

4699 Penthode

Die Penthode 4699 ist eine indirekt geheizte 18-W-Endröhre mit hoher Steilheit, für Wechselstromspeisung, zur Verwendung in kleinen Kraftverstärkern. Die 4699 ist insbesondere für die Verwendung in Klasse-A/B-Gegentaktverstärkern entworfen. Infolge ihrer sehr großen Steilheit — in den Kenndaten wird eine Steilheit von 13 und 10 mA/V angegeben — eignet sie sich hervorragend für den Bau sehr empfindlicher Kraftverstärker. Zur Erzielung der maximalen Ausgangsleistung genügt bei automatischer Vorspannung durch einen gemeinsamen Kathodenwiderstand eine effektive Gitterwechselspannung pro Röhre von 11 bis 12,5 Volt. Bei voller Aussteuerung bis zum Gitterstromeinsatz wird eine Ausgangsleistung von etwa 26 W erzielt. Die Verzerrung beträgt dabei 2,5 bis 5 %. Bei einer Anodenspannung von 300 Volt ($V_{g2} = 325$ V) ist die maximale Verzerrung 3%, sie tritt bei etwa 15 Watt auf, während bei $V_a = 400$ V und $V_{g2} = 425$ V die Verzerrung bei einer Ausgangsleistung von 15 W kleiner (1,25%) aber dafür bei voller Aussteuerung größer ist (5%) als bei $V_a = 300$ V und $V_{g2} = 325$ V; in diesem Falle steigt sie stetig mit der Aussteuerung. Die maximale Schirmgitterspannung dieser Röhre beträgt 425 Volt und die maximale Anodenspannung 400 Volt. Früher entwickelte Verstärkerrohren (z.B. 4689) wurden für die Schirmgitterspannung von 275 Volt und für die Anodenspannung von 375 Volt konstruiert. Diese Spannungswahl ergibt bei der 4689 zwar eine etwas höhere maximale Ausgangsleistung (28,5 W), doch da das Schirmgitter durch einen spannungsteiler gespeist werden muß, entsteht ein erheblicher Verlust an Ausgangsleistung bei voller Aussteuerung, wenn kein Spannungsteiler mit sehr hohem Querstrom verwendet wird. Bei zunehmendem Gittersignal steigt nämlich der Schirmgitterstrom, so daß bei einem Spannungsteiler mit hohem Innenwiderstand (niedrigem Querstrom) die Schirmgitterspannung sinkt und damit der aussteuerbare Gitterbereich. Bei praktischen Spannungsteilern entsteht dadurch eine Erniedrigung der maximalen Ausgangsleistung von 10 bis 20 %.

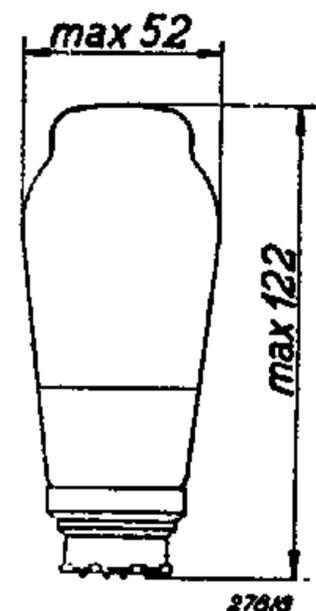


Abb. 1
Max. Abmessungen in mm.

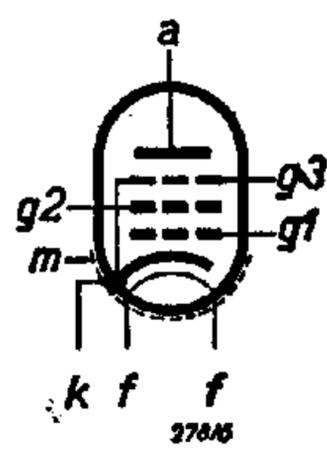


Abb. 2
Elektrodenanordnung und Sockelanschlüsse.

