

5/4

Réception radio

5/4.1 Récepteur AM pour 27, 35, 40 et 72 MHz

(publié dans l'ouvrage de base, nouvelle édition, mars 1986)

5/4.2 Mini-récepteur FM

(publié dans l'ouvrage de base, nouvelle édition, mars 1986)

5/4.3 Récepteur FM miniature monochip

(publié dans le 13^e complément)

5/4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

(publié dans le 15^e complément)

5/4.1

Récepteur AM pour 27, 35, 40 et 72 MHz

Il n'est vraiment pas possible de faire plus simple ! Un superhétérodyne AM complet à FI de 455 kHz, sur un circuit imprimé ne mesurant que 45 x 25 mm, et convenant donc pour tous les cas, même en présence de problèmes critiques d'encombrement.

Pour les changements de gamme, il suffit de remplacer un très petit nombre de composants intervenant sur la fréquence, et l'alignement peut s'effectuer sans appareils de mesure. Tel quel, il peut servir de récepteur de contrôle (ou usages similaires) ; on peut aussi le compléter pour en faire un système complet de télécommande fonctionnant dans la bande des 40 MHz (ex-bande I de télévision).

La partie réceptrice est constituée par un SO42P représentant le mélangeur actif. Le circuit accordé de réception est une bobine TOKO se trouvant dans les boutiques de composants, à choisir en fonction de la gamme de fréquences souhaitée.

La fréquence d'entrée est appliquée à travers la bobine de couplage aux broches 7 et 8 du SO42P. Entre les broches 10, 11, 12 et 13 est branché le quartz oscillant, alors que la fréquence intermédiaire de 455 kHz est disponible sur la broche 2. Cette FI est renforcée par le circuit résonnant (filtre FI, jaune), et prélevée à travers un condensateur de 100 pF. La sélectivité (réjection des canaux adjacents) n'est

donc déterminée que par le circuit d'entrée et le filtre FI. Si les exigences de l'utilisateur ne sont pas trop grandes, la sensibilité par rapport à l'immunité aux signaux forts et à la réjection des canaux adjacents peut être qualifiée de bonne.

Des comparaisons avec des récepteurs nettement plus élaborés sont en faveur du présent montage. L'amplificateur FI utilisé est un circuit intégré ZN 414 de Ferranti, conçu à l'origine pour constituer un amplificateur PO. Il se compose d'un amplificateur HF à trois étages et d'un détecteur actif présentant un gain maximal de 120 dB. Une CAG ayant une plage de régulation de 20 dB est également intégrée. (Régulation de gain, la sensibilité étant réduite lorsque l'amplitude du signal augmente, afin de ne pas saturer le montage.)

La tension de régulation est ramenée à l'entrée à travers une résistance de 100 kohms. La bobine d'arrêt et le condensateur de 10 nF évitent la présence de HF à la sortie. La tension d'alimentation est également appliquée à la sortie du circuit intégré. Comme le ZN 414 est conçu pour une tension maximale d'alimentation de 3 V, la tension est appliquée à travers un diviseur de tension formé de deux résistances 4,7 kohms/1 kohms. La résistance de 470 ohms est également nécessaire pour la production de la tension de

4.1 Récepteur AM pour 27, 35, 40 et 72 MHz

régulation. Le signal audible BF est prélevé à travers un condensateur chimique miniature ou au tantale de 2,2 μ F. On peut brancher ici un amplificateur BF. Mais on peut aussi se contenter d'un écouteur magnétique miniature branché directement sur cette sortie. Comme on n'utilise que deux composants pour déterminer la gamme de fréquences reçues, l'alignement est très simple. On relie le montage terminé à un amplificateur BF (ou à un écouteur miniature), à une tension d'alimentation de 12 V, et à une antenne (fil

métallique d'environ 50 cm de longueur). Si on dispose du signal d'un émetteur, on ajuste les deux bobines pour obtenir la meilleure intelligibilité possible du signal. Si aucun émetteur ne fonctionne, on se règle pour obtenir le souffle maximal. La bobine d'entrée doit être réglée à l'aide d'un tournevis en matière plastique, un tournevis métallique risquant de désaccorder le circuit. On peut aussi utiliser, à la rigueur, une aiguille à tricoter plastique de diamètre adéquat, et dont une extrémité sera meulée en biseau. ■

Liste des composants

Circuit intégré SO 42 P (Siemens)		Quartz (formule : Fréquence	
Circuit intégré ZN 414 (Ferranti)		d'émission - 455 kHz, 3 ^e harmonique)	1
Filtre FI jaune avec condensateur incorporé (7 x 7 mm)		Caractéristiques des bobines/condensateurs	
Bobine d'arrêt d'environ 10 μ H		Gamme	Bobine
Condensateur de 10 nF			Condensateur
Condensateur de 100 nF		27 MHz	2K218
Condensateur au tantale 2,2 μ F	1	35 MHz	2K248
Condensateur céramique 10 pF	2		
Condensateur céramique 47 pF	1		
Résistance 470 ohms	1	40 MHz	2K241
Résistance 1 kohms	1		
Résistance 4,7 kohms	1		
Résistance 100 khoms	1	72 MHz	2K256
En fonction de la résistance :			
Bobine TOKO 2K...	1		
Condensateur correspondant	1		

20 pF (bande CiBi)
20 pF (Télé-
commande avions
en RFA)
15 pF
Télécommande
en général)
20 pF (Radio-
communications :
police, pompiers,
amateurs, etc.)

4.1 Récepteur AM pour 27, 35, 40 et 72 MHz

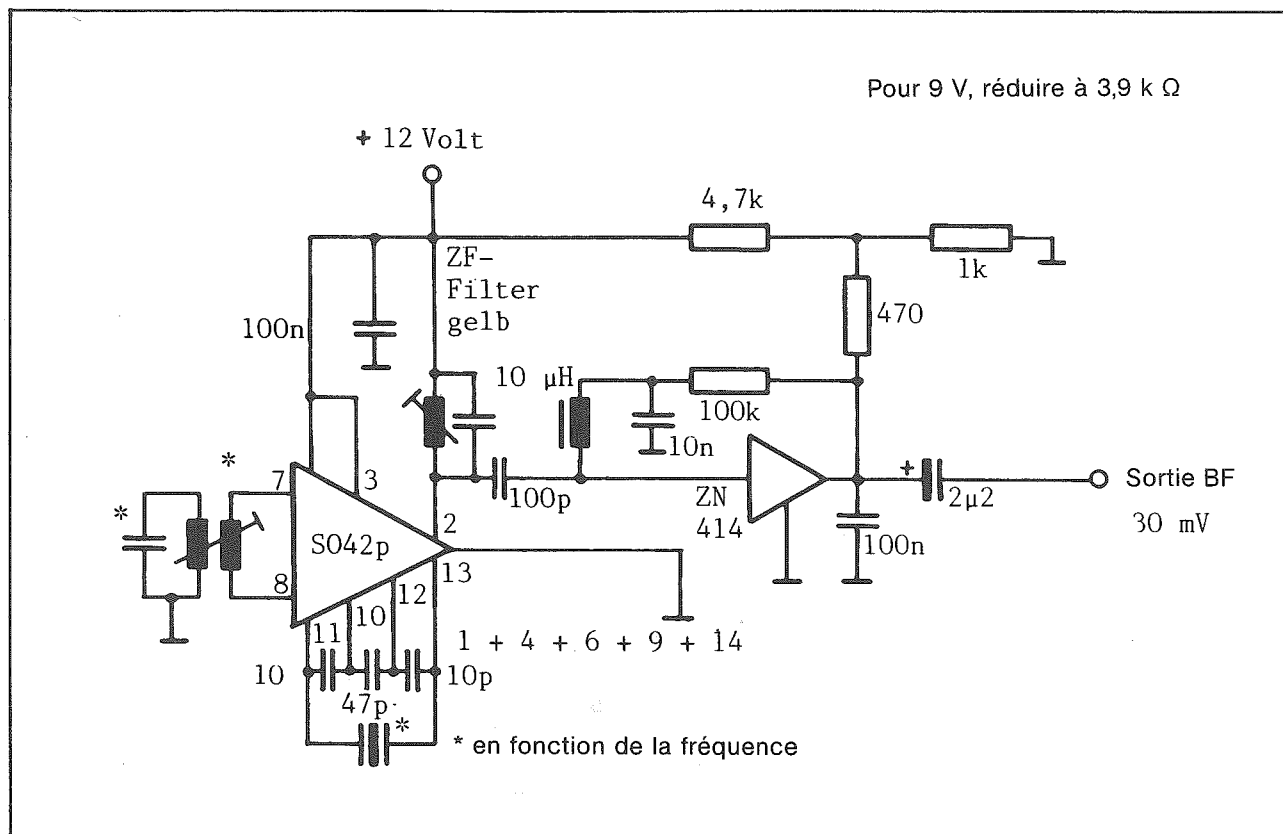


Fig. 1 : Schéma

4.1 Récepteur AM pour 27, 35, 40 et 72 MHz

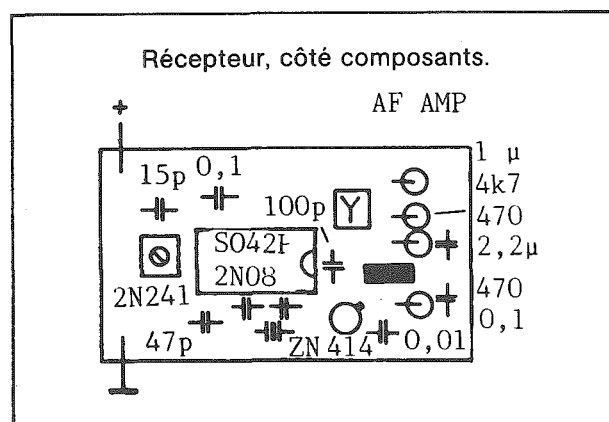


Fig. 3 : Plan d'implantation

4.1 Récepteur AM pour 27, 35, 40 et 72 MHz

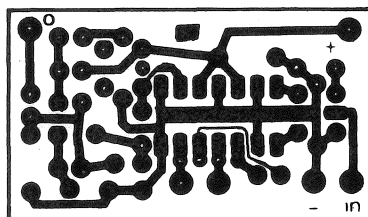


Fig.2 : Circuit imprimé

5/4.2

Mini-récepteur FM

Depuis que les radios “libres” se sont répandues, les récepteurs FM (à modulation de fréquence) connaissent un succès sans précédent. Il est vrai que cette technique de modulation et d’émission radio, permet avec des moyens relativement limités de transmettre facilement un programme de qualité sonore tout-à-fait acceptable (souvent supérieure aux modulations d’amplitude).

