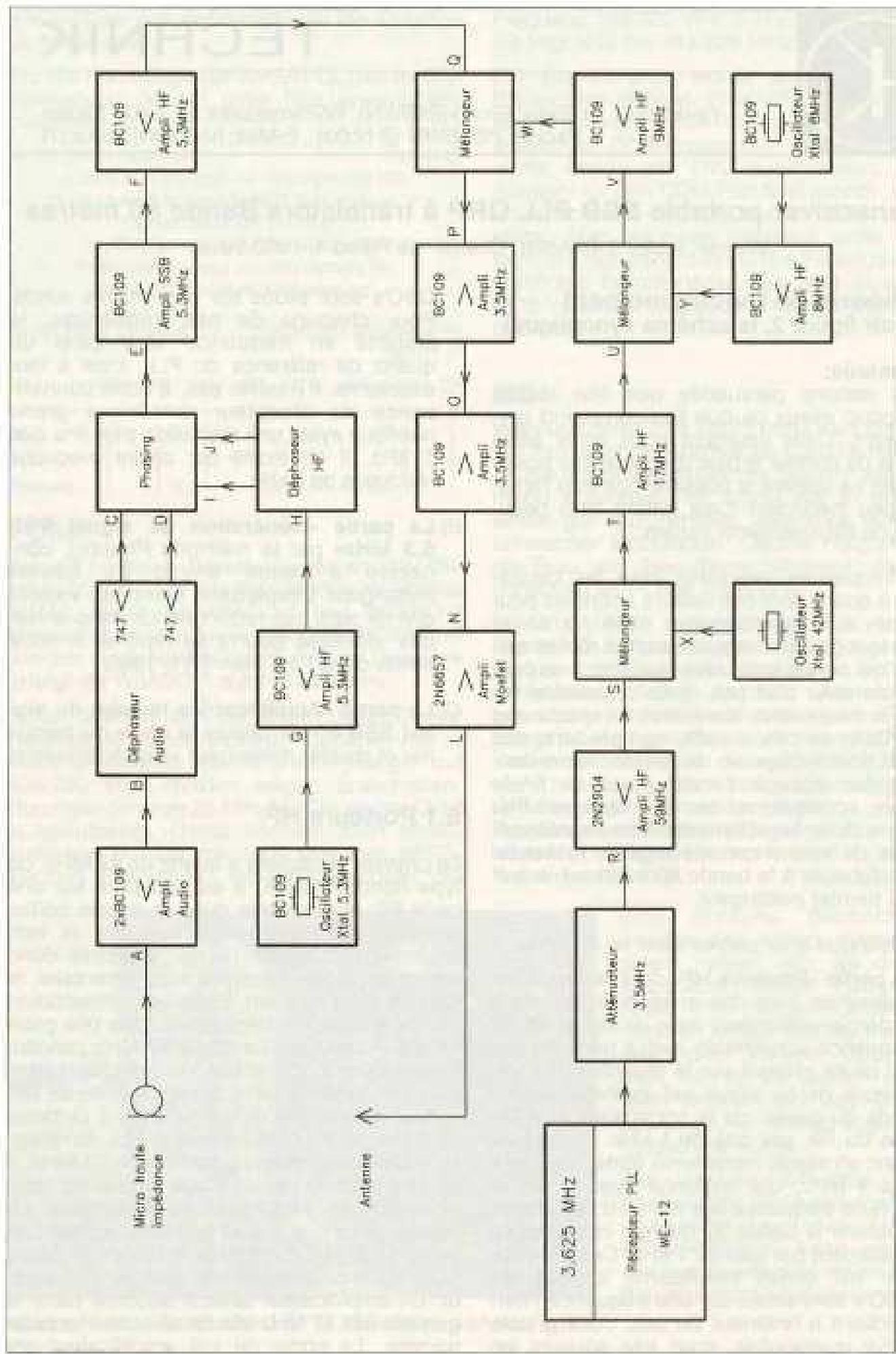


Figure 2: Transceiver 3,5-3,8 MHz à commande PLL numérique: Schéma synoptique

reliée à basse impédance à une entrée du deuxième mélangeur. Un oscillateur à quartz 8 MHz (la fréquence exacte, est ajustée) et son amplificateur alimenteront l'autre entrée du deuxième mélangeur. Il en résulte la bande 9 MHz qui sera sélectionnée par l'amplificateur accordé faisant suite. Celui-ci alimentera alors une entrée du troisième et dernier mélangeur, l'autre entrée recevant le signal SSB 5,3 MHz sortant de l'amplificateur large bande. La résultante sera la bande 80 mètres sélectionnée et amplifiée par deux étages successifs. On atteint ainsi un niveau suffisant pour exciter un étage linéaire de petite puissance.

5.2 Génération du signal SSB 5,3 MHz

Tout le fonctionnement de cette partie a été expliqué en détail dans l'old man 7-11 /1996, et le lecteur ne connaissant pas ce magnifique circuit, pourra se référer à l'article mentionné. Seule diffère ici la valeur de la fréquence de l'oscillateur à quartz (5,3 MHz), donc la valeur de la fréquence porteuse supprimée du signal SSB. Une émission SSB n'est en effet qu'un spectre audio de par exemple 50 Hz à 2800 Hz transposé dans le domaine HF par un changement de fréquence adéquat. Ici, notre spectre audio se situe à partir de 5,3 MHz.

Rappelons que le gros avantage de la méthode «Phasing» réside précisément dans cette souplesse du choix de la fréquence porteuse de génération du signal SSB. En effet, selon les mélanges que l'on désire réaliser, et surtout selon la fréquence des quartz dont on dispose, on pourra préférer telle fréquence du signal SSB et telles autres pour les quartz des porteurs, l'essentiel étant toujours que l'on retombe dans la bande désirée à la sortie du dernier mélangeur.

Ainsi, un seul quartz suffit pour générer un signal porteur donnant naissance à de la SSB (USB ou LSB). Rappelons qu'il en faut deux avec la méthode à filtre. De plus, nous ne sommes pas dépendant de la fréquence nominale d'un filtre pour la suite des mélanges.

