

EL 6 Endpenthode

Die EL 6 ist eine indirekt geheizte 18-Watt-Endpenthode mit sehr großer Steilheit. Sie entstand aus dem Bedürfnis nach einer größeren Endröhre, die bei voller Aussteuerung ungefähr denselben Gitterwechselspannungsbedarf wie die EL 3 hat. Hierdurch wird der Vorteil geboten, daß Geräte mit 9- oder 18-Watt-Endstufen, mit Ausnahme des Gleichrichters, auf dieselbe Weise entwickelt werden können. Die EL 6 hat im Arbeitspunkt die außerordentlich hohe Steilheit von 14,5 mA/V. Sie ergibt bei 10 % Verzerrung eine Ausgangsleistung von 8,2 Watt. Der Gitterwechselspannungsbedarf beträgt bei dieser Ausgangsleistung nur 4,8 V_(eff), und die Empfindlichkeit (bei 50 Milliwatt Ausgangsleistung) ist 0,3 V_(eff).

In Gegentaktstufen kann diese Röhre ebenfalls Verwendung finden, obwohl die maximale Ausgangsleistung nicht so groß ist wie bei Verwendung von zwei Röhren EL 5. Die EL 6 bietet aber dafür den Vorteil einer viel größeren Steilheit. Die maximale Ausgangsleistung ist 14,5 Watt bei 2,2 % Verzerrung und einem Gitterwechselspannungsbedarf von 7,3 V_(eff) pro Gitter. Unter Berücksichtigung eines mittleren Spannungsabfalles von 15 Volt im Ausgangstransformator ist bei V_a = 250 V und V_{g2} = 265 V die Ausgangsleistung etwas günstiger, nämlich 16 Watt bei 1,4 % Verzerrung und einem Gitterwechselspannungsbedarf von 8,5 V_(eff). Die maximale Verzerrung beträgt etwa 3 % und tritt bei rund 10 Watt Ausgangsleistung auf.

Durch die besondere Form der Kathode wird die große Steilheit bei verhältnismäßig niedriger Heizleistung erzielt. Bei 6,3 Volt Heizspannung beträgt der Heizstrom nur 1,2 Ampere.

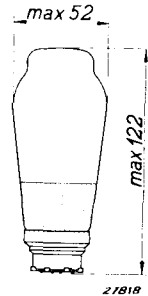


Abb. 1
Abmessungen in mm.

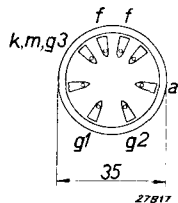
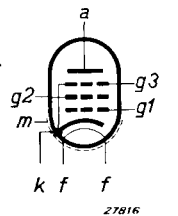


Abb. 2
Elektrodenanordnung
und Sockelanschlüsse.

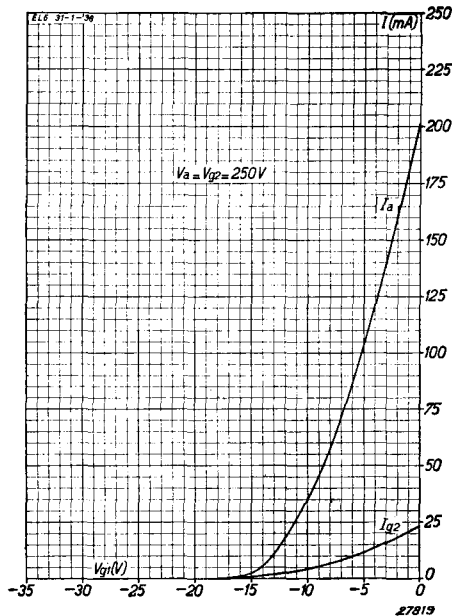


Abb. 3
Anodenstrom und Schirmgitterstrom als Funktion
der negativen Gitterspannung bei V_a = V_{g2} = 250 V.

