



La penthode de sortie EL 3 à forte pente



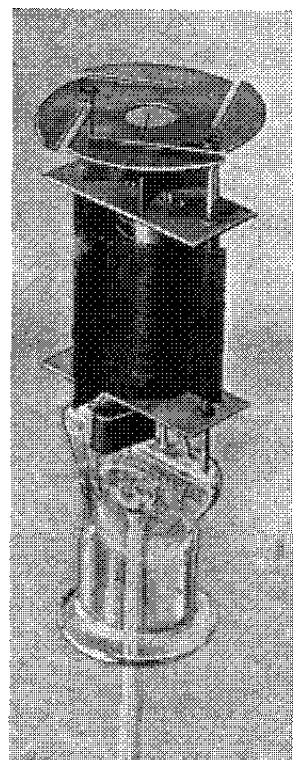
EL 3, penthode de sortie à forte pente de la nouvelle série „Miniwatt” rouge à tension de chauffage de 6,3 volts.

Fig. 1

sur le culot. Cette lampe devant être utilisée presque exclusivement dans les récepteurs sur alternatif à alimentation parallèle des filaments, aucun danger de ronflement n'est à craindre, l'emploi de ce tube dans un poste est simplifié de beaucoup par cette connexion de la grille. La cathode est à chauffage rapide. Le temps de chauffage est d'environ 16 secondes, de sorte que le temps qui s'écoule entre le moment où l'appareil est mis sous tension et celui où la musique se fait entendre ne se trouve pas inutilement prolongé par le tube de sortie. Ce temps de chauffage est légèrement supérieur à celui qui est requis par les tubes de haute fréquence et les autres. Toutefois, étant donné la pente élevée, ainsi que les grandes dimensions de la cathode qui en résultent, ce temps est réellement de très courte durée.

La puissance anodique dissipée maximum admissible est de 9 watts. Déjà avec 10% de distorsion le tube travaille à un rendement de presque 50%. La puissance de sortie du tube est dans ce cas de 4,4 watts. Cette puissance est suffisante pour la plupart des postes récepteurs.

Le tube EL 3 est une penthode de sortie 9 watts à forte pente et à chauffage indirect. La tension de chauffage de cette lampe étant de 6,3 volts il est possible de l'utiliser pour des récepteurs alimentés sur secteur alternatif dont le transformateur de chauffage est prévu pour cette tension et pour des récepteurs autoradio alimentés par un accumulateur de 3 éléments (6,3 volts environ). Pour les voitures dont l'accumulateur comporte 6 éléments (12,6 volts environ) il est possible de brancher une résistance chutrice en série avec le filament. Le courant de chauffage a une valeur de 1,2 A. Cette valeur relativement élevée est nécessaire pour obtenir la pente très forte qui caractérise spécialement ce tube et une caractéristique dynamique I_a/V_g excessivement droite. Par suite, cette lampe ne pourra servir dans les récepteurs tous courants où les filaments sont branchés en série et où le courant de chauffage doit avoir une valeur de 200 mA. Comme nous l'avons déjà dit ce tube présente une pente très forte au point de fonctionnement normal; il convient donc très bien pour la construction de postes récepteurs à nombre de tubes restreint. A l'inverse du tube EL 2, la connexion de la grille de commande se fait au moyen d'un contact



Construction intérieure du tube EL 3.

