

Dr. Maurer - Halberstadt
Dr. GEORG MAURER

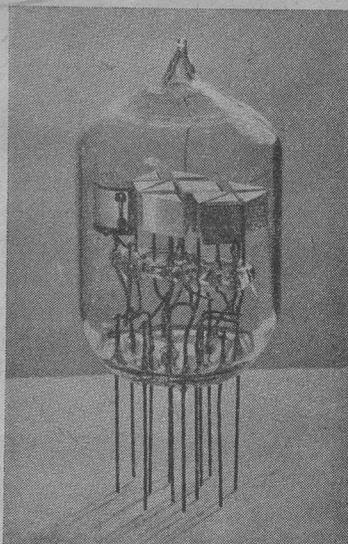
Forschungs- und Entwicklungslaboratorium für Elektronik und Elektrooptik
Röhren- und Apparatebau

(14a) KOHLBERG Krs. Nürtingen

den 8. 11. 1948.

Biologisches Institut
der Universität

(10) Halle



Vp A 11 tp 69 in $\frac{1}{10}$ nat. Größe

Nachdem es mir möglich geworden ist, die Produktion der neuartigen Sekundärelektronen-Vervielfacher aufzunehmen, stehen diese modernen Elektronenröhren jetzt in Deutschland der Forschung und Technik zur Verfügung.

Vermutlich harren auch in Ihren Laboratorien Aufgaben der Lösung, für welche die Sekundärelektronen-Vervielfacher wertvoll sein können. Ich erlaube mir deshalb, Ihnen einen einführenden Prospekt zu überreichen, und ich würde mich freuen, Ihnen damit einen Dienst erwiesen zu haben. Weiten Kreisen sind die Vervielfacher noch unbekannt und außerdem haben viele Interessenten keine Kenntnis darüber, daß diese Röhren nunmehr in Deutschland käuflich sind. Mancher Freund oder Bekannte wäre Ihnen wohl dankbar, wenn Sie mich durch Mitteilung seiner Adresse veranlassen würden, daß ich auch ihm diese Druckschrift übersenden würde.

Ihren Auftrag werde ich mit aller Sorgfalt und unter Berücksichtigung Ihrer speziellen Bedürfnisse zur Ausführung bringen, wobei ich Ihnen gerne und eingehend mit Ratschlägen zur Verfügung stehe.

Darf ich Sie um die Liebenswürdigkeit bitten, mir auch dann eine entsprechende Nachricht zukommen zu lassen, wenn Sie keine oder noch keine Verwendung für Elektronen-Vervielfacher haben?

Hochachtungsvoll

Dr. GEORG MAURER
Maurer

I. Grundsätzliches über elektrostatische Sekundärelektronen-Vervielfacher.

Elektrostatische Sekundärelektronen-Vervielfacher (SEV) sind neuartige Elektronenröhren, die freie Elektronenströme unter Ausnutzung der Erscheinung der Sekundärelektronen-Emission in spannungsmäßig hintereinander geschalteten Stufen kaskadenartig vervielfachen. Während sich die gesamte elektrostatische Vervielfachungsspannung U additiv aus den Stufen-spannungen u zusammensetzt, also $U = u_1 + u_2 + \dots + u_n$ ist, ergibt sich die Gesamtvervielfachung V multiplikativ aus den Stufenvervielfachungen v , so daß $V = v_1 \cdot v_2 \cdot \dots \cdot v_n$ ist.

So kann man in einer Röhre zu Verstärkungen primär vorhandener Ströme bis zu 100 000 000 und mehr gelangen.

Das wesentlich neue und dem Vervielfacher allein eigentümliche ist, daß er freie Elektronenströme verstärkt und zwar direkt, ohne eine Kopplung zwischen den einzelnen Verstärkungsstufen notwendig zu haben. Die aus einer Elektrode austretenden Elektronen werden durch ein elektrostatisches Feld beschleunigt und direkt der nächsten Elektrode zugeführt, wo jedes einzelne von ihnen als „Primärelektron“ in einem Stoßprozeß eine Anzahl „Sekundärelektronen“ zur Emission bringt. Diese Sekundärelektronen werden in analoger Weise der nächsten Elektrode zugeleitet. Dort wirken sie als neue „Primärelektronen“ und setzen an dieser Elektrode den Vervielfachungsvorgang in gleicher Weise fort usw. Es ist offensichtlich, daß ein solcher Verstärkungsvorgang keinen Frequenzgang kennt, solange die letzten Elektronen eines ersten Impulses vor den ersten Elektronen eines zweiten Impulses an der Endelektrode eintreffen.

