

# SCHÉMAS DE PRÉAMPLIFICATEURS D'ANTENNE VHF ET UHF

Il a été développé dans des précédents numéros du « Haut-Parleur », la théorie un peu particulière de la réceptions des VHF, ainsi que quelques montages utilisés dans ce domaine de fréquence.

Un des emplois a été à peine examiné : celui des préamplificateurs d'antenne. Aussi, nous proposons aujourd'hui quelques exemples précis d'équipements à tubes et à transistors étant bien entendu que le montage à tube n'est utilisé qu'en émission, avec des modèles spéciaux de lampes. Il est évident qu'une telle étude forme un tout et l'amateur choisira entre cette ancienne technique et une plus récente à transistors.

Nous donnons, également, les différentes performances de ces circuits. D'où la possibilité de comparer et de choisir celui qui s'applique le mieux à son besoin personnel.

Notre étude s'étend aux bandes III, IV et V (150 à 230 MHz et à 920 MHz).

## I. CAS DE LA BANDE III (VHF) MONTAGE A TUBE TELEFUNKEN

Le tube EC8020 du type tout verre est une triode de puissance pour hautes fréquences prévue pour le montage avec grille à la masse. Elle comporte 5 contacts de grille ce qui permet également son emploi dans les amplificateurs destinés à la bande IV des VHF-TV.

Le tube EC8020 admet les valeurs limites suivantes : dissipation anodique  $N_A = 8$  W, courant cathodique  $I_K = 70$  mA. Grâce à sa pente élevée ( $S = 60$  mA/V pour  $U_A = 200$  V,  $R_K = 62 \Omega$  et  $I_A$  correspondant de 40 mA) il se prête à la réalisation des amplificateurs à large bande et à faible distorsion. Pour la bande III, son emploi se révèle particulièrement intéressant. Pour cette gamme de fréquences le montage grille à la masse et entrée à la cathode présente l'avantage d'une part, de rendre superflues des mesures spéciales de neutralisation, et, d'autre part, de ne pas poser des difficultés d'adaptation du circuit d'entrée. Le circuit d'entrée de l'amplificateur comporte un réseau en  $\pi$  à large bande dont la capacité de sortie est constituée par la capacité d'entrée du tube (et par la capacité

propre du câblage et des contacts). Le circuit en  $\pi$  est donc composé de  $C_1$  et  $L_1$  en série avec  $C_2$  et  $C_{IN}$ . Si l'amplificateur doit servir d'amplificateur d'antenne il y a lieu, le cas échéant, de prévoir des organes sélectifs complémentaires afin d'éviter la surmodulation par d'autres fréquences, en particulier par celles de

tion de la tension de chauffage est également recommandée car la durée de vie garantie ne peut être obtenue qu'à la condition de maintenir la tension de chauffage avec une précision de  $\pm 5\%$  (valeurs limites absolues).

Les valeurs des éléments ont été choisies arbitrairement pour que l'amplification se situe en

un réajustement de l'accord ( $L_1$ ). Le R.O.S. dans le câble d'antenne ne dépasse pas 1,3 dans les conditions les plus défavorables. A la sortie de l'amplificateur, l'impédance varie beaucoup plus; cela n'est toutefois pas gênant car ce qui compte, surtout, c'est la charge terminale du câble qui relie l'amplificateur au téléviseur.

