



La penthode de sortie EL 5

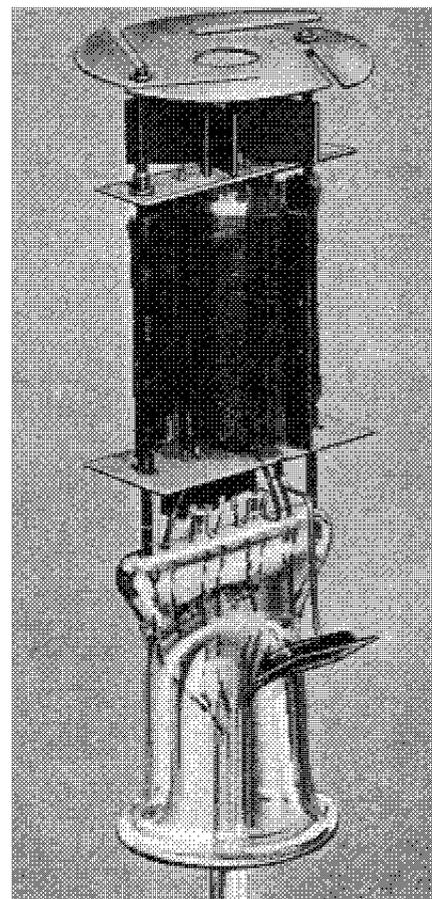


La penthode de sortie EL 5, 18 W.
Fig. 1.

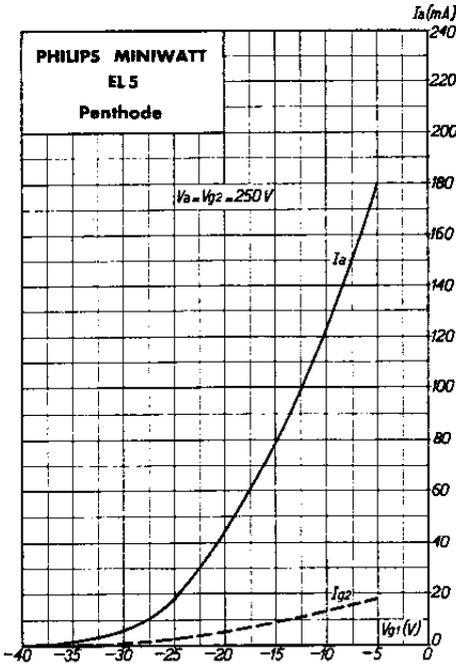
nement, à celle des penthodes normales de 9 watts. Cette pente est de 7 mA/V. Cette pente plus forte permet d'obtenir une plus grande sensibilité du poste (le signal nécessaire sur la grille pour la puissance de sortie normale de 50 mW est de 0,5 V_{eff} , de sorte que la sensibilité est d'environ deux fois celle du tube EL 2). Il s'ensuit que le signal nécessaire pour moduler ce tube à fond peut être faible. Le tube qui précède n'a qu'à fournir une tension alternative efficace de 9,2 volts pour assurer la modulation complète du tube EL 5, monté en amplificateur classe A, c'est-à-dire que toute lampe employée normalement devant ce tube est capable de produire cette tension pratiquement sans distorsion. Le grand avantage de cette penthode de sortie apparaît manifestement si l'on considère la faible tension anodique, égale seulement à celle de la grille-écran, contrairement à ce qui était pratiqué pour les anciennes penthodes de grande puissance. Cette tension est de 250 V, elle existe normalement dans tous les récepteurs modernes, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de recourir à des éléments de

La penthode EL 5 est une lampe finale de 18 W à chauffage indirect. Elle peut servir à l'amplification classe A ou classe A/B des postes récepteurs à grande puissance de sortie. Malgré cette grande puissance, les dimensions du tube sont identiques à celles d'une penthode de 9 watts. La puissance de chauffage est également restreinte, sa valeur étant de 8,4 watts seulement, pour une puissance anodique de 18 watts; il existe donc un rapport très favorable entre les deux valeurs. La cathode est à chauffage rapide. Le temps de chauffage est d'environ 16 secondes.

