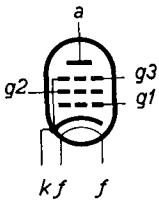
EL 5 Endpenthode



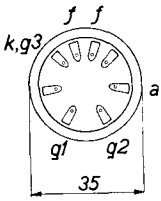


Abb. 2
Elektrodenanordnung und Sockelanschlüsse.

Die Endpenthode EL 5 ist eine 18-Watt-Endröhre mit großer Steilheit. Interessant ist eine 18-Watt-Endpenthode vor allem, weil sie die Möglichkeit bietet, auf billigerem Wege als mit zwei 9-Watt-Penthoden in Gegentakt eine größere Ausgangsleistung zu erreichen. Durch Anwendung einer niederfrequenten Gegenkopplung können die linearen und nichtlinearen Verzerrungen wesentlich verbessert werden.

Zwei 18-Watt-Endpenthoden in Gegentakt gestatten eine Ausgangsleistung von 20 Watt, so daß die Möglichkeit vorliegt, Dynamikexpansion erfolgreich anzuwenden.

Die mit Sorgfalt gewählte Form und die Abmessungen des dritten Gitters haben zur Folge, daß die obere Krümmung der dynamischen I_a/V_{g1}-Kennlinie sehr günstig ist; die Anodenspannung kann bei Aussteuerung bis auf sehr niedrige Werte sinken. Dies hat zur Folge, daß die Verzerrung bei 9 Watt Ausgangsleistung sehr günstig ist, nämlich bei automatischer Gittervorspannung etwa 10 %, während die Verzerrung bei kleinerer Ausgangsleistung sehr wenig dritte Harmonische enthält. Auf diese Weise werden dieselben Vorteile wie mit einer Tetrode erzielt, ohne dafür den Nachteil der meisten Tetroden aufzuweisen, daß die abgegebene Leistung bei einer bestimmten Verzerrung bei größeren Werten des Belastungswiderstandes als dem normalen sehr rasch abnimmt.

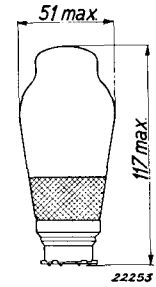


Abb. 1
Abmessungen in mm.

Weil die Röhre eine Schirmgitterspannung von 275 Volt zuläßt, kann bei 250 Volt Anodenspannung und 275 Volt Schirmgitterspannung ein Spannungsverlust von z.B. 25 Volt im Ausgangstransformator durch eine höhere Spannung der Speisungsquelle kompensiert werden, ohne daß es notwendig ist, das Schirmgitter über einen Serienwiderstand zu speisen. Hierdurch kann die maximale Ausgangsleistung von 9 W praktisch verwirklicht werden.

HEIZDATEN

Heizung: indirekt durch Wechselstrom, Parallelspeisung.

Heizspannung . . . . . V_f = 6,3 V
Heizstrom . . . . . I_f = 1,3 A

KAPAZITÄTEN

Grenzwert der Gitteranodenkapazität
C_{ag1} = max. 0,8 μμF

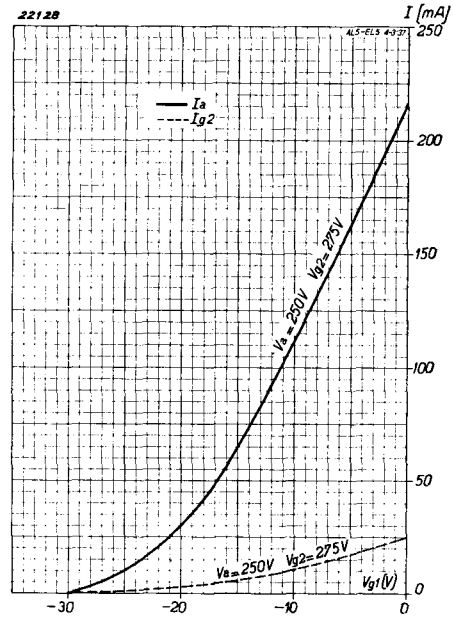


Abb. 3
Anodenstrom und Schirmgitterstrom als Funktion der negativen Gitterspannung bei V_a = 250 V und V_{g_2} = 275 V.