Le mini-récepteur FM que nous vous proposons de réaliser n’est pas remarquable par ses qualités d’écoute sonore, loin s’en faut. Par contre il se distingue par la très petite quantité de composants nécessaire pour le construire, et son très faible encombrement, qui permet de le loger un peu n’importe où. Sa simplicité de conception vous permettra de prendre un premier contact avec les récepteurs et de vous familiariser avec leur fonctionnement.

Principe de fonctionnement

On peut distinguer trois fonctions distinctes dans le schéma, organisée chacune autour d’un composant actif (Fig. 3).

Etage de réception

Organisé autour du transistor à effet de champ BF246, il se décompose en un oscilla-

teur à fréquence variable et un étage à super contre-réaction.

L’oscillateur RLC utilise en guise de selfs des pistes dessinées directement sur le circuit imprimé. Ce type de piste est couramment appelée “une grecque”; elle permet de réaliser à moindre coût une self de faible valeur et de tolérance élevée. La valeur de la self ainsi réalisée varie avec la forme de la piste, les longueurs en regard, l’épaisseur des pistes et la distance qui les sépare. C’est la partie délicate de la réalisation de ce montage.

La variation de fréquence d’accord de l’oscillateur local est réalisée par la diode à capacité variable OF643. Dans certains montages, l’on utilise un condensateur variable à air (ou à ailettes). Ici c’est une “varicap” qui est utilisée. Le propre de ce composant est de posséder une capacité dont la valeur varie en fonction de la tension qu’il supporte. Cette variation est de l’ordre de quelques picofarads et est directement proportionnelle à la tension (Fig. 1). En utilisant un potentiomètre comme pont diviseur sur l’alimentation, on fait varier la tension de commande de la varicap, donc la valeur de sa capacité et la fréquence de l’oscillateur.

Le signal résultant à la sortie du transistor à effet de champ est filtré de façon à obtenir un signal audio-fréquence relativement propre

4.2 Mini-récepteur FM

Caractéristiques principales de la VARICAP OF643

Tension inverse continue	V_R	max	28	V
Courant inverse ($V_R = 28$ V)	I_R		<10	nA
Capacité diode ($f = 500$ KHz)				
$V_R = 25$ V	C_d		>2,0	pF
			<2,3	pF
Rapport des capacités ($f = 500$ KHz).	C_d ($V_R = 3$ V)		>4,8	
	C_d ($V_R = 25$ V)		<5,8	
Résistance série ($f = 470$ MHz)				
à V_R telle que $C_d = 9$ pF	r_D	$\frac{V}{\Omega}$	<0,8	Ω

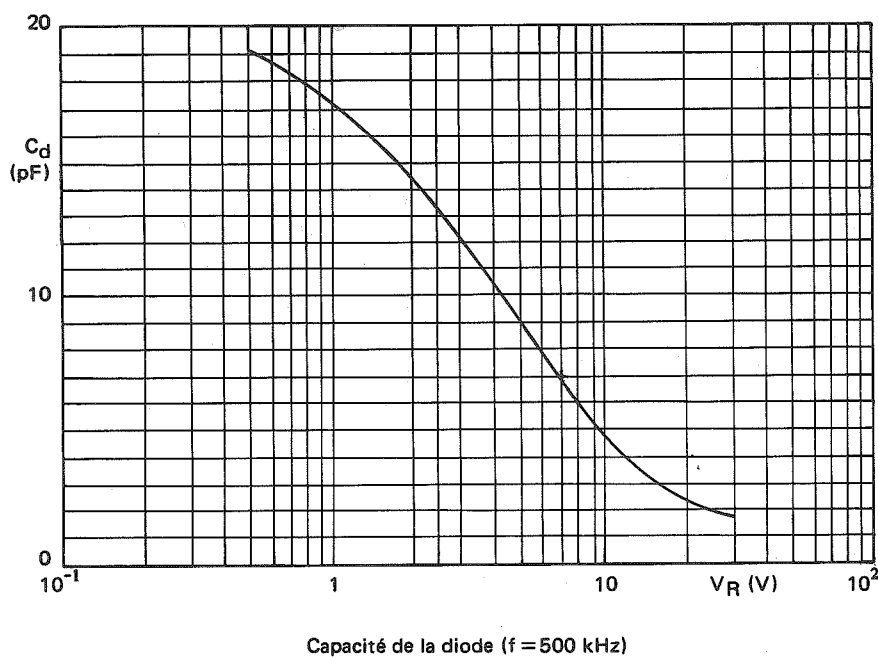


Fig. 1 : Courbe des caractéristiques d'une varicap OF643

avant d'attaquer un étage de préamplification.

Etage de préamplification

Le rôle de cet étage est très limité ; le transistor NPN BC337 amplifie plusieurs milliers de fois le signal audio-fréquence fourni par

l'étage de réception. Le filtre de sortie limite le ronflement du signal avant qu'il n'attaque l'étage d'amplification.

Etage d'amplification

L'utilisation d'un amplificateur opérationnel LM324 (à alimentation monotension) per-

4.2 Mini-récepteur FM

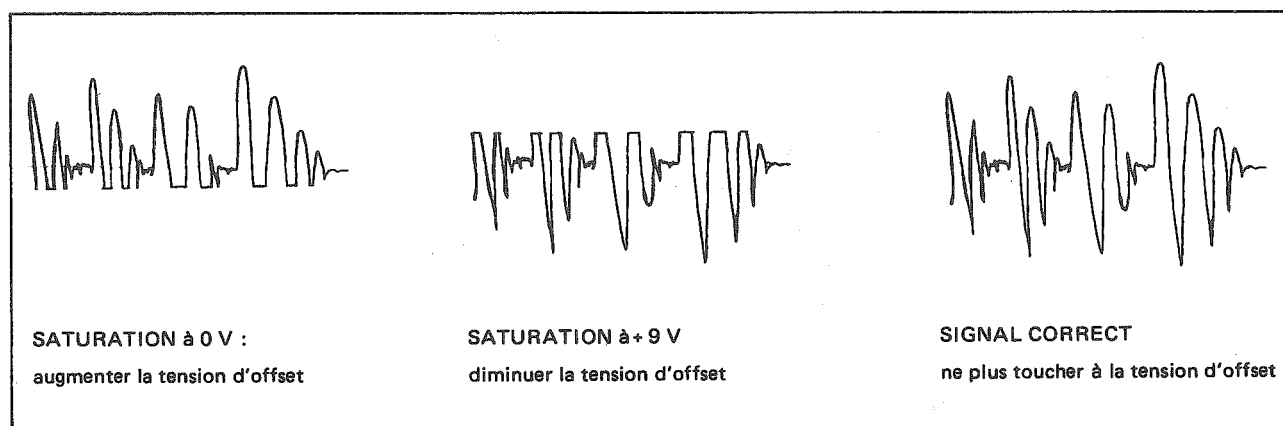


Fig. 2 : Réglage de la tension d'offset de l'amplificateur

met de réaliser très simplement une amplification importante en tension et en courant du signal.

Le fait que ce circuit intégré comporte plusieurs ampli-op permet de connecter très facilement deux écouteurs piézo-électriques en sortie sans aucun problème de charge. Ces ampli-op sont montés le plus simplement du monde en amplificateur. Le gain de cet étage est égal au rapport de la résistance de contre-réaction par la résistance de tête. Les entrées positives des amplis doivent être polarisées correctement pour éviter la saturation; le réglage est assuré par l'intermédiaire du potentiomètre P2. Le montage a été prévu pour une amplification constante, mais il est possible de substituer à l'une de ces résistances, une résistance variable (potentiomètre). Sur la sortie il est prévu de connecter deux écouteurs piézo haute impédance, mais il est également possible d'attaquer un amplificateur de puissance (chaîne stéréo par exemple).

Réglage du poste

Positionner le potentiomètre P1 à mi-course,

brancher une sonde d'oscilloscope sur l'une des sorties du récepteur, faire varier P2 jusqu'à ce que le signal visualisé ne soit plus saturé (Fig. 2). Rechercher alors l'accord sur la longueur d'onde désirée en tournant le potentiomètre P1.

Remarques

Ce poste fonctionne généralement sans problème; il faut toutefois apporter un soin tout particulier à la réalisation du circuit imprimé et tout spécialement de la "grecque". Quand l'oscillateur ne fonctionne pas, dans 90 % des cas c'est parce que cette self est mal réalisée. Si la largeur entre les pistes de la grecque est insuffisante, il est possible d'y remédier en reprenant à la fraise à main cette partie du circuit.

La valeur des résistances R12 et R13 peut être modifiée pour changer l'amplification du LM324 (surtout pour éviter l'écrêtage dû à une sur-amplification).

