

Ennéode EQ 80

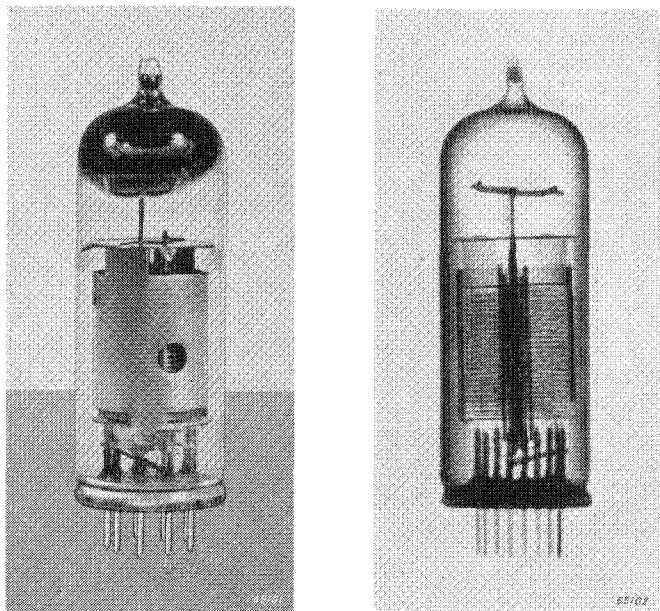


Fig. 1

Photo et radiographie du tube EQ 80 (environ grandeur réelle)

Le tube EQ 80 est une ennéode, c'est-à-dire un tube à neuf électrodes: une cathode, sept grilles et une anode. Certaines grilles étant interconnectées, le système du tube a pu être incorporé dans une ampoule à culot Noval normal. Le tube EQ 80 convient comme détecteur dans les récepteurs de signaux modulés en fréquence, dans lesquels il assure en même temps la limitation d'amplitude.

Le principe de fonctionnement de ce tube diffère entièrement des autres systèmes connus, dans lesquels les variations de fréquence sont d'abord converties en variations d'amplitude, qui sont ensuite détectées de façon normale. Dans le tube EQ 80, un courant cathodique d'intensité constante est influencé par deux grilles de commande d'une façon telle que l'intensité du courant anodique varie avec le déphasage entre les deux tensions de commande.

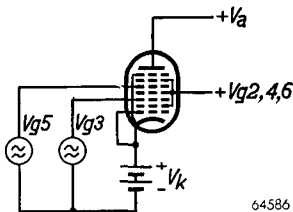
Pour se faire une idée exacte de l'effet détecteur, il convient d'examiner la composition du tube et le fonctionnement des diverses grilles. Le

courant cathodique passe d'abord la grille g_1 , qui, dans le cas d'emploi comme détecteur F.M., se trouve au même potentiel que la cathode. La grille g_1 est suivie de la deuxième grille qui fait office de grille-écran et qui est portée à une tension d'environ 20 V par rapport à la cathode. Les grilles g_3 et g_5 sont des grilles de commande, séparées par une grille-écran g_4 , qui est reliée aux grilles-écrans g_2 et g_6 . Enfin, g_7 est une grille de freinage qui confère au tube les propriétés d'une penthode. L'intensité du courant électronique est donc déterminé quasi exclusivement par la tension de la deuxième grille, à condition que la tension de la première grille reste constante. La répartition du courant entre g_2 et les électrodes suivantes est déterminée par le potentiel des grilles de commande g_3 et g_5 .

Lorsque la grille g_3 est suffisamment négative, le courant électronique se dirige vers g_2 , mais dès que la grille g_3 est momentanément positive, le courant électronique passera g_2 . Etant donné que l'intensité du courant cathodique est essentiellement déterminée par la tension de la grille-

écran g_2 , le fait que g_3 devient plus positif (jusqu'à une valeur donnée) n'affectera pratiquement par l'intensité du courant transmis. La même observation s'applique à la grille de commande g_5 .

De ce qui précède, il résulte que le courant électronique n'atteint l'anode que lorsque les deux grilles g_3 et g_5 sont positives par rapport à la cathode, et que la grandeur de ces tensions de grille n'affecte que légèrement l'intensité du courant électronique. En tant que détecteur



64586

Fig. 2
Représentation de principe du tube EQ 80 avec ses tensions d'alimentation.