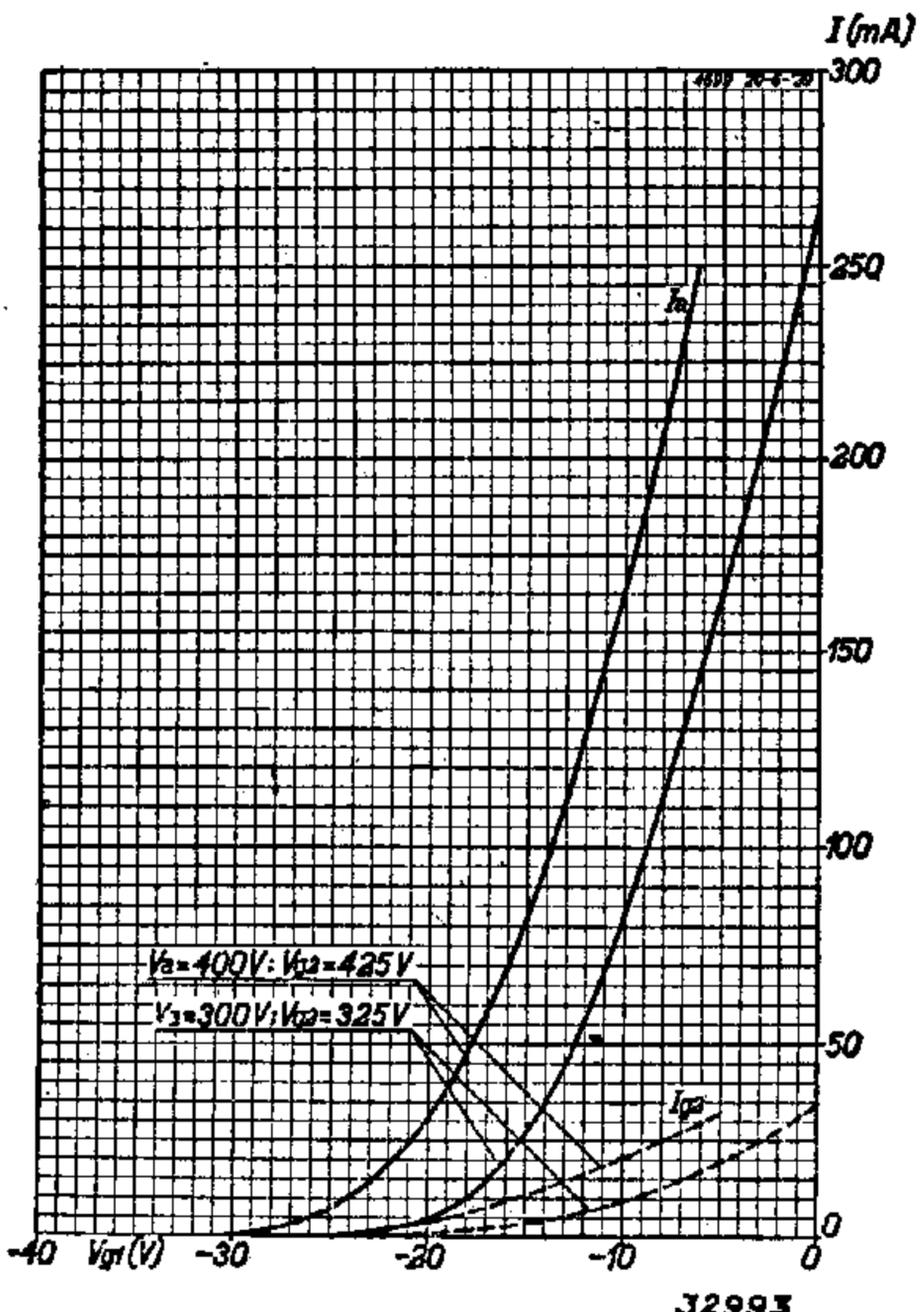
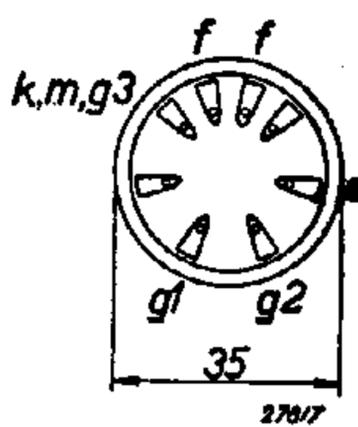


Abb. 3
Anodenstrom I_a und Schirmgitterstrom I_{g2} als Funktion der negativen Gittervorspannung.

Die Vorteile der gleichen Spannungen für Schirmgitter und Anode sind:
 a Billigere Schaltung, da zwei Widerstände mit ziemlich hoher Verlustleistung und ein Abflachkondensator gespart werden können.
 b Geringerer Stromverbrauch, da kein Spannungsteilerverbrauch mehr vorhanden ist.
 c Keine Erniedrigung der Ausgangsleistung bei voller Aussteuerung, die bei Speisung des Schirmgitters durch einen Spannungsteiler auftritt.

