

CL 6 Endpenthode

Die CL 6 ist eine Endpenthode sehr großer Empfindlichkeit für G/W-Empfänger zum Anschluß an Netze mit niedriger Spannung. Für den Betrieb an Niederspannungsnetzen ist eine Schirmgitterspannung von etwa 100 Volt notwendig; deshalb wurde die CL 6, ebenso wie die CL 2, für diese Schirmgitterspannung konstruiert. Bei $V_a = V_{g2} = 100$ V wurde ein Anodenstrom von 50 mA vorgesehen, so daß sie in dem Falle als 5-Watt-Endröhre betrieben wird. Sie hat dann eine Steilheit von 8,5 mA/V und gibt bei optimaler Anpassung und 10% Verzerrung eine Leistung von etwa 2,1 Watt ab. Ihr Gitterwechselspannungsbedarf ist dabei 5,6 V_(eff), und ihre Empfindlichkeit beträgt 0,62 V_(eff). Ein Vorteil ist die große Steilheit dieser Röhre, die es gestattet, den Entwurf der Vorstufen von Empfängern, in welchen die CL 4 bereits Verwendung fand, unverändert beizubehalten.

Für G/W-Geräte, die mit niedrigen Netzspannungen arbeiten, bietet eine steile Endpenthode noch den folgenden Vorteil: Infolge der großen Steilheit ist die erforderliche Gittervorspannung viel kleiner als bei einer Endröhre mit normaler Steilheit. Da die negative Gittervorspannung entweder durch einen Kathodenwiderstand oder durch den Spannungsabfall im Siebkreis erzeugt wird und daher die für die Endröhre zur Verfügung stehende Anodenspannung erniedrigt, ist dafür zu sorgen, daß die Gittervorspannung einen möglichst geringen Teil der zur Verfügung

stehenden Gleichspannung verbraucht, um eine möglichst große Ausgangsleistung zu erzielen. Bei der CL 6 beträgt die erforderliche Vorspannung —8,3 V bei $V_a = V_{g2} = 100$ V, während bei der CL 2 die notwendige Vorspannung —15 Volt beträgt. Bei der CL 6 kann also mit einer um 6,7 Volt höheren Spannung gerechnet werden, was bei den niedrigen Gleichspannungen ein nicht zu unterschätzender Faktor ist.

Da die G/W-Geräte häufig umschaltbar gebaut werden, so daß sie sowohl mit niedrigen wie auch mit hohen Netzspannungen betrieben werden können, wurde bei der Entwicklung zu gleicher Zeit eine Anodenspannung von 200 bis 250 Volt berücksichtigt. Bei den höheren Anodenspannungen wird die Röhre dann als 9-Watt-Endröhre betrieben. Da die Schirmgitterspannung nicht höher als 125 Volt sein darf, muß das Schirmgitter über einen Spannungsteiler oder einen Serienwiderstand gespeist werden. Für G/W-Geräte, die nur für Netze mit hohen Spannungen vorgesehen sind, ist es daher vorteilhafter, die CL 4 zu verwenden.

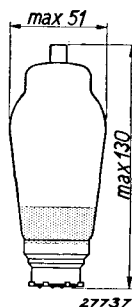


Abb. 1
Abmessungen in mm.

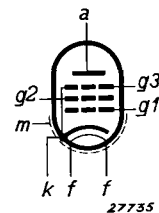
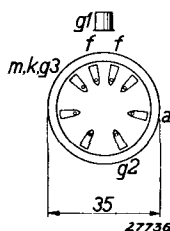


Abb. 2
Elektrodenanordnung und Sockelanschlüsse.

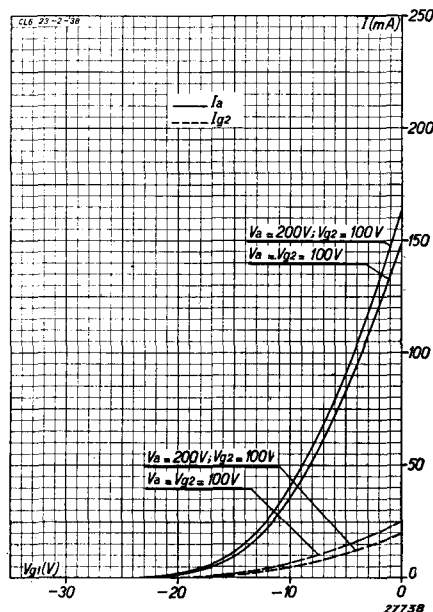


Abb. 3
Anodenstrom und Schirmgitterstrom als Funktion der negativen Gittervorspannung bei $V_{g2} = 100$ V und $V_a = 100$ und 200 V.