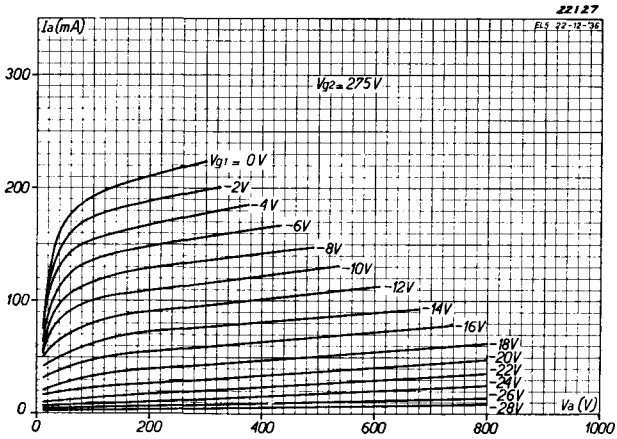


Abb. 4
Anodenstrom als Funktion der Anodenspannung bei V_{g_2} = 275 Volt und bei verschiedenen negativen Gitterspannungen.

BETRIEBSDATEN

ANWENDUNG ALS ENDVERSTÄRKER (EINE RÖHRE)

Anodenspannung	V_a	= 250 V
Schirmgitterspannung	V_{g2}	= 275 V
Kathodenwiderstand	R_k	= 175 Ω
Neg. Gittervorspannung	V_{g1}	= —14 V
Anodenstrom	I_a	= 72 mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	= 7 mA
Normale Steilheit	S	= 8,5 mA/V
Normaler Innenwiderstand	R_i	= 22.000 Ω
Günstigster Anpassungswiderstand	R_a	= 3500 Ω
Ausgangsleistung	W_o	= 8,8 W
Gitterwechselsp. bei 10 % Verzerrung	V_i	= 8,2 $V_{(eff)}$
Empfindlichkeit	$V_{i(50\ mW)}$	= 0,5 $V_{(eff)}$

ANWENDUNG ALS GEGENTAKT-ENDVERSTÄRKER (ZWEI RÖHREN) MIT AUTOMATISCHER GITTERVORSPANNUNG.

Anodenspannung	V_a	= 250 V
Schirmgitterspannung	V_{g2}	= 275 V
Kathodenwiderstand	R_k	= 120 Ω
Anodenruhestrom	I_{ao}	= 2 × 58 mA
Anodenstrom bei voller Aussteuerung bis zum Gitterstrom	$I_{a\,max}$	= 2 × 65 mA
Schirmgitterruhestrom	I_{g2o}	= 2 × 6,25 mA
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung	$I_{g2\,max}$	= 2 × 10,5 mA
Günstigster Anpassungswiderstand zwischen den beiden Anoden	R_a	= 4500 Ω
Maximale Ausgangsleistung	$W_{o\,max}$	= 19,5 W
Gesamtverzerrung	d_{tot}	= 5,1 %

GRENZDATEN

V_{ao}	= max. 550 V	I_k	= max. 90 mA
V_a	= max. 250 V	V_{g1} (I_{g1} = 0,3 μA)	= max. —1,3 V
W_a	= max. 18 W	R_{g1k} (aut. Vorsp.)	= max. 0,7 MΩ
V_{g2o}	= max. 550 V	R_{fk}	= max. 5000 Ω
V_{g2}	= max. 275 V	V_{fk}	= max. 50 V
W_{g2}	= max. 3 W		