La penthode EL 5 possède une pente notablement supérieure, au point de fonction-

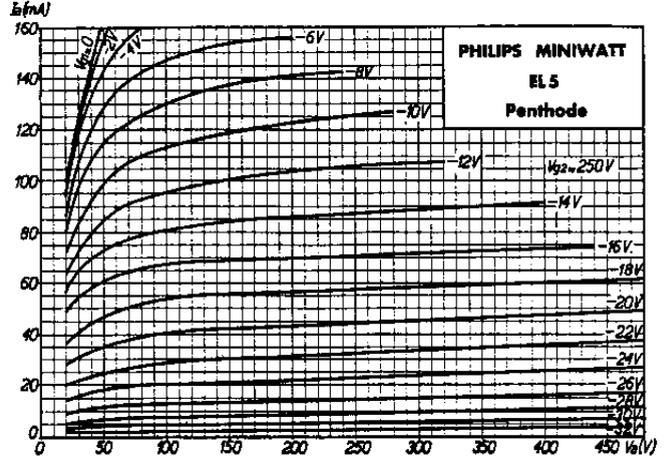


Construction intérieure de la penthode de sortie EL 5, 18 W.
Fig. 2.



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

Fig. 3.



Courant anodique en fonction de la tension anodique pour $V_{g2} = 250$ V et pour diverses tensions négatives sur la grille 1.

Fig. 4.

élevé. Pour une tension alternative efficace de 8 volts sur la grille et pour une distorsion de 10%, il permet d'obtenir une puissance de sortie de 7,7 watts. Pour 5 watts modulés la distorsion est légèrement supérieure à 5%. La tension de chauffage est de 6,3 volts, de sorte que cette lampe peut être employée sur tout appareil alimenté par secteur alternatif où l'enroulement de chauffage est prévu pour cette tension. Etant donné la puissance élevée, le courant de chauffage est bien supérieur à 200 mA. Cette lampe ne convient donc pas pour les récepteurs tous courants à chauffage des filaments en série.

Caractéristiques de chauffage

Chauffage indirect sur courant alternatif, alimentation en parallèle.

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

Caractéristiques de service, montage en amplificateur classe A

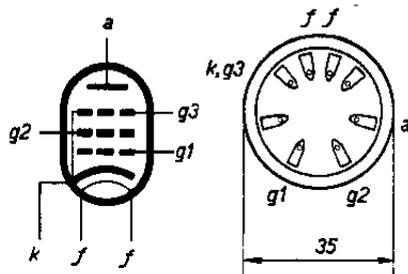
Tension d'anode	$V_a = 250$ V
Tension de grille-écran	$V_{g2} = 250$ V
Polarisation négative de la grille	$V_{g1} = -16$ V
Résistance cathodique	$R_k = 200 \Omega$ (2 W)
Courant anodique	$I_a = 72$ mA
Courant de grille-écran	$I_{g2} = 7,5$ mA
Pente normale (pour $I_a = 72$ mA)	$S = 7$ mA/V
Résistance intérieure normale	$R_i = 33.000 \Omega$
Résistance d'adaptation optimum	$R_a = 3.500 \Omega$
Puissance de sortie pour une distorsion de 10%	$W_o = 7,7$ W
Tension alternative de grille pour une distorsion de 10%	$V_i = 8$ V _{eff}
Sensibilité	V_i (50 mW) = 0,5 V _{eff}



Caractéristiques de service, montage en amplificateur push-pull, classe A/B

		polarisation fixe	polarisation automatique
Tension anodique	V_a	= 250 V	V_a = 250 V
Tension de grille-écran	V_{g2}	= 250 V	V_{g2} = 250 V
Polarisation négative de grille (fixe)	V_{g1}	= -24 V	—
Résistance cathodique		—	R_k = 155 Ω
Courant anodique au repos	I_{a0}	= 2x25 mA	I_{a0} = 2x55 mA
Courant anodique pour la modulation complète	I_{amax}	= 2x63 mA	I_{amax} = 2x64 mA
Courant de grille-écran au repos	I_{g20}	= 2x3 mA	I_{g20} = 2x6 mA
Courant de grille-écran pour la modulation complète	I_{g2max}	= 2x13,5 mA	I_{g2max} = 2x13,5 mA
Résistance d'adaptation optimum (d'anode à anode)	R_a	= 4000 Ω	R_a = 4000 Ω
Puissance de sortie maximum	W_o	= 17,3 W	W_o = 16,4 W
Distorsion totale	d_{tot}	= 4,7%	d_{tot} = 4,9%

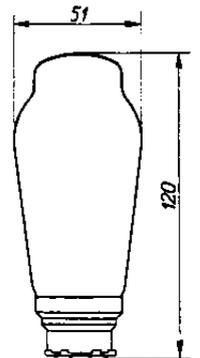
Limites fixées pour les caractéristiques



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

Fig. 5.

