

R. BESSON

SCHÉMAS
d'
AMPLIFICATEURS

B. F. à TRANSISTORS

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

- ALIGNEMENT DES RECEPTEURS RADIO**, par **W. Sorokine**. — Circuits oscillants, bobinages, commande unique, anomalies, pratique de l'alignement.
128 pages, format 16-24 **600 fr.**
- AMELIORATION ET MODERNISATION DES RECEPTEURS**, par **A. Aisberg**. — L'art de redonner une nouvelle jeunesse aux vieux récepteurs.
96 pages, format 11-18 **100 fr.**
- APPAREILS TRANSISTORS**, par **H. Schreiber**. — Conception et réalisation pratique d'appareils de mesure, amplificateurs, récepteurs et dispositifs électroniques.
80 pages, format 16-24 **480 fr.**
- BASES DU DEPANNAGE**, par **W. Sorokine**. — Tout ce qu'un dépanneur doit savoir sur l'alimentation et l'amplification B.F.
Tome I : 328 p., format 16-24. **1.080 fr.**
Tome II : 287 p., format 16-24. **1.080 fr.**
- BLOCS D'ACCORD 54**, par **W. Sorokine**. — Toutes les données techniques des principaux blocs d'accord industriels. Schémas de branchement et procédure d'alignement.
32 pages, format 21-27 **240 fr.**
- LES BOBINAGES RADIO**, par **H. Gilloux**. — Etude théorique et pratique des bobinages d'un récepteur.
128 pages, format 21-27 **240 fr.**
- CARACTERISTIQUES OFFICIELLES DES LAMPES RADIO**. — Courbes et caractéristiques détaillées.
32 pages, format 21-27
Fascicule 3 (lampes Rimlock) **210 fr.**
Fascicule 4 (lampes miniatures) .. **210 fr.**
Fascicule 5 (tubes cathodiques) .. **210 fr.**
Fascicule 6 (lampes noval) **210 fr.**
Fascicule 7 (noval, 2^{me} série) **210 fr.**
Fascicule 8 (noval, 3^{me} série) **300 fr.**
- CIRCUITS ELECTRONIQUES**, par **J.-P. Ehmichen**. — La solution de tous les problèmes électroniques. Etude des signaux : production, transformation, mesure et utilisation.
256 pages, format 16-24 **1.200 fr.**
- LA CLEF DES DEPANNAGES**, par **E. Guyot**. — Cet ouvrage se compose d'une suite de pannes logiquement classées, avec le diagnostic correspondant et les remèdes à appliquer.
80 pages, format 13-22 **300 fr.**
- COURS FONDAMENTAL DE RADIOELECTRICITE PRACTIQUE**, publié sous la direction de **W.-L. Everitt**. — Ouvrage de chevet de l'étudiant spécialisé en radio, et du technicien qui veut compléter la lecture de « La Radio?... Mais c'est très simple ! »
366 pages, format 16-24 **1.080 fr.**
- DEPANNAGE DES POSTES DE MARQUE**, par **W. Sorokine**. — Une documentation pratique sur les pannes courantes des radiorécepteurs commerciaux.
160 pages, format 13-18 **240 fr.**
- DICTIONNAIRE RADIOTECHNIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS**, par **L. Gaudillat**. — Traduction de tous les termes et abréviations utilisés en électricité et radio-électricité. Unités anglaises et équivalences.
84 pages, format 13-18 **240 fr.**
- ELECTROACOUSTIQUE**, par **J. Jourdan**. — Tableau mural en couleurs donnant les valeurs et équivalences des décibels et les principales formules et abaques d'électroacoustique.
Format 50-65 **100 fr.**
- LES GENERATEURS B.F.**, par **F. Haas**. — Principe, construction et étalonnage.
64 pages, format 13-21 **180 fr.**
- GUIDE PRACTIQUE DE L'AUDITEUR RADIO**, par **U. Zeltstein**. — Le choix et l'installation d'un récepteur.
48 pages, format 13-21 **100 fr.**
- LABORATOIRE RADIO**, par **F. Haas**. — Tout ce qui concerne le laboratoire : sources de tension, instruments de mesure, voltmètres électroniques, oscillographes cathodiques, étalons d'impédance, etc.
180 pages, format 13-21 **360 fr.**
- LA RADIO?... MAIS C'EST TRES SIMPLE!** par **E. Aisberg**. — Le meilleur ouvrage d'initiation. Présenté sous forme de 20 causeries copieusement illustrées par des schémas et des dessins marginaux de H. Guillac, cet ouvrage classique traduit en plusieurs langues a enseigné la radio à plus d'un million de techniciens.
152 pages, format 18-23 **450 fr.**
- LA TELEVISION?... MAIS C'EST TRES SIMPLE!** par **E. Aisberg**. — Ce nouvel ouvrage présenté sous la même forme attrayante que celui qui le précède, explique d'une façon claire et amusante le fonctionnement de tous les appareils actuels de télévision.
168 pages, format 18-23 **600 fr.**
- LEXIQUE OFFICIEL DES LAMPES RADIO**, par **L. Gaudillat**. — Sous forme pratique et condensée, toutes les caractéristiques de service, les culottages et équivalences des lampes européennes et américaines.
88 pages, format 13-22 **300 fr.**
- MANUEL DE CONSTRUCTION RADIO**, par **J. Lafaye**. — Etude de la construction d'un châssis et du choix des pièces détachées.
96 pages, format 16-24 **180 fr.**
- MATHEMATIQUES POUR TECHNICIENS**, par **E. Aisberg**. — Cours complet d'arithmétique et algèbre destiné aux techniciens. Nombreux problèmes avec leurs solutions.
288 pages, format 15-26 **660 fr.**
- MESURES RADIO**, par **F. Haas**. — Ce livre est la suite logique du « Laboratoire Radio » du même auteur.
200 pages, format 13-21 **450 fr.**
- LE MULTI-TRACER**, par **H. Schreiber**. — Etude, construction et utilisation d'un appareil à dépanner (méthode de l'analyse néo-dynamique).
68 pages, format 16-24 **360 fr.**
- L'ONDIOLINE**, par **H. Jenny**. — Conception et réalisation d'un instrument de musique électronique. Cet ouvrage comporte une introduction de **E. Aisberg** décrivant le principe de la musique électronique.
36 pages, format 21-27 **360 fr.**
- L'OSCILLOGRAPHE AU TRAVAIL**, par **F. Haas**. — Méthodes de mesures et interprétation de 225 oscillogrammes originaux relevés par l'auteur.
224 pages, format 13-21 **750 fr.**
- 500 PANNES**, par **W. Sorokine**. — Etude pratique de 509 pannes types. Diagnostic et remèdes. Edition entièrement refondue.
244 pages, format 13-18 **600 fr.**
- PLANS DE TELECOMMANDE DE MODELES REDUITS**, par **Ch. Pépin**. — Schémas et plans d'émetteurs et récepteurs pour la commande à distance.
32 pages, format 21-27 **240 fr.**
- LA PRACTIQUE DE LA CONSTRUCTION RADIO**, par **E. Fréchet**. — L'ouvrage des jeunes techniciens ; étude des pièces détachées ; construction, câblage et alignement d'un récepteur.
80 pages, format 13-22 **360 fr.**

MAJORATION POUR FRAIS D'ENVOI : 10 % (minimum 50 fr.). Contre remboursement : supplément 100 fr.

R. BESSON

SCHÉMAS d' AMPLIFICATEURS B. F. A TRANSISTORS

Amplificateurs pour radio, pick-up,
prothèse auditive, classes A et B,
de 1 mW à 4 W

Préamplificateurs et amplificateurs à
haute fidélité

Interphone, magnétophone, flash
électronique, compteur de Geiger-
Muller, appareils de mesure

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

9, Rue Jacob - PARIS-6°

INTRODUCTION

Ce recueil contient 24 schémas d'amplificateurs à transistors et d'appareils qui s'en rapprochent.

Il décrit tous les *schémas de base* actuellement utilisés, depuis l'amplificateur de *prothèse auditive* qui délivre 1 mW en classe A, jusqu'aux *amplificateurs de puissance*, en classe B, qui fournissent 4 W. Les préamplificateurs et amplificateurs à *haute fidélité* sont largement représentés. L'ouvrage se termine par la description d'un *interphone*, d'un *magnétophone* et d'appareils tels que *flash électronique*, *compteur Geiger-Müller*, *voltmètres électroniques* et accessoires simples pour les essais ou pour le dépannage. Il ne s'agit certes pas d'amplificateurs B.F. à proprement parler, mais l'auteur a pensé que la description de ces appareils, très voisins comme technique de réalisation, intéresserait sûrement le lecteur.

Chaque description est complète de façon que sa réalisation ne donne pas lieu à des difficultés. Le schéma est analysé, afin d'en faire comprendre les particularités. Les caractéristiques des pièces spéciales sont données afin de pouvoir les reproduire, et les résultats à obtenir sont clairement indiqués.

Est-ce que cela veut dire qu'un amateur sans expérience ne risque aucun déboire ? La technique des transistors est nouvelle ; ces petits concurrents du tube électronique sont d'un emploi délicat, et il vaut mieux se familiariser avec leurs caractéristiques avant de prendre le fer à souder. Toutes les pièces détachées sont différentes, par leurs valeurs et leur volume ; les réalisations sont souvent miniaturisées et les couplages entre éléments existent toujours. C'est pourquoi il faut être familiarisé d'abord avec l'amplification B.F. à lampes, puis avec la technique de base des transistors, avant de songer à reproduire les schémas qui suivent.

Pour la technique B.F., de nombreux ouvrages existent ; il convient de citer entre autres :

— **Théorie et pratique de l'amplification B.F.** (du même auteur, aux *Editions Technique et Vulgarisation*) ;

— **Reproduction sonore à haute fidélité** (G.-A. Briggs, aux *Editions Radio*) ;

— **Les secrets de l'amplification à haute fidélité** (aux *Editions Radio*) ;

— **Schémas d'amplificateurs B.F.** (du même auteur, aux *Editions Radio*).

En ce qui concerne la technique des transistors il faut recommander :

— **Technique et applications des transistors** (H. Schreiber, aux *Editions Radio*) ;

— **Appareils à transistors** (H. Schreiber, aux *Editions Radio*).

Après cette initiation nécessaire, le lecteur pourra tirer profit du présent recueil de schémas, sans que des points d'interrogations se posent à son esprit. Il comprendra pourquoi il n'est pas donné, ici, de disposition des pièces sur un châssis. En effet, elles sont si petites, et les réalisations miniatures peuvent s'adapter à tant de problèmes à résoudre, que ce renseignement ne serait d'aucun secours.

Les schémas décrits ont été étudiés dans les laboratoires des principales firmes mondiales et ont donné lieu, pour certains, à des réalisations industrielles en grande série. C'est une garantie pour le lecteur de ne pas avoir à « essayer les plâtres » de l'imagination de l'auteur. Du reste, la *Société des Editions Radio* et l'auteur déclinent toute responsabilité quant à la couverture par des brevets de tout ou partie des schémas publiés, pour leur reproduction industrielle.

On trouve, en lisant les revues techniques, un grand nombre de schémas d'appareils à transistors. Il s'agit de la description de récepteurs ou d'amplificateurs construits, soit en France, soit à l'étranger, par des marques connues.

Or, la plupart du temps, le lecteur ne peut reproduire ces réalisations, car les types de transistors préconisés sont très différents et ne sont pas toujours disponibles chez son revendeur de pièces détachées. En effet, il existe à ce jour plus de 500 types de transistors, aux Etats-Unis, en Angleterre, en Allemagne et en France. Est-ce à dire que l'on peut donner tant de caractéristiques différentes à ce minuscule cristal de germanium ? C'est, tout simplement, qu'une normalisation n'est pas encore intervenue et que chaque fabricant « sort » sa gamme de transistors sous des dénominations différentes de celles du voisin.

L'auteur a donc été conduit à établir la concordance entre toutes ces appellations, afin d'adapter les schémas décrits aux transistors qui existent couramment en France. Ainsi, le lecteur se familiarisera vite avec les quelques types utilisés dans ce recueil et qu'il pourra se procurer. Il en est de même de toutes les pièces détachées dont les valeurs sont courantes. Une seule remarque est à faire au sujet des transformateurs qui n'existent pas tous en stock et qu'il faudra parfois faire bobiner sur commande.

Maintenant que le lecteur n'est plus surpris de voir le pôle positif de la pile d'alimentation réuni à la masse, les condensateurs électrolytiques « branchés à l'envers », les entrées d'étage à basse impédance et les sorties à haute impédance, on peut aller plus avant dans la description des pièces nécessaires pour les réalisations de ce recueil.

ÉLÉMENTS DES MONTAGES

Résistances.

Étant donné les faibles tensions d'alimentation, il est très rare qu'une résistance miniature de 1/10 ou 1/4 de W ne convienne pas. Si une puissance supérieure est exigée, c'est indiqué sur les schémas.

Les résistances miniatures et sub-miniatures à couche de carbone pyrolytique sont à préférer. Elles doivent être assez précises, c'est pourquoi on choisit la tolérance $\pm 5\%$ ou à la rigueur $\pm 10\%$ qui existent dans la gamme des valeurs allant de 10 Ω à 10 M Ω .

Les résistances de valeur inférieure à 10 Ω , au carbone, se trouvent difficilement, les fabricants n'ayant pas encore prévu des séries pour cet usage. De ce fait, il faut les remplacer par des résistances bobinées du plus petit volume possible.

Les résistances ajustables, qui règlent exactement le débit des transistors, sont des résistances bobinées munies d'un collier pouvant se déplacer, puis se fixer solidement une fois le réglage terminé. Elles doivent occuper un volume raisonnable. Si le lecteur ne peut se les procurer, il peut déterminer la valeur optimum en soudant des résistances au carbone en parallèle. Une fois cette valeur obtenue, les résistances d'essai sont remplacées par une résistance de la valeur ainsi déterminée.

Il ne faut pas être surpris des valeurs indiquées sur les schémas (47 Ω , 39 k Ω , 6,2 Ω) ; elles ne signifient pas qu'une extrême précision est exigée, mais elles sont conformes à la liste normalisée donnée ci-dessous. Ces valeurs standard sont en progression logarithmique en fonction de la tolérance. Il est inutile que deux valeurs voisines se recoupent par leurs tolérances, il faut qu'elles se succèdent :

Résistances à coefficient négatif de température (C.T.N. ou thermistances).

Ce sont des bâtonnets de céramique spéciale composée d'oxyde de fer, de bioxyde de titane, d'oxyde de nickel ou de cobalt. Ces résistances ont une valeur élevée à froid, qui diminue rapidement lorsque la température augmente. Elles sont utilisées pour régulariser le fonctionnement des

transistors en fonction de la température. Pour les caractériser, on donne leur valeur ohmique à 25° C et leur coefficient de température. Elles sont fabriquées par C.O.P.R.I.M., CICÉ, Carbone-Lorraine ou par la C.S.F.

Potentiomètres.

On choisit les modèles miniatures ou subminiatures au carbone pour les valeurs élevées et les modèles bobinés miniatures pour les faibles valeurs.

L'interrupteur peut être combiné avec le potentiomètre de volume sonore chaque fois que cela est possible.

Les courbes logarithmiques sont à préférer pour le volume et la courbe linéaire pour la tonalité, cela bien entendu pour les potentiomètres au carbone de forte valeur.

Il existe de petits boutons en nylon qui conviennent fort bien pour commander les potentiomètres ; ils sont robustes et ne tiennent pas de place.

Condensateurs.

La presque totalité des condensateurs utilisés dans les montages à transistors sont des condensateurs électrolytiques subminiatures à très forte capacité et prévus pour 3, 6 ou 12 V de tension de service. Les valeurs de capacité s'échelonnent de 10 à 1500 μ F, tolérance — 10 (ou — 20) + 100 %.

VALEURS NORMALISÉES DES RÉSISTANCES

Tolérance $\pm 5\%$	Tolérance $\pm 10\%$	Tolérance $\pm 20\%$	Tolérance $\pm 5\%$	Tolérance $\pm 10\%$	Tolérance $\pm 20\%$
10	10	10	33	33	33
11	—	—	36	—	—
12	12	—	39	39	—
13	—	—	43	—	—
15	15	15	47	47	47
16	—	—	51	—	—
18	18	—	56	56	—
20	—	—	62	—	—
22	22	22	68	68	68
24	—	—	75	—	—
27	27	—	82	82	—
30	—	—	91	—	—
			100	100	100

FABRICATIONS DE THOMSON-HOUSTON

CARACTÉRISTIQUES	2N189	2N191	11T1	13T1	15T1	2N186	2N187	2N188	2N186A	2N187A	2N188A
Limites absolues d'utilisation :											
Dissipation admissible au collecteur mW (à 25° C)	75	75	2,5W	2,5 W	2,5 W	75	75	75	180	180	180
Tension entre collecteur et base (V) et tension entre collecteur et émetteur	- 25	- 25	- 12	- 24	- 60	- 25	- 25	- 25	- 25	- 25	- 25
Tension entre émetteur et base (V)	- 5	- 5	- 6	- 12	- 30	- 5	- 5	- 5	- 5	- 5	- 5
Courant collecteur mA	50	50	1,5 A	1,5 A	1,5 A	200	200	200	200	200	200
Température de fonctionnement ° C	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60	-55 + 60
Fonctionnement en Push-Pull classe B :											
Tension d'alimentation du collecteur V	- 12	- 12	- 12	- 24	- 60	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12
Puissance de sortie max. (d = 5 %) mW			4 W	4 W	4 W	300	300	300	750	750	750
Impédance d'entrée Ω						1200	2000	2600	1200	2000	2600
Gain en courant			20 à 160	40 à 80	20 à 80	24	36	54	24	36	54
Gain min. en puissance pr 100 mW (dB)						28	30	32	28	30	32
Fonctionnement en classe A :											
Gain en puissance pour 50 mW (dB)									30	32	34
Impédance d'entrée base à émetteur Ω	1000	1800									
Gain en courant	24	54									
Courant émetteur mA	1	1									
Gain en puissance pour 1 mW (dB)	37	41									

La valeur indiquée sur les schémas est une valeur minimum qu'il ne faut pas réduire de plus de 20 % ; par contre cette valeur peut être augmentée sans inconvénient. Ces condensateurs sont munis de sorties par fil et se soudent dans le montage.

Les condensateurs des circuits de tonalité ou de faible valeur sont de préférence du type à film plastique au polystyrène, à cause de leur isolement très élevé et de leur faible volume. Ils peuvent, à la rigueur, être remplacés par des condensateurs isolés au papier.

Transformateurs.

Les schémas en B.F. sont souvent symétriques (push-pull classe B), à cause de la faible puissance fournie par les transistors utilisés seuls en classe A. Il est donc nécessaire de disposer de deux transformateurs : un pour le déphasage et l'attaque des « bases » et un pour la sortie.

Ces organes ne sont pas aussi gros et coûteux que dans le cas d'emploi des tubes. Eux aussi se sont miniaturisés. Le circuit magnétique est, soit en tôles au silicium

1,3 W de pertes au kg, soit en tôles au nickel à grande perméabilité. Les bobinages sont en fil fin, donc le volume et le prix de revient sont réduits. Les impédances sont données pour chaque réalisation de façon à pouvoir commander les transformateurs chez un bobinier spécialisé (**Audax, Musicalpha, Princeps**).

Transistors.

En France, les transistors sont fabriqués par **Thomson-Houston**, la **Radiotechnique** et la **C.S.F.** Les systèmes de symboles

employés par ces maisons sont différents, et les tableaux des pages 4 à 6 donnent les caractéristiques de ces modèles. Des caractéristiques plus détaillées pour chacun d'eux sont publiées par les constructeurs. Ainsi, si les modèles venaient à changer, le lecteur pourra toujours se procurer un transistor de caractéristiques voisines. Il faut souhaiter qu'une normalisation vienne clarifier la situation actuelle.

Depuis quelques années, la fabrication des transistors a fait de grands progrès, et les caractéristiques théoriques sont maintenant suivies. Cependant des tolérances doivent être admises, et il est possible que certaines valeurs de résistances soient à ajuster lors de la mise au point des montages. Le transistor ne doit jamais être surchargé, car à ce moment la température de la jonction s'élève, dépasse la valeur prescrite et amène sa détérioration. Cette température critique est comprise entre 75 et 100° C pour le germanium.

