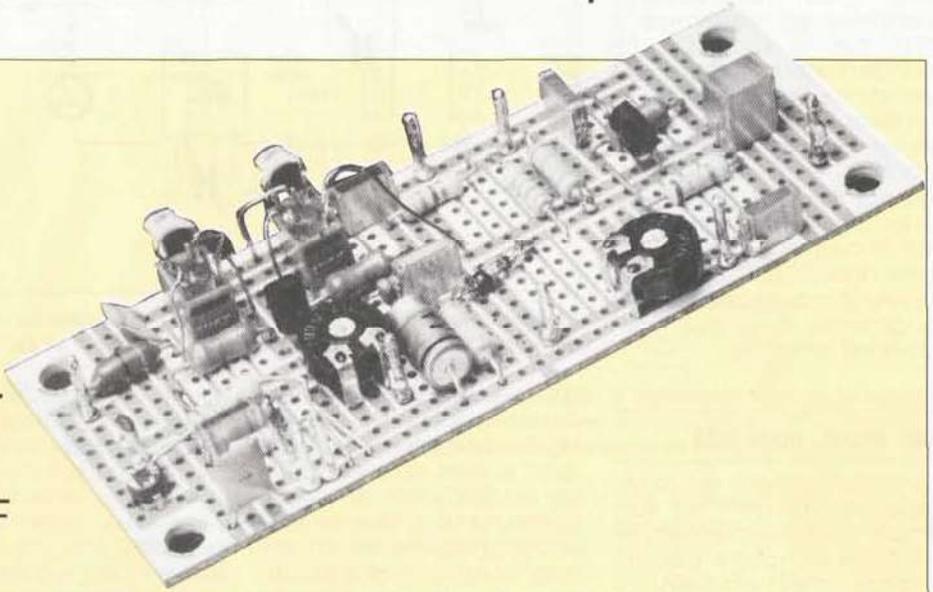


récepteur d'ondes courtes

deuxième et avant-dernière partie

- ☞ alimentation
- ☞ préselecteur
- ☞ oscillateur
- ☞ mélangeur
- ☞ amplificateur F.I.
- ☞ démodulateur
- ☞ amplificateur BF



Le mois dernier, nous nous sommes fait la main avec la platine de l'oscillateur. C'est une excellente entrée en matière, mais ne vous imaginez pas pour si peu que vous êtes déjà un chevalier de la haute fréquence. L'adoubement est pour aujourd'hui : il va falloir réaliser la platine principale du récepteur. Elle regroupe les fonctions de mélangeur, d'amplificateur à fréquence intermédiaire et de démodulateur. Pas de panique ! La construction se déroulera comme celle de la platine de l'oscillateur : pas à pas, et avec une vérification du fonctionnement à chaque étape, ou à chaque étage si vous préférez.

encore un peu de théorie

Pendant que le fer chauffe, jetons un coup d'œil au schéma de la **figure 2**. Il représente la partie encadrée en gras de la **figure 1**. Le signal à recevoir et le signal de l'oscillateur arrivent ensemble au transistor mélangeur T1. Il

s'agit d'un transistor à effet de champ (FET pour *field effect transistor*) à double grille (voir éventuellement le n°19, ce n'est pas si vieux). La sortie délivre, en plus des deux signaux d'entrée, deux signaux dont la fréquence est d'une part la somme, d'autre part la différence des fréquences d'entrée. Le fonctionnement du mélangeur passif est détaillé sous le titre « Salade de fréquences ».

Supposons que vous voulez écouter The Voice Of America sur 6040 kHz, ou Deutsche Welle sur 6075 kHz, ou Radio Nederland Wereldomroep sur 5955 kHz ou Radio Sverige (Stockholm) sur 6065 kHz, ou encore Radio Praha sur 6055 kHz ; bref, supposons que vous voulez écouter la bande des 6 MHz (ou 49 mètres). L'oscillateur est réglé sur 6455 kHz, la fréquence de l'onde reçue est de 6 MHz (6000 kHz) ; la fréquence du signal somme est de 12455 kHz, celle du signal différence est de 455 kHz.

