

Regulatorröhren

Netzspannungsschwankungen führen in einem Empfänger mit Serienschaltung der Heizfäden der Empfangs- und Gleichrichterröhren viel rascher zu einer nicht zulässigen Über- bzw. Unterheizung als mit Parallelschaltung. Dies ist darauf zurückzuführen, daß in Serie mit den Heizfäden meistens ein Widerstand geschaltet werden muß, um die Netzspannung auf die Summe der Heizspannungen der Heizfäden zu reduzieren. Bei einer Zunahme der Netzspannung steigt der Strom, und deswegen nimmt der Widerstand der Heizfäden zu, so daß die Stromzunahme verhältnismäßig geringer ist als die Spannungszunahme. Der Serienwiderstand im Heizfadenkreis steigt aber bei einer Stromzunahme praktisch nicht, so daß, wenn ein solcher vorhanden ist, der Gesamtwiderstand weniger zunimmt, als wenn der Heizstromkreis nur aus Heizfäden bestünde. Infolgedessen werden die Heizfäden in Gleichstrom-Wechselstromgeräten mit einem Reduzierwiderstand im Heizfadenkreis mehr beansprucht, als es bei Wechselstromgeräten mit Parallelspeisung der Heizfäden der Fall ist. Es wird daher dringend empfohlen, in Serie mit den Heizfäden der Röhren eines G/W-Gerätes an Stelle des Reduzierwiderstandes eine Heizstromregulatorröhre zu verwenden.

Solche Regulatorröhren bestehen aus einem in Wasserstoffgas ausgedehnten Eisensfaden und haben die Eigenschaft, daß bei steigender Spannung der Widerstand des Fadens so stark zunimmt, daß der Strom praktisch konstant bleibt. Dieser kann unter Umständen sogar abnehmen. Das gilt naturgemäß nur für einen bestimmten Spannungsbereich.

Bei Verwendung einer Regulatorröhre im Heizfadenkreis bleibt folglich in einem gewissen Spannungsbereich der Heizstrom konstant, und der günstige Einfluß auf die Lebensdauer der Röhren ist naheliegend. Von besonderer Wichtigkeit ist die Verwendung von Regulatorröhren bei G/W-Empfängern, weil durch Unterheizung der Gleichrichterröhre der innere Widerstand derselben und hierdurch der Spannungsverlust im Gleichrichter erheblich zunimmt; die Anodenspannung, die bereits durch das Sinken der Netzspannung niedriger ist, nimmt dadurch noch weiter ab.

Der Netzspannungsbereich, in welchem eine Regulatorröhre unter dementsprechenden Vorbedingungen den Heizstrom konstant hält, kann so groß sein, daß der Heizfadenkreis des Gerätes ohne weiteres an Netze mit verschiedenen Spannungen angeschlossen werden könnte, z.B. an 220-V- und 170-V-Netze.

Zu berücksichtigen ist der Stromstoß, der beim Einschalten des Gerätes mit kalten Röhren auftritt. Dieser Stromstoß, wenn er zu groß ist, könnte die Lebensdauer der Regulatorröhre gefährden. Deswegen muß immer in Serie mit der Regulatorröhre ein bestimmter Widerstand vorhanden sein, der den Stromstoß beschränkt. Dieser Widerstand kann am einfachsten durch die Heizfäden der Empfangsröhren gebildet werden; der Widerstand der Heizfäden ist im kalten Zustand ungefähr $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{10}$ des Widerstandes im warmen Zustand. Im Zusammenhang hiermit wird für die Philips Heizstromregulatorröhren die maximale Spannung, die beim Einschalten über der Röhre auftreten darf, zu gleicher Zeit mit der minimalen Gesamtheizspannung der mit der Regulatorröhre in Serie geschalteten Empfangsröhren angegeben. Diese minimale Gesamtheizspannung der Empfangsröhren ist eine Andeutung des minimalen Widerstandes, der mit der Regulatorröhre im kalten Zustand beim Einschalten in Serie geschaltet sein soll. Bei der Röhre C 1 wird

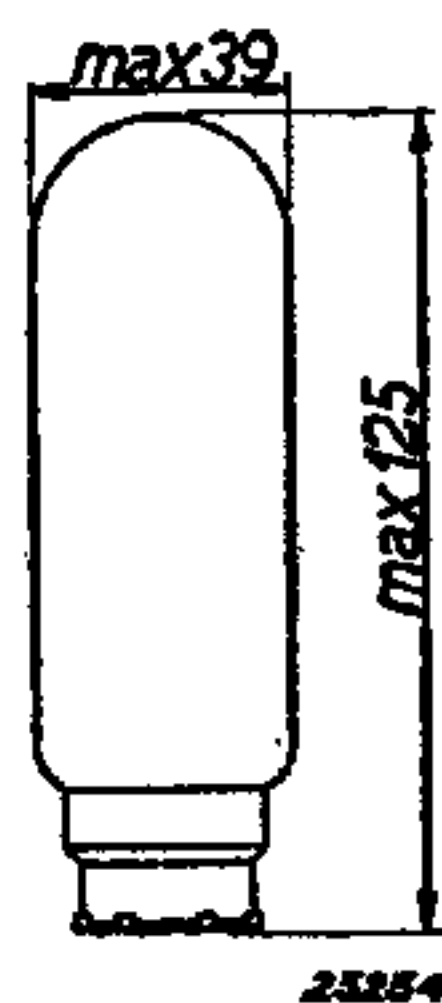


Abb. 1
Abmessungen der
Röhren C 1, C 3,
und C 8 in mm.

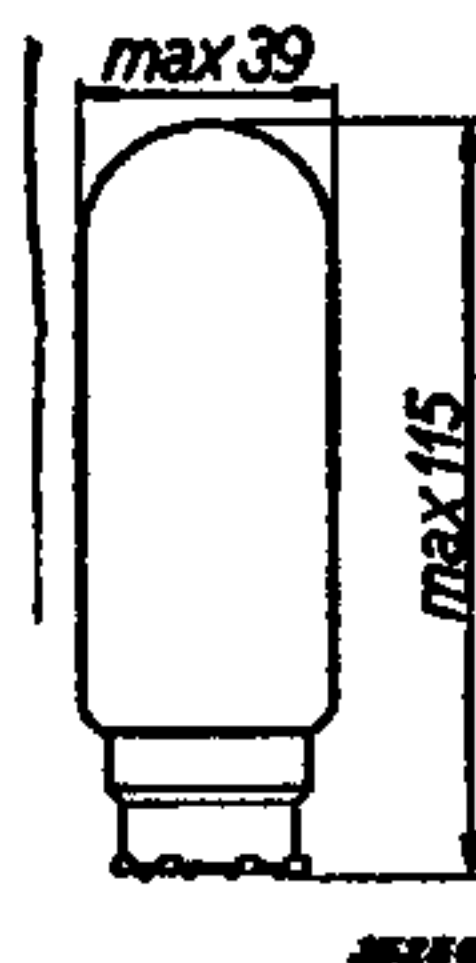


Abb. 2
Abmessungen der
Röhren C 2, C 9 und
C 10 in mm.