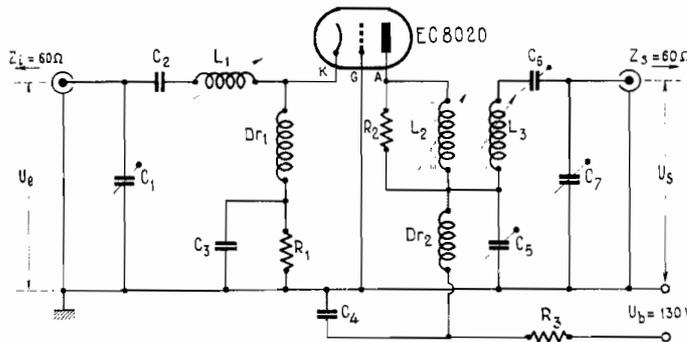


Fig. 1. — Schéma de l'amplificateur à tube EC8020 (Doc. Telefunken). Valeurs des éléments : Résistances :  $R_1$ , Résistance dans le circuit cathodique valeur à déterminer pour obtenir  $I_K = 60$  mA;  $R_2$ , à couche de carbone : 8,2 k. ohms, 0,25 watt;  $R_3$ , à couche de carbone : 100 ohms, 0,25 watt. Condensateurs :  $C_1$ , ajustable : 10 ... 40 pF;  $C_2$ , céramique : 470 pF;  $C_3$ , à disque : 1 nF;  $C_4$ , à disque : 1 nF;  $C_5$ , ajustable : 10 ... 40 pF;  $C_6$ , ajustable : 1,5 ... 10 pF;  $C_7$ , ajustable : 10 ... 40 pF. Bobinages :  $L_1$ , 1 spire, fil cuivre argenté  $\varnothing 0,5$  noyau,  $\varnothing 5$  mm;  $L_2$ , 3,5 spires fil cuivre argenté  $\varnothing 0,5$ ;  $L_3$ , 3,5 spires fil cuivre argenté  $\varnothing 0,5$ , noyau 6 mm, longueur 13 mm;  $DR_1$  et  $DR_2 = 20$  spires fil 30/100 $\mu$  sur résistance 2 W.

la gamme GO. La sortie de l'amplificateur est constituée par un filtre de bande avec le condensateur de couplage  $C_5$ . L'adaptation de la conductance de sortie à la charge (câble, utilisateur) se fait par le condensateur ajustable  $C_6$ . Le schéma de la figure 1 ne prévoit aucun dispositif de stabilisation pour le réglage du point de fonctionnement. Toutefois, pour une fabrication de série comportant une résistance fixe dans le circuit cathodique, une stabilisation est indispensable. Ces mesures s'imposent d'une part par la forte pente du tube EC8020, et, d'autre part, par les valeurs maximales imposées de  $P_A = 8$  W et de  $I_K = 70$  mA qui, en aucun cas, ne doivent pas être dépassées. Les variations de tension du secteur, les tolérances des composants et ces dispersions possibles demandent à être considérées avec grand soin. Une stabilisa-

tion de la tension de chauffage est également recommandée car la durée de vie garantie ne peut être obtenue qu'à la condition de maintenir la tension de chauffage avec une précision de  $\pm 5\%$  (valeurs limites absolues). Les valeurs des éléments ont été choisies arbitrairement pour que l'amplification se situe en un réajustement de l'accord ( $L_1$ ). Le R.O.S. dans le câble d'antenne ne dépasse pas 1,3 dans les conditions les plus défavorables. A la sortie de l'amplificateur, l'impédance varie beaucoup plus; cela n'est toutefois pas gênant car ce qui compte, surtout, c'est la charge terminale du câble qui relie l'amplificateur au téléviseur.

Autre caractéristique intéressante : la rejection « sortie/entrée » qui s'élève à 30 dB au moins (Fig. 3); la tension rayeronnée par l'antenne et issue de l'oscillateur local est donc convenablement atténuée. Le facteur de bruit est faible : 4 à 6 dB selon la fréquence et la tension maximum délivrable s'élève à 1,4 V; au-delà, des transmodulations seraient à craindre...

## MONTAGE A TRANSISTORS (Fig. 4)

Il est évident que ce montage est préférable au précédent, car l'alimentation BT peut se faire par le câble d'antenne et le préamplificateur peut alors être placé directement sur l'antenne. Le montage pratique que nous proposons est donné figure 4; il comporte 2 transistors, afin de bénéficier d'un gain important sur les canaux français de 14 MHz de largeur. Les indications de réalisation des bobinages sont portées sur la figure précédente.

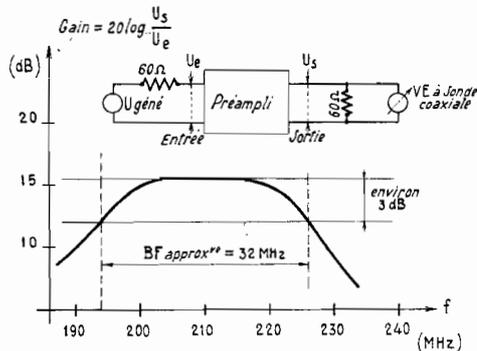


Fig. 2. — Réponse en fréquence de l'amplificateur VHF ( $Z_e = Z_s = 60$  ohms)

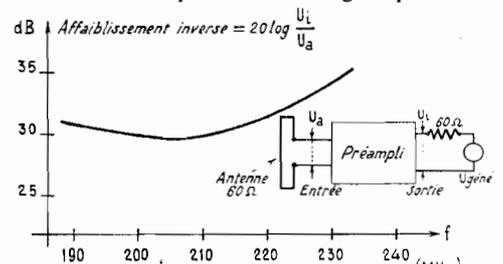


Fig. 3. — Rejection de la tension rayeronnée par l'antenne.