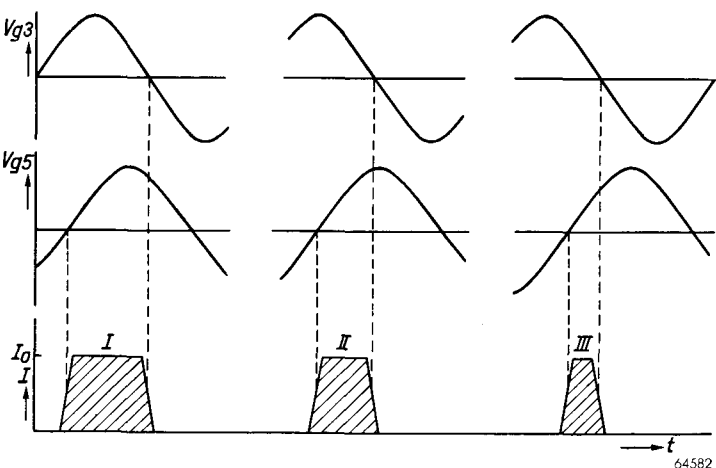


Fig. 3
Tensions d'entrée alternatives V_{g3} et V_{g5} et intensité moyenne du courant anodique en fonction du temps.

64582

EQ 80

F.M., on applique aux grilles de commande g_3 et g_5 des tensions alternatives, de même amplitude mais décalées, leur déphasage étant proportionnel à la variation de fréquence. Lorsque les amplitudes sont suffisamment élevées, le circuit anodique est le siège d'un courant dont l'intensité moyenne est déterminée par le déphasage entre les tensions alternatives des grilles g_3 et g_5 .

Ce fait est illustré par la fig. 3, qui donne, en fonction du temps, V_{g_3} , V_{g_5} et l'intensité du courant anodique. La surface I rend la forme du courant anodique pour $\varphi = 50^\circ$, la surface II pour $\varphi = 90^\circ$ et III pour $\varphi = 130^\circ$. La forme trapezoidale des

surfaces est due au fait que les tensions alternatives de grille ne portent pas immédiatement l'intensité du courant anodique de la valeur zéro à la valeur maximum.

La fig. 4 donne le schéma de principe du tube EQ 80 utilisé comme détecteur F.M.

Les deux circuits du dernier filtre de bande M.F. fournissent les deux tensions de commande qui, en l'absence de modulation, sont déphasées de 90° . A l'état modulé, φ variera avec la variation de fréquence. Aux

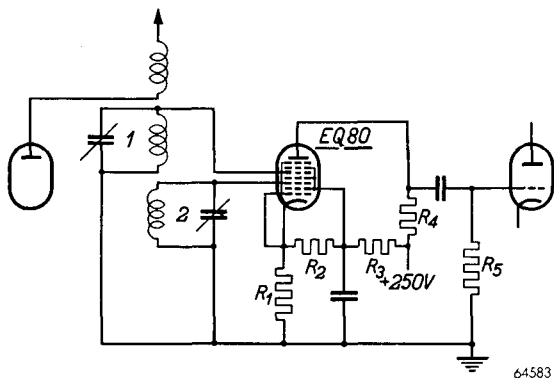


Fig. 4

Schéma de principe du tube EQ 80 utilisé comme détecteur F.M.

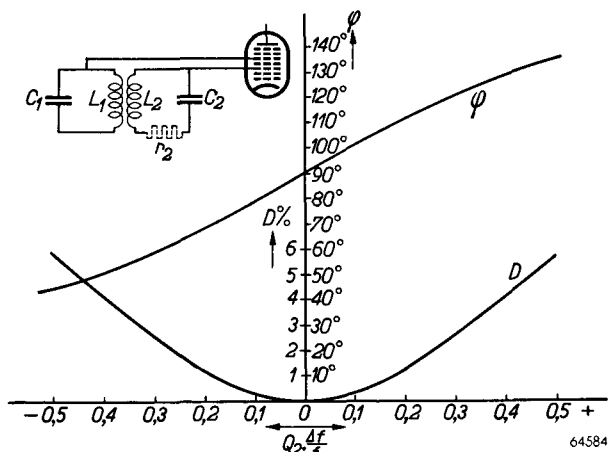


Fig. 5

Angle de phase φ et distorsion totale D en fonction du rapport $Q_2 \Delta f / f$.

bornes de la résistance R_4 , on obtient, sans plus, une tension alternative B.F. La capacité parasite du circuit anodique (env. 25 pF) suffit déjà pour assurer le découplage de la composante H.F. Un examen poussé prouve que la variation de φ n'est pas rigoureusement proportionnelle à la fréquence; la relation entre l'angle de phase φ et la variation de fréquence suit en fait une courbe arc cotg.