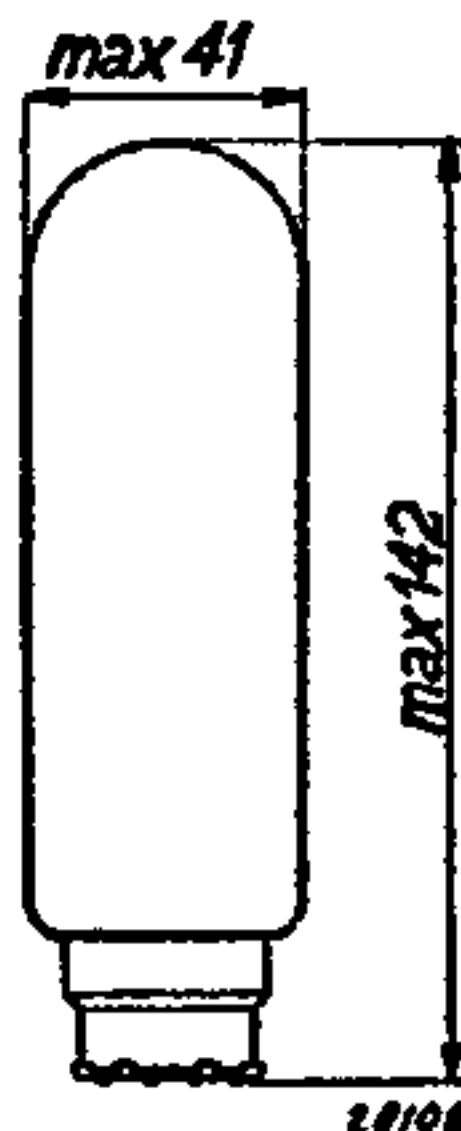


Abb. 3
Abmessungen der
Röhre C 12 in mm

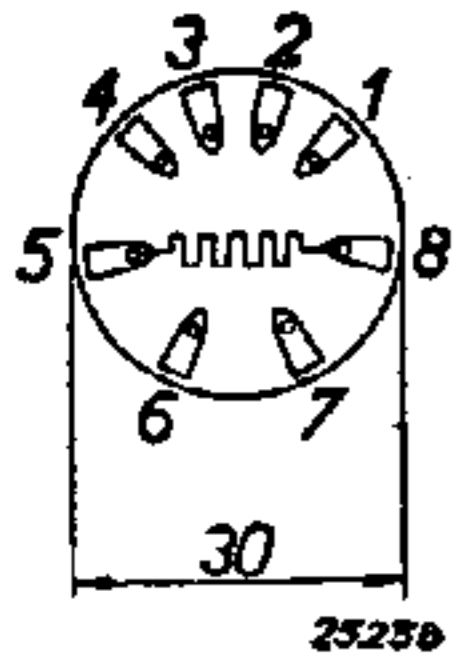
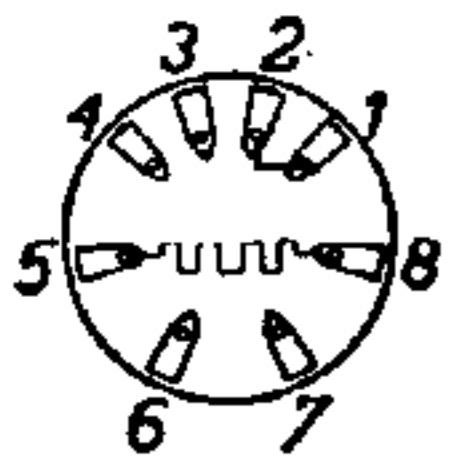


Abb. 4

Sockelanschlüsse der Röhren C 1 und C 2.

z.B. angegeben, daß die minimale Gesamtheizspannung der Empfangsröhren im Betrieb 52 Volt ist, der Widerstand im warmen Zustand beträgt infolgedessen $\frac{52}{0,2} = 260$ Ohm und im kalten Zustand etwa $\frac{1}{7} \times 260 = 37$ Ohm. Die Netzspannung darf in dem Falle höchstens 250 Volt sein. Bei niedrigerer Netzspannung ist selbstverständlich der Einschaltstromstoß kleiner und sind die Grenzbedingungen dementsprechend aufzufassen. Sollte die Röhrenbestückung nicht die angegebene minimale Gesamtheizspannung ergeben, so ist zu erwägen, einen kleinen Serienwiderstand vorzusehen, der den Kaltwiderstand der Heizfäden ergänzt.

Der Einschaltstromstoß hat, insbesondere auf die eventuell in Serie mit den Heizfäden geschalteten Skalenlampen, einen zerstörenden Einfluß. Die üblichen Skalenlampen sind für viele dieser Empfänger nicht brauchbar, denn sie brennen leicht durch. Es ist dann notwendig, eine spezielle Lampe zu verwenden. Die Skalenlampe in einem Gerät mit großer Röhrenzahl, angeschlossen an eine niedrige Netzspannung, erhält beim Einschalten die schwersten Stromstöße. Der Stromstoß durch die Lampe kann etwa $7 \times$ den Betriebsstrom betragen. Weniger schwere Anforderungen werden an die Skalenlampe gestellt, wenn in den Heizfadenkreis eine Stromregulatorröhre, z.B. Typ C 1 oder C 2, geschaltet ist.

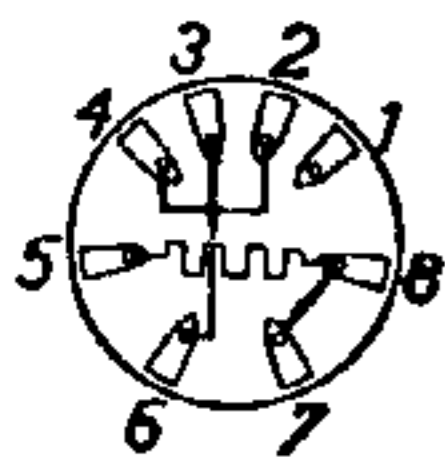


PX 15257

Abb. 5

Sockelanschlüsse der Röhren C 3 und C 8. Der Sockel hat eine Kurzschlußverbindung zwischen den Kontakten 1 und 2, die die Umschaltung von G/W-Apparaten auf hohe Netzspannung gestattet.

Um jedoch den Einschaltstromstoß vollkommen beseitigen zu können, wurden Stromregulatorröhren entwickelt, die außer dem Widerstandsfaden noch einen Begrenzungswiderstand enthalten. Der Wert eines solchen Begrenzungswiderstandes beträgt beispielsweise bei 20°C 2000 Ohm (also im kalten Zustande) und 100 Ohm wenn der Widerstand warm ist (300°C). Beim Einschalten des Empfängers wird der Kreiswiderstand hauptsächlich durch den Begrenzungswiderstand gebildet (z.B. 2000 Ohm), und in diesem wird dann die elektrische Leistung in Wärme umgewandelt. Demzufolge wird der Widerstand warm und nimmt sein Wert ab. Die Zeit jedoch, die der Begrenzungswiderstand braucht, um warm zu werden, genügt, um den Widerstandsdraht der Regulatorröhre zu erwärmen, so daß dieser, wenn der Widerstand des Begrenzungswiderstandes gering geworden ist, die ganze Überspannung aufnimmt, die dadurch entsteht, daß die viel trägeren Kathoden der Empfangsröhren noch nicht warm sind. Die Skalenlampe wird also beim Einschalten nicht überlastet, und dadurch kann eine normale 200-mA-Skalenlampe für diesen Zweck verwendet werden. Der Regelbereich von solchen Regulatorröhren mit Begrenzungswiderstand ist infolge des zusätzlichen Widerstandes etwas eingeengt, was aber wenig Einfluß auf die praktische Verwendbarkeit der Röhren hat. Die Arbeitsweise der Regulatorröhre mit Einschaltstrom-Begrenzungswiderstand folgt aus Abb. 9 und 10.



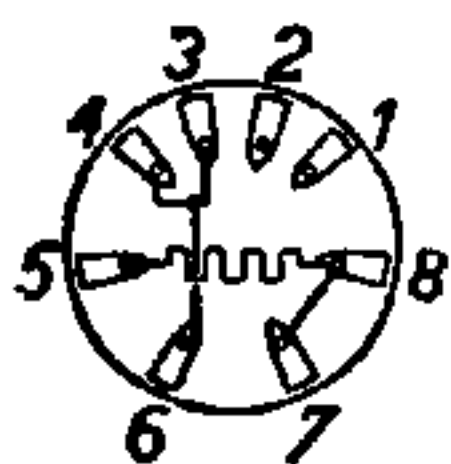
PY 15280

Abb. 6

Sockelanschlüsse der Röhre C 10. Der Sockel hat Kurzschlußverbindungen zwischen den Kontakten 2, 3, 4 und 6 und zwischen 7 und 8, die die Umschaltung von G/W-Apparaten auf niedrige Netzspannungen gestatten.

