



La penthode de sortie EL 2



La nouvelle penthode finale, à pente normale, EL 2.
Fig. 1

résistance interne très réduite dans ce cas permet d'obtenir une qualité de reproduction très agréable.

Une seule penthode EL 2, montée sur un étage de sortie classe A, donne une puissance modulée de 4 watts pour une distorsion de 12,6%. Le rendement de cette lampe est donc très bon. Pour 10% de distorsion elle donne 3,6 watts et pour 2 watts modulés la distorsion est de 6% seulement. Elle donne une puissance modulée remarquable si l'on considère sa faible puissance de chauffage. La EL 2 peut être aussi utilisée avantageusement dans les étages classe A/B. Dans ce cas, deux lampes EL 2 donnent sans courant de grille une puissance modulée de 8,1 watts pour une tension d'anode et de grille-écran de 250 volts avec polarisation des grilles de commande au moyen d'une résistance commune. La qualité de reproduction est alors excellente puisque la distorsion est de 1,5% environ seulement.

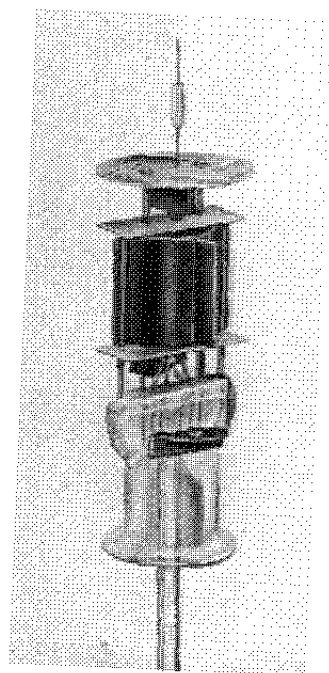
Comme cette lampe doit aussi servir pour les récepteurs tous courants à tension d'anode élevée, la connexion de la grille de commande a été prévue au sommet de l'ampoule. Ce mode de construction permet de réduire le ronflement du secteur qui pourrait résulter d'une induction de la tension alternative du filament sur la grille de commande. Comme la lampe finale est branchée généralement à l'avant-dernière place dans le circuit des filaments,

La lampe EL 2 est une penthode de sortie à chauffage indirect dont la dissipation anodique maximum est de 8 watts. Sa tension de chauffage est de 6,3 volts, le courant de chauffage est de 200 mA seulement. Elle peut donc servir dans les appareils alimentés par secteur alternatif où le secondaire de chauffage est prévu pour 6,3 volts, dans les postes auto-radio alimentés par un accumulateur de 3 éléments, et, en série avec une autre lampe à 6,3 volts et 200 mA, dans les postes auto-radio alimentés par un accumulateur de 6 éléments. Cette lampe peut aussi servir dans les appareils tous courants avec filaments alimentés en série, pourvu que la tension d'anode ne soit pas inférieure à 200 volts.

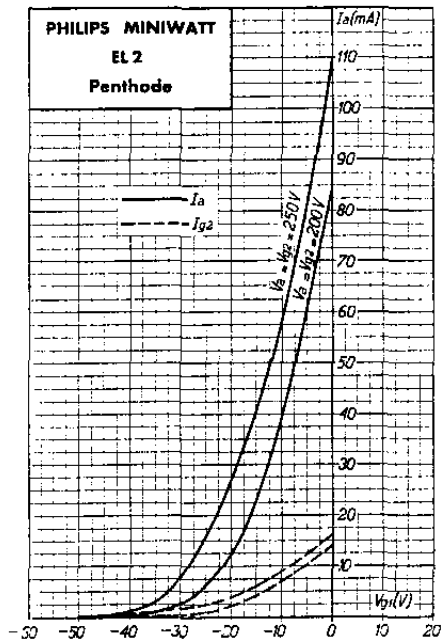
La pente de cette lampe est de 2,8 mA/V pour une tension d'anode et de grille-écran de 250 volts.

La cathode de la EL 2 est à chauffage rapide. Le temps de chauffage est de 18 secondes environ.