Cette relation est donnée par la caractéristique de la fig. 5. On constate que la distorsion dépend de la qualité du deuxième circuit du filtre de bande précédent (Q_2) et de la variation de fréquence relative ($\Delta f/f$). Partant d'une distorsion admissible, on peut donc, pour une excursion de fréquence maximum donnée, déterminer la grandeur du facteur de surtension admissible du deuxième circuit. Illustrons ces considérations par un exemple pratique: la fréquence moyenne f est de 10 MHz, l'excursion de fréquence maximum Δf de 75 kHz et la distorsion admissible de 2,5 %. Dans ce cas, $Q_2 \frac{\Delta f}{f} = 0,3$, dont on déduit $Q_2 = 40$. Toutefois, au cours de l'émission, l'excursion de fréquence n'atteindra que rarement sa valeur maximum de 75 kHz. On peut admettre qu'en moyenne, la valeur maximum de l'excursion de fréquence sera de 30 kHz, de sorte que la distorsion sera notablement plus faible.

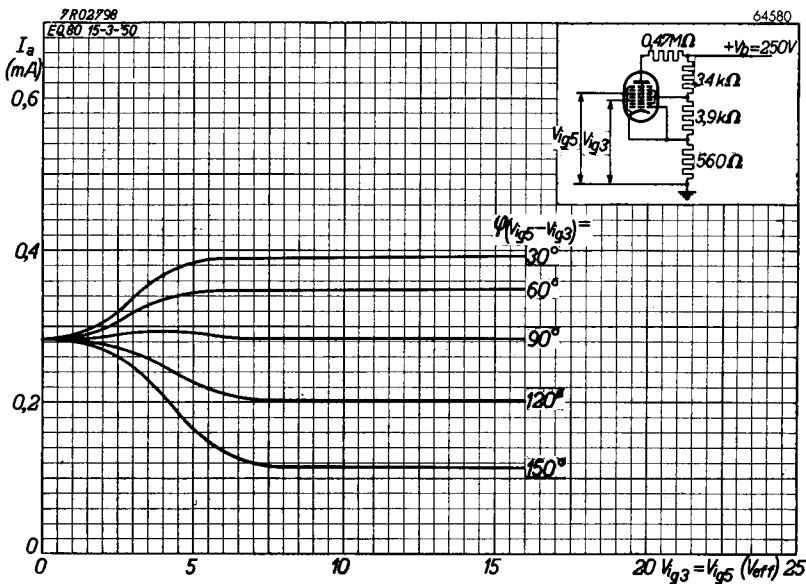


Fig. 6

Intensité du courant anodique du tube EQ 80 en fonction de la tension alternative des grilles 3 et 5 pour diverses valeurs du déphasage φ .

EQ 80

Pour éliminer les perturbations qui s'introduisent sous forme de modulation d'amplitude, il est bon d'équiper un récepteur F.M. d'un limiteur d'amplitude monté avant le détecteur. Le tube EQ 80 assure automatiquement cette limitation d'amplitude, lorsque les tensions alternatives d'entrée de g_3 et de g_5 sont d'au moins 8 V_{eff}. Ce fait est nettement illustré par la fig. 6 qui donne l'intensité du courant anodique en fonction de la tension alternative de grille pour diverses valeurs du déphasage φ entre V_{g3} et V_{g5} . En effet, pour $V_{g3} = V_{g5} = 8$ V_{eff}, l'intensité du courant anodique est pratiquement indépendante de la tension alternative de grille. La fig. 7 donne l'intensité du courant anodique en fonction du déphasage φ .