Rappelons brièvement que le système à quatre diodes est un double modulateur équilibré dont un seul pris séparément génère de la DSB (deux bandes latérales avec suppression de porteuse), alors que la somme vectorielle des deux modulateurs génère une bande latérale unique. Pour cela, il faut que le

Phasing proprement dit soit alimenté par deux signaux BF et HF déphasés de 90 degrés.

La nouvelle version à transistors diffère dans sa structure de la version à tubes de l'article mentionné, mais la théorie vectorielle reste la même.

Les valeurs des composants du déphaseur HF seront bien entendu adaptés à la nouvelle valeur de la fréquence porteuse du quartz. Il faut que la réactance capacitive des condensateurs vale 47 Ohms à cette fréquence.

Le déphaseur basse fréquence est identique à la description déjà donnée dans l'article ci mentionné, nous ne reviendrons donc pas en détail sur son fonctionnement. Même remarque pour le Phasing proprement dit. Ce que nous appelons «Phasing proprement dit» est le cœur du système qui comprend les quatre diodes identiques, le déphaseur HF ainsi que les deux potentiomètres miniatures multitours. Rappelons simplement qu'il est impératif que *les quatre diodes soient identiques et au germanium*, le seuil de ces dernières étant plus bas que les diodes au silicium. Tous les anciens modèles à pointe au germanium conviennent. Elles sont facilement reconnaissables grâce à leur tube de verre transparent. Leur tension de seuil est de l'ordre de 300 mV. Il suffit d'en sélectionner quatre identiques à l'aide d'un multimètre numérique en position diode. Donnez la préférence au groupement de diodes ayant la plus faible tension de seuil.

Un point très important est le blindage complet du Phasing lui-même. Nous reviendrons en détail sur la construction proprement dite du Phasing au chapitre 7 et sur sa mise au point. Cet ensemble constitue le cœur même du système; et une mauvaise construction compromettrait tout le fonctionnement.