Da die Elektronenlaufzeit durch den Vervielfacher kleiner als 10^{-7} Sekunden ist, verstärkt der Vervielfacher Frequenzen von 0 bis über 10^7 Hertz hinaus vollkommen gleichmäßig, und kurzzeitige Impulse werden selbst in Abständen von unter 10^{-7} Sekunden noch völlig getrennt verstärkt.

Der elementare Vervielfachungsprozeß macht ohne weiteres auch die innerhalb weiter Grenzen vorhandene Unabhängigkeit der Verstärkung von der Intensität der Ströme verständlich, die eine Proportionalität zwischen Eingangs- und Ausgangsintensität vermittelt und hohe Klirrfreiheit ergibt.

Die Abhängigkeit der Verstärkung von der Betriebsspannung erfordert deren Stabilisierung, die mit bekannten Mitteln leicht erreichbar ist.

Die wie bei allen komplexen Emissionsschichten vorhandenen kleinen Emissionsveränderungen, welche auf eine Anpassung des Gleichgewichtszustandes an die Betriebsbedingungen zurückzuführen sind, summieren sich über alle Stufen. Dies macht auch bei den Vervielfachern ein jeweiliges „Einlaufen“ bis zur Erreichung des Gleichgewichtszustandes notwendig, sofern exakte Messungen mit ihnen durchgeführt werden sollen, während die Vervielfacher natürlich in allen anderen Fällen im Einschaltmoment sofort betriebsbereit sind.

II. Der Vervielfacher Vp A 11 tp 69.

Durch die Aufnahme der Produktion von Sekundärelektronen-Vervielfachern in meinem Laboratorium sind diese neuartigen Röhren nunmehr auch in Deutschland erhältlich. Ich baue zunächst die Type VpA 11tp 69. Die Röhre arbeitet rein elektrostatisch ohne elektrische oder magnetische Hilfsfelder. Ihre Bedienung ist denkbar einfach. Das geschlossene Elektrodensystem macht sie gegen elektrische Störfelder vollkommen unempfindlich; die gute Fokussierung der Elektronenbündel führt zu einer relativ hohen Unempfindlichkeit gegen magnetische Störfelder.

Diese Röhre ist mit einer Photokathode ausgestattet und besitzt 11 Vervielfachungsstufen, die eine Gesamtverstärkung der lichtelektrischen Ströme bis zu 10^6 bzw. 10^7 ermöglichen. Die maximale Gesamtempfindlichkeit für Licht von 2360° K beträgt etwa 10 Ampere/Lumen.

Der zulässige Endstrom ist im Dauerbetrieb 0,5 mA; bei Stoßbelastung mit kurzzeitigen Impulsen kann bis zu 10 mA gegangen werden. Der Leistungsbedarf ist kleiner als ein Watt.

Diese Vervielfachertype kann mit verschieden empfindlicher Photokathode geliefert werden:

Photokathode e besitzt hohe Empfindlichkeit im ultraroten Spektralbereich. Ihre langwellige Grenze liegt zwischen 1300 und 1400 $m\mu$; ihr langwelliges selektives Empfindlichkeitsmaximum befindet sich bei 750–800 $m\mu$. Die mögliche Gesamtvervielfachung beträgt 10^5 – 10^6 . Höheren Verstärkungen setzt die thermische Emission eine Grenze.

Photokathode c hat im blauen und nahen ultravioletten Teil des Spektrums ähnlich hohe Empfindlichkeit wie die Photokathode e, während die Empfindlichkeit im Rot sehr

Preise: Ungesockelte Ausführung	170.— DM
Gesockelte Ausführung	DM
Mit Schutzhaube	DM
Rabattsätze 5—10 Stück	10%
11—20 Stück	15%

III. Anwendungen der Vervielfacher mit Photokathode.

Die Vervielfacher mit Photokathode sind überall dort anwendbar, wo bisher Photozelle und Verstärker notwendig waren. Darüber hinaus werden die Vervielfacher aber auch zahlreiche andere Gebiete erschließen.