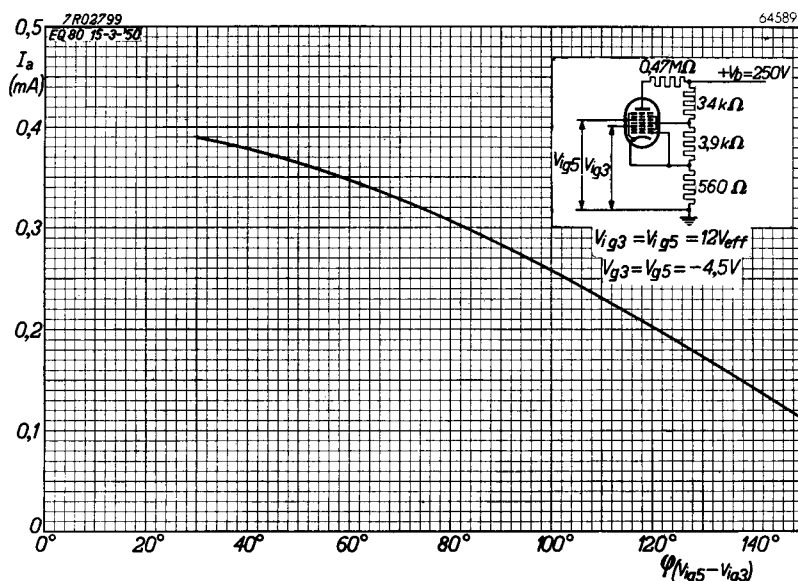


Fig.7

Intensité du courant anodique du tube EQ 80 en fonction du déphasage φ pour $V_{ig3} = V_{ig5} = 12$ V_{eff}.

Elle permet de relever immédiatement la variation du courant anodique correspondant à une variation déterminée du déphasage.

A l'état non modulé (donc $\varphi = 90^\circ$), l'intensité moyenne du courant anodique est par exemple de 0,28 mA. Pour un déphasage compris entre 60° et 120°, cette intensité varie entre 0,35 mA et 0,2 mA. L'intensité du courant

alternatif anodique est donc de $\frac{0,35 - 0,2}{2} = 0,0537$ mA. Dans le cas d'une

résistance anodique de 0,47 MΩ et d'une résistance de fuite pour le tube de sortie suivant de 0,7 MΩ, la tension alternative de sortie est donc

d'environ $15 V_{eff}$. Cette valeur est largement suffisante, car la modulation totale du tube de sortie EL 41 ne requiert qu'une tension alternative de grille d'environ 5 V.

On dispose même encore d'une certaine réserve permettant d'utiliser une faible contre-réaction. En tout cas, il est superflu de monter un tube amplificateur B.F. entre le tube EQ 80 et le tube de sortie.

De la détection pouvant également se produire sur les flancs de la courbe de discrimination, ce qui entraîne généralement de la distorsion, et le tube EQ 80 étant sujet à microphonie, il est utile d'assurer un accord parfait au moyen d'un indicateur d'accord optique et/ou d'un accord silencieux. Ce résultat peut s'obtenir facilement à l'aide d'une diode que comporte déjà souvent l'un des tubes. La fig. 8 donne le schéma de principe

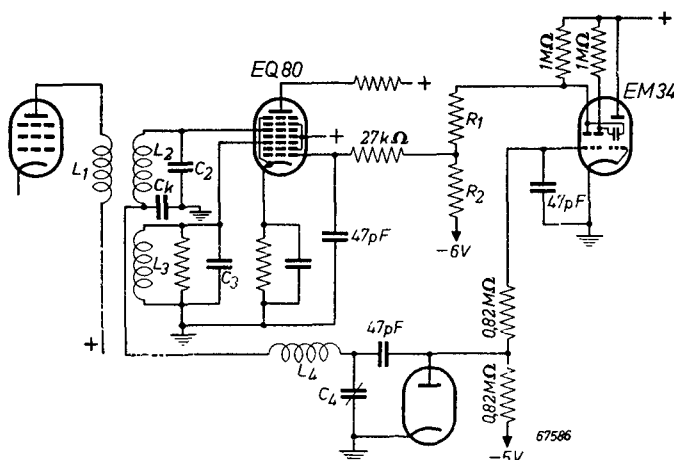


Fig. 8

Schéma de principe du tube EQ 80 utilisé comme détecteur F.M. à accord silencieux.

d'un tel montage (voir aussi page 501). Une tension auxiliaire, qui présente un maximum marqué pour la fréquence d'accord exacte, est appliquée, après redressement, à un indicateur d'accord ou à une triode assurant l'accord silencieux. La courbe de sélectivité du filtre de bande M.F. ne présentant pas de maximum marqué, (crête plate), le circuit L_2C_2 est couplé à un circuit de bonne qualité (L_4C_4) par un couplage capacitif de base (C_k). La tension obtenue aux bornes de C_4 est redressée par la diode et est appliquée ensuite à la grille de commande de la triode du tube EM 34, triode qui peut alors également assurer l'accord silencieux. En l'absence de signal, la tension de grille du tube EM 34 est de 0 V, alors que la tension à l'anode de la triode est de 20 à 30 V. Lorsque, par