A. EINFACHE ENDVERSTÄRKUNG (EINE RÖHRE).

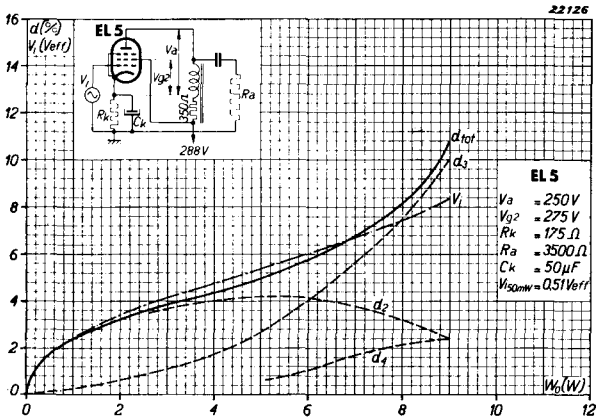


Abb. 5
Gitterwechselspannungsbedarf, Gesamtverzerrung und in ihre Komponenten zerlegte Verzerrung als Funktion der Ausgangsleistung bei Verwendung der EL 5 als einfacher Endverstärker mit normaler Anodenspannung, einer Anpassung von 3500 Ω und überbrücktem Kathodenwiderstand.

Im allgemeinen ist es nicht zu empfehlen, die EL 5 direkt hinter eine Diode zu schalten.
In den Abbildungen 5 und 6 sind die Gitterwechselspannung und die Verzerrung für die EL 5 bei Va = 250 Volt, $Vg2$ = 275 Volt und Rk = 175 Ohm entsprechend einem Anodenstrom von 72 mA als Funktion der Ausgangsleistung aufgetragen. Abbildung 5 gilt für einen Belastungswiderstand von 3500 Ohm, und Abbildung 6 stellt die genannte Funktion bei einem Belastungswiderstand von 2500 Ohm dar.
Aus diesen Abbildungen folgt, daß bei 2500 Ohm Belastung die dritte Harmonische bedeutend geringer als bei 3500 Ohm ist, so daß in Fällen, wo dies von Bedeutung ist, die Anwendung eines Belastungswiderstandes von 2500 Ohm den Vorzug verdient.
Als Vorverstärker für die EL 5 kommen die EF 6 und die EBC 3 in Betracht. Die Kombination EF 6 + EL 5 ergibt praktisch dieselbe Verzerrungskurve wie die EL 5 allein. Für die Kombination EBC 3 + EL 5 liegt die Verzerrungskurve für eine kleinere Ausgangsleistung als $^3/_4$ der maximalen Leistung etwa 10 % niedriger. Diese geringere Verzerrung ist eine Folge der teilweisen Kompensation der zweiten Harmonischen der EL 5 durch diejenige der EBC 3.
Infolge ihrer großen Steilheit ist die EL 5 besonders für niederfrequente Rückkopplung zur Verringerung der Verzerrung geeignet.
Für die Anwendung einer etwa 10fachen Rückkopplung ist das Resultat in Abbildung 7 dargestellt. Hier wurde die EF 6 als Vorverstärkerröhre benutzt, während die Rückkopplung über beide Röhren erfolgt.

B. GEGENTAKT-ENDVERSTÄRKUNG (ZWEI RÖHREN)

Wenn eine größere Ausgangsleistung oder eine kleinere Verzerrung erwünscht ist, können vorteilhaft zwei Röhren EL 5 in Gegentakt benutzt werden. Bei einer Anodenspannung von 250 Volt und einer Schirmgitterspannung von 275 V muß der gemeinschaftliche