La vérification des tensions aux bornes du transistor et la détermination de l'intensité traversant le collecteur sont toujours à effectuer pour tous les montages réalisés en suivant sur les tableaux les valeurs à ne pas dépasser.

En particulier, pour les transistors de puissance, le constructeur compte sur la masse métallique du châssis pour évacuer les calories et il impose un châssis d'une surface minimum de 50 × 50 mm et 2 mm d'épaisseur, en cuivre ou en aluminium.

La tige filetée de fixation est réunie au collecteur de façon à refroidir le mieux possible la jonction. Si cette électrode doit être isolée de la masse, il faut intercaler une rondelle de mica entre le boîtier et le châssis d'une part et entre l'écrou de fixation et le châssis d'autre part. Afin d'assurer une meilleure conductivité thermique, on peut enduire ces rondelles de graisse silicone.

Pour chaque transistor de puissance il existe un abaque permettant de calculer la température de la jonction, soit en mesurant le courant de saturation du collecteur (I_c), soit en mesurant la température de la tige filetée de fixation. Toutes les valeurs sont données pour une température ambiante de 25° C. Les schémas décrits sont prévus pour fonctionner jusqu'à une température ambiante de 50° C. Attention à ne pas trop miniaturiser la réalisation et à prévoir une aération suffisante !

Les transistors de puissance se fixent directement sur le châssis, tandis que les transistors de faible puissance possèdent trois fils de sortie qui peuvent être raccourcis et introduits dans un support en plastique que l'on fabrique maintenant en série. Ces fils peuvent aussi être soudés directement au câblage. Il faut prendre soin de ne pas effectuer les soudures trop près des sorties et de ne pas laisser le fer trop longtemps sur les fils de façon à ne pas chauffer exagérément la jonction, ce qui entraîne sa destruction. Une pince plate serrée sur le fil entre le transistor

FABRICATIONS DE LA C.S.F.

CARACTÉRISTIQUES	TJN 1	TJN 2 F	TJN 2 G	TJN 3	TJN 4	TJN 300'2	TJN 300'3
Limites absolues d'utilisation :							
Dissipation admissible au collecteur mW (25° C)	50	50	50	50	50	4 W	4 W
Tension entre collecteur et base V	— 25	— 25	— 25	— 25	— 25	— 30	— 30
Tension entre collecteur et émetteur V							
Tension entre émetteur et base V							
Courant collecteur mA	10	10	10	100	100	5 A	5 A
Température de fonctionnement ° C	— 55 + 60	— 55 + 60	— 55 + 60	— 55 + 60	— 55 + 60	— 55 + 65	— 55 + 65
Fonctionnement en classe A :							
Tension d'alimentation du collecteur V	— 6	— 6	— 6	— 6	— 6	— 12	— 12
Gain en courant ($I_c = 1$ mA)	10 - 30	30 - 60	60 - 120	10 - 30	> 30	> 30	15 à 30
Courant collecteur (signaux faibles) mA	1	1	1	10	10		
Courant collecteur (puissance moyenne) mA	10	10	10	100	100	350	350
Gain en puissance dB	34	37	40	33	35		
Impédance d'entrée (signaux faibles) Ω	450	800	1400				
Impédance (puissance moyenne) Ω	600	1500	2400	200	300	12,40	5/25
Puissance de sortie max. (d = 5 %) mW						1,5 W	1,5 W
Impédance de sortie (signaux faibles) Ω	50 000	35 000	30 000				
Impédance de sortie (puiss. moyenne) Ω	5000	5000	5000	1000	1000	30	30
Fonctionnement en classe B :							
Tension d'alimentation du collecteur V				— 12	— 12	— 12	— 12
Puissance de sortie (à 5 % d) mW				350	350	4 W	4 W
Impédance d'entrée Ω				4000	4000	12,40	5,25
Gain en puissance dB				23	23	20	20
Impédance de sortie Ω				600	600	50	50
Courant collecteur mA				75	75	2 A	1 A

Nota. — Les modèles TJN 1, TJN 2 F et G peuvent être livrés avec un très faible niveau de bruit de fond ; on ajoute la lettre B à leur désignation (TJN 1 B, TJN 2 FB et GB).

et la soudure absorbe les calories par sa masse ; ce tour de main est à recommander pour cette opération.

Les transistors de puissance moyenne et de puissance élevée

qui sont employés dans les étages de sortie classe B peuvent être livrés par paires adaptées. Ils sont sélectionnés pour donner la plus faible distorsion possible et le plus faible écart entre les deux courants de repos.

Conseils pour la réalisation.

La réalisation d'amplificateurs B.F. et les essais qu'il y a lieu d'effectuer avant la mise en service définitive ne diffèrent pas sensi-

FABRICATIONS DE LA RADIOTECHNIQUE

CARACTÉRISTIQUES	OC70	OC71	OC45	OC72				OC16	
Limites absolues d'utilisation :									
Dissipation admissible au collecteur en mW (à 25° C)	25	25	20	125				2,5 W	
Tension entre collecteur et base V	- 10	- 10	- 10	- 32				- 32	
Tension entre collecteur et émetteur V			- 15	- 30				- 32	
Tension entre émetteur et base V			- 12	- 10				- 10	
Courant collecteur mA	10	10	10	125				3 A	
Température de fonctionnement °C	- 55 + 45	- 55 + 45	- 55 + 65	- 55 + 60				- 55 + 60	
Fonctionnement en classe A :									
Tension d'alimentation du collecteur V	- 4,5	- 4,5	- 12	- 6	- 9	- 12	- 7	- 14	
Courant collecteur μ A	110	150	12						
Courant collecteur mA				16,3	10,6	8,2	500	230	
Gain en courant	30	47	40	50	50	50			
Impédance d'entrée Ω	2200	800	75						
Puissance de sortie max. (d = 4 %) mW							1,5 W	1,5 W	
Impédance de sortie Ω							10	51	
Fonctionnement en classe B :									
Puissance de sortie (à 5 % d) mW				240	355	390	2 W	3,2 W	
Impédance d'entrée Ω				290	310	410			
Gain en courant									
Impédance de sortie Ω							40	108	
Courant collecteur mA							620	480	

ÉQUIVALENCE APPROXIMATIVE DES TRANSISTORS FRANÇAIS

Thomson-Houston	Radiotechnique	CSF
2 N 189	OC 70	TJN 1
2 N 191	OC 71	TJN 2F ou G - TJN 3
2 N 186 - 2 N 187 - 2 N 188	OC 72	TJN 3 - TJN 4
2 N 186 A - 2 N 187 A - 2 N 188 A	sans équivalence	sans équivalence
11 T 1 à 16 T 1	OC 16	TJN 300/2 - TJN 300/3

blement dans leur principe, qu'il s'agisse d'un appareil à tubes ou à transistors ; c'est pourquoi il y a lieu de renvoyer le lecteur au chapitre correspondant du recueil de « Schémas d'amplificateurs B.F. » du même auteur. Il ne s'agit ici que de transposer et de compléter ces conseils.

L'amplificateur B.F. à transistors occupe un volume beaucoup plus réduit que son frère à tubes. Toutes les pièces composantes sont plus petites. Au début, le technicien devra se méfier de la miniaturisation trop poussée, car il ne pourra pas obtenir une réalisation propre et il risque des courts-circuits ou des inductions parasites, par suite de la trop grande promiscuité des pièces et des connexions. De plus, il ne pourra pas effectuer les mesures indispensables.

Le risque des accrochages spontanés est réduit, car les impédances d'entrée et de sortie des transistors sont beaucoup plus faibles que dans les montages à tubes et, par conséquent, la même valeur de capacité parasite a une action très faible dans le cas des transistors tout en se montrant très néfaste avec les tubes. Il ne faut pas trop rapprocher les entrées et les sorties de l'amplificateur et penser aux champs magnétiques des transformateurs de déphasage et de sortie qu'il y a lieu de placer perpendiculairement l'un par rapport à l'autre.

Les essais peuvent être menés de la même façon que pour un amplificateur à tubes, avec les

mêmes appareils de mesure, c'est-à-dire : un générateur B.F., un oscilloscope, un voltmètre électronique et une résistance de charge.

Pour la mesure des tensions, il convient d'employer un voltmètre à forte résistance interne (au moins 10 000 Ω/V) pour ne pas

fausser la lecture. Pour les intensités, se limiter au courant collecteur ; les autres lectures modifient le fonctionnement du transistor, et la mesure ne peut être exacte.

Il faut proscrire absolument l'emploi d'un ohmmètre pour

les essais d'un amplificateur à transistors, surtout s'il est à faible résistance interne. En effet, il contient une ou plusieurs piles dont on applique la tension, sans souci de la polarité, à n'importe quelle électrode du transistor. La tension peut dépasser celle normalement

prévue pour cette électrode, la polarité peut être inversée et occasionner un courant trop important qui risque de détériorer le transistor. C'est la seule restriction à apporter aux mesures faites généralement sur les amplificateurs.

TR 1

Amplificateur de prothèse auditive

C'est un amplificateur à trois étages : préamplification, amplification en tension, amplification de puissance équipé de transistors fonctionnant en classe A et donnant environ 1 mW, soit un gain compris entre 75 et 85 dB. L'alimentation est effectuée par un élément de pile, soit environ 1,2 V. L'appareil est équipé d'un microphone et d'un écouteur magnétiques. L'ensemble est miniaturisé de façon à être léger et peu encombrant.

L'amplification a lieu selon le montage « émetteur commun » qui est le plus utilisé avec les transistors à jonction en B.F. Ce montage correspond à un tube électronique commandé par la grille. Le signal d'entrée est appliqué entre la base et l'émetteur. Le signal amplifié est recueilli entre le collecteur et l'émetteur.

Comme il s'agit de transistors P-N-P, les seuls couramment fabriqués en France, le pôle positif de l'alimentation est réuni à la masse

et le pôle négatif au collecteur au travers de la charge. La base est polarisée par un pont de résistances branché entre les deux pôles de l'alimentation.

La résistance d'entrée est faible (500 à 3000 Ω), la résistance de sortie ou de charge est plus élevée (0,1 à 20 k Ω). L'adaptation de ces impédances se fait au moyen de transformateurs ou d'autotransformateurs.

La liaison peut également s'effectuer, dans les amplificateurs de tension ou de faible puissance, par résistance-capacité.

Le microphone magnétique est relié à la base du premier transistor OC70. Le signal amplifié est recueilli sur le collecteur et appliqué au primaire du transformateur de liaison T_1 . Le deuxième et le troisième étage amplifient de la même façon et délivrent la puissance modulée dans un écouteur magnétique miniature. La com-

mande de la puissance est assurée par le potentiomètre P qui réduit l'amplification du premier tran-

sistor. La résistance variable RV règle la puissance optimum de l'étage de sortie.

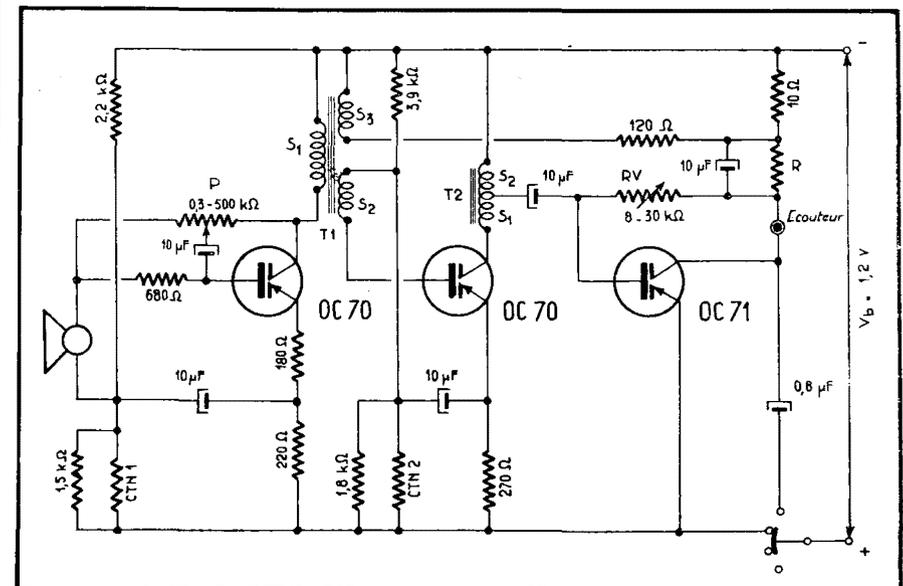


Fig. 1. — Trois transistors suffisent pour assurer l'amplification nécessaire dans un appareil de prothèse auditive.

Dans cet appareil, on cherche à rendre les caractéristiques le plus régulières possible. Il faut donc compenser l'usure de la pile, les variations de température et les modifications de caractéristiques des éléments. On obtient ce résultat grâce à deux circuits de contre-réaction et à une stabilisation en tension et en température.

Le premier circuit de contre-réaction est du type « intensité et tension » ; il est appliqué au premier étage OC70 grâce au découplage d'une fraction seulement de

la résistance de l'émetteur. Le second circuit de contre-réaction en tension englobe les deux derniers étages par l'enroulement S_3 du transformateur T_1 .

La stabilisation en température et en tension est assurée par les résistances à coefficient négatif de température (C.T.N. 1 et C.T.N. 2) et par les résistances entre émetteur et masse des deux étages OC70.

Les résultats obtenus sont très satisfaisants ainsi que l'expriment les tableaux ci-dessous :

a) Gain en puissance en fonction des tolérances sur les transistors et sur les pièces du montage avec et sans contre-réaction :

Jeu de transistors Pièces du montage	Minimum Minimum	Nominal Nominal	Maximum Maximum
Gain sans contre-réaction	79,8 dB	92,8 dB	102,5 dB
Gain avec contre-réaction	75,7 dB	81,1 dB	85,3 dB

b) Gain en puissance en fonction de la température et de la tension de la pile d'alimentation avec les stabilisations et la contre-réaction pour les mêmes tolérances sur les transistors et les pièces :

Jeu de transistors Pièces du montage	Minimum Minimum	Nominal Nominal	Maximum Maximum
Tension pile	1,1 V	1,2 V	1,3 V
Température	15° C	25° C	35° C
Gain en puissance avec contre-réaction et stabilisations	74,9 dB	81,1 dB	85,7 dB

La puissance de sortie peut être réglée en fonction du degré de surdité en agissant sur la valeur de la résistance R :

P sortie	Résistance
1,2 mW	Nulle
0,5 mW	120 Ω
0,2 mW	390 Ω
0,05 mW	1000 Ω

La courbe de réponse de l'amplificateur pour les différentes valeurs de gain avec ou sans contre-réaction est donnée par la figure 2. La courbe est volontairement limitée à 300 c/s et à 5000 c/s car c'est entre ces limites que l'intelligibilité pour l'oreille est maximum.

MATÉRIEL UTILISÉ

Résistances à coefficient négatif de température :

CTN1 : Résistance à 25° C : 2200 Ω . Coefficient de tempéra-

ture : - 3,7 % par degré centigrade à 25° C. Tolérance à 25° C : 10 %. Type : B8 320 14 A/2K2 C.O.P.R.I.M.

CTN2 : Résistance à 25° C : 1500 Ω . Coefficient de température : - 3,4 % par degré centigrade à 25° C. Tolérance à 25° C : 10 %. Type : B8 320 14 A/1K5 C.O.P.R.I.M.

Transformateurs :

T_1 : S_1 : 2700 spires fil cuivre émaillé 4,5/100 mm, self-induction 7,2 H à 0,5 mA, résistance en continu 860 Ω , tolérance 20 % ;
 S_2 : 600 spires fil cuivre émaillé 4/100 mm, résistance en continu 300 Ω , tolérance 20 % ;

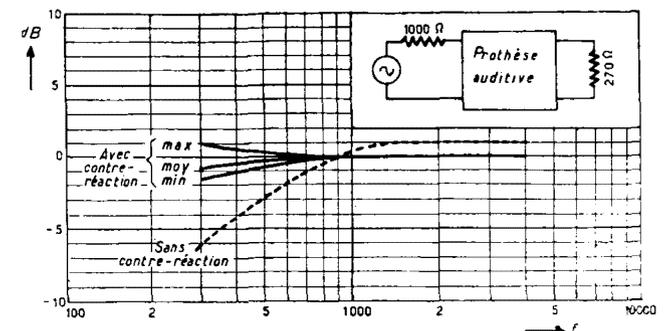
S_3 : 6 spires fil cuivre émaillé 10/100 mm.

T_2 : S_1 : 2178 spires fil cuivre émaillé 4,5/100 mm, résistance en continu 650 Ω , tolérance 20 % ;

S_2 : 622 spires fil cuivre émaillé 6/100 mm, résistance en continu 130 Ω , tolérance 20 %.

Les deux transformateurs sont bobinés sur des tôles de 15 x 10 mm des Acieries d'Imphy.

Fig. 2. — Courbes de réponse de l'amplificateur de prothèse auditive pour divers taux de contre-réaction.



TR 2**Amplificateur classe B (400 mW)**

POUR RÉCEPTEURS DE RADIO

C'est le schéma de base classique adopté pour l'amplification B.F. des récepteurs de radio portatifs. Etant donné qu'un étage classe A ne peut, pour l'instant, donner une puissance modulée suffisante pour une audition confortable, on est amené à choisir le montage symétrique (push-pull) classe B. Ce montage est intéressant par son rendement très élevé (maximum théorique 87,5 %), c'est-à-dire par sa faible consommation de puissance d'alimentation par rapport à la puissance modulée B.F. délivrée.

Equipé de transistors de puissance moyenne, il délivre 400 mW à 5 % de distorsion, ce qui est suffisant pour un haut-parleur à haute sensibilité (champ dans l'entrefer 10 000 gauss).

La puissance acoustique est convenable pour un récepteur portatif.

Le schéma théorique est donné par la figure 1. Puisqu'il s'agit d'un schéma de base qui se retrouve dans plusieurs autres réalisations de ce recueil, il semble intéressant d'examiner plus à fond son fonctionnement et de calculer les principaux éléments.

L'entrée est reliée au curseur du potentiomètre de puissance après la détection du récepteur. Un premier étage (2N191) amplifie la faible puissance disponible. Il s'agit, comme toujours en B.F., du montage « émetteur à la masse » ou « émetteur commun ». Le transformateur T_1 assure la liaison et le déphasage. Les signaux en opposition de phase sont appliqués aux deux bases des transistors de puissance 2N187A. Le transformateur de sortie T_2 recueille la puissance modulée sur les collecteurs par son impédance de charge et la transmet au haut-parleur. L'interrupteur I est combiné avec le potentiomètre de puissance.

Le calcul d'un amplificateur s'effectue de la sortie, vers l'entrée.

Microphone magnétique :

Résistance 200 Ω (tolérance 20 %) ; impédance 1000 Ω à 1000 c/s ; sensibilité 0,2 mV par microbarie.

On peut utiliser un microphone piézoélectrique avec l'adjonction d'un transformateur d'entrée : impédance primaire 50 000 Ω ; impédance secondaire 1000 Ω .

Écouteur magnétique :

Résistance 90 Ω (tolérance 20 %) ; impédance 270 Ω à 1000 c/s ; sensibilité 125 phones pour 0,6 mW.

(D'après documentation Radiotechnique.)

