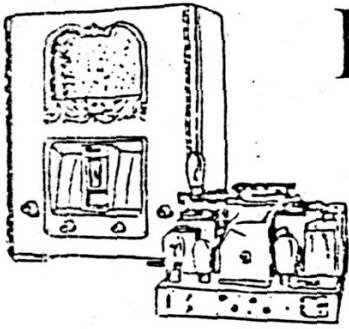
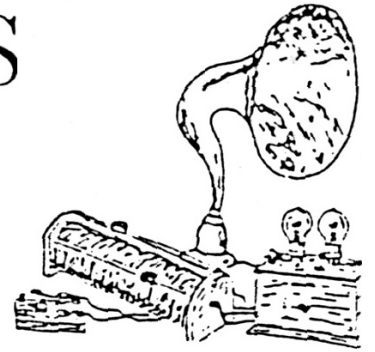


# LES RADIOPHILES FRANÇAIS



A. E. A.

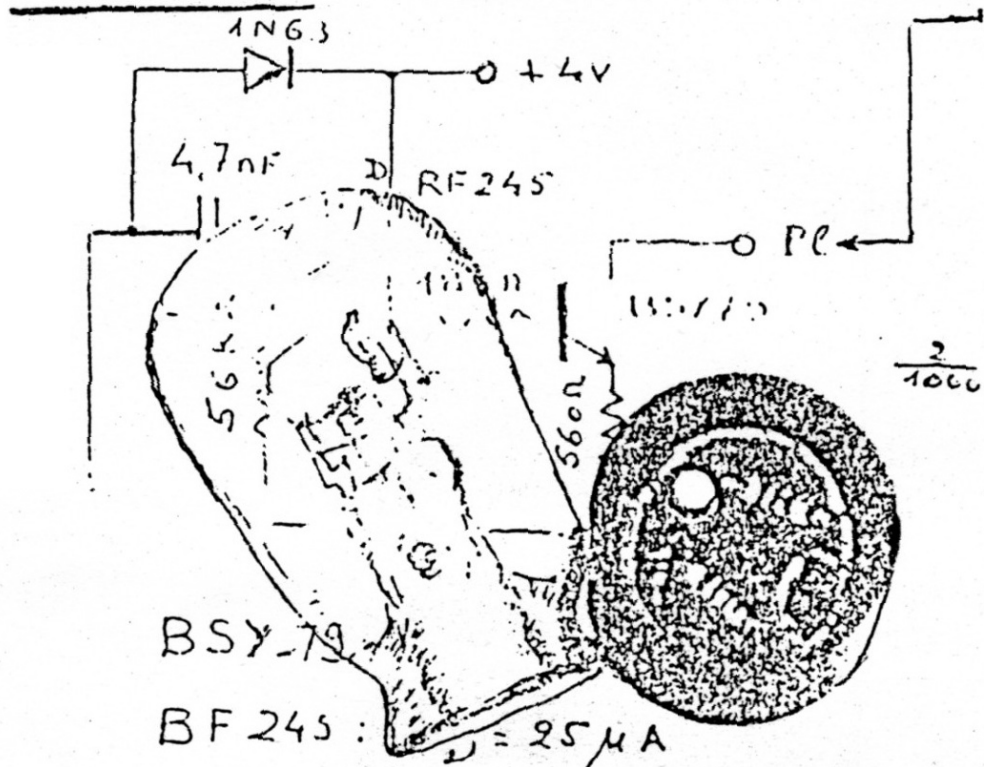


## T S F

TELEPHONE  
RADIOPHONIE - SON

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF RÉGIE PAR LA LOI DU 1<sup>ER</sup> JUILLET 1901

# Transistorisation des lampes de TSF



BSY-79

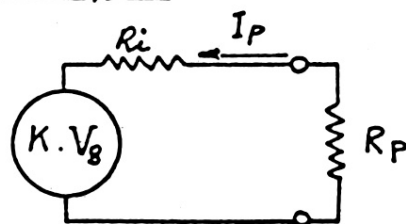
BF245 :  $I = 25 \mu A$

$S = 1,5 mA/V$

$f_i > 50 K\Omega$

### Rappel des propriétés de la lampe:

On peut considérer la lampe comme un générateur de FEM =  $K.V_g$  et de résistance interne  $R_i$  débitant sur une charge  $R_p$ .



### Caractéristiques statiques: ( $R_p = 0$ )

$$R_i \cdot I_p = K \cdot V_g + V_p$$

$$I_p = S \cdot V_g + \frac{V_p}{R_i}$$

$$K = \frac{dV_p}{dV_g} = \frac{C_{gk}}{C_{pk}} \text{ (constant)}$$

$$R_i = \frac{dV_p}{dI_p} \text{ (inversement proportionnel à } I_p \text{)}$$

$$S = \frac{dI_p}{dV_g} \text{ (proportionnel à } I_p \text{)}$$

$$K = R_i \cdot S$$

### Caractéristiques dynamiques:

$$S' = \frac{K}{R_p + R_i} = \frac{S}{1 + R_p/R_i}$$

$$S' < S$$

le gain est alors:

$$G = K \frac{R_p}{R_p + R_i} = S \frac{R_p \cdot R_i}{R_p + R_i}$$

lorsque  $R_p = R_i$  :  $G = \frac{K}{2}$

si  $R_p \gg R_i$  :  $G = K$

si  $R_i \gg R_p$  :  $G = S \cdot R_p$  (cas de la penthode).

## Le Transistor:

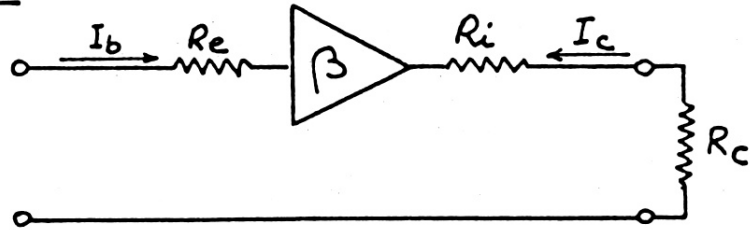
$$I_c = f(I_b)$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

$$\beta = f(I_c) \quad (\text{ordre de grandeur : } 100).$$

$$R_i \sim 50 \text{ k}\Omega$$

$$R_e = f(I_c, \beta) \sim 500 \Omega$$



en transposant les paramètres de la lampe:

$$S = \frac{dI_c}{dV_e} = \frac{dI_c}{d(R_e \cdot I_b)} = \frac{\beta}{R_e}$$

$$K = R_i \cdot S = \beta \frac{R_i}{R_e}$$

$$G = \frac{R_c \cdot I_c}{R_e \cdot I_b} = \beta \frac{R_c}{R_e}$$

numériquement:

$$S = \frac{100}{500} = 200 \text{ mA/V}$$

$$K = 100 \cdot \frac{50.000}{500} = 10.000$$

$$G = 100 \cdot \frac{1000}{500} = 200 \quad (\text{avec } R_c = 1 \text{ k}\Omega)$$

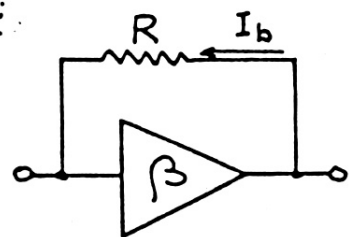
par la contre-réaction, on peut modifier les paramètres notamment  $R_i$  et  $R_e$ .

## Contre-réaction de tension:

$$R_i' = \frac{dV_{ce}}{dI_c} = \frac{R}{\beta}$$

$$G' = \frac{G}{1 + r \cdot G}$$

$R_e'$  et  $G'$  diminuent légèrement pour ces valeurs.



$$r = \frac{R_c}{R + R_c}$$

$$1 \cdot 10^{-4} < r < 1 \cdot 10^{-3}$$

## Contre-réaction de courant:

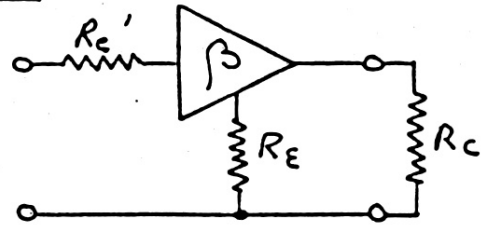
$$R_e' = \beta \cdot R_E$$

$$R_i = f(\beta, r) \text{ augmente.}$$

$$G' = \frac{1}{r} = \frac{R_c}{R_E} \text{ (avec } R_c \gg R_E \text{).}$$

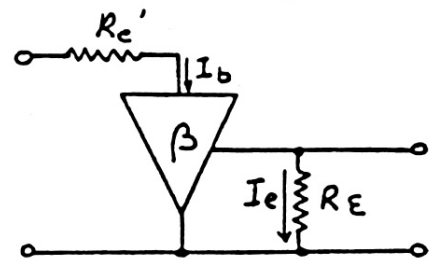
cas particulier où  $R_c = 0$ :  
(collecteur commun ou émetteur-  
suiveur):

$$G = 1, G_{\text{encourant}} = \frac{I_e}{I_b} = \beta.$$



$$r = \frac{R_E}{R_c + R_E}$$

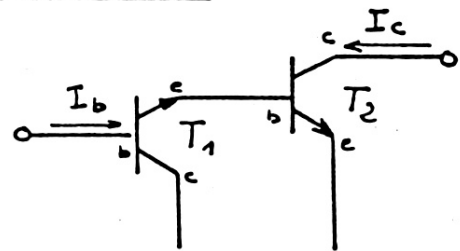
$$1 \cdot 10^{-3} < r < 1 \cdot 10^{-1}$$



## Association de 2 Transistors:

$$\beta_T = \beta_1 \cdot \beta_2$$

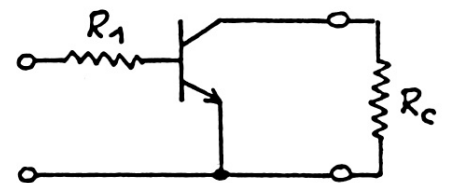
$$5 \cdot 10^2 < \beta_T < 2 \cdot 10^4$$



## Résistance d'entrée:

$$R_1 = \frac{\beta}{S'}$$

$$G = \beta \frac{R_c}{R_1}$$



avec un seul transistor:

$$100 \text{ k}\Omega < R_1 < 330 \text{ k}\Omega, \quad 3 < G < 10.$$

avec deux transistors:

$$1 \text{ M}\Omega < R_1 < 5 \text{ M}\Omega, \quad 5 < G < 30.$$

Dans un montage avec transformateur de liaison, un seul transistor convient, la pente dynamique est de l'ordre du mA/V.

Pour un montage à liaison RC, il faut 2 transistors, S étant ajusté pour avoir un gain équivalent à une lampe.

Nepas oublier que pour une lampe :

$$S' = \frac{K}{R_i + R_p}$$

par exemple pour une B406 et  $Z_p = 10\text{K}\Omega$  :

$$S' = \frac{6}{1 \cdot 10^4 + 4,5 \cdot 10^3} = 0,4\text{ mA/V}$$

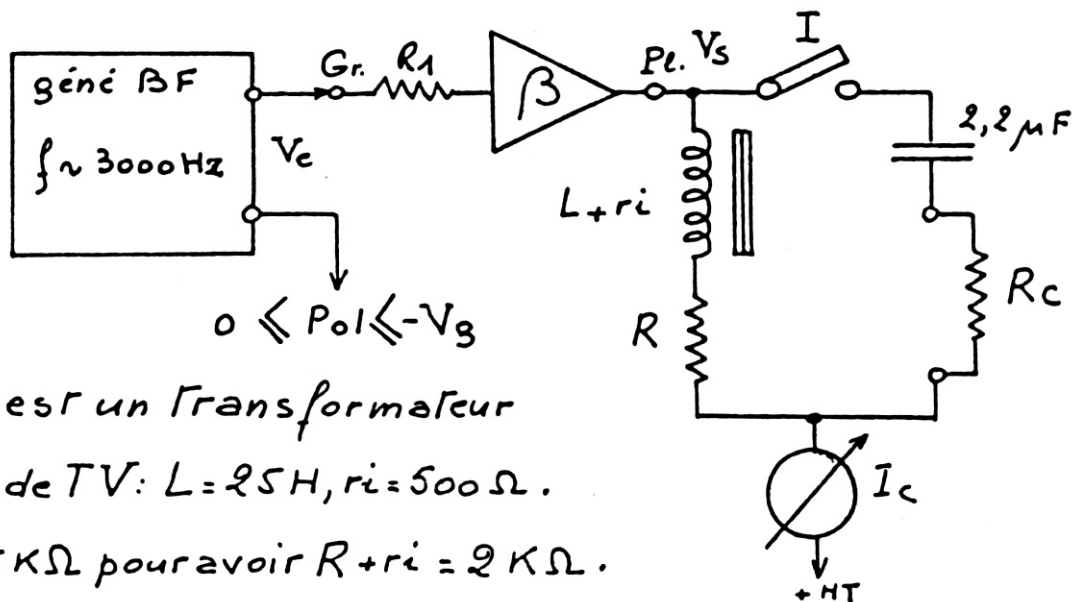
soit 3 fois moins que la pente statique.