Les étages à fréquence intermédiaire (FI) n'amplifient que le signal de différence à 455 kHz et ignorent le signal somme. En effet, les filtres rejettent toutes les fréquences différentes de 455 kHz, et c'est ce qui donne sa sélectivité au montage superhétérodyne.

amplification et filtrage

Le premier filtre (FL1) est connecté directement à la sortie du mélangeur par l'inductance L1. Le deuxième filtre FI est raccordé à la sortie du premier étage amplificateur (T2). Le circuit intégré IC1, pas plus grand qu'un transistor, contient quatre étages à fréquence intermédiaire et le démodulateur. Il reçoit le signal FI (qui n'est pas encore audible), l'amplifie et en extrait l'information transmise par l'émetteur sous forme de modulation. À la sortie d'IC1, le signal est à fréquence audible. Le premier étage amplificateur (T2) joue un rôle important. La polarisation de

sa base n'est pas assurée comme d'habitude par un diviseur de tension à résistances. Son courant de repos (sans signal sur la base) n'est donc pas stable comme dans les étages en émetteur commun habituels. Nos techniciens ont trouvé plus intéressant de confier la polarisation à R3, connectée à la sortie d'IC1. Ils avaient de bonnes raisons pour cela. La tension qui alimente R3 résulte du redressement et de l'intégration de la tension BF délivrée par le démodulateur. Plus la tension de la base est élevée, plus le courant de collecteur est intense et plus le gain du transistor est important. Si la tension en sortie d'IC1 augmentait quand les signaux sont faibles, le gain de T2 augmenterait et la faiblesse des signaux serait compensée. Le montage réaliserait alors ce qu'on appelle une CAG, ou Commande Automatique de Gain.

C'est exactement ce qui se passe grâce à l'astuce du

¹Soyez compréhensifs avec les anciens qui appellent encore « moyenne fréquence » la fréquence intermédiaire. Cette appellation (MF) est fautive lorsqu'il s'agit par exemple des grandes ondes (aux environs de 200 kHz) qui sont supérieures à la FI de 455 kHz. Cela doit tenir au vieillissement de leurs neurones.

fabricant du circuit intégré : le ZN414Z, avec ses trois broches en tout et pour tout, délivre aussi un signal de CAG. Le signal de CAG est donné par le niveau de la composante continue de la tension de sortie. La composante alternative à basse fréquence (le signal audio) est prise en charge par le condensateur C12 et transmise à l'étage amplificateur. La composante continue est transmise à C11 par la diode D1. Le condensateur intègre les variations rapides de la tension, il les ralentit pour éviter que le gain de T2 change en permanence, ce qui pourrait provoquer une oscillation lente dite « pompage ». Plus le signal détecté est faible, plus la tension de la base de T2 augmente, donc plus le signal est amplifié.

pas grand, mais futé

Le circuit intégré du montage est vraiment un surdoué. Vous avez remarqué qu'il ne comporte pas de broche d'alimentation : il s'alimente à travers la résistance de charge de son transistor de sortie, R9 dans notre montage. La polarisation de son étage d'entrée est confiée à R7, alimentée elle aussi à travers R9, après que R8 et C9 ont supprimé la composante BF. La commande automatique de gain interne — parce qu'il fait cela aussi — autorise des variations de 20 dB du signal d'entrée. Avec la CAG externe que nous ajoutons au moyen de T2, les variations peuvent atteindre 80 (quatre-vingts) décibels, ce qui explique les chiffres flatteurs du tableau de caractéristiques : de 1 μ V à 30 mV à l'entrée.