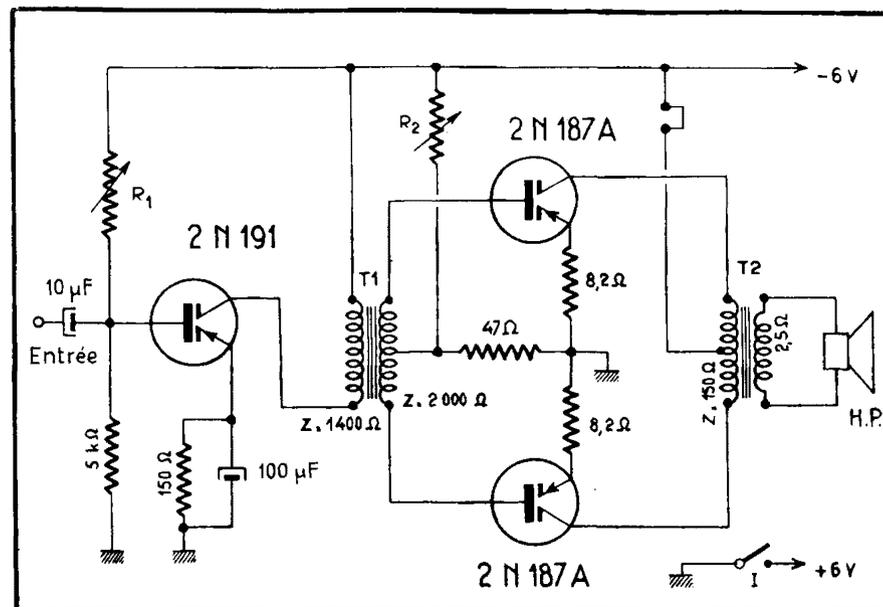


Fig. 1. — Schéma de base des étages B.F. d'un récepteur de radiodiffusion. Les deux transistors 2N187A doivent être appariés, c'est-à-dire avoir des caractéristiques identiques. Régler R_1 pour avoir un courant collecteur du 2N191 entre 3 et 4 mA. Régler R_2 pour avoir un courant collecteur commun sans signal entre 2 et 3 mA (à la prise médiane du transformateur de sortie et mesuré au cavalier).

On part du résultat à obtenir et on détermine la valeur des éléments à employer et la puissance à fournir à l'entrée par la détection.

Soit, à calculer un amplificateur devant délivrer 400 mW à 5 % de distorsion et fonctionnant sous 6 V d'alimentation.

L'impédance de charge de collecteur à collecteur de l'étage de sortie est :

$$R_{cc} = \frac{2 E_c^2}{P} = \frac{2 \times 36}{0,4} = 180 \Omega$$

où E_c est la tension sur le collecteur.

En fait, pour rester au-delà des possibilités du transformateur, on choisit une impédance de 150 Ω .

Le gain de l'étage est :

$$G = \frac{2 B^2 E_c^2}{R_{bb} P} = \frac{2 \times 36^2 \times 6^2}{2000 \times 0,4} = 115$$

dans la formule :

B : gain en courant = 36 pour 2N187A ;

E_c : tension d'alimentation = 6 V ;

R_{bb} : résistance d'entrée de base à base = 2000 Ω pour 2N187A ;

P : puissance demandée = 0,4 W.

En fait, il faut tenir compte du rendement du transformateur de sortie, de la contre-réaction de l'étage et de la résistance interne de la pile. Le gain réel n'est que de 60 % du gain théorique soit 66.

La puissance nécessaire pour l'attaque de l'étage de sortie est de :

$$P = \frac{P_s}{G} = \frac{400}{66} = 6 \text{ mW}$$

Le rendement du transformateur driver T_1 est de 70 %, d'où la puissance au primaire nécessaire est : $6 : 0,7 = 9 \text{ mW}$.

L'impédance de charge du primaire de T_1 est : $R = E_c^2/2P$.

La tension d'alimentation E_c est réduite à 5 V pour tenir compte de la chute de tension de la résistance de polarisation de l'émetteur, d'où :

$$R = \frac{25}{18 \cdot 10^{-3}} = 1400 \Omega$$

Le gain de l'amplificateur, d'après les paramètres du 2 N 191, est d'environ 2000. Donc la puissance à l'entrée de l'amplificateur est de 5 μW . Cette puissance peut facilement être fournie par la détection même sur les stations faibles. On voit qu'ici on parle de puissance et non de tensions, car le transistor est surtout un amplificateur en puissance.

Selon la dispersion des caractéristiques des transistors, on ajuste R_1 et R_2 pour rétablir les conditions précédentes de fonctionnement. Il ne s'agit pas là de prévoir des résistances variables, mais de placer des résistances fixes au

carbone de différentes valeurs jusqu'à obtenir le résultat désiré. C'est-à-dire pour le 2 N 191, il faut ajuster R_1 de façon que le courant du collecteur soit compris entre 3 et 4 mA, soit environ 100 000 Ω .

Pour l'étage de sortie classe B par 2 N 187 A, il faut obtenir un courant collecteur commun sans signal compris entre 2 et 3 mA, soit pour R_2 environ 4700 Ω .

La courbe de réponse d'un tel amplificateur dépend essentiellement de la qualité des transformateurs T_1 et T_2 et de la détection du récepteur, c'est pourquoi il n'est pas donné de courbe globale. En prenant quelques précautions, on peut obtenir une courbe linéaire à $\pm 2 \text{ dB}$ près de 50 à 7000 c/s.

MATÉRIEL UTILISÉ

Transformateurs :

Tôle 1,3 W : circuit magnétique 28 x 32 mm ; à étrier :

T_1 :

primaire, impédance 1400 Ω ;
secondaire, impédance 2000 Ω ;
rapport de transformation : 1/1,2 ;
avec entrefer.

T_2 :

primaire, impédance 150 Ω ;
secondaire, impédance de la bobine mobile du haut-parleur (généralement 2,5 Ω) ;
sans entrefer ; puissance 400 mW.

(D'après documentation Thomson-Houston).

TR 3

Amplificateur de pick-up (400 mW)

C'est un amplificateur prévu soit pour un pick-up piézo-électrique, soit pour un pick-up à basse impédance (réluctance variable ou dynamique). Il comprend une commande de volume et un réglage de tonalité simple.

Les deux premiers étages (OC 71) assurent la préamplification. L'étage de puissance (OC 72) fonctionne en classe B et fournit 400 mW à 5 % de distorsion. La résistance R_{10} est constituée par un C.T.N. qui régularise l'amplification en fonction de la température des transistors de puissance. Cette résistance est facultative.

Cette réalisation diffère peu du schéma précédent, si ce n'est par un étage préamplificateur supplémentaire, afin d'avoir une sensibilité plus élevée. Il est intéressant d'observer la variation des paramètres en fonction de la tension d'alimentation, de la présence ou non de la résistance C.T.N. et du clips de refroidissement des transistors de puissance OC 72. On obtient six variantes selon le tableau ci-contre qui donne la valeur des résistances et les résultats obtenus. Les courbes de réponse correspondantes sont données par la figure 2.

On voit que la sensibilité d'entrée pick-up varie de 150 à 600 mV

selon les schémas, la puissance de sortie est comprise entre 200 et 400 mW. C'est évidemment le type A, alimenté sous 12 V, qui donne la sensibilité la plus poussée pour la puissance la plus élevée.

Les mesures sont faites à 1000 c/s. Cet amplificateur est utilisable jusqu'à 45° C d'ambiance, sans dépasser la température maximum permise pour la jonction des OC 72. Les transistors de puissance doivent être commandés apairés.

Le rendement global de l'amplificateur est de 50 %.

Cet amplificateur, associé à une platine tourne-disques à moteur pour courant continu 6 V à faible consommation, constitue un excellent électrophone portatif dans le genre de celui réalisé par Edén.

MATÉRIEL UTILISÉ

Résistance C.T.N. :

Type B8-320-01 - P/130 E C.O.P.R.I.M.

Transformateurs T_1 et T_2 :

Les tableaux page 12 donnent leurs caractéristiques en fonction de la variante du schéma adoptée.

(D'après documentation Radiotechnique.)

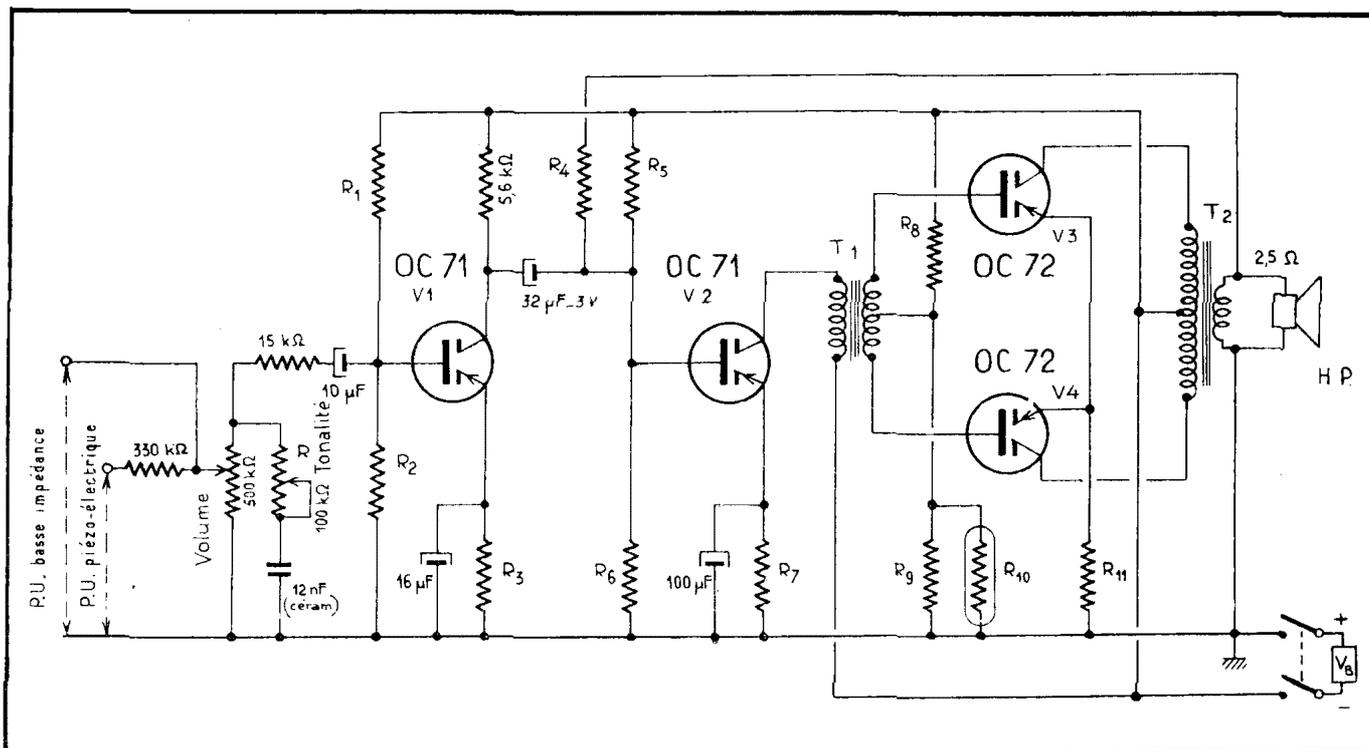


Fig. 1. Schéma de l'amplificateur pour pick-up. Pour les valeurs des éléments, consulter le tableau ci-dessous.

CARACTÉRISTIQUES DES SIX VARIANTES POSSIBLES

TYPE D'AMPLIFICATEUR	A	C	DA	DB	DC	F	Unités
Tension d'alimentation V_b	12	9	6	6	6	4,5	V
Résistance CTN	non	non	oui	non	non	non	
Clips de refroidissement OC 72	oui	oui	oui	oui	non	oui	
RÉSISTANCES (en kΩ)							
R_1	160	120	82	82	82	82	k Ω
R_2	30	22	15	15	15	15	»
R_3	3,9	2,7	1,8	1,8	1,8	1,8	»
R_4	51	51	40	100	100	51	»
R_5	68	12	39	15	8,2	6,8	»
R_6	8,2	15	15	4,7	2,7	2,2	»
R_7	0,82	1,5	0,47	0,27	0,22	0,12	»
R_8	4,7	4,7	Pot. 1 à 3,3 max.	3,3	3,3	2,7	»
R_9	0,1	0,1	0,082	0,1	0,1	0,1	»
R_{10}	—	—	CTN	—	—	—	»
R_{11}	0,03	0,014	0	0,005	0,01	0,005	»
Impédance transformée (au primaire de T_1)	410	310	290	175	155	125	Ω
Puissance P_s correspondante. Deux triodes (mesurée au primaire)	390	355	240	310	275	220	mW
Tension sur le primaire de T_1	6,5	2,2	1,25	1,2	2,65	1,85	V_{eff}
Tension à la base, OC 71-V2	22	27	45	170	27	24	mVeff
Tension à la base, OC 71-V1	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	
Courant de collecteur (OC 72). (Valeur de crête pour la puissance indiquée)	90	100	90	115	130	110	mA
Impédance transformée (au primaire de T_1)	7400	1300	800	1100	950	600	Ω
Mesures en courant continu à l'étage final							
Courant total I_c , sans signal	9	9	8,5	9	11	12,5	mA
Courant total I_c , pour la puissance indiquée	54	60	60	75	41	87	mA

(a) Tension inférieure à 5 mVeff.

TRANSFORMATEUR D'ATTAQUE T 1

Noyau en tôles entrecroisées (qualité = 1,6 W). Circuit de 32 mm × 28 mm.

Diamètre du fil pour l'enroulement primaire : 0,09 mm.

TYPE D'AMPLIFICATEUR	A	C	DA	DB	DC	F
Primaire, nombre de tours	2100	1260	2100	1590	1240	1500
Primaire, résistance (continu) Ω	340	170	267	210	165	200
Primaire, L propre (H)	3,9	0,96	2,2	1,25	0,75	1,1
Secondaire, nombre de tours	2 × 700	2 × 900	2 × 600	2 × 935	2 × 925	2 × 1500
Secondaire, diamètre du fil mm	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,09
Secondaire, résistance (continu) Ω	2 × 38	2 × 41	2 × 25	2 × 45	2 × 44	2 × 245
Carcasse mm × mm	15 × 9	9 × 9	9 × 9	9 × 9	9 × 9	9 × 9
Rapport de transformation	1,5	0,7	1,75	0,85	0,67	0,5

TRANSFORMATEUR DE SORTIE T 2

Noyau en tôles entrecroisées (qualité = 1,6 W)

Diamètre du fil pour les enroulements primaires : 0,28 mm.

Diamètre du fil pour l'enroulement secondaire = 0,60 mm.

TYPE D'AMPLIFICATEUR	A	C	DA	DB	DC	F
Primaire, nombre de tours	2 × 400	2 × 325	2 × 300	2 × 280	2 × 220	2 × 207
Primaire, résistance (continu) Ω	2 × 10	2 × 10	2 × 6	2 × 6	2 × 4,3	2 × 4,5
Primaire, L propre H	0,4	0,36	0,34	0,26	0,27	0,17
Secondaire, nombre de tours	64	60	61	70	65	60
Secondaire, résistance (continu) Ω	0,21	0,16	0,16	0,18	0,19	0,2
Carcasse mm × mm	16,5 × 14,5	15 × 9	15 × 9	15 × 9	15 × 9	15 × 9
Tôles, circuit magnétique	36 × 44	32 × 28	32 × 28	32 × 28	32 × 28	32 × 28
Rapport de transformation	12,5	10,8	9,8	8	6,7	6,9

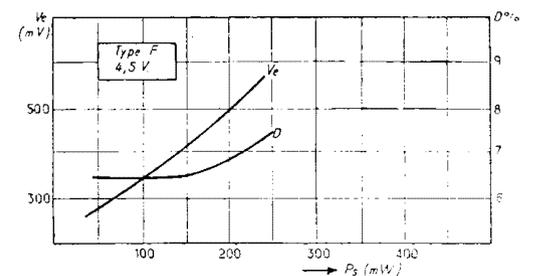
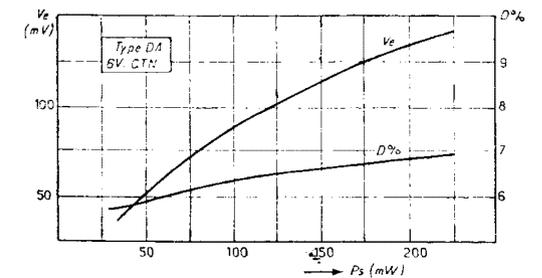
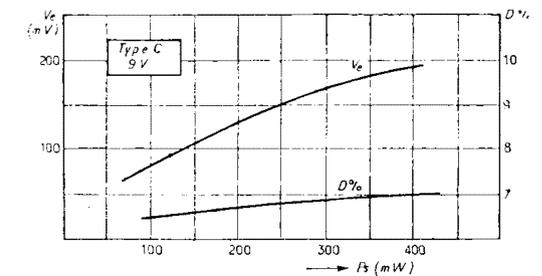
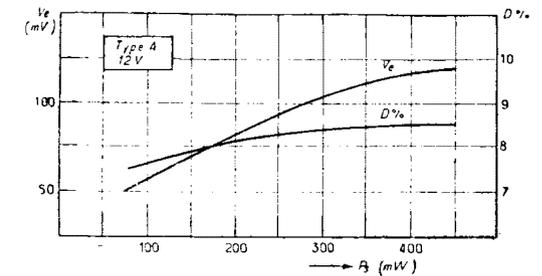


Fig. 2. — Courbes de sensibilité (V_e) et de distortion (D) de l'amplificateur pour diverses variantes du montage.

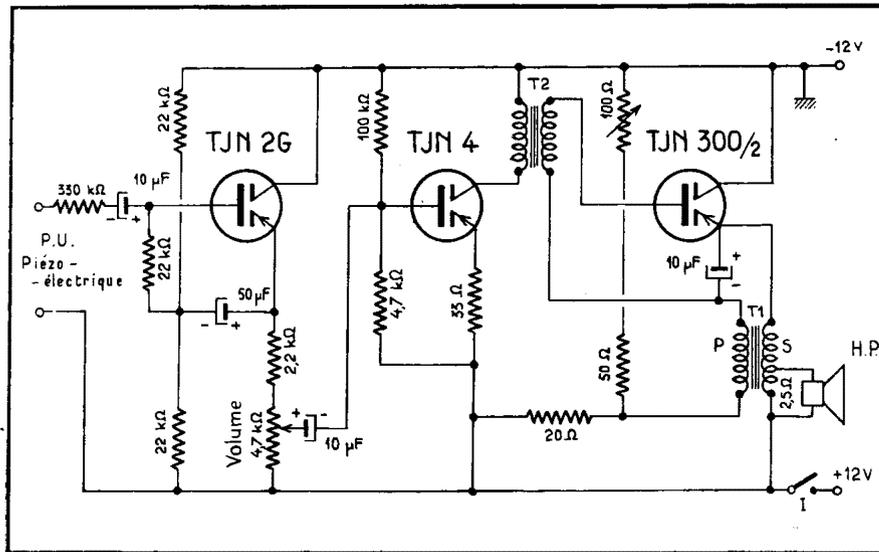


Fig. 2. — Amplificateur classe A de 1,5 W à charge dans l'émetteur et à contre-réaction.

Impédance de 10 Ω. Le transformateur de sortie est ainsi supprimé ; le rendement est accru et la qualité de la courbe de réponse est améliorée.

La résistance variable de 60 Ω est indispensable pour ajuster le courant du collecteur à 500 mA en l'absence de signal. A noter la valeur élevée du condensateur de découplage OC 16 (1500 μF). En effet, il faut que l'impédance de ce condensateur soit très faible pour toutes les fréquences comparée aux résistances de 1,5 et 6 Ω. La résistance de 6,8 MΩ assure une contre-réaction en tension entre la bobine mobile du haut-parleur et l'entrée de l'amplificateur.

Le second schéma (fig. 2) est dû au laboratoire C.S.F./S.F.R. Il utilise le type de puissance TJN 300/2 équivalant au type OC 16. La puissance modulée est également de 1,5 W. Cependant, le schéma est un peu particulier. Le premier étage préamplificateur comprend, dans le circuit de l'émetteur, la charge constituée par le potentiomètre de puissance bobiné de 4700 Ω. Ce montage est équivalent au schéma à lampes du type à charge cathodique.

Le second étage est monté normalement. La charge est dans le collecteur (primaire T₂). Un circuit de contre-réaction en intensité est prévu dans l'émetteur. L'étage de puissance est lui aussi monté à

Schéma n° 1.

Transformateur T :

Tôles 1,3 W, circuit magnétique 28 × 32 mm ou 50 × 60 mm.

Primaire : résistance 250 Ω.

Secondaire : résistance 0,7 Ω.

Rapport de transformation 19/1.

Haut-Parleur :

A aimant permanent ; bobine mobile impédance : 10 Ω à 1000 c/s.

Schéma n° 2.

Transformateur T₁ (transformateur de sortie) :

« charge cathodique » ; c'est dire que le transformateur de sortie est inséré dans l'émetteur.