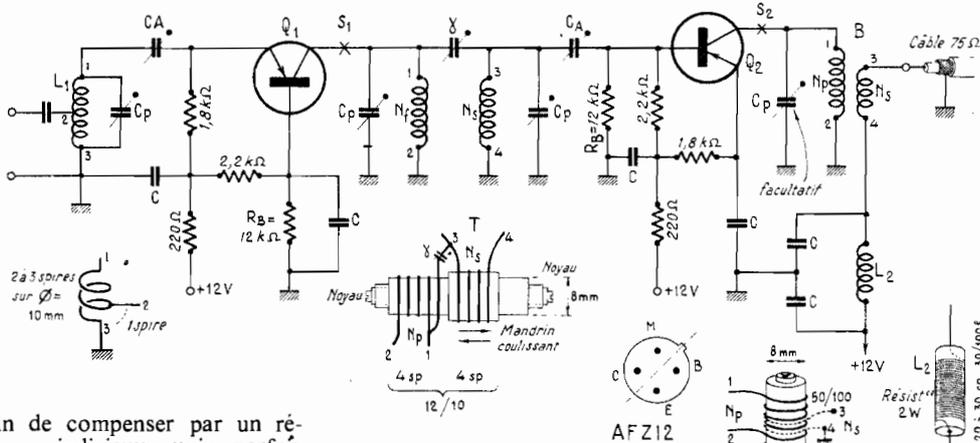
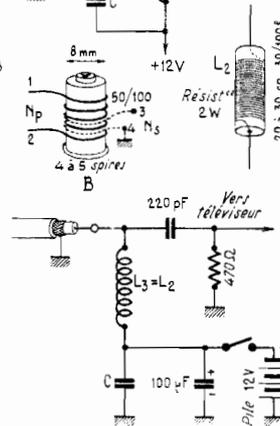


Fig. 4. - Schéma du montage à 2 transistors, centré sur le canal F8A,  $Q_1 = Q_2 = AFZ12$  ou équivalent (remplacer alors  $R_8$  par un potentiomètre de 15 k. ohms);  $C = 1500$  pF;  $C_A = 4-25$  pF =  $C_P$ ;  $Y = 0,5-5$  pF.

Afin de compenser par un réglage — judicieux mais parfois difficile — les variations d'impédance d'entrée des transistors, on intercale entre les circuits accordés et ceux-ci un condensateur ajustable  $C_A$ ; il a pour fonction essentielle de réduire l'amortissement des circuits; son action réagit donc beaucoup sur la courbe de sélectivité de l'amplificateur. Le premier transistor est monté en base commune afin de réduire le bruit thermique; ce type de semi-conducteur (AFZ12 ou tout modèle équivalent) possède une courbe du facteur de bruit analogue à celle de la figure 5 : ce facteur avoisine 6 dB. Il peut être amélioré mais en prenant un transistor plus coûteux. Le courant de repos a été choisi égal à 1 mA; il peut être ajusté en modifiant la valeur de la résistance base-masse  $R_B$ . Le gain en puis-

sance de cet étage varie en fonction du courant émetteur comme l'indique la courbe de la figure 6; il s'élève à 10 dB environ pour  $I_E = 1$  mA mais, si l'on peut demander davantage à la pile qui alimente le préamplificateur, il peut atteindre 17 à 18 dB. Ce gain a été mesuré de la façon suivante : les sorties  $S_1$  et  $S_2$  sont connectées après avoir ôté tous les circuits placés entre ces deux points du schéma; le secondaire du circuit B est alors terminé sur une charge coaxiale de  $75 \Omega$  aux bornes de laquelle on branche une sonde également coaxiale.



Le transistor T permet d'élargir à volonté la courbe de réponse grâce au condensateur  $\gamma$ . On peut obtenir une sélectivité voisine de celle de la figure 7 B.

Rappelons qu'il est toujours préférable de sacrifier quel peu la porteuse « son » plutôt que la bande latérale résiduelle.

Notons enfin, que la mise au point d'un tel amplificateur requiert la possession d'un volubroscope.