La tension de CAG est d'autant plus élevée que le signal est faible, ce qui semble contradictoire. Comment l'utiliser pour alimenter l'indicateur d'intensité du champ ? La première solution aurait été de connecter le galvanomètre entre la borne positive de l'alimentation et la sortie du circuit intégré : en changeant de potentiel de référence, nous changerions le sens de variation (car tout est relatif). Ce n'est pas possible parce que nous aurions surchar-

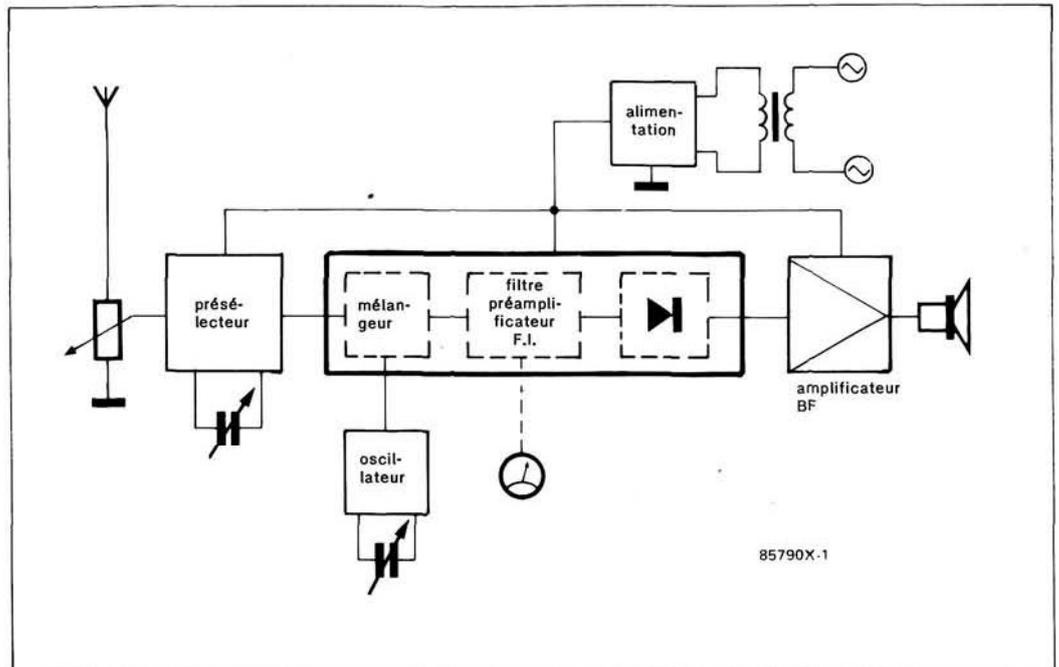


Figure 1 - Rappel de la configuration de l'ensemble du récepteur. L'oscillateur oscille depuis le mois dernier. C'est au tour du mélangeur de mélanger et du démodulateur de démoduler.