Cette lampe remplacée par un transistor :

$$R_1 = \frac{100}{4 \cdot 10^{-4}} = 250\text{ K}\Omega$$

( $Z_p$  : HP magnétique, par exemple, diffuseur Célestion :  
 $L = 1,7\text{ H}$ ,  $R = 1,6\text{ K}\Omega$ ,  $Z @ 1000\text{ Hz} : 10\text{ K}\Omega$ ).

Mesure des paramètres  $R_i$ ,  $K$ ,  $S$  :



$L + r_i$  est un transformateur image de TV :  $L = 25\text{ H}$ ,  $r_i = 500\Omega$ .

$R = 1,5\text{ K}\Omega$  pour avoir  $R + r_i = 2\text{ K}\Omega$ .

Le générateur BF sera réglé sur la fréquence d'accord de L dont la capacité répartie est de l'ordre de  $500\text{pF}$ , soit  $2$  à  $3000\text{Hz}$ , à ce moment  $Z_c \sim 1\text{M}\Omega$ , négligeable pour :

$$1\text{K}\Omega < R_i < 50\text{K}\Omega$$

pour le réglage, la "lampe" sera remplacée par une résistance  $1\text{M}\Omega$ , à l'accord :

$$V_{s\text{max.}} = \frac{V_e}{2}$$

### Mesure de la résistance interne :

avec I ouvert :

$$G = \frac{V_s}{V_e}$$

avec I fermé :

$$\text{lorsque } R_i = R_c, \text{ on a : } \frac{V_s}{2}$$

et comme :

$$G = K \cdot \frac{R_c}{R_i + R_c} = \frac{K}{2}$$

$$K = 2G$$

$$S = 2 \frac{G}{R_c}$$

En appliquant  $1V_{\text{eff}}$  en  $V_e$  et en RC un contrôleur universel (Métrix MX220B) de  $1\text{K}\Omega/V$ , sur la position  $10V$  :  $G = V_s$ .

Pour la mise au point,  $R_c$  sera remplacée par la charge réelle  $Z_p$  et équivalente lampe = transistor.

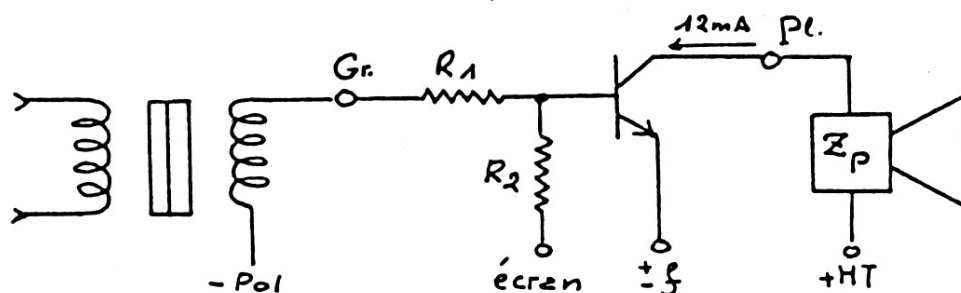
Le transistor sera équipé d'un radiateur pour éviter l'emballement thermique.

## Applications:

B443:  $I_p = 12 \text{ mA}$ ,  $S = 1,3 \text{ mA/V}$ ,  $R_i = 45 \text{ K}\Omega$ ,  $V_g = -12 \text{ v}$ .

remplacée par un transistor 2N3440: (photo 1)

$V_{ce} = 250 \text{ v}$ ,  $40 < \beta < 160$ , boîtier TO39.



Tensions appliquées: sur la plaque = 80 à 120 v

sur l'écran = 80 v

$$R_1 = \frac{\beta}{S} = 100 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = \frac{V_{\text{écran}} \cdot \beta}{I_c} = 680 \text{ K}\Omega$$

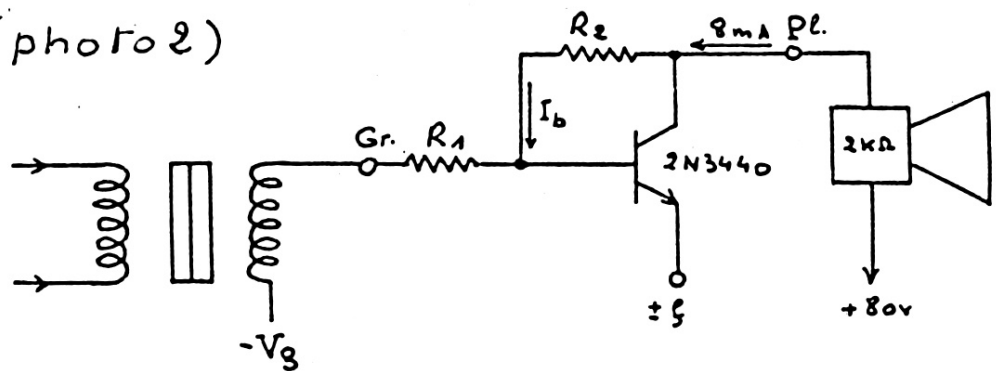
$I_c$  sera ajustée par la polarisation  $-V_g$  pour avoir une tension  $-Pol$  correspondant à la valeur normale  $-12 \text{ v}$ , on réduira  $R_2$ , par exemple 560, 470 K $\Omega$  (page 23).

Le retour émetteur se fait sur l'une quelconque des broches filament, ou si le montage est entièrement transistorisé, insérer entre + et - fil. une résistance 47  $\Omega$ .

Dans ce montage sans contre-réaction  $R_i \approx 50 \text{ K}\Omega$  et  $I_c$  est indépendant de la charge  $Z_p$  et de HT, seule la dissipation thermique limite celle-ci. Si nous avons affaire à un montage à liaison RC, on emploiera 2 transistors (page 10).



B406:  $I_p = 8 \text{ mA}$ ,  $S = 1,3 \text{ mA/V}$ ,  $R_i = 4,5 \text{ k}\Omega$ ,  $K = 6$   
 (photo 2)



$$R_2 = \frac{V_{cb}}{I_b} = \frac{V_{cb} \cdot \beta}{I_c} = \frac{80 - (R_{HP} \cdot I_c)}{I_c} \times 100 = 820 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = \beta \frac{Z_p}{G} \quad 100 \text{ k}\Omega < R_1 < 330 \text{ k}\Omega$$

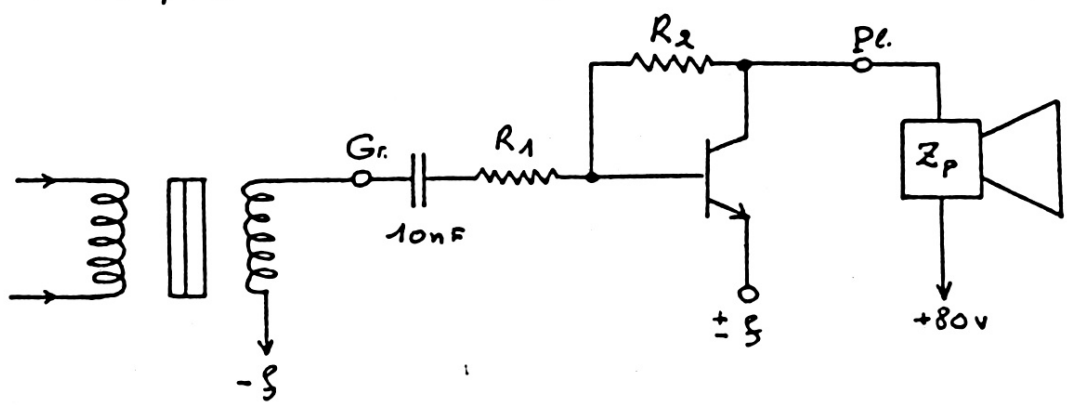
à justée pour avoir le même gain qu'une lampe réelle:

$$G = 4 \text{ avec } Z_c = 10 \text{ k}\Omega$$

par la contre-réaction:  $R_i = 3 \text{ k}\Omega$

Ici,  $I_c$  dépend étroitement de  $V_{ce}$  donc de HT et de  $R_{\text{continu}}$  de  $Z_p$ .

De la même façon que pour le montage précédent  $I_c = f(-P_0)$  et  $R_2$  sera ramenée à  $680,470 \text{ k}\Omega$ . Pour un montage ne comportant pas de polarisation un condensateur céramique  $10 \text{ nF}$  sera inséré en série avec  $R_1$ :

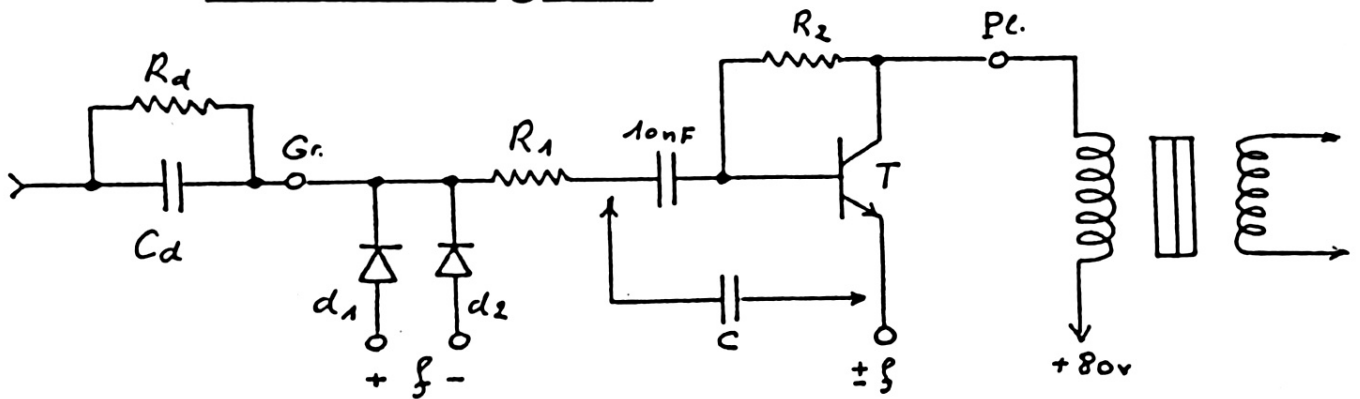


A409 =  $I_p = 3 \text{ mA}$ ,  $S = 0,9 \text{ mA/V}$ ,  $R_i = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $K = 9$

Même montage que précédemment avec  $V_{ce} = 80\text{V}$

$$R_2 = \frac{H.T. \cdot \beta}{I_c} = 2,7\text{M}\Omega, R_1 = f(G), R_i = 6\text{k}\Omega$$

### Déetectrice-grille



Il suffit d'ajouter une diode  $G_e$  entre grille et  $+f$ , cette diode pouvant être extérieure au culot, les fils de la diode simplement wrappés sur les broches grille et  $+f$ . Si l'on veut une détectrice universelle, on y met 2 diodes, la diode  $d_2$  est bloquée, seule la diode  $d_1$  détecte. Si il s'agit d'un montage avec réaction celle-ci sera ajustée par  $R_1$  pour avoir une réaction douce et réversible. Si, par contre, il n'y a pas de réaction, par exemple super avec MF 55 Kc/s, un condensateur 1nF céramique éliminera toute trace HF sur la plaque.

Pour des courants  $I_c \leq 3\text{mA}$ , on peut employer le transistor BS779:  $V_{ce} = 120\text{V}$ ,  $W_d = 300\text{mW}$ ,  $\beta > 30$ , boîtier TO18.