V_{aomax}	= 550 V
V_{amax}	= 250 V
W_{amax}	= 18 W
V_{g2omax}	= 550 V
V_{g2max}	= 250 V
W_{g2max}	= 2,2 W
I_{kmax}	= 90 mA
V_{g1max} ($I_{g1} = 0,3 \mu A$)	= -1,3 V
R_{g1amax}	= 0,7 M Ω
R_{g1fmax}	= 0,3 M Ω
V_{fkmax}	= 50 V
R_{fkmax}	= 5000 Ω

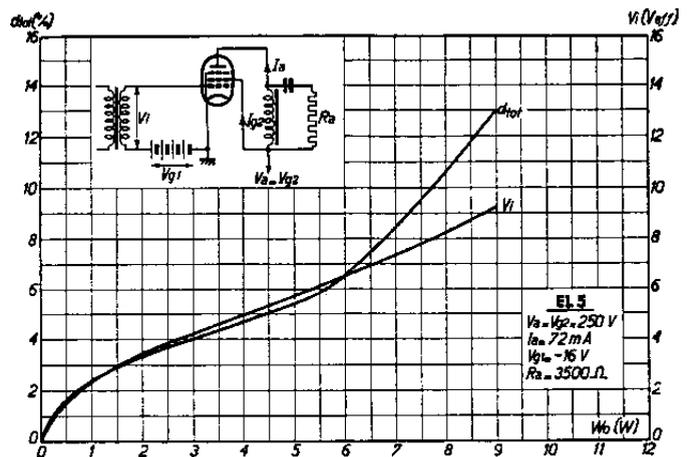


Encombrement du tube EL 5.
Fig. 6.

Utilisation

Ainsi qu'on l'a déjà précisé, cette penthode peut s'employer avec avantage dans les étages de sortie classe A ou classe A/B des postes récepteurs, des amplificateurs, etc. Sa grande sensibilité supprime normalement toutes les difficultés d'étude de l'étage B.F. précédent. La commande du tube EL 5, monté en étage de sortie classe A, peut se faire par un tube B.F. qui sera une triode normale, telle que la EBC 3, ou bien une penthode, telle que la EF 6.

D'une façon générale, il



Tension alternative de grille et distorsion totale en fonction de la puissance de sortie en utilisant le tube EL 5 comme lampe finale en classe A. (La polarisation négative de la grille V_{g1} peut s'obtenir aussi à l'aide d'une résistance cathodique.)

Fig. 7.



faudra éviter de monter ce tube directement derrière la diode détectrice d'un poste récepteur. Bien que la EL 5 possède une grande sensibilité, il faut craindre la surmodulation de l'étage précédant la diode détectrice. Même le meilleur tube M.F. dont on puisse disposer, le EF 5, ne permettrait pas de moduler complètement l'étage de sortie pour les faibles profondeurs de modulation. Comme ce tube s'emploie surtout dans les appareils de qualité, la modulation complète du tube de sortie même pour une profondeur de modulation faible, 10% par exemple est tout à fait désirable. Dans ce sens il est à recommander de prévoir une certaine amplification B.F., faible au besoin, après la diode.

En employant deux tubes EL 5 sur un étage de sortie classe A/B, l'étage préamplificateur ne peut être équipé qu'avec des triodes, par suite de la présence du transformateur de couplage.

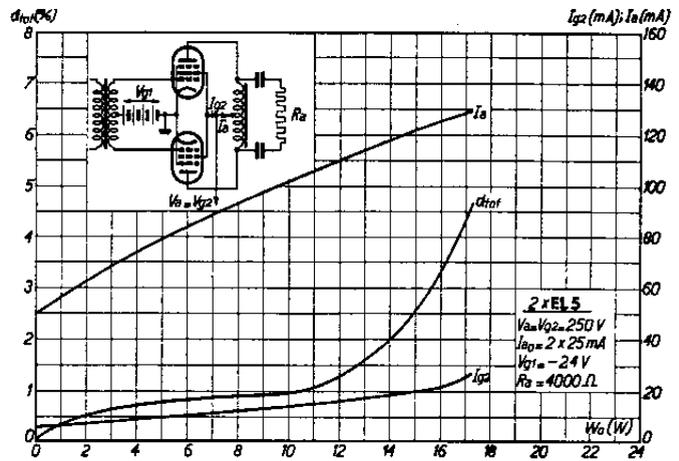
Les triodes dont on dispose sont les tubes EBC 3 et la EL 2 (montée en triode, anode et grille-écran réunies). En se servant du tube EBC 3, on aura les meilleurs résultats en choisissant un rapport de transformation du transformateur de couplage de 1 : (2+2), considérant le prix du transformateur B.F. et la bonne reproduction des notes basses.

