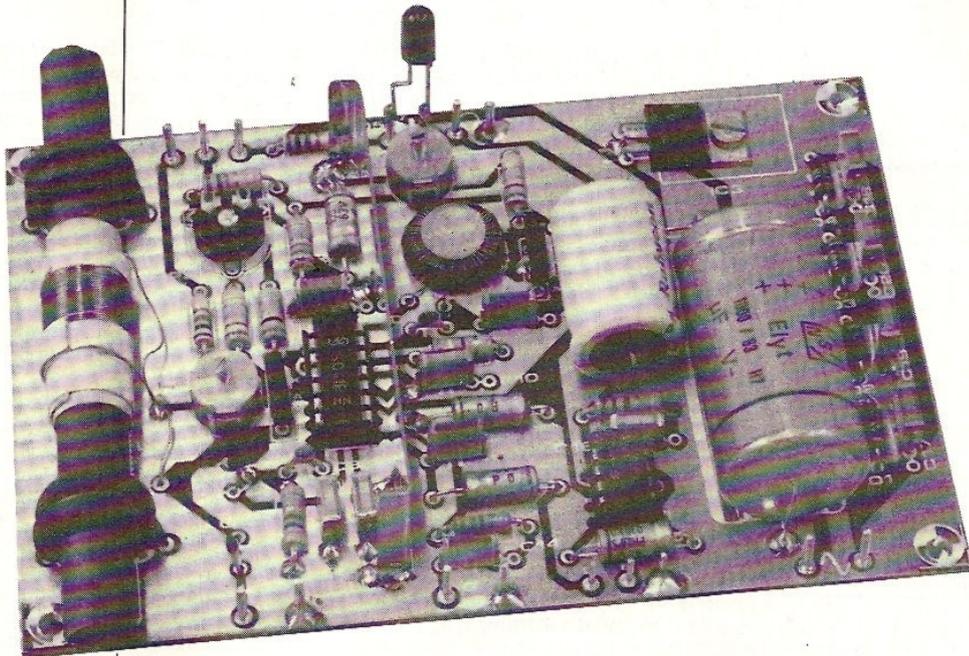


récepteur BLU
"bande chalutiers"
elektor mars 1983

Certains lecteurs nous reprochent parfois de ne sortir de nos cartons que des montages ayant trait à la musique et aux ordinateurs; ils se plaignent d'indigestions d'harmoniques et d'orgies de niveaux logiques! Personne ne s'est jamais plaint par contre d'excès de hautes fréquences. Soit! Nous n'avons donc aucun scrupule à proposer un nouveau récepteur BLU . . .
Mais pas n'importe quel récepteur, puisqu'il permet de s'initier non seulement aux arcanes des hautes fréquences, mais aussi et surtout à celles de la DX utilitaire. Ce numéro contient par ailleurs un article informatif sur ce qu'est la DX utilitaire, plus précisément dans la bande marine qui nous occupe ici.

récepteur BLU "bande chalutiers"



mettez-vous à l'écoute du trafic maritime entre 1,6 et 3,8 MHz

La fascination exercée par la mer sur les hommes ne date pas d'hier; elle prend aujourd'hui des formes tout à fait inattendues, mais à y regarder de près, parfaitement en accord avec notre temps, sous la forme d'un loisir que l'on appelle la DX marine. Nous tenons à préciser que notre récepteur ne se prête en aucun cas à une utilisation à caractère utilitaire: il n'est pas dans nos intentions de laisser croire que le schéma publié ici est utilisable pour autre chose qu'une écoute curieuse et attentive. Il ne saurait être question de l'embarquer par exemple sur un bateau de plaisance où il en serait fait usage à des fins de navigation . . . Il fallait le dire, c'est dit!
Précisons encore que s'il est possible d'obtenir de bonnes performances de réception grâce à un petit récepteur simple, c'est, entre autres, grâce à la généralisation de la modula-

tion BLU dans le trafic maritime (depuis le 1er Janvier 1982).

Ajoutons encore, pour être précis, que la bande latérale utilisée est la bande supérieure, d'où l'appellation USB, pour *upper side band* ou bande latérale supérieure en français (BLS). En juin 1982 nous avons consacré quelques pages à la BLU, sous la forme d'un article informatif d'une part et d'un projet de réalisation d'un récepteur BLU d'autre part. Nous ne saurions trop recommander la (re)lecture de ces deux articles.