A425 (BF à liaison RC ou étage MF 55 Kc/s sans réglage de sensibilité):

$$R_2 = \beta \frac{V_B - V_{be}}{I_c} = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = f(G)$$

$$R_i \sim 50 \text{ k}\Omega$$

$$C \text{ en BF: } 10 \text{ nF, en MF: } 1 \text{ }\mu\text{F}$$

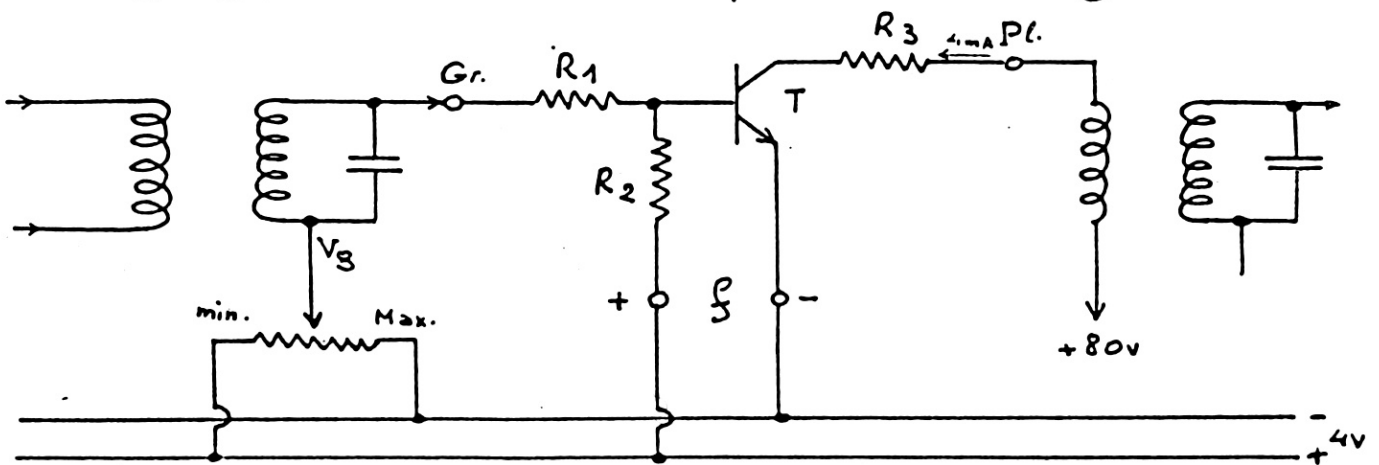
ou encore:

$$R_2 = \beta \frac{V_B - (V_{be} + R_E \cdot I_c)}{I_c} = 470 \text{ k}\Omega$$

$$R_E = 820 \Omega \text{ et } R_e = \beta \cdot R_E \sim 80 \text{ k}\Omega$$

Avec une diode Ge constitue une triode détectrice à grande résistance interne.

Etage MF 55 Kc/s à grande résistance interne et réglage de la sensibilité par "courant grille".



Emploi d'un transistor à gain réglable BF198 :  $V_{ce} = 30 \text{ v}$ ,  $\beta > 30$ ,  $f_T = 400 \text{ MHz}$ ,  $C_{12e} = 0,23 \text{ pF}$ , boîtier époxy X55.

Le  $V_{ce}$  étant au maximum de 30v, celui-ci est réduit par

$$R_3, \text{ avec } I_c = 4 \text{ mA} \quad R_3 = \frac{HT - V_{ce}}{I_c} = 15 \text{ à } 22 \text{ k}\Omega \quad 1/2 \text{ w.}$$

$$R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$S = 1 \text{ mA/V}, R_i > 50 \text{ k}\Omega$$

$$4 \text{ v} < V_{ce} < 25 \text{ v} \quad (f = (V_3))$$

La résistance  $R_3$  modifie peu les caractéristiques.  
 Lorsque le potentiomètre est côté +4v, l'atténuation est d'environ 40 dB.

Ce montage peut également être employé en HF (C 119): (photo 3)

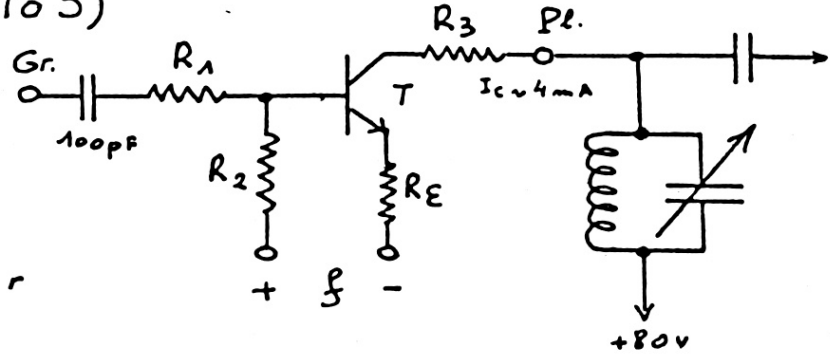
$R_E = 560\Omega$

$R_2 = 22k\Omega$

$R_1 = 2$  justée pour

non-oscillation.

$R_i > 100k\Omega$ .



$T = BF 173, BF 199, \dots$

Montage à 2 transistors:

Ces montages ont surtout pour but d'augmenter la résistance d'entrée  $R_e$  en augmentant  $\beta$ .

Darlington:

B443:

$R_1 = 2,2M\Omega$

$R_2 = 10M\Omega$

$S = f(R_1, \beta_1, \beta_2)$

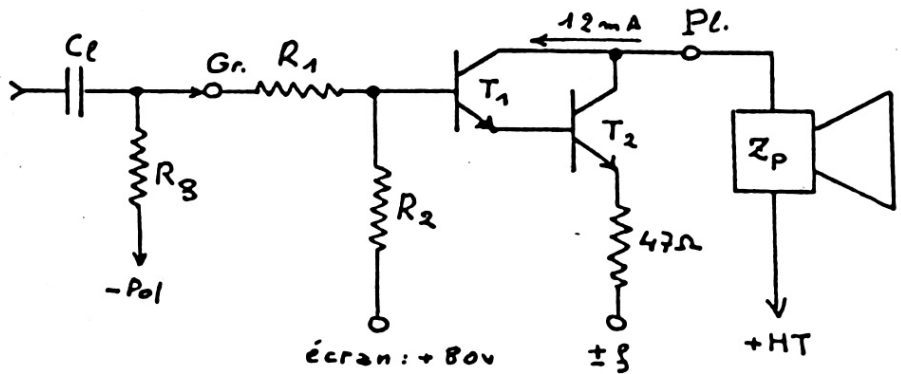
$R_i \sim 50k\Omega$

$I_c$  réglé par -Pol.

$T_1 = T_2 = BF 259, BF 759, \dots$

BF 259 :  $V_{cc} = 300v, \beta > 30, f_T = 110MHz, C_{12e} = 3,5pF$

boitier TO39.



B406: (photo 4)

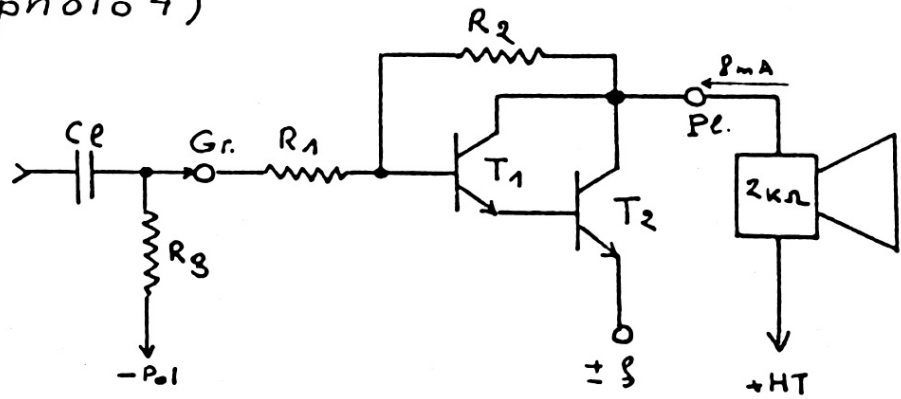
$R_1 = 2,2 \text{ M}\Omega$

$R_2 = 10 \text{ M}\Omega$

$S = 3 \text{ mA/V}$

$R_i = 2 \text{ k}\Omega$

$K = 6$



$T_1 = T_2 = \text{BF259}$

Autres montages où T1 est monté en collecteurcommun:Triode BF:

$I_c = f(-\text{Poi}) = 8 \text{ mA}$

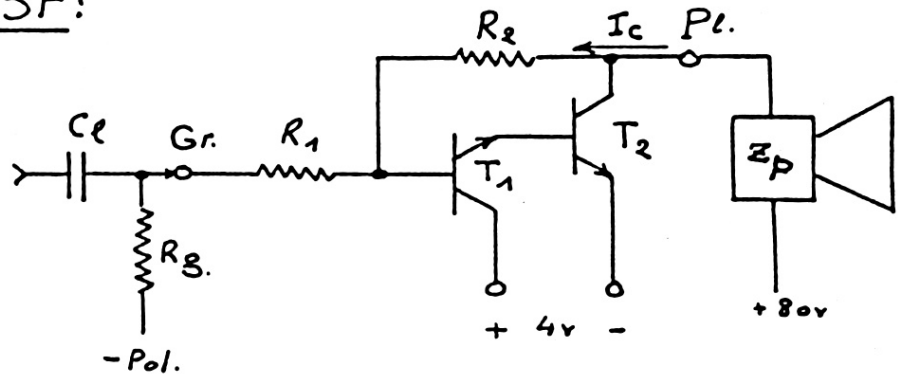
$R_1 = 2,2 \text{ M}\Omega$

$R_2 = 10 \text{ M}\Omega$

$R_i = 2 \text{ k}\Omega$

$S = 2 \text{ mA/V}$

$K = 4$

 $T_1$ : petit transistor,  $\beta \sim 100$ : 2N744, ... $T_2$ : BF259, BF459, ...Sans source de polarisation:

$I_c = f(R'_2)$

$R_1 = 2,2 \text{ M}\Omega$

$R_2 = 10 \text{ M}\Omega$

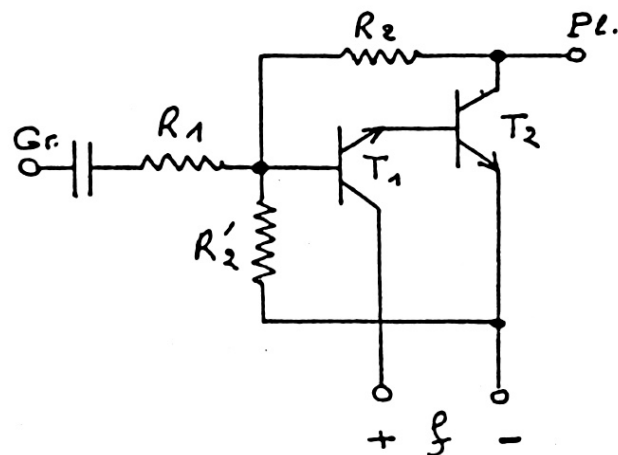
$R'_2 = 270 \text{ k}\Omega$

avec  $I_c = 2 \text{ mA}$ :

$R_1 = 470 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 3,3 \text{ M}\Omega, R'_2 = 47 \text{ k}\Omega$

$T_2 = \text{BSY79}$



en ajoutant une diode Ge entre Ge et +f et un capa 1nF

2ux bornes de  $R_2'$  constitue une détectrice-grille pour super 55 Kc/s.

### Triode à grande résistance interne:

$$1\text{M}\Omega < R_1 < 3\text{M}\Omega$$

$$R_2 = 2,2\text{M}\Omega$$

$$100\text{k}\Omega < R_2' < 470\text{k}\Omega$$

$$I_c = f(R_2', R_p)$$

$$R_i = 50\text{k}\Omega$$

$$T_2 = \text{BSY79 ou autre suivant } V_{ce} = f(I_c, R_p)$$

### Triode HF à grande résistance:

$$R_E = 220\Omega$$

$$15\text{k}\Omega < R_3 < 22\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 1\text{M}\Omega$$

$$100\text{k}\Omega < R_1 < 1\text{M}\Omega$$

à justée pour non-oscillation.