Bei Gleichstromempfängern wird im allgemeinen nur der Widerstand in Serie mit den Heizfäden der Empfangsröhren geändert, wenn diese für eine andere Netzspannung umgeschaltet werden müssen. Die Widerstände in den Kathoden-, Schirmgitter- und Anodenkreisen bleiben und sind meistens derart gewählt, daß die Röhren bei einer Netzspannung von 220 V mit den vorgeschriebenen Spannungen arbeiten. Bei einer niedrigeren Netzspannung, z.B. 110 V, haben die Widerstände im Schirmgitterstromkreis nicht den richtigen Wert, und der Apparat arbeitet mit niedrigeren Spannungen, als für günstigste Leistungen erwünscht wäre. Bei Gleichstrom/Wechselstromempfängern befriedigt diese einfache Auffassung des Problemes nicht, weil ein großer Teil der Wechselstromnetze eine niedrigere Spannung führen (127 V) und das günstigste Arbeiten des Gerätes bei dieser Spannung berücksichtigt werden muß.

Regulatorröhren

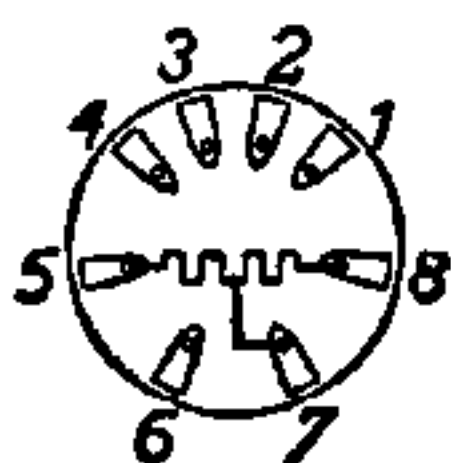


PZ 23233

Abb. 7

Sockelanschlüsse der Röhre C 9. Der Sockel hat Kurzschlußverbindungen zwischen den Kontakten 3, 4 und 6 und zwischen 7 und 8, die die Umschaltung von G/W-Apparaten auf niedrige Netzspannungen gestatten.

Um bei niedrigen Netzspannungen ein zufriedenstellendes Arbeiten und einen guten Wirkungsgrad zu erzielen, muß, wenn der Empfänger von einer hohen auf eine niedrige Spannung umgeschaltet wird, außer dem Auswechseln der Heizstromregulatorröhre im Heizfadenkreis auch der Kurzschluß von einigen Widerständen in den Schirmgitter- und Anodenkreisen vorgenommen und der Lautsprechertransformator für günstigste Anpassung umgeschaltet werden. Abb. 11 zeigt, wie eine solche Umschaltung gleichzeitig mit dem Auswechseln der Regulatorröhre kombiniert werden kann. In dieser Schaltung werden alle Schirmgitter durch einen gemeinsamen Widerstand R_1 gespeist, der bei hohen Netzspannungen zur Herunterdrückung der Spannung auf 100 V dient. Außerdem hat das Schirmgitter der Endröhre einen zusätzlichen Vorschaltwiderstand R_2 , der die bereits herabgesetzte Gleichspannung auf 75 V für die CL 2 bzw. 83 V für die CL 6 herunterbringt. Die Kathodenwiderstände brauchen nicht umgeschaltet zu werden. Beim Anschluß an niedrige Netzspannungen werden die Widerstände R_1 und R_2 kurzgeschlossen. Der Widerstand R_3 dient bei hohen Netzspannungen zum Schutz der Gleichrichterröhre und muß bei niedrigen Netzspannungen ebenfalls kurzgeschlossen werden, damit nach Möglichkeit die zur Verfügung stehende Netzspannung ausgenutzt wird. Auch die günstigste Belastungsimpedanz der Endröhre ändert sich im allgemeinen bei Änderung der Anodenspannung (CL 6: bei $V_a = 100$ V, $R_a = 2000$ Ohm und bei $V_a = 200$ V, $R_a = 5000$ Ohm), so daß eine Umschaltung des Ausgangstransformators ebenfalls vorgesehen werden muß.



P 23240

Abb. 8

Sockelanschlüsse der Röhre C 12. Zur Verwendung des Fadens für hohe Netzspannungen müssen die Kontakte 5 und 8 angeschlossen werden, zur Verwendung des Fadens für niedrige Netzspannungen die Kontakte 5 und 7 (also umschalten zwischen den Kontakten 7 und 8).

Durch sinngemäße Verbindungen zwischen einzelnen, sonst nicht benutzten Kontakten der Regulatorröhren ist ein gleichzeitiger Kurzschluß aller dieser Widerstände und eine Umschaltung des Ausgangstransformators möglich. Die Sockel der Regulatorröhren für hohe Netzspannungen können mit einer Kurzschlußverbindung zwischen den Kontakten 1 und 2 geliefert werden. In dem Falle trägt der Sockel die Bezeichnung PX (Abb. 5). Der Sockel mit Kurzschlußverbindungen für niedrige Netzspannungen trägt die Bezeichnung PY (Abb. 6), während der Sockel, bei welchem der Kurzschluß des Kontaktes 2 weggelassen wurde, mit PZ bezeichnet ist (Abb. 7).

Philips führt einen Regulatorröhrentyp für hohe Netzspannungen ohne Begrenzungswiderstand mit einfachem P-Sockel ohne Kurzschluß-