La EL 2 peut aussi être utilisée comme triode en réunissant la grille-écran et l'anode, elle servira alors comme préamplificatrice devant un étage classe A/B. Sa

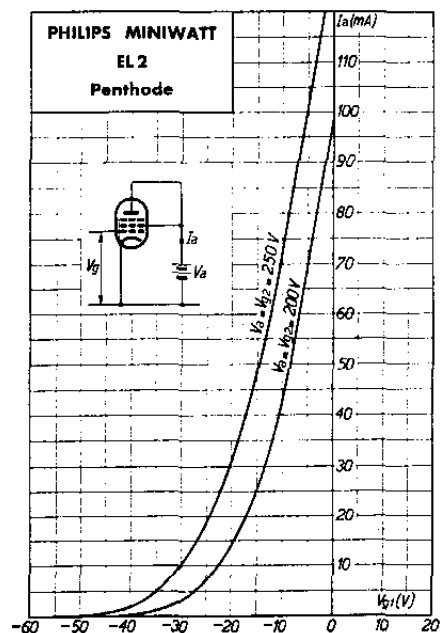


Construction interne de la EL 2.
Fig. 2



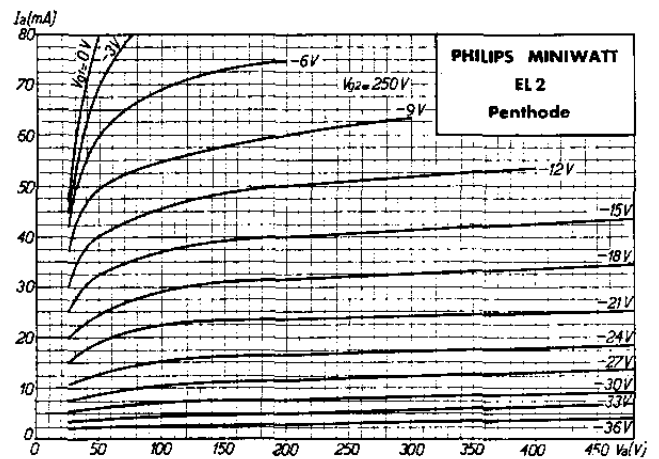
Courant d'anode et courant de grille-écran en fonction de la tension négative de la grille 1 pour $V_a = V_{g2} = 200V$ et $V_a = V_{g2} = 250V$.

Fig. 3



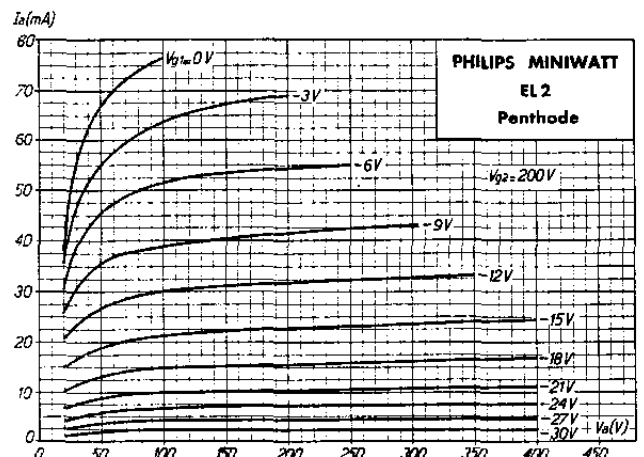
Courant d'anode en fonction de la tension négative de la grille 1 pour des tensions d'anode de 200 et de 250 volts en utilisant la EL 2 en triode (g_2 et a réunies).

Fig. 6



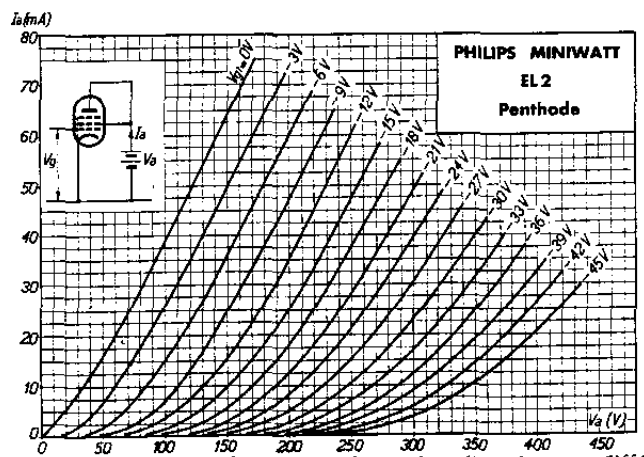
Courant d'anode en fonction de la tension d'anode pour différentes tensions négatives de la grille 1 et pour une tension de grille-écran de 250 volts.

Fig. 4



Courant d'anode en fonction de la tension d'anode pour différentes tensions négatives de la grille 1 et pour une tension de grille-écran de 200 volts.