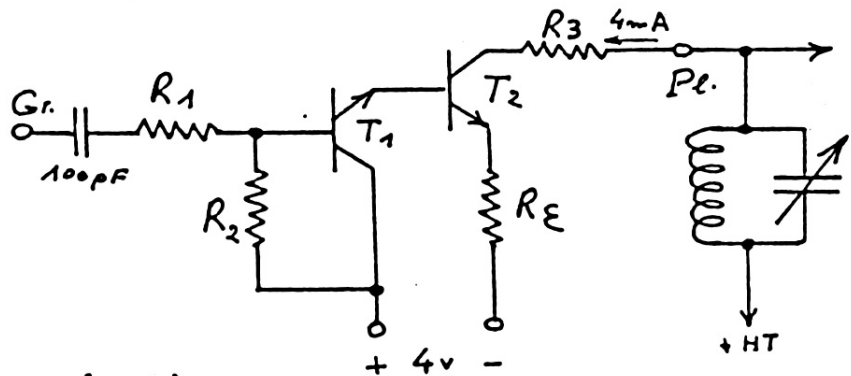
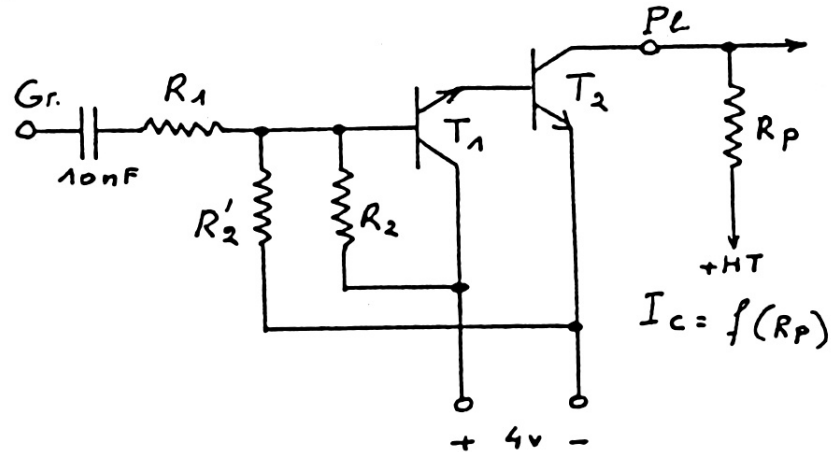
$$R_i > 50\text{k}\Omega, R_e = R_E \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 + R_1.$$

$$T_1 = T_2 = \text{BF159, .....}$$

### Résistance d'entrée:

En BF: un transfo chargé par  $100\text{k}\Omega$  au secondaire a une courbe de réponse plus plate et la lampe précédente a une résistance de charge réelle définie par :  $R_{p1} = \frac{1 \cdot 10^5}{f^2} \sim 10\text{k}\Omega$

En HF: dans le meilleur des cas (grand cadre) le coefficient de surtension est de l'ordre de 100, ce qui



signifie que la résistance équivalente:  $R_{HF} = Q L \omega$  est de l'ordre de  $50 k\Omega$ , lorsqu'il s'agit des bobines en nid d'abeilles, MF 55 Kc/s, cette valeur est encore inférieure. Une "lampe" présentant une résistance d'entrée de l'ordre de  $100 k\Omega$  modifie peu les caractéristiques.

Puissance dissipée:

$$W_d = V_{ce} \cdot I_c$$

par exemple B443:

$$W_d = 120 \times 12 \cdot 10^{-3} = 1,5 \text{ w.}$$

Il faut impérativement utiliser un radiateur. Le dissipateur idéal est le culot en laiton nickelé des lampes Mazda-Métal, sinon on garnira l'intérieur du culot de clinquant de cuivre rouge. Par sécurité, les petits étages avec BSY79 seront aussi équipés de radiateur pour éviter l'emballement thermique.

Pour la mesure précise de  $I_c$  attendre l'équilibre thermique qui dépend de la température ambiante et du dissipateur utilisé.

Rappelons qu'un semi-conducteur est caractérisé par une conductibilité proportionnelle à la température et qu'au zéro absolu =  $-273^\circ\text{C}$ , c'est un isolant.

La température limite pour le silicium est de  $175^\circ\text{C}$ .

$$K \cdot W_d = T_j - T_b$$

$$W_d = \frac{T_j - T_b}{K}$$

$$K = R_{thj-b}$$

Par exemple = BF 259:

$R_{thj-b} = 25^\circ\text{C}/\text{w}$ ,  $R_{thj-A} = 135^\circ\text{C}/\text{w}$ .

en maintenant le boîtier à  $50^\circ\text{C}$ :

$$W_d = \frac{175^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}}{25^\circ\text{C}} = 5\text{w}$$

à  $T_b = 100^\circ\text{C}$ :

$$W_d = \frac{175^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}}{25^\circ\text{C}} = 3\text{w}$$

sans radiateur:

$$W_d = \frac{175^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}}{135^\circ\text{C}} < 1\text{w}, \text{ à condition de main-}$$

tenir  $T_A$  à  $50^\circ\text{C}$ . Ces valeurs sont les limites de fonctionnement.

### Puissance de sortie:

Puissance maximum:

$$W_s = \frac{V_{cc}^2}{8Z_p}$$

avec HT = 80v:

$$V_{cc} = 120\text{vcc}$$

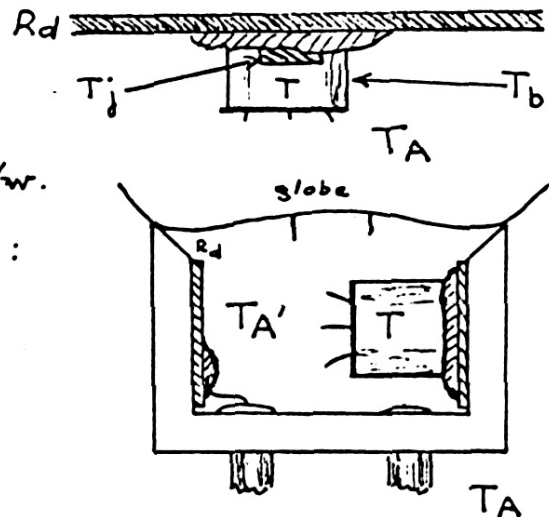
$$W_s = 180\text{mW}$$

avec HT = 120v:

$$V_{cc} = 230\text{vcc}$$

$$W_s = 660\text{mW}$$

(avec  $Z_p = 10\text{k}\Omega$ )





Inutile de préciser qu'il faut employer une source HT stabilisée et non une simple source redressée et filtrée dont la tension peut varier du simple au double:  $V_a = f(R_i, I)$

Avec les montages à 2 transistors, il est possible d'inventer des "lampes" aux caractéristiques surprenantes:  $S = 25 \text{ mA/V}$ , il suffit de réduire  $R_1$  à  $220 \text{ k}\Omega$ , résultat étonnant sur un bi-lampe! et même avec des transistors à  $\beta$  élevé:

$$\beta_1 = 300, \beta_2 = 60, \beta_T = 18.000$$

si  $R_1 = 220 \text{ k}\Omega$ ,  $S = 80 \text{ mA/V}$ !

C'est la raison pour laquelle il est préférable d'utiliser des transistors peu performants (et bon marché):

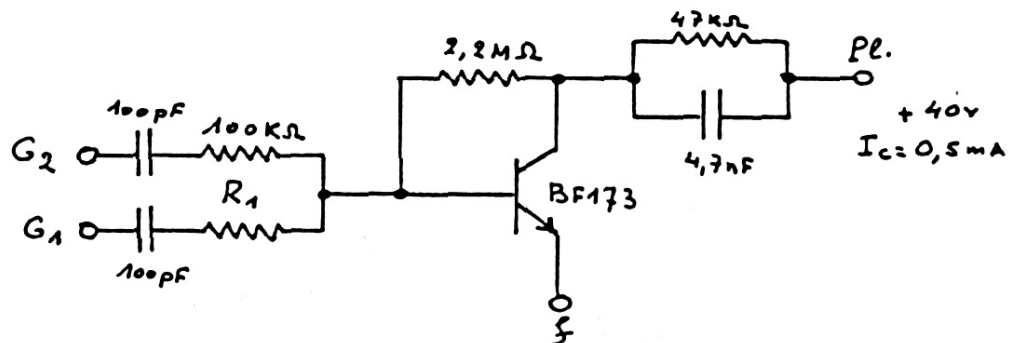
2N3440, boîtier TO39, pu HT = 6,40 F.

BF259, " " = 2,80 F.

BSY79, boîtier TO18, " = 1,90 F.

2N744 ou équivalent, " " = 1,00 F.

La bigrille en changeuse de fréquence:



Le premier montage qui vient à l'esprit est issu de l'électronique antique: RTL.

Avec l'oscillateur employé: Intégra, il est impossible d'obtenir une oscillation correcte en PO et en GO:

en PO: oscille correctement avec  $R_1 = 330\text{k}\Omega$ , mais fonctionne en blocking en GO.

en GO: oscille correctement avec  $R_1 = 560\text{k}\Omega$ , mais décroche en PO.

### Montage à 2 transistors:

Les fonctions mélange et oscillation sont séparés:  $T_2$  module l'émetteur de  $T_1$ :

$T_1 = T_2 = \text{BF}199, \dots$

$47\text{k}\Omega < R_1 < 220\text{k}\Omega$

$47\text{k}\Omega < R'_1 < 220\text{k}\Omega$

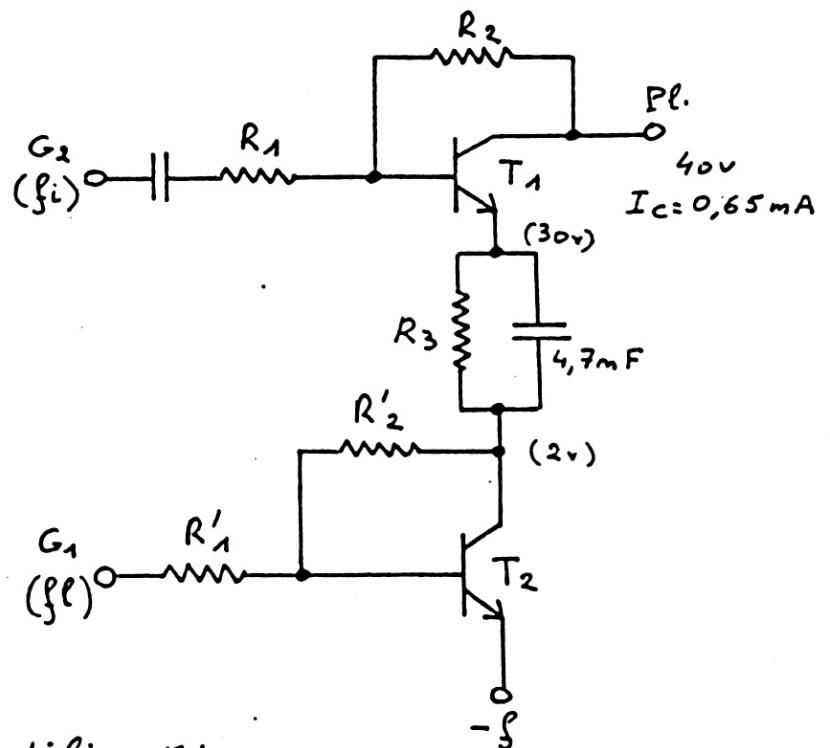
$1\text{M}\Omega < R_2 < 2,7\text{M}\Omega$

$470\text{k}\Omega < R'_2 < 1\text{M}\Omega$

$33\text{k}\Omega < R_3 < 47\text{k}\Omega$

$G_c = 10 = \text{A}441\text{N}$

$R_i = 5\text{k}\Omega$



### Bigrille en amplificatrice:

BF, bigrille rouge, etc....

Tous les montages amplificateurs précédents adaptés au cas particulier, la souplesse des divers circuits assurant tout remplacement avec:

$2\text{k}\Omega < R_i < 100\text{k}\Omega$ ,  $0,5\text{mA/V} < S < 10\text{mA/V}$ ,  $2 < G < 100$

Chaque cas est un cas d'espèce et sera adapté en fonction des caractéristiques connues ou supposées de la lampe à remplacer: K, S, Ri, G

### Réalisation:

Le culot est soit métallique, soit garni de clinquant de Cu. Le transistor est rapidement soudé sur le radiateur, positionné de façon à avoir l'émetteur côté f, le fil collecteur n'est pas utilisé. Eviter d'occuper le centre pour pouvoir loger le queue sot de pompage.