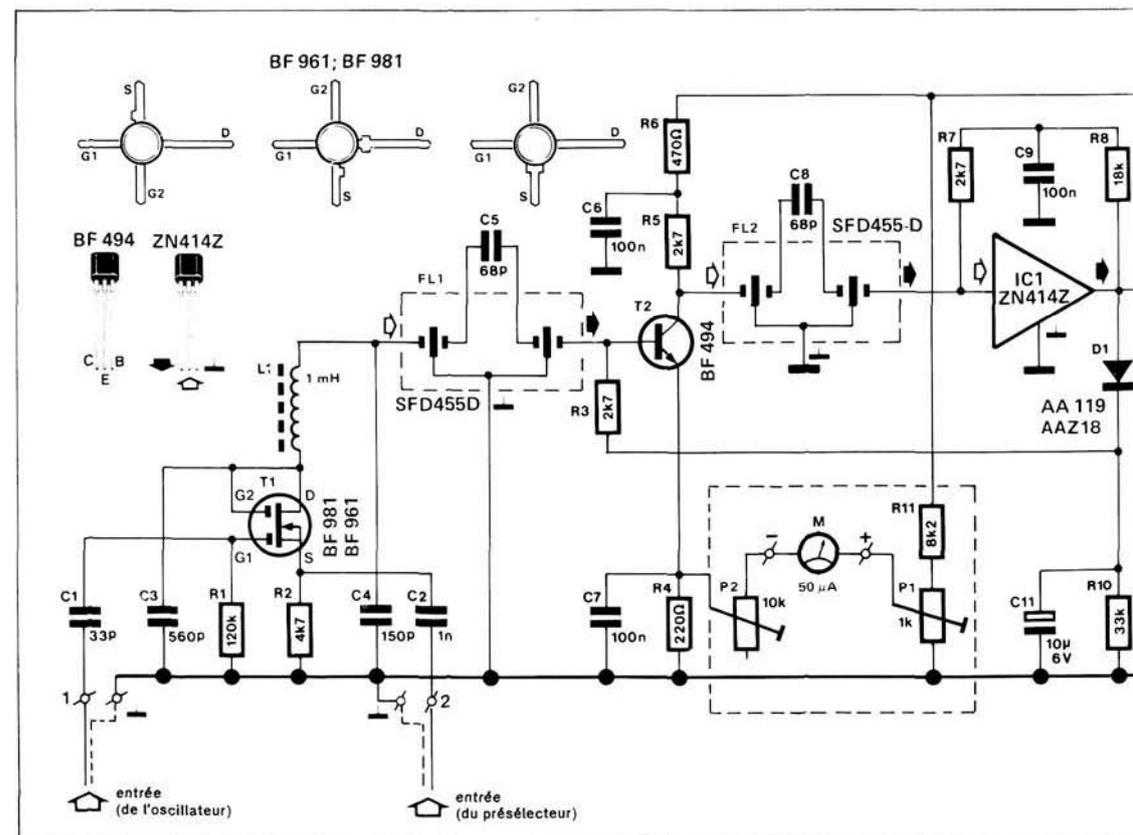
gé la sortie dont l'impédance est plutôt élevée. Nous savons tous, pour avoir lu *elex*, que le montage du transistor en émetteur-suiveur présente une impédance élevée en entrée, donc qu'il ne surcharge pas la source de tension, et qu'il peut débiter du courant, ou qu'il a une impédance de sortie faible. Il nous suffit par conséquent d'ajouter un transistor en émetteur-suiveur. En fait il est inutile de l'ajouter, puisque T2 peut

jouer ce rôle : la tension sur son émetteur suit la tension de sa base, qui suit elle-même la tension de la sortie du circuit intégré. Les deux potentiomètres serviront à régler le débattement de l'aiguille (P2) et sa position de repos (P1).

les composants

Il n'est guère possible de concevoir un montage HF sans quelques compo-

sants spéciaux. Malgré cela, tous ceux que nous utilisons ici sont disponibles couramment. Leur brochage est indiqué sur le schéma de la figure 2. Le FET à double grille ressemble à une étoile à quatre branches et le circuit intégré à un transistor ordinaire pour petits signaux (il a existé aussi en boîtier métallique). La diode D1 est un modèle au germanium, choisi pour sa tension de seuil très faible, ce qui ne l'empêche pas



d'avoir la cathode repérée par un anneau, comme tout le monde.

Quant au galvanomètre, c'est un modèle courant de 50 ou 100 μ A de déviation totale. Comme sa fabrication fait plus appel à la mécanique qu'à l'électronique, ce sera vraisemblablement le composant le plus cher de l'ensemble.

la construction

Les composants une fois réunis, nous allons procéder au câblage pas à pas comme pour l'oscillateur.

mélangeur

Commencez par implanter et souder C1, C2, C3, R1, R2, L1 et T1. Reportez-vous à la **figure 3**. Branchez un multimètre en fonction ohmmètre, gamme kilohms, négatif à la masse et positif au point commun de L1/C4. Il affiche quelques kilohms.

Branchez ensuite une pile de 4,5 V, positif à la masse (oui, à l'envers !), négatif à la grille 1 de T1 par l'intermédiaire d'une résistance de 100 k Ω . L'aiguille retombe brusquement sur infini. Le mélangeur fonctionne, débranchez la pile et l'ohmmètre.