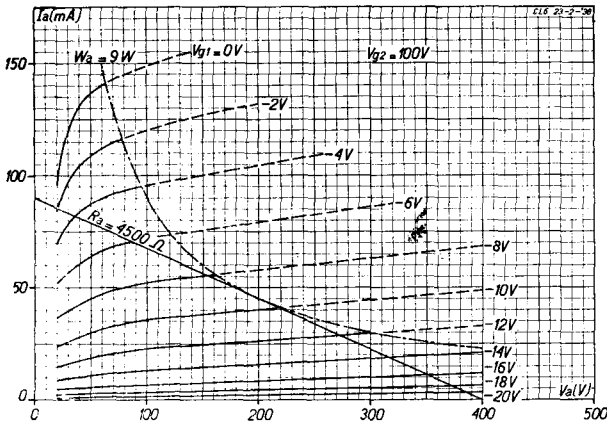


Abb. 4

Anodenstrom als Funktion der Anodenspannung bei $V_{g2} = 100 \text{ V}$ mit der Spannung an Gitter 1 als Parameter.

verwendet wird.

Bei 100 Volt Betriebsspannung muß der Kathodenwiderstand gleich 140 Ohm sein. Hieraus ergibt sich für den 200-Volt-Betrieb ein Schirmgitterwiderstand von 27.000 Ohm. Es wird dann eine maximale Ausgangsleistung von 2,6 Watt bei 8 % Verzerrung erzielt. Oft wird in G W-Geräten bei niedrigen Netzspannungen die Endstufe in Gegentakt geschaltet, um eine größere Endleistung zu erhalten. Die CL 6 gibt bei $V_a = V_{g2} = 100 \text{ V}$ in Gegentakt eine Ausgangsleistung von 4 Watt bei 5,6% Verzerrung und einem Gitterwechselspannungsbedarf von 6,7 V_(eff) pro Gitter. Auch für kleine tragbare Allstromverstärker bietet die Gegentaktschaltung der CL 6 Vorteile, da die Umschaltmöglichkeit für hohe und niedrige Netzspannungen vorhanden ist.

Da die CL 6 bei 200 und 250 Volt Anodenspannung in Gegentakt beachtliche Leistungen abzugeben vermag, wird diese Anwendung in kleinen Verstärkern ebenfalls ihre Bedeutung haben. Bei einer Schirmgitterspannung von 125 Volt ist die maximale Ausgangsleistung 12 Watt bei einer Anodenspannung von 200 V und einem Klirrfaktor von 1,8%. Bei 250 Volt Anodenspannung ist die maximale Ausgangsleistung 13,5 Watt bei einem Klirrfaktor von 6,3%. Um eine größere Brumfreiheit zu erhalten, wurde das Gitter am Kolbenscheitel nach außen geführt.