Pour le Darlington les transistors sont logés côte à côte et convenablement orientés.

Avec  $T_1$  en collecteur commun, le transistor est monté sorties dessus, résistances  $1/8$  ou  $1/16$  W.

Pour les montages plus complexes: triodes HF à 2 transistors, bigrille on réalisera un "mini circuit imprimé": disque de papier bakélinisé percé



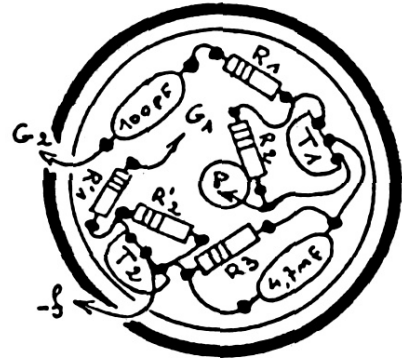
(photo 4)



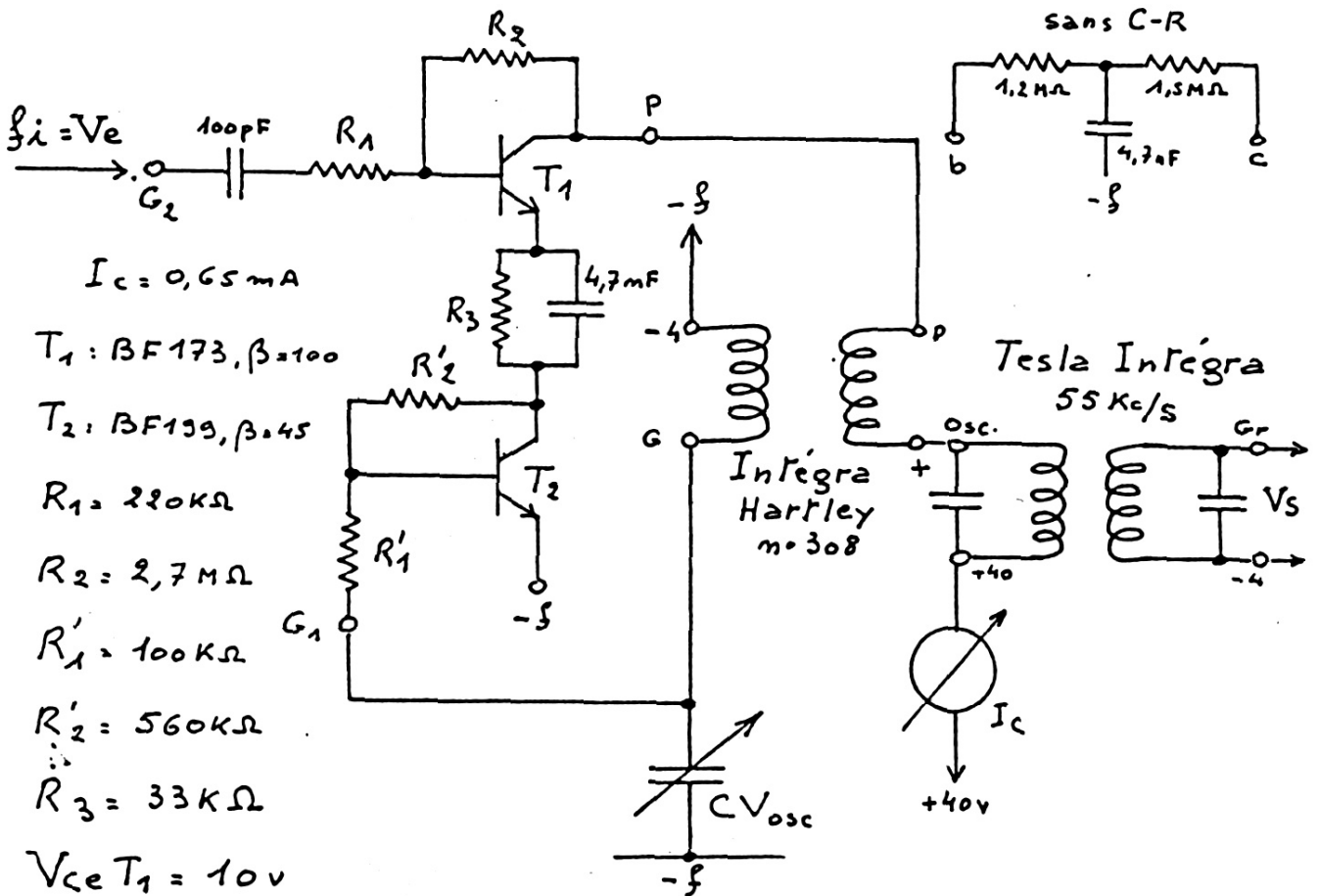
pour recevoir les composants.

Le câblage est effectué par les fils de composants.

Ne pas oublier de percer un trou de 5 mm au centre pour le passage du queue soif de pompage. ((photos 5 et 6))



Mesure du gain de conversion:



$I_c = 0,65 \text{ mA}$

$T_1: \text{BF173}, \beta = 100$

$T_2: \text{BF159}, \beta = 45$

$R_1 = 220 \text{ K}\Omega$

$R_2 = 2,7 \text{ M}\Omega$

$R'_1 = 100 \text{ K}\Omega$

$R'_2 = 560 \text{ K}\Omega$

$R_3 = 33 \text{ K}\Omega$

$V_{ce T_1} = 10 \text{ v}$

$V_{ce T_2} = 2 \text{ v}$

$G_c = \frac{V_s}{V_e} = 10 \text{ avec } R_1 = 220 \text{ K}\Omega = 441 \text{ N.}$

$R_i = 3,5 \text{ K}\Omega$  (ne pas tenter de supprimer la C-R de  $T_1$ , la courbe de réponse en  $V_s$  présente à ce moment 2 bosses asymétriques  $\pm 4 \text{ Kc/s}$ , creux  $f_0 - 6 \text{ dB}$ , avec cc Tesla).

## Mesure du $\beta$ d'un transistor:

$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

$I_c$  : courant

collecteur prévu  
dans le montage,

car  $\beta = f(I_c)$ .

$10\mu A < I_b < 200\mu A$ , réglable par  $R = 1M\Omega$ .

Les transistors les plus performants seront réservés aux montages à 1 seul transistor,  $\beta$  varie dans le rapport de 1 à 4.

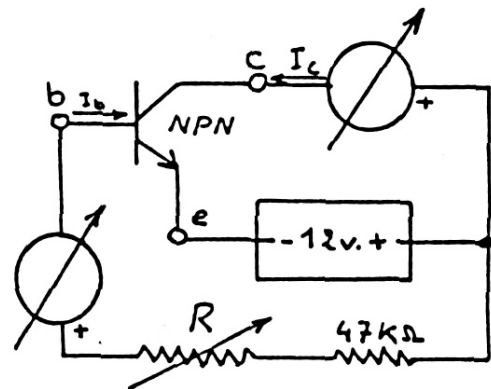
## Réalisations pratiques:

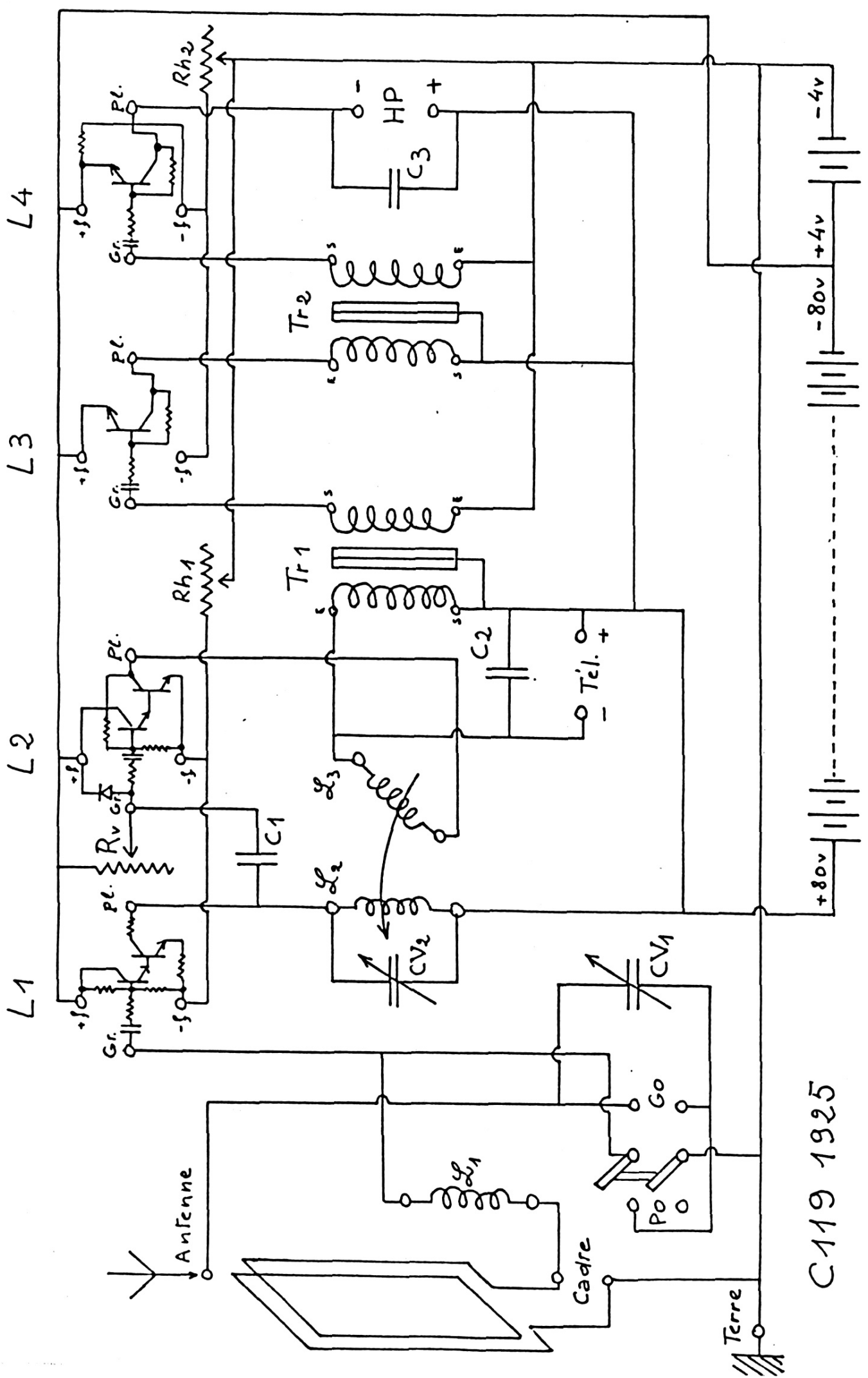
Page 20 = C119 :

- L1 = triode HF résistances  $R_e$  et  $R_i$  élevées (page 12).
- L2 = triode-déetectrice  $R_e$  élevée,  $R_i$  faible (page 11).
- L3 = petite triode BF (page 7).
- L4 = triode BF finale " "

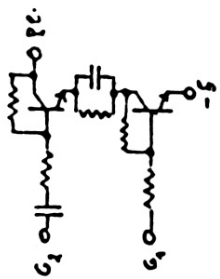
Page 21 = super classique :

- A441N = bigrille (page 16).
- A410N = triode à gain réglable (page 9).
- A415 : triode-déetect. (page 11).
- B443 : penthode BF (page 6).