EQ 80

suite de la tension de signal redressée, la grille du tube EM 34 devient négative, la tension anodique augmente. Une partie de cette tension anodique est alors appliquée à la première grille du tube EQ 80 par l'intermédiaire de R_1 - R_2 . Sans signal, le tube EQ 80 est bloqué au moyen d'une tension négative, de sorte que le détecteur F.M. ne fonctionne pas. Avec signal, une tension positive est également appliquée à la première grille du tube EQ 80, de sorte qu'à l'accord, le détecteur F.M. fonctionne. Si l'appareil ne comporte pas d'indicateur d'accord EM 34, on peut évidemment utiliser une autre triode, par exemple celle du tube ECH 42 ou du tube ECH 21. Au besoin, on peut amener la tension redressée, sans amplification, à la première grille du tube EQ 80.

Dans les récepteurs F.M./A.M., qui permettent donc la réception en modulation d'amplitude aussi bien qu'en modulation de fréquence, le tube EQ 80 peut être, en réception A.M., commuté en penthode B.F. Dans ce cas, la première grille fait office de grille de commande et les grilles 3 et 5 sont reliées aux grilles-écrans 2, 4 et 6. Pour éviter la microphonie, la sensibilité ne dépassera alors pas 25 mV.

CARACTERISTIQUES DE L'ENNEODE EQ 80

Caractéristiques de chauffage

Chauffage: indirect, par courant alternatif ou continu; alimentation en parallèle

Tension de chauffage V_f = 6,3 V

Intensité du courant de chauffage I_f = 0,2 A

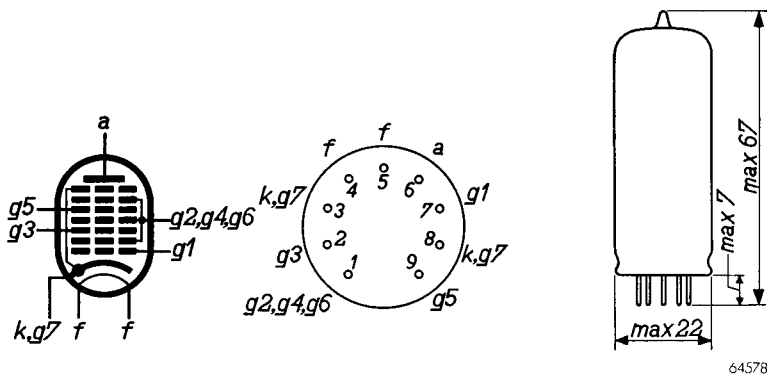


Fig. 9

Schéma des électrodes, connexions des électrodes et encombrement du tube EQ 80 (dimensions en mm).

Capacités (mesurées à froid)

Capacité d'entrée de la grille 1	C_{g1}	=	4,5 pF
Capacité d'entrée de la grille 3	C_{g3}	=	6,3 pF
Capacité d'entrée de la grille 5	C_{g5}	=	8,7 pF
Capacité de sortie	C_a	=	8,3 pF
Capacité entre l'anode et la grille 1	C_{ag1}	<	0,4 pF
Capacité entre l'anode et la grille 3	C_{ag3}	<	0,15 pF
Capacité entre l'anode et la grille 5	C_{ag5}	<	0,35 pF
Capacité entre la grille 3 et la grille 5	C_{g3g5}	<	0,4 pF
Capacité entre le filament et la grille 1	C_{g1f}	<	0,2 pF
Capacité entre le filament et la grille 3	C_{g3f}	<	0,15 pF
Capacité entre le filament et la grille 5	C_{g5f}	<	0,15 pF

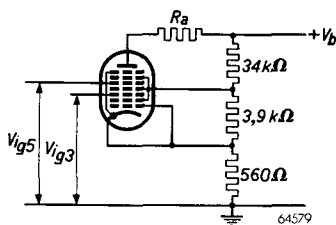
Caractéristiques d'utilisation comme détecteur F.M. et limiteur d'amplitude (fig. 10)

Fig. 10

Schéma de principe du tube EQ 80 utilisé comme détecteur F.M.