Les condensateurs C9 et C10 sont facultatifs, ils permettent de diminuer le ronflement sur les écouteurs piézo.

4.2 Mini-récepteur FM

Liste des composants

T1	Transistors effet de champ	BF246
T2	Transistor NPN	BC337
IC1	Amplificateur opérationnel	LM324
C1,C2,C6,C7	Condensateur non polarisé	2,2nF 15V
C3,C4	Condensateur non polarisé	10nF 15V
C5	Condensateur non polarisé	0,1 μ F 15V
C8	Condensateur tantale	1 μ F 15V
C9,C10	Condensateur non polarisé	2,2nF 15V
P1	Potentiomètre	10 kOhm 1/4W
P2	Potentiomètre	4,7 kOhm 1/4W
R1	Résistance 1/4W	47 kOhm
R2	Résistance 1/4W	100 Ohm
R3	Résistance 1/4W	3,3 kOhm
R4	Résistance 1/4W	1,5 kOhm
R5	Résistance 1/4W	1 MOhm
R6,R7	Résistance 1/4W	10 kOhm
R8,R9	Résistance 1/4W	2,2 kOhm
R10,R11	Résistance 1/4W	1,2 kOhm
R12,R13	Résistance 1/4W	330 kOhm

4.2 Mini-récepteur FM

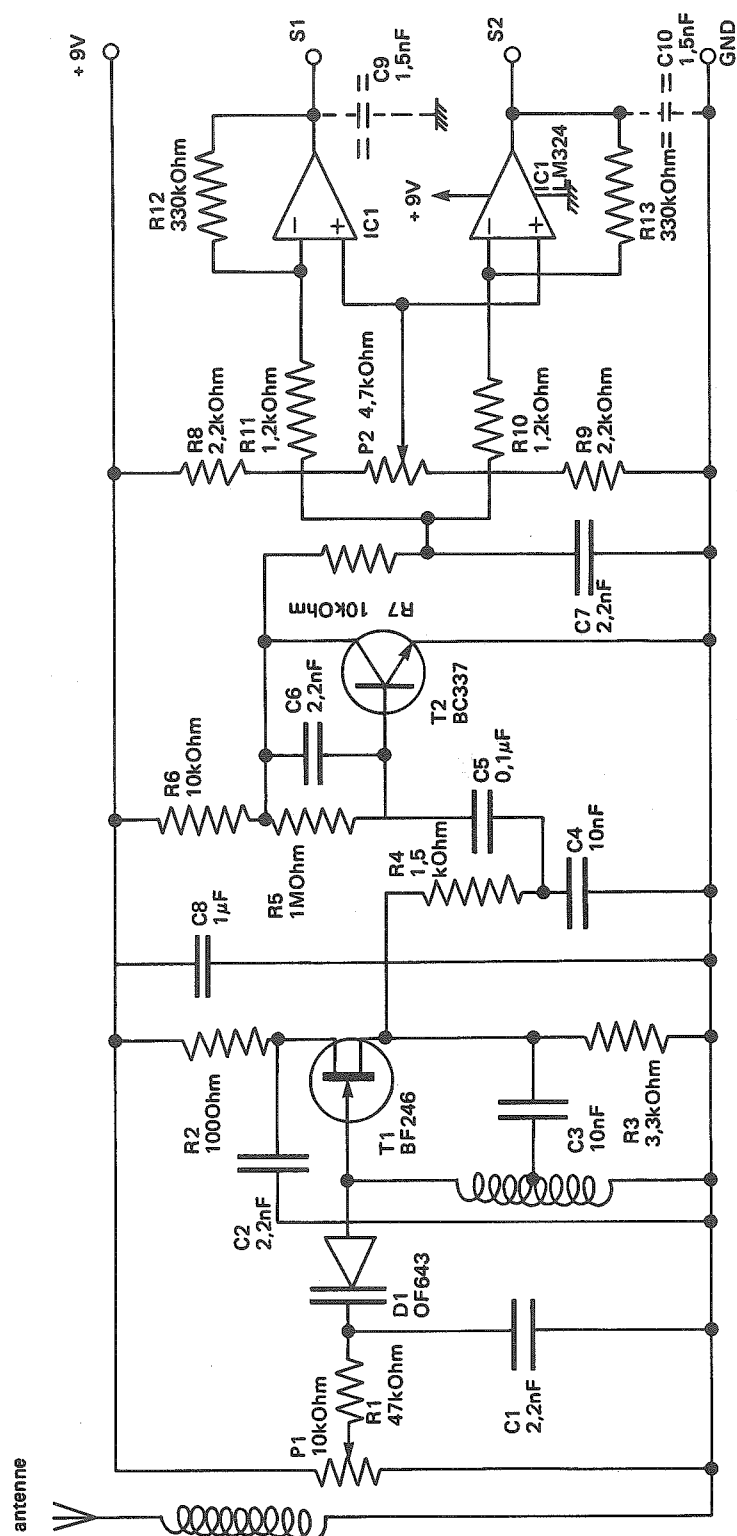


Fig. 3 : Schéma du mini récepteur FM

4.2 Mini-récepteur FM

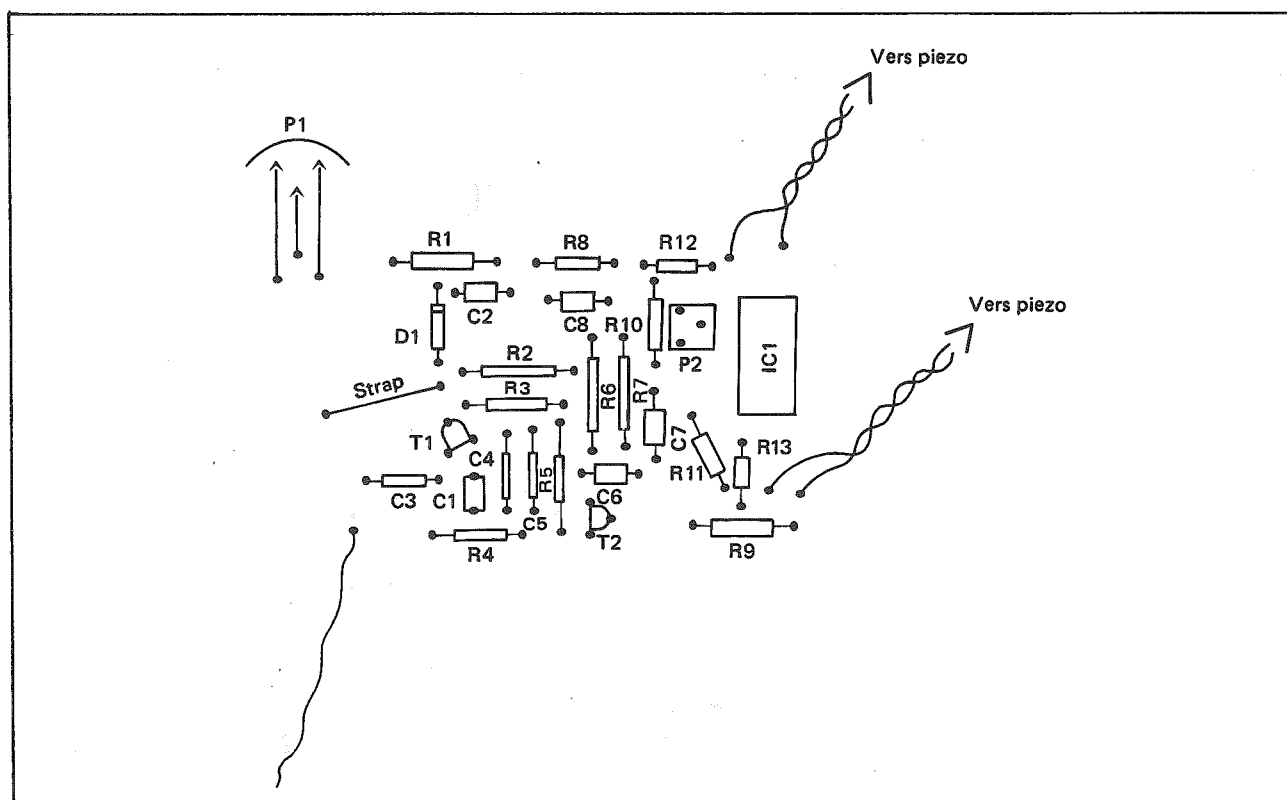


Fig. 5 : Implantation

4.2 Mini-récepteur FM

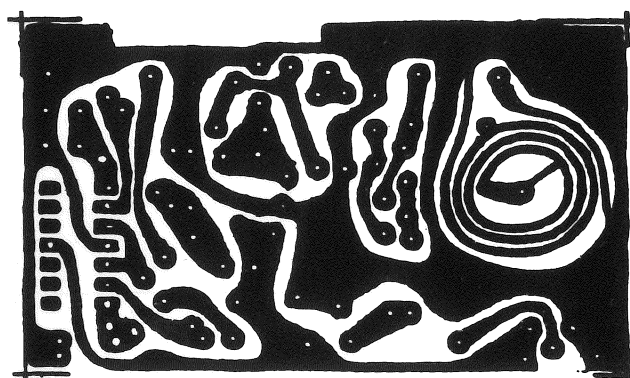


Fig. 4 : Circuit imprimé du mini-récepteur FM

5/4.3

Récepteur FM miniature monochip

Signetics est fabricant d'un circuit de commutation intéressant qui consiste en un récepteur FM (à modulation de fréquence) complet sur un seul « chip ». Pour construire une mini radio à ondes ultracourtes (OTC), seuls quelques éléments supplémentaires sont à ajouter, la réalisation du récepteur restant malgré tout abordable compte tenu du coût relativement faible des composants utilisés. Les circuits suivants peuvent être montés dans différents boîtiers, ce qui les rend à cet égard intéressants dans le domaine expérimental.