Von besonderer Bedeutung ist es, daß ein ganz beliebiger Photovervielfacher alle dem Eintrittslicht eingepprägten Veränderungen, gleichgültig, ob sie schnell ablaufen oder langsam, ob sie periodisch sind oder nicht, völlig proportional in einen hochverstärkten elektrischen Photostrom umwandelt. So stellt der Vervielfacher also einen lichtelektrischen Umformer dar, der zugleich und ohne jede zusätzliche schaltungstechnische Maßnahme die Funktion sowohl eines Gleichstromverstärkers als auch eines Wechselstromverstärkers für eine Bandbreite von 0— 10^8 Hertz übernimmt. Dabei bleibt die spezielle Form des Wechselstroms innerhalb weiter Grenzen erhalten.

Eine zweite, sehr beachtliche Eigenschaft der Vervielfacher mit Photokathode ist der völlige Wegfall des Widerstandsräuschens am Verstärkereingang, so daß der Störpegel bei normalen Betriebsbedingungen nur aus dem thermischen Nullstrom und dem Schroteffekt des Signalstromes besteht. Sofern eine Photokathode verwendet werden kann, deren langwellige Empfindlichkeitsgrenze in der Mitte des sichtbaren Spektralgebietes oder gar im Blau liegt, ist überdies der thermische Nullstrom außerordentlich klein. Die Empfindlichkeitsschwelle für Lichtsignale die im wesentlichen durch das Verhältnis Signal zu Störpegel bestimmt wird, ist dann um mehrere Zehnerpotenzen niedriger als bei der Kombination Photozelle plus Verstärker. Wird der Vervielfacher in besonderen Fällen noch gekühlt, so lassen sich extrem kleine Werte der thermischen Emission erreichen. Einzelne Elek-

tronen, die von der Photokathode emittiert werden, können dann beobachtet werden. Bei 10^6 -facher Vervielfachung kommen in diesem Falle in weniger als 10^{-7} Sekunden 10^6 Elektronen in der Endelektrode an. Dies entspricht einem kurzzeitigen Stromimpuls von 10^{-6} Amp.!

Photovervielfacher können unter drei Gesichtspunkten eingesetzt werden:

1. Zur Ausnutzung primärer oder sekundärer Lichtquellen, sei es, um den zeitlichen Ablauf des Lichtvorganges zu beobachten oder zu registrieren, oder aber um andere Vorgänge mit der Lichtquelle zu koppeln, wie etwa das Einschalten oder Ausschalten von Lampen, Motoren, Signalanlagen usw.

Beispiele:

Photometer

selbsttätige Dämmerungsschalter

Feuerschutzanlagen

Beobachtung langsam oder schnell ablaufender optischer Vorgänge

Geräte für Lichtsummenmessung.

2. Zur Beobachtung von Zuständen oder Vorgängen, die zunächst mit Licht nichts zu tun haben, wobei aber Licht als Hilfsmittel zur Abtastung des Zustandes oder des Vorganges benutzt wird.

Beispiele:

Durchlässigkeits- und Reflexionszustände

Trübung von festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern

Tonfilmübertragung

Lichtschraken für Raumschutzanlagen

für Ingangsetzung oder Abschaltung von Motoren oder Geräten

für Zählrichtungen

für Schaufensterreklame u. a.

optische Längen- und Dickenmeßgeräte

Messung der Größe regelmäßig oder unregelmäßig geformter Löcher

Lichttelefonie

Nebel- und Dunstgeräte

Steuerung von Maschinen nach Zeichnungen oder Schablonen.

5. Zur Erzeugung von Strom- oder Spannungs-Impulsen bzw. -Impulsfolgen, deren Form und zeitliche Folge nach Belieben gestaltet werden kann, indem der Lichtstrom einer geeigneten Lichtquelle auf seinem Weg zum Vervielfacher entsprechend moduliert wird.