Le signal SSB obtenu à la sortie du premier étage sélectif après le Phasing, accordé sur 5,3 MHz, sera appliqué à un deuxième étage BC 109 large bande. Ce dernier délivre le niveau nécessaire et adaptera l'impédance à 50 Ohms de l'entrée du 3ème et dernier mélangeur.

A la sortie de ce dernier mélangeur se trouvent deux amplificateurs sélectifs linéaires BC 109, accordés dans la bande 80 mètres, qui amèneront le signal au niveau requis pour l'excitation du dernier étage de puissance.

5.3 Amplification linéaire du signal SSB 80 m

Cette partie a pour fonction d'amener le niveau SSB à une valeur suffisante (quelques watts) soit pour se brancher directement à une antenne lors de l'utilisation en mobile, soit pour exciter un étage amplificateur linéaire plus puissant. Cet étage, utilisant un transistor mosfet 2N6657, a été décrit dans l'old man 3 /2000 et convient parfaitement pour un équipement portable. Nous ne reviendrons donc pas ici à la théorie des transistors mosfet celle-ci ayant déjà été publiée dans l'old man 3 /2000.

Ainsi donc, on le voit, le principe général de fonctionnement est simple. Le développement et la mise au point du prototype a exigé pas mal de temps, puisque tout était à faire. L'amateur désirant réaliser ce montage pourra le faire relativement rapidement puisque toutes les indications sont données, et que le matériel nécessaire se trouve partout. De plus, nous nous efforcerons de signaler les pièges cachés afin d'éviter les pertes de temps.

6. Analyse détaillée des schémas électriques

Nous analyserons principalement les circuits suivants:

- Etages amplificateurs HF.
- Etages oscillateurs à quartz.
- Mélangeurs.
- Générateur SSB du type Phasing.
- Etage amplificateur final HF.
- Préamplificateur BF microphonique.

Remarque:

Nous examinerons en détail les spécificités des différents circuits câblés de façon à mettre l'amateur en confiance, afin qu'il hésite moins lorsqu'il passera à la réalisation pratique.

6.1 Etages amplificateurs HF

Tous les amplificateurs HF sélectifs ou à large bande, ont par ailleurs une configuration identique, soit le montage émetteur commun, et diffèrent seulement par leurs fréquences de fonctionnement. Seul diffère l'amplificateur VHF situé directement après le récepteur numérique. Il est monté en base commune.

Cette disposition lui permet de présenter directement 50 Ohms en entrée comme en sortie. Certains amplificateurs, sont de type sélectifs, lorsqu'il s'agit de sélectionner une gamme de fréquence après un mélange, d'autres sont du type à large bande et comportent un transformateur HF dans le collecteur permettant l'adaptation des impédances. Dans tous les cas, le point de fonctionnement de l'étage est déterminé par les deux résistances de 33 k Ω et 12 k Ω du circuit de base. On retrouve ces deux résistances *dans tous les amplificateurs* car le point de fonctionnement correspond à la classe A linéaire. Un autre aspect important est l'impédance d'entrée et de sortie de l'étage. Suivant l'emplacement de celui-ci, il devra présenter une entrée à haute ou basse impédance, de même pour sa sortie qui devra être adaptée à l'organe faisant suite. Le circuit oscillant de sélection peut se trouver dans le circuit de base, ou dans celui de collecteur. On a réalisé des étages large bande uniquement lorsque l'on voulait adapter les impédances.

6.2 Etages oscillateurs à quartz

De même, tous les oscillateurs à quartz sont identiques. Seules diffèrent évidemment les valeurs nominales de fréquence des quartz et les capacités en série pour ajuster l'oscillateur sur la bonne fréquence selon les mélanges désirés.

L'étage oscillateur à quartz 42 MHz est particulier puisqu'il est entièrement contenu dans son boîtier rectangulaire.

On le trouve à profusion sur les cartes de vieux PC's destinés à la casse. Il faudra néanmoins le dessouder avec précaution car on risque de casser une patte en voulant l'extraire. Soyez attentif au côté arrondi du boîtier car il permet de situer les bornes dont nous donnerons le brochage à la fin. Cet oscillateur est normalement destiné à fournir un signal d'horloge donc carré à un PC. La forme de son signal n'a pas été un problème, et la forme carrée a très vite cédé la place à la forme sinusoïdale.