Fig. 5



Courant d'anode en fonction de la tension d'anode pour différentes tensions négatives de la grille 1 en utilisant la EL 2 en triode (g_2 et a réunies).

Fig. 7



son filament porte une tension alternative considérable, qui induirait facilement sur la grille de commande si celle-ci n'était pas connectée au sommet de l'ampoule.

Caractéristiques de chauffage

Chauffage indirect par courant alternatif ou continu, alimentation en série ou en parallèle.

Tension de chauffage $V_f = 6,3 \text{ V}$

Courant de chauffage $I_f = 200 \text{ mA}$

Caractéristiques de service, utilisation en classe A (une seule lampe)

Tension d'anode	V_a	$= 200 \text{ V}$	V_a	$= 250 \text{ V}$
Tension de grille-écran	V_{g2}	$= 200 \text{ V}$	V_{g2}	$= 250 \text{ V}$
Polarisation négative de la grille..	V_{g1}	$= -14 \text{ V}$	V_{g1}	$= -18 \text{ V}$
Courant anodique	I_a	$= 25 \text{ mA}$	I_a	$= 32 \text{ mA}$
Courant de grille-écran	I_{g2}	$= 4 \text{ mA}$	I_{g2}	$= 5 \text{ mA}$
Pente au point de fonctionnement..	S	$= 3,0 \text{ mA/V}$	S	$= 2,8 \text{ mA/V}$
Résistance interne au point de fonctionnement	R_i	$= 70.000 \Omega$	R_i	$= 70.000 \Omega$
Impédance de charge optimum	R_a	$= 8000 \Omega$	R_a	$= 8000 \Omega$
Puissance modulée pour 10% de distorsion	W_o	$= 2,3 \text{ W}$	W_o	$= 3,6 \text{ W}$
Tension alt. de la grille pour 10% de distorsion	V_i	$= 8,5 V_{eff}$	V_i	$= 10 V_{eff}$
Tension alt. de la grille pour une puissance modulée de 50 mW (sensibilité)	$V_{i(50 \text{ mW})}$	$= 0,9 V_{eff}$	$V_{i(50 \text{ mW})}$	$= 0,9 V_{eff}$

Caractéristiques de service, utilisation en classe A/B (deux lampes)

Polarisation fixe

Tension d'anode	V_a	$= 200 \text{ V}$	V_a	$= 250 \text{ V}$
Tension de grille-écran	V_{g2}	$= 200 \text{ V}$	V_{g2}	$= 250 \text{ V}$
Polarisation négative de la grille	V_{g1}	$= -20 \text{ V}$	V_{g1}	$= -25 \text{ V}$
Courant anodique au repos	I_{a0}	$= 2 \times 12,5 \text{ mA}$	I_{a0}	$= 2 \times 15 \text{ mA}$
Courant anodique, modulation complète	I_{amax}	$= 2 \times 25 \text{ mA}$	I_{amax}	$= 2 \times 33 \text{ mA}$
Courant de grille-écran au repos	I_{g20}	$= 2 \times 2,3 \text{ mA}$	I_{g20}	$= 2 \times 2,3 \text{ mA}$
Courant de grille-écran, modulation complète	I_{g2max}	$= 2 \times 6,3 \text{ mA}$	I_{g2max}	$= 2 \times 8,2 \text{ mA}$
Impédance de charge optimum d'une anode à l'autre	R_a	$= 9000 \Omega$	R_a	$= 8000 \Omega$
Puissance modulée maximum	W_{omax}	$= 5,2 \text{ W}$	W_{omax}	$= 8,5 \text{ W}$
Distorsion totale, modulation complète	d_{tot}	$= 1,8 \%$	d_{tot}	$= 1,6 \%$