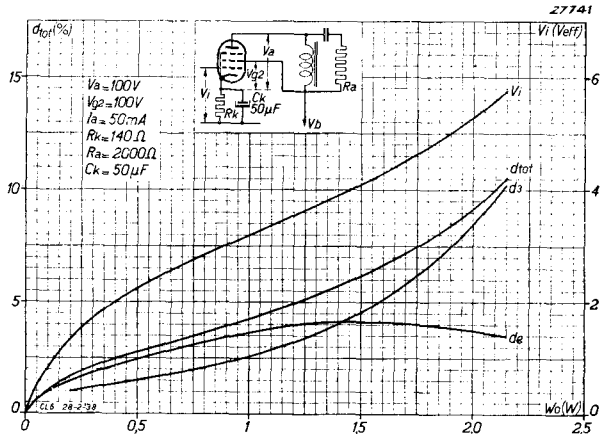


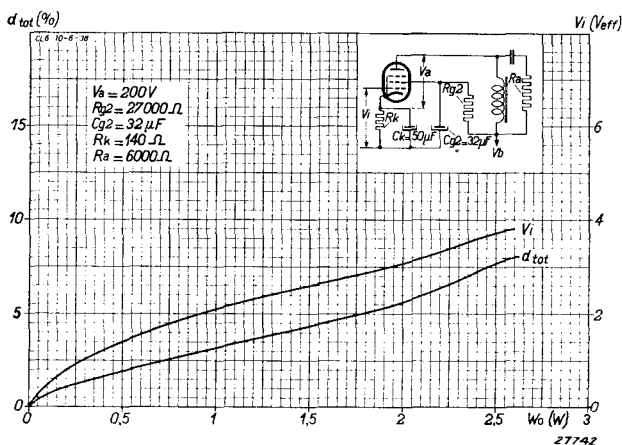
Abb. 5

Gesamtverzerrung, Verzerrung durch die 2. und 3. Harmonische und Gitterwechselspannungsbedarf bei Verwendung der CL 6 als einfache Endpentode mit automatischer Vorspannung. $V_a = V_{g2} = 100 \text{ V}$.

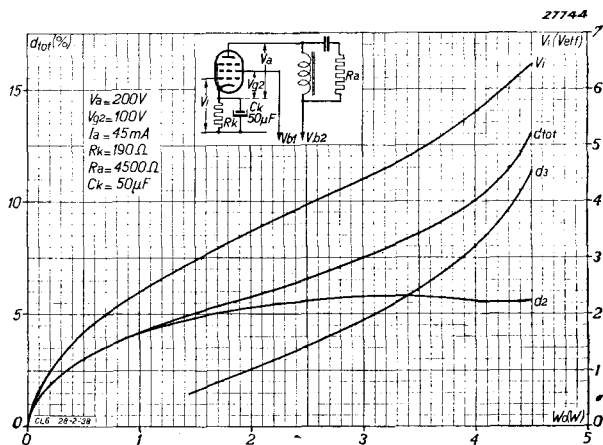
Bei 200 Volt Anodenspannung und 100 Volt Schirmgitterspannung ist die Steilheit 8 mA/V, also gleich der der CL 4. Die Ausgangsleistung bei 10% Verzerrung beträgt 4 Watt und der Gitterwechselspannungsbedarf 5,6 V_(eff).

Da im allgemeinen in umschaltbaren Geräten die Umschaltung des Kathodenwiderstandes Schwierigkeiten bereitet, wird die Röhre bei 200 Volt Betriebsspannung meistens mit demselben Kathodenwiderstand betrieben wie bei 100 Volt.

Außerdem wird auf einen geringen Stromverbrauch Wert gelegt, um möglichst wenig Spannungsabfall im Gleichrichtersiebkreis zu erhalten, so daß meistens ein Schirmgittervorwiderstand



Gesamtverzerrung und Gitterwechselspannungsbedarf bei Verwendung der CL 6 als einfache Endpentode mit automatischer Vorspannung, $V_a = 200V$ und $R_{g2} = 27.000\Omega$.



Gesamtverzerrung, Verzerrung durch die 2. und 3. Harmonische und Gitterwechselspannungsbedarf bei Verwendung der CL 6 als einfache Endpentode mit automatischer Vorspannung, $V_a = 200V$ und $V_{g2} = 100V$.

HEIZDATEN

Heizung: indirekt durch Gleich- oder Wechselstrom, Serienschaltung.
Heizspannung $V_f = 35\text{ V}$
Heizstrom $I_f = 0,200\text{ A}$

KAPAZITÄTEN

Grenzwert der Gitteranodenkapazität $C_{ag1} = \text{max. } 0,5\text{ }\mu\text{F}$

BETRIEBSDATEN ALS EINFACHER ENDVERSTÄRKER (1 RÖHRE)