Le circuit intégré

Le circuit intégré TDA 7000 comprend tous les étages nécessaires à la réalisation d'un récepteur de radiodiffusion FM. A la sortie, le signal AF (audiofréquence) détecté avec une bonne qualité de son ($k_s = 0,7\%$) et un niveau de 75 mV à 22 KOhm est disponible. De ce fait, il ne reste plus qu'à y brancher un casque téléphonique ou un amplificateur de haut-parleur.

Le réglage se fait uniquement avec le circuit oscillant, éventuellement par le biais d'un réglage d'un condensateur variable ou d'une « Varicap ». Le montage externe le plus répandu consiste à utiliser uniquement des condensateurs de faible capacité (plusieurs couches de céramique) si bien que le montage ne pose aucune difficulté. La gamme de fonctionne-

ment du récepteur, obtenue expérimentalement, s'étend de 1,5 à au moins 110 MHz. Une application pour des fréquences supérieures aux bandes OTC n'est pas encore testée.

Traitement du signal

D'après le plan de câblage de la figure 3, le signal d'antenne (antenne tige ou dièdre) arrive, en passant par un condensateur de couplage et une inductance en parallèle (inductance imprimée : « grecque »), sur les entrées de l'étage mélangeur (à double symétrie) dans lequel le signal d'entrée et le signal oscillant sont mixés et déplacés sur une fréquence intermédiaire FI de 70 kHz. Après le mélangeur, viennent les étages de l'amplificateur - ZI, consistant en un passe-bas RC avec une fréquence limite d'environ 100 kHz. Le dernier étage tient lieu de limiteur et agit sur le détecteur qui travaille en quadrature. Ce détecteur débite la tension AF (audiofréquence).

Le signal de sortie d'un second déphaseur, monté à la suite du premier, est mixé avec le signal FI, si bien que cet étage travaille comme un corrélateur à la sortie duquel une information est disponible, permettant ainsi une indication sur le réglage du récepteur, l'appréciation de la réception et la présence d'un émetteur. Ce signal sert à l'alimentation d'un circuit de silence (mute), lequel est relié par un

4.3 Récepteur FM miniature monochip

couplage lâche à un générateur de bruit du signal d'entrée, ce qui permet d'atteindre un réglage égal à celui d'une radio normale.

A partir du signal AF, l'oscillateur est ensuite réglé en fréquence par la diode capacitive, ce qui provoque d'une part une fonction AFC et d'autre part une diminution souhaitée des sauts

de fréquence. De cette façon, les sauts d'émission $\pm 7,5$ kHz sont détectés sans problème et un taux de distorsion de $k_s = 0,7\%$ n'est pas franchi. La compression de largeur de bande se chiffre dans le cas du TDA 7000 à $K = 5$, la largeur de bande FI est d'environ ± 15 kHz.

Liste des composants

Position	Désignation	Type/Valeur	Observation
IC1	CI radio FM monochip	TDA 7000	
T1*	Transistor PNP	BC 558	
D1*	Diode Varicap	BB 809	
R1	Résistance	226	couche carb. 0,25 W 5%
R2*	Résistance	10k	couche carb. 0,25 W 5%
R3*	Résistance	300k	couche carb. 0,25 W 5%
R4*	Résistance	1k5	couche carb. 0,25 W 5%
R5*	Résistance	100k	couche carb. 0,25 W 5%
R6*	Résistance	82k	couche carb. 0,25 W 5%
R7*	Résistance	5k6	couche carb. 0,25 W 5%
R8*	Potentiomètre	100 k	Log.
C1,17	Condensateur	39 p	Céramique
C2	Condensateur	47 p	
C3	Condensateur	2n2	
C4	Condensateur	150 p	
C5*, 10*			
21*	Condensateur	3n3	
C6,8	Condensateur	330 p	
C7	100 n		
C9	Condensateur	220 p	
C11	Condensateur	180 p	
C12	Condensateur	22 p	
C13, 20	150 n		
C14	Condensateur	22 n	
C15*, 16*			
22*	Condensateur	10 n	
C 18	Condensateur variable	10... 140 p	
C19	Condensateur	1n8	

* Uniquement dans la deuxième version du montage (réglage automatique).

4.3 Récepteur FM miniature monochip

Exemples d'applications

VALVO a réalisé deux montages d'application concernant la conception d'une partie du récepteur FM-OTC.

La 1^{re} version prévoit l'utilisation d'un réglage - condensateur variable C1 (VARCO : TOKO N° 2A-15BT-R01). Pour cette version, nous utilisons une gamme de tension d'alimentation située entre 2,7 V et 10 V.

La 2^e version consiste en un réglage électronique à l'aide d'une diode VARICAP BB 809 avec, sur la platine, la présence d'une stabilisation de la tension de réglage. Pour ce mon-

tage, il est prévu une tension d'alimentation comprise entre 2,7 V et 4,5 V.

Les deux montages sont réalisés sur une plaque de circuit imprimé. Pour la bande OTC 87,5 à 108 MHz, une bobine oscillatrice L2 = 56 nH (3,5 spires, TOKO N° 514 HNE 150 013 S13) est choisie. La bobine d'entrée L1 (grecque) ainsi que les deux condensateurs peuvent être supprimés si un couplage de capacités pures d'une antenne à forte impédance est utilisée ou si une autre bande de fréquence de réception est choisie. Ensuite évidemment les données d'oscillation sont adaptées à la gamme de fréquence souhaitée.

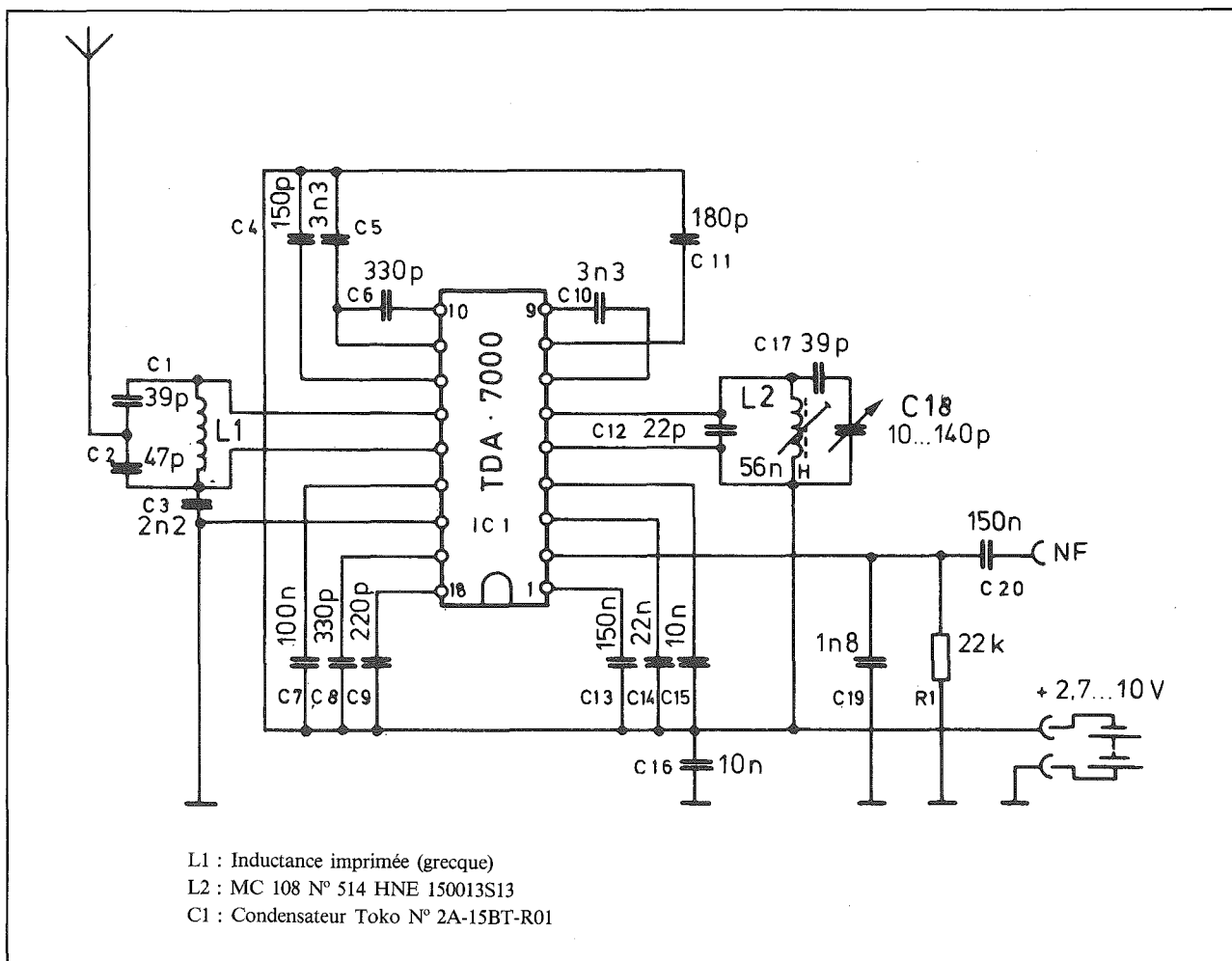
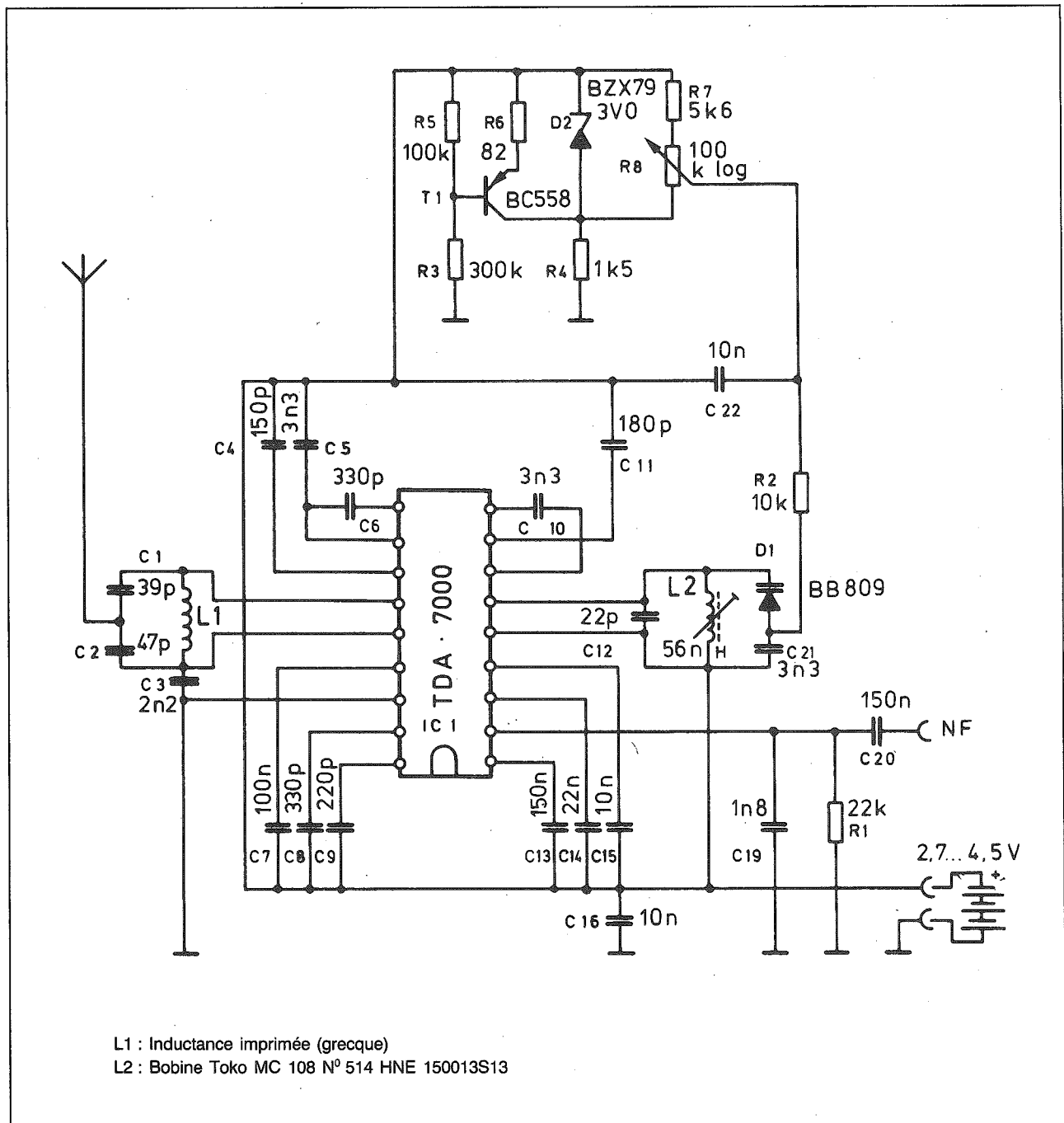