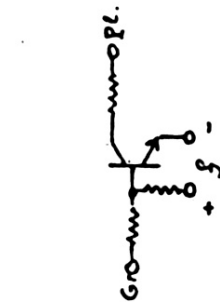




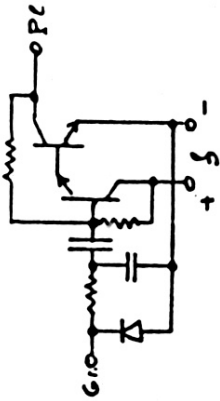
C119 1925



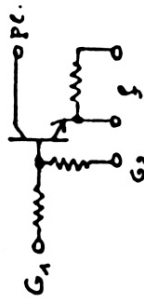
A441N



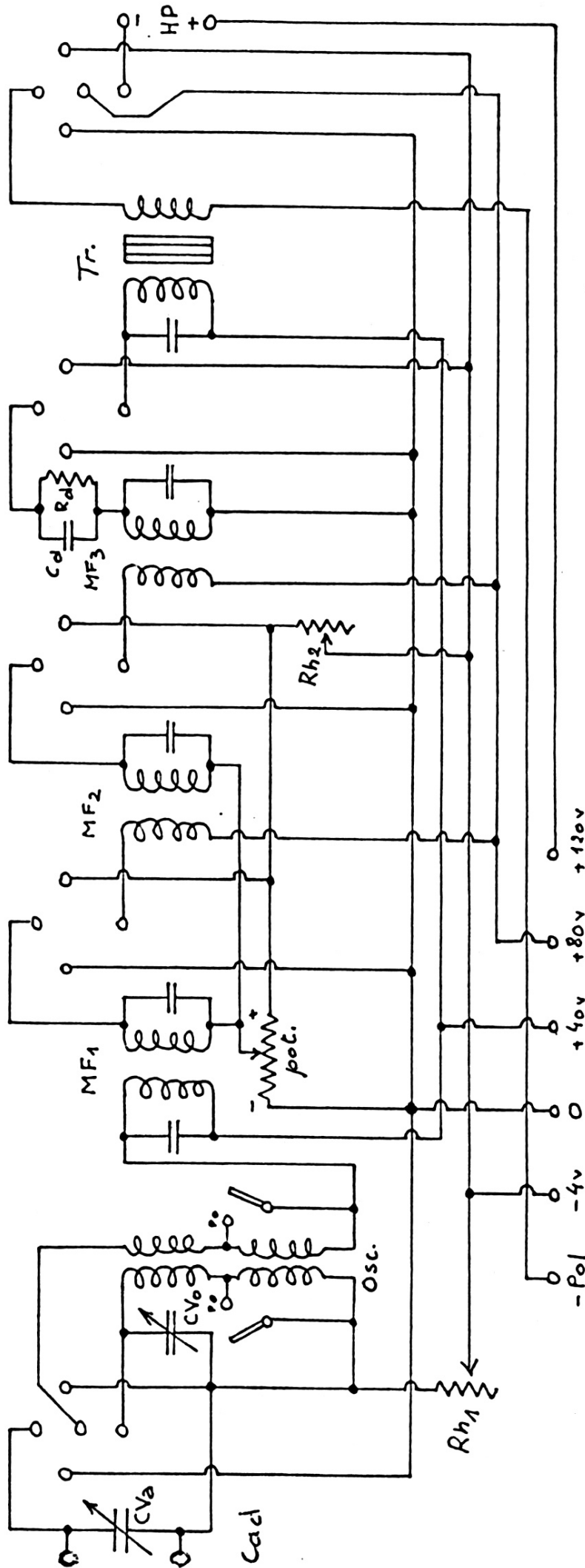
A410N



A415



B443



Super 1928

### Trichons un peu:

Lorsque l'on n'a pas la possibilité de déployer une antenne de 50 mètres ou lorsque l'oreille n'a plus son acuité première, il est facile de muscler un poste à galène:

$$T = BC109C$$

$$450 < \beta < 900$$

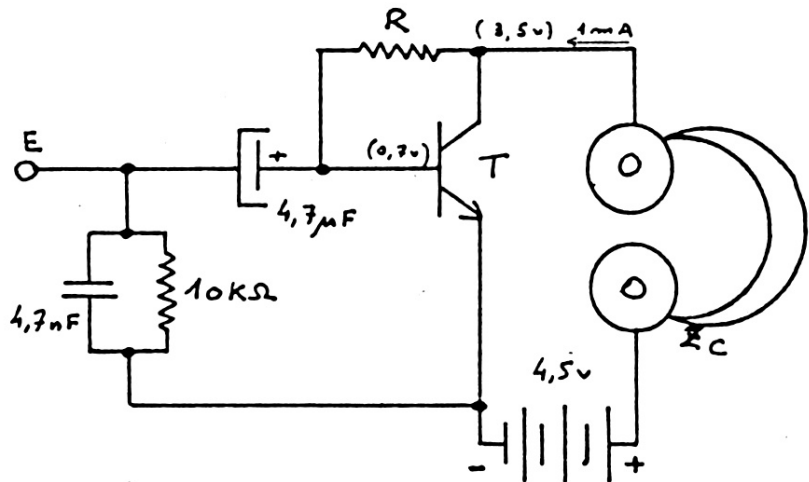
$$Z_C = \text{casque } 2 \times 500 \Omega$$

$$I_C = 1 \text{ mA}$$

$$R = \frac{V_{cb}}{I_b} = \beta \frac{V_{cb}}{I_C}$$

$$0,47 \text{ M}\Omega < R < 1 \text{ M}\Omega \quad f: (I_C)$$

$$G \approx 1000 \text{ Hz} \sim 200.$$



(aucun interrupteur n'est prévu, il suffit de déconnecter le casque, avec ce débit la pile dure plusieurs mois).



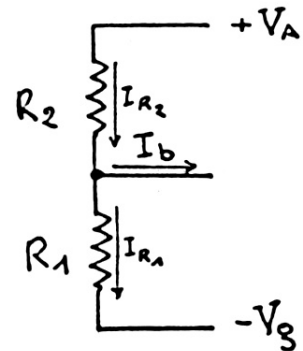
Etage BF avec polarisation:

Valeur de  $-V_g$ :

$$I_b = I_{R_2} - I_{R_1}$$

$$= \frac{V_A}{R_2} - \frac{V_g}{R_1}$$

$$V_g = R_1 \left( \frac{V_A}{R_2} - \frac{I_c}{\beta} \right)$$



Avec  $V_g$  imposé:

$$R_2 = V_A \cdot \frac{R_1}{\frac{I_c \cdot R_1}{\beta} + V_g}$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta}$$

$$R_1 = \frac{\beta}{S}$$

par exemple:

“B443” =  $I_c = 12 \text{ mA}$ ,  $-V_g = -12 \text{ V}$   
 $\beta = 100$ ,  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$

$$R_2 = 80 \cdot \frac{1 \cdot 10^5}{\frac{12 \cdot 10^{-3} \times 1 \cdot 10^5}{1 \cdot 10^2} + 12} = 330 \text{ k}\Omega.$$

“B406” =  $I_c = 8 \text{ mA}$ ,  $-V_g = -9 \text{ V}$   
 $\beta = 100$ ,  $R_1 = 220 \text{ k}\Omega$

$$R_2 = 80 - (2 \cdot 10^3 \times 8 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{2,2 \cdot 10^5}{\frac{8 \cdot 10^{-3} \times 2,2 \cdot 10^5}{1 \cdot 10^2} + 9} = 560 \text{ k}\Omega$$

$V_A$ : tension écran pour une penthode,

$V_{cb}$  pour une triode  $\sim V_{ce} = V_A - [(I_c \cdot R_c) + V_{be}]$ .

(La source - Pol devra débiter le “courant grille” maxi 100  $\mu\text{A}$ ).

## Le transistor à effet de champ (FET)

### Caractéristiques:

La résistance d'entrée est pratiquement infinie:

$$r_{Gs} > 100 \text{ M}\Omega.$$

La pente  $Y_{21s}$  ou  $Y_{fs}$  est exprimée soit en mA/V, soit en Siemens:

$$1 \text{ S} = \frac{1 \text{ A}}{1 \text{ V}}$$

avec ses sous-multiples:

mS : milli-Siemens,

$\mu\text{S}$  : micro-Siemens,

équivalent au mho ( $\Omega$ ) des américains (sur catalogue Motorola :  $\mu\text{mhos}$ ,  $\text{mmhos}$ ). Également utilisé pour caractériser la pente des tubes élec-

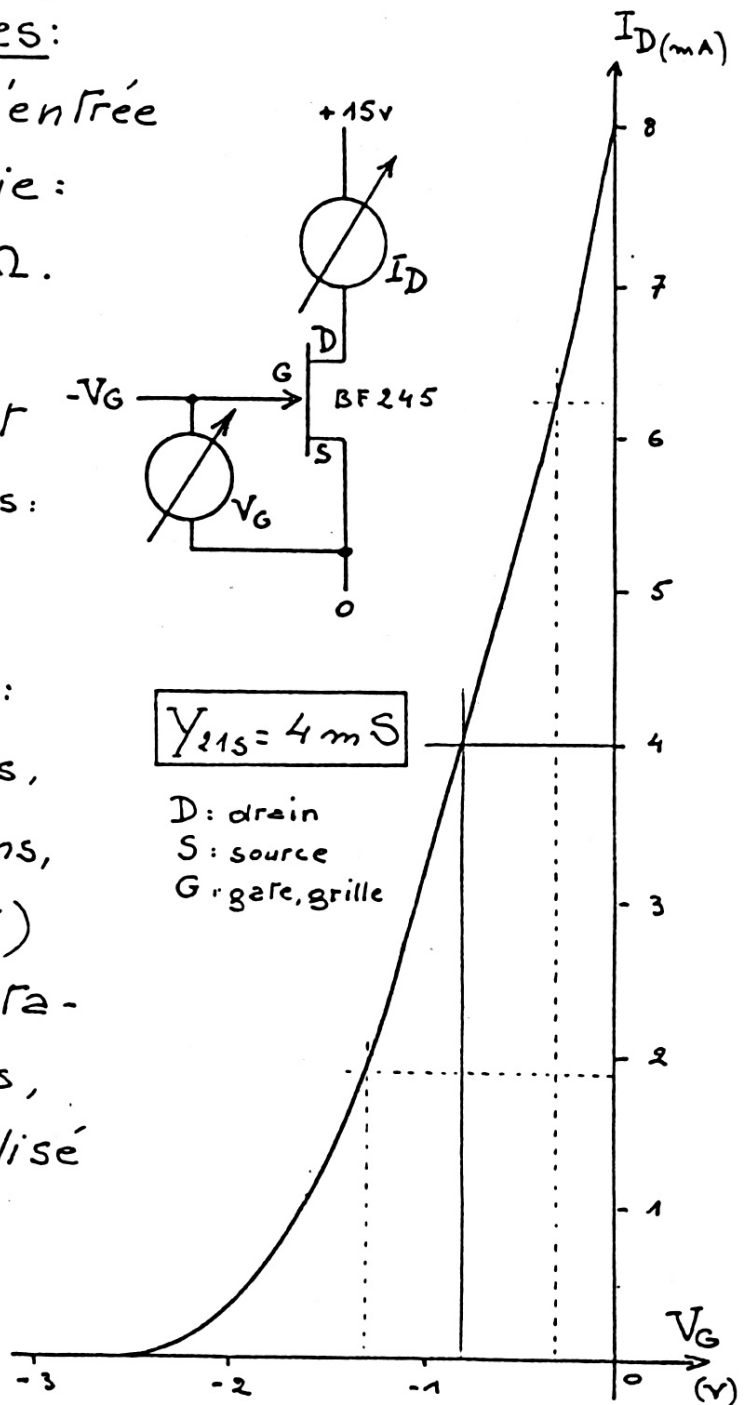
troniques, par exemple : la triode 27 =  $1000 \mu\text{mhos}$  ou  $1 \text{ mA/V}$ .

Tension  $V_{DS}$ :

$$20 \text{ V} < V_{DS} < 50 \text{ V}$$

$$\text{BF 245} : V_{DS \text{ max}} = 30 \text{ V}$$

$$2\text{N}3822 : \quad \quad \quad = 50 \text{ V}$$



$C_{rSS} = C_{12SS} =$  capacité de réaction : 1 à 2 pF.

$C_{11SS} =$  " d'entrée  $\sim 5$  pF.

$C_{22SS} =$  " de sortie  $\sim 2$  pF.