Conversion directe

Le récepteur publié en Juin 1982 fonctionnait selon le principe de la conversion directe. L'article nous paraît assez clair et détaillé pour que nous ne reprenions plus le sujet par le menu. En résumé, le lecteur retiendra des

pages 6-25 et suivantes ainsi que 6-50 et suivantes du numéro 48 d'Elektor, que le récepteur à conversion directe consiste, pour l'essentiel, en une combinaison mélangeur/oscillateur qui assure une conversion directe en un signal BF de l'information HF reçue. La différence importante entre ce type de récepteur et le récepteur superhétérodyne est que ce dernier fonctionne avec une fréquence intermédiaire. Ce qui n'est pas le cas du récepteur à conversion directe, dont la fréquence de l'oscillateur est la même que celle du signal d'entrée. De sorte que le complexe mélangeur/oscillateur fait office de détecteur de produit pour des signaux BLU, et où l'oscillateur assure la fonction de BFO.

Les avantages qui en résultent sont évidents: la réalisation est simplifiée au maximum, beaucoup plus facile en tous cas que celle d'un "vrai" récepteur BLU, l'utilisation et la mise au point sont sensiblement moins pénibles, et pour finir en beauté, le prix de revient vaut le déplacement...

Nous avons déjà dit que la BLS était une forme de BLU, à ceci près que la position de la bande est précisée: il s'agit de la bande supérieure. Au niveau du récepteur, ceci ne change absolument rien.

Synoptique

Dans sa forme élémentaire, le récepteur à conversion directe consiste en un mélangeur, un oscillateur, un filtre passe-bas et un amplificateur BF. Le schéma que nous abordons dès la fin de ce préambule synoptique n'est ni plus simple ni moins compliqué que cette énumération.

Si d'un côté le schéma synoptique de la figure 1 apparaît comme un peu plus compliqué, avec son filtre d'entrée passe-bande et son ampli tampon supplémentaires, il est simplifié de l'autre côté par l'intégration du mélangeur et de l'oscillateur (A) dans le même circuit. L'accord de ce récepteur à conversion directe est effectué à l'aide d'éléments discrets de l'oscillateur, à savoir le réseau LC de BPF2. On voit que la com-

mande du filtre d'entrée et celle du réseau oscillateur sont synchrones. C'est une pratique courante dans les récepteurs superhétérodynes.

La conception du récepteur à conversion directe a été orientée délibérément dans le sens de la simplicité. Mais l'amateur friand d'expérimentation pourra opérer quelques modifications pour améliorer certaines performances: la sélectivité notamment, par l'adjonction d'un filtre passe-bas supplémentaire; on peut aussi envisager l'adjonction d'un dispositif d'affichage numérique de la fréquence d'accord.

Le schéma

Avec le schéma de la figure 2 nous abordons la partie électronique de notre digression halieutique.

Le filtre d'entrée BPF1 consiste en L1, C24 et D6, tandis que T1 tient lieu de tampon d'entrée. IC1 abrite le mélangeur et l'oscillateur. Le circuit d'accord BPF2 comporte L2, C23 et D7. De filtre passe-bas ne comporte qu'un seul condensateur (C7). L'amplification BF est assurée par IC2. Après ce rapide tour d'horizon des correspondances entre le synoptique et le schéma de principe, venons-en aux détails.

C'est une diode varicap qui sert à l'accord du circuit d'entrée et du réseau oscillateur (D6/D7). La tension d'accord de ces deux diodes varicap est prélevée sur un diviseur de tension comportant P1, P2, R1...R4. L'ajustage proprement dit est assuré par P1 (accord grossier) et P2 (accord fin). L'un et l'autre sont des potentiomètres à 10 tours. L'ajustable P3 a été prévu pour accorder le circuit d'entrée au réseau oscillateur.