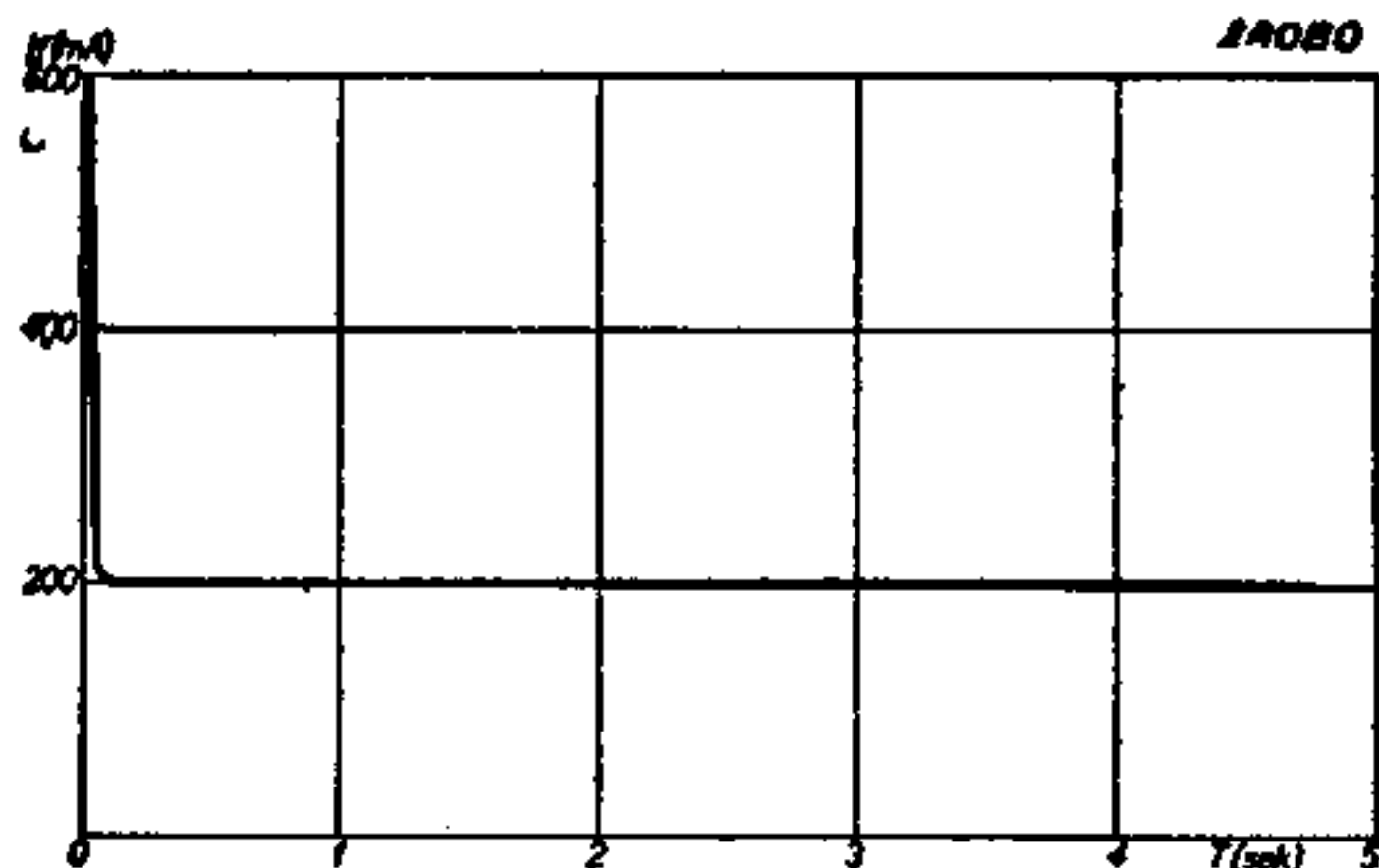


Abb. 9

Heizstrom als Funktion der Zeit beim Einschalten eines Apparates mit seriengeheizten Röhren und Regulatorröhren ohne Begrenzungswiderstand.

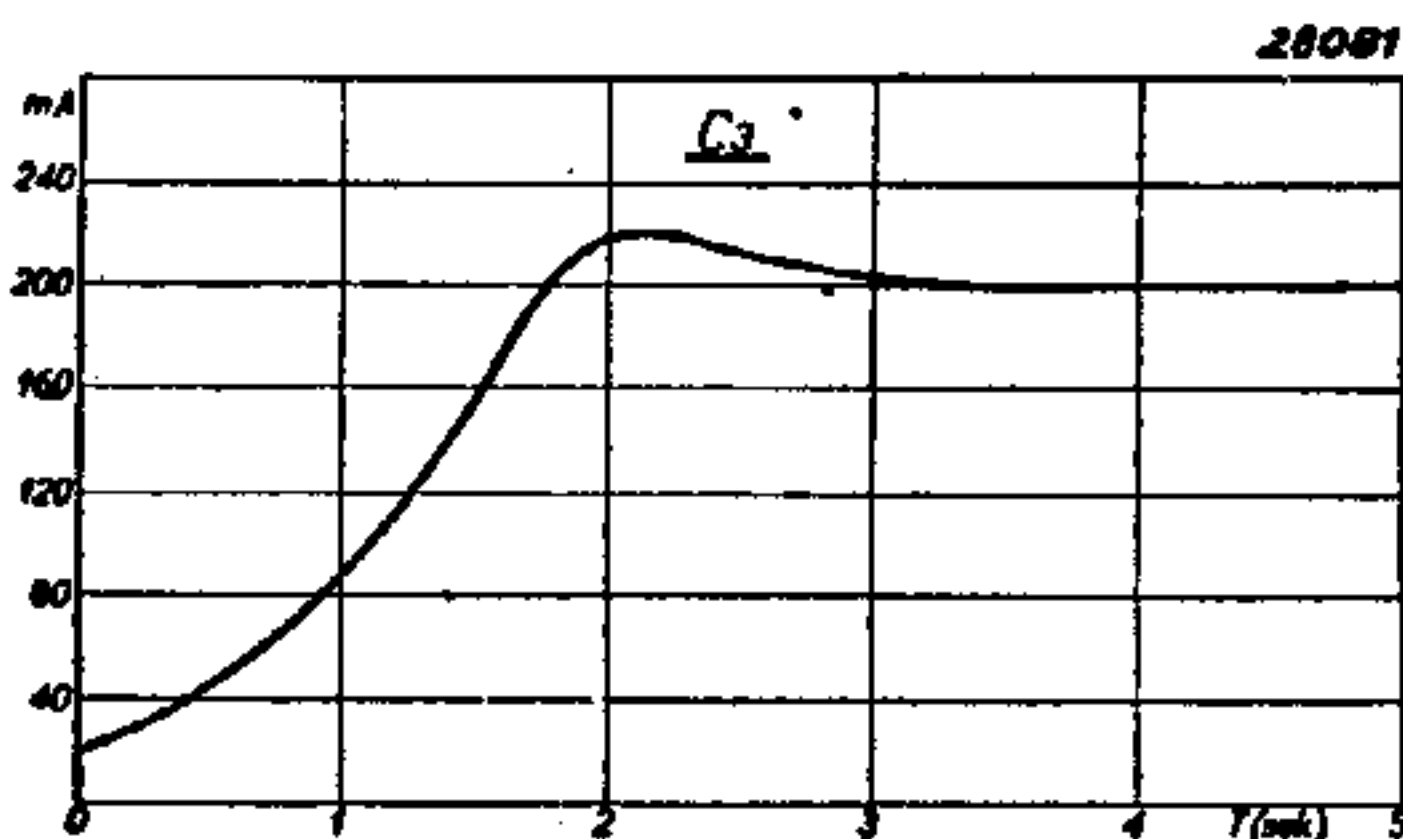


Abb. 10

Heizstrom als Funktion der Zeit beim Einschalten eines Apparates mit seriengeheizten Röhren und Regulatorröhre mit Begrenzungswiderstand.

verbindungen und einen entsprechenden Typ für niedrige Netzspannungen. Es sind dies die Typen C 1 (hohe Netzspannungen) und C 2 (niedrige Netzspannungen). Die Röhre C 1 mit dem PX-Sockel hat die Typenbezeichnung C 8, die Röhre C 2 mit dem PY-Sockel hat die Typenbezeichnung C 10 und die mit dem PZ-Sockel die Typenbezeichnung C 9. Außerdem wird noch eine Röhre geliefert, die in einem Kolben zwei Widerstandsfäden enthält, von welchen einer dieselben Eigenschaften wie die