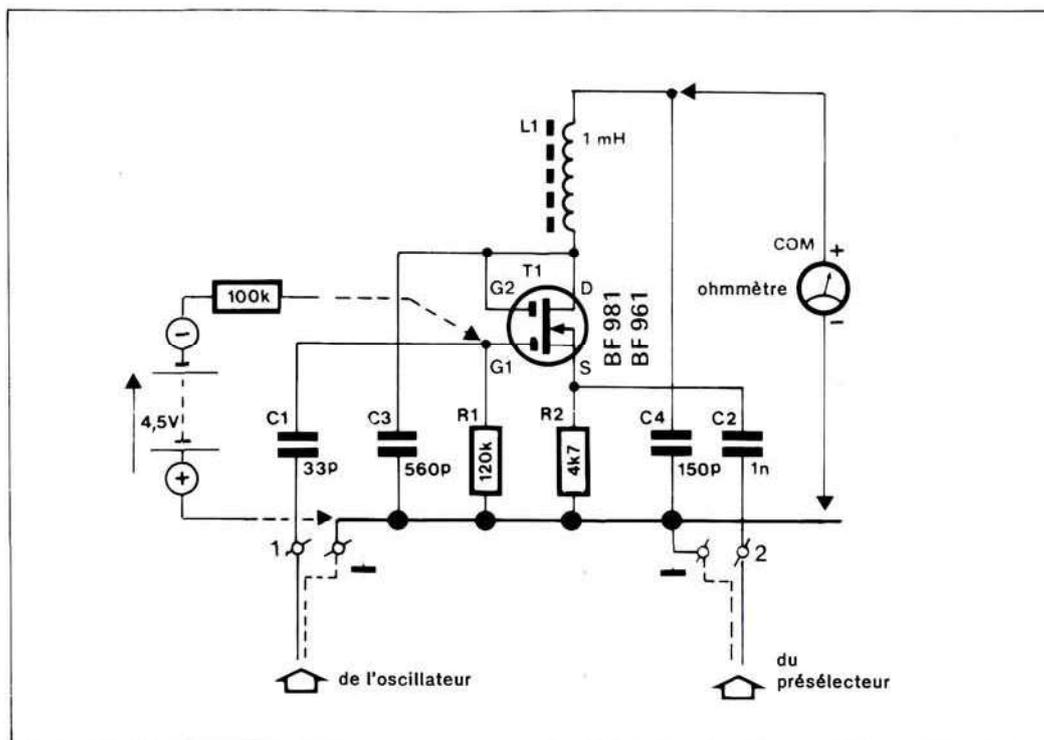


Figure 3 - C'est le mélangeur qui sera construit et testé en premier. Il fonctionne sans autre tension d'alimentation que les signaux qu'il doit traiter. Vous le testerez avec un ohmmètre pour la mesure et une simple pile comme organe de commande, sans oublier la résistance de 100 k Ω .

premier amplificateur FI

Continuons par le premier amplificateur FI. Montez R3, R4, R5, R6, C7 et T2. Attention à la disposition inhabituelle des broches du transistor. Montez aussi R11 et P1, qui font partie du circuit de l'indicateur. La liaison pointillée de la **figure 4** sera établie provisoirement pour le test.

Branchez une source de tension, qui peut être aussi bien une alimentation de laboratoire que deux piles de 4,5 V en série, puis vérifiez au multimètre que les niveaux de tension sont conformes aux indications de la figure 4. Si oui, cela signifie que le transistor ne conduit pas. Établissez la liaison en pointillés, puis vérifiez que la manoeuvre du potentiomètre provoque une variation de la tension de collecteur. L'amplificateur est en état d'amplifier, vous pouvez débrancher la perfusion.

ble et mélangés, tous les émetteurs proches. La « réception » est plus puissante quand vous touchez l'antenne du doigt. Vérifiez au voltmètre (volts continus) que la tension de sortie diminue quand vous touchez l'antenne, c'est-à-dire quand vous faites varier le niveau du signal.

oeil magique

L'oeil magique était l'indicateur de champ des récepteurs à tubes. Il présentait un magnifique trèfle à quatre feuilles qui se rapprochaient d'autant plus que la tension de commande automatique de gain diminuait. Notre oeil magique est un galvanomètre, branché comme prévu dans la description du circuit de CAG.