Die Röhre 4699 ergibt sowohl bei niedriger Speisespannung ($V_a = 300\text{ V}$, $V_{g2} = 325\text{ V}$) wie auch bei höherer Spannung ($V_a = 400\text{ V}$, $V_{g2} = 425\text{ V}$) befriedigende Resultate. Während im ersten Fall das Speiseteil billiger gehalten werden kann, können die Vorstufen im zweiten Fall eine größere Empfindlichkeit ergeben.

Die Wahl einer etwas höheren Spannung für das Schirmgitter als für die Anode gestattet die Berücksichtigung des Spannungsabfalles im Ausgangstransformator. Auf diese Weise kann die Röhre immer auf optimale Anodenspannung eingestellt werden.

Die 4699 hat einen im Vergleich zu ihrer Steilheit sehr niedrigen Heizstromverbrauch (1,3 A), was hauptsächlich auf die besondere Form der Kathode zurückzuführen ist.

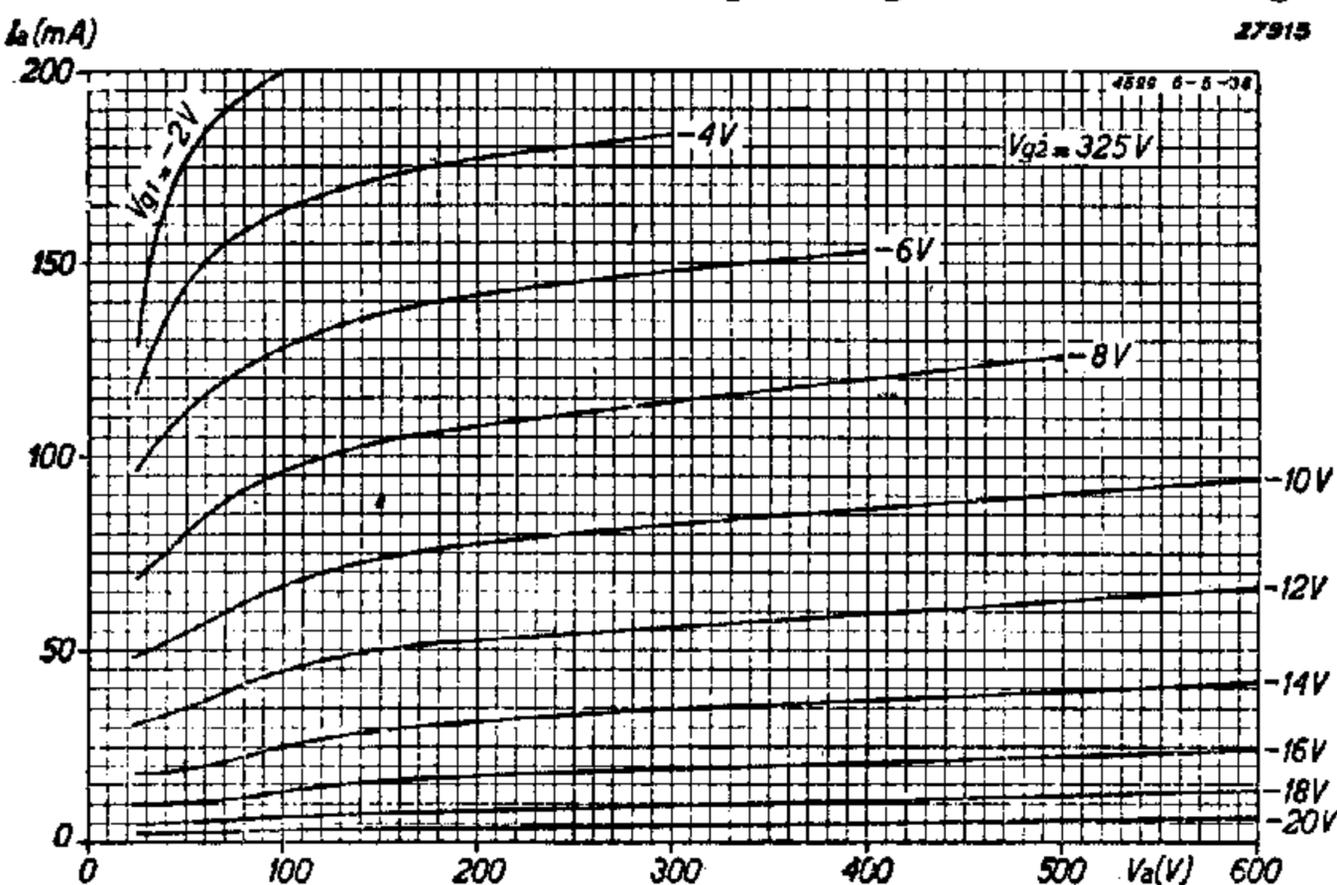


Abb. 4
 I_a/V_a -Kurvenschar bei $V_{g2} = 325\text{ V}$ mit V_{g1} als Parameter.

HEIZDATEN

Heizung: indirekt durch Wechselstrom; Parallelspeisung.

Heizspannung $V_f = 6,3\text{ V}$
 Heizstrom $I_f = 1,3\text{ A}$

KAPAZITÄTEN

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

KENNDATEN

Anodenspannung	$V_a =$	300 V	400 V
Schirmgitterspannung	$V_{g2} =$	325 V	425 V
Negative Gittervorspannung	$V_{g1} =$	-12,2 V	-18,2 V
Anodenstrom	$I_a =$	55 mA	45 mA
Schirmgitterstrom	$I_{g2} =$	6,25 mA	6 mA
Steilheit	$S =$	13 mA/V	10 mA/V
Innenwiderstand	$R_i =$	28 000 Ω	35 000 Ω

BETRIEBSDATEN als Klasse-A/B-Gegentaktendverstärker (2 Röhren) (Automatische Vorspannung)

Anodenspannung	$V_a =$	300 V	400 V
Schirmgitterspannung	$V_{g2} =$	325 V	425 V
Gemeinsamer Kathodenwiderstand	$R_k =$	100 Ω	180 Ω
Anodenruhestrom	$I_{a0} =$	$2 \times 55\text{ mA}$	$2 \times 45\text{ mA}$
Anodenstrom bei voller Aussteuerung	$I_{a\text{ max}} =$	$2 \times 67\text{ mA}$	$2 \times 54\text{ mA}$