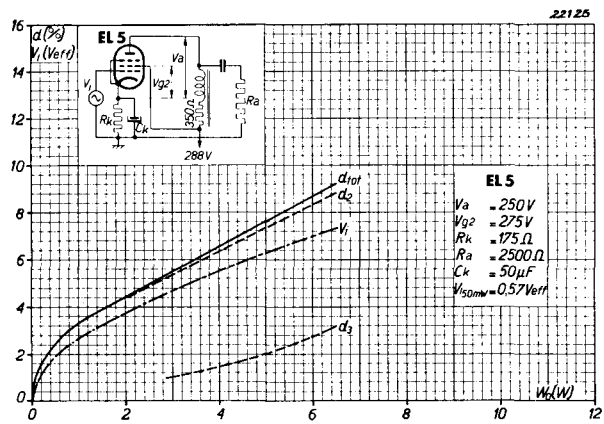


Abb. 6
Gitterwechselspannungsbedarf, Gesamtverzerrung und in ihre Komponenten zerlegte Verzerrung als Funktion der Ausgangsleistung bei Verwendung der EL 5 mit normaler Anodenspannung, einer Anpassung von 2500 Ω und überbrücktem Kathodenwiderstand.

Kathodenwiderstand 120 Ω betragen. Zur Vermeidung einer großen Verzerrung muß dieser Widerstand durch einen ausreichenden Kondensator (25 bis 50 μF) für N.F. überbrückt werden. Die voll ausgezogene Linie der Abbildung 8 zeigt für diese Anwendung und einen Belastungswiderstand von 4500 Ω (zwischen den beiden Anoden gerechnet) die Verzerrung als Funktion der Ausgangsleistung. Die Verzerrung besteht nur aus der dritten Harmonischen.

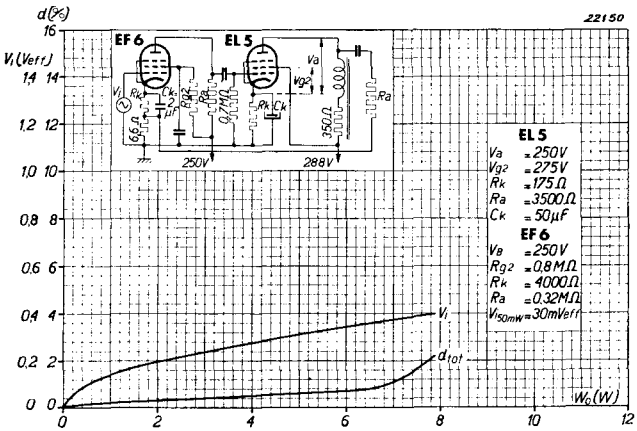


Abb. 7
Gitterwechselspannungsbedarf V_i und Gesamtverzerrung d_{tot} als Funktion der Ausgangsleistung bei Verwendung der EL 5 mit dem Vorverstärker EF 6 und mit niederfrequenter Rückkopplung auf die Vorverstärkerröhre.

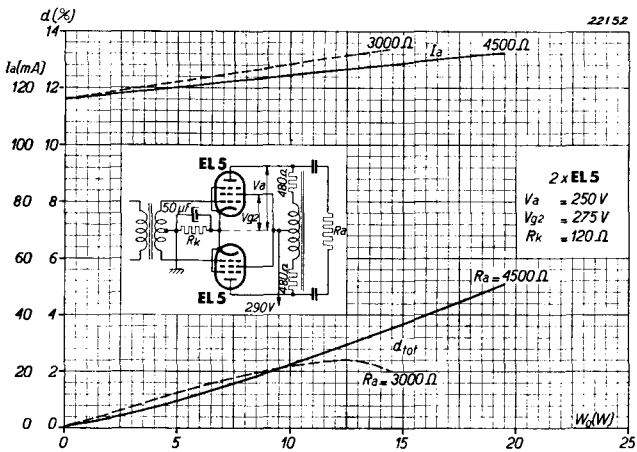


Abb. 8
Anodenstrom und Gesamtverzerrung als Funktion der Ausgangsleistung bei Verwendung von zwei Röhren EL 5 in Gegentakt ohne Gitterstrom mit normaler Anodenspannung und bei einer Anpassungsimpedanz von 3000 und 4500 Ω zwischen den Anoden.