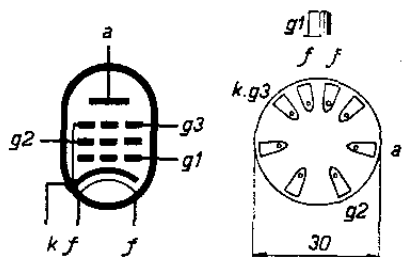
Polarisation automatique

Tension d'anode	V_a	$= 200 \text{ V}$	V_a	$= 250 \text{ V}$
Tension de grille-écran	V_{g2}	$= 200 \text{ V}$	V_{g2}	$= 250 \text{ V}$
Résistance cathodique commune	R_k	$= 300 \Omega$	R_k	$= 310 \Omega$
Courant anodique au repos	I_{a0}	$= 2 \times 21 \text{ mA}$	I_{a0}	$= 2 \times 27,5 \text{ mA}$
Courant anodique, modulation complète	I_{amax}	$= 2 \times 24,5 \text{ mA}$	I_{amax}	$= 2 \times 32 \text{ mA}$
Courant de grille-écran au repos	I_{g20}	$= 2 \times 3,85 \text{ mA}$	I_{g20}	$= 2 \times 4,4$
Courant de grille-écran modulation complète	I_{g2max}	$\times 2 \times 6,1 \text{ mA}$	I_{g2max}	$= 2 \times 8,0 \text{ mA}$
Impédance de charge optimum d'une anode à l'autre	R_a	$= 9000 \Omega$	R_a	$= 8000 \Omega$
Puissance modulée maximum	W_{omax}	$= 5,1 \text{ W}$	W_{omax}	$= 8,1 \text{ W}$
Distorsion totale, modulation complète	d_{tot}	$= 1,6\%$	d_{tot}	$= 1,5\%$

Caractéristiques de service, utilisation comme triode

Tension d'anode et de grille- écran	V_a	$= 200 \text{ V}$	200 V	250 V	250 V
Polarisation négative de la grille	V_{g1}	$= -19 \text{ V}$	-14 V	-27 V	-20 V
Courant anodique	I_a	$= 15 \text{ mA}$	30 mA	15 mA	30 mA
Pente au point de fonction- nement	S	$= 2,1 \text{ mA/V}$	$3,2 \text{ mA/V}$	$1,7 \text{ mA/V}$	$2,6 \text{ mA/V}$
Résistance interne	R_i	$= 3300 \Omega$	2400Ω	4100Ω	3100Ω
Coefficient d'amplification	k	$= 7$	8	7	8

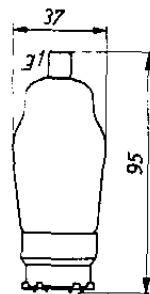
Limites fixées pour les caractéristiques



Disposition des électrodes et con-
nexions du culot de la EL 2.

Fig. 8

V_{aomax}	$= 550 \text{ V}$
V_{amax}	$= 250 \text{ V}$
W_{amax}	$= 8 \text{ W}$
V_{g2omax}	$= 550 \text{ V}$
V_{g2max}	$= 250 \text{ V}$
W_{g2max}	$= 1,6 \text{ W}$
I_{kmax}	$= 45 \text{ mA}$
R_{ikmax}	$= 5000 \Omega$
V_{kmax}	$= 100 \text{ V}$
R_{g1amax}	$= 1 \text{ M}\Omega$
R_{g1fmax}	$= 0,6 \text{ M}\Omega$
$V_{g1max} (I_{g1} = 0,3 \mu\text{A})$	$= -1,3 \text{ V}$



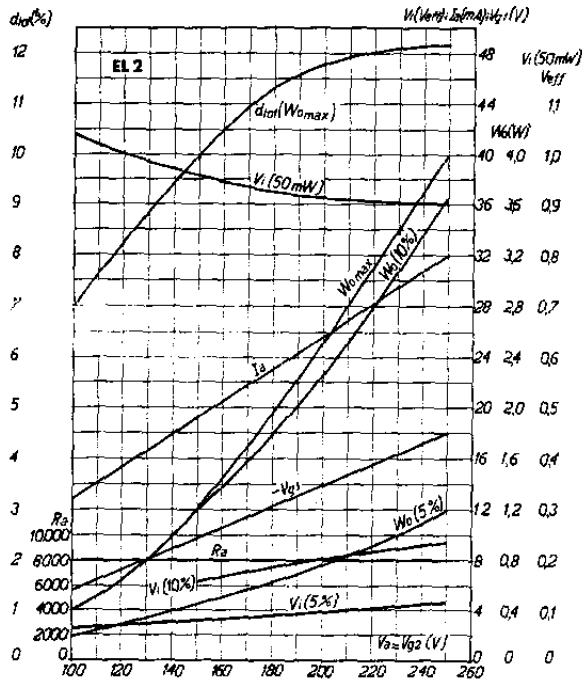
Encombrement
de la EL 2.

