

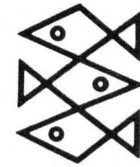
John

Stempelo.

u

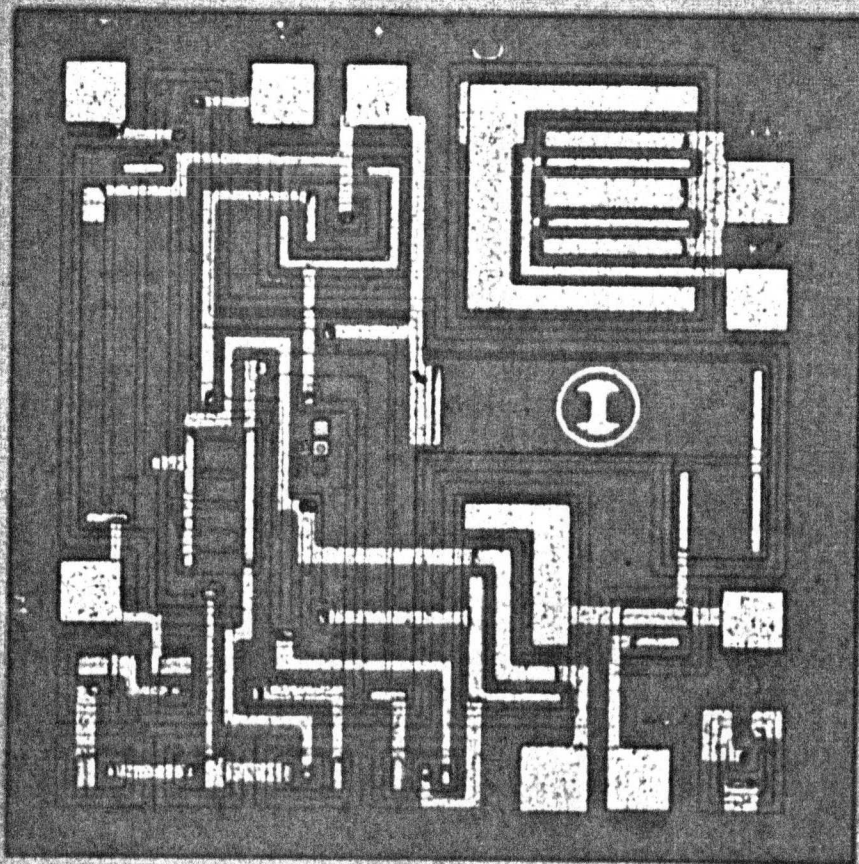


Bücher des Wissens



# Einführung in die Elektronik

Herausgegeben von Jean Pütz





### 3. Der Elektronenstrahl-Oszillograph

#### Unsichtbares wird sichtbar

Die Vorgänge in elektronischen Schaltungen sind dem direkten Einblick durch den Menschen entzogen. Es hat sehr lange gedauert, bis es den Wissenschaftlern gelang, die Gesetzmäßigkeiten der Elektrizität systematisch zu erfassen und zu beherrschen.

Die Voraussetzung zur Beherrschung der Elektrizität war, daß das prinzipiell Unsichtbare sichtbar gemacht wurde. Zu diesem Zweck entwickelte man elektrische und elektronische Meßinstrumente, in denen die bekannten Wirkungen der ruhenden oder der bewegten elektrischen Ladungen ausgenutzt werden.