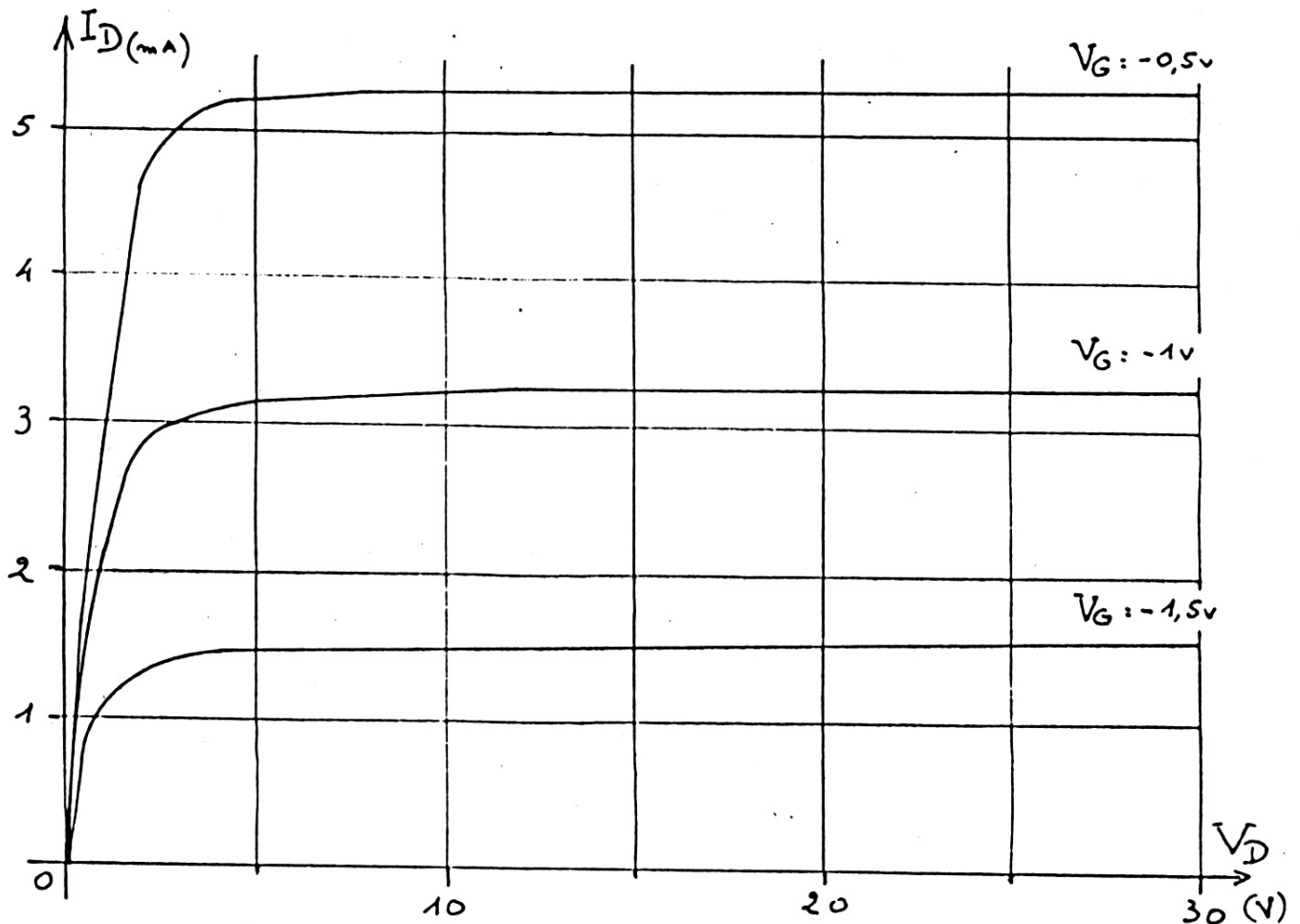
$r_{ds}$  : résistance Drain-Source :

$$200\Omega < r_{ds} < 2000\Omega.$$

$I_{DSS\max}$  : courant maxi Drain-Source.

$$W_d = 300\text{ mW}.$$

Courbe  $I_D = f(V_D)$  du BF245



ressemble à la penthode :

$$R_i = \frac{dV_D}{dI_D} > 100\text{ k}\Omega$$

De la courbe  $I_D = f(-V_g)$  on déduit:

le cut-off ( $I_D = 10 \text{ mA}$ ) =  $-2,5 \text{ v}$

le seuil ( $I_D = 200 \mu\text{A}$ ) =  $-2,4 \text{ v}$

le point de fonctionnement =  $-0,8 \text{ v}$

le courant de saturation =  $8 \text{ mA}$

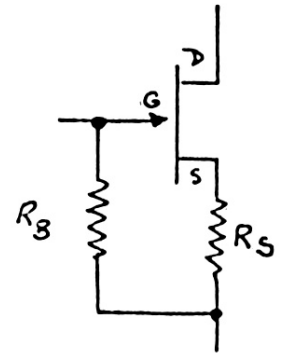
l'excursion maximale de  $-V_g = 1 \text{ v}$  soit  
 $300 \text{ mV}_{\text{eff}}$ .

La polarisation de G s'obtient comme pour une lampe à chauffage indirect par  $R_S$ .

Le point de fonctionnement fixé  
à  $V_g = -0,8 \text{ v}$  :  $I_D = 4 \text{ mA}$ .

$$V_{DS} = 15 \text{ v}$$

$$R_D = \frac{80 - 15}{4 \cdot 10^{-3}} = 15 \text{ k}\Omega$$



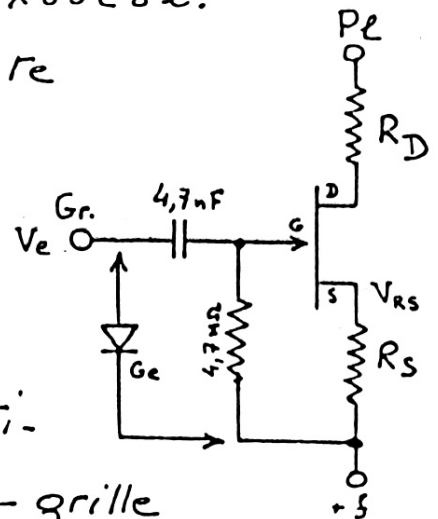
ou encore une diode zener BZX85C62.

Dans ces conditions la pente  
est de  $2 \text{ mA/V}$ :

$$R_S = \frac{0,8}{4 \cdot 10^{-3}} = 220 \Omega$$

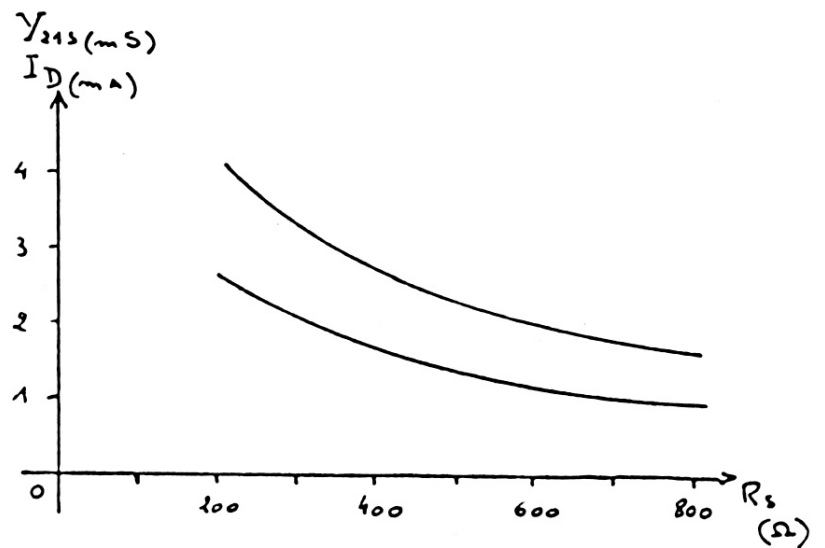
non découplée ( $V_{RS} = V_e/2$ ).

Avec une diode  $G_e$  consti-  
tue une excellente détectrice - grille  
pour détectrice à réaction.



## Variation de $Y_{21s}$ :

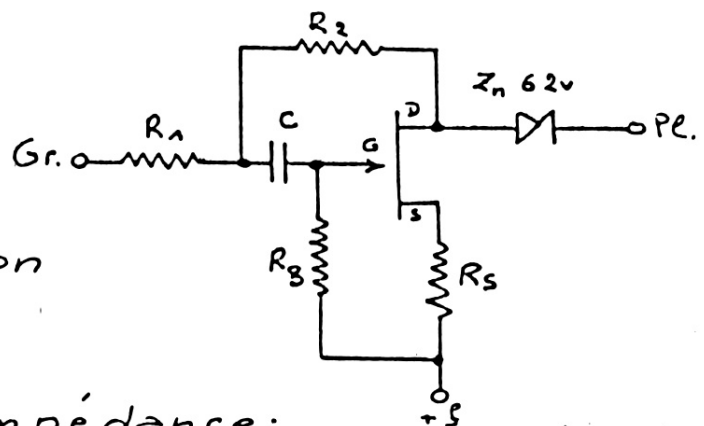
La courbe  $I_D: f(V_G)$  semblable à une lampe à pente fixe ne permet guère de variation de  $Y_{21s}$  sans atteindre les parties



courbes, cependant en augmentant  $R_s$  jusqu'à  $820\Omega$  et par la contre-réaction  $Y_{21s}$  peut être réduit à  $1\text{ mS}$ .

Evidemment, il s'agit-là d'une super-triode avec  $1\text{ mA/V}$  ( $S < 2,5\text{ mA/V}$  et  $R_i > 100\text{ k}\Omega$ ) qui n'a pas d'équivalence en lampes.

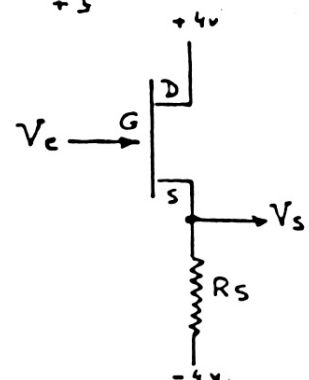
Pour réduire la résistance interne la contre-réaction de tension est applicable.



## Adaptateur d'impédance:

$$R_s = 15\text{ k}\Omega, I_D = 150\text{ }\mu\text{A}$$

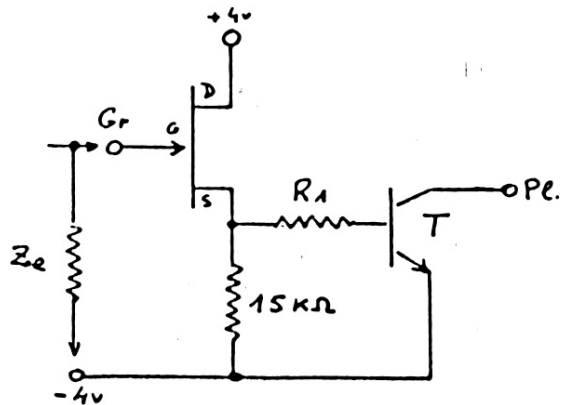
$$G = 1, Z_s \sim 1\text{ k}\Omega$$



$$S \text{ et } I_c = f(R_1)$$

$R_1$	$I_c$	S
15 k $\Omega$	9 mA	5 mA/V
47 k $\Omega$	3 mA	2 mA/V
82 k $\Omega$	1 mA	1 mA/V

Entrée directe sur G



si  $Z_e$  est réuni à  $-4v$ , sinon liaison  $R=99 M\Omega$  et  $C=f(f)$ .