Fig. 9

Utilisation

Comme nous l'indiquons, la EL 2 se recommande:

a) Comme amplificatrice de puissance classe A, dans les récepteurs. Cette lampe ayant une pente normale, il faut généralement prévoir une lampe amplificatrice entre la EL 2 et la diode détectrice, par exemple la partie triode de la EBC3, ou encore la penthode EF 6. On peut utiliser cette lampe avec polarisation fixe ou bien avec polarisation



Puissance modulée pour la modulation complète $W_{o max}$
 Puissance modulée pour 10% de distorsion $W_o(10\%)$
 Puissance modulée pour 5% de distorsion $W_o(5\%)$
 Courant anodique I_a
 Polarisation négative sur la grille V_{g1}
 Résistance extérieure anode R_a ..
 Tension alternative sur la grille pour 10% de distorsion $V_i(10\%)$
 Tension alternative sur la grille pour 5% de distorsion $V_i(5\%)$
 Sensibilité $V_i(50 mW)$
 Distorsion totale pour la modulation complète $d_{tot}(W_{o max})$

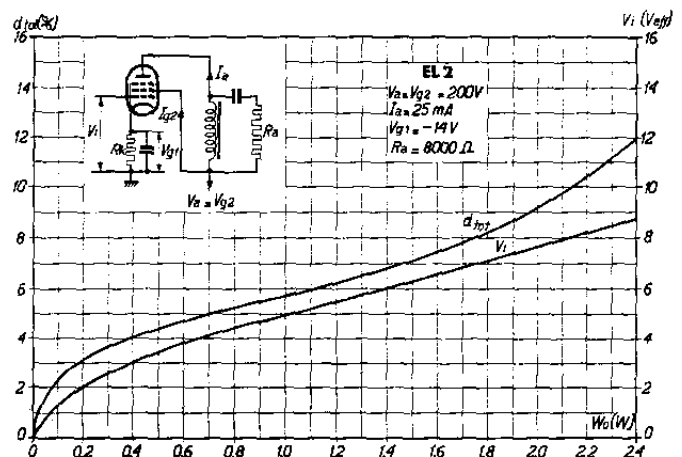
en fonction des tensions de grille-écran et d'anode de la lampe EL 2

Fig. 10

automatique. Généralement, la polarisation automatique, au moyen d'une résistance cathodique est plus simple à obtenir. Souvent on prendra la tension négative du filtre de tension anodique. Il faut considérer que cette tension n'est pas fixe mais semi-automatique puisqu'elle dépend pour une large part du courant anodique de la lampe finale. Dans ce cas il est aussi permis d'admettre une résistance de fuite de la grille de la lampe de sortie un peu plus grande que la valeur maximum indiquée pour la polarisation fixe. On sera pourtant très prudent dans le choix de cette valeur, car une résistance trop grande peut facilement diminuer la durée de vie de la lampe finale, ou même conduire à une détérioration rapide de cette dernière. Dans ce cas, il faut savoir que la polarisation de la lampe de sortie dépend aussi du courant anodique des lampes à pente variable influencées par le réglage automatique du volume sonore. Si ce courant constitue une partie importante du courant plaque total de l'appareil, le réglage automatique influencera aussi la polarisation négative de la lampe de sortie, de sorte que cette dernière pourrait facilement se trouver surchargée.

Tension alternative sur la grille et distorsion totale en fonction de la puissance modulée, en utilisant une EL 2 comme lampe de sortie classe A avec une tension d'alimentation de 200 volts.

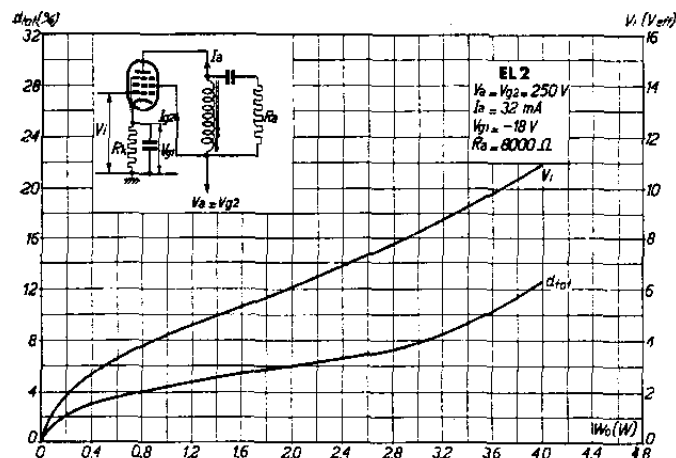
Fig. 11





Tension alternative sur la grille et distorsion totale en fonction de la puissance modulée, en utilisant une EL 2 comme lampe de sortie classe A avec une tension d'alimentation de 250 volts.