Schirmgitterruhestrom	$I_{g20} =$	$2 \times 6,25\text{ mA}$	$2 \times 6\text{ mA}$
Schirmgitterstrom bei voller Aussteuerung	$I_{g2\text{ max}} =$	$2 \times 14\text{ mA}$	$2 \times 11\text{ mA}$
Günstigster Anpassungswiderstand zwischen den beiden Anoden	$R_a =$	5000 Ω	8000 Ω
Max. Ausgangsleistung	$W_o =$	25,5 W	26 W
Gitterwechselspannungsbedarf pro Gitter	$V_i(\text{eff}) =$	11 V	12,5 V
Verzerrung bei max. Ausgangsleistung	$dt_{\text{tot}} =$	2,5 %	5%

GRENZDATEN PRO RÖHRE

Max. Anodenkaltspannung	V_{a0}	=	max. 650 V
Max. Anodenspannung	V_a	=	max. 400 V
Max. Anodendauerbelastung	W_a	=	max. 18 W
Max. Schirmgitterkaltspannung	V_{g20}	=	max. 650 V
Max. Schirmgitterspannung	V_{g2}	=	max. 425 V
Max. Schirmgitterdauerbelastung ohne Signal .	W_{g2}	=	max. 2 W
Max. Schirmgitterdauerbelastung b. voll. Ausst.	W_{g2}	=	max. 2,6 W
Max. Kathodenstrom	I_k	=	max. 90 mA
Grenzwert des Gitterstromesinsatzpunktes für Gitter 1	$V_{g1} (I_{g1} + 0,3 \mu A)$	=	max. -1,3 V
Max. Widerstand zwischen Gitter und Kathode	R_{g1k}	=	max. 0,7 MΩ
Max. Widerstand zwischen Heizfaden und Kathode	R_{fk}	=	max. 5000 Ω
Max. Spannung zwischen Heizfaden und Kathode (Gleichspannung oder Effektivwert der Wech- selspannung)	V_{fk}	=	max. 50 V

Die 4699 ist mit automatischer Vorspannung zu verwenden. Eine halbautomatische Vorspannung ist zulässig, wenn der Kathodenstrom der Endstufe mehr als 50% des Gesamtstromes beträgt, der den Spannungsabfall für die Gittervorspannung erzeugt. Der Wert von R_{g1k} muß dann dementsprechend erniedrigt werden, und zwar nach der Formel:

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

Infolge der sehr hohen Steilheit der Röhre ist es zur Vermeidung von Störschwingungen notwendig, in die Gitter- und Schirmgitterzuleitungen Schutzwiderstände aufzunehmen (z.B. 1000 Ω für das 1. Gitter).