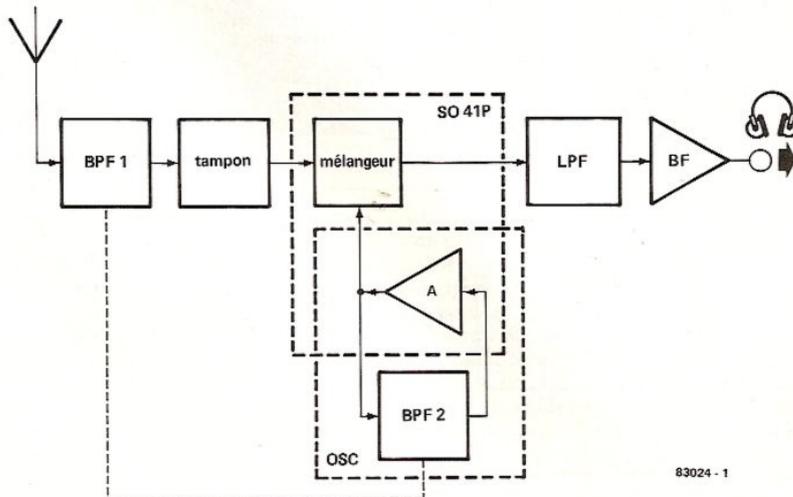
L'antenne pourra être reliée directement (via un petit condensateur - C1 -) à l'entrée. Nous avons indiqué une autre possibilité en pointillés: il s'agit d'un bobinage de couplage sur le noyau ferrite de L1.

Le transistor T1 sert de tampon; le montage en drain commun permet d'obtenir une atténuation minimale grâce à la haute impédance d'entrée et la faible capacité grille/

récepteur BLU
"bande chalutiers"
elektor mars 1983

Figure 1. Le récepteur BLU "bande chalutiers" fonctionne selon le principe de la conversion directe comme son grand frère du mois de Juin 1982. A l'exception du réseau oscillant (BPF2) le mélangeur et l'oscillateur habitent à la même adresse (SO41P). L'étage d'entrée et le réseau oscillant sont synchronisés.

1



83024 - 1

source du FET. De sorte que la présélection se présente dans les meilleures conditions; les chances d'interférences en sortie du mélangeur (dues au mélange importun de signaux d'entrée indésirables avec des harmoniques ou sub-harmoniques de l'oscillateur) sont faibles.

De la source du FET T1 le signal HF est acheminé vers la broche 7 d'IC1, sur l'une des entrées du démodulateur équilibré que contient le SO41P. L'autre entrée est reliée de façon interne à l'oscillateur que contient le même circuit intégré. Celui-ci comporte en effet un amplificateur dont les sorties (broches 6 et 10) sont reliées aux entrées du démodulateur. Nous utilisons cet amplificateur comme élément actif de l'oscillateur. La partie visible de ce dernier consiste en un réseau LC dont le point chaud est relié à l'entrée de l'amplificateur (broche 14) via un condensateur (C9).

Un simple filtre passe-bas (C7) et un organe de réglage du volume (P4) acheminent le signal BF vers l'amplificateur de sortie.

Celui-ci peut attaquer indifféremment un haut-parleur de faible ou forte impédance, ou (même mieux) un casque.

C'est d'ailleurs avec le casque que l'on obtiendra la meilleure dynamique; même un signal de 10 μ V restera perceptible.

L'alimentation est traditionnelle: un redresseur (D1...D4), un condensateur de filtrage (C21) et un régulateur intégré (IC3), et le tour est joué. Et pourtant... il y a les résistances R11 et R12, ainsi que les condensateurs C17...C20 en parallèle sur les diodes du redresseur. Ces composants ont été mis en oeuvre pour assurer au circuit une meilleure immunité aux parasites provenant du secteur.

On remarquera encore la présence de la LED D5 qui assure gentiment l'indication "marche/arrêt".