Anodenspannung	$V_a = 100\text{ V}$	200 V	200 V
Schirmgitterspannung	$V_{g2} = 100\text{ V}$	—	100 V
Schirmgittervorwiderstand	$R_{g2} = \text{—}$	27.000 Ω	—
Schirmgitterentkopplungskondensator	$C_{g2} = \text{—}$	32 μF	—
Kathodenwiderstand	$R_k = 140\text{ }\Omega$	140 Ω	190 Ω
Neg. Gittervorspannung	$V_{g1} = \text{—} 8,3\text{ V}$	—	— 9,5 V
Anodenstrom	$I_a = 50\text{ mA}$	45 mA	45 mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2} = 9\text{ mA}$	4,5 mA	5,5 mA
Steilheit	$S = 8,5\text{ mA/V}$	—	8 mA/V
Innenwiderstand	$R_i = 12000\text{ }\Omega$	—	22000 Ω
Günstigster Anpassungswiderstand .	$R_a = 2000\text{ }\Omega$	6000 Ω	4500 Ω
Ausgangsleistung	$W_o = 2,1\text{ W}$	2,6 W	4 W
Verzerrung	$d_{\text{tot}} = 10\%$	8 %	10%
Gitterwechselspannungsbedarf . . .	$V_i = 5,6\text{ V}_{(\text{eff})}$	3,8 $\text{V}_{(\text{eff})}$	5,6 $\text{V}_{(\text{eff})}$
Empfindlichkeit	$V_{i(50\text{mW})} = 0,62\text{ V}_{(\text{eff})}$	0,42 $\text{V}_{(\text{eff})}$	0,47 $\text{V}_{(\text{eff})}$
Verstärkungsfaktor von Gitter 2 in Bezug auf Gitter 1	$\mu_{g2g1} = 7,0$	—	6,5

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

Anodenspannung . V_a	= 100 V	200 V	200 V	250 V
Schirmgitterspannung V_{g2}	= 100 V	—	125 V	125 V
Gemeinschaftlicher Schirmgittervorwiderstand R_{g2}	= —	10.000 Ω	—	—
Kathodenwiderstand pro Röhre R_k	= 190 Ω	190 Ω	250 Ω	365 Ω
Anodenruhestrom . I_{ao}	= $2 \times 42\text{ mA}$	$2 \times 45\text{ mA}$	$2 \times 45\text{ mA}$	$2 \times 36\text{ mA}$
Anodenstrom bei voller Aussteuerung $I_{a\text{ max}}$	= $2 \times 42\text{ mA}$	$2 \times 40\text{ mA}$	$2 \times 51\text{ mA}$	$2 \times 43\text{ mA}$
Schirmgitterruhestrom I_{g2o}	= $2 \times 7,5\text{ mA}$	$2 \times 5,2\text{ mA}$	$2 \times 5\text{ mA}$	$2 \times 4,1\text{ mA}$
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung $I_{g2\text{ max}}$	= $2 \times 12,5\text{ mA}$	$2 \times 6,2\text{ mA}$	$2 \times 11,7\text{ mA}$	$2 \times 12,5\text{ mA}$
Günstigster Anpassungswiderstand zwischen den beiden Anoden R_a	= 3000 Ω	6000 Ω	4400 Ω	7000 Ω
Max. Ausgangsleistung W_o	= 4 W	6,8 W	12,1 W	13,5 W
Verzerrung bei max. Ausgangsleistung d_{tot}	= 5,6%	3,5%	1,8%	6,3%
Gitterwechselspannungsbedarf pro Gitter V_i	= 6,7 $\text{V}_{(\text{eff})}$	5,9 $\text{V}_{(\text{eff})}$	11 $\text{V}_{(\text{eff})}$	13,7 $\text{V}_{(\text{eff})}$