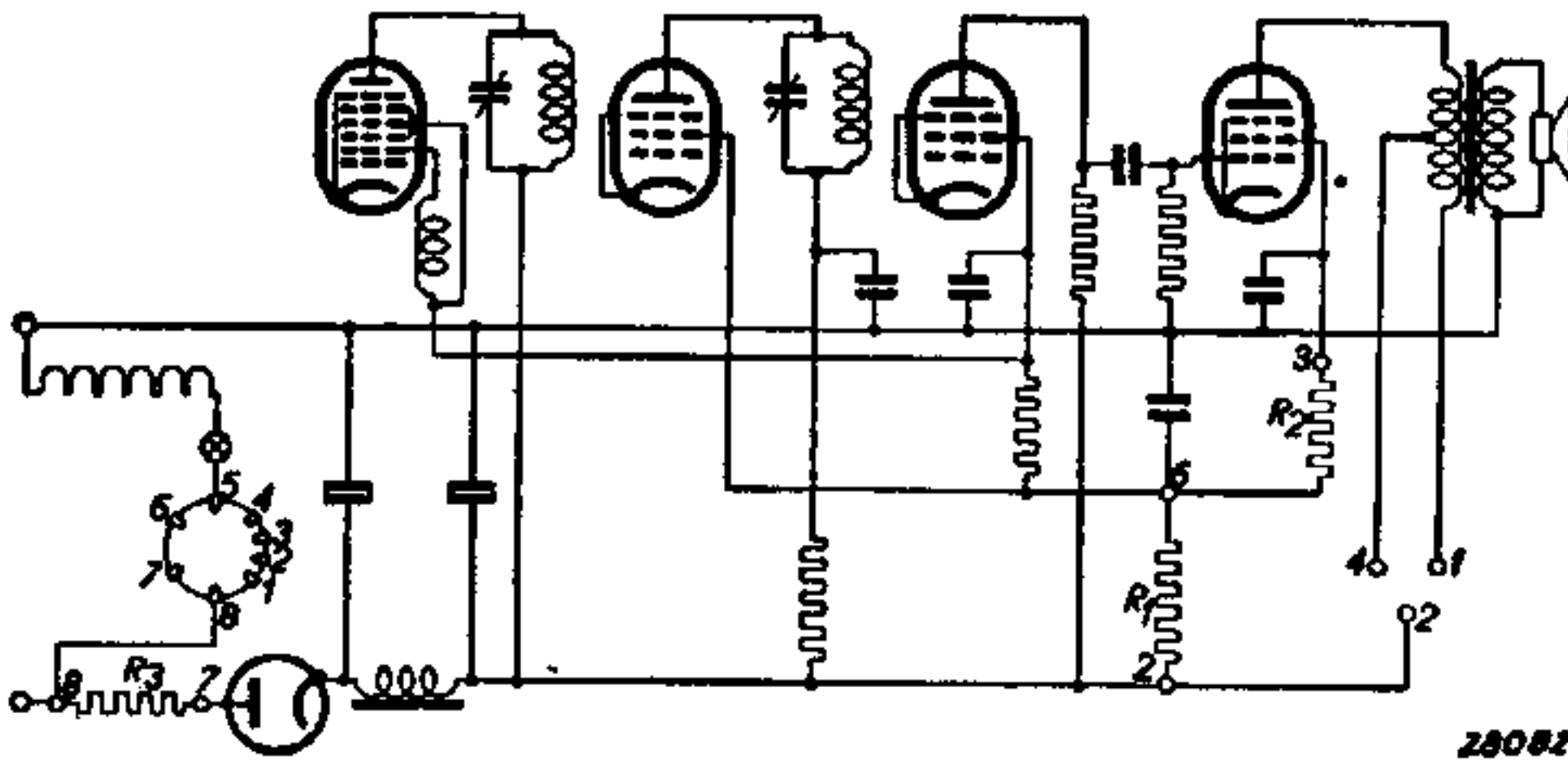


Abb. 11

Prinzip der Umschaltung eines G/W-Apparates von 220 V auf 110 bzw. 127 Volt mit Hilfe von Regulatorröhren für hohe und niedrige Spannungen. Die numerierten Punkte in der Schaltung sind direkt an die numerierten Kontaktpunkte der Fassung der Regulatorröhre angeschlossen.

C 1 und der andere dieselben Eigenschaften wie die C 2 besitzt. Diese Röhre wird natürlich nicht mit Kurzschlußverbindungen im Sockel geliefert.

Weil der Begrenzungswiderstand den Regelbereich etwas beschränkt, sind zum Bestreichen aller möglichen Netzspannungen mehrere Typen von Regulatorröhren mit Begrenzungswiderstand erforderlich. Philips bringt hierfür eine Röhre, die C 3.

Die Daten der Philips Regulatorröhren für G/W-Empfänger sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefaßt:

Stromregulatorröhren für 200 mA

	Ohne Einschaltstrombegrenzungswiderstand						Mit eingebautem Einschaltstrombegrenzungswiderstand
	C 1	C 2	C 8	C 9	C 10	C 12	C 3
Geregelter Strom	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200 A
Regelbereich . .	80-200	35-100	80-200	35-100	35-100	80-200 35-100 V	100-200V
Max. Betriebs- spannung	200	100	200	100	100	200 100 V	200 V
Max. Spannung über die Röhre beim Einschalten	250 ¹⁾	160 ²⁾	250 ¹⁾	160 ²⁾	160 ²⁾	250 ¹⁾ 160 ²⁾ V	250 V
Abmessungen . .	Abb. 1	Abb. 2	Abb. 1	Abb. 2	Abb. 2	Abb. 3	Abb. 1
Sockel	P 30	P 30.	P 30 X	P 30 Z	P 30 Y	P 30	P 30 X
Sockelschaltung.	Abb. 4	Abb. 4	Abb. 5	Abb. 7	Abb. 6	Abb. 8	Abb. 5
Kennlinie	Abb. 12	Abb. 13	Abb. 15	Abb. 16	Abb. 17	Abb. 18	Abb. 14

¹⁾ Die Gesamtheizspannung der mit der Regulatorröhre in Serie geschalteten Empfangsröhren soll wenigstens 52 V betragen.

²⁾ Die Gesamtheizspannung der mit der Regulatorröhre in Serie geschalteten Empfangsröhren soll wenigstens 74 V betragen.

Die gestrichelten Rechtecke in den Abbildungen der Kennlinien geben die Toleranzen an, innerhalb welcher die Ströme der Regulatorröhren streuen können, sowie die Spannungsgrenzen.

Stromregulatorröhren

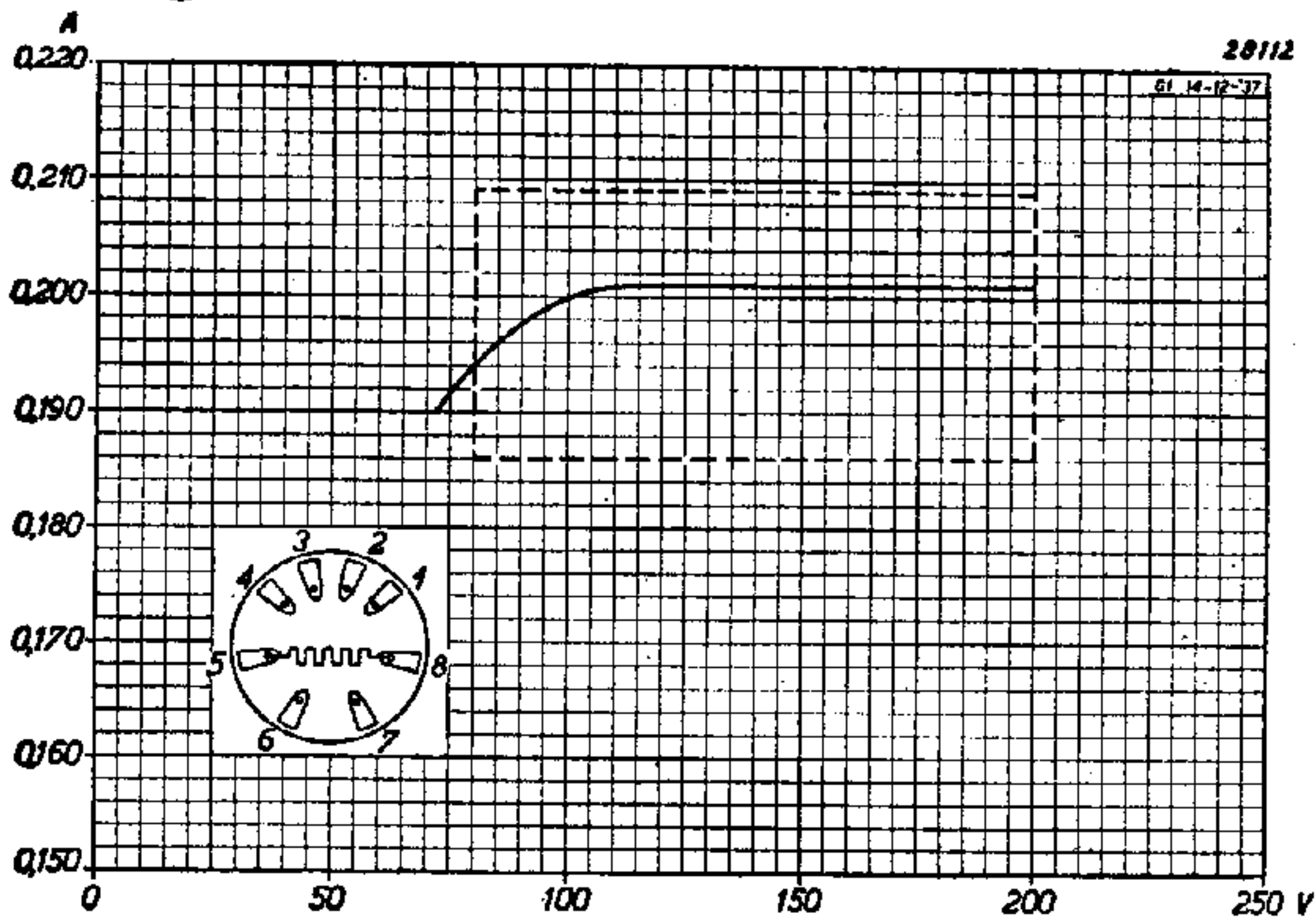


Abb. 12
Strom als Funktion der Spannung über der Röhre C 1.