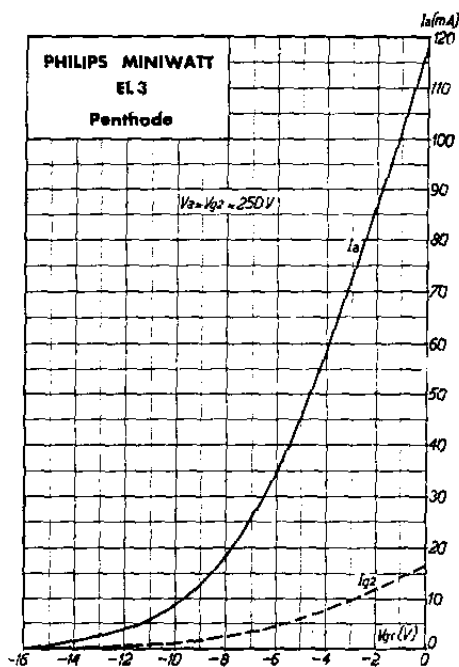
Fig. 9



La pente normale du tube est de 9,5 mA/V, soit donc 3,5 fois plus grande environ que celle d'une penthode de sortie du type EL 2. Il en résulte, pour l'étage de sortie, une sensibilité environ 3,5 fois supérieure, de sorte qu'on pourra assez souvent se dispenser de toute amplification en basse fréquence entre la diode détectrice et la lampe de sortie. Comme un récepteur superhétérodyne à quatre lampes, comportant par exemple une octode EK 2, montée en changeuse de fréquence et une EF 5 comme tube moyenne fréquence, présente déjà une sensibilité très élevée, de sorte qu'il suffit dans la plupart des cas d'employer une triode (p.ex. la EBC 3) comme amplificatrice basse fréquence, il est donc possible de renoncer complètement à cette amplification B.F., lorsque la diode précède immédiatement la penthode de sortie EL 3 à forte pente. Il est vrai que le récepteur devient alors moins sensible, à savoir de 4 à 5 fois, mais on n'utilise plus alors que 4 lampes au lieu de 5 (diode comprise).

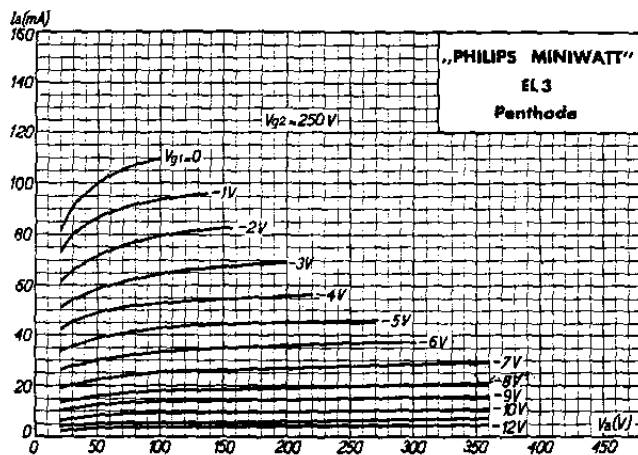
Lorsqu'on désire construire un étage de basse fréquence sensible, la EL 3 permet aussi l'emploi d'une triode au lieu d'une penthode, comme amplificatrice basse fréquence. Si la triode fournit une amplification de 20, cette partie du poste aura à peu près la même sensibilité qu'une amplification à basse fréquence comportant une penthode EF 6 et un tube de sortie EL 2, étant donné que l'introduction d'une EL 3 rend la partie B.F. du récepteur $3\frac{1}{2}$ fois plus sensible.

Afin d'obtenir la puissance de sortie maximum, il suffit d'un signal extrêmement faible ($3,9 V_{eff}$) sur la grille. Dans les postes bon marché, tels que les récepteurs locaux par exemple, ce tube permet donc l'emploi d'une détectrice de puissance médiocre. Dans ces appareils on emploie souvent une penthode ou une triode comme détectrices par la grille avec réaction, le couplage se faisant par résistance. Il peut se faire alors pour de faibles taux de modulation, qu'un montage détecteur de ce genre ne soit plus capable de moduler à fond une penthode de



Courant anodique et courant de grille-écran en fonction de la polarisation négative de la grille pour $V_a = V_{g2} = 250$ volts.

Fig. 3



Courant anodique en fonction de la tension anodique pour $V_{g2} = 250$ volts, pour diverses tensions de polarisation négative de la grille.

Fig. 4



sortie ordinaire. Dans ces conditions la lampe EL 3 fournit la solution de ces difficultés. Cette lampe donne en outre une augmentation de la sensibilité très désirable pour les postes bon marché, et permet d'arriver à des résultats notablement meilleurs sur les récepteurs de cette catégorie.