## II. CAS DES BANDES IV ET V (UHF) MONTAGE A TUBE

En UHF on ne peut plus employer de circuits d'accord conventionnels : il faut utiliser des lignes  $\lambda/2$  ou  $\lambda/4$  accordées au moyen de petits condensateurs ajustables. De plus, les tubes électroniques sont presque toujours abandonnés au profit des transistors car le facteur de bruit de ces derniers est plus intéressant. Donnons néanmoins l'exemple de la figure 8, lequel utilise le même tube EC8020 que nous

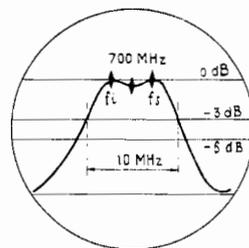


Fig. 9. - Réponse en fréquence du montage à tube. L'emploi du circuit couplé fait apparaître deux bosses.

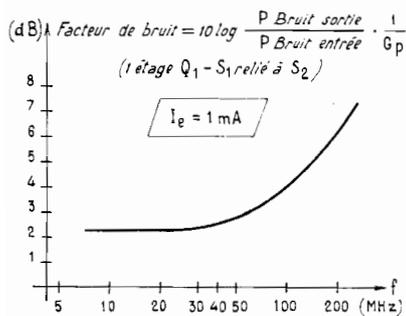


Fig. 5. - Courbe du facteur de bruit du transistor AFZ12.

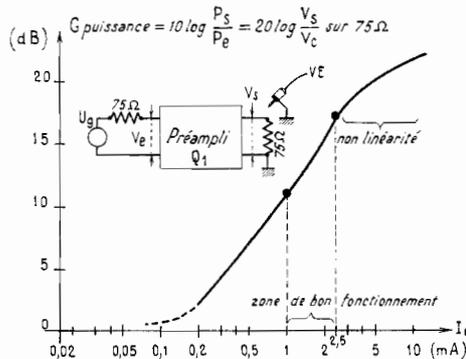


Fig. 6. - Variation du gain en puissance d'un montage B.C.

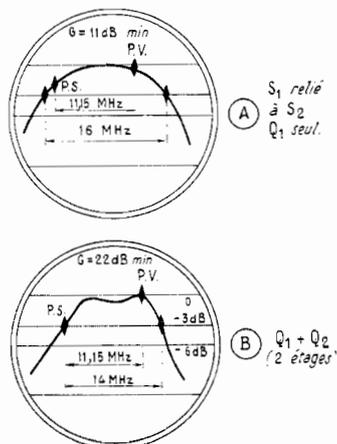


Fig. 7. - Réponses en fréquence.

avons utilisé dans l'amplificateur de bande III. Les circuits accordés sont constitués dans ce montage de lignes  $\lambda/4$  — dont un des bouts est laissé libre — cloisonnées dans des compartiments aux dimensions précises. La longueur des lignes dépend évidemment de la fréquence à recevoir mais il ne faut pas croire que la longueur des lignes soit exactement  $\lambda/4$  car le condensateur  $C_A$  placé au « pied » de la ligne la rallonge artificiellement. Nous ne donnerons pas de formule permettant le calcul de cette longueur car les dimensions des cloisons réagissent également sur les propriétés d'accord de la ligne.

L'expérimentation est encore le meilleur procédé : il se trouve de plus facilité par l'aisance avec laquelle on peut couper le bout libre de la ligne au moyen d'une pince coupante.

Pour réaliser des circuits couplés on prévoit comme dans le cas de la figure 8 deux lignes dans deux compartiments couplés au moyen de deux boucles  $B_1$ - $B_2$ .

Les traversées seront effectuées au moyen de perles de verre ou de stéatite d'une cloison à l'autre.

La bande passante de tels circuits présentera évidemment 2

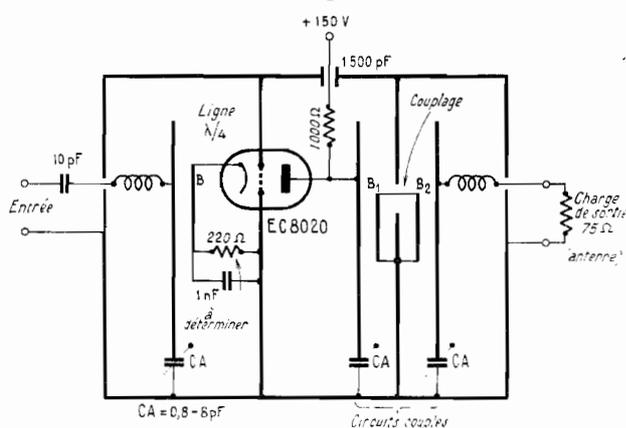


Fig. 8. - Montage préamplificateur UHF à tube et à lignes 1/4 cloisonnées.

bosses (fig. 9) ce qui l'élargit sensiblement.