Dies kann z. B. durch eine Schlitzscheibe geschehen, die vor einer dem gewünschten Impuls nachgebildeten Blende rotiert, durch mechanisch bewegte Spalte, durch Polarisationsfilter und Drehung der Polarisationssebene, durch bewegte Reflektoren, durch Schlierenbildung usw.

Beispiele:

Medizinische Elektrotherapie der Arsonvalisation und Faradisation

Zeitablenkung beliebiger Form und Geschwindigkeit, etwa für Braunsche Röhren

Meßgeneratoren, insbesondere für langsame Schwingungen

Erzeugung von Schall- und Ultraschall-Impulsen.

Die angeführten Beispiele geben nur eine Auswahl, um die vielfältigen Möglichkeiten für die Anwendung der Photovervielfacher aufzuzeigen. Zweifellos sind in Wissenschaft und Technik zahlreiche Aufgaben vorhanden, für deren Lösung sich die Vervielfacher als ein neues und wertvolles Hilfsmittel erweisen werden.

Dr. GEORG MAURER
Forschungs- u. Entwicklungslaboratorium
für Elektronik und Elektrooptik
Röhren- und Apparatebau
⑭ KOHLBERG KREIS NÜRTINGEN

Herrn
Prof. Dr. P a l m e
Institut f. Exp. Pathologie
der Universität Halle/S.

(21a) H a l l e / Saale.
Magdeburgerstr. 22a

Zeichen und Datum Ihres Schreibens Tgb. Nr. 381 Pa/Me.
3.2.49

Zeichen und Datum Ma/Ga. 10.2.49

Es wird mich freuen, von Ihnen zu hören, wenn die Röhren gut bei Ihnen eingetroffen sein werden.

Für Ihre Bemühungen hinsichtlich der Zahlungsabwicklung danke ich Ihnen. Hoffen wir, dass es klappt. Die derzeitigen üblen Verhältnisse bedaure ich sehr.

Das gewünschte Schaltbild lege ich Ihnen bei und zwar als Handskizze, da ich von dieser neuesten Type NG 34 noch keine Lichtpausen habe. Das Gerät ist sehr gut, Sie müssen sich aber ziemlich genau an die Daten halten, da sonst die eine oder die andere Reihe von Glättungsröhren erlischt. Man kann auch gleichzeitig 2 Vervielfacher aus dem Netzgerät betreiben, wenn Sie zu dem Ohmschen Spannungsteiler einen zweiten parallel legen und die Widerstandswerte jedes dieser beiden Spannungsteiler doppelt so hoch wählen. Dann ändert sich an den übrigen Daten des Gerätes nichts.

Den gewünschten Sonderdruck kann ich Ihnen leider nicht zur Verfügung stellen, da ich selbst nur noch mein Manuskript besitze. In Bälde wird aber ein Aufsatz in der Zeitschrift "Das Elektron" in Wissenschaft und Technik" erscheinen, der sich auch kurz mit solchen Berechnungen befasst. Sollte dies nicht ausreichend sein, so werde ich Ihnen auf Wunsch gegebenenfalls eine Abschrift meiner Publikation im Archiv f. Elektrotechnik anfertigen lassen. Sie werden eine solche aber vermutlich nach dem angekündigten Aufsatz nicht mehr benötigen, da die Handhabung der Vervielfacher ebenso wie die Berechnungen an Hand der von mir im Archiv für Elektrotechnik vorgeschlagenen Vervielfacherkennlinie $\log V = f(U)$ ausserordentlich einfach sind.

Für Ihre Arbeiten wünsche ich Ihnen besten Erfolg. Sofern es sich bei der Messung der Sauerstoffsättigung am Menschen um die spektrale Beobachtung der Hämoglobinbanden und deren Umwandlung handeln sollte, werden Sie diese Untersuchung am besten mit Vervielfacher e durchführen. Wohl ist Kathode e empfindlicher, aber ihr thermischer Störpegel wird bei den vermutlich vorliegenden geringen Lichtintensitäten zu hoch liegen.