EQ 80

Tension d'alimentation . . .	V_b	=	250 V
Tension des grilles-écrans . .	$V_{g2+g4+g6}$	=	20 V
Tension de polarisation négative des grilles 3 et 5 . . .	$V_{g3} = V_{g5}$	=	-4 V
Tension alternative d'entrée des grilles 3 et 5	$V_{ig3} = V_{ig5}$	=	12 V _{eff}
Déphasage entre les tensions alternative d'entrée V_{ig3} et V_{ig5}	φ	=	90 °
Résistance anodique	R_a	=	0,47 MΩ
Intensité du courant anodique	I_a	=	0,28 mA
Intensité du courant de grille-écran	$I_{g2+g4+g6}$	=	1,5 mA
Intensité du courant vers la grille 3	I_{g3}	=	0,09 mA
Intensité du courant vers la grille 5	I_{g5}	=	0,03 mA
Résistance interne	R_i	=	5 MΩ

Aucune mesure spéciale ne s'impose pour éviter la microphonie, pour autant que l'obtention d'une puissance de sortie de 50 mW requiert une tension alternative d'entrée du tube suivant d'au moins 1 V_{eff}.

Caractéristiques d'utilisation du tube EQ 80 monté comme amplificateur B.F. (fig. 11)

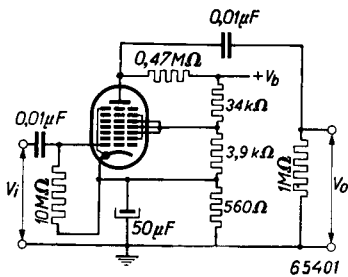


Fig. 11

Schéma de principe du tube EQ 80 utilisé comme amplificateur B.F.

Tension d'alimentation	V_b	=	250 V
Intensité du courant anodique	I_a	=	0,28 mA
Amplification	V_o/V_i	=	150
Distorsion totale pour une tension alternative de sortie de 15 V _{eff}	d_{tot}	=	2,8 %

Caractéristiques limites

Tension anodique du tube à l'état bloqué	V_{a0}	= max. 550 V
Tension anodique	V_a	= max. 300 V
Dissipation anodique	W_a	= max. 0,1 W
Tension des grilles-écrans à l'état bloqué	$V_{(g2+g4+g6)_0}$	= max. 250 V
Tension des grilles-écrans . .	$V_{g2+g4+g6}$	= max. 100 V
Dissipation des grilles-écrans .	$W_{g2+g4+g6}$	= max. 0,1 W
Intensité du courant cathodique	I_k	= max. 3 mA
Point de naissance du courant de grille	$V_{g1}(I_{g1} = +0,3 \mu A) =$ $V_{g3}(I_{g3} = +0,3 \mu A) =$ $V_{g5}(I_{g5} = +0,3 \mu A) =$	max. -1,3 V max. -1,3 V max. -1,3 V
Résistance externe entre la grille 1 et la cathode . . .	R_{g1}	= max. 1 M Ω *)
Résistance externe entre la grille 3 et la cathode . . .	R_{g3}	= max. 3 M Ω
Résistance externe entre la grille 5 et la cathode . . .	R_{g5}	= max. 3 M Ω
Résistance externe entre le filament et la cathode . .	R_{fk}	= max. 20 k Ω
Tension entre le filament et la cathode	V_{fk}	= max. 100 V

*) Si le réglage du tube s'obtient uniquement par la chute de tension dans la résistance de fuite de grille, la valeur maximum de R_{g1} peut être portée à 22 M Ω . La valeur max. de 1 M Ω ne concerne que le cas où l'on utilise une résistance cathodique.