Le transformateur T₁ est très particulier. L'enroulement primaire (P) a le même nombre de spires que l'enroulement secondaire (S) ; il ne sert que pour la contre-réaction en tension insérée à la base du transformateur d'attaque T₂. L'enroulement secondaire (S) est un autotransformateur ; il assure la charge du transistor de puissance et possède une prise à 2,5 Ω pour la bobine d'un haut-parleur normal.

Ainsi, en alternatif, grâce au condensateur de 10 μF, le transistor de puissance fonctionne selon le schéma « émetteur commun »,

MATÉRIEL UTILISÉ

Tôles au silicium 50 × 60 mm avec entrefer, section 4 cm², qualité des tôles 1,3 W.

Primaire : 250 spires en fil émaillé 25/100 mm.

Secondaire : 179 spires en 80/100 + 71 spires en 10/10 mm pour le haut-parleur. Impédance totale : 30 Ω.

Transformateur T₂ (transformateur d'attaque) :

Tôles silicium 1,3 W, 44 × 52,5 mm avec entrefer, section 2,8 cm².

Primaire : 3000 spires 17/100 mm fil cuivre émaillé.

Secondaire : 600 spires 17/100.

tandis qu'en continu la résistance ohmique de l'enroulement assure une meilleure stabilité au montage. Enfin, le collecteur est mieux « refroidi » par sa liaison directe avec l'alimentation dont le pôle négatif est mis à la masse contrairement à l'habitude. C'est pour cette raison que le montage à charge cathodique a dû être adopté. La résistance variable de 100 Ω permet de régler le courant collecteur du transistor de puissance à 500 mA d'une façon classique. La consommation totale est de 0,35 A sous 12 V, le rendement est de 35 %.

La puissance de cet amplificateur et celle du précédent, conviennent à une audition d'appartement.

TR 5**Amplificateur de puissance classe B (4 W)**

C'est un amplificateur donnant 4 W modulés à 10 % de distorsion, puissance la plus élevée que l'on sache produire, au moment où nous écrivons, avec des transistors courants. Ce schéma a été étudié pour équiper un récepteur sur voiture entièrement transistorisé et fonctionnant sur 12 V.

Avec le bruit ambiant d'une voiture roulant à grande vitesse, il est nécessaire de disposer d'une telle puissance. L'économie de volume, de poids et de consommation sur la batterie atteint 50 % par rapport à la solution « lampes et alimentation par vibreur ».

Cet amplificateur peut donc être relié à la sortie de la détection d'un récepteur, il peut également être modulé par un microphone ou un pick-up à basse impédance. Si on désire utiliser un pick-up piézo-électrique, on peut, soit placer une résistance de 330 k Ω en série avec l'entrée, soit — mieux — employer un transformateur d'entrée de rapport 100/1 ou 200/1, qui peut être un transformateur d'entrée classique inversé.

La sensibilité de l'entrée est de mV, ce qui est plus que suffisant dans bien des cas.

La courbe de réponse est donnée par la figure 2; on voit qu'elle n'est pas parfaite, mais cela tient à la qualité des quatre transformateurs utilisés sur la maquette. Il est possible d'obtenir une courbe

plus étendue vers les basses en adoptant des transformateurs plus lourds, plus encombrants et plus coûteux. Malgré tout, la qualité de l'amplificateur est bien suffisante pour un récepteur sur voiture. Le bruit de fond est à 56 dB au-dessous de la puissance maximum, ce qui est très honorable. La consommation sous 12 V est de 200 mA à vide et de 750 mA à pleine puissance, ce qui donne un rendement de 76 %.

La figure 1 représente le schéma de l'appareil. L'entrée est reliée

directement au potentiomètre interrupteur de puissance. Le premier étage préamplificateur est équipé d'un 2 N 187, toujours, bien entendu, en montage à « émetteur à la masse ». La charge du collecteur est constituée par le primaire de T_1 , transformateur miniature possédant un secondaire double qui attaque un étage symétrique classe A, amplificateur en tension par deux transistors 2 N 187. Le transformateur T_2 module suffisamment un premier transistor de

puissance 13 T 1 monté en classe A. Sa consommation collecteur est de 150 mA.

Entre les étages amplificateurs en tension et les étages de puissance, il a été nécessaire de prévoir une cellule de découplage R_7 - C_2 , afin d'éviter tout accrochage intempêtif. Le transformateur T_3 , de fort volume à cause de l'intensité élevée du courant qui le parcourt, doit avoir des enroulements à faible résistance, donc en gros fil.

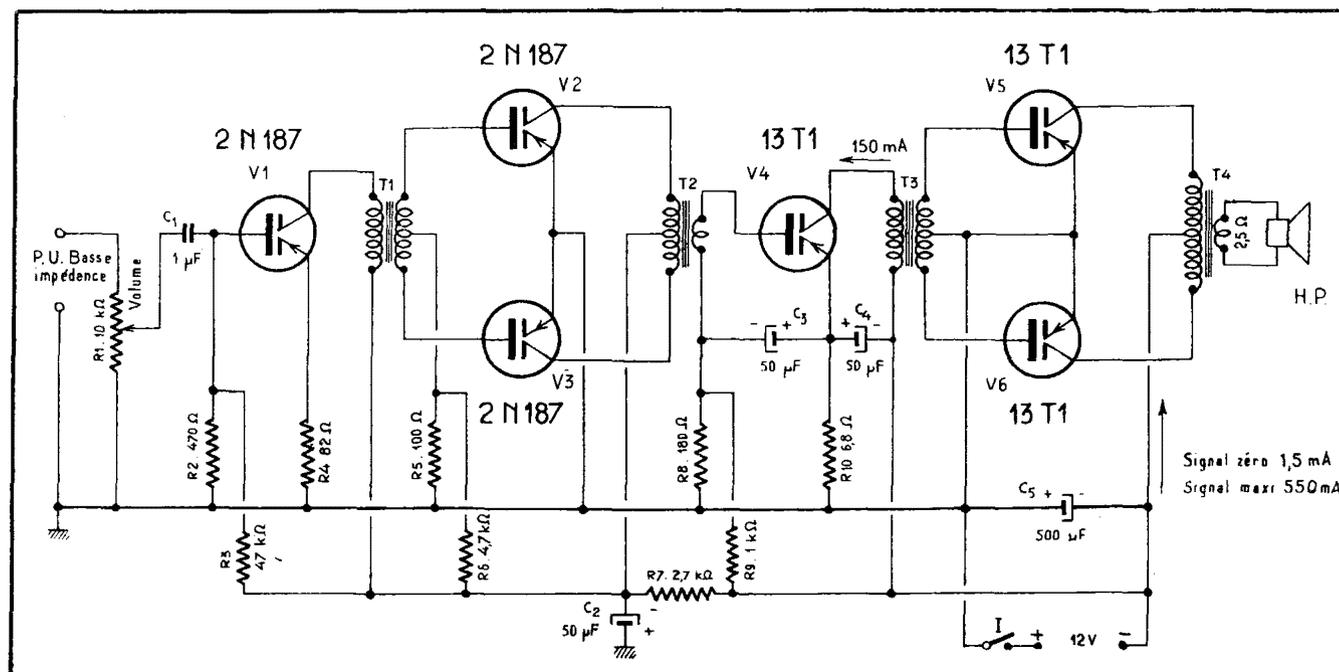


Fig. 1. — Amplificateur de 4 W alimenté sous 12 V et pouvant être utilisé dans les postes-auto.

L'étage de sortie classe B est équipé de deux transistors de puissance 13T1. Grâce à l'étage de puissance précédent, ils peuvent être modulés complètement et fournir leur puissance maximum. La consommation du dernier étage est de 1,5 mA en l'absence de signal et de 550 mA à pleine charge.

Il faut éviter les chutes de tension dans la source qui doit avoir une résistance interne faible, ce qui est bien le cas d'un accumulateur, mais qui n'est pas toujours vrai pour les piles. Le transformateur T_4 doit également avoir une résistance primaire très faible, ce qui exclut sa miniaturisation.

Etant donné que l'on recherche la plus grande puissance possible, il n'y a pas de contre-réaction. Si on peut consentir un sacrifice de ce côté, une contre-réaction en intensité dans les « émetteurs » de l'étage de puissance, ou en tension sur plusieurs étages, améliore la

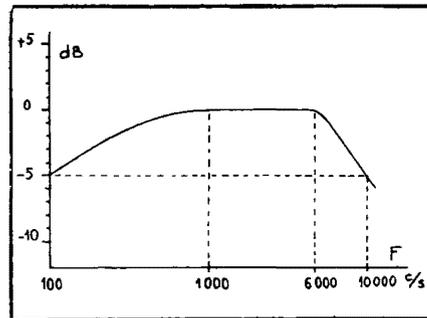


Fig. 2. — Courbe de réponse de l'amplificateur de puissance classe B.

courbe de réponse de l'amplificateur.

Le montage doit être réalisé sur un châssis métallique assez important pour assurer un refroidissement suffisant des collecteurs des étages de puissance. Le fabricant préconise au moins 50×50 mm de surface de refroidissement pour chaque transistor de puissance. Il faut aussi veiller aux couplages par le champ magnétique des quatre

transformateurs B.F. Les circuits magnétiques sont placés perpendiculairement les uns par rapport aux autres.

MATÉRIEL UTILISÉ

Condensateur.

Celui de $1 \mu\text{F}$ d'entrée C_1 est du type au papier métallisé, tension de service 150 ou 200 V. Il peut être remplacé par un modèle au papier ou à film plastique.

Transformateurs.

T_1 . — Transformateur miniature, tôles silicium ou tôles au nickel avec entrefer (genre utilisé pour les récepteurs à piles et à lampes).

Primaire : résistance 300Ω environ.

Secondaire : résistance $2 \times 60 \text{ à}$

70Ω (impédance : 2000Ω de base à base).

T_2 . — Transformateur miniature sans entrefer, tôles silicium (genre transformateur de sortie pour les récepteurs à piles et à lampes).

Primaire : impédance $20\,000 \Omega$ de collecteur à collecteur.

Secondaire : impédance 75Ω .

T_3 . — Transformateur à étrier, tôles au silicium avec entrefer.

Primaire : impédance 100Ω , résistance 3Ω , intensité 150 mA.

Secondaire : impédance $50 + 50 \Omega$, résistance 4Ω .

T_4 . — Transformateur à étrier, tôles au silicium sans entrefer.

Primaire : impédance $12 + 12 \Omega$, résistance $0,2 \Omega$, intensité 550 mA.

Secondaire : impédance $2,5 \Omega$, puissance 4 W.

(D'après documentations Sylvania et Thomson.)

Pour comprendre le fonctionnement des transistors,
LISEZ

TECHNIQUE DES TRANSISTORS

par H. SCHREIBER

Un choix considérable de montages de toute nature
(récepteurs, amplificateurs, appareils de mesure)
se trouve dans

APPAREILS A TRANSISTORS

du même auteur

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO - 9, rue Jacob, PARIS - 6^e

TR 6

Trois schémas de préamplificateurs

Les préamplificateurs à transistors fournissent des solutions très intéressantes pour l'attaque à haute fidélité des amplificateurs classiques à lampes par des microphones ou des pick-ups à basse impédance. Ils permettent de se dispenser des transformateurs d'entrée, organes coûteux, dont la courbe de réponse n'est pas parfaite et qui de surcroît sont très sensibles à la moindre induction magnétique.

Le schéma n° 1 est celui d'un préamplificateur très simple, à un transistor, qui peut se placer, avec sa pile, dans le boîtier ou dans le socle d'un microphone dynamique.

La connexion entre le microphone et le préamplificateur doit être la plus courte possible, de façon à éviter toute induction. Le préamplificateur placé dans le boîtier est efficacement blindé, ce qui est particulièrement favorable.

La tension modulée est appliquée sur la « base » du transistor au travers d'un condensateur de forte valeur. Ce montage est dit « base flottante » ou « base en l'air » ; sa polarisation est obtenue par le courant de fuite du condensateur. L'interrupteur I est combiné avec le contact de mise en route du microphone, ainsi à l'arrêt la pile ne débite pas. Le courant de sortie

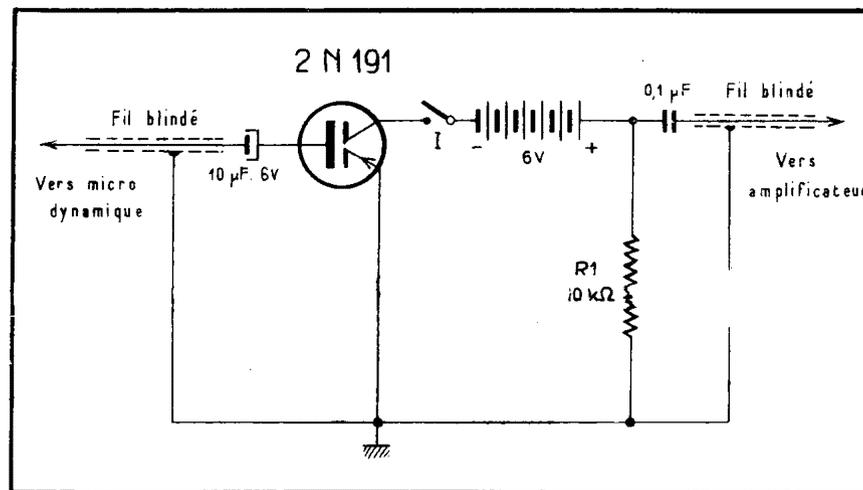


Fig 1. — Preamplificateur pour microphone électrodynamique, alimenté par pile et placé dans le socle du microphone.

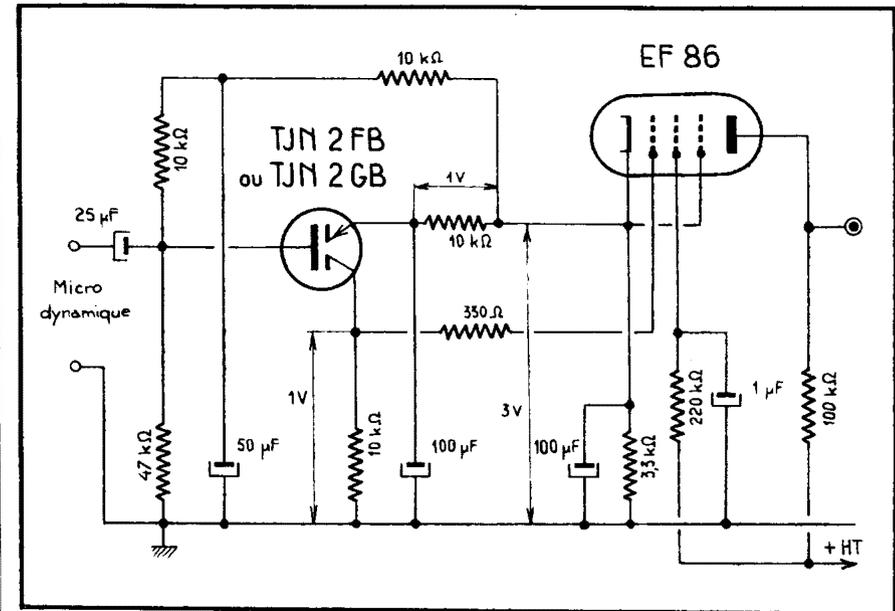


Fig. 2. — Preamplificateur permettant de supprimer le transformateur d'entrée et incorporé dans l'amplificateur.

traverse la pile d'alimentation et détermine une tension aux bornes de la résistance R_1 . La sortie est donc à haute impédance en sorte que, par le câble blindé, elle peut alimenter directement l'entrée de l'amplificateur.

Le transformateur d'entrée est donc bien inutile maintenant.

Si l'amplification est insuffisante, on peut l'augmenter en portant R_1 de 10 à 30 kΩ, mais cependant la limite de la température ambiante admissible se trouve abaissée, car

l'échauffement de la jonction est augmenté. La tension d'alimentation n'est pas critique et peut tout aussi bien être de 3 ou 4,5 ou bien 6 V sans inconvénient.

Le schéma n° 2 indique un autre moyen de supprimer le transformateur d'entrée. Ici, le préamplificateur se trouve incorporé à l'amplificateur à lampes et alimenté par la tension de polarisation du premier tube. Le microphone dynamique est branché, comme d'habitude, sur son câble blindé qui, sous

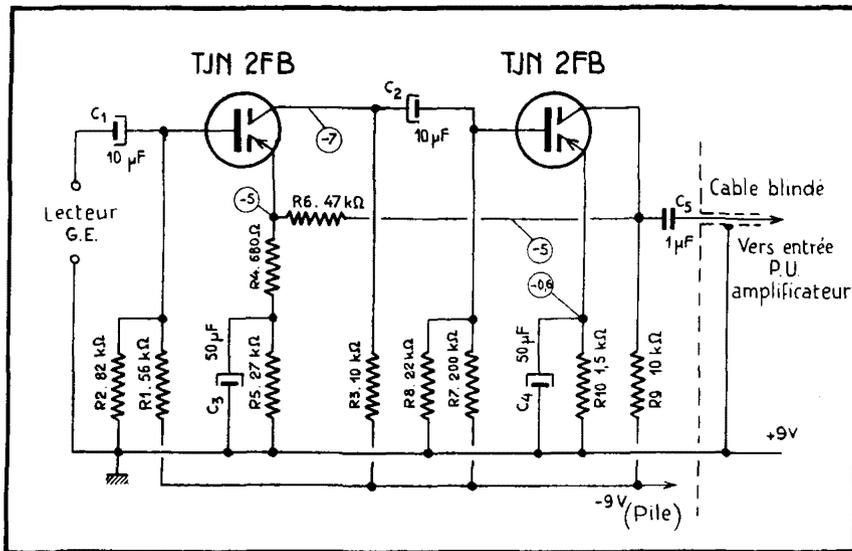


Fig. 3. -- Préamplificateur pour pick-up à réluctance variable de la « General Electric ».

une impédance de 50Ω , le relie à l'amplificateur. La tension modulée à basse impédance est appliquée sur la base du transistor à faible bruit de fond. L'émetteur est relié à la tension de polarisation positive du premier tube E F 86, découplée par le condensateur de $100 \mu\text{F}$. Le collecteur recueille la puissance de sortie aux bornes de la résistance de charge de $10 \text{ k}\Omega$. La tension modulée est appliquée directement sur la grille, sous une impédance suffisante.

Le gain du transistor est de 56 avec un facteur de bruit de fond de 6 dB, ce qui est particulièrement faible. La courbe de réponse est

pratiquement linéaire pour toute la plage des fréquences acoustiques.

Ce montage, simple et économique, est très intéressant pour adapter un microphone dynamique à un amplificateur à haute fidélité.

Le schéma n° 3 est celui d'un préamplificateur à deux étages spécialement adapté au pick-up à réluctance variable, lecteur à basse impédance. Il comprend deux transistors de faible puissance et à niveau de bruit très réduit. Le pick-up est relié à la base du premier transistor. Une contre-réaction en tension et en intensité est prévue par les résistances R_6 et R_4 sur l'émetteur du premier tran-

sistor. Ainsi, grâce à cette contre-réaction, l'impédance d'entrée est élevée à $30 \text{ k}\Omega$ et l'impédance de sortie est abaissée à $2 \text{ k}\Omega$.

La tension d'alimentation est élevée (9 V) parce que des points importantes de tension sont délivrées lors de la lecture des disques très fortement gravés ; il ne faut pas saturer l'amplificateur à ce moment. Vérifier très soigneusement les tensions conformément aux valeurs portées sur le schéma et modifier éventuellement la valeur de R_2 ou de R_7 pour les obtenir.

Le gain est de 60 (35 dB). Le bruit de fond est de $1,5 \mu\text{V}$ ramené à l'entrée, ce qui est très faible, car les préamplificateurs à lampes ont un bruit de 3 à $7 \mu\text{V}$.

Comme la tension modulée délivrée par un tel pick-up est faible, il y a intérêt à placer ce préamplificateur immédiatement à la sortie du bras, sous la platine tourne-disque. Ainsi, la liaison sous câble blindé avec l'amplificateur peut être sans inconvénient rendue plus longue. Le signal qui circule dans le câble est d'un niveau assez élevé (environ 1 V) ; il est moins sensible aux inductions parasites et il peut attaquer une prise de pick-up normale sur l'amplificateur.