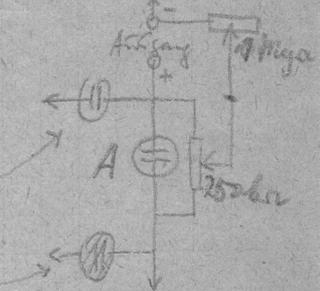
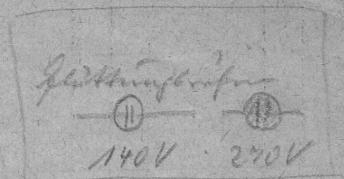
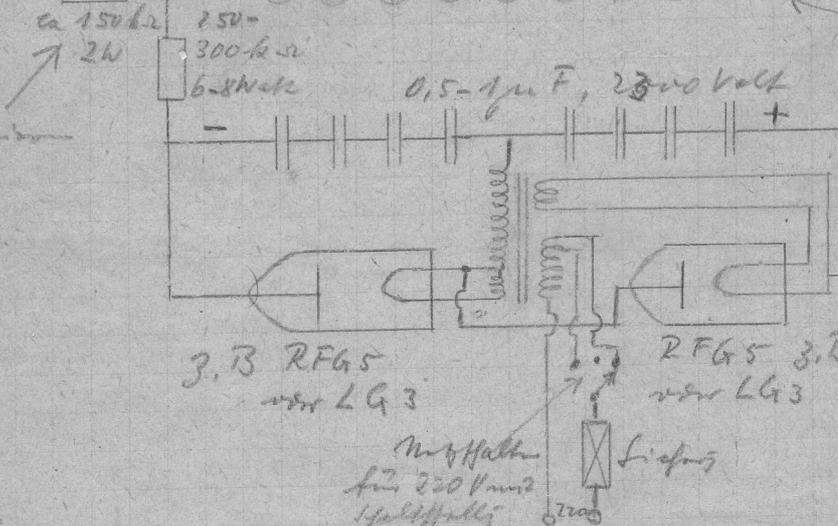
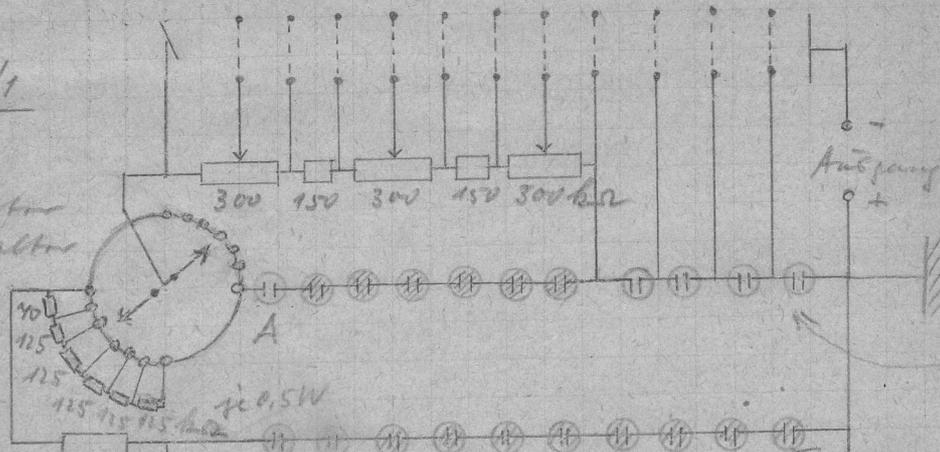
Ich begrüße Sie .

hochachtungsvoll
Dr. GEORG MAURER

Maurer.

NG 34/1

*Doppeltrichter
Hochspannungsfalter*



*Stabilität
Kontrollschaltung
Zusatz, wobei
für Glättungs-
röhre A auf
den Minuspol
des Primärs
vergeschaltet
ist, welche für
die Transparenz
Nebenspannung
verwendet wird.*

490209.

*Netzhalter
für 220V
Hochspannung
für 200V bei höheren Netzspannungen.*

Dr. GEORG MAURER

Forschungs- u. Entwicklungslaboratorium
für Elektronik und Elektrooptik
Röhren- und Apparatebau

Ⓛ KOHLBERG KREIS NÜRTINGEN

Zeichen und Datum Ihres Schreibens

Tgb.Nr. 326/48 Pa/Br. 7.1.49

Zeichen und Datum Ma/Ga.18.1.1949

Herrn Professor P a l m e

Institut für Exp.Pathologie
der Universität

H a l l e / Saale.