6.3 Mélangeurs

Les mélangeurs sont du type à diodes Schottky et comportent deux torroïdes chacun. Ils sont tous identiques et présentent 50 Ohms d'impédance en entrée comme en sor-

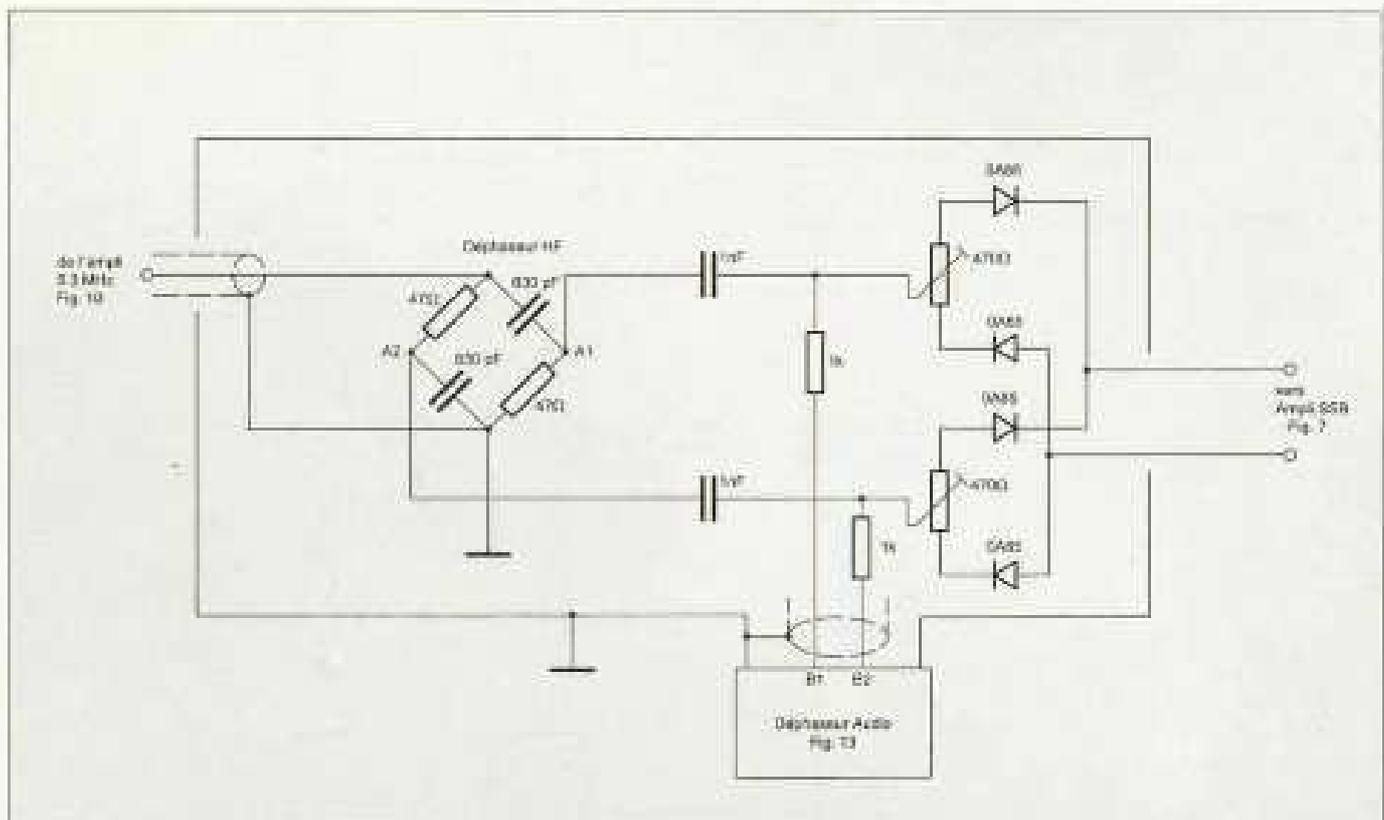


Figure 3: Système Phasing (double modulateur équilibré)

tie. Ils ne demandent aucune mise au point et sont à large bande. Il faudra utiliser des torres noirs pour le premier mélangeur travaillant à 57 MHz. Les autres mélangeurs seront munis de torres jaunes, voir figure 1.