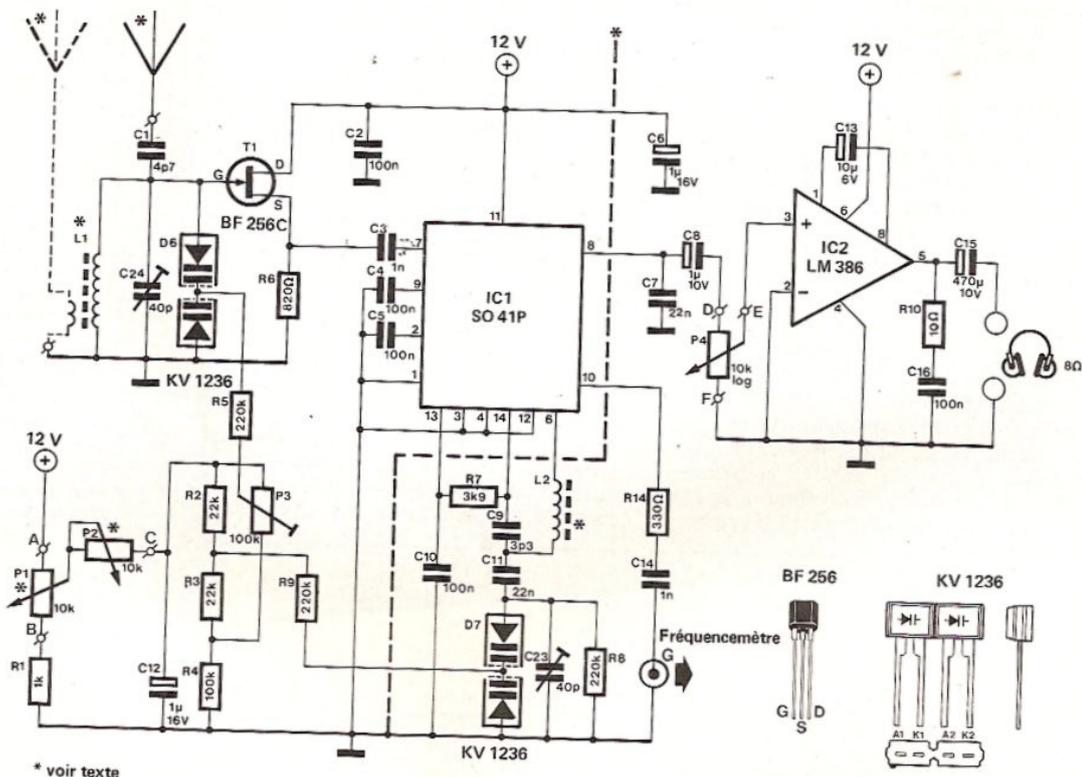
La réalisation

On trouve sur la figure 3 le dessin d'un circuit double face pour le récepteur "bande

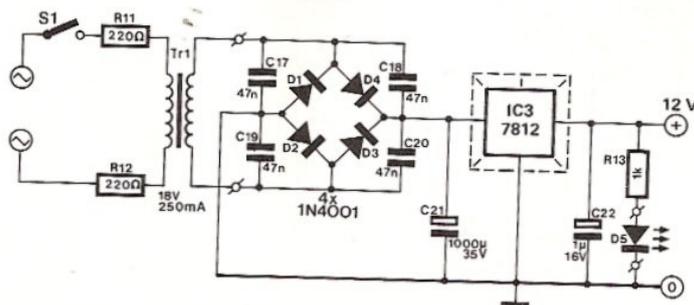
récepteur BLU
"bande chalutiers"
elektor mars 1983

Figure 2. Un schéma qui répond pleinement aux exigences de simplicité que nous avons formulées pour encourager les débutants: un FET, deux circuits intégrés, un régulateur intégré et quelques composants passifs. L'accord est obtenu à l'aide des diodes varicap D6 et D7.