Lorsqu'on choisit le tube EL 2, monté en triode, il est possible de choisir un rapport de transformation plus élevé (1 : (3+3) par exemple).

L'emploi du tube EBC 3 fournit évidemment une solution avantageuse par sa combinaison d'une triode avec une duodiode. La distorsion la plus faible s'obtient en utilisant le tube EL 2 monté en triode. La résistance interne notablement plus faible permet d'utiliser un rapport de transformation plus élevé du transformateur de couplage.

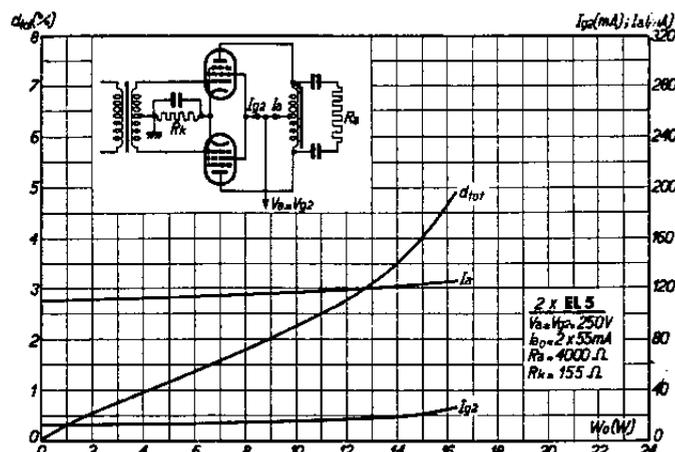
Pour le tube EL 2 utilisé en préamplification, on trouvera les données dans le chapitre relatif à ce tube.

L'emploi de deux tubes EL 5 montés en push-pull sur un étage de sortie classe A/B, entraîne une consommation de courant anodique considérable. Avec une polarisation négative automatique et pour la modulation complète, on obtiendra un courant anodique et un courant de grille-écran de 155 mA au total. Ce courant total sera de 153 mA dans le cas d'une polarisation fixe.



Courant anodique et distorsion totale en fonction de la puissance de sortie, en utilisant deux tubes EL 5 comme étage de sortie classe A/B, avec polarisation fixe.

Fig. 8.



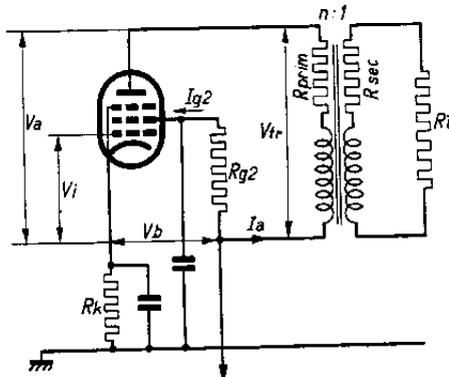
Courant anodique et distorsion totale en fonction de la puissance de sortie, en utilisant deux tubes EL 5 comme étage de sortie classe A/B, avec polarisation automatique ($R_k = 155 \Omega$).

Fig. 9.



Il faut évidemment encore ajouter à ce chiffre le courant absorbé par les tubes préamplificateurs et les tubes auxiliaires du poste. Ce fort courant total nécessite l'emploi d'un tube redresseur assez puissant. Généralement le tube EZ 4 ne suffira pas pour l'alimentation d'un tel poste et il faudra prendre deux tubes EZ 4, redressant chacun une des deux alternances, et les deux anodes de chacun des tubes connectées en parallèle.