GRENZDATEN

Max. Anodenkaltspannung	$V_{ao} = \text{max. } 550 \text{ V}$
Max. Anodenspannung	$V_a = \text{max. } 250 \text{ V}$
Max. Anodendauerbelastung	$W_a = \text{max. } 9 \text{ W}$
Max. Schirmgitterkaltspannung	$V_{g2o} = \text{max. } 550 \text{ V}$
Max. Schirmgitterspannung	$V_{g2} = \text{max. } 125 \text{ V}$
Max. Schirmgitterdauerbelastung im Ruhezustand	$W_{g2} = \text{max. } 1,0 \text{ W}$
Max. Schirmgitterdauerbelastung bei voller Aussteuerung	$W_{g2} (W_o \text{ max}) = \text{max. } 1,5 \text{ W}$
Obere Grenze des Schirmgitterstroms bei $I_a = 50 \text{ mA}$, $V_{g2} = 100 \text{ V}$	$I_{g2} = \text{max. } 11,5 \text{ mA}$
Untere Grenze des Schirmgitterstroms bei $I_a = 50 \text{ mA}$, $V_{g2} = 100 \text{ V}$	$I_{g2} = \text{min. } 7,5 \text{ mA}$
Obere Grenze des Schirmgitterstroms bei $I_a = 45 \text{ mA}$, $V_{g2} = 100 \text{ V}$	$I_{g2} = \text{max. } 7,0 \text{ mA}$
Untere Grenze des Schirmgitterstroms bei $I_a = 45 \text{ mA}$, $V_{g2} = 100 \text{ V}$	$I_{g2} = \text{max. } 4,0 \text{ mA}$
Max. Kathodenstrom	$I_k = \text{max. } 70 \text{ mA}$
Grenzwert des Gitterstromesinsatzpunktes . $V_{g1} (I_{g1} = +0,3 \mu\text{A}) = \text{max. } -1,3 \text{ V}$	
Max. Widerstand zwischen Gitter und Kathode	$R_{g1k} = \text{max. } 1 \text{ M}\Omega$
Max. Widerstand zwischen Heizfaden und Kathode	$R_{fk} = \text{max. } 5000 \Omega$
Max. Scheitelwert der Sp. zwischen Heizfaden und Kathode $V_{fk} = \text{max. } 175 \text{ V}$	

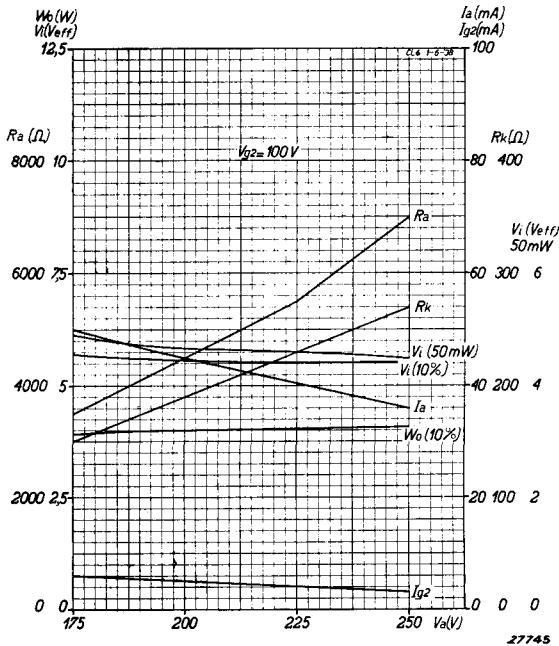


Abb. 8

Ausgangsleistung bei 10% Verzerrung Gitterwechselspannungsbedarf bei 10% Verzerrung Empfindlichkeit Kathodenwiderstand Anodenstrom Schirmgitterstrom Günstigster Anpassungswiderstand R_a	$W_o (10\%)$ $V_i (10\%)$ $V_i (50 \text{ mW})$ R_k I_a I_{g2}	als Funktion der Anodenspannung (in einem Bereiche von 175 bis 250 V) für die Einstellung auf $W_a = \text{max. } 9 \text{ Watt}$ bei konstanter Schirmgitterspannung, $V_{g2} = 100 \text{ V}$.
---	---	---