Fig. 1 : 1^{re} version du montage avec condensateur variable

4.3 Récepteur FM miniature monochip

Fig. 2 : 2^e version du montage avec réglage électronique

4.3 Récepteur FM miniature monochip

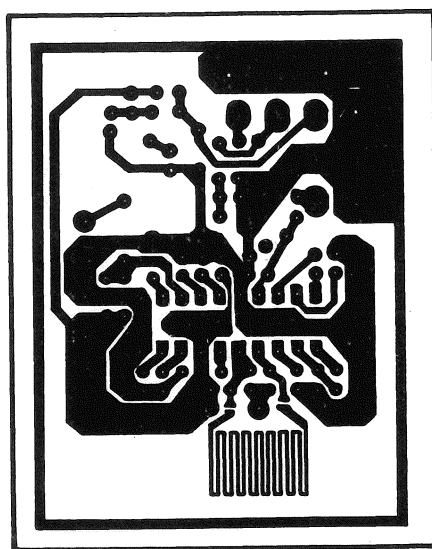


Fig. 5 : Circuit imprimé (côté soudure)

4.3 Récepteur FM miniature monochip

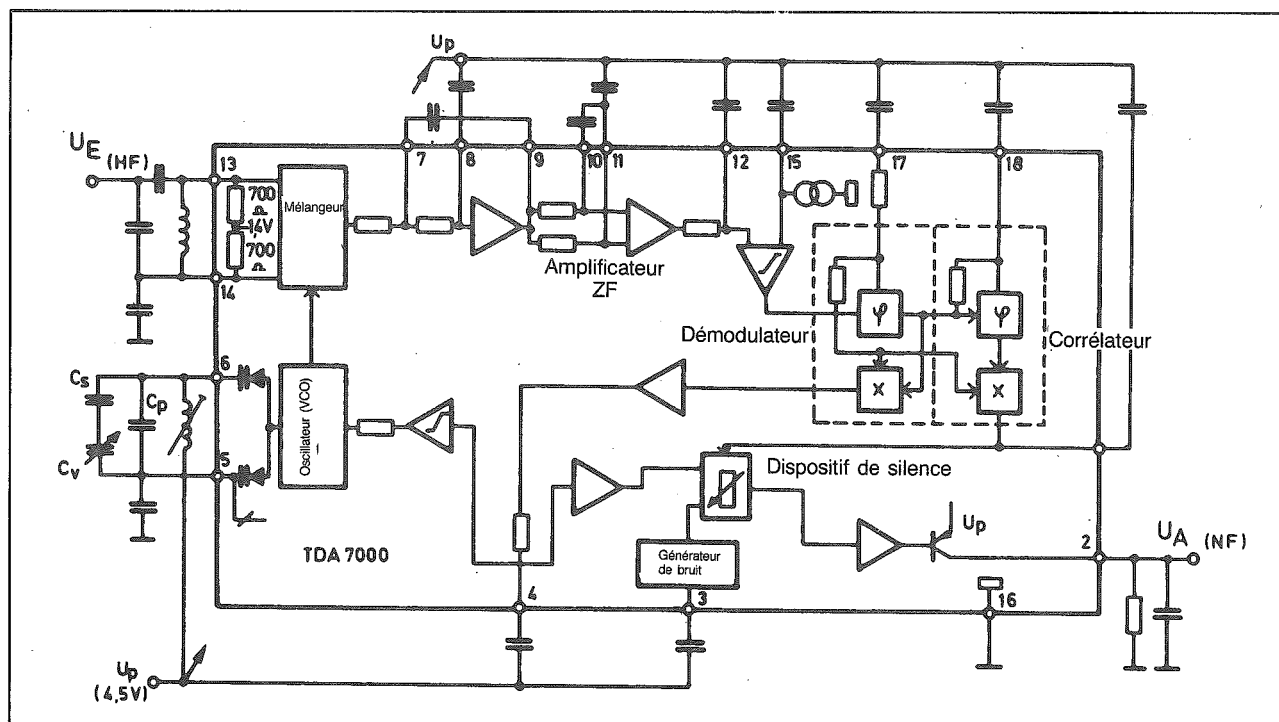


Fig. 3 : Plan de câblage

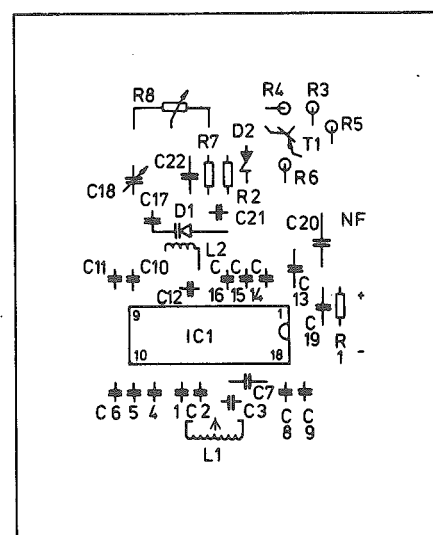


Fig. 4 : Plan d'implantation

5/4.4

Casque stéréo à infrarouges sans fil

Pour tout mélomane invétéré désirant écouter son morceau préféré à pleine puissance à 3 heures du matin, un casque d'écoute est indispensable. Cependant, la présence du câble peut s'avérer gênante pour se déplacer. Si l'on oublie volontiers la présence du casque sur la tête, il est en revanche indispensable de ne pas oublier le câble lors d'un déplacement car dans le cas d'un modèle bon marché, le cordon du casque ou même le casque entier serait endommagé et dans le cas d'un modèle plus sophistiqué où le conducteur d'amenée se compose d'un fil d'acier, toute l'installation stéréo pourrait alors être abîmée en tombant par exemple d'une étagère.

Nous serions tentés de penser que le « walkman » est la solution. Nous pourrions imaginer mieux encore : une transmission sans fil entre une installation stéréo et le casque qui offrirait davantage de souplesse d'utilisation et une meilleure qualité de son qu'un « walkman ». Néanmoins, ce procédé serait subordonné à la législation en vigueur sur les transmissions HF avec ou sans fil.