Etant donné la caractéristique de ce tube, convenant particulièrement pour l'amplification classe A, d'où rendement élevé, avec peu de distorsion, ce tube se prête moins bien à l'amplification classe A/B. Ainsi qu'on le sait, l'amplification classe A/B exige une caractéristique dynamique qui se rapproche autant que possible d'une parabole, alors que l'amplification classe A exige une caractéristique rectiligne.

Toutefois, lorsqu'un rendement élevé de l'étage de sortie classe A/B et la distorsion plus élevée ne constituent pas un grave inconvénient et lorsque, au contraire, on désire une grande sensibilité de l'étage de sortie, il est possible d'utiliser deux tubes EL 3 en push-pull, amplification classe A/B. En utilisant une polarisation négative automatique de la grille on obtient une puissance de sortie de 7,3 W, pour une distorsion de 7,7%.

Caractéristiques de chauffage

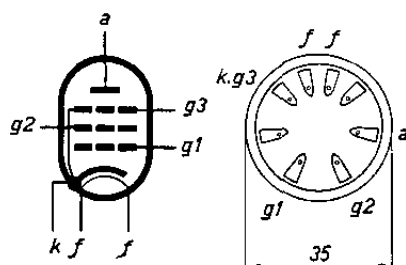
Chauffage: indirect par courant alternatif, alimentation en parallèle.

Tension de chauffage	V_f	= 6,3 V
Courant de chauffage	I_f	= 1,2 A

Caractéristiques de service, amplificatrice classe A

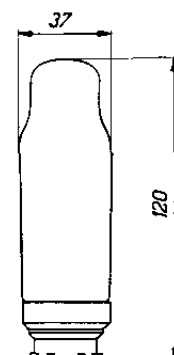
Tension d'anode	V_a	= 250 V
Tension de grille-écran	V_{g2}	= 250 V
Courant d'anode	I_a	= 36 mA
Courant de grille-écran	I_{g2}	= 4 mA
Résistance cathodique	R_k	= 150 Ω ¹⁾
Pente au point de fonctionnement	S	= 9,5 mA/V
Résistance interne	R_i	= 50.000 Ω
Impédance de charge optimum	R_a	= 7.000 Ω
Puissance de sortie pour une distorsion de 10%	W_o	= 1,4 W
Tension alternative sur la grille pour la modulation complète	V_i	= 3,9 V _{eff}
Sensibilité (pour W_o = 50 mW)	$V_{(50 \text{ mW})}$	= 0,33 V _{eff}

Limites fixées pour les caractéristiques de service



Disposition des électrodes et connexions du culot du tube EL 3.
Fig. 5

$V_{ao \text{ max}}$	= 550 V
$V_a \text{ max}$	= 250 V
$W_a \text{ max}$	= 9 W
$I_k \text{ max}$	= 55 mA
$V_{g2o \text{ max}}$	= 550 V
$V_{g2 \text{ max}}$	= 250 V
$W_{g2 \text{ max}}$	= 1,5 W
$V_{g1 \text{ max}}$ ($I_{g1} = 0,3 \mu\text{A}$)	= -1,3 V
$R_{g1a \text{ max}}$	= 1 M Ω
$R_{fk \text{ max}}$	= 5000 Ω
$V_k \text{ max}$	= 50 V



Encombrement du tube EL 3.
Fig. 6

¹⁾ Avec cette valeur de la résistance cathodique on obtient une polarisation négative de la grille de -6 volts environ.