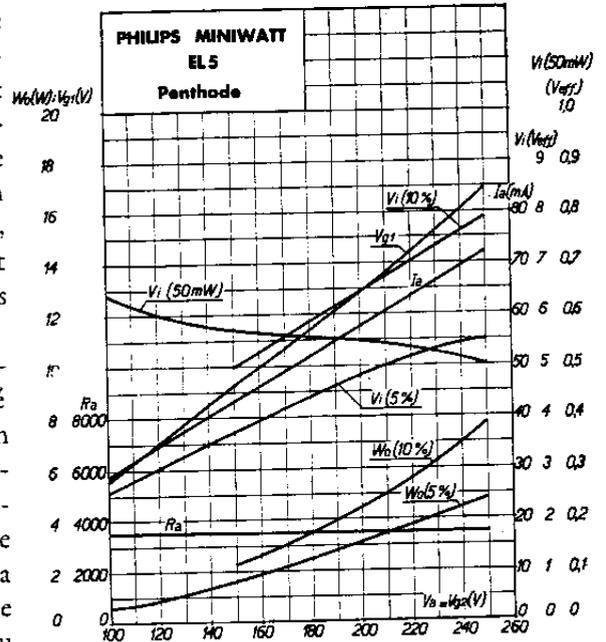
Les figures 7, 8 et 9 donnent les principales caractéristiques du tube EL 5, utilisé comme amplificateur classe A ou classe A/B, en fonction de la puissance de sortie. Pour l'emploi comme amplificateur classe A, la polarisation négative s'obtiendra de préférence à l'aide d'une résistance cathodique, dont la valeur sera de 200 ohms (résistance 2 watts). La cathode devra être découplée par un condensateur d'au moins 2 μ F. Pour une meilleure reproduction des notes basses, il est à recommander de prévoir un condensateur électrolytique de 25 ou 50 μ F. Dans des conditions déterminées, la polarisation



Montage, du tube EL 5, sur lequel ont été établies les mesures du tableau I.

$$\begin{aligned} \text{Résistance de charge } R_a &= R_{prim.} + n^2 R_{sec.} + n^2 R_l = R_{tr} + n^2 R_l \\ \text{Puissance de sortie } W_a &= i_a^2 (R_{prim.} + n^2 R_{sec.} + n^2 R_l) = i_a^2 (R_{tr} + n^2 R_l) = i_a^2 R_a \\ \text{Tension anodique continue} &= V_b - I_a R_{prim.} \\ \text{Perte de puissance modulée dans le transformateur de sortie} &= i_a^2 (R_{prim.} + n^2 R_{sec.}) \\ &= i_a^2 R_{tr} = W_o \frac{R_{tr}}{R_a} \end{aligned}$$

Fig. 11.



Puissance de sortie W_o pour 10% et pour 5% de distorsion, courant d'anode I_a , polarisation négative V_{g1} , résistance extérieure R_a , tension alternative sur la grille V_i pour 10% et pour 5% de distorsion et sensibilité $V_i(50 \text{ mW})$, en fonction de la tension anodique et de la tension de grille-écran du tube EL 5.

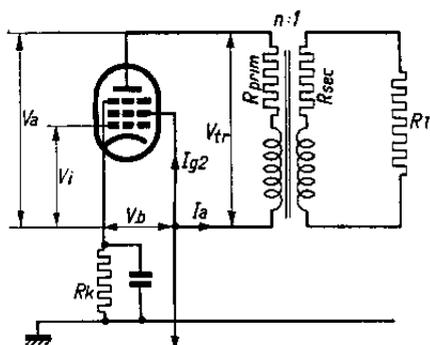
Fig. 10.

négative de la grille peut être obtenue avantageusement au moyen de la chute de tension dans le filtre d'alimentation anodique, après filtrage complet.

En utilisant deux tubes EL 5 en amplification classe A/B, la polarisation négative sera automatique, prise sur une résistance cathodique commune de 155 ohms (pour $V_a = V_{g2} = 250 \text{ V}$, résistance à 4 W), ou bien elle sera fixe. La tension fixe ne devra pas être soumise à l'influence du courant anodique total du poste, sans quoi elle ne serait pas fixe. Il faudra donc pour cela prévoir un redresseur séparé ou une autre source de tension indépendante. Si la polarisation est automatique, la résistance cathodique devra être shuntée par un condensateur de capacité suffisante tout comme dans le cas de l'amplification classe A.

Dans les deux cas, le transformateur de sortie devra présenter une impédance de 4000 ohms d'anode à anode. Le haut-parleur devra pouvoir absorber la puissance de sortie maximum de 17,5 watts environ.