Il existe d'autres possibilités de transmission sans fil que la radiodiffusion, comme par exemple la lumière, également soumises à la législation dès qu'elles dépassent les limites d'une zone déterminée. Qui penserait en effet aujourd'hui brancher son installation stéréo

à un lampadaire et son casque à un photoélément ; physiquement, ce principe n'est pas aussi farfelu qu'il y paraît, seuls les points suivants s'opposent à une telle réalisation : d'une part des lampes à incandescence sont trop inertes pour la transmission de basses fréquences (même une fréquence de 50 Hz est trop élevée) et d'autre part un filament à incandescence est trop incandescent pour permettre une variation de luminosité plus rapide.

En revanche, les diodes lumineuses travaillant presque entièrement sans inertie sont remarquables. Compte tenu que leur rendement est bien meilleur et qu'également les récepteurs lumineux appropriés sont les plus sensibles, les diodes lumineuses à infrarouges sont spécialement recommandées. Nos yeux ne pouvant pas percevoir les ondes infrarouges, le phénomène physique perd évidemment son côté spectaculaire. Cependant pour le fonctionnement du montage, ceci ne fait aucune différence.

Avec les diodes à infrarouges qui sont modulées directement avec le signal musical basse fréquence, une voie de transmission sans fil est déjà disponible. Certes, celle-ci serait très sensible à la lumière parasite (non seulement la lumière solaire mais encore la lumière artificielle contiennent une forte part d'infrarouges) ce qui provoque des bruits et des

4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

ronflements parasites. Les amateurs de radio-diffusion ont-ils donc encore une chance ? : on applique une haute fréquence porteuse, par exemple 100 KHz, celle-ci, modulée avec la basse fréquence, est transmise aux diodes à infrarouges, minimisant une première fois les effets des parasites infrarouges de faible fréquence. En appliquant en outre une modulation de fréquence (FM) comme dans la radiodiffusion OTC (onde ultracourte), la qualité augmente davantage puisque la modulation de fréquence élimine à la fois les parasites et les bruits. Sa haute qualité de transmission est même reconnue par la radio-diffusion OTC.

Jusqu'à présent, nous n'avons parlé que d'un canal de transmission (mono) ; par contre, pour la stéréo, une deuxième voie de transmission est nécessaire. Ici aussi il est utile d'appliquer une fréquence porteuse : seule une seconde installation doit être ajoutée avec une autre fréquence porteuse suffisamment éloignée de la première pour ne pas l'influencer.

Notons aussi que les diodes à infrarouges n'émettent naturellement, après comme avant, que des ondes infrarouges, et donc pas les fréquences porteuses. Si celles-ci étaient émises, ceci générerait inutilement la radiodiffusion des grandes ondes ; ce qui le cas échéant serait en contradiction avec la législation. Un boîtier métallique blindé est donc conseillé pour l'émetteur.

L'industrie a normalisé les fréquences porteuses pour ces installations à infrarouges, ce qui permet de pouvoir combiner un émetteur et un récepteur de marques différentes. Il est conseillé d'ailleurs, dans le cas d'un montage personnel, de se conformer à ces normes. Pour une transmission mono, on applique une fréquence porteuse de 95 KHz. Les casques à infrarouges sans fil sont également utilisables sur les télévisions (mono). Pour une

transmission stéréo, la fréquence porteuse atteint 96 KHz dans le canal gauche et 250 KHz dans le droit.

Pour l'ensemble des deux canaux, un glissement maximal de fréquence est autorisé à concurrence de 50 KHz (assurant ainsi la sécurité), pour que les domaines de transmission soient encore assez éloignés l'un de l'autre à pleine puissance. Rappelons le principe fondamental de la modulation de fréquence : une fréquence porteuse (sans modulation fixe) varie au rythme du signal musical basse fréquence. Par conséquent, si on amène l'installation à une basse fréquence de 1 KHz, une fréquence porteuse augmente (alors que l'autre diminue) de 1 000 fois en une seconde. La valeur du glissement de fréquence détermine la grandeur du signal d'entrée.

La figure 1 montre l'émetteur d'une installation de transmission par infrarouges : un seul canal est représenté puisque le deuxième est parfaitement identique à l'exception de la fréquence porteuse et de deux valeurs d'un composant. Le signal musical basse fréquence de la sortie du casque de l'installation stéréo est conduit d'abord sur la branche RC (R1, C1), laquelle exerce la fonction de passe-haut et relève approximativement le niveau à partir de 2 KHz. Pour les sons inférieurs à 2 KHz, la combinaison des résistances R1/R2/R3 fait fonction d'un diviseur de tension fixe et simultanément d'un réglage-point de fonctionnement pour IC1. Celui-ci est un VCO (Voltage Controlled Oscillator : oscillateur à commande par tension) parfaitement intégré. La fréquence sortant de cet oscillateur est donc déterminée à partir de la tension d'entrée c'est-à-dire du signal basse fréquence. La modulation de fréquence souhaitée est ainsi obtenue.

Un équilibrage peut être réalisé avec P1 pour la fréquence porteuse (fréquence de l'oscillateur sans modulation) et avec P2 pour la

4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

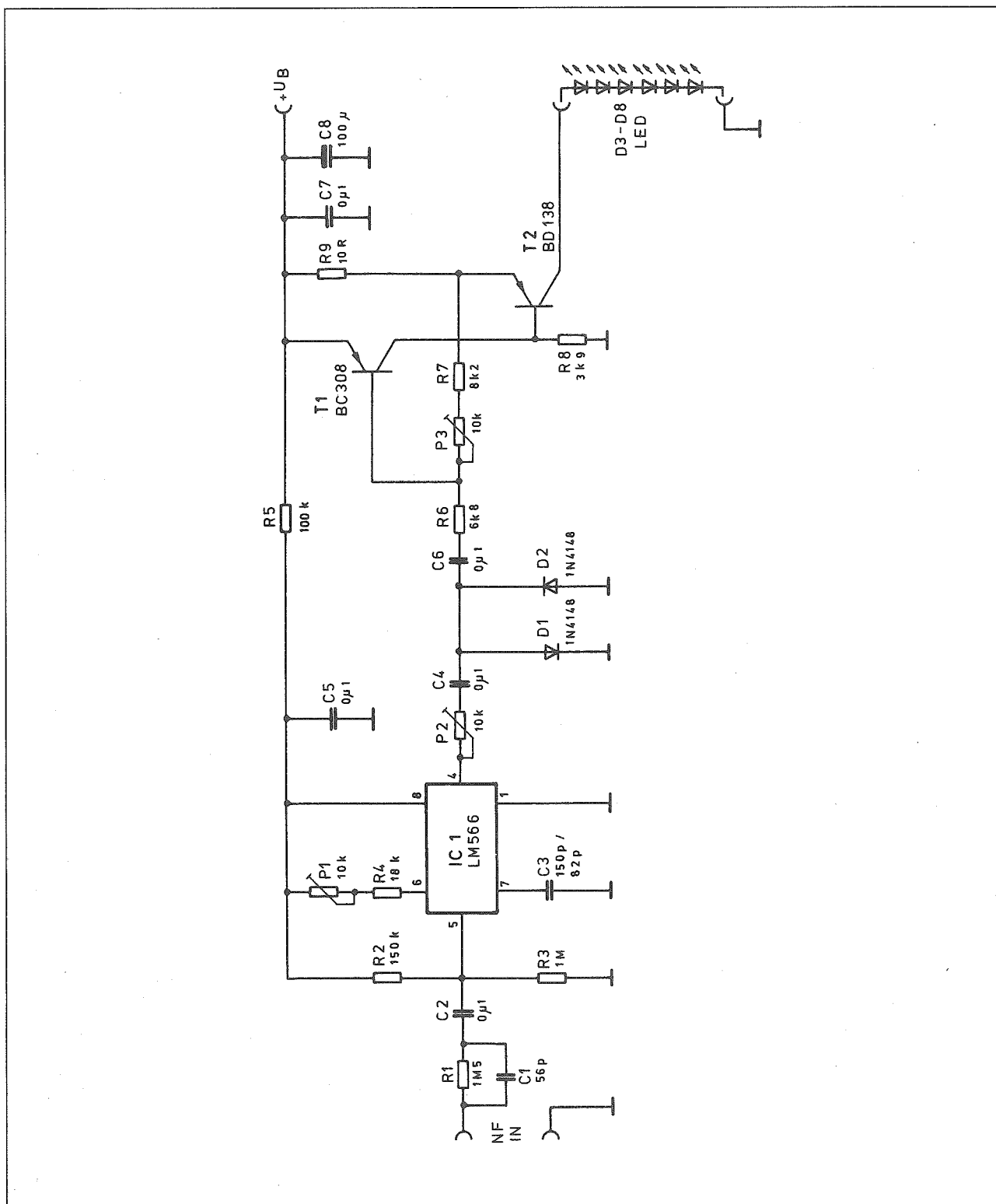


Fig. 1 : Schéma de montage d'un émetteur stéréo à infrarouges, un canal.

4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

Partie 5 : Modèles de montages

forme sinusoïdale du signal. Le VCO débite initialement non pas une tension sinusoïdale mais triangulaire. La forme sinusoïdale est par contre primordiale pour la voie de transmission car elle seule garantit l'absence d'harmonique susceptible de provoquer des parasites dans l'autre canal.

A l'aide de D1 et D2, le signal triangulaire du VCO s'arrondit de manière à avoisiner une forme sinusoïdale. Afin de s'en approcher le plus possible, on doit régler P2 tandis que la forme de la courbe du signal de sortie est contrôlée sur un oscillographe ou, si c'est impossible, on devra ajuster P2 ultérieurement à l'oreille.