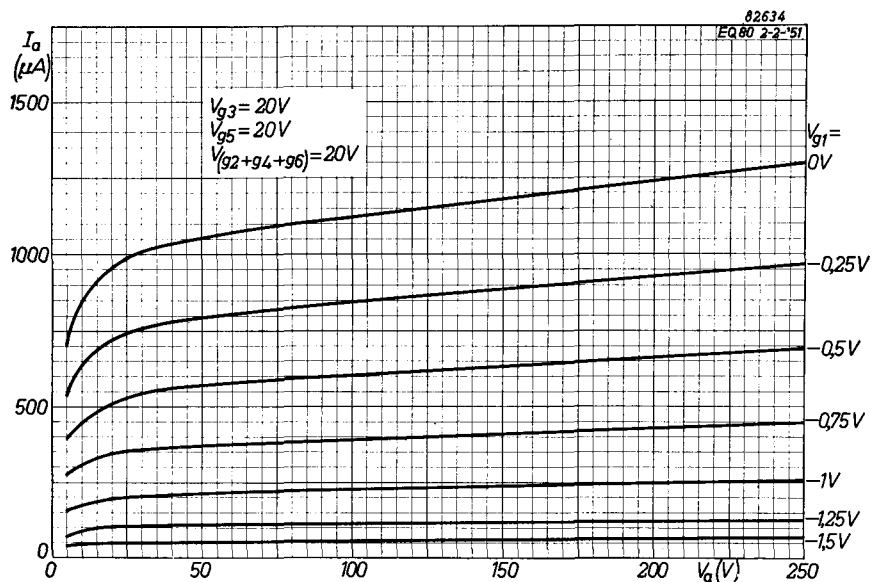


Fig. 12

Intensité du courant anodique en fonction de la tension anodique, V_{g1} servant de paramètre.

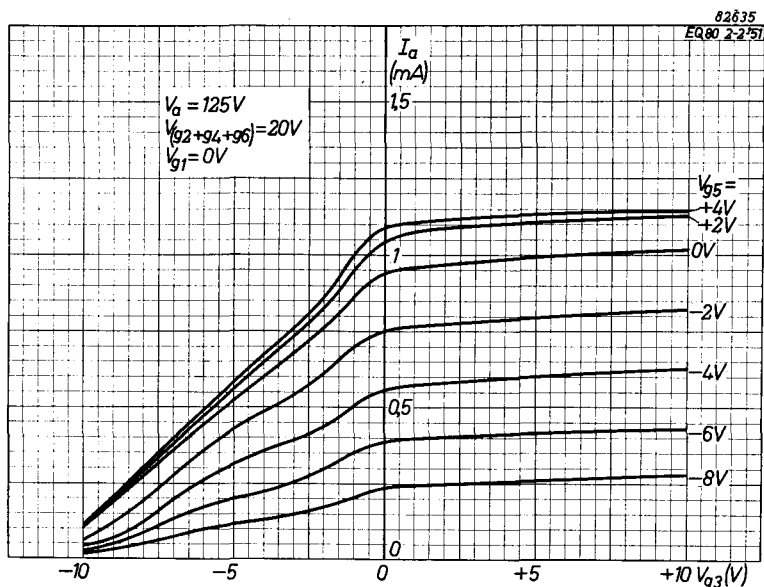


Fig. 13

Intensité du courant anodique en fonction de la tension appliquée à la grille 3, V_{g5} servant de paramètre.

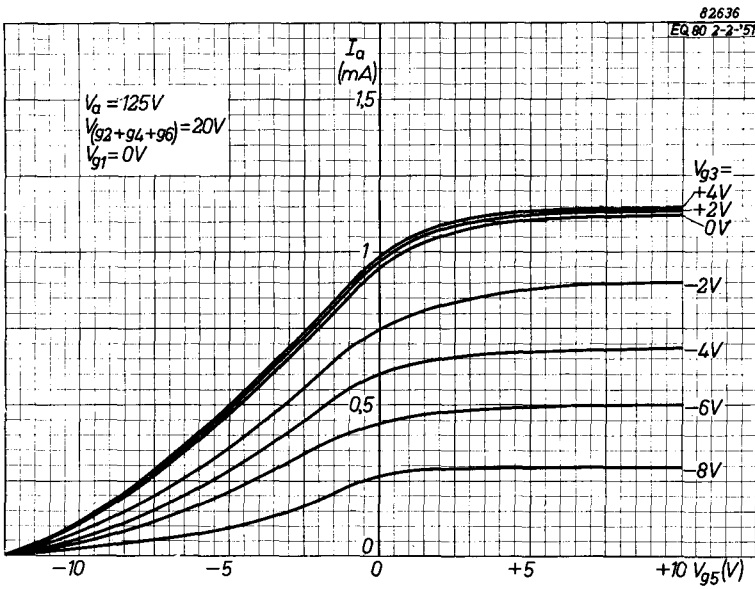


Fig. 14

Intensité du courant anodique en fonction de la tension appliquée à la grille 5, V_{g3} servant de paramètre.