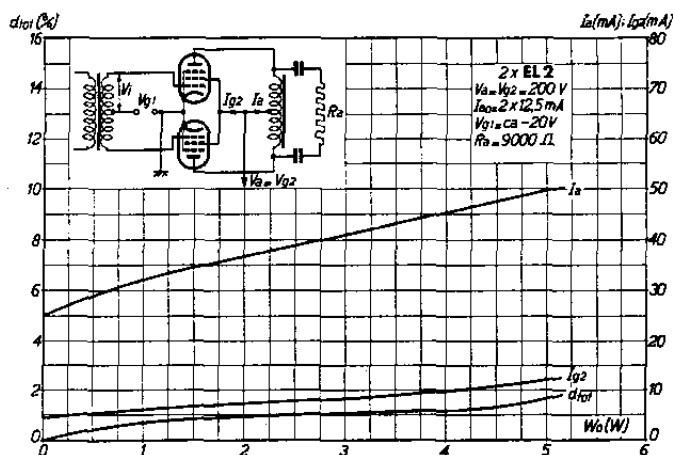
Fig. 12



La cathode sera découplée par un condensateur d'au moins $2 \mu\text{F}$, si elle n'est pas reliée directement à la masse de l'appareil. De préférence on choisira cependant un condensateur électrochimique de 25 ou $50 \mu\text{F}$, pour obtenir une meilleure reproduction des notes basses. La figure 10 indique encore les résultats de la EL 2 pour des tensions inférieures à 250 volts. Il en résulte que cette lampe ne serait pas intéressante pour des tensions plus faibles que 200 volts. Dans le cas d'un appareil tous courants avec une tension anodique de 100 volts, il est donc préférable de choisir la CL 2 comme lampe de sortie.

b) Comme amplificatrice de puissance classe A/B dans les récepteurs ou dans de petits amplificateurs. On choisira de préférence la polarisation automatique, puisque dans ce cas le courant anodique ne varie que très peu du repos à la modulation complète. En outre ce montage ne nécessite pas que l'on prévoise une tension négative indépendante sur le courant anodique total de l'appareil. Il est donc plus simple et moins coûteux. Du point de vue de l'alimentation anodique de l'appareil cette particularité est donc avantageuse. Pour l'alimentation anodique on prendra une redresseuse EZ 3 ou EZ 4.

Comme lampe préamplificatrice de l'étage classe A/B on peut prendre soit une EBC 3, soit une EL 2 branchée comme triode. La EBC 3 présente évidemment l'avantage de réunir en une seule lampe les fonctions d'une duodiode détectrice et régulatrice automatique et d'un système amplificateur par triode, mais la EL 2 comme triode garantit la meilleure qualité de reproduction.



Courant d'anode, courant de grille-écran et distorsion totale en fonction de la puissance modulée en utilisant deux lampes EL 2 sur un étage de sortie classe A/B avec polarisation fixe et tension d'alimentation de 200 volts.

Fig. 13



TABEAU I

Puissance de sortie et tension efficace sur la grille en fonction de la chute de tension dans le transformateur de sortie, la tension continue appliquée à l'anode étant de 250 volts.

$$I_a = 32 \text{ mA.}$$

Tension continue sur l'anode V_a (V)	Tension de la source d'alimentation V_b (V)	Résistance en série avec la grille-écran R_{g2} (Ω)	Chute de tension dans le transf. de sortie V_{tr} (V)	Pour 10% de distorsion			Pour 5% de distorsion			Perte de puissance dans le transf. de sortie $\frac{W_{tr}100}{W_o}$ (%)
				Impédance extérieure d'anode R_a (Ω)	Tension efficace de grille $V_i(V_{eff})$	Puissance de sortie W_o (W)	Impédance extérieure d'anode R_a (Ω)	Tension efficace de grille $V_i(V_{eff})$	Puissance de sortie W_o (W)	
250	250	0	0	8000	9,4	3,65	8000	4,7	1,3	—
250	260	1600	10	8000	9,4	3,5	8000	4,5	1,1	8
250	270	3300	20	8000	9,3	3,3	8000	4,4	1,1	16
250	280	4900	30	8000	9,0	3,2	8000	4,4	1,1	24
250	300	8400	50	8000	8,5	2,95	8000	4,2	1,0	40

Remarque: La perte d'énergie créée par la résistance du transformateur de sortie a été calculée en admettant la formule: R primaire $= n^2 R$ secondaire.