T1 et T2 amplifient le signal en définitive jusqu'à ce que la chaîne de diodes à infrarouges D3... D8 puisse être commandée. P3 règle le point de fonctionnement de l'étage final si bien qu'un faible courant de repos peut en effet circuler (rendement plus élevé et charge plus faible des diodes à infrarouges), l'étage final n'écrite cependant pas encore, ce qui a le même effet qu'un mauvais réglage de P2. Par conséquent, ici aussi un oscillographe est recommandé pour le réglage.

Lors de la conception de l'émetteur, nous ne devons pas oublier le problème de refroidissement pour les diodes à infrarouges et les transistors T2 et T2'. Si le boîtier-transistor forme le bloc de refroidissement, alors des rondelles de mica et des raccords d'isolement doivent être utilisés lors du montage. Pour la version stéréo, l'alimentation se résume à un petit bloc d'alimentation secteur stabilisé avec une charge admissible de 12 à 15 V et 200 mA. La figure 2 propose une suggestion de montage.

Le récepteur de la figure 3 est beaucoup plus cher que l'émetteur. Il ne doit pas seulement recueillir et amplifier le signal infrarouge faible de l'émetteur mais aussi défiltrer et démo-

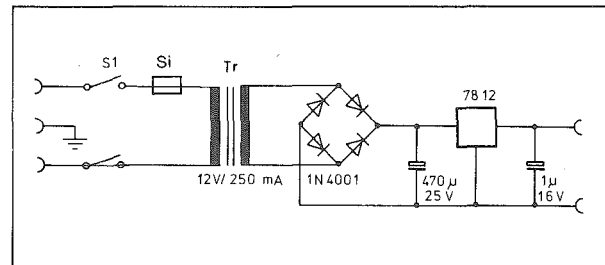


Fig. 2 : Suggestion de montage d'un bloc d'alimentation secteur.

duler les deux canaux c'est-à-dire que la basse fréquence récupère à nouveau de la fréquence porteuse modulée.

Ceci est particulièrement problématique lors d'une forte poussée de fréquence. Elle s'élève à + 52 KHz (avec 95 KHz) ; tandis qu'avec la radiodiffusion OTC, le glissement de fréquence utilisée atteint même + 75 KHz mais ceci compte tenu d'une fréquence porteuse de 100 MHz ! Le glissement de fréquence relatif atteint ici seulement 0,075 %. Même sur la fréquence intermédiaire FM normale de 10,7 MHz qui est utilisée dans un récepteur de radiodiffusion pour un post-traitement, le glissement relatif est de seulement 0,7 %.

Le fort glissement relatif ne pose aucun problème au niveau de l'émetteur. Il diminue même la stabilité de la fréquence porteuse et simplifie par conséquent la conception du VCO. Au niveau du récepteur, le fort glissement apporte en effet un grand produit de basse fréquence qui maintient faible la consommation d'amplification connectée jusqu'au casque, mais également des problèmes au niveau du filtrage et de la démodulation : d'une part, les filtres doivent séparer nettement l'une de l'autre les deux fréquences porteuses ; c'est pourquoi les deux canaux ne s'influencent pas réciproquement, ce qui non seulement amènerait une dégradation de l'affaiblissement de paradiaphonie mais aussi des distorsions. D'autre part, les filtres doivent si possible présenter dans la bande pas-

4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

sante souhaitée une courbe de transmission régulière car sinon même des distorsions apparaissent. Compte tenu d'un glissement de + 50 KHz et d'une différence entre les deux fréquences porteuses de seulement 155 KHz ceci est à réaliser avec de simples filtres LC. Ici des passe-bandes, composés de plusieurs filtres LC astucieusement « bricolés » sont vivement recommandés. Ceux-ci ne sont cependant parfaitement alignés qu'avec des moyens de mesure trop coûteux pour un montage d'amateurs.

Dans ce récepteur, des filtres-bobines classiques sont par conséquent exclusivement utilisés afin de limiter à environ + 20 KHz le glissement de fréquence possible avant l'apparition de distorsions. Ceci n'a cependant pas beaucoup d'effet : uniquement dans le cas d'une combinaison de ces récepteurs avec d'autres émetteurs à infrarouges, on doit justement considérer que l'on ne peut pas augmenter l'alimentation de l'émetteur autant que d'habitude. La haute amplification du casque garantit constamment un volume suffisant.

Voyons maintenant la description du montage proprement dit du récepteur à infrarouges. La lumière infrarouge est avant tout interceptée par une photodiode réceptrice infrarouge BPW 34 et à nouveau transformée en des oscillations électriques amplifiées ensuite à partir de T1 et T2 et amenées à des filtres Fi1 et Fi1'. Grâce à l'adjonction de C3 respectivement C3', elles sont réglées sur 95 et 250 KHz (sans C3 et C3', elles le seraient sur 455 KHz) et amènent les deux canaux séparément à IC1 et IC1'. Ces derniers sont les démodulateurs FM proprement dits qui retransforment le signal FM de fréquence porteuse en audiofréquence. Pour cela, ils ont besoin en effet des filtres Fi2/Fi2' qui améliorent encore simultanément la séparation des deux canaux.

A la broche 8, le démodulateur ICs est à la disposition de l'audiofréquence qui est amenée au régulateur de volume P1 via le passe-bas R6, C11 et le condensateur d'arrêt C12. R6 et C11 diminuent simultanément l'audiofréquence d'environ 2 KHz. La raison de cette mesure réside dans la caractéristique de la modulation de fréquence de rendre audible le souffle dans le cas d'un faible signal d'entrée (et chacun le sait de son récepteur de radio OTC) en particulier lorsque la tonalité est élevée. Cette manière de diminuer le souffle permet à l'ensemble de ne pas retentir sourdement ; ce qui serait naturellement le cas si l'on ne diminuait simplement que les aiguës ; celles-ci sont auparavant relevées en fonction de l'émetteur d'environ la même valeur (R1/C1) pour compenser l'affaiblissement ultérieur. C'est ainsi que seul le souffle est diminué. Cette astuce suppose que la partie aiguë dans le signal de basse fréquence est très inférieure à la partie de la fréquence plus grave. Avec une source musicale normale, c'est aussi le cas. Pour qui cependant tournerait déjà à fond le réglage des aiguës au niveau de l'amplificateur, cette réflexion s'impose : le passe-haut supplémentaire dans l'émetteur relève encore la fréquence déjà élevée provoquant ainsi une surmodulation du récepteur. Ça chuinte et retentit ensuite dans le casque et l'on doit alors réduire à nouveau au fur et à mesure soit le réglage des aiguës, soit l'alimentation générale.

Avec IC2, l'amplificateur du casque ne contient aucune particularité ; il s'agit d'un IC amplificateur de puissance basse fréquence tout à fait ordinaire pouvant faire fonctionner dans ce montage un casque de 4 à 2 000 ohms. On peut recevoir le volume maximal avec un casque de 30 à 300 ohms ; dans cette gamme se trouvent les impédances des casques « walkman » courants et utilisables dans le cas qui nous intéresse ici. Les

4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

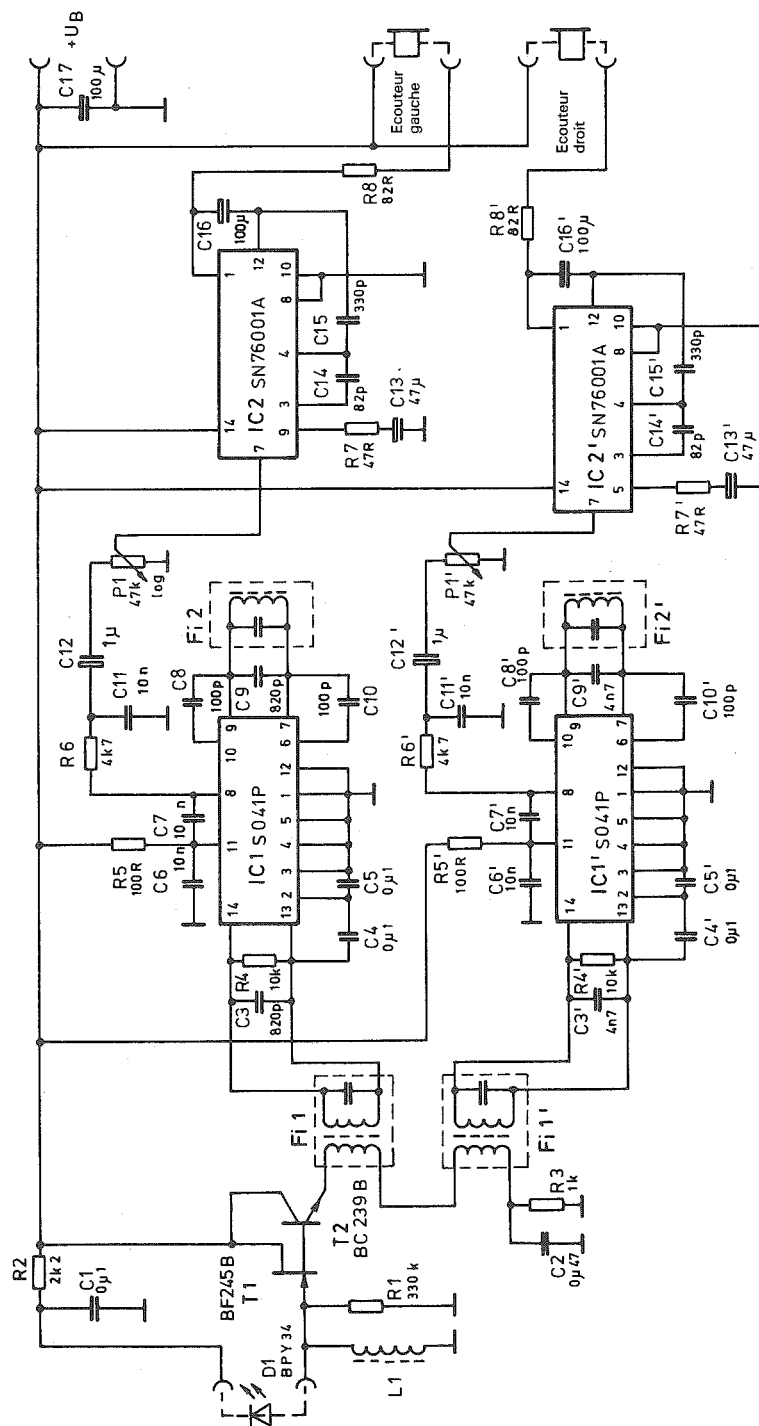


Fig. 3 : Schéma de montage d'un récepteur stéréo à infrarouges.