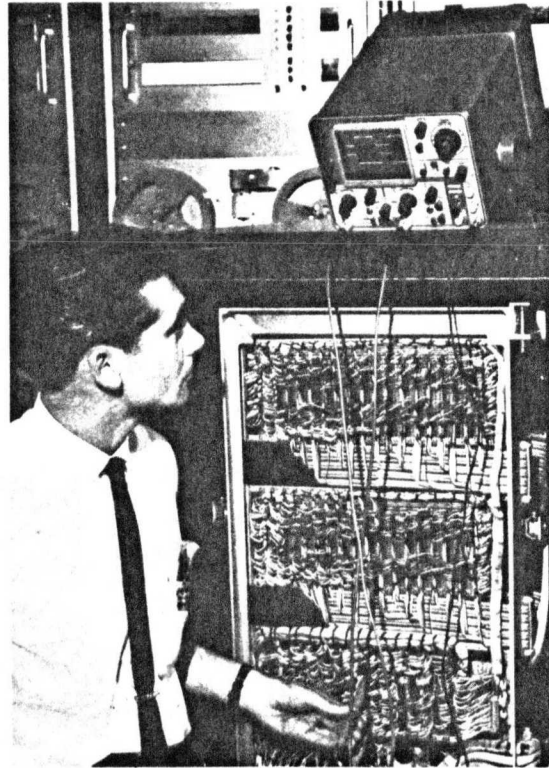


Abb. 1



Im Laufe der Zeit wurden für die verschiedensten Anwendungsfälle sehr unterschiedliche Meßinstrumente konstruiert. So findet man im Meßgerätepark eines Elektroniklabors neben den relativ einfachen Vielfachmeßinstrumenten hochwertige und hochgezüchtete Oszillographen.

Besonders der Oszillograph ist zum unentbehrlichen Hilfsmittel des Elektroniklers geworden. Mit Oszillographen lassen sich auch schnellste Vorgänge in Elektronikschaltungen verfolgen (Abb. 1).

### Von der Trägheit elektrischer und elektronischer Meßinstrumente

Es ist bekannt, daß wir den Steckdosen unserer Hausinstallation elektrischen Wechselstrom entnehmen; einen Strom also, der im Rhythmus der Frequenz ständig seine Richtung und seine Stärke verändert.

Beim Betrieb unserer Haushaltsgeräte bemerken wir kaum etwas von diesen zeitlichen Veränderungen. Schließen wir z. B. eine Glühlampe an eine Wechselspannungsquelle an, so sehen wir wegen der Trägheit unserer Augen nichts von den Helligkeitsschwankungen in der Lampe.

Ein an die Steckdose angeschlossenes Vielfachmeßinstrument zeigt einen konstanten sogenannten *effektiven Wert* an. Die Trägheit des Meßwerks ist so groß, daß es den periodischen Vorgängen im Stromkreis nicht folgen kann (Abb. 2).

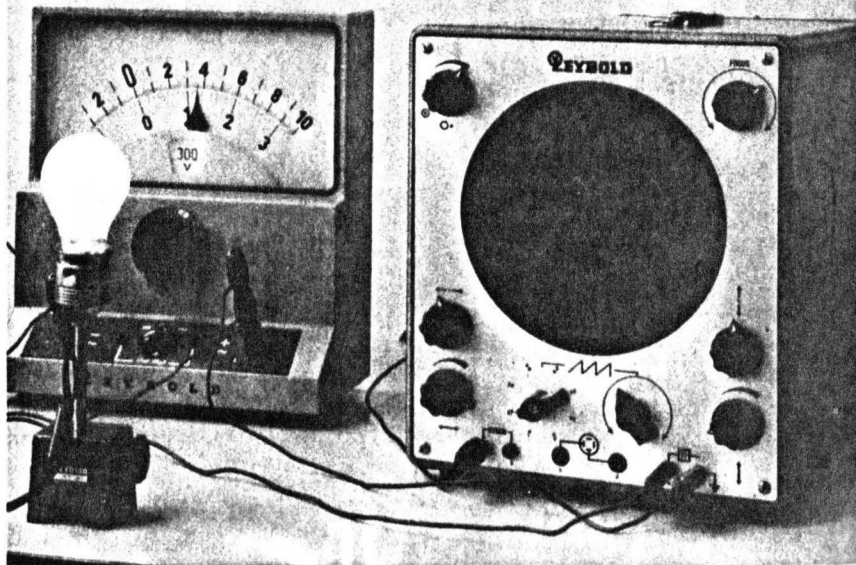


Abb. 2

Schließt man nun parallel zu dem Vielfachmeßinstrument einen Elektronenstrahl-Oszillographen an, so zeigt er uns den tatsächlichen Verlauf der elektrischen Vorgänge im Stromkreis.