TABEAU II

Puissance de sortie et tension efficace sur la grille en fonction de la chute de tension dans le transformateur de sortie, si la tension continue de la source d'alimentation et la tension de la grille-écran sont maintenues à 250 volts.

$$I_a = 32 \text{ mA.}$$

Tension continue sur l'anode V_a (V)	Tension de la source d'alimentation V_b (V)	Tension de la grille-écran V_{g2} (V)	Chute de tension dans le transf. de sortie V_{tr} (V)	Pour 10% de distorsion			Pour 5% de distorsion			Perte de puissance dans le transf. de sortie $\frac{W_{tr}100}{W_o}$ (%)
				Impédance extérieure d'anode R_a (Ω)	Tension efficace de grille $V_i(V_{eff})$	Puissance de sortie W_o (W)	Impédance extérieure d'anode R_a (Ω)	Tension efficace de grille $V_i(V_{eff})$	Puissance de sortie W_o (W)	
250	250	250	0	8000	9,4	3,65	8000	4,7	1,3	—
240	250	250	10	7500	9,6	3,55	7500	4,7	1,2	8
230	250	250	20	7000	9,6	3,35	7000	4,7	1,1	18
220	250	250	30	7000	9,5	3,15	7000	5,2	1,3	27
200	250	250	50	6000	9,8	2,9	6000	5,1	1,1	52

Remarque: La perte d'énergie créée par la résistance du transformateur de sortie a été calculée en admettant la formule: R primaire $= n^2 R$ secondaire.

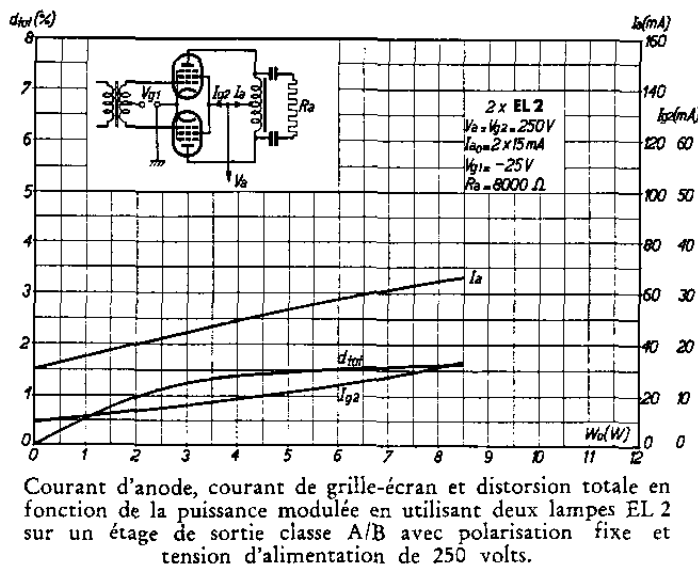


Fig. 14

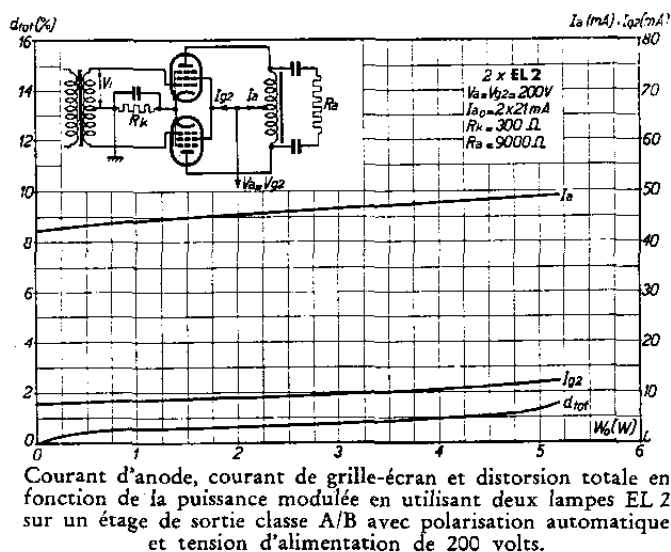
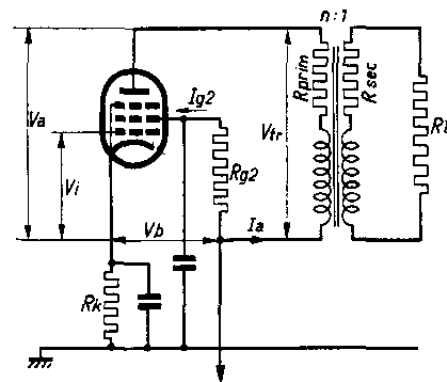


Fig. 15



Montage de la lampe EL 2 avec lequel ont été établies les mesures dont les résultats figurent dans le tableau I.