4.4 Casque stéréo à infrarouges sans fil

modèles bon marché ne sont cependant pas recommandés si l'on veut une reproduction Hifi.

On devrait concevoir le récepteur dans un boîtier métallique pour éviter des irradiations directes d'un puissant émetteur de radiodiffusion-grandes ondes. L1 remplit encore une fonction particulière qui consiste à stabiliser le point de fonctionnement de l'étage préliminaire avec T1 et T2, même avec une lumière ambiante vive. La conductivité de la diode infrarouge D1 croît avec l'éclairage ambiant et le courant continu circulant ainsi ne permet pas à T1 et T2 de remplir leur fonction convenablement. Une bobine présente une faible résistance pour une tension continue mais une élevée pour une tension alternative. L1 arrête donc promptement le courant continu arrivant de D1 sans pour autant influencer le signal utile de fréquence plus haute.

Si L1 a une valeur inadaptée, des problèmes peuvent apparaître : Si L1 est trop petite, le signal 95 KHz est influencé pour le canal gauche ; si elle est trop grande, dans le cas de fréquences de l'ordre de 250 KHz, la capacité entre les spires est effective et la résistance chute. La valeur indiquée dans la nomenclature (47 mH) s'avère, après essais, être la valeur d'inductance appropriée pour L1. Selon le modèle et les tolérances, des résonances propres (d'environ 50 KHz à 300 KHz) indésirées peuvent cependant se produire dans la gamme d'utilisation, amenant alors des distorsions. Par conséquent, si, après un réglage correct, l'écoute d'un canal est faible ou déformée, on devra démonter L1 pour essai. Si ensuite nous n'entendons plus rien, c'est qu'il fait trop clair dans la pièce et que le point de fonctionnement de T1 et T2 s'est décalé comme on l'a expliqué précédemment. Il faut donc obscurcir. Après ces deux manipulations, il ne doit plus y avoir de différence

d'écoute importante avec ou sans L1. Autrement, la bobine utilisée est inadaptée et devra être échangée contre un autre modèle.

Le récepteur fonctionne avec un accumulateur de 9 V valable environ 10 heures pour une utilisation normale. Des accumulateurs alcalin-manganèse durent trois à quatre fois plus longtemps ; la durée de vie de l'accumulateur diminuant si le volume est élevé.

Une ouverture dans le boîtier est prévue pour la photodiode ; on en utilise plusieurs placées sur les autres côtés du boîtier et montées parallèlement, les masquages (recouvrements-interférences) se trouvent ainsi amoindris et avec eux les distorsions lors d'importants déplacements dans la pièce.

Une prise jack stéréo 3,5 mm particulièrement pratique est utilisée, comme dans le cas d'un walkman, pour le casque. Il est recommandé d'installer une pince sur le récepteur pour que l'on puisse l'attacher à une ceinture ou à une poche de pantalon.

Réglage de l'émetteur à infrarouges stéréo

- 1 - Régler P3 et P3' sur la valeur minimale de résistance.
- 2 - Régler avec P1 sur 95 KHz la fréquence VCO sans modulation (fréquence porteuse) pour le canal gauche et avec P1' sur 250 KHz pour le canal droit. Si aucun compteur de fréquence n'est disponible, ce réglage peut attendre. Dans ce cas, les deux potentiomètres réglables doivent être sur la position médiane.
- 3 - Régler avec P2 et P2' la forme de la courbe du signal de sortie avec l'aide d'un oscilloscope avec le moins de déformations possible (voisine de la courbe sinusoïdale).
- 4 - Tourner P3 et respectivement P3' jusqu'à ce que l'étage final vienne exactement dans l'écrtage. Régler P3 et P3' juste en dessous

**4.4 Casque stéréo à infrarouges
sans fil**

de ces points. Dans ce cas la puissance d'émission est garantie.

Réglage du récepteur à infrarouges stéréo

Après avoir réglé l'émetteur et l'avoir mis en service :

1 - Régler respectivement Fi2 et Fi2' sur le volume de reproduction maximal et obtenir une reproduction aussi fidèle que possible.

2 - Régler Fi1 et Fi1' sur la sensibilité maximale. Eloigner et masquer l'émetteur de manière à ce que le souffle soit distinct puis régler sur le minimum de souffle.

3 - Si le signal du canal gauche déforme la reproduction du canal droit ou inversement : régler P1 resp. P1' de l'émetteur pour que la reproduction soit impeccable dans chaque canal. Reprendre ensuite le réglage du récepteur.

Pour un récepteur mono, tous les éléments marqués d'une apostrophe, à l'exception de R8', n'entrent pas en ligne de compte. Cette dernière est connectée comme R8 c'est-à-dire à la broche 1 de IC2.

4.4 Casque stéréo à infrarouges
sans fil

Nomenclature pour le récepteur à infrarouges stéréo

Repère	Désignation	Type	Remarque
IC1, IC1'	Démodulateur-FM	SO41P	*)
IC2, IC2'	Démodulateur-FM	SN76001A	
D1	Diode réceptrice à infrarouges	BPY 34	
T1	FET	BF245B	
T2	Transistor-NPN	BC239B	
P1, P1'	Potentiomètre	47k	
R1	Résistance	330k	
R2	Résistance	2k2	
R3	Résistance	1k	
R4, R4'	Résistance	10k	
R5, R5'	Résistance	100R	
R6, R6'	Résistance	4k7	
R7, R7'	Résistance	47R	
R8, R8'	Résistance	82R	
C1, C4	Condensateur	0,1 μ	log. Stéréo Couche de carbone 0,25W, 5 %
C4', C5	Condensateur	0,1 μ	
C5'	Condensateur	0,1 μ	
C2	Condensateur	0,47 μ	
C3	Condensateur	820p	
C3', C9'	Condensateur	4,7n	
C6, C6'	Condensateur	10n	
C7, C7'	Condensateur	10n	
C11, C11'	Condensateur	10n	
C8, C8'	Condensateur	100p	
C10, C10'	Condensateur	100p	japonais 455 kHz, 180p, 50k: 500
C12, C12'	Condensateur électrochimique	1 μ /25V	
C13, C13'	Condensateur électrochimique	47 μ /15V	
C14, C14'	Condensateur	82p	
C15, C15'	Condensateur	330p	
C16, C16'	Condensateur électrochimique	100 μ /16V	
C17	Condensateur électrochimique	100 μ /16V	
L1	Bobine	47mH	
Fi1, Fi1'	Filtre ZF	jaune	
Fi2, Fi2'	Filtre ZF	noir	japonais 455 kHz, 180p, 20k: 5k
	Prise casque stéréo	3,5mm	
	Pince-batterie pour batterie 9V		
	Bouton pour potentiomètre de volume		
	Boîtier, de préférence en matière blindée		
	Platine. Ne pas oublier l'ouverture pour les diodes réceptrices.		

*) Plusieurs diodes peuvent être montées parallèlement sur les différents côtés du boîtier. Ceci réduit la probabilité de distorsions dues au masquage.

4.4 Casque stéréo à infrarouges
sans fil

Nomenclature pour l'émetteur à infrarouges stéréo

Repère	Désignation	Type	Remarque
IC1, IC1'	VCO	LM 566	
D1, D1'			
D2, D2'	Diode	IN4148	
D3-D8			
D3'-D8'	Diode émettrice à infrarouges, diamètre 5 mm, avec bloc de refroidissement (par exemple bande d'aluminium, 150×10×1 mm, ou boîtier correspondant)		
T1, T1'	Transistor-PNP	BC 308	
T2, T2'	Transistor-PNP	BD 138	
P1, P1'	Résistance variable	10k	
P2, P2'	Résistance variable	10k	
P3, P3'	Résistance variable	10k	
R1, R1'	Résistance	1M5	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R2, R2'	Résistance	150k	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R3, R3'	Résistance	1M	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R4, R4'	Résistance	18k	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R5, R5'	Résistance	100k	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R6, R6'	Résistance	6k8	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R7, R7'	Résistance	8k2	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R8, R8'	Résistance	3k9	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
R9, R9'	Résistance	10R	Couche de carbone 0,25 W, 5 %
C1, C1'	Condensateur	56p	
C3	Condensateur	150p	
C3'	Condensateur	82p	
C2, C2'	Condensateur	0,1μ	
C4-C7	Condensateur	0,1μ	
C4'-C7'	Condensateur	0,1μ	
C8, C8'	Condensateur électrochimique	100μ/16V	
—	Platine *)		
—	Boîtier		
—	Bloc d'alimentation secteur stabilisé 12...15 V/200 mA		

Les éléments mentionnés avec une apostrophe sont valables pour le canal stéréo droit et peuvent être supprimés dans le cas d'un mono.

*) Vu les différentes possibilités de montage, ce dernier s'effectue sur une grille. Les dimensions de celle-ci et la disposition des éléments sont déterminées en fonction de l'encombrement du casque et du dispositif stéréo.