Les tableaux suivants I et II, ainsi que les schémas de montage des figures 11 et 12, fournissent encore



Montage du tube EL 5, sur lequel ont été établies les mesures du tableau II.

$$\text{Résistance de charge } R_a = R_{prim.} + n^2 R_{sec.} + n^2 R_l = R_{tr} + n^2 R_l.$$

$$\text{Puissance de sortie } W_a = i_a^2 (R_{prim.} + n^2 R_{sec.} + n^2 R_l) = i_a^2 (R_{tr} + n^2 R_l) = i_a^2 R_a.$$

$$\text{Tension anodique continue} = V_b - I_a R_{prim.}$$

$$\text{Perte de puissance modulée dans le transformateur de sortie} = i_a^2 (R_{prim.} + n^2 R_{sec.})$$

$$= i_a^2 R_{tr} = W_o \frac{R_{tr}}{R_a}$$

Fig. 12

des renseignements au sujet de la variation de la puissance de sortie en utilisant le tube EL 5 comme amplificateur classe A, en tenant compte de la chute de tension aux bornes du transformateur de sortie. Il est possible en effet, comme le montrent le tableau I et la figure 11, de compenser par une tension plus élevée de la source d'alimentation (V_b) la chute de tension aux bornes du transformateur de sortie (V_{tr}), et de réduire la tension de grille-écran à la valeur convenable à l'aide d'une résistance en série avec condensateur de découplage, ou bien on peut encore, comme l'indiquent le tableau II et la figure 12, prendre la tension de grille-écran, avec sa valeur exacte, directement à la source de tension et maintenir la tension anodique à une valeur plus basse correspondant à la chute de tension dans le transformateur de sortie. Il résulte de l'examen des tableaux que la différence est assez faible. Pour la modulation complète, le montage de la figure 11 donne une distorsion légèrement plus faible que le montage de la figure 12.

Nous attirons encore une fois 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 le tube. 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.

TABLEAU I

EL 5 - 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 V.

$$I_a = 72 \text{ mA.}$$

Tension continue appliquée à l'anode V_a (V)	Tension de la source d'alimentation V_b (V)	Résistance de grille-écran R_{g2} (Ω)	Chute de tension dans le transformateur de sortie V_{tr} (V)	Pour 10% de distorsion			Pour 5% de distorsion			Perte de puissance dans le transformateur de sortie $\frac{W_{tr}}{W_o} 100$ (%)
				Impédance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V_{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	Impédance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V_{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	
250	250	0	0	3500	8,3	7,7	3500	5,0	4,0	—
250	260	1100	10	3500	8,4	7,5	3500	4,7	3,4	8
250	270	2200	20	3500	8,2	7,3	3500	4,6	3,3	16
250	280	3200	30	3500	8,0	6,9	3500	4,5	3,3	24
250	300	5500	50	3500	7,8	6,5	3500	4,4	3,1	40

Remarque: Les pertes de puissance créées par la résistance du cuivre dans le transformateur de sortie ont été calculées en admettant la formule: $R_{prim} = n^2 R_{sec}$.



TABLEAU II

EL 5 - puissance de sortie et tension alternative de grille en fonction de la chute de tension aux bornes du transformateur de sortie; les tensions de la source d'alimentation et de la grille-écran sont maintenues égales à 250 V.

$$I_a = 72 \text{ mA.}$$

Tension continue appliquée à l'anode V_a (V)	Tension de la source d'alimentation V_b (V)	Tension de grille-écran R_{g2} (Ω)	Chute de tension dans le transformateur de sortie V_{tr} (V)	Pour 10% de distorsion			Pour 5% de distorsion			Perte de puissance dans le transformateur de sortie $\frac{W_{tr}}{W_o} \cdot 100$ (%)
				Impédance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V_{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	Impédance anodique extérieure R_a (Ω)	Tension alternative sur la grille V_i (V_{eff})	Puissance de sortie W_o (W)	
250	250	250	0	3500	8,2	7,7	3500	5,2	4,0	—
240	250	250	10	3300	8,2	7,4	3300	5,3	3,9	8
230	250	250	20	3200	8,1	7,0	3200	5,3	3,9	17
220	250	250	30	3000	8,1	6,6	3000	5,4	3,7	28
200	250	250	50	2800	7,9	5,8	2800	5,6	3,6	50

Remarque: Les pertes de puissance créées par la résistance du cuivre dans le transformateur de sortie ont été calculées en admettant la formule: $R_{prim} = n^2 R_{sec}$.