La bande passante de ce préamplificateur est très large (30 à $20\,000 \text{ c/s}$) et peut satisfaire les amateurs de haute fidélité.

Les condensateurs C_1 et C_2 doivent avoir un courant de fuite très réduit, les vérifier soigneusement à ce sujet.

MATÉRIEL UTILISÉ

Condensateurs.

Schéma n° 1. — Le condensateur $0,1 \mu\text{F}$ est du type plastique ; il peut être remplacé par un condensateur isolé au papier.

Schéma n° 3. — Le condensateur C_5 , $1 \mu\text{F}$ est du type plastique ou papier métallisé ; peut être remplacé par un condensateur au papier.

Transistors.

Les modèles C.S.F.-S.F.R., TJN 1 et TJN 2 peuvent être livrés spécialement choisis pour leur faible bruit de fond ; il est alors ajouté la lettre B à leur désignation. Les modèles normaux ont un bruit de fond de 30 dB environ, tandis que les modèles à faible bruit ont un facteur de 8 dB environ

(D'après documentation
Radio and Television News
et Toute la Radio.)

TR 7

Préamplificateur-correcteur et amplificateur à haute fidélité (4 W)

C'est un ensemble qui prouve que la haute fidélité peut très bien être obtenue avec des montages à transistors et que l'adaptation de schémas classiques d'amplificateurs à lampes pour des transistors est également très possible.

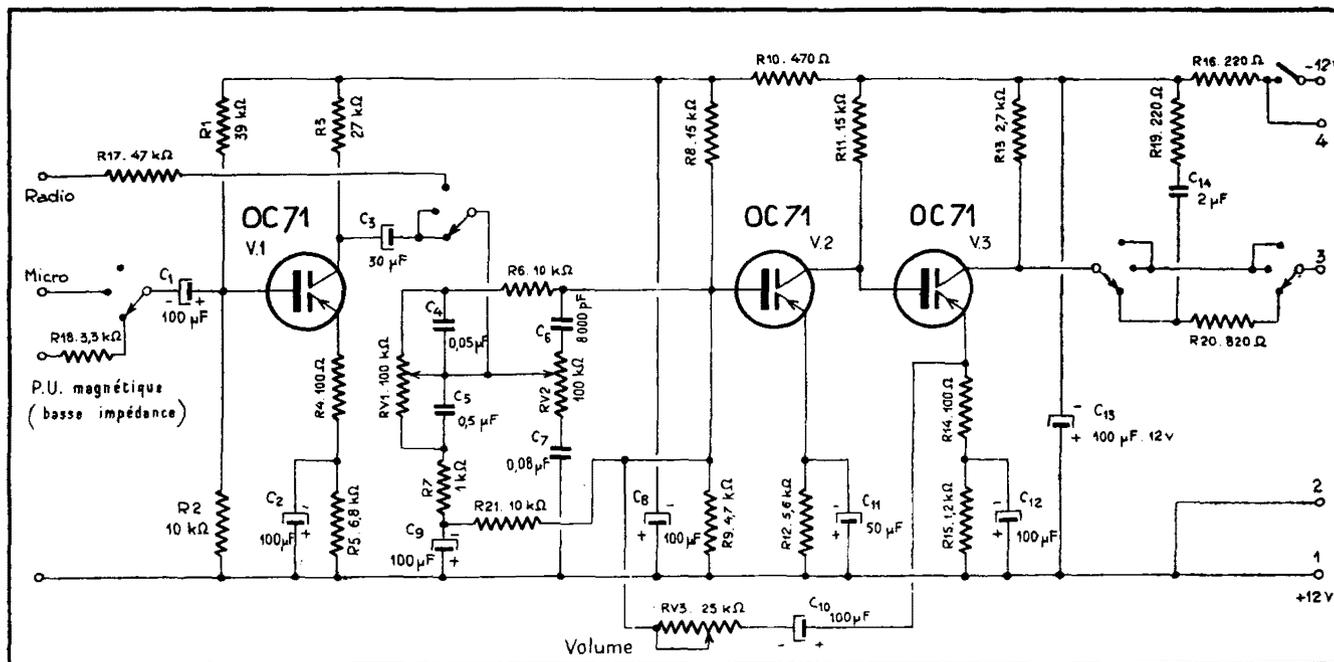
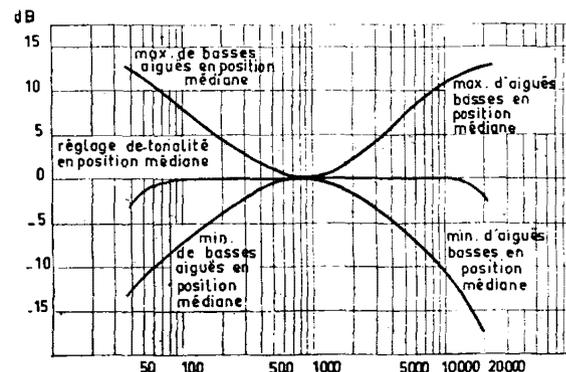
Le préamplificateur (fig. 1) comprend trois entrées : pick-up à basse impédance, microphone dynamique et radio. Pour cette dernière entrée, à niveau plus

élevé, le premier étage V_1 n'est pas utilisé.

Après le premier étage V_1 on rencontre une commande de tonalité double pour les aiguës et pour les graves (± 12 dB à 40 et à 10 000 c/s) d'un schéma très classique pour les préamplificateurs à lampe, dont les valeurs ont été adaptées aux impédances des transistors (fig. 2). L'amplification par V_2 et V_3 s'effectue en liaison

Fig. 2 (ci-contre). --
Courbes de réponse du préamplificateur.

Fig. 1 (ci-dessous). ---
Schéma du préamplificateur.



directe, afin d'avoir le minimum de distorsion et la bande passante la plus large. Le réglage de puissance est obtenu par RV_3 qui fait varier le taux de contre-réaction (minimum 20 dB). Le filtre de correction d'enregistrement des microsillons (R_{19} , C_{14} , R_{20}) est placé en sortie, afin d'agir sur un niveau plus élevé. Il peut être supprimé par un commutateur double.

L'alimentation sous 12 V débite 4 mA. Le gain en courant du préamplificateur est de 400. La sensibilité de l'entrée microphone est de 0,5 mV sous une impédance de 5 000 Ω pour une puissance de sortie de 4 W de l'amplificateur. La distorsion harmonique est inférieure à 0,3 % pour un courant de sortie de 0,5 mA.

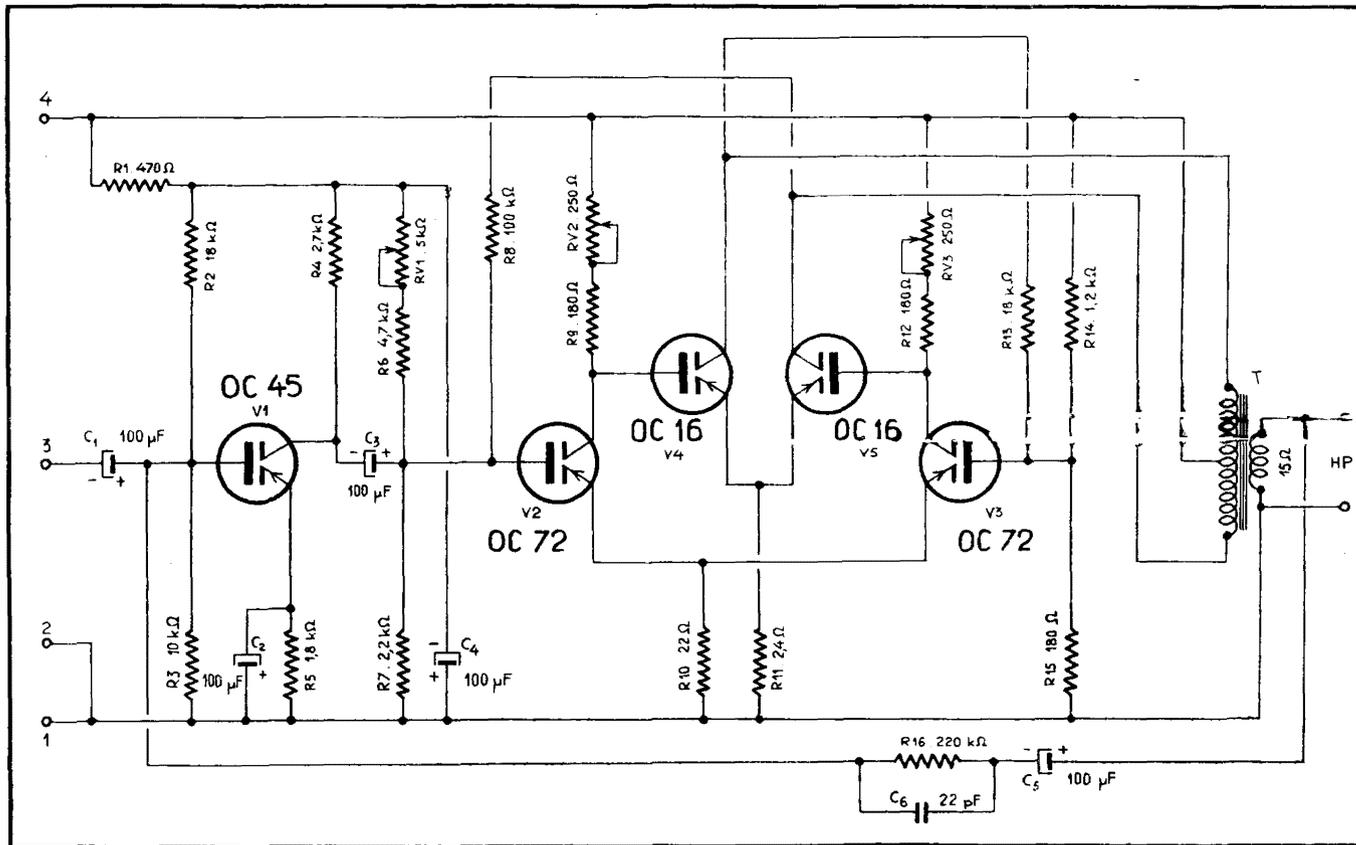


Fig. 3. — Schéma de l'amplificateur.

Fig. 4 (ci-dessous). — Courbe de réponse de l'amplificateur seul pour une puissance de 1 W.

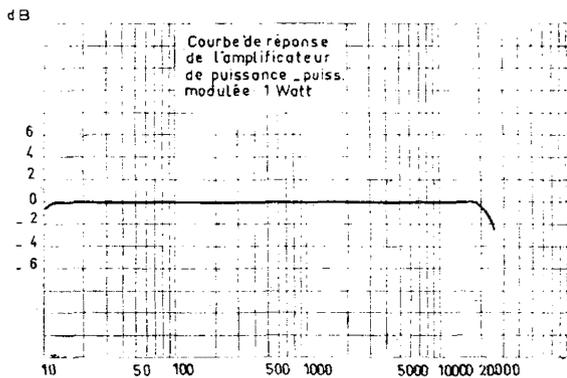


Fig. 5. — Courbe de réponse globale obtenue avec le disque de fréquence Decca LXT 2695 et le lecteur basse impédance Goldring 500.

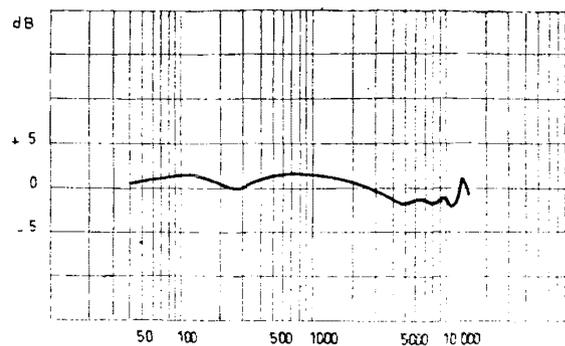
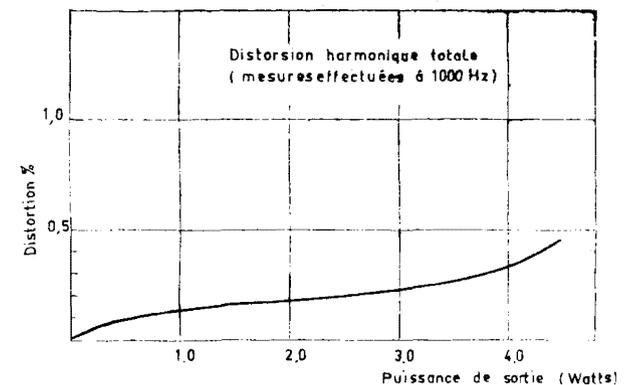


Fig. 6. — Courbe de distorsion en fonction de la puissance (à 1 000 c/s)



L'amplificateur utilise cinq transistors (fig. 3). L'étage d'entrée est équipé du OC 45 qui est un transistor M.F. et qui par conséquent a une bande passante très large et un faible bruit de fond. Le second étage est équipé des deux transistors de moyenne puissance OC 72 qui assurent le déphasage pour l'attaque du push-pull de puissance et qui fournissent une amplification suffisante pour le moduler à fond. La liaison est directe entre les OC 72 et les OC 16 correspondants. L'étage de puissance fonctionne en classe A afin d'obtenir le plus faible taux de distorsion. La sortie est classique.

Il y a deux circuits de contre-réaction. Le premier entre les collecteurs OC 16 et les bases OC 72 (R_8 - R_{13}). La résistance non découplée des émetteurs OC 16 (R_{11}) améliore également la linéarité. Le second circuit englobe tout l'amplificateur, il reporte une fraction de la tension de sortie à l'entrée par le filtre R_{16} - C_5 - C_6 . Le taux de contre-réaction total atteint 22 dB.

Les résistances ajustables RV_1 , RV_2 , RV_3 permettent de régler très exactement le courant des collecteurs correspondants.

La puissance délivrée est de 4 W pour un taux de distorsion inférieur à 0,4 % entre 10 et 15 000 c/s (fig. 6). La courbe de réponse est pratiquement linéaire entre 20 et 20 000 c/s (fig. 4). La sensibilité de l'amplificateur seul est de 4,3 mV, soit un courant d'attaque de 40 μ A pour 4 W en sortie. L'appareil fonctionne jusqu'à une température ambiante de 45° C. La figure 5 donne la courbe de réponse globale en partant d'un pick-up **Goldring** pour le préamplificateur et l'amplificateur.

MATÉRIEL UTILISÉ

Préamplificateur.

Condensateurs :

C_4 et C_5 (0,05 et 0,5 μ F) sont isolés au papier, tolérance $\pm 10\%$ ou au plastique.

C_7 (0,08 μ F) est formé d'un condensateur de 0,05 μ F et d'un condensateur de 0,03 μ F montés en parallèle. Ces valeurs sont courantes dans les modèles isolés au papier ou au plastique.

C_6 (8 μ F) est isolé au plastique ; tolérance $\pm 10\%$.

Résistances :

Tolérance $\pm 5\%$, modèle à couche de carbone.

TR 8

Préamplificateur-correcteur A HAUTE FIDÉLITÉ

Ce préamplificateur correcteur est particulièrement bien étudié. Il possède deux entrées « Basse Impédance » et « Haute Impédance », ce qui permet de l'utiliser aussi bien avec un microphone qu'avec un pick-up et ce aussi bien en basse impédance qu'en haute impédance. Une correction supplémentaire est réalisée en « P.U. » afin de tenir compte des normes de gravure des disques microsillon (C.C.I.R.).

Le gain du préamplificateur est de 40 dB. Il est insensible aux vibrations et l'on n'a pas à craindre les tubes microphoniques, comme c'est souvent le cas dans les préamplificateurs à lampes. Le niveau de bruit de fond est de 48 dB en dessous de 10 mV pour le canal « H.I. » et supérieur à 52 dB

Amplificateur.

Transformateur de sortie :

Tôles au silicium 1,3 W sans entrefer, puissance 4 W.

Primaire : impédance de collecteur à collecteur 100 Ω avec prise médiane.

Secondaire : impédance de la bobine mobile du H.P., ici 15 Ω .

(D'après documentation Mullard.)

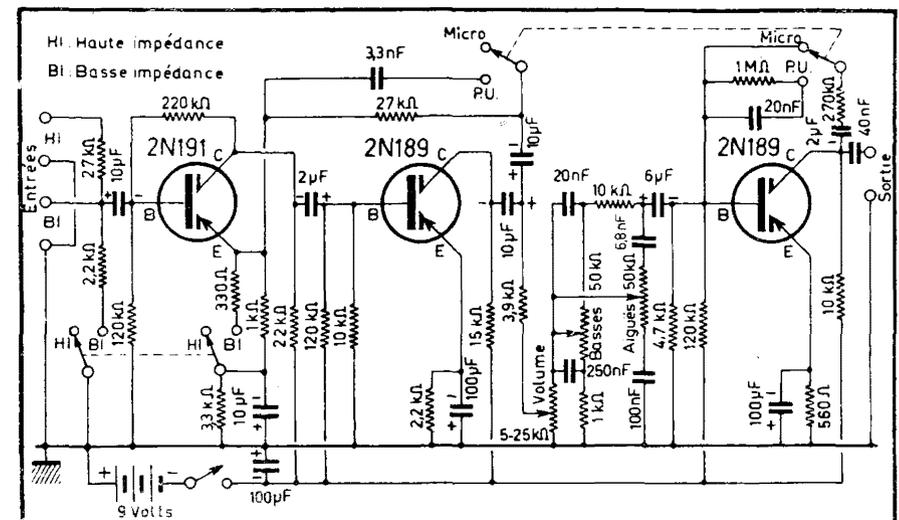


Fig. 1. — Schéma du préamplificateur-correcteur assurant un gain de 40 dB.

en dessous de 2 mV pour le canal « B.I. ».

Le réglage de tonalité double « Aiguës » et « Graves » est classique ; il permet une variation de ± 12 dB à 50 et à 10 000 c/s.

L'alimentation sous 9 V débite 1 mA, ce qui est très modique.

La sortie peut être branchée directement sur un amplificateur de puissance, au moyen d'un câble blindé. La liaison se fait sous 10 000 Ω d'impédance et la longueur du câble n'est pas critique.

MATÉRIEL UTILISÉ

Condensateurs :

Les condensateurs de faible valeur sont isolés au plastique ou au papier, tolérance $\pm 10\%$.

Potentiomètres :

Volume : 25 k Ω , au carbone, si possible logarithmique.

Tonalité : 50 k Ω , au carbone, linéaire.

(D'après documentation Radio and Television News.)

TR 9

Amplificateur à haute fidélité (750 mW)

C'est un ensemble qui groupe, sur le même châssis, le préamplificateur correcteur et l'amplificateur de puissance (750 mW à 5 % d). La qualité de l'ensemble est très satisfaisante, ainsi que le montre la figure 2.

(± 12 dB à 50 c/s et ± 8 dB à 10 000 c/s). Trois étages (V_3, V_4, V_5) permettent d'obtenir la puissance nécessaire pour moduler à fond l'étage de sortie en classe B (V_6-V_7).