Utilisation

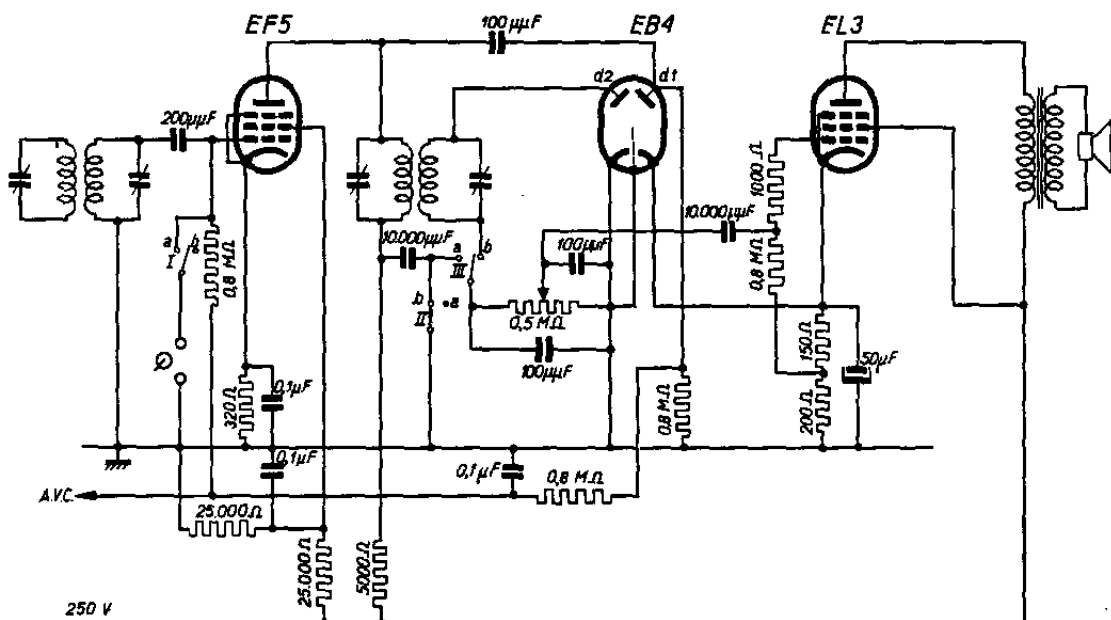
Le tube EL 3 sera employé principalement comme amplificateur de sortie classe A dans les récepteurs à courant alternatif. Il se prête moins bien à l'amplification classe A/B, ainsi qu'il a déjà été dit ci-dessus. La polarisation négative de la grille s'obtiendra de préférence par une résistance cathodique, shuntée par un condensateur; on prendra comme résistance une valeur de $R_k \approx 150$ ohms. Le condensateur de découplage devra avoir une capacité d'au moins $2 \mu F$. En vue d'une meilleure reproduction des notes graves, il est préférable cependant de prendre un condensateur de 25 ou $50 \mu F$. Il faut remarquer encore que, par suite de la pente élevée de la EL 3, la polarisation fixe ne devra pas être utilisée. La polarisation semi-automatique pourra être utilisée si le courant cathodique de la lampe de sortie est plus élevé que les 50% du courant total de haute tension de l'appareil qui passe par la résistance chutrice. Il est alors possible d'élever légèrement la valeur de la résistance de fuite de la lampe de sortie en tenant compte du fait que la valeur maximum de celle-ci se déterminera par la formule:

$$\frac{\text{courant cathodique de la lampe de sortie}}{\text{courant total qui passe par la résistance chutrice}} \times \text{résistance de fuite pour la pol. autom.}$$

Dans le montage il faudra tenir compte de la forte inclinaison du tube, laquelle donnera facilement lieu à des réactions en haute fréquence ou bien à des auto-accrochages.

La longueur des conducteurs allant vers les électrodes devra être réduite au minimum. Dans des cas déterminés, il peut devenir nécessaire d'intercaler une résistance de 10.000 ohms par exemple sur le conducteur de la grille de commande et de 100 ohms sur celui de la grille-écran.

Le montage en amplificateur classe A/B ne pourra se faire qu'avec une polarisation négative automatique de la grille.



Montage de la partie M.F. et B.F. d'un récepteur utilisant le tube EL 3. La diode précède immédiatement le tube de sortie; pour l'amplification phonographique, l'étage M.F. est utilisé comme préamplificateur. La commutation se fait comme l'indique la figure. Dans la position „a” des commutateurs I, II et III le récepteur peut recevoir la tension du pick-up; dans la position „b” il assure la réception des émissions de radio.