Abb. 13
Strom als Funktion der Spannung über der Röhre C 2.

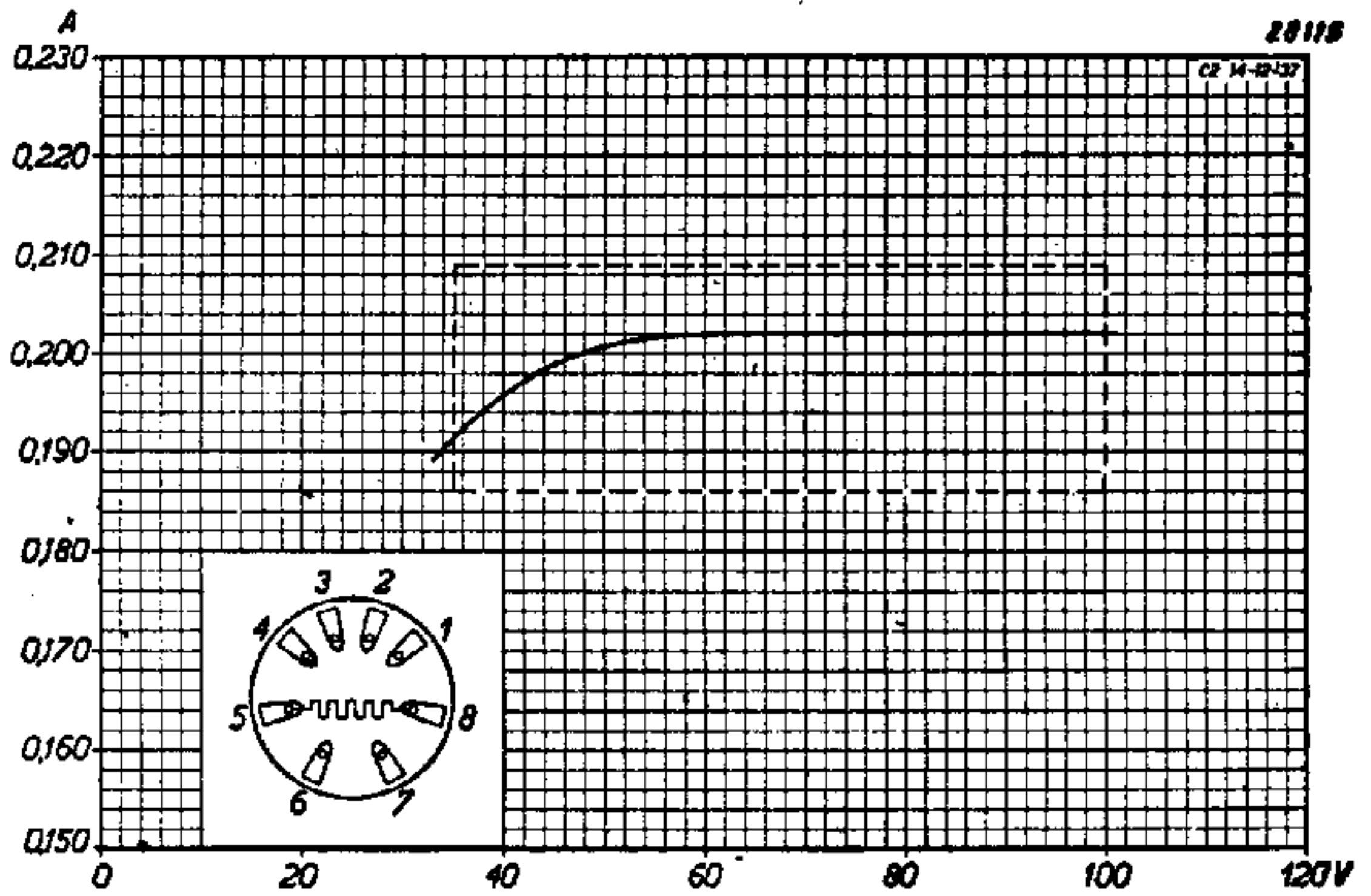
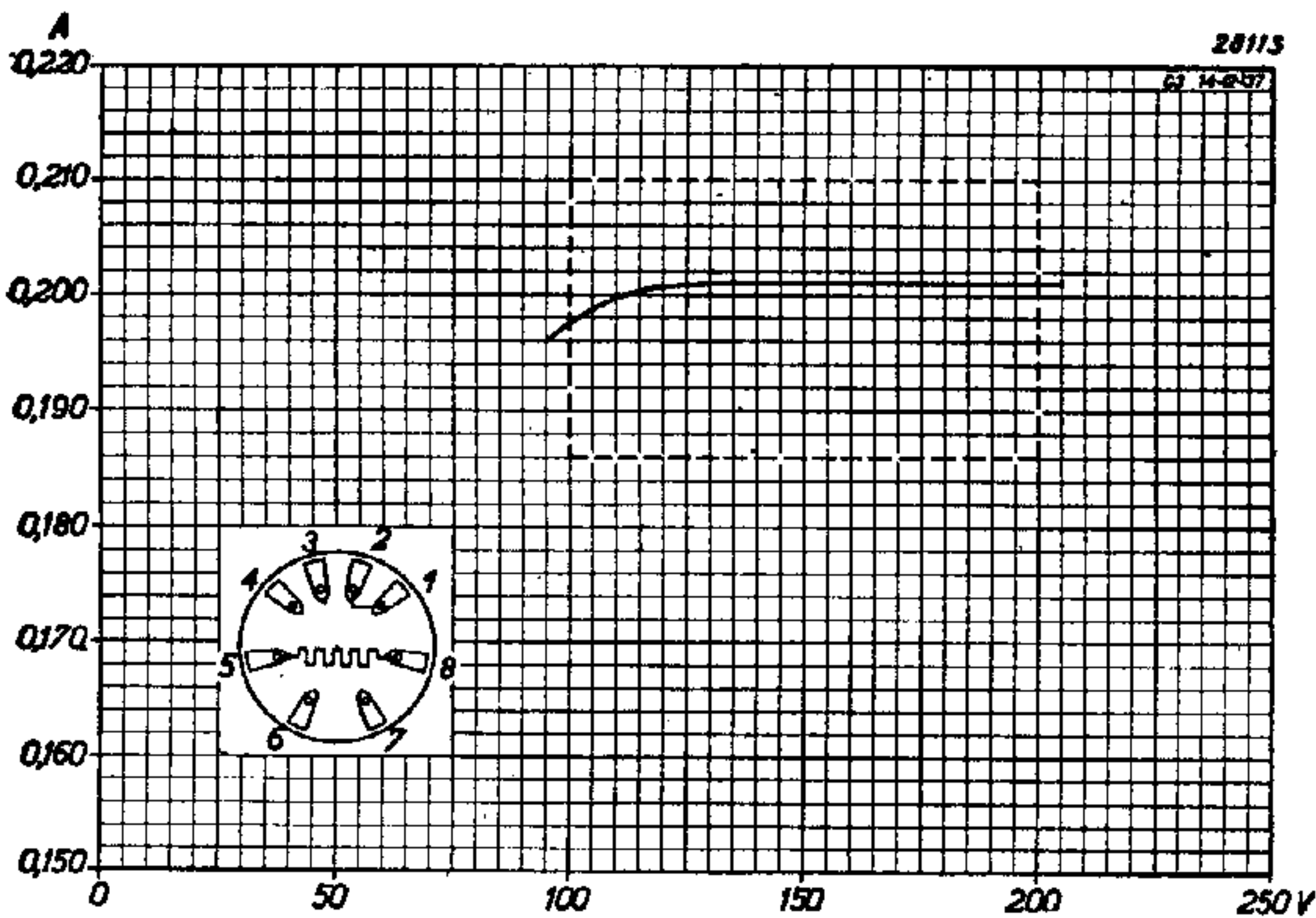


Abb. 14
Strom als Funktion der Spannung über der Röhre C 3.