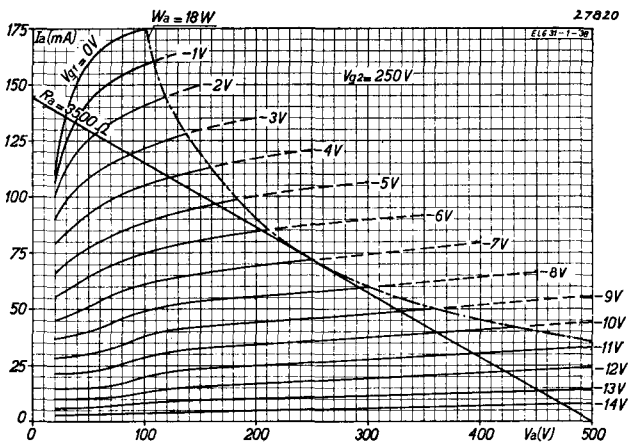


Abb. 4
Anodenstrom als Funktion der Anodenspannung bei $V_{g2} = 250 \text{ V}$ mit V_{g1} als Parameter.

HEIZDATEN

Heizung: indirekt durch Wechselstrom, Parallelspeisung.
Heizspannung $V_f = 6,3 \text{ V}$
Heizstrom $I_f = 1,2 \text{ A}$

KAPAZITÄTEN

Grenzwert der Gitter-Anodenkapazität $C_{ag1} = \text{max. } 0,7 \mu\text{F}$

BETRIEBSDATEN ALS EINFACHER ENDVERSTÄRKER (1 RÖHRE)

Anodenspannung	V_a	= 250 V
Schirmgitterspannung	V_{g2}	= 250 V
Neg. Gittervorspannung	V_{g1}	= - 7 V
Kathodenwiderstand	R_k	= 90 Ω
Anodenstrom	I_a	= 72 mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	= 8,0 mA
Steilheit	S	= 14,5 mA/V
Innenwiderstand	R_i	= 20.000 Ω
Günstigster Anpassungswiderstand	R_a	= 3.500 Ω
Ausgangsleistung bei 10 % Verzerrung	$W_o(10\%)$	= 8,2 W
Gitterwechselspannungsbedarf für $W_o = 8,2 \text{ W}$	V_i	= 4,8 V _(eff)
Empfindlichkeit	$V_{i(50mW)}$	= 0,3 V _(eff)
Verstärkungsfaktor des Schirmgitters in Bezug auf Gitter 1	μ_{g2g1}	= 20

BETRIEBSDATEN ALS GEGENTAKT-ENDVERSTÄRKER (2 RÖHREN)
(automatische Vorspannung)

Anodenspannung	V_a	= 250 V	250 V
Schirmgitterspannung	V_{g2}	= 250 V	265 V
Kathodenwiderstand	R_k	= 90 Ω	97 Ω
Anodenruhestrom	I_{ao}	= 2×45 mA	2×45 mA
Anodenstrom bei voller Aussteuerung	$I_{a \max}$	= 2×53 mA	2×54 mA
Schirmgitterruhestrom	I_{g2o}	= $2 \times 5,1$ mA	$2 \times 5,1$ mA
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung	$I_{g2 \max}$	= $2 \times 8,5$ mA	$2 \times 9,9$ mA
Günstigster Anpassungswiderstand zwischen den			
beiden Anoden	R_a	= 5000 Ω	5000 Ω
Max. Ausgangsleistung	W_o	= 14,5 W	16 W
Verzerrung bei max. Ausgangsleistung	d_{tot}	= 2,2 %	1,7 %
Gitterwechselspannungsbedarf pro Gitter	V_i	= 7,3 V _(eff)	8,2 V _(eff)