Le circuit d'entrée possède une sélectivité assez faible car il se trouve amorti tant par le circuit d'entrée que par le tube (via la bobine de couplage B) ; il contribue à aplanir les bosses mais, surtout il abaisse beaucoup le taux de transmodulation en affaiblissant suffisamment les fréquences incidentes différentes de celle à recevoir (harmonique du signal à amplifier, par exemple).

## MONTAGES A TRANSISTORS

Les montages à transistor utilisent indifféremment des lignes

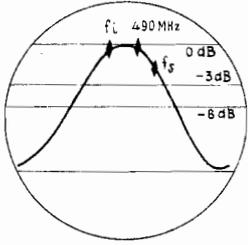


Fig. 10. — Réponse du montage à transistor (une seule ligne 1/2).

$\lambda/2$  ou  $\lambda/4$ , mais les mêmes précautions sont prises en ce qui concerne les dimensions des comportements. La figure 9 donne le schéma de base d'un préamplificateur utilisant 1 transistor MM139 Motorola ou tout autre type équivalent plus récent. Les détails de réalisation sont suffisamment précis pour qu'ils se passent de commentaires. Signalons néanmoins que la base est directement mise à la

masse ; l'émetteur se trouve donc ramené à une tension positive, variable si l'on veut ajuster le gain à une valeur donnée, fixe et égale à + 3,5 V si l'on veut imposer un courant normal de 1,5 mA (voir fig. 9 A).

La charge de collecteur est assurée par une ligne de 25 mm de long et de 2 mm de large (croquis B) ; cette ligne est logée dans une cavité rectangulaire de 20 x 34 mm, à 10 mm du châssis (croquis C). Une séparation est prévue entre les circuits d'émetteurs et de collecteur.

La courbe de réponse d'un tel système ne comporte qu'une seule basse : figure 11 ; la largeur de position de la prise de sortie. Régulée à  $1/3$  de la ligne, cette prise apporte un amortissement suffisant pour que la sélectivité englobe bien un canal UHF. Signa-

lons que cet étage est sensible à la transmodulation car aucun filtre des fréquences basses n'est prévu : si l'on se trouve, par exemple, dans le champ d'un émetteur de bande III assez puissant, le canal UHF incident se trouvera modulé par la station précédente. On peut supprimer ce défaut en formant une boucle de 5 mm de diamètre avec les connexions du condensateur de 10 pF (côté émetteur) et en shuntant la résistance de 2,2 k $\Omega$  par un ajustable de 0,5/8 pF. Ce circuit n'est valable qu'en bas de gamme UHF, c'est-à-dire là où un circuit de caractère conventionnel peut encore se définir. Il est évident qu'un circuit d'entrée analogue à celui de la figure 8 est encore préférable.

## REALISATION COMMERCIALE

Les réalisations commerciales ont en général des gains en puissance plus élevés que ceux des maquettes précédentes. Ainsi, le montage de la figure 12 procure un gain de 30 à 40 dB. Il nécessite toutefois 3 transistors en cascade, montés dans des compartiments analogues à ceux de la figure 9. On remarquera le mode d'alimentation par l'émetteur, le collecteur étant relié à la masse via la ligne  $\lambda/4$ . La base est aussi alimentée par le + 12 V. Les transistors sont du type PNP. Le dernier étage est monté en « émetteur commun » afin d'accroître l'admissibilité en tension.

Les couplages entre étages sont assurés par des fractions de lignes situées plus ou moins près de la ligne principale. Des capacités  $C_3$ ,  $C_8$  et  $C_{13}$  placées à cheval sur les lignes de couplage fonctionnent en trimmer et favorisent l'accord des étages entre eux. Convenablement réglés ces étages possèdent une bande passante globale de 8 MHz, centrée sur le canal de son choix.

Un tel équipement se monte dans un coffret de très petites di-

mensions malgré le nombre d'étages, il peut se monter facilement sur le mât d'antenne, l'alimentation « + 12 V » venant par le câble (revoir un procédé analogue : figure 4).

Roger-Ch. HOUZE  
professeur à l'E.C.E.