Installez donc R10, C11, D1 et P2, puis raccordez le galvanomètre. La tension aux bornes du galvanomètre doit augmenter quand vous touchez l'antenne et que le signal reçu augmente. Vous devez donc régler le potentiomètre de P1 à un potentiel supérieur à celui de l'émetteur de T2. Ainsi une augmentation de la tension d'émetteur se traduira par une diminution de la tension aux bornes de P2 et du galvanomètre. Une augmentation de la

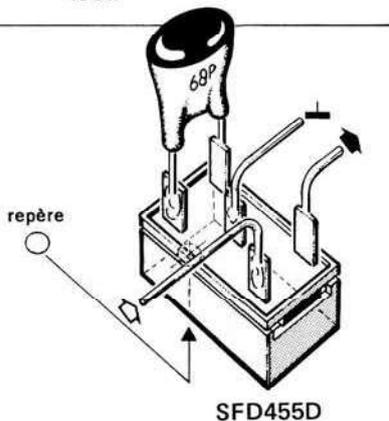
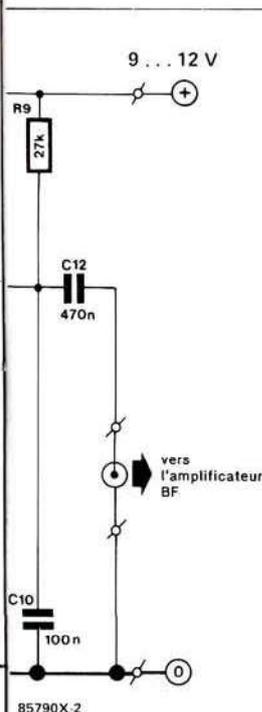


Figure 2 - Voilà du nouveau : un transistor en boîtier à quatre broches, un circuit intégré en boîtier de transistor, un filtre céramique. Ces composants modernes ont simplifié le travail de conception ; ils simplifient aussi votre travail de mise au point puisque vous n'aurez que l'indicateur de champ à régler. Les filtres à fréquence intermédiaire sont des résonateurs céramique accordés précisément, à la fabrication, sur 455 kHz.

le reste

Le reste du récepteur : amplificateur FI, démodulateur, CAG, est compris dans le circuit intégré IC1. Vous installerez aussi R7, R8, C9, C10, C12 et le pont en fil. Appliquez la tension d'alimentation puis mesurez (voltmètre) en vous reportant à la **figure 5**.

Connectez à la sortie BF un amplificateur comme le CANARI (du n°5, bonjour Eugène) ou l'entrée auxiliaire (AUX) d'une chaîne HiFi. À défaut, utilisez un écouteur sensible (résistance interne de 2 k Ω au minimum). Raccordez à l'entrée du circuit intégré une antenne de fortune constituée d'un mètre de fil de cuivre. Vous recevez en même temps, ensem-