GRENZDATEN

Max. Anodenkaltspannung	V_{ao}	= max. 550 V
Max. Anodenspannung	V_a	= max. 250 V
Max. Anodendauerbelastung	W_a	= max. 18 W
Max. Schirmgitterkaltspannung	V_{g2o}	= max. 550 V
Max. Schirmgitterspannung	V_{g2}	= max. 275 V
Max. Schirmgitterdauerbelastung ohne Aussteuerung	W_{g2}	= max. 2 W
Max. Schirmgitterdauerbelastung bei voller Aussteuerung	$W_{g2}(W_{o \max})$	= max. 3 W
Max. Kathodenstrom	I_k	= max. 90 mA
Grenzwert des Gitterstromeinsatzpunktes	$V_{g1}(I_{g1} = +0,3 \mu\text{A})$	= max. -1,3 V
Max. Widerstand zwischen Gitter und Kathode	R_{g1k}	= max. 0,7 M Ω
Max. Widerstand zwischen Heizfaden und Kathode	R_{fk}	= max. 5000 Ω
Max. Spannung zwischen Heizfaden und Kathode (Gleichspannung oder Effektivwert der Wechselspannung)	V_{fk}	= max. 50 V

Abb. 6 stellt einige wichtige Daten der EL 6 in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung in einem Bereiche von 250 bis 275 Volt dar, wenn die Anodenspannung konstant auf 250 Volt eingestellt bleibt. Diese Kurven ermöglichen es, jeden Spannungsabfall im Ausgangstransformator von 0 bis 25 Volt zu berücksichtigen. Abb. 8 stellt noch einige Betriebswerte der EL 6 dar für den Fall, daß im Gerät die erforderliche Spannung für $V_a = 250$ V nicht vorhanden ist, und zwar als Funktion der Schirmgitterspannung, wobei die Anodenspannung um 15 Volt niedriger ist als die Schirmgitterspannung. Hierbei wurde also ein mittlerer Spannungsabfall von 15 Volt über den Ausgangstransformator angenommen.

Die negative Gitterspannung darf sowohl für A-Verstärkung wie auch für A/B-Verstärkung nur durch einen Kathodenwiderstand (automatische Vorspannung) erzeugt werden. Eine halbautomatische Vorspannung ist zulässig, wenn der Kathodenstrom der EL 6 mehr als 50 % von dem durch den spannungserzeugenden Widerstand fließenden Gesamtstrom beträgt. Der maximale unter den Grenzdaten angegebene Gitterableitwiderstand ist dann nach der Formel

$$\frac{\text{Kathodenstrom der Endröhre}}{\text{Gesamtstrom durch den Widerstand zur Erzeugung des Spannungsabfalles}} \times R_{g1k}$$

zu erniedrigen. In dem Falle muß noch berücksichtigt werden, daß der Strom der geregelten Röhren die negative Gitterspannung der Endröhre beeinflusst, so daß beim Herunterregeln die negative Gittervorspannung leicht zu niedrig und mithin der Anodenstrom der Endröhre zu hoch wird.

Bei der Schaltung ist die große Steilheit dieser Röhre zu berücksichtigen, die leicht zu hochfrequenten Rückkopplungen und Selbstschwingen Anlaß geben kann. Die Leitungen zu den Elektroden sind möglichst kurz zu halten, und die Einschaltung eines Widerstandes von beispielsweise 1000 Ohm in die Steuergitterleitung und von 100 Ohm in die Schirmgitterleitung ist notwendig.

Für die Verwendung der EL 6 in Gegentaktstufen mit automatischer Gittervorspannung sind in den Daten und Kurven der Abb. 7 und 9 die nötigen Angaben zu finden. Abb. 7 gibt die Verzerrung und den Gitterwechselspannungsbedarf bei $V_a = 250$ V und $V_{g2} = 250$ V. Abb. 9 zeigt verschiedene Größen, wie Kathodenwiderstand, Ausgangsleistung usw., als Funktion der Schirmgitterspannung, wenn der Anodenstrom auf 2×45 mA und die Anodenspannung auf 250 V konstant gehalten wird. Dieses Kurvenblatt bietet also die Möglichkeit, für jeden Spannungsabfall über den Ausgangstransformator die sich dafür ergebenden Betriebsverhältnisse abzulesen.