Fig. 7



Tension alternative de grille et distorsion totale en fonction de la puissance de sortie, en utilisant le tube EL 3 comme amplificateur de sortie classe A. La polarisation négative de la grille doit être obtenue à l'aide d'une résistance cathodique.

Fig. 8

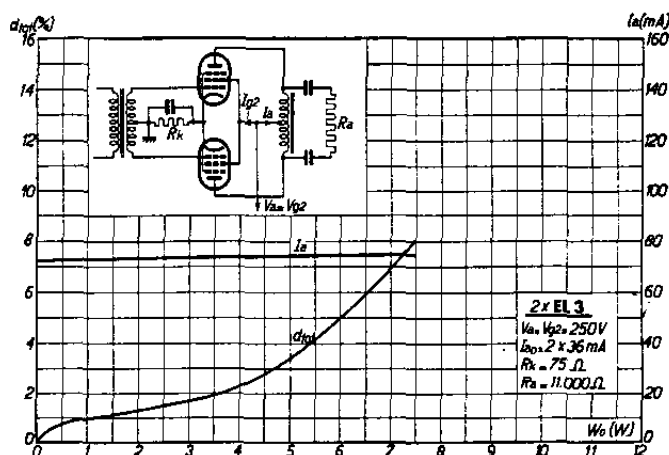
La résistance cathodique commune, dans l'amplification classe A/B, devra être de 75 ohms (résistance de 1 watt). Comme dans le cas de l'amplification classe A, il est indispensable d'assurer le découplage de la résistance cathodique par une capacité suffisante. Le transformateur de sortie devra présenter une impédance d'adaptation de 11000 ohms, d'anode à anode.

En employant une EL 3 montée immédiatement devant la diode détectrice, il faudra avoir soin d'éviter toute surmodulation du tube amplificateur de l'étage moyenne fréquence précédent.

Pour la reproduction des disques de phonographe, la sensibilité d'une EL 3 seule ne suffira pas en général. Si donc la EL 3 suit immédiatement la diode, il faudra prévoir encore un étage amplificateur B.F. lorsqu'il s'agit d'amplifier de la musique enregistrée, utilisant, par exemple dans ce cas la lampe M.F. comme amplificateur B.F. La figure 7 donne un exemple de montage de la partie M.F. et B.F. d'un poste superhétérodyne simple, dans lequel ce principe a été appliqué.

Dans les figures 8 et 9 sont représentées, en fonction de la puissance de sortie, les principales grandeurs qui caractérisent le tube EL 3 utilisé comme amplificateur classe A ou classe A/B avec polarisation négative automatique. De la figure 8 il résulte que le tube EL 3 assure une reproduction particulièrement exempte de distorsion, surtout pour les puissances de sortie modérées. A titre d'exemple, indiquons une distorsion de 2,3 % seulement pour une puissance de sortie de 1 watt et de 3 % pour 2 watts. La figure 10, enfin, donne les diverses valeurs de la puissance de sortie etc., pour une impédance d'adaptation de 7000 ohms en fonction des tensions sur l'anode et sur la grille-écran.

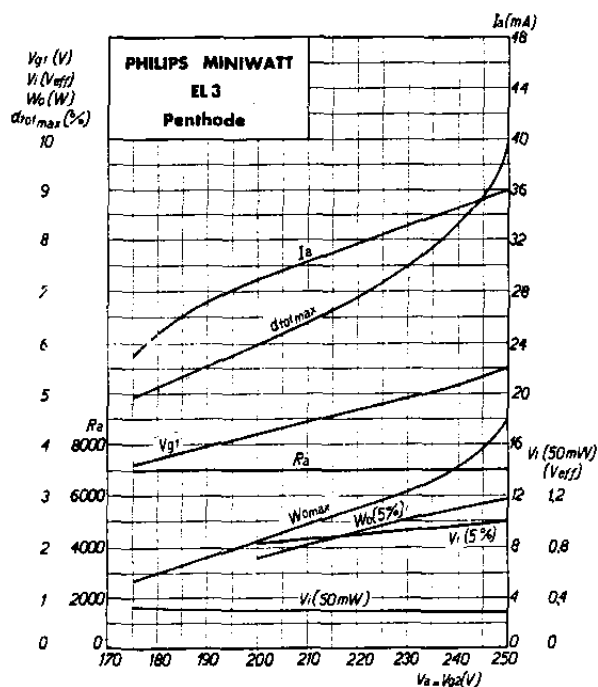
Les tableaux suivants I et II, ainsi que les montages de principe respectifs (figures 11 et 12), fournissent des renseignements sur la variation de la puissance de sortie du tube EL 3