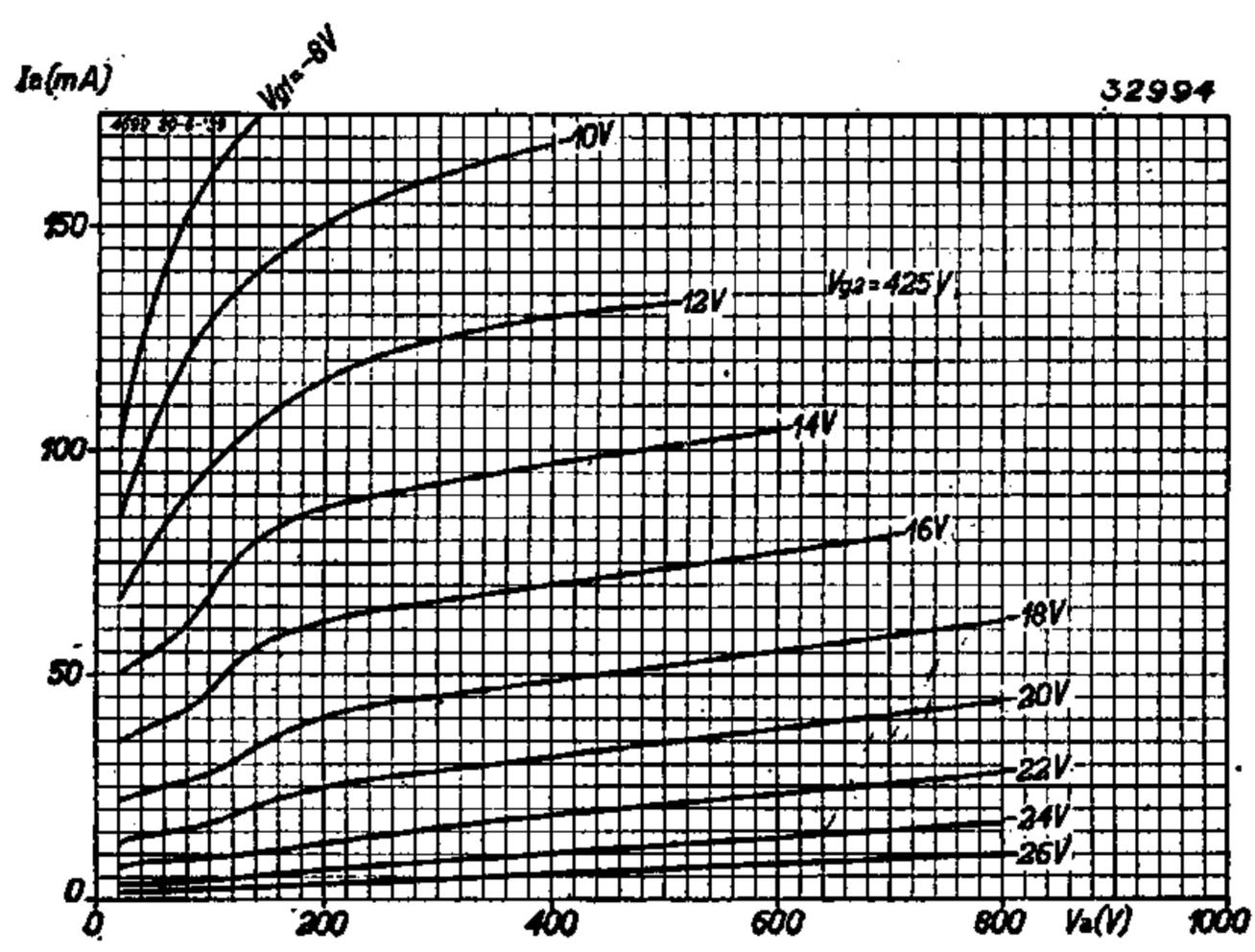


Abb. 5
Ia/Va-Kurvenschar bei $V_{g2} = 425 V$
mit V_{g1} als Parameter.