Bei Verwendung der EL 6 in Gegentaktstufen ist noch zu berücksichtigen, daß bei einem Anodenruhestrom von mehr als 45 mA pro Röhre für jede Röhre ein besonderer Kathodenwiderstand vorgesehen werden muß. Diese Maßnahme empfiehlt sich jedenfalls, wenn die Möglichkeit vorliegt, daß eine Röhre während des Betriebes des Apparates entfernt wird, da dies unvermeidlich zur Zerstörung der anderen Röhre führen würde.

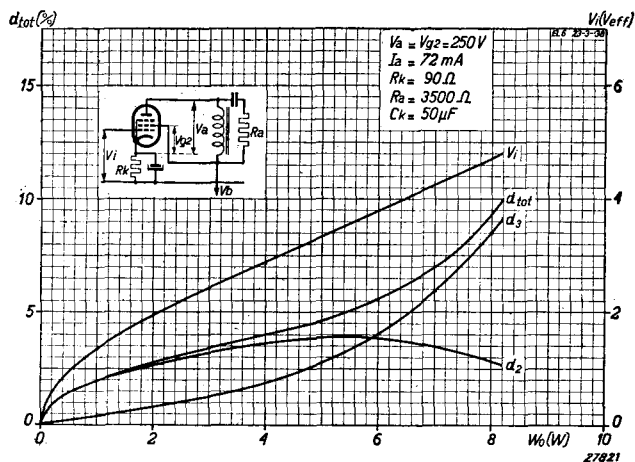


Abb. 5

Gesamtverzerrung, Verzerrung durch die 2. und 3. Harmonische und Gitterwechselspannungsbedarf bei Verwendung der EL 6 als einfache Endpenhode mit automatischer Vorspannung und Kathodenkondensator ($V_a = V_{g2} = 250$ V).

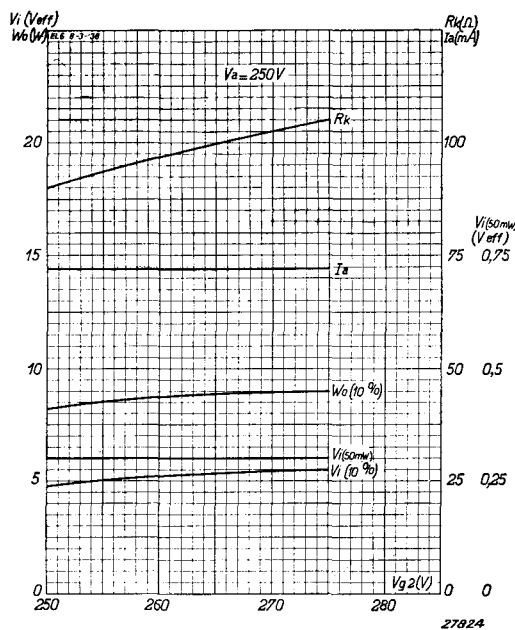


Abb. 6

Ausgangsleistung bei 10 % Verzerrung W_0 (10 %)
Gitterwechselspannungsbedarf bei 10 % Verzerrung V_1 (10 %)
Empfindlichkeit V_1 (50 mW)
Kathodenwiderstand R_k
Anodenstrom I_a

als Funktion der Schirmgitterspannung (in einem Bereiche von 250 bis 275 V) bei konstanter Anodenspannung ($V_a = 250$ V).