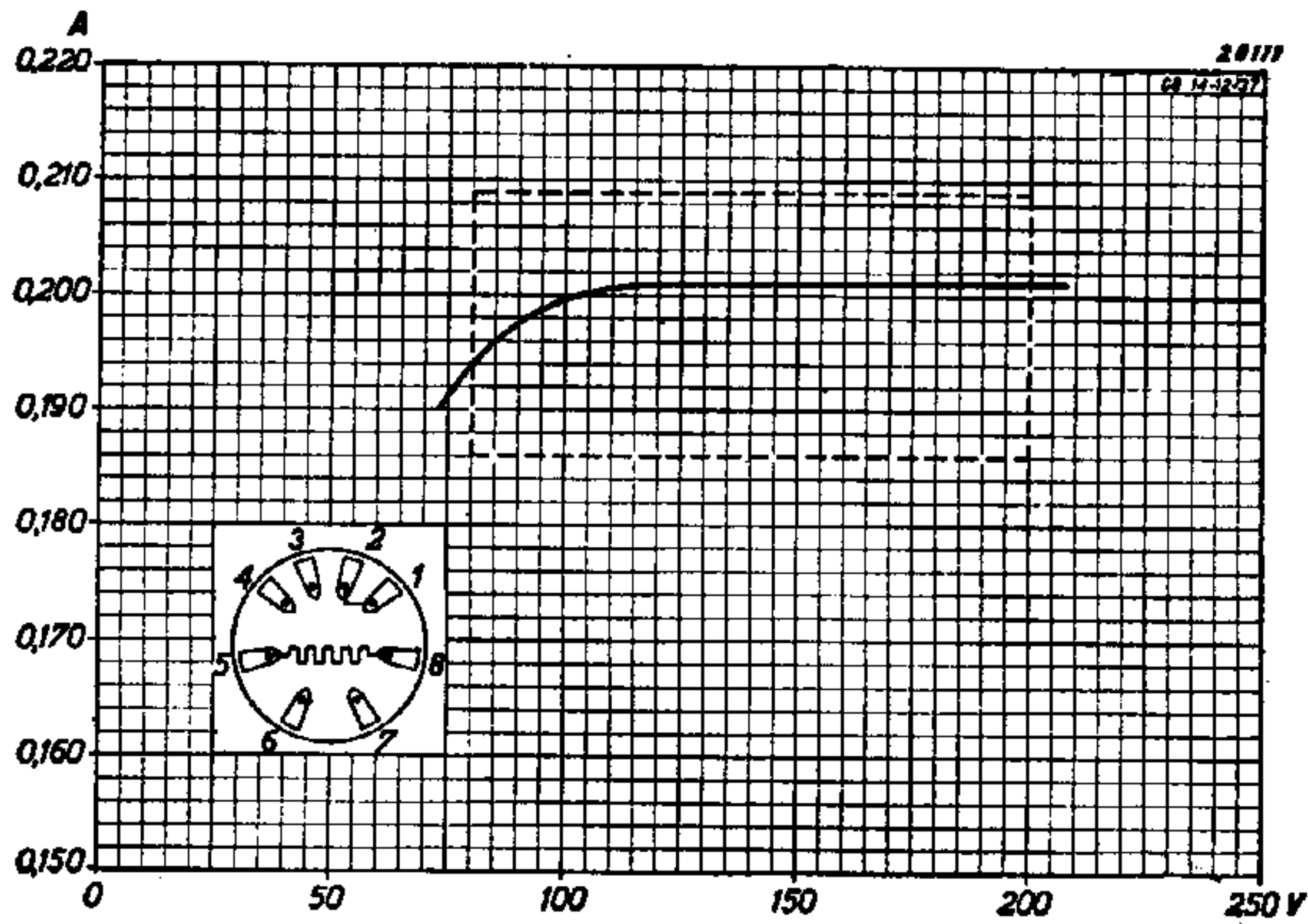


Abb. 15
Strom als Funktion der Spannung über der Röhre C 8.

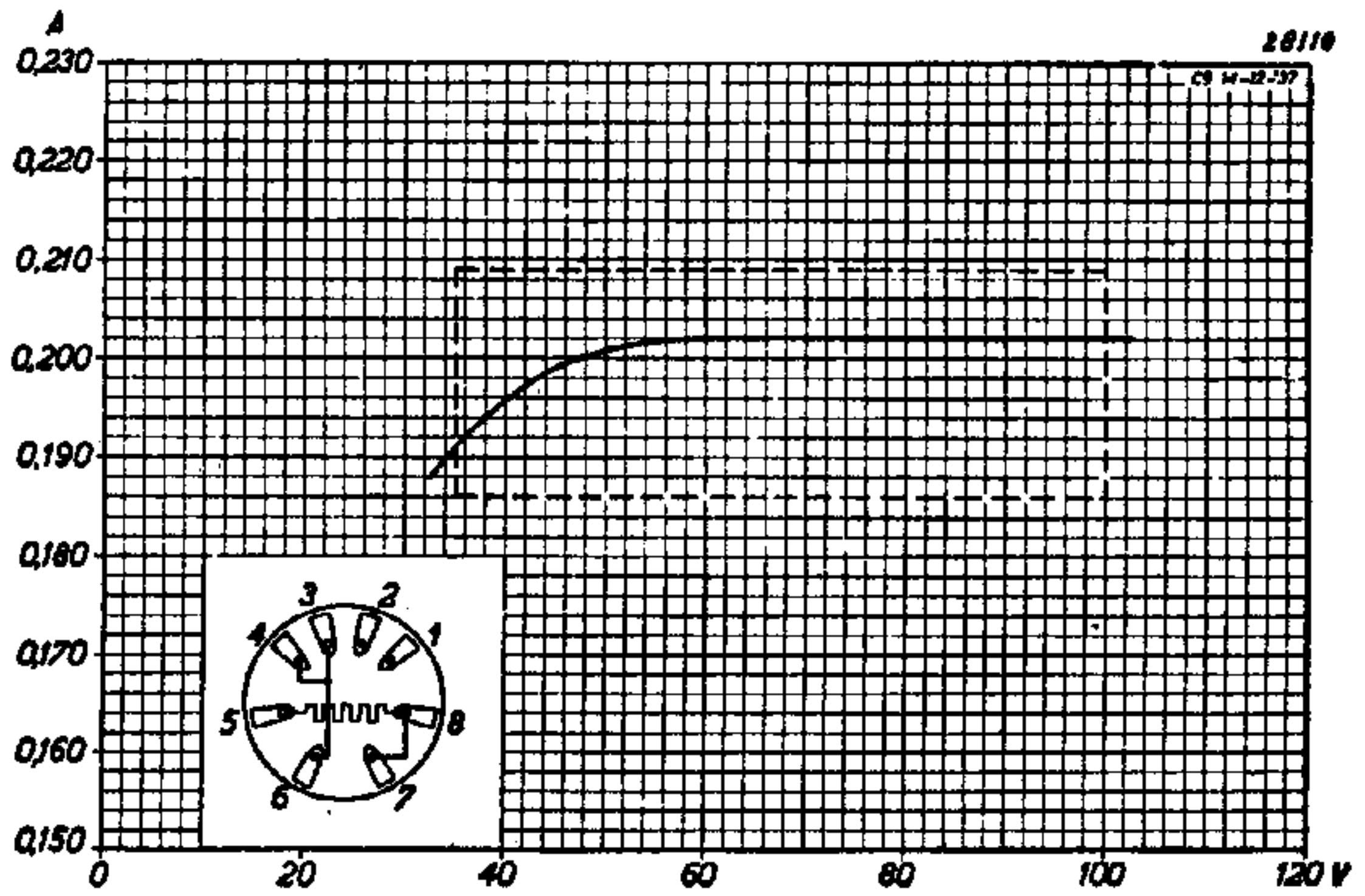


Abb. 16
Strom als Funktion der Spannung über der Röhre C 9.