Il est prévu pour être attaqué par le pick-up à réluctance variable **General Electric**. Après deux étages préamplificateurs V_1 et V_2 , se placent les circuits de réglage, de volume et de tonalité classiques

La courbe de réponse du préamplificateur est prévue pour corriger les courbes d'enregistrement des disques (normes C.C.I.R.). Chaque étage comporte son circuit de contre-réaction et de stabilisation des caractéristiques qui est suffi-

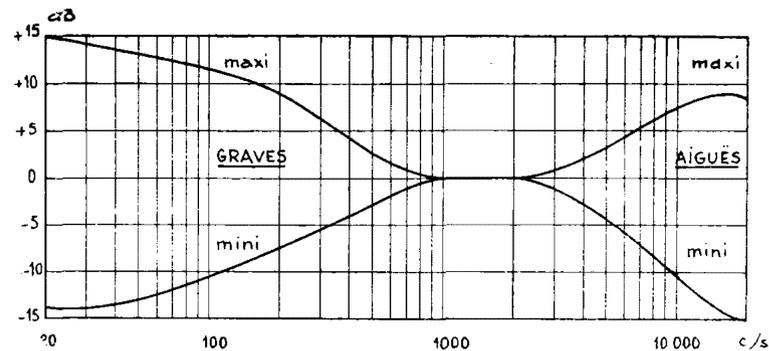
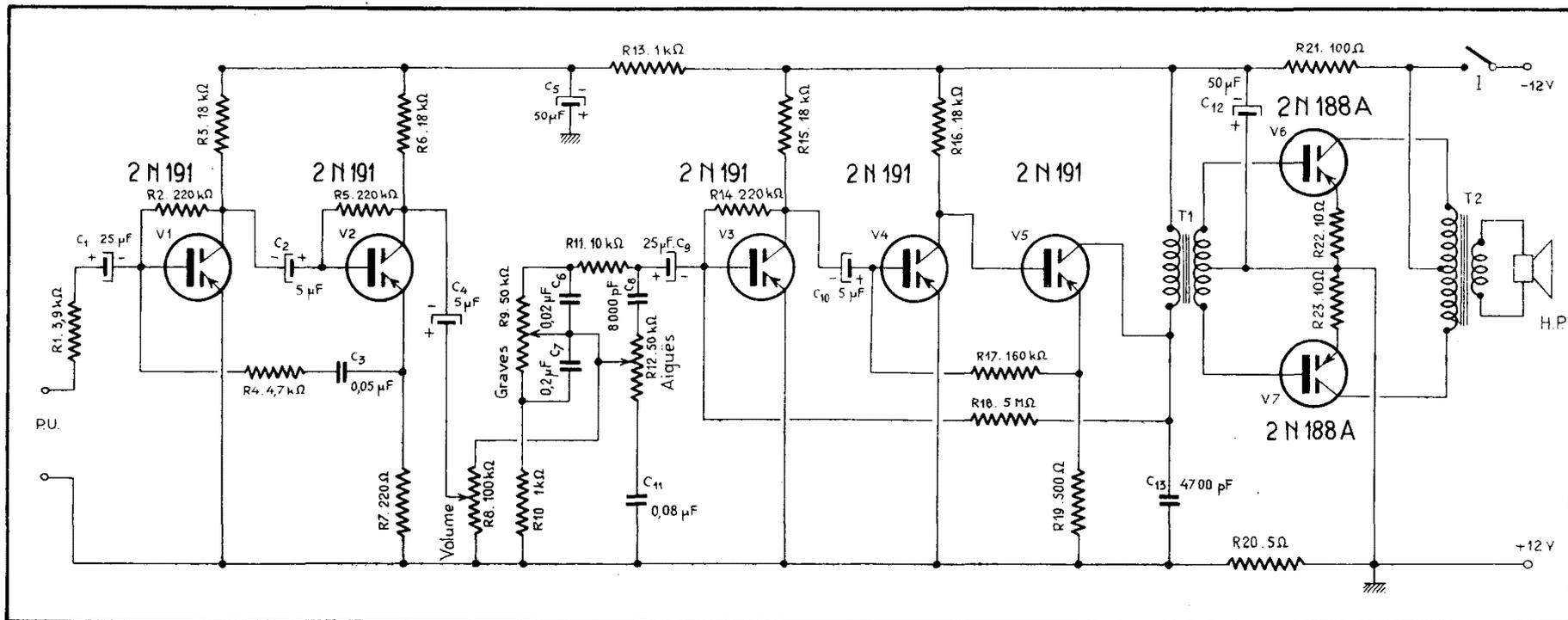


Fig. 2 (ci-dessus). — Courbes de réponse de l'ensemble.

Fig. 1 (ci-dessous). — Schéma de l'amplificateur « Hi-Fi ».



TR 10**INTERPHONES**

Le schéma de l'amplificateur est donné par la figure 1 ; il n'appelle aucun commentaire particulier. L'entrée à basse impédance ($2,5 \Omega$) par le transformateur T_1 aboutit au transistor V_1 (2 N 189) qui assure la préamplification. La liaison est

directe avec V_2 qui module par T_2 l'étage de puissance en classe B (V_3-V_4). Le transformateur de sortie T_3 conduit à la sortie de même impédance que l'entrée ($2,5 \Omega$).

La figure 2 montre deux montages d'interphones. En (a), il est

prévu un amplificateur, toujours le même, à chacun des deux postes, car la ligne est longue et une certaine atténuation de la puissance est à craindre. En (b), la ligne est courte, et un seul amplificateur suffit. Le second poste n'est constitué

que par son haut-parleur et sa clé « Ecoute - Parole ». Le câble de jonction, dans les deux cas, est composé de cinq conducteurs.

On connaît le principe de l'interphone ; les clés sont normalement sur « Ecoute » dans les deux pos-

samment efficace afin que le remplacement d'un transistor n'apporte aucune modification des résultats obtenus.

Si la puissance normale est de 750 mW, on obtient des pointes de modulation de 1,5 W sans distorsion audible.

MATÉRIEL UTILISÉ**Transformateurs.**

T_1 . — Tôles silicium 1,3 W, avec entrefer, circuit 28×32 mm.

Primaire : impédance 5000Ω .

Secondaire : impédance 3000Ω avec prise médiane.

T_2 . — Tôles silicium 1,3 W, sans entrefer, circuit 28×32 mm.

Primaire : impédance 125Ω avec prise médiane.

Secondaire : impédance $2,5 \Omega$ (haut-parleur).

Puissance 2 W, faible résistance des enroulements.

(D'après documentation General Electric et Thomson.)

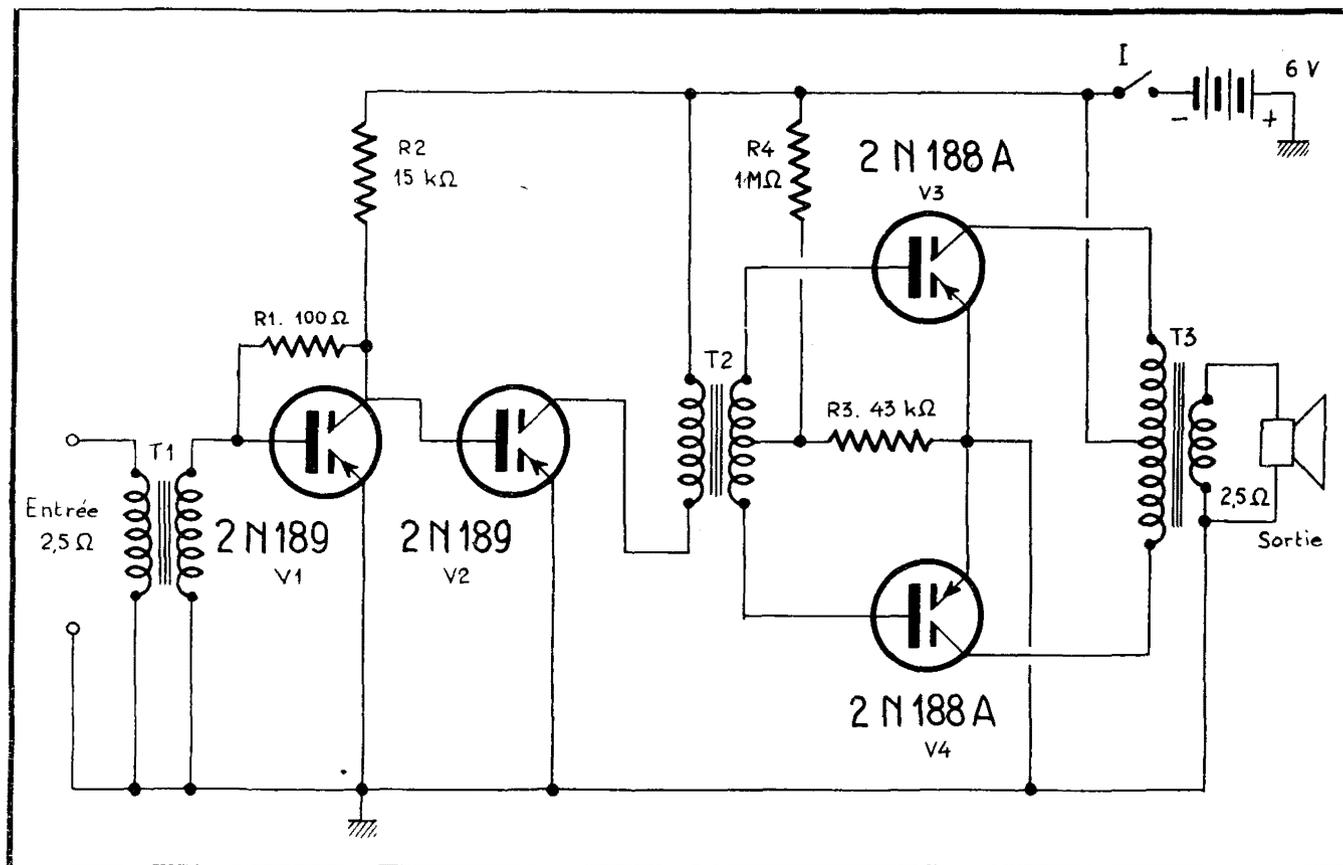


Fig. 1. — Schéma de l'amplificateur utilisé dans les ensembles interphones.

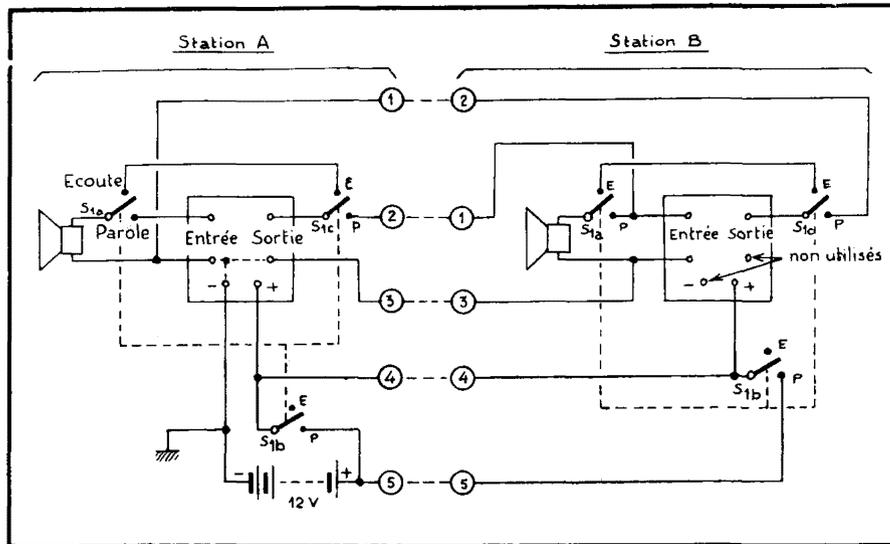


Fig. 2 a. — Interphone avec deux amplificateurs pour ligne longue.

tes et, de ce fait, les deux haut-parleurs sont branchés sur la sortie de l'amplificateur qui n'est pas en fonctionnement. Lorsqu'un poste veut parler, il bascule sa clé sur « Parole » et allume en même temps l'amplificateur qui est immédiatement prêt à fonctionner. A ce moment, le haut-parleur, utilisé comme microphone, est branché à l'entrée. Pour la réponse, c'est l'autre poste qui passe sur « Parole », il maintient l'amplifi-

cateur sous tension et son haut-parleur est alors branché à l'entrée, tandis que celui de son correspondant passe en sortie.

L'interphone à transistors est particulièrement économique, car l'amplificateur n'est sous tension que pendant les conversations ; l'interphone à tubes doit, au contraire, rester constamment sous tension à cause du temps de chauffage des lampes.

MATÉRIEL UTILISÉ

Transformateurs.

T₁. — Tôles silicium 1,3 W, avec entrefer, miniature.

Primaire : impédance 2,5 Ω.

Secondaire : impédance 1000 Ω.

T₂. — Tôles silicium 1,3 W, avec entrefer, miniature.

Primaire : impédance 15 000 Ω.

Secondaire : impédance 2000 Ω avec prise médiane.

T₃. — Tôles silicium 1,3 W, circuit 28 × 32 mm, sans entrefer, puissance 0,750 W.

Primaire : impédance 3000 Ω avec prise médiane.

Secondaire : impédance 2,5 Ω.

(D'après documentation
Radio and Television News
et Thomson.)

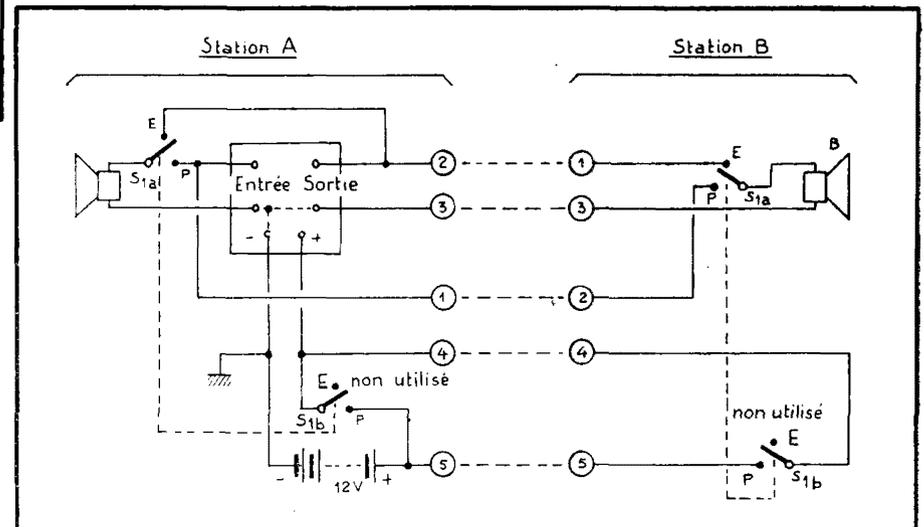


Fig. 2 b. — Interphone avec un seul amplificateur pour ligne courte.

↑ ... Mais il existe aussi des ↑
amplificateurs à tubes électroniques
décrits dans
**NOUVEAUX SCHÉMAS
D'AMPLIFICATEURS B.F.**
par R.BESSON

TR 11

Amplificateur pour guitare

Ce schéma très simple est donné à titre de documentation, car les types de transistors qui l'équipent ne sont pas fabriqués en France. Cet appareil est réalisé pour amplifier les sons d'une guitare dans un orchestre.

L'amplificateur et les piles sont incorporés dans le coffret du haut-parleur. Cet ensemble est donc indépendant du secteur, ce qui est souvent un avantage. La puissance de sortie atteint 4 W à 10 % de distorsion. Le microphone de contact est placé directement contre la caisse de résonance de la guitare ; il est à basse impédance.

L'amplificateur ne contient aucun transformateur mais, en revanche, nécessite trois sources d'alimentation distinctes ; c'est là que réside son originalité.

Les deux premiers étages sont classiques et sont alimentés normalement par une pile dont le pôle positif est à la masse. Ensuite, le signal est appliqué sur les bases des transistors V_3 (N-P-N) et V_4 (P-N-P). Ces deux transistors ont des caractéristiques semblables mais opposées, en sorte que les polarités de l'alimentation doivent, elles aussi, être inversées. C'est un moyen simple et efficace d'assurer le déphasage de 180° d'un signal B.F.

Cependant, à chaque demi-alternance, les condensateurs de liaison (C_2 et C_3) se chargent et finiraient

par bloquer entièrement le passage du signal. On évite cet inconvénient en plaçant deux diodes 1N34 qui sont conductrices pendant les demi-périodes durant lesquelles l'espace base-émetteur est non conducteur. Les diodes servent donc à débloquer la charge des condensateurs C_2 et C_3 .

Ensuite, par liaison directe, on attaque deux transistors de puissance également opposés (V_5 : P-N-P) et (V_6 : N-P-N). Comme leurs caractéristiques sont rigoureusement complémentaires, il n'est pas besoin de transformateurs de sortie. Il faut cependant deux piles, dont les polarités sont oppo-

sées, pour alimenter ces deux catégories de transistors.

En principe, ce schéma est très intéressant, c'est pourquoi il est décrit ici, mais la difficulté consiste à pouvoir obtenir des transistors P-N-P et N-P-N rigoureusement complémentaires. Une certaine correction est possible au moyen de

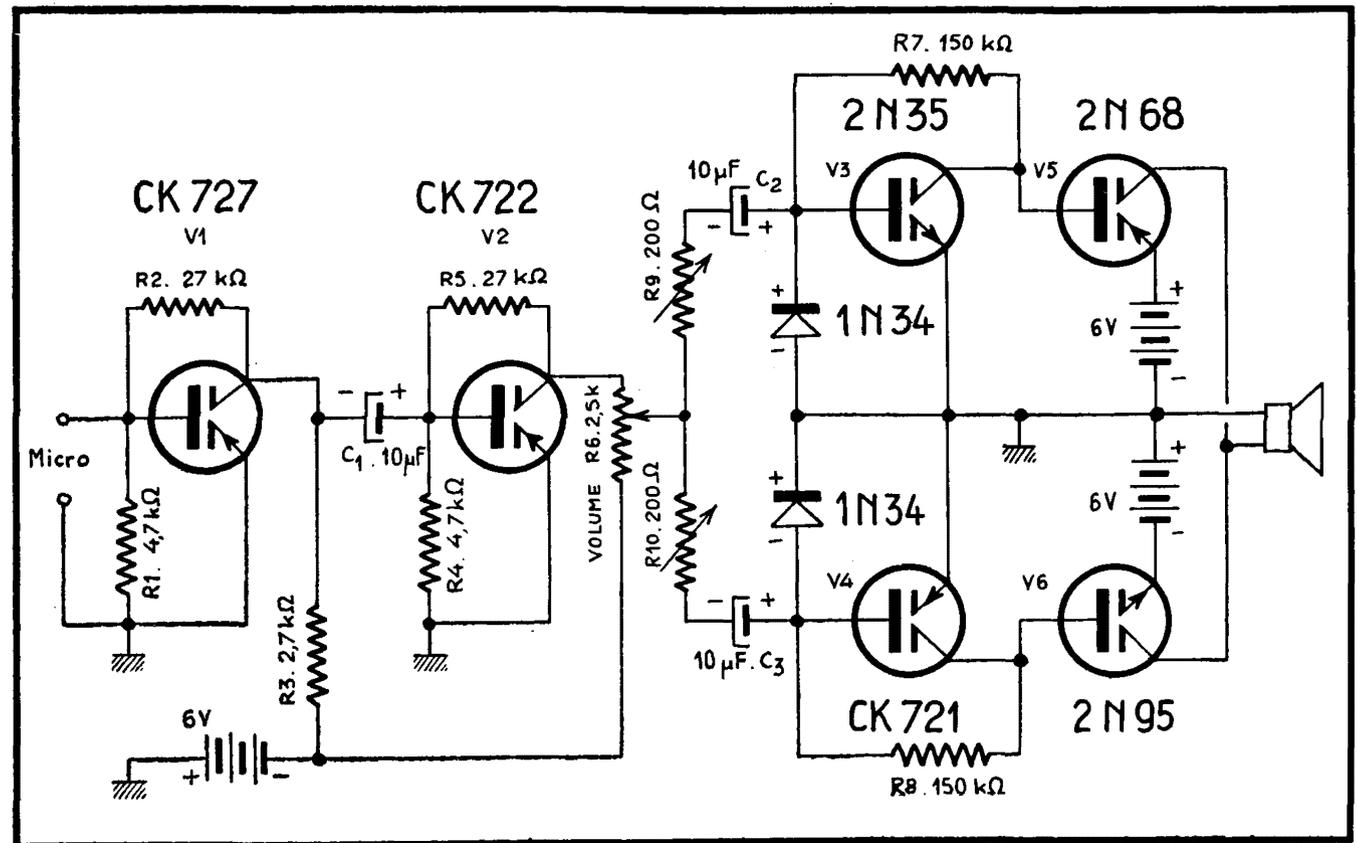


Fig. 1. — Schéma de l'amplificateur plus spécialement destiné à amplifier les sons d'un instrument à cordes tel que la guitare.

TR 12**Magnétophone portatif à piles**

Cet amplificateur permet de réaligner un magnétophone sur piles, portatif, convenant pour les reportages dans les lieux où un branchement sur le secteur est difficile, à cause par exemple de la foule, de la mobilité de l'action ou du lieu où elle se passe.