2

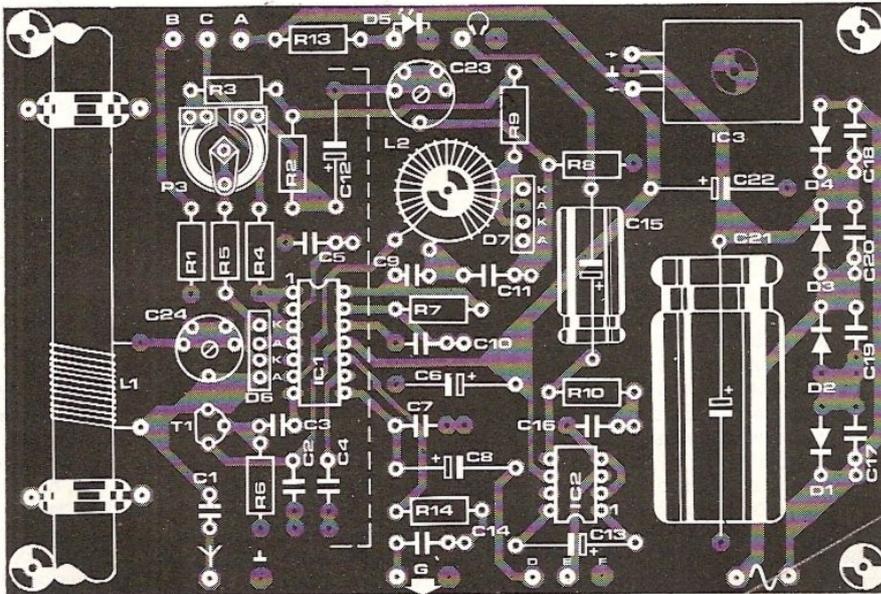
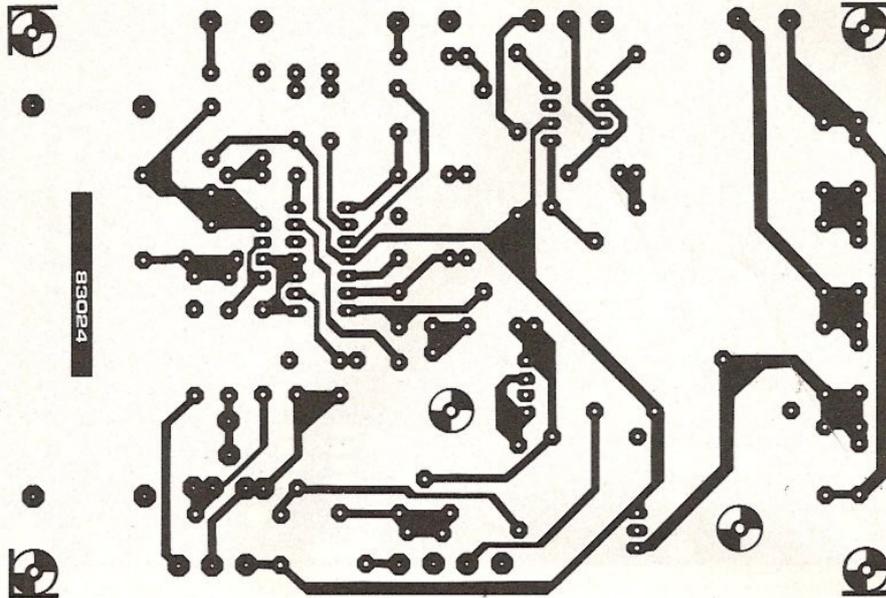


* voir texte



7812

83024 - 2



chalutiers". En fait, qui dit double face pour un récepteur, dit surface de blindage. Le côté "composants" du circuit imprimé est recouvert d'une couche de cuivre reliée à la masse; c'est ainsi que tous les composants ayant une broche reliée à la masse sur le schéma devront être soudés des deux côtés de la plaquette. Les autres broches passent à travers des orifices isolés du blindage par des flots gravés sur la surface supérieure ("côté composants").

Ce blindage est non seulement indispensable, mais il peut aussi servir de radiateur/dissipateur au régulateur intégré IC3; la surface métallique de ce dernier pourra être appli-

quée à même le cuivre avec une fine couche de pâte thermoconductrice, puis solidement vissée.

La réalisation de montages HF est toujours assortie de petits plaisirs qui lui donnent tout son sel: il s'agit bien sûr de confectionner les bobines... Il faudra bien passer par là, et autant commencer par un "bout facile". Il n'y a pas d'enroulement bifilaire ici, ni aucune autre de ces manipulations ésotériques qui rebutent tant l'amateur néophyte.

Pour L1 on enroulera 25 spires de fil de cuivre émaillé de 0,3 mm de diamètre sur un bâton ferrite de 10 cm de long et de 10 mm

Liste des composants

Résistances:

R1, R13 = 1 k
 R2, R3 = 22 k
 R4 = 100 k
 R5, R8, R9 = 220 k
 R6 = 820 Ω
 R7 = 3k9
 R10 = 10 Ω
 R11, R12 = 220 Ω
 R14 = 330 Ω
 P1, P2 = 10 k 10 tours
 P3 = 100 k aj.
 P4 = 10 k log.