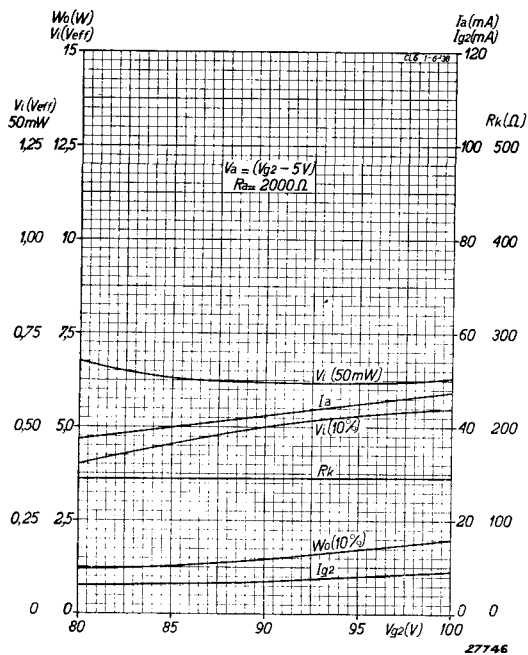


Abb. 9

Ausgangsleistung
bei 10% Verzerrung
Gitterwechselspannungsbedarf
bei 10% Verzerrung
Empfindlichkeit
Kathodenwiderstand
Anodenstrom
Schirmgitterstrom

W_o (10%)
 V_i (10%)
 V_i (50 mW)
 R_k
 I_a
 I_{g2}

als Funktion der
Schirmgitterspannung
(in einem Bereiche
von 80 bis 100 V)
bei einer gegen die
Schirmgitterspannung
um 5 Volt niedrigeren
Anodenspannung.

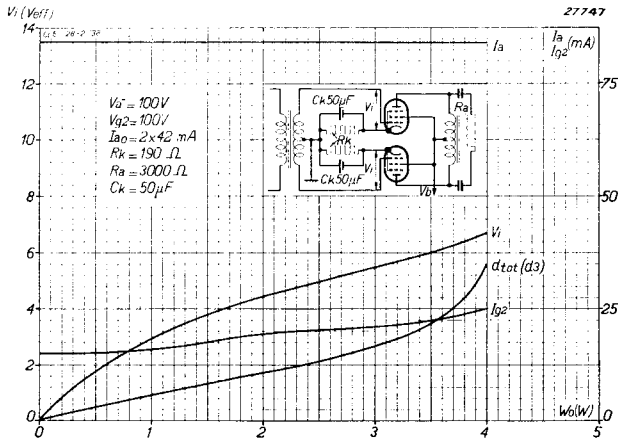


Abb. 10

Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g2} , Gesamtverzerrung d_{tot} ($= d_3$)
und Gitterwechselspannungsbedarf V_i als Funktion der Ausgangsleistung
 W_o bei Verwendung von zwei Röhren CL 6 in Gegentakt mit
 $V_a = V_{g_1} = 100 \text{ V}$.

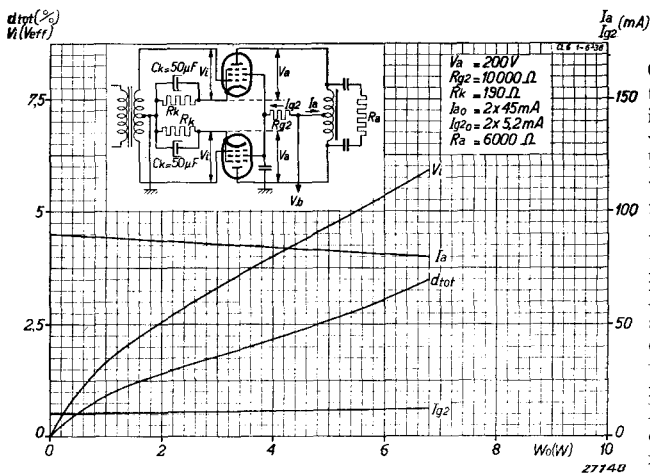


Abb. 11

Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g2} , Gesamtverzerrung $dtot$ und Gitterwechselspannungsbedarf V_{g1} als Funktion der Ausgangsleistung W_o bei Verwendung von zwei Röhren CL 6 in Gegentakt mit $V_a = 200$ V und demselben Kathodenwiderstand wie für $V_a = V_{g2} = 100$ V.

Um zu beurteilen, wie die CL 6 sich bei anderen Betriebsspannungen als den in den Daten angegebenen verhält, sind in den Kurvenblättern der Abb. 8 und 9 verschiedene Größen einmal als Funktion der Anodenspannung bei konstanter Schirmgitterspannung und Anodendauerbelastung für höhere Speisespannungen angegeben und ein anderes Mal als Funktion von V_{g2} , wobei V_a um 5 Volt niedriger ist. Es wurde im letzteren Fall mit einem durchschnittlichen Spannungsabfall von 5 Volt im Ausgangstransformator gerechnet.