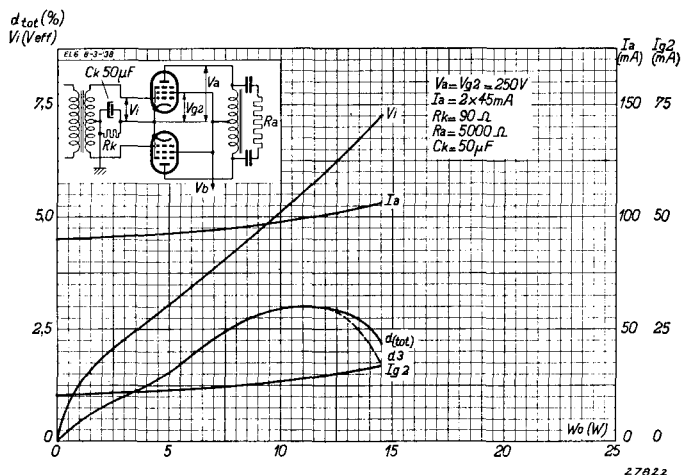


Abb. 7

Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g2} , Gesamtverzerrung d_{tot} , Verzerrung durch die dritte Harmonische d_3 und Gitterwechselspannungsbedarf pro Gitter V_1 als Funktion der Ausgangsleistung W_0 , bei Verwendung von zwei Röhren EL6 in Gegentakt mit $V_a = V_{g2} = 250$ V.

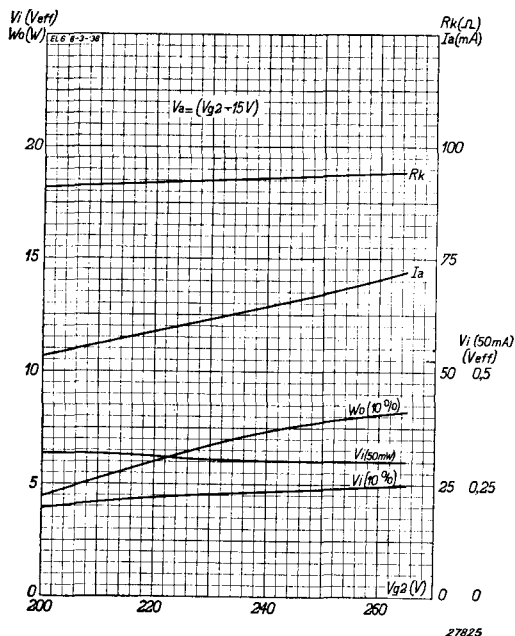


Abb. 8

Ausgangsleistung W_o (10%)
bei 10 % Verzerrung
Gitterwechselspannungsbedarf
bei 10 % Verzerrung V_i (10%)
Empfindlichkeit V_i (50 mW)
Kathodenwiderstand R_k
Anodenstrom I_a

als Funktion der
Schirmgitterspannung
(in einem Bereiche
von 200 bis 265 V)
bei einer gegen die
Schirmgitterspannung
um 15 Volt niedrigeren
Anodenspannung.

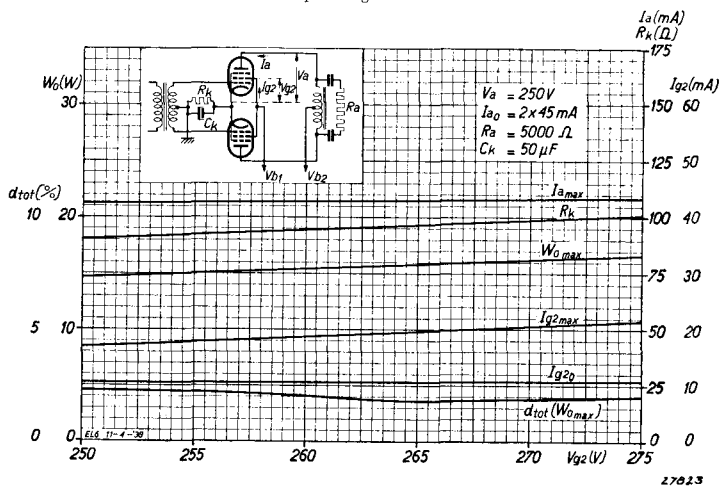


Abb. 9

Ausgangsleistung bei voller Aussteuerung $W_o \max$
Verzerrung bei voller Aussteuerung $dt_{tot} (W_o \max)$
Anodenstrom bei voller Aussteuerung $I_a \max$
Schirmgitterruhestrom I_{g20}
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung $I_{g2 \max}$
Kathodenwiderstand für einen Anodenruhestrom von 45 mA pro Röhre R_k

als Funktion der
Schirmgitterspannung
(in einem Bereiche
von 250 bis 275 V)
bei konstanter
Anodenspannung
($V_a = 250 V$).