comme amplificateur classe A, en tenant compte de la chute de tension dans le transformateur de sortie. En effet, ainsi que le montrent le tableau I et la figure 11, il est possible de compenser la chute de tension dans le transformateur de sortie (V_{tr}) par une tension plus élevée de la source d'alimentation

Courant anodique et distorsion totale en fonction de la puissance de sortie en utilisant deux tubes EL 3 sur un étage de sortie classe A/B, avec polarisation négative automatique
 $R_k = 75 \Omega$.

Fig. 9



Puissance modulée pour la modulation complète $W_o \text{ max}$
 Puissance modulée pour 5% de distorsion W_o (5 %)
 Courant anodique I_a
 Polarisation négative sur la grille V_{g1}
 Résistance extérieure d'anode R_a
 Tension alternative sur la grille pour 5% de distorsion
 Sensibilité V_i (50 mW)
 Distorsion totale pour la modulation à fond $d_{tot \text{ max}}$

en fonction de la tension de grille-écran et d'anode de la lampe EL 3

Fig. 10

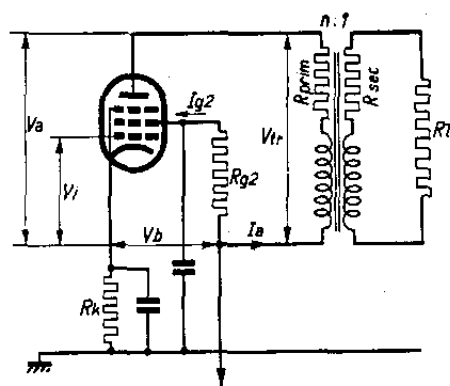
(V_b), et de réduire à sa valeur convenable la tension de la grille-écran à l'aide d'une résistance série avec l'indispensable condensateur de découplage, ou encore, comme dans le tableau II et la figure 12, prendre la tension de grille-écran, avec sa valeur exacte, sur la source d'alimentation et maintenir la tension anodi-

que à une valeur plus réduite, correspondant à la chute de tension dans le transformateur de sortie. Il résulte des tableaux que le montage utilisé est indifférent. Il est nécessaire, en employant une tension anodique plus réduite, de tenir compte du fait que la bonne adaptation

est donnée par R_a

$$= \frac{V_a}{I_a}, \text{ et non plus}$$

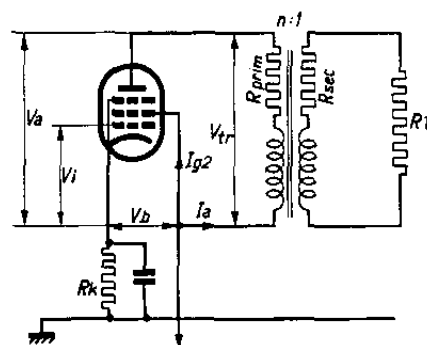
par 7000 ohms. Enfin, nous attirons encore l'attention sur le fait, que les chiffres du tableau, qui indiquent la puissance de sortie, sont relatifs à la puissance de sortie fournie par la lampe. Pour obtenir la puissance utile présente sur la résistance de charge, il faut diminuer la puissance fournie par la lampe du montant des pertes dans le transformateur de sortie.