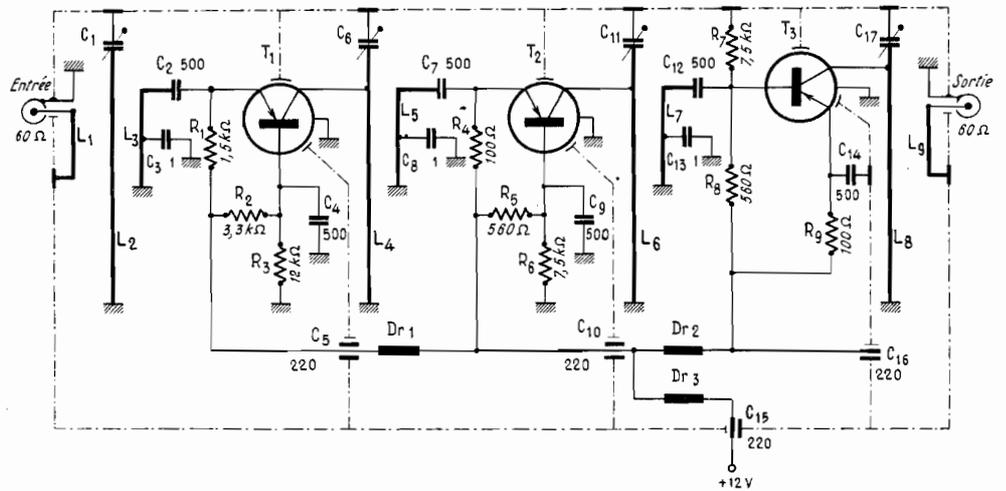


Fig. 12. — Montage amplificateur UHF du commerce (type VU11Sb, WISD). Caractéristiques : accord sur 1 canal FIV ; bande passante à - 3 dB : 8 MHz ; gain : 35 dB ; bruit : 5 KTO ; tension de sortie maximum : 300 mV pour 30 dB de transmodulation.

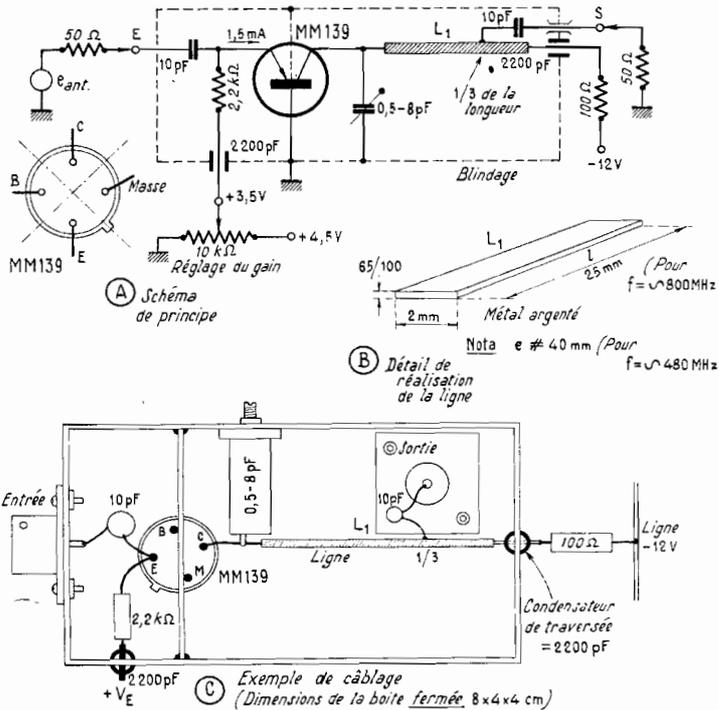


Fig. 11. — Schéma de base d'un préamplificateur UHF à ligne 1/2 et à transistor.

**MAITRISE DE L'ELECTRONIQUE PAR L'ETUDE A DOMICILE**

**COURS PROGRESSIFS PAR CORRESPONDANCE L'INSTITUT FRANCE ELECTRONIQUE**

24, rue Jean-Mermoz - Paris (8<sup>e</sup>)

FORME **l'élite** DES **RADIO-ELECTRONICIENS**

MONTEUR • CHEF MONTEUR  
SOUS-INGENIEUR • INGENIEUR

**TRAVAUX PRATIQUES**

**PREPARATION AUX EXAMENS DE L'ETAT**

FORMATION THEORIQUE  
**PLACEMENT**

Documentation HRB sur demande

**BON** à découper ou à recopier, veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite. (cristal à l'empire pour frais d'envoi).

Prénoms : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

HRB22

**infra**

AUTRES SECTIONS D'ENSEIGNEMENT : Dessin Industriel, Aviation, Automobile

N° 1300 ★ Page 177