Magdeburgerstrasse 22a

Bitte nehmen Sie von beiliegendem Durchschlag einer Karte an Frau Bretschneider Kenntnis.

Die Vervielfäch~~er~~er sind in 2 Tagen in den Händen des Herrn Steinhoff. Meine Rechnung vom 6.1.49 mit dem entsprechenden Vermerk und mein Brief vom 13.1.49 werden inzwischen bei Ihnen eingetroffen sein.

Die technischen Daten der Vervielfacher können Sie aus den ~~Kenn~~linien meines Prospektes ersehen. Die dort zu entnehmenden Vervielfachungsspannungen U sind auf die 11 Vervielfachungsstufen aufzuteilen. Bei nicht optimaler Aufteilung - die den Besonderheiten der Elektronenoptik des Systems angepasst ist - benötigen Sie eine etwas höhere Spannung. Hinzu kommt die Spannung der Endstufe, die zweckmässig konstant mit ca. 140 Volt gewählt wird.

Auf Wunsch übersende ich Ihnen das Schaltbild eines einfach oder doppelt stabilisierten Netzgerätes, wie ich sie her/stelle, zum Nachbau. Wenn Sie Wert auf höchste Konstanz der Vervielfachung legen müssen, ist das zweite empfehlenswerter; das erste ist etwas einfacher.

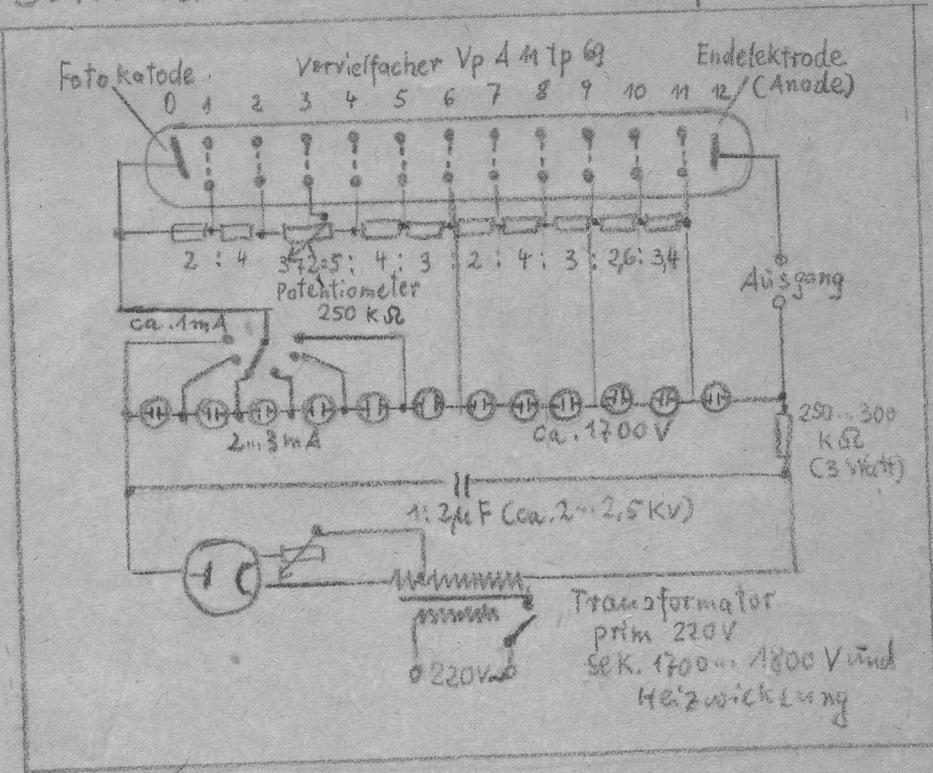
Wenn Sie über irgend etwas darüber Hinausgehendes gerne Bescheid haben möchten, so stellen Sie doch bitte präzise Fragen, die ich Ihnen gerne beantworte. Andernfalls schreibe ich vielleicht Dinge, die Sie wissen und umgekehrt.

Hochachtungsvoll!

Dr. GEORG MAURER

Maurer

Sekundärelektronen-Vervielfacher



Quelle: Funktechnik Nr. 1/(1949)S 44 Berlin