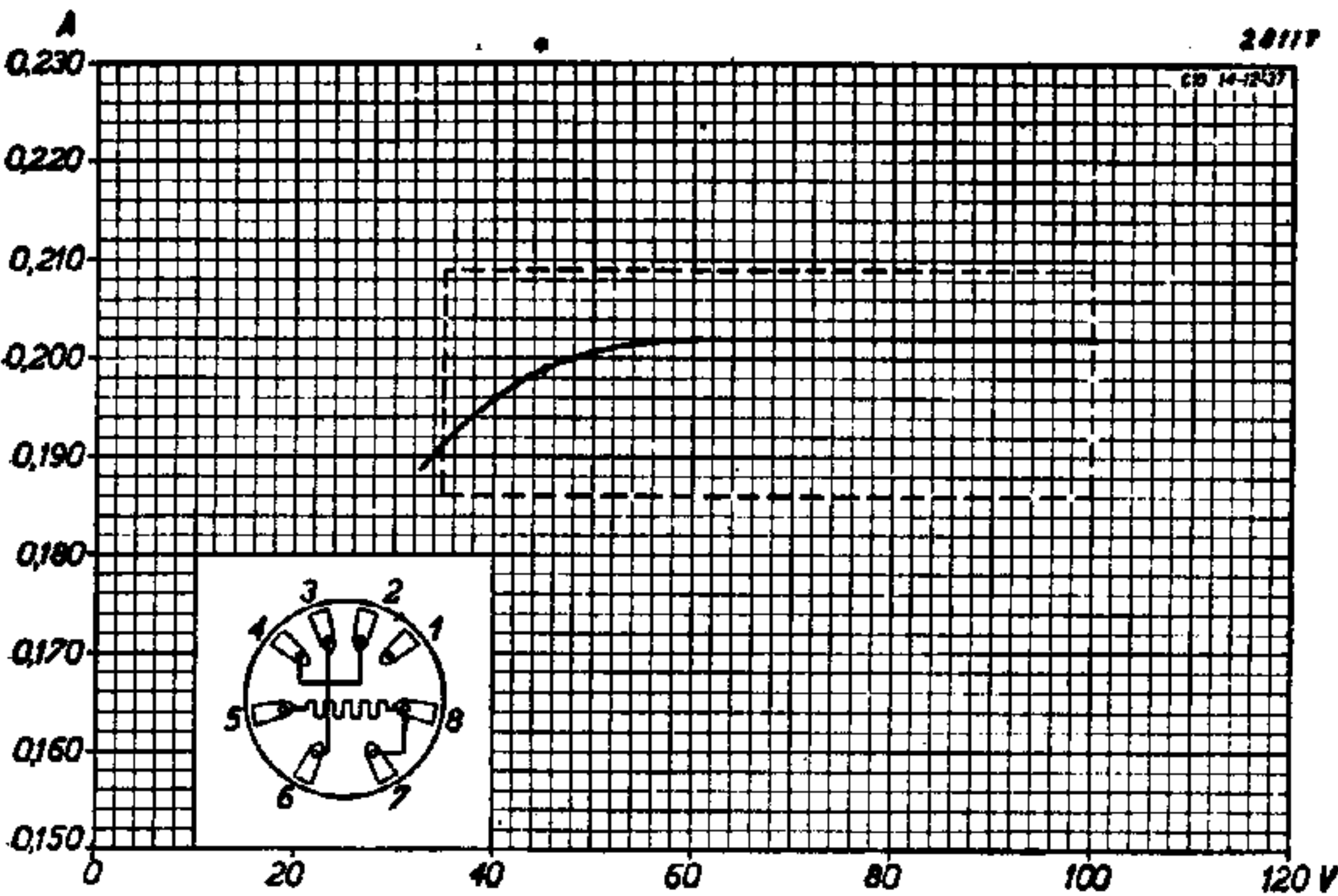
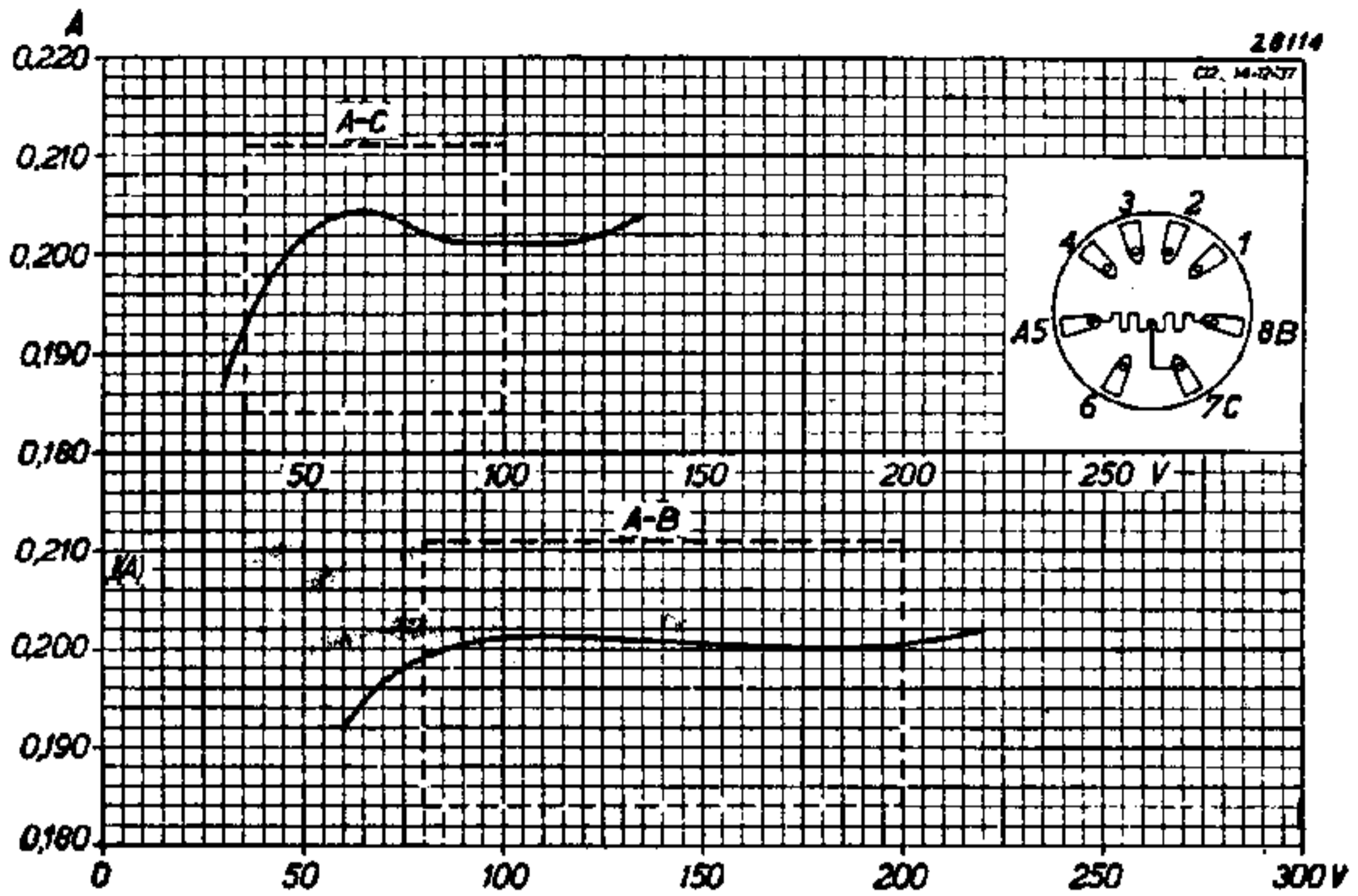


Abb. 17
Strom als Funktion der Spannung über der Röhre C 10.

Regulatorröhren



RÖHRE C 12

Abb. 18

Obere Kurve: Strom als Funktion der Spannung über dem Teil A-C des Fadens.

Untere Kurve: Strom als Funktion der Spannung über dem Teil A-B des Fadens.