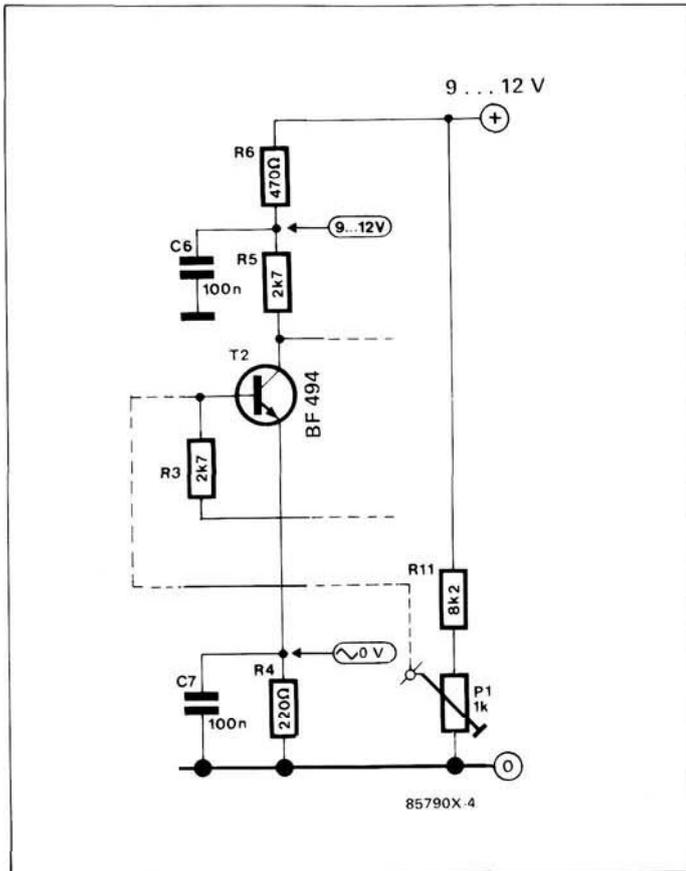


Figure 4 - Le premier étage à fréquence intermédiaire. Il ressemble comme un frère aux amplificateurs BF en émetteur commun que nous connaissons bien. Le potentiomètre P1 sert à le piloter pour les tests.

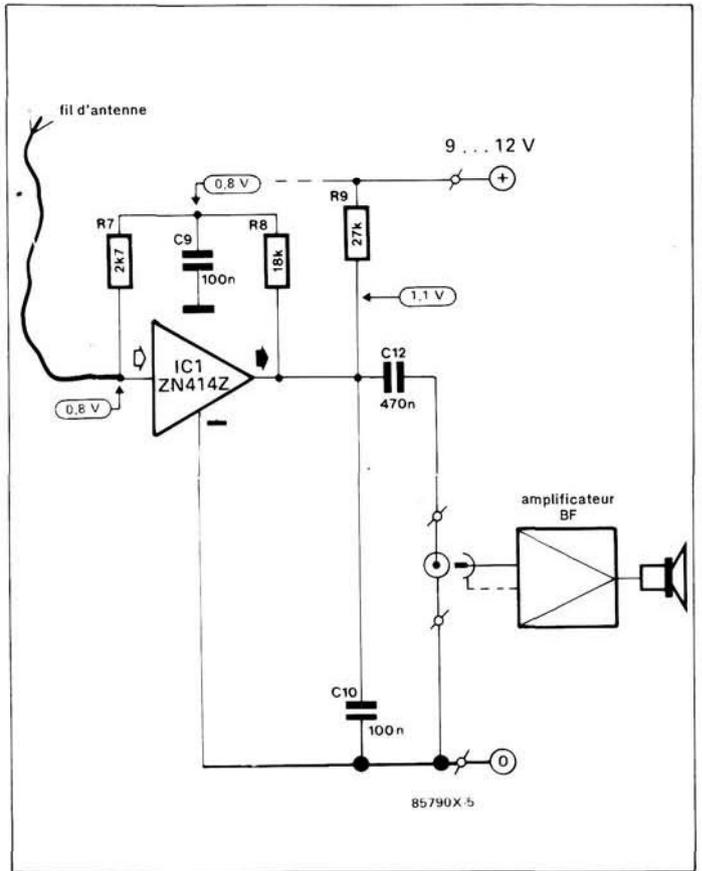


Figure 5 - La suite de l'amplificateur à fréquence intermédiaire (du deuxième au quatrième étages) et le démodulateur, qui représentent pourtant un circuit compliqué, sont contenus dans un unique boîtier de transistor à trois broches. Le test se fait au moyen d'un morceau de fil qui tient lieu d'antenne et d'un amplificateur BF. Devinette : quelle est la nationalité de la firme FERRANTI, qui fabrique le ZN414Z ?