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

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

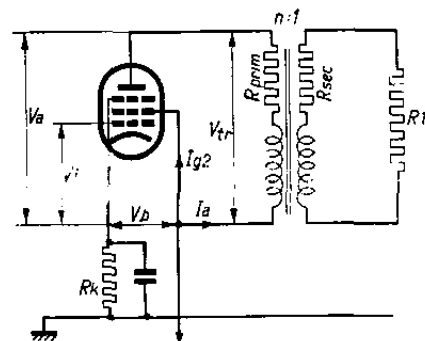
Tension continue sur l'anode

$$= V_b - I_a R_{prim}$$

Perte de puissance utile 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. 16



Montage de la lampe EL 2 avec lequel ont été établies les mesures dont les résultats figurent dans le tableau II.

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

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

Tension continue sur l'anode

$$= V_b - I_a R_{prim}$$

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

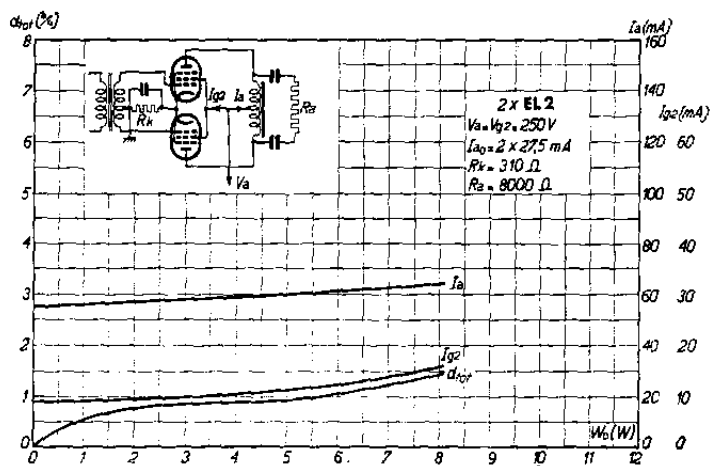
$$= i_a^2 R_{tr} = W_o \frac{R_{tr}}{R_a}$$

Fig. 17



En tenant compte du coût du transformateur d'attaque de l'étage classe A/B et de la reproduction des notes basses, on trouvera comme valeur pratique du rapport de transformation du transformateur de couplage 1 : (2+2) pour la lampe EBC 3. Avec la lampe EL 2 en triode on peut prendre un rapport plus élevé, par exemple 1 : (3+3) ou même plus élevé encore. Si l'on utilise une polarisation automatique, on doit prévoir une capacité de découplage de la résistance cathodique commune suffisamment grande et au minimum de 2 μ F. On choisira de préférence un petit condensateur électrochimique de 25 ou 50 μ F. Il faudra calculer la résistance cathodique pour qu'elle puisse supporter une large dissipation.

Les tableaux I et II ainsi que les schémas de principe correspondants indiquent les différentes conditions de fonctionnement de la EL 2 en amplificatrice classe A, en tenant compte de la chute de tension dans le transformateur de sortie. On peut compenser la chute de tension dans le transformateur de sortie (V_{tr}) par l'emploi d'une tension d'alimentation plus élevée (V_b) en réduisant en même temps la tension de la grille-écran au moyen d'une résistance chutrice avec condensateur de découplage, comme le tableau I ainsi que la figure 16 l'indiquent, ou bien laisser la tension plaque à sa valeur réduite (par la chute de tension dans le transformateur) et alimenter la grille-écran directement à partir de la haute tension, comme l'indiquent le tableau II et la figure 17. Il résulte de l'examen de ces tableaux qu'il est assez indifférent de choisir l'un ou l'autre de ces montages, et, comme le montage de la figure 17 est plus simple, on le préférera généralement. Nous remarquons encore, que les chiffres donnés dans les tableaux pour la puissance modulée représentent la puissance utile à la sortie de 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.



Courant d'anode, courant de grille-écran et distorsion totale en fonction de la puissance modulée en utilisant deux lampes EL 2 sur un étage de sortie classe A/B avec polarisation automatique et tension d'alimentation de 250 volts.

Fig. 18