Montage du tube EL 3, sur lequel ont été établies les mesures du tableau I:

$$\begin{aligned} \text{résistance de charge } R_a &= R_{prim} + n^2 R_{sec} \\ &+ n^2 R_l = R_{tr} + n^2 R_l \\ \text{puissance de sortie } W_o &= i_a^2 (R_{prim} + n^2 R_{sec} + n^2 R_l) = i_a^2 (R_{tr} + n^2 R_l) \\ &= i_a^2 R_a \\ \text{tension anodique continue} &= V_b - I_a R_{prim} \\ \text{perte de puissance dans le transformateur de sortie} &= i_a^2 (R_{prim} + n^2 R_{sec}) = i_a^2 R_{tr} \\ &= W_o \frac{R_{tr}}{R_a} \end{aligned}$$

Fig. 11



Montage du tube EL 3, sur lequel ont été établies les mesures du tableau II:

$$\begin{aligned} \text{résistance de charge } R_a &= R_{prim} + n^2 R_{sec} \\ &+ n^2 R_l = R_{tr} + n^2 R_l \\ \text{puissance de sortie } W_o &= i_a^2 (R_{prim} + n^2 R_{sec} + n^2 R_l) = i_a^2 (R_{tr} + n^2 R_l) \\ &= i_a^2 R_a \\ \text{tension anodique continue} &= V_b - I_a R_{prim} \\ \text{perte de puissance dans le transformateur de sortie} &= i_a^2 (R_{prim} + n^2 R_{sec}) = i_a^2 R_{tr} \\ &= W_o \frac{R_{tr}}{R_a} \end{aligned}$$

Fig. 12



TABLEAU I

EL 3 - puissance de sortie et tension alternative de grille en fonction de la chute de tension aux bornes du transformateur de sortie, la tension continue appliquée effectivement à l'anode est maintenue égale à 250 volts.

$$I_a = 36 \text{ mA.}$$

Tension continue appliquée à l'anode V_a (V)	Tension de la source d'alimentation V_b (V)	Résistance sur la grille-écran R_{g2} (Ω)	Chute de tension aux bornes du transformateur de sortie V_{tr} (V)	Pour 10% de distorsion			Pour 5% de distorsion			Perte de puissance dans le transformateur de sortie $\frac{W_{tr}}{W_o} \cdot 100$ (%)
				Résistance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V _{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	Résistance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V _{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	
250	250	0	0	7000	4,0	4,4	7000	2,9	3,1	—
250	260	2200	10	7000	3,9	4,2	7000	2,8	2,9	8
250	270	4500	20	7000	3,8	4,0	7000	2,7	2,7	16
250	280	6900	30	7000	3,7	3,8	7000	2,7	2,6	24
250	300	12000	50	7000	3,6	3,6	7000	2,6	2,5	40

Remarque: La perte de puissance créée par la résistance du cuivre dans le transformateur de sortie, a été calculée en admettant la formule: $R_{prim.} = n^2 R_{sec.}$

TABLEAU II

EL 3 - puissance de sortie et tension alternative de grille en fonction de la chute de tension aux bornes du transformateur de sortie, la tension de la source d'alimentation ainsi que la tension de la grille-écran sont maintenues égales à 250 V.

$$I_a = 36 \text{ mA.}$$

Tension continue appliquée à l'anode V_a (V)	Tension de la source d'alimentation V_b (V)	Résistance sur la grille-écran V_{g2} (V)	Chute de tension aux bornes du transformateur de sortie V_{tr} (V)	Pour 10% de distorsion			Pour 5% de distorsion			Perte de puissance dans le transformateur de sortie $\frac{W_{tr}}{W_o} \cdot 100$ (%)
				Résistance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V _{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	Résistance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V _{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	
250	250	250	0	7000	4,0	4,4	7000	3,0	3,1	—
240	250	250	10	6700	4,0	4,1	6700	2,9	2,9	8
230	250	250	20	6400	3,9	3,9	6400	2,9	2,8	17
220	250	250	30	6100	3,9	3,7	6100	2,9	2,6	27
200	250	250	50	5500	3,9	3,3	5500	2,9	2,4	51

Remarque: La perte de puissance créée par la résistance du cuivre, dans le transformateur de sortie, a été calculée en admettant la formule: $R_{prim.} = n^2 R_{sec.}$