L'ensemble est monté dans un boîtier allongé qui contient, à sa partie supérieure, les deux bobines porteuses de la bande magnétique et la tête unique d'enregistrement, d'écoute et d'effacement. Le moteur d'entraînement de la bande est mécanique, et la manivelle de remontage du ressort est prévue sur le côté droit du coffret. Un emplacement est réservé pour le microphone, et un couvercle permet de protéger l'appareil lors du transport et pendant les intempéries. Il se porte par une courroie qui, pour le travail, se place autour du cou. L'opérateur a ainsi le boîtier à bonne hauteur sur la poitrine.

L'amplificateur et les piles sont légers, et le coffret n'a pas un volume important. De par sa faible

consommation, il jouit d'une très grande autonomie, ce qui n'est pas le cas des magnétophones de reportage à lampes, alimentés par un accumulateur à l'argent, qui ne peut fonctionner qu'un nombre très réduit d'heures. On voit qu'ici la « transistorisation » d'un appareil déterminé est particulièrement intéressante.

L'entrée est prévue pour pouvoir être branchée sur n'importe quelle source délivrant de 1 mV à 3 V, c'est-à-dire : microphone, pick-up, radio ou magnétophone. Le niveau d'entrée est réglé par le potentiomètre R_1 qui permet de ne pas surcharger les premiers étages.

Le commutateur S_1 comporte trois positions : enregistrement, écoute, effacement.

Enregistrement. — La tête d'effacement est alimentée en continu par la pile B_1 de 1,5 V. Ici, l'effacement ne peut se faire en fréquence ultra-sonore, car cela introduirait une difficulté importante de réalisation ; c'est pourquoi on a choisi de l'effectuer en courant continu. La tête d'enregistrement est reliée à la sortie « enregistrement » de l'amplificateur, la puissance est réglable par R_7 . Une polarisation continue est superposée à la modulation dans la tête d'enregistrement ($20 \mu\text{W}$ — 0,85 mA).

Ecoute. — L'entrée de l'amplificateur est coupée, la tête d'effacement n'est plus alimentée, et la tête d'enregistrement est reliée à l'entrée de l'amplificateur. L'écoute se fait en haut-parleur ou par des écouteurs. Une résistance charge la sortie « enregistrement » de l'amplificateur afin de ne pas modifier le niveau de sortie.

Effacement. — Il s'effectue par courant continu venant de la pile B_1 de 1,5 V débitant 55 mA, soit 20 mW. La tête d'enregistrement est coupée, l'entrée de l'amplificateur est reliée à la masse, la tête d'effacement est alimentée, et une résistance charge la sortie de l'amplificateur d'enregistrement.

La tête unique comprend deux enroulements séparés : un pour l'effacement de 12Ω d'impédance, un pour l'enregistrement et l'écoute de 1450Ω d'impédance (tête **Shure** n° 815). Si une autre tête est utilisée, il faut agir sur les résistances R_{15} et R_{16} pour obtenir une stabilisation du courant de V_6 (2 N 187) donnant les meilleurs résultats.

La pile B_1 de 1,5 V débite 45 mA pendant l'enregistrement et l'effacement et 0,5 mA pendant l'écoute. La pile B_2 de 6 V fournit 10 mA au repos et 200 mA au maximum de puissance (300 mW).

MATÉRIEL UTILISÉ**Transformateurs.**

T_1 et T_2 , tôle 1,6 W, circuit 28×32 mm, épaisseur 14,5 mm.

T_1 . — Impédance primaire : 3300Ω .

Impédance secondaire : 2000Ω de base à base avec prise médiane.

T_2 . — Impédance primaire : 220Ω de collecteur à collecteur avec prise médiane.

Impédance secondaire : $2,5 \Omega$.

Tête magnétophone.

A deux enroulements, circuit magnétique en acier spécial au nickel, entrefer très réduit protégé par du plastique.

Enroulement effacement, impédance : 12Ω .

Enroulement enregistrement-écoute, impédance : 1450Ω .

Commutateurs.

S1 : trois positions, trois circuits, type miniature.

S2 : interrupteur à deux circuits séparés, type miniature.

(D'après documentation **Radio and Television News.**)

TR 11 (fin)

R_9 et R_{10} qui servent à équilibrer les étages de sortie. Ces résistances sont comprises entre 0 et 200Ω environ.

(D'après documentation **Radio and Television News.**)

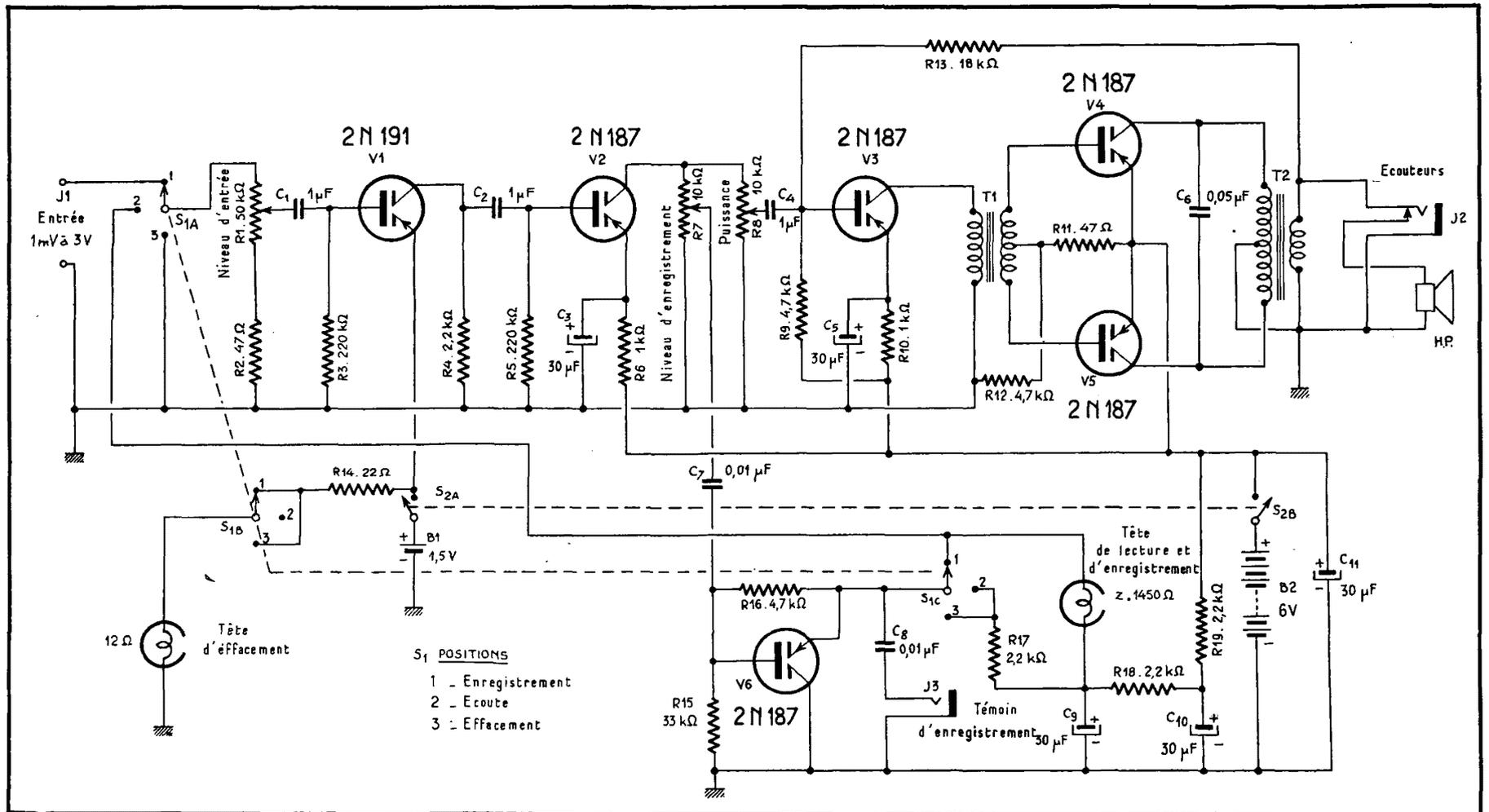


Fig. 1. — Schéma d'un magnétophone avec son amplificateur. Le commutateur S1 est à trois positions, trois circuits, du type miniature. S2 est un interrupteur à deux circuits séparés, également du type miniature.

TR 13

FLASH ÉLECTRONIQUE

Un flash électronique fonctionne selon le principe suivant : une tension continue élevée charge un condensateur de forte valeur. L'énergie qu'il contient est brusquement libérée au travers d'un tube rempli de gaz rare sous faible pression qui s'ionise donnant un éclair bref très lumineux.

Dans ce processus, la tension continue élevée est obtenue en redressant la tension alternative d'un oscillateur à transistors de puissance.

Le schéma est simple. L'oscillation est créée entre base et collecteur des deux transistors de puissance OC 16 par la bobine L et le primaire du transformateur T. Aux bornes du secondaire, élévateur de tension, on mesure à vide 500 V alternatifs à 1000 c/s environ. Cette tension est redressée par quatre diodes au germanium 1 N 93 Thomson montées en pont. La tension continue obtenue est de 300 V aux bornes du condensateur électrolytique de 1500 μ F. Un tube à néon à vis ordinaire N s'illumine lorsque le condensateur est chargé et que le flash est prêt à fonctionner.

La « Prise de flash » est reliée à un contact solidaire de l'appareil de photo qui court-circuite les deux fils lorsque l'obturateur s'ouvre. Une surtension est obtenue par la bobine de déclenchement sur l'électrode auxiliaire du tube de flash

TE 155. La puissance de l'ionisation est d'environ 60 joules, ce qui suffit pour prendre une photo d'un groupe à 4 mètres, avec une ouverture F : 8. La recharge du condensateur dure 45 secondes ; il faut donc attendre ce temps avant de pouvoir prendre une nouvelle photo.

MATÉRIEL UTILISÉ**Bobinages.**

Transformateur T. — Circuit magnétique 42 \times 42 mm, épaisseur 25 mm, en tôles au nickel Anhytster A.

Bobine L : 2 \times 18 spires 30/100, fil cuivre émaillé.

Primaire : 2 \times 26 spires 8/10, fil cuivre émaillé.

Secondaire : 3000 spires 7/100.

Les trois enroulements sont bobinés sur le circuit magnétique dans l'ordre : bobine L, primaire et secondaire.

Bobine de déclenchement (bobine d'induction d'allumage pour micro-moteur).

Enroulement A : 350 spires 30/100, fil cuivre émaillé.

Enroulement B : 15 000 spires 7/100, fil cuivre émaillé.

Sur bâton ferroxcube, diamètre 8 mm, longueur 60 mm.

(Attention à l'isolement : la bobine doit être imprégnée à cœur).

Accumulateur.

Type **Aglo 32**, 4 éléments, tension 4,5 V, étanche, 7 Ah, fournit 100 éclairs entre deux recharges.

Résistances.

10 Ω bobinée au manganin à faible coefficient de température.

250 à 500 Ω bobinée en manganin de façon que le débit maximum de la source soit de 1,3 A sous 4,5 V.

Condensateur de flash :

1500 μ F, TS, 300 V, électrolytique miniature.

Tube de flash :

TE 155 Mazda.

(D'après documentation **Toute la Radio.**)

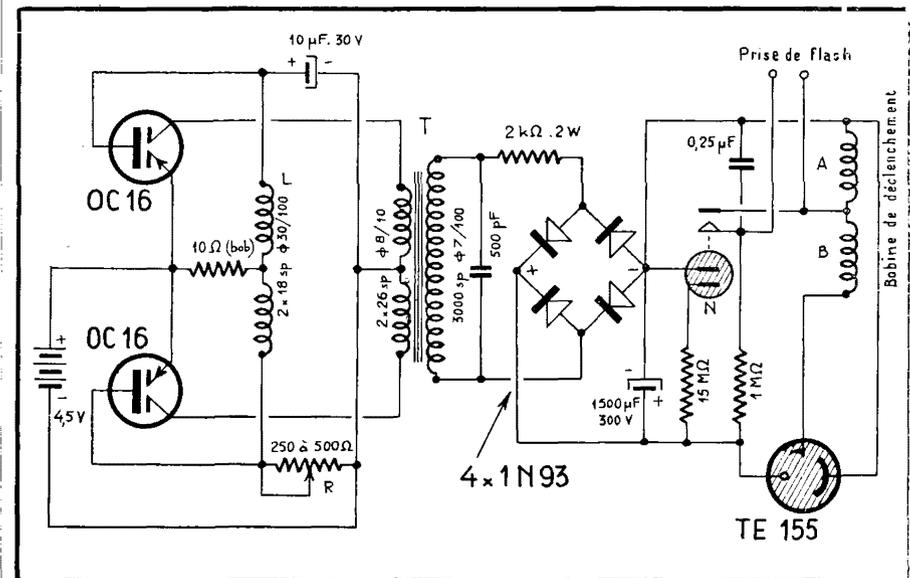


Fig. 1. — Flash électronique utilisant un oscillateur à transistors.

TR 14

Compteur de Geiger-Müller portatif à piles

Un compteur de Geiger-Müller indique l'intensité des rayons gamma et des neutrons qui viennent frapper le tube de détection. Un casque branché en sortie fait entendre et permet de compter les « tops » dont le nombre est fonction de l'intensité du rayonnement. Un tel appareil sert pour la prospection minière des roches radioactives ou pour la surveillance des laboratoires ou des pièces qui risquent d'être contaminés par des radiations nocives.

Le tube doit être alimenté sous 500 V ; il faut donc prévoir un oscillateur à transistor OC 71 qui, alimenté par une pile de 3 V, fournit une tension alternative élevée

au secondaire du transformateur T. Cette tension est redressée par un doubleur de tension équipé de diodes au silicium. La tension continue atteinte 500 V sous 20 μ A pour les vitesses maxima de comptage. Le tube 18503 fonctionne entre 425 et 675 V. Les « tops » sont amplifiés par le transistor OC 71 de sortie. L'écouteur est branché aux bornes de R₆ montée sur l'émetteur (sortie cathodyne). Si la tension de sortie est trop élevée (environ 1 V), il faut prévoir un potentiomètre de puissance avant le casque.

Le montage peut être réalisé selon la figure 2, sous la forme d'un pistolet qui se porte dans la poche et qui est d'un maniement facile.

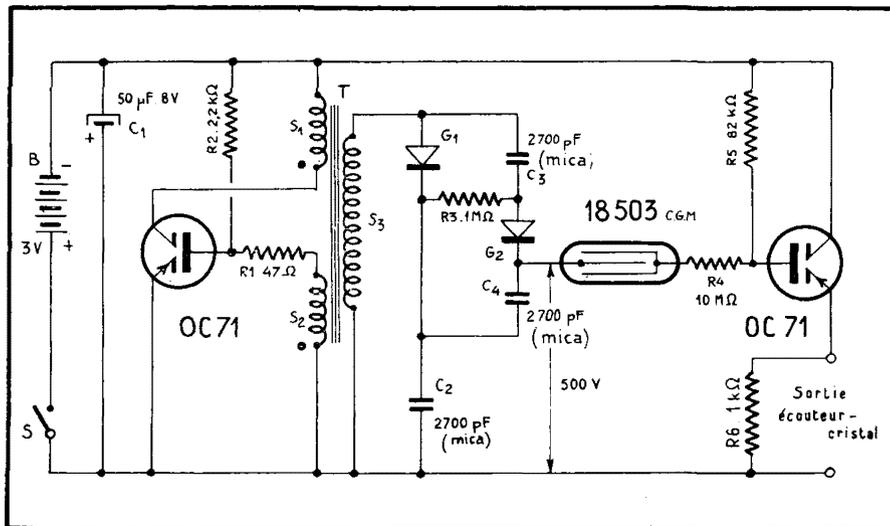


Fig. 1. — Dans cet appareil, le tube de Geiger-Müller obtient la tension continue nécessaire de 500 V à partir d'une pile de 3 V.

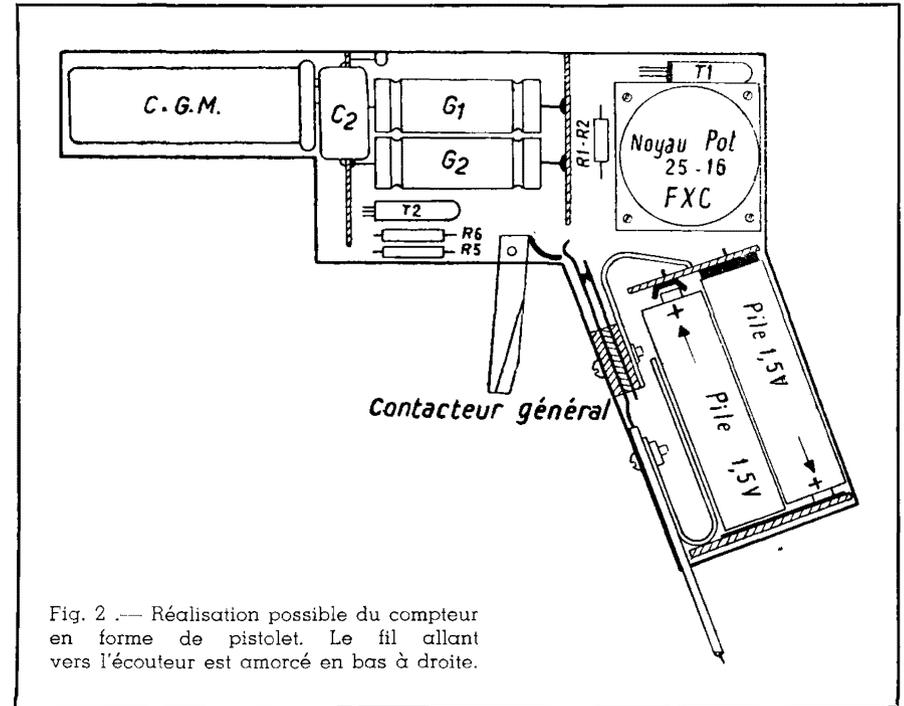


Fig. 2. — Réalisation possible du compteur en forme de pistolet. Le fil allant vers l'écouteur est amorcé en bas à droite.

MATÉRIEL UTILISÉ

Transformateur T.

Noyau ferroxcube 25/16 en pot, matière FXC 3 B 3, entrefer 0,1 mm.

Enroulement S₁ : 115 spires, fil 20/100 mm, cuivre émaillé.

Enroulement S₂ : 50 spires, fil 10/100 mm, cuivre émaillé.

Enroulement S₃ : 1250 spires, fil 10/100, cuivre émaillé.

Les points sur le schéma indiquent les entrées d'enroulements pour le sens correct des branchements donnant l'oscillation.

Tube.

18 503 C.G.M. Radiotechnique.

Redresseurs au sénélium.

500 V, 10 mA, 2 P 00895 Radio-technique ou 15 J 2 Thomson.

TR 15

Voltmètres électroniques

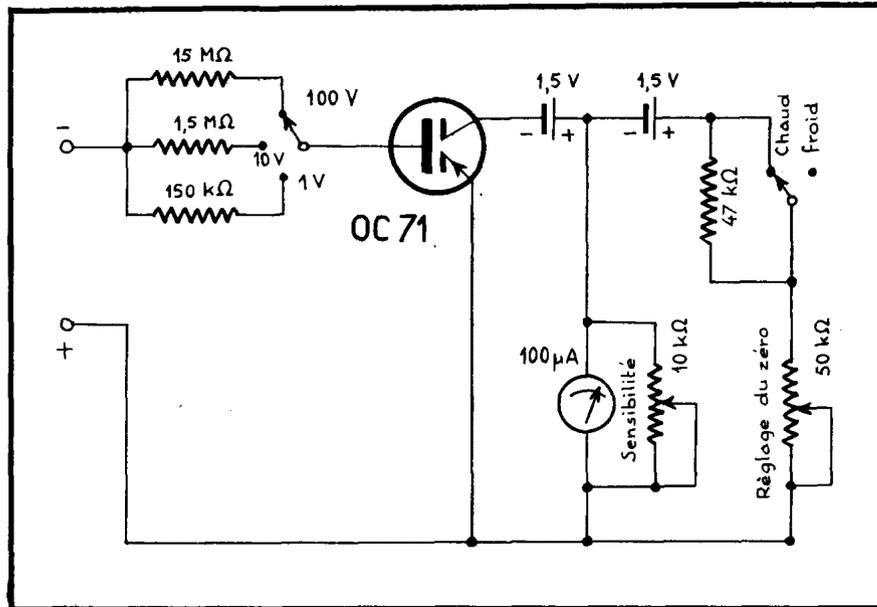


Fig. 1. — Schéma de voltmètre pour tensions continues.