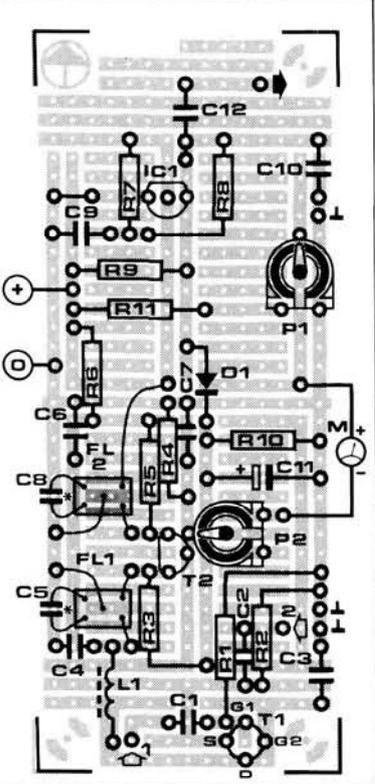


Figure 6 - Pondre un plan d'implantation avec un seul pont de câblage pour un schéma aussi compliqué n'était pas de la tarte, mais c'est fait, bravo ! Les deux filtres en céramique travaillent couchés sur le dos (veinards !), immobilisez-les par une goutte de colle instantanée.

Liste des composants du mélangeur-FI-détecteur

- R1 = 120 kΩ
- R2 = 4,7 kΩ
- R3, R5, R7 = 2,7 kΩ
- R4 = 220 Ω
- R6 = 470 Ω
- R8 = 18 kΩ
- R9 = 27 kΩ
- R10 = 33 kΩ
- R11 = 8,2 kΩ
- C1 = 33 pF (céramique)
- C2 = 1 nF
- C3 = 560 pF (céramique)
- C4 = 150 pF
- C5, C8 = 68 pF (céramique)
- C6, C7, C9, C10 = 100 nF
- C11 = 10 μF/6 V
- C12 = 470 nF
- D1 = AA119, AAZ18 (diode au germanium)
- T1 = BF 961, BF981
- T2 = BF 494
- IC1 = ZN414Z
- P1 = 1 kΩ ajust.
- P2 = 10 kΩ ajust.
- L1 = 1 mH (bobine haute fréquence)
- FL1, FL2 = SFD 455-D (filtres céramique)
- M = galvanomètre 50 μA ou 100 μA
- 1 platine d'expérimentation de format 1

tension d'émetteur, traduisant une augmentation de la tension de CAG, indique donc que l'amplitude du signal diminue.

il me reste deux filtres et deux condensateurs

Il ne doit rester que cela sur la table si vous avez monté votre platine comme prévu. Les filtres seront collés pattes en l'air sur la platine, les condensateurs seront soudés en place, leurs pattes coupées aussi court que possible. La figure 2 indique comment repérer les broches des filtres. Les trois broches restantes seront raccordées à la platine par des fils aussi courts que possible.

Le résultat n'est pas merveilleux, même s'il est encourageant. Si la sensibilité est insuffisante pour les stations faibles, c'est parce qu'il manque encore le préamplificateur HF ; si la sélectivité – la capacité de séparer des émetteurs de fréquence proche – est insuffisante, c'est parce qu'il manque un filtre d'entrée accordé sur la fréquence à recevoir. Ces deux organes constituent le présélecteur qui sera décrit le mois prochain, avec l'alimentation, l'amplificateur BF, la mise en boîte et la mise en service de l'ensemble.

pour les impatientes

Si vous n'y tenez plus, raccordez à C2 le morceau de fil qui vous a servi d'antenne, connectez l'oscillateur par un morceau de fil blindé et alimentez le tout. Vous pouvez déjà recevoir quelques stations.