### Équipement d'une détectrice à réaction:

$L_1$  : FET BF245

$L_2$  : Triode à  $R_e$  élevée ( $I_c: 2 mA$ )

$L_3$  : " " " " ( $I_c: 12 mA$ )

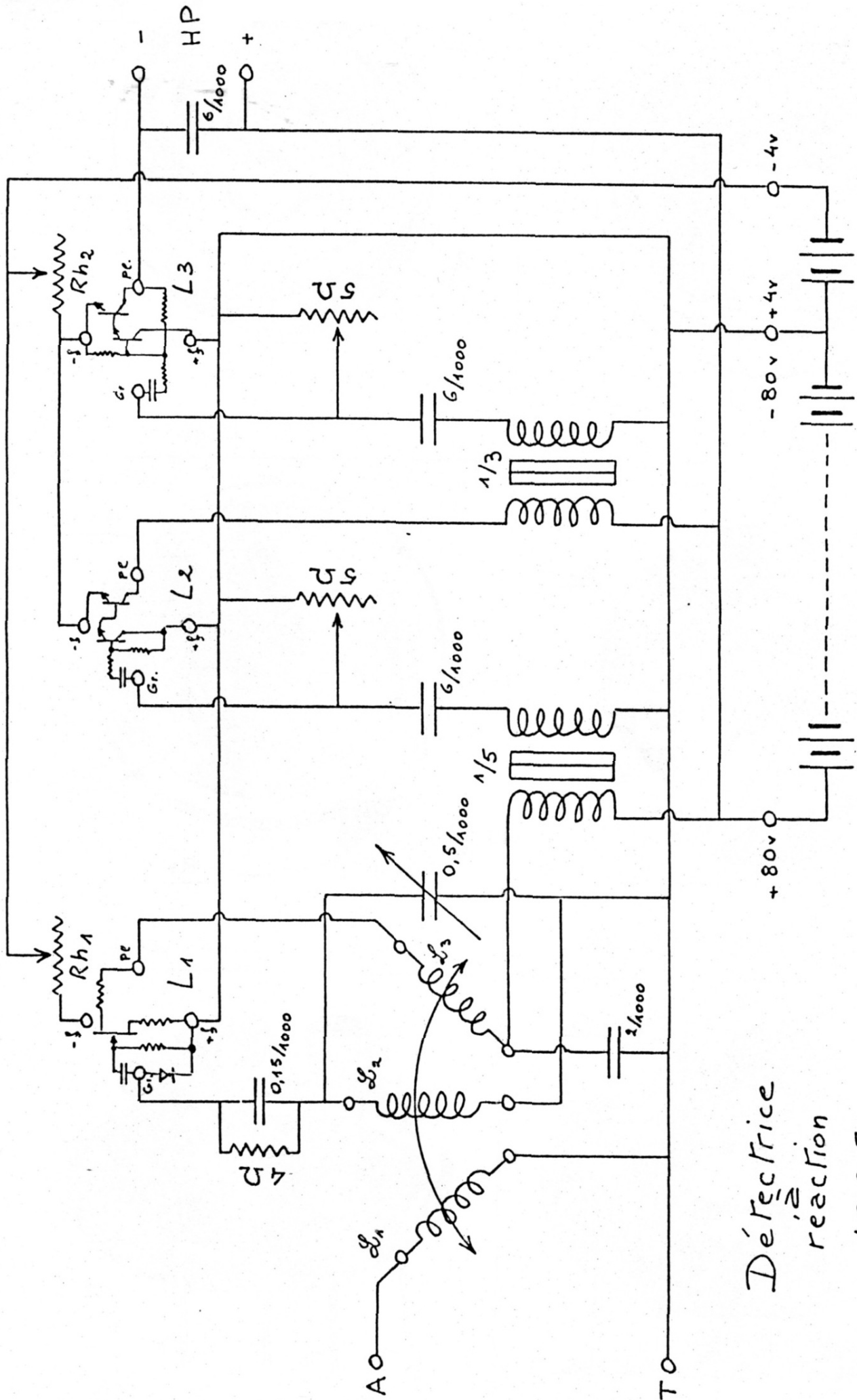
montage où les lampes BF étaient polarisées par courant-grille, réglable par résistances variables 5 M $\Omega$ .

Le gain total à 800 Hz est de 2000 :

avec 10 mV sur  $G L_1$ , 20V aux bornes du HP.

### Conclusion:

Avec un ensemble de semi-conducteurs et de composants, il est possible d'obtenir une fonction équivalente à une lampe de TSF.



Dérectrice  
réaction  
1925

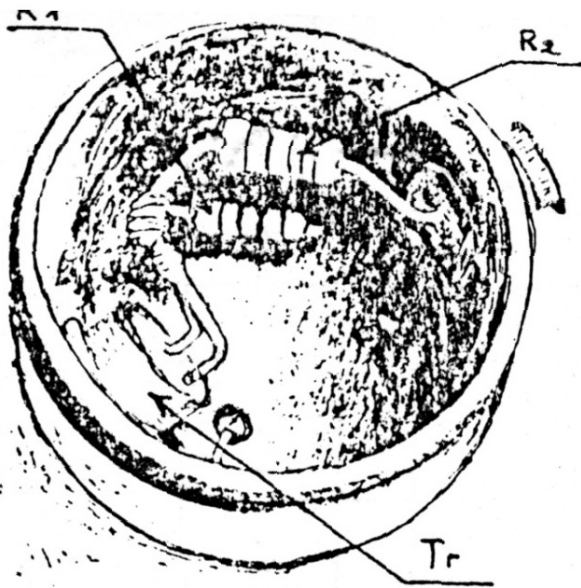


Photo 1 Page 6

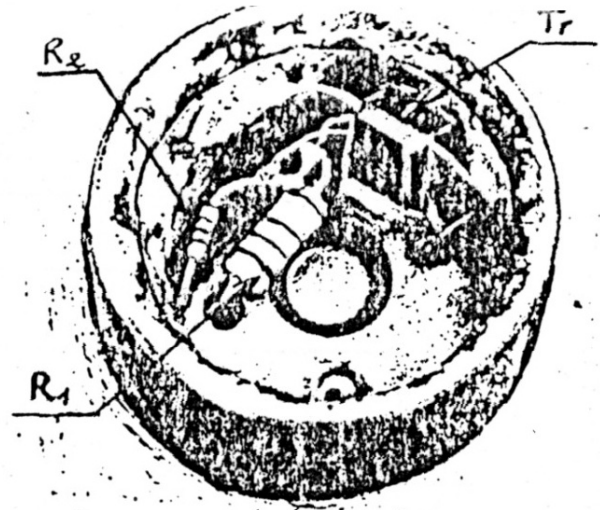


Photo 2 Page 7

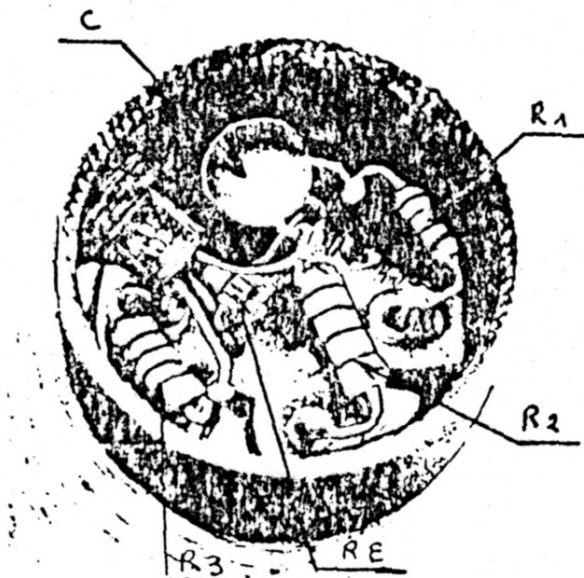


Photo 3 Page 10

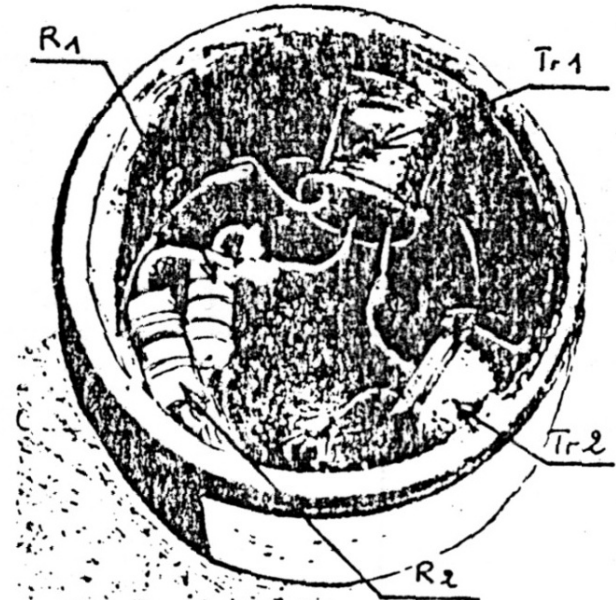


Photo 4 pages 11 et 17

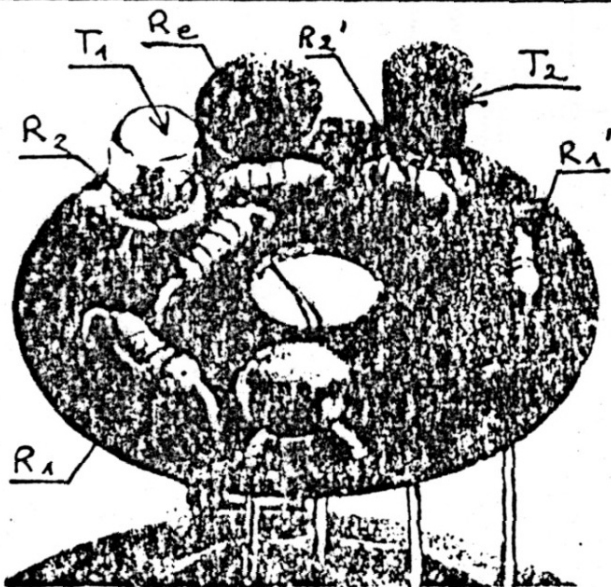


Photo 5 Page 18

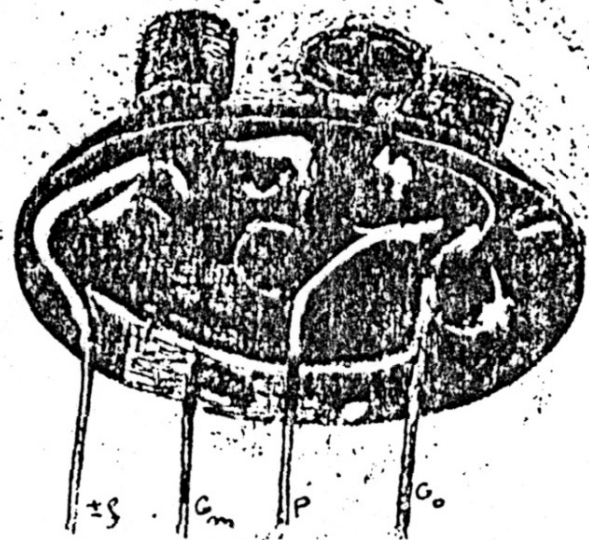


Photo 6 Page 18



# GLOSSAIRE

$\beta = h_{21e} = \text{gain en courant.}$

$C_{gk} = \text{capacité grille-cathode.}$

$C_{pk} = \text{capacité plaque-cathode.}$

$f_t = \text{fréquence de transition} = G \times f, \beta = 1.$

$G = \text{gain} = V_s / V_e.$

$G' = \text{gain avec réaction.}$

$Ge = \text{germanium.}$

$G_c = \text{gain de conversion.}$

$I_b = \text{courant base.}$

$I_e = \text{courant émetteur} = I_c + I_b$

$I_c = \text{courant collecteur.}$

$I_p = \text{courant plaque.}$

$K = \mu = \text{coefficient d'amplification.}$

$R_e = \text{résistance d'entrée.}$

$R_c = R_p = \text{résistance de charge.}$

$R_{\xi} = \text{résistance extérieure d'émetteur.}$

$R_i = \text{résistance interne.}$

$R_i' = \text{résistance interne avec réaction.}$

$R_{thj-a} = \text{résistance thermique jonction-ambi}^{\text{ante}}$

$R_{thj-b} = \text{résistance thermique jonction-boitier.}$

- $r$  : taux de réaction .
- $S$  : pente statique .
- $S'$  : pente dynamique .
- $Si$  : silicium .
- $T_A$  : température ambiante .
- $T_b$  : température boîtier .
- $T_j$  : température jonction .
- $V_{be}$  = tension base-émetteur = 0,7v pour  $Si$  .
- $V_{ce}$  : tension collecteur-émetteur .
- $V_{cc}$  : tension alternative crête à crête  
vue à l'oscillo ( $V_{eff} = \frac{V_{cc}}{2\sqrt{2}}$ ) .
- $V_e$  : tension d'entrée .
- $V_g$  : tension négative de grille .
- $V_p$  : tension plaque .
- $V_s$  : tension de sortie .
- $W_d$  : puissance dissipée .
- $W_s$  : puissance BF .
- $Z_p$  : charge de sortie,  $Z_p^2 = R^2 + L^2 \cdot \omega^2$  .