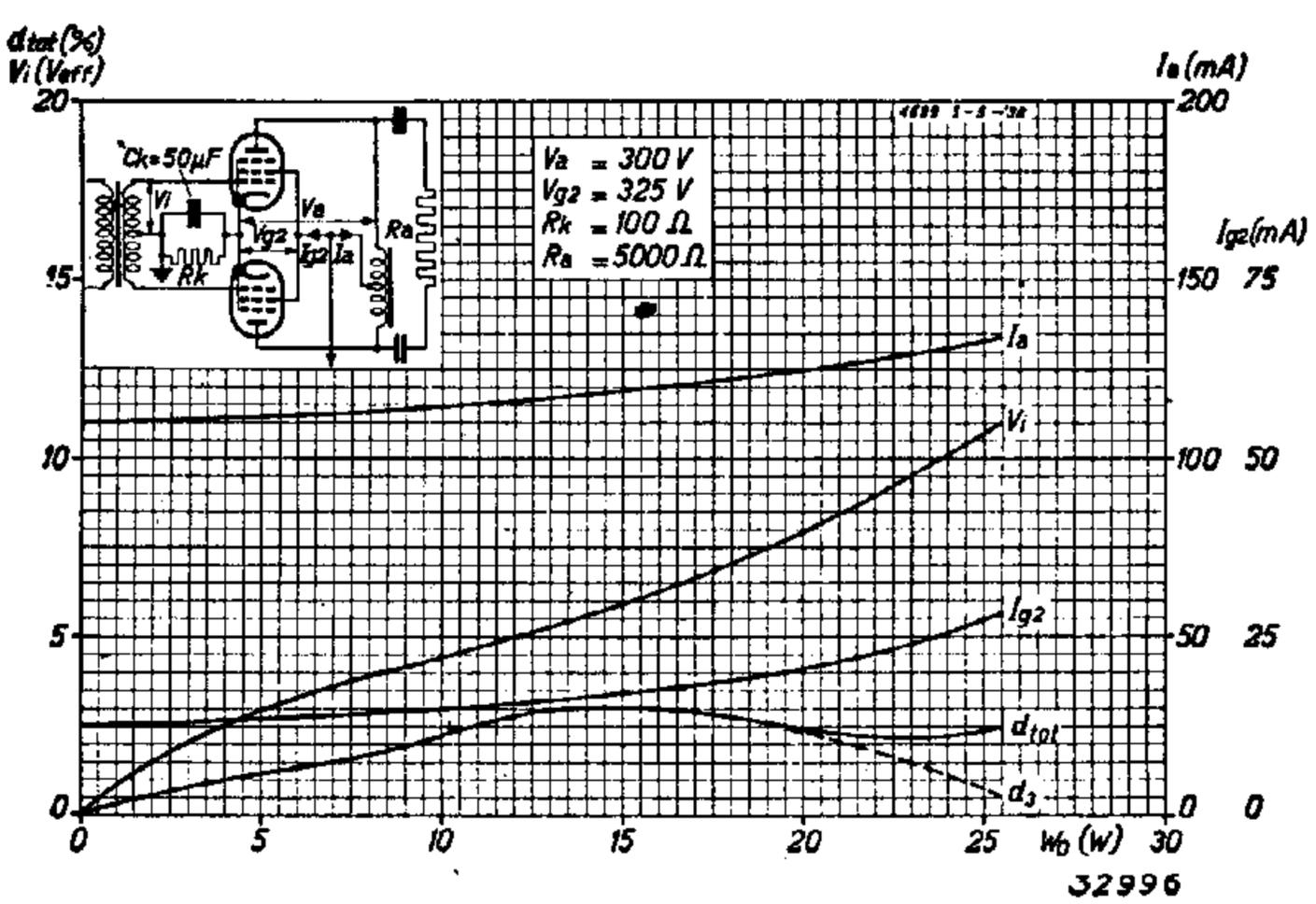


Abb. 6

Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g_2} , Gesamtverzerrung d_{tot} und Gitterwechselspannungsbedarf pro Gitter V_i als Funktion der Ausgangsleistung W_o bei Verwendung von zwei Röhren 4699 in Gegentakt mit $V_a = 300\text{ V}$ und $V_{g_2} = 325\text{ V}$ mit automatischer Vorspannung. Ebenfalls ist eingezeichnet die Verzerrung durch die dritte Harmonische d_3 .