Condensateurs:

C1 = 4p7
 C2, C4, C5, C10, C16 = 100 n
 C3 = 1 n (cér.)
 C6, C12, C22 = 1 μ /16 V
 C7, C11 = 22 n
 C8 = 1 μ /10 V
 C9 = 3p3
 C13 = 10 μ /6 V
 C14 = 1 n
 C15 = 470 μ /10 V
 C17... C20 = 47 n
 C21 = 1000 μ /35 V
 C23, C24 = 40 p aj.

Semiconducteurs:

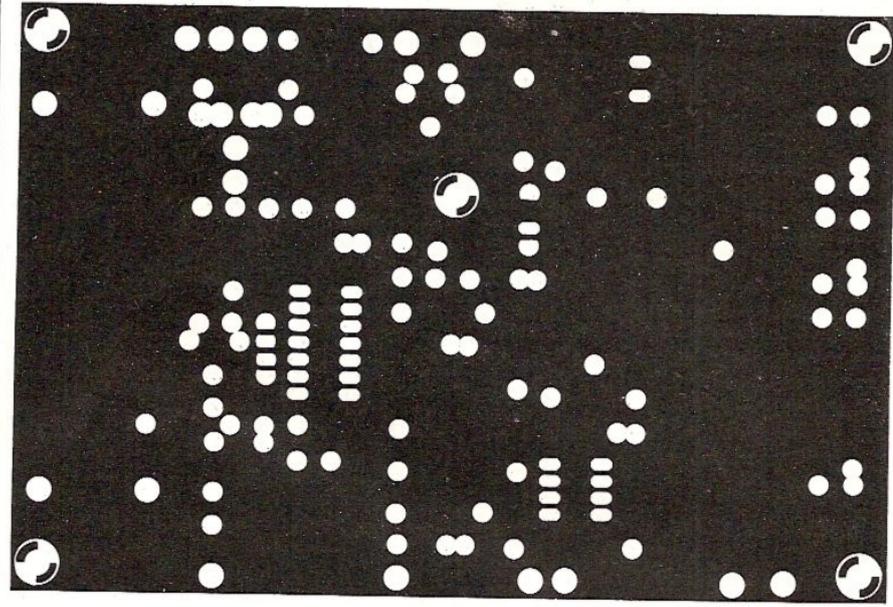
T1 = BF 256C
 D1... D4 = 1N4001
 D5 = LED
 D6, D7 = KV 1236
 IC1 = SO41P
 IC2 = LM 386
 IC3 = 7812

Divers:

L1 = 25 spires sur noyau ferrite 10 cm, ϕ 10 mm
 L2 = 50 spires sur tore T50-2 (Amidon)
 Tr1 = transfo secteur 18 V/250 mA
 S1 = interrupteur secteur
 L1 et L2: fil de cuivre émaillé ϕ 0,3 mm

Figure 3. Dessin du circuit imprimé dont la face supérieures (côté composants) est un blindage relié à la masse.

Les ilots gravés dans le cuivre permettent aux broches non reliées à la masse de traverser le blindage sans contact. Les broches pour lesquelles il n'est pas prévu d'ilot sont soudées des deux côtés du circuit!



de diamètre. La bobine sera confectionnée de telle sorte qu'elle puisse coulisser sur le noyau: on enroulera donc le fil sur une mince feuille de carton.

La bête ferrite pourra être implanté à même le circuit imprimé grâce à deux anneaux en caoutchouc sur lesquels on passera deux morceaux de ficelle eux-mêmes enfilés dans les trous prévus à cet effet sur le circuit imprimé, de façon à assujettir l'ensemble sans difficulté.

Pour L2 on enroulera 50 spires du même fil que pour L1 sur un tore Amidon de référence T50-2. On prendra soin de répartir les spires sur toute la circonférence du tore. Si le récepteur devait connaître une destinée balladeuse, il serait préférable d'assujettir L2 au moyen d'une vis et d'une rondelle de caoutchouc.