Voltmètre pour tensions continues.

Le principe est le même que celui des voltmètres à lampes. Avec le montage « émetteur à la masse », le transistor OC 71 n'exige qu'un très faible courant d'entrée (fig. 1). On en profite pour utiliser sur la position « 100 V » une résistance de 15 MΩ, comme sur les voltmètres à tube. La résistance interne est donc de 150 kΩ par V, ce qui est très intéressant.

Avant l'emploi, il faut régler le zéro du galvanomètre, l'entrée étant court-circuitée. Si on ne peut

obtenir le « zéro » dans la position « froid », placer l'interrupteur sur « chaud ». On règle ensuite la sensibilité en reliant une tension connue aux bornes d'entrée. Il faut veiller à respecter la polarité indiquée. La sensibilité du galvanomètre est de 100 μA. Les deux piles de 1,5 V ne débitent guère plus de 1 mA chacune.

Voltmètre pour très haute tension.

Cet appareil est, en particulier, destiné à la mesure des très hautes tensions appliquées aux tubes cathodiques. Le principe est le

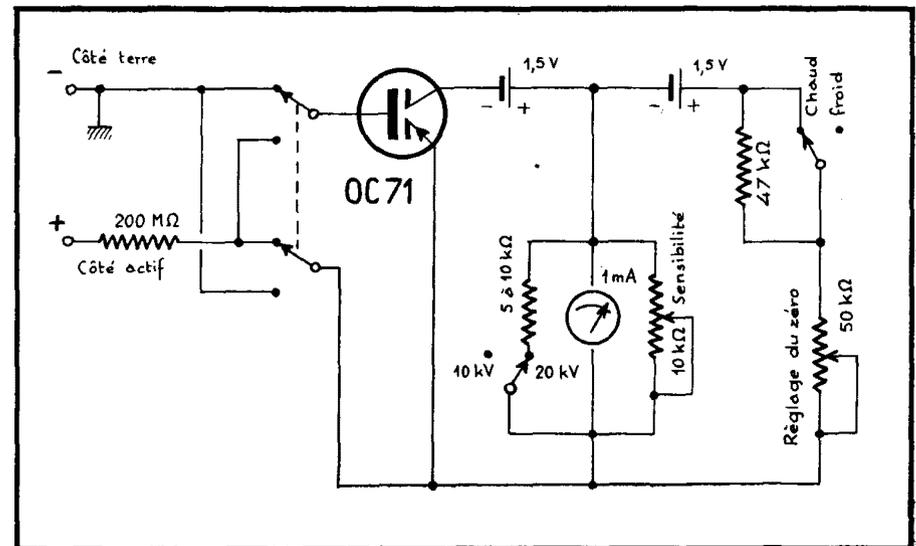


Fig. 2. — Schéma de voltmètre pour très haute tension.

TR 14 (fin)

Piles.

2 piles surdité de 1,5 V (consommation 18 mA).

Écouteur

à cristal, à défaut écouteur magnétique 2000 Ω très sensible.

(D'après documentation Radiotechnique.)

même que celui du voltmètre précédent (fig. 2). Les réglages s'effectuent de la même façon.

Il comporte deux sensibilités : 10 000 et 20 000 V. Un inverseur double à l'entrée permet de rétablir la polarité correcte de branchement le cas échéant. La sonde T.H.T. doit être parfaitement isolée pour éviter des accidents à l'opérateur. Cette sonde contient dix résistances de 20 MΩ branchées en série du type au carbone, isolées, miniatures. En effet, un plus petit nombre de résistances de valeurs plus élevées ne conviendrait pas, à cause de la trop grande tension aux bornes de chacune d'entre elles. La tension aux bornes des résistances est limitée par le constructeur.

Galvanomètres

à cadre mobile, cadran de 80 mm de diamètre, modèle rond ou rectangulaire, consommation 100 μA pour le schéma n° 1 et 1 mA pour le schéma n° 2 (valeurs non critiques).

Résistances

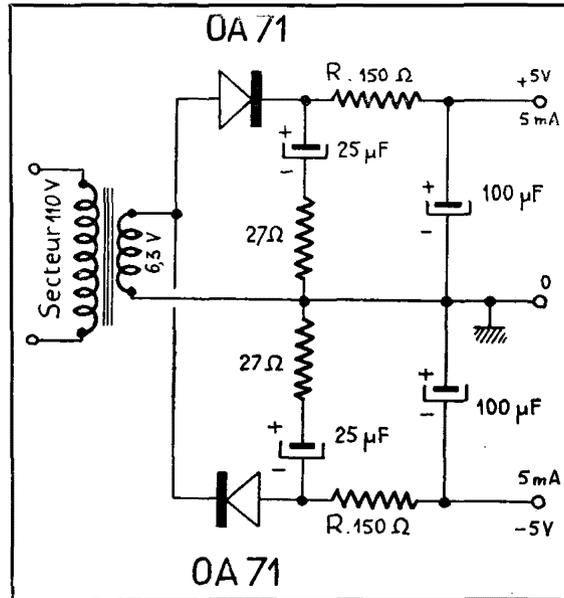
de précision ± 5 % ou ± 1 %, au carbone, miniatures ; potentiomètres linéaires au carbone.

(D'après documentation Radiotechnique.)



TR 16

Appareils simples pour le dépannage



I - ALIMENTATION SECTEUR POUR APPAREILS A TRANSISTORS

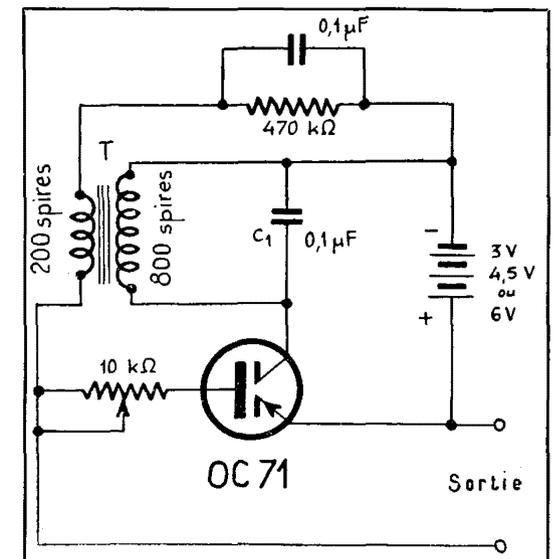
Ce montage permet d'alimenter, à partir du secteur alternatif, différents dispositifs à transistors. Il y a deux sorties, l'une positive, l'autre négative par rapport à la terre. On peut régler la tension de sortie en utilisant des résistances R. variables. Pour réduire le ronflement, on peut utiliser un filtrage par une bobine à fer, remplaçant R.

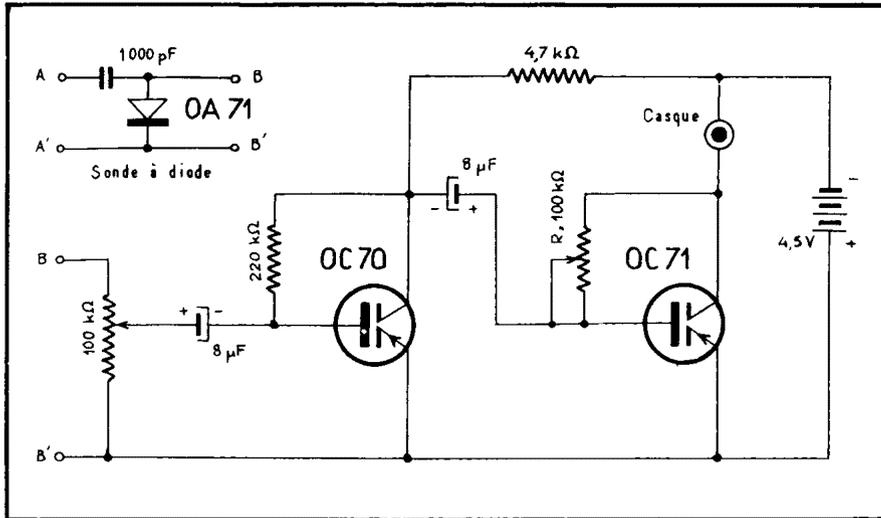
II - OSCILLATEUR 1000 c/s POUR VÉRIFICATION D'AMPLIFICATEURS B. F.

Cet oscillateur B.F. sert à vérifier le fonctionnement des étages B.F. et peut servir pour l'apprentissage de la lecture au son.

La valeur du condensateur C₁ doit être modifiée, si l'on utilise un autre transformateur B.F. La résistance réglable de 10 kΩ, en série avec la base, permet de faire varier l'amplitude et la forme de l'oscillation.

Noyau du transformateur T :
Ferroxcube E 12,7 - 6,6/3,3 - FXC 3A.



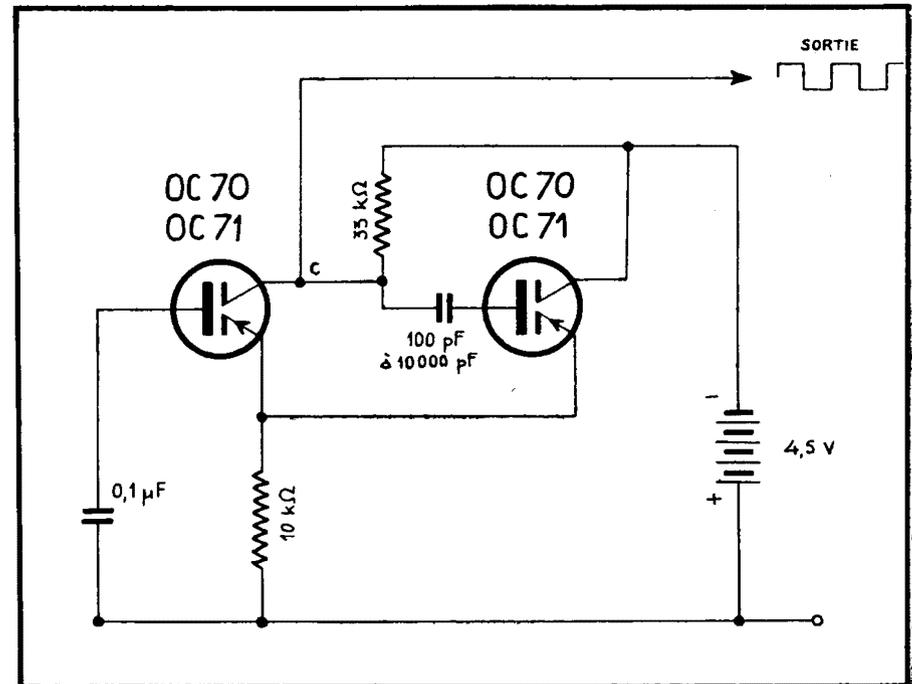


III. - ANALYSEUR DYNAMIQUE POUR DÉPANNAGE RADIO

Le montage fondamental est un amplificateur B.F. à deux transistors utilisé pour vérifier, par remplacements successifs, les étages B.F. d'un récepteur.

Si l'on ajoute la sonde à diode, on peut analyser la transmission des signaux dans les circuits H.F. et M.F. d'un récepteur.

Il faut régler R pour avoir un courant I_c de 3 mA (deuxième OC 71).



IV. - MULTIVIBRATEUR POUR ANALYSE DYNAMIQUE

Ce multivibrateur peut également être utilisé comme « générateur de bruit » servant au dépanneur pour localiser le défaut d'un étage d'amplification.

On peut rendre variable le condensateur de couplage ou commuter des condensateurs de valeurs diverses. Les valeurs extrêmes indiquées correspondent sensiblement à des fréquences respectives de 7 kc/s et de 100 c/s. Sortie au point C.

Tous droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays.

Copyright by Éditions Radio Paris 1958

Dépôt légal 1^{er} trimestre 1958
Éditeur n° 229 - Imprimeur n° 1076

PRINTED IN FRANCE
Imprimerie Georges FRÈRE
Tourcoing Paris



LES MEILLEURS LIVRES DE RADIO



LA PRATIQUE DE L'AMPLIFICATION ET DE LA DISTRIBUTION DU SON, par **R. de Schepper**. — Les principales notions d'acoustique; description des différents types de pick-up, microphones et haut-parleurs; calcul, réalisation et installation des amplificateurs.
320 pages, format 15-24 **540 fr.**

PRODUCTION ET APPLICATIONS DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, par **H. Piraux**. — Physique nucléaire, isotopes, réacteurs, le présent et l'avenir de l'énergie atomique.
128 pages, format 16-24 **600 fr.**

RADIO-NAVIGATION, par **A. Drieu**. — Un ouvrage moderne sur les méthodes radioélectriques de navigation aérienne.
64 pages, format 13-21 **180 fr.**

RADIORECEPTEURS A GALENE, par **Ch. Guilbert**. — Réalisation des postes à galène du plus simple au plus perfectionné.
16 pages, format 21-27 **180 fr.**

RADIORECEPTEURS A PILES ET A ALIMENTATION MIXTE, par **W. Sorokine**. — Etude détaillée de l'alimentation et des différents étages. Schémas-types.
48 pages, format 27-21 **300 fr.**

RADIO-TUBES, par **E. Aisberg, L. Gaudillat et R. de Schepper**. — Une documentation unique donnant instantanément et sans aucun renvoi toutes les valeurs d'utilisation et culottages de toutes les lampes usuelles. Reliure spéciale avec spirale en matière plastique.
184 pages, format 13-22 **600 fr.**

REALISATION DE L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE, par **R. Gondry**. — Etude et construction des divers éléments d'un oscillographe.
178 pages, format 13-21 **360 fr.**

REALISATION ET EMPLOI DE L'OMNIMETRE, par **F. Haas**. — Construction et étalonnage d'un contrôleur universel continu-alternatif et d'un contrôleur junior. Nouvelle édition complètement refondue.
64 pages, format 13-18 **100 fr.**

REGLAGE ET MISE AU POINT DES TELEVISEURS, par **F. Klingler**. — Album de 96 images d'écran avec leur interprétation permettant de faire la mise au point des téléviseurs; tableaux de dépannage.
Album de 28 pages, format 21-27.. **360 fr.**

REPRODUCTION SONORE A HAUTE FIDELITE, par **G.-A. Briggs**. — Tous les secrets de la réussite en basse fréquence dévoilés par le grand spécialiste anglais.
368 pages, format 16-24 **1.800 fr.**

SCHEMAS DE RADIORECEPTEURS, par **L. Gaudillat**. — Schémas de récepteurs alternatifs et universels avec valeurs de tous les éléments.
Fascicule premier (32 pag., 21-27) . **180 fr.**
Fascicule second (32 pag., 21-27) . **180 fr.**
Fascicule 3 (Rimlock) (16 p., 21-27) **180 fr.**
Fascicule 4 (noval) (16 p., 21-27) . **300 fr.**

SCHEMAS DE RECEPTEURS POUR MODULATION DE FREQUENCE, par **R. de Schepper**. — Théorie et pratique de la F.M. avec 9 schémas détaillés.
Album de 40 pages, format 27-21.. **360 fr.**

SCHEMATHEQUE 52. — Description et schémas de 80 récepteurs de radio et de télévision.
116 pages, format 21-27 **720 fr.**

SCHEMATHEQUE 53. — Description et schémas des principaux récepteurs et téléviseurs actuels.
112 pages, format 21-27 **720 fr.**

SCHEMATHEQUE 54. — Schémas détaillés des récepteurs et téléviseurs type 1954.
112 pages, format 21-27 **720 fr.**

SCHEMATHEQUE 55. — Les schémas des récepteurs et téléviseurs type 1955.
96 pages, format 21-27 **720 fr.**

SCHEMATHEQUE 56. — Schémas des principaux récepteurs et téléviseurs de l'année.
80 pages, format 13-21 **720 fr.**

LES SECRETS DE L'AMPLIFICATION A HAUTE FIDELITE. — Conception et réalisation des amplificateurs et mesure de leurs caractéristiques.
128 pages, format 16-24 **600 fr.**

TECHNIQUE DES HYPERFREQUENCES, par **A.-V.-J. Martin**. — Production, propagation et mesures des ondes centimétriques.
204 pages, format 13-21 **660 fr.**

TECHNIQUE DE LA TELEVISION, par **A.-V.-J. Martin**. — Véritable Bible des techniciens de la télévision.
Tome I : Les récepteurs son et image.
296 pages, format 16-24 **1.500 fr.**

Tome II : Alimentation et Bases de temps.
358 pages, format 16-24 **1.500 fr.**

TECHNIQUE ET APPLICATIONS DES TRANSISTORS, par **H. Schreiber**. — Propriétés, fonctionnement, mesures et utilisation des divers types de transistors.
160 pages, format 16-24 **720 fr.**

TECHNIQUE ET APPLICATIONS DES TUBES ELECTRONIQUES, par **H.-J. Reich**. — Un cours complet sur la théorie et l'utilisation des tubes électroniques dans l'électronique et dans les télécommunications.
320 pages, format 16-24 **1.080 fr.**

TECHNIQUE MODERNE DU CINEMA SONORE, par **R. Miquel**. — Description, entretien et dépannage des installations de cinéma.
160 pages, format 13-21 **450 fr.**

TECHNIQUE DE LA MODULATION DE FREQUENCE, par **H. Schreiber**. — Principes de la F.M. - Analyse des divers montages. - Récepteurs FM et combinés AM/FM. - Antennes spéciales.
176 pages, format 16-24 **900 fr.**

TELEVISION DEPANNAGE, par **A.-V.-J. Martin**. — Un ouvrage indispensable pour les dépanneurs et metteurs au point.
176 pages **600 fr.**

TRANSFORMATEURS RADIO, par **Ch. Guilbert**. — Calcul et réalisation des transformateurs d'alimentation, des transformateurs B.F. et des inductances de filtres. Conseils sur l'utilisation des transformateurs.
64 pages, format 16-24 **240 fr.**

TOUTES LES LAMPES, par **M. Jamain**. — Tableau mural en couleurs donnant instantanément les culottages de tous les tubes de réception.
Format 50 x 65 **150 fr.**

40 ABAQUES DE RADIO, par **A. de Gouvenain**. — Recueil d'abaques pour la solution rapide de nombreux problèmes de radioélectricité.
40 planches 24-32 cm, accompagnées d'une brochure de 72 pages contenant les notions de théorie, le mode d'utilisation et de nombreux exemples numériques **1.200 fr.**

VOLTMETRES ELECTRONIQUES, par **F. Haas**. — Principes de base, réalisation de divers modèles, emploi.
88 pages, format 13-21 **360 fr.**

MAJORATION POUR FRAIS D'ENVOI : 10 % (minimum 50 fr.). Contre remboursement : supplément 100 fr.

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

9, rue Jacob - PARIS VI^e
COMPTE CHÈQUES POSTAUX : 1164-34

MONTAGES DÉCRITS :

INTRODUCTION	Page 2	TR 8	Préamplificateur-correcteur à haute fidélité	Page 21
ÉLÉMENTS DES MONTAGES avec tableaux des caractéristiques des transistors	3	TR 9	Amplificateur à haute fidélité (750 mW)	22
TR 1 Amplificateur de prothèse auditive	7	TR 10	INTERPHONES	23
TR 2 Amplificateur classe B (400 mW) pour récepteurs radio	9	TR 11	Amplificateur pour guitare	25
TR 3 Amplificateur de pick-up (400 mW)	10	TR 12	Magnétophone portatif à piles	26
TR 4 Deux amplicateurs classe A (1,5 W)	13	TR 13	FLASH ÉLECTRONIQUE	28
TR 5 Amplificateur de puissance classe B (4 W)	15	TR 14	Compteur de Geiger-Müller portatif à piles	29
TR 6 Tois schémas de préamplificateurs	17	TR 15	Voltmètres électroniques	30
TR 7 Préamplificateur-correcteur et amplificateur à haute fidélité	19	TR 16	Appareils simples pour le dépannage	31

Chaque schéma indique toutes les valeurs des éléments et est accompagné d'une description détaillée ainsi que d'une liste de matériel utilisé. Tous les montages ont fait l'objet de réalisations pratiques.