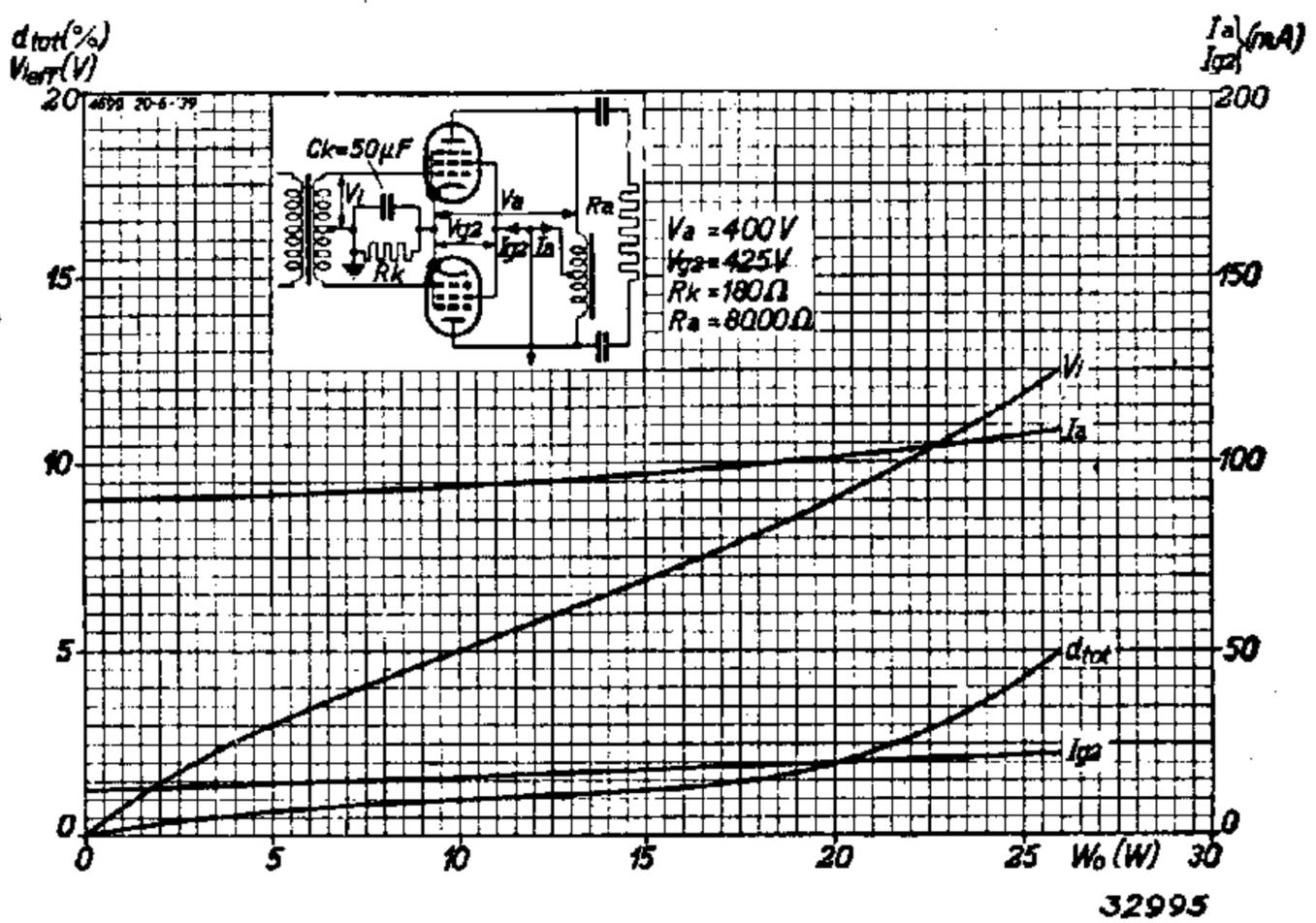


Abb. 7

Anodenstrom I_a , Schirmgitterstrom I_{g_2} , Gesamtverzerrung d_{tot} und Gitterwechselspannungsbedarf pro Gitter V_i als Funktion der Ausgangsleistung W_o bei Verwendung von zwei Röhren 4699 in Gegentakt mit einer Anodenspannung von 400 V und einer Schirmgitterspannung von 425 V und mit automatischer Vorspannung.