Si P3 est une résistance ajustable ordinaire et P4 un potentiomètre logarithmique non moins ordinaire, il n'en va pas de même pour P1 et P2. Ceux-là sont des potentiomètres à 10 tours! Et si nous éprouvons le besoin d'en faire mention ici c'est que nous craignons que d'aucuns, peu scrupuleux, feignent l'oubli, la négligence ou, tout simple-

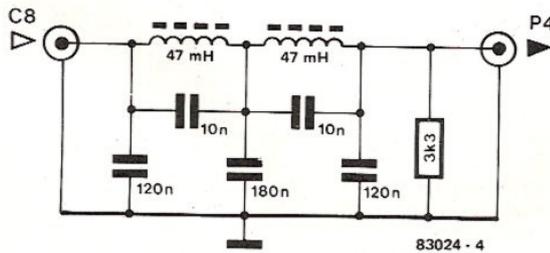
ment et en toute bonne foi, croient ne pas mal faire en utilisant des potentiomètres ordinaires. Certes, pour un premier essai, et avant de faire les frais de deux potentiomètres à 10 tours, on ne commet pas de crime en se rabattant sur un modèle conventionnel. Mais pour le premier essai seulement!

Plus raisonnable est d'envisager la suppression pure et simple de P2 (remplacé par un strap; en tout état de cause, P1 reste un potentiomètre à 10 tours. L'accord du récepteur n'en sera pas facilité, mais son prix sera légèrement inférieur. A vous de voir... et d'écouter, surtout!

Les diodes varicap D6 et D7 ne vont pas sans poser de problème non plus. Celles-ci sont moulées dans un seul et même boîtier par le fabricant... qu'il ne reste donc plus qu'à casser (pas le fabricant, mais le boîtier!). Et ce n'est pas tout: le plus souvent le boîtier ne comporte pas d'indications relatives à la polarisation des diodes; ni anode, ni cathode... il suffit de se munir d'un multimètre et d'une diode de polarité connue pour s'en sortir. Facilement d'ailleurs, puisqu'il suffit de comparer la polarité des diodes varicap avec celle de la diode ordinaire connue et relevée avec le même multimètre. Un trait de feutre indélébile sur le boîtier permettra de repérer la cathode des diodes varicap.

Figure 4. Ce filtre passe-bas supplémentaire monté entre C8 et P4 améliore sensiblement la sélectivité du récepteur.

4



Mise en boîte

Pour obtenir les meilleures performances du récepteur, notamment une stabilité raisonnable, il est fortement recommandé de le monter dans un boîtier métallique hermétique.

Il est également conseillé de séparer l'étage d'entrée du reste du circuit en implantant une tôle de blindage à l'endroit marqué d'un pointillé sur le côté sérigraphié du circuit imprimé. La tôle de blindage sera soudée sur la surface de cuivre.

Nous n'insisterons jamais trop sur le soin avec lequel il y a lieu de procéder pour la réalisation de chaque détail d'un tel montage (et de tous les autres circuits d'ailleurs...)! Par "soin" nous n'entendons pas seulement l'application, la minutie, le sérieux, l'ordre, et toutes les autres vertus parfois introuvables chez le bricoleur, mais aussi une certaine disposition mentale... un peu de jugeote, de la curiosité, du bon sens, voire même de l'intuition (hé! oui, il en faut aussi en électronique). Et non cette servilité aveugle et obstinée qui mène souvent aux pires échecs...

Réglage

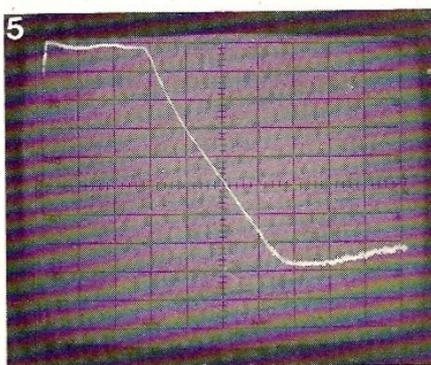
La mise au point du récepteur pourra être menée à bien sans l'intervention d'appareillage coûteux:

- Pour les essais on se munira d'une antenne consistant en deux ou trois mètres de fil de câblage que l'on reliera au condensateur C3.
- Mettre C23, C24 et P3 en position médiane.
- Tourner P1 pour obtenir la plus faible fréquence (ou tension) d'accord; il s'agit d'accrocher une station PO ou un signal d'interférence quelque part autour de 1600 kHz.
- Rechercher la position optimale de L1 pour une bonne réception.
- Actionner P1 pour passer dans le haut de la bande, vers 3,5... 3,8 MHz et mettre C24 au maximum.
- Le récepteur ne doit pas rechigner dans le haut de la bande, de sorte que la bande amateur des 80 mètres devrait passer royalement. On pourra compenser d'éventuelles déficiences en actionnant C23.
- Une fois que la bande "chalutiers" aura pu être couverte, il reste à synchroniser l'étage d'entrée et l'oscillateur. Essayer d'accrocher un signal au milieu de la bande (vers 2,5 MHz) et actionner P3 jusqu'à ce que l'amplitude du signal de sortie soit maximale. Si la position de P3 a dû être modifiée sensiblement, il est recommandé de reprendre l'ensemble de la procédure de réglage avec la nouvelle position de P3.

Résultats

Bien réglé, le récepteur affiche une sensibilité d'environ 1 μ V. D'autre part, la puissance des émetteurs embarqués n'est pas énorme. Autrement dit, il faudra bien trois mètres d'antenne au moins avant d'être en mesure de recevoir quoi que ce soit. Trois mètres, ou plus, car plus l'antenne est longue, meilleures sont les performances du récepteur. S'il devait être question de dizaines de mètres, un bobinage de découplage de quelques spires sur l'extrémité "froide" de L1 serait de rigueur.

C'est en automne et en hiver que l'on tire le plus de plaisir de son récepteur: en raison des conditions météorologiques, bien sûr, difficiles pour les bateaux, mais propices à la propagation des ondes radio; le trafic de printemps est nettement moins intense. Il reste la bande amateur des 80 mètres pour se faire la main en attendant le mauvais temps...



récepteur BLU
"bande chalutiers"
elektor mars 1983

Toujours est-il que la mise au point et l'utilisation du récepteur devront être effectuées dans la soirée, quelque soit la saison; les raisons sont les mêmes que ci-dessus: trafic plus intense et meilleure propagation.

Améliorations

Il fallait un montage simple, pour ne pas dire simpliste. Nous l'avons... mais ce n'était qu'un début. L'électronicien amateur qui se sent attiré par ce monde de la DX utilitaire éprouvera le besoin d'améliorer son récepteur. Aussi lui proposons-nous quelques aménagements.

Sur le schéma de la figure 2 on peut noter la présence d'une sortie "fréquence-mètre". Comme son nom l'indique, cette sortie offre la possibilité de connecter un circuit d'affichage de la fréquence: elle délivre un signal carré d'une amplitude d'environ 250 mV. Selon la nature du fréquence-mètre utilisé, on pourra constater un déplacement sensible de la fréquence de l'oscillateur (quelques kHz). Si l'entrée du fréquence-mètre présente une sensibilité suffisante, on pourra supprimer cette dérive (ou du moins fortement l'atténuer) en mettant un condensateur entre la sortie "fréquence-mètre" et la masse. La valeur de ce condensateur sera déterminée empiriquement: augmenter la valeur jusqu'à atteindre la limite à partir de laquelle le fréquence-mètre "se plante"...

Si cette amélioration n'est pas forcément nécessaire, elle n'en est pas moins aussi utile qu'agréable. De l'ordre du quasiment indispensable, par contre, est l'amélioration de la sélectivité du récepteur: en d'autres termes, il faut renforcer l'étage passe-bas placé derrière le mélangeur. Si l'on se donne la peine de réaliser le circuit proposé par la figure 4 sur un morceau de circuit d'expérimentation, et qu'on le monte entre C8 et le potentiomètre P4, on ne sera pas déçu du résultat. Cette option... mais une option chaudement recommandée.

La figure 5 reproduit la courbe de filtrage de ce circuit auxiliaire soumis à l'épreuve de l'analyseur de spectre. On voit qu'à 6 kHz de la fréquence porteuse l'atténuation est de 65 dB, ce qui n'enlève rien à la simplicité du récepteur mais apporte beaucoup à ses performances. En fallait-il plus pour vous convaincre que si vous n'avez pas encore ingurgité le "b a ba de la BLU", c'est le moment ou jamais?

Figure 5. Analyse spectrale du filtre de la figure 4. Le calibre horizontal est d'1 kHz par division; une division verticale correspond à 10 dB. C'est convaincant, non?