6.4 Générateur SSB du type Phasing

Ce générateur SSB est de loin l'organe le plus compliqué. Il comprend dans la même petite boîte blindée le Phasing proprement dit constitué de quatre diodes OA 85 appariées, ainsi que le déphaseur HF, et les deux potentiomètres 10 tours d'équilibrage, voir figure 3.

Ce Phasing doit être alimenté en HF provenant de l'oscillateur à quartz 5,3 MHz, le déphasage HF s'effectuant dans la petite boîte elle-même et en BF par le signal microphonique provenant du déphaseur BF qui lui est à l'extérieur.

Nous ne référons pas ici l'explication vectorielle pour l'obtention d'un signal SSB. Pour cela, nous renvoyons le lecteur à l'old man 7-11/1996. Rappelons simplement ici que le double modulateur équilibré, pour fonctionner, doit être alimenté par deux signaux porteurs HF déphasés de 90 degrés, provenant du déphaseur HF, et de l'oscillateur à quartz, et par deux signaux basse fréquence

(fréquences audio) déphasés aussi de 90 degrés provenant du déphaseur BF et du microphone.

Rappelons d'autre part, qu'avec cette méthode, la réjection de la porteuse et de la bande latérale indésirable peut atteindre 40 dB ce qui est suffisant.

Le déphaseur HF a une structure très simple en pont et est réglé une fois pour toute en fonction de la fréquence du quartz. Son impédance d'entrée est de 47 Ohms et les réactances des deux condensateurs doivent être aussi de 47 Ohms.

Le déphaseur BF a une structure plus compliquée puisqu'il est appelé à fonctionner dans une plage de fréquences téléphoniques allant de 50 Hz à 3 kHz et qu'il doit maintenir le déphasage de 90 degrés pour toute cette plage.

6.5 Etage amplificateur final HF

L'amplificateur final a fait l'objet d'un article dans l'old man 3 /2000, nous ne reviendrons donc pas sur sa description. Rappelons qu'il utilise un transistor mosfet et non un transistor bipolaire.