Die negative Gittervorspannung darf nur durch einen Kathodenwiderstand erzeugt werden (automatische Vorspannung). Eine halb-

automatische Vorspannung ist noch zulässig, wenn der Anteil des Kathodenstromes der CL 6 mehr als 50 % von dem durch den spannungserzeugenden Widerstand fließenden Gesamtstrom beträgt. Der maximale unter Grenzdaten angegebene Gitterableitwiderstand ist dann nach der Formel

Kathodenstrom der Endröhre

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 beachten, die zu hochfrequenten Rückkopplungen und Selbstschwingen Anlaß geben kann. Die Leitungen zu den Elektroden sind möglichst kurz zu halten. Die Einschaltung eines Widerstandes von beispielsweise 1000 Ohm in die Steuergitterleitung und von 100 Ohm in die Schirmgitterleitung ist erforderlich. Bei 100 Volt Anodenspannung ist der günstigste Wert des Anpassungswiderstandes 2000 Ohm, bei 200 Volt 4500 Ohm. In umschaltbaren G/W-Geräten muß zur Erzielung optimaler Betriebsbedingungen durch eine Umschaltvorrichtung am Ausgangstransformator dafür gesorgt werden, daß bei den verschiedenen Anodenspannungen die richtige Anpassung vorhanden ist.

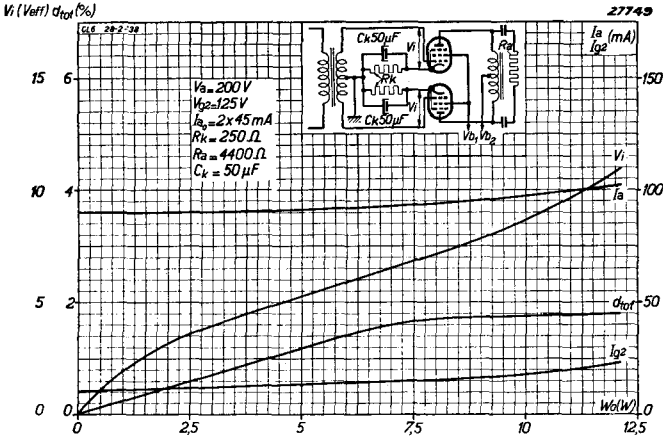


Abb. 12
Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g2} , Gesamtverzerrung d_{tot} und Gitterwechselspannungsbedarf V_i als Funktion der Ausgangsleistung W_o bei Verwendung von zwei Röhren CL 6 in Gegentakt mit $V_a = 200V$ und $V_{g2} = 125V$.

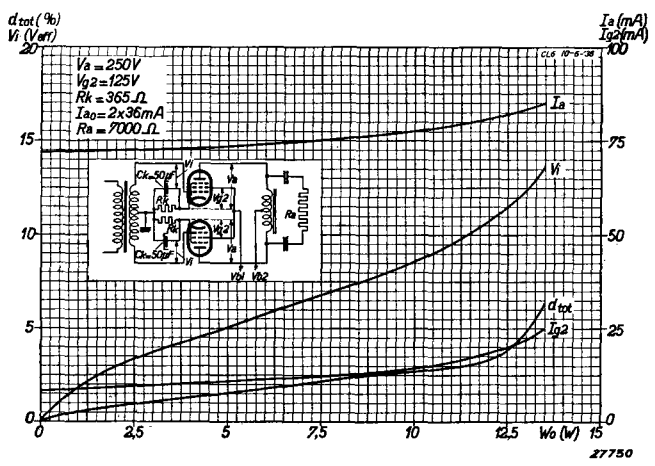


Abb. 13
Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g2} , Gesamtverzerrung d_{tot} und Gitterwechselspannungsbedarf V_i als Funktion der Ausgangsleistung W_o bei Verwendung von zwei Röhren CL 6 in Gegentakt mit $V_a = 250V$ und $V_{g2} = 125V$.