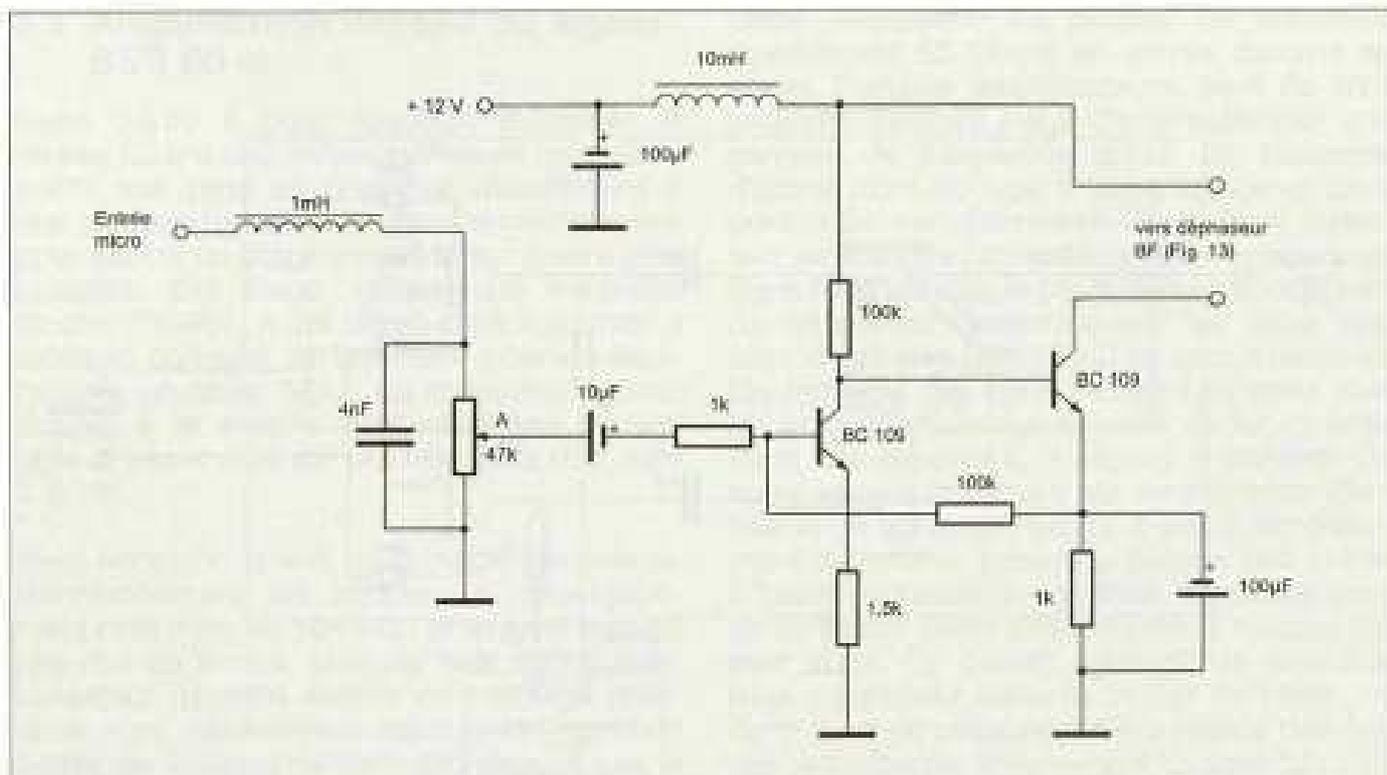


Figure 4: Préamplificateur microphonique, Remarque: Tension en A: 2 mV p-p

6.6 Préamplificateur BF microphonique

Ce préamplificateur microphonique de deux étages (voir figure 4) est destiné à adapter le microphone au déphaseur audio. En effet, un transformateur audio miniature de rapport 1/1 sert d'organe de liaison entre le déphaseur audio et le préamplificateur. Ce transformateur comporte une sortie symétrique avec point milieu au secondaire côté déphaseur, ce qui permet d'exciter celui-ci symétriquement. L'enroulement primaire est lui simplement inséré dans le circuit de collecteur du deuxième transistor du préampli. On a ainsi une séparation galvanique complète entre le déphaseur et le préamplificateur.

Un point très important est le type de microphone utilisé, ainsi que son impédance qui

devra être adaptée à l'entrée du préamplificateur. D'autre part, compte tenu des potentiomètres ajustables ajoutés à l'entrée, le niveau moyen maximum à l'entrée doit être de 80 mV p-p. Des pointes lors d'éclats de voix de 240 mV p-p sont normales. Ainsi, on se trouve dans la zone d'utilisation du générateur SSB. Donnez donc la préférence à des microphones céramiques donnant la possibilité de régler le niveau de sortie à volonté, et surtout fournissant un niveau de sortie ne dépendant pas trop de la distance à laquelle on parle.

Avec de si petites puissances, de trop gros écarts de niveau micro peuvent vous faire disparaître.

Continuation à suivre

Multimedia-Sprechgarnitur für den Ham

Jakob C. Laib (HB9TL), Einfangstrasse 39, 8580 Amriswil
Erwin Fink (HB9QR), Tödistrasse 7, 8572 Berg

Zu den Multimedia-Computern kommen mehr und mehr Kopfhörer mit Mikrofon in Anwendung. Diese leichten und zudem sehr billigen Garnituren haben Keramikmikrofone mit einer ausgezeichneten Sprachleistung für eine gute DX-Modulation (Foto 1). Rasch kam der Gedanke sie für Amateurzwecke abzuän-

dern. Solchermassen modifizierte Sprechgarnituren haben uns auf verschiedenen DX-Peditionen wegen ihrer Robustheit und ihrem kleinem Gewicht beste Dienste geleistet. Keramische Mikrofone benötigen eine Speisespannung. Versuche mit Lithiumbatterien als Spannungsquellen brachten wohl die ein-