Für schnelle und schnellste elektronische Vorgänge ist die Mechanik von Vielfachmeßinstrumenten zu träge. Hier helfen nur die superschnellen Elektronen eines Elektronenstrahl-Oszillographen weiter. Ein solches Gerät zeigt jede noch so geringe und schnelle Veränderung der elektrischen Vorgänge als Leuchtspur auf dem Oszillographenschirm.

### Elektronen entfliehen der Elektrode

Die Leuchtspur auf dem Oszillographenschirm wird durch Aufprall der Elektronen erzeugt. Immer dann, wenn Elektronen mit hoher Geschwindigkeit auf die Atome der Leuchtschicht auftreffen, wird ein Lichtblitz frei (Abb. 3).

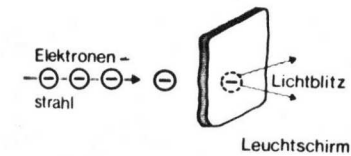


Abb. 3

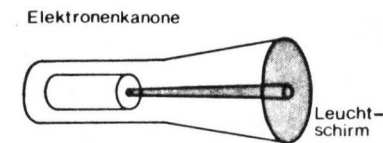


Abb. 4

Wie bringt man aber Elektronen auf eine so hohe Geschwindigkeit, daß sie beim Aufprall auf dem Leuchtschirm eine Leuchtspur erzeugen können?

Die Elektronen werden aus einer Elektronenkanone (Abb. 4) auf die Leuchtschicht gejagt. Wie eine solche Elektronenkanone aufgebaut ist und wie sie funktioniert, wollen wir nun Schritt für Schritt kennenlernen.

In *Abbildung 5* ist ein Glaskolben mit zwei Elektroden dargestellt. Wir nehmen an, daß der Glaskolben luftleer gepumpt ist, also keine Luftmoleküle mehr enthält. Beide Elektroden befinden sich zunächst auf Zimmertemperatur. Die linke Elektrode enthält einen elektrischen Heizwendel, der von der eigentlichen Elektrode elektrisch isoliert ist. Wird der Heizwendel von einem Strom durchflossen, so wird die Elektrode sehr stark erwärmt (Abb. 6).

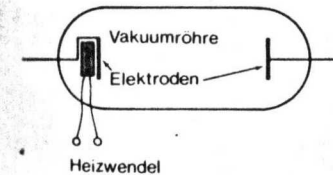


Abb. 5

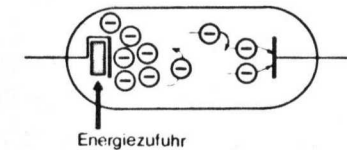


Abb. 6

Durch die Energiezufuhr geraten die Metallionen und die freien Elektronen der beheizten Elektrode in starke Schwingungen. Die thermische Bewegung der sehr leichten Elektronen wird so heftig, daß einige von ihnen den Metall-



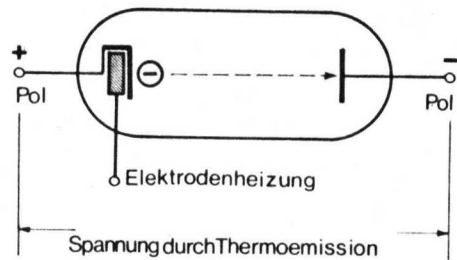


Abb. 7

verband verlassen und in das Vakuum eintreten. Dieser Vorgang des Heraus-tretens der Elektronen aus der Elektrode wird *thermische Elektronenemission* genannt.

Die herausgeschleuderten Elektronen bilden um die beheizte Elektrode eine Elektronenwolke. Vereinzelt Elektronen erreichen eine derart hohe Geschwindigkeit, daß sie bis zur gegenüberliegenden unbeheizten Elektrode hinüberfliegen und sich dort anlagern (Abb. 6).

Durch Anlagerung negativer Ladungen wird die kalte Elektrode elektrisch negativ wirksam, während die beheizte Elektrode durch den Elektronenverlust positiv wirksam wird (Abb. 7).

Als Folge der Elektronenemission ist zwischen den beiden Elektroden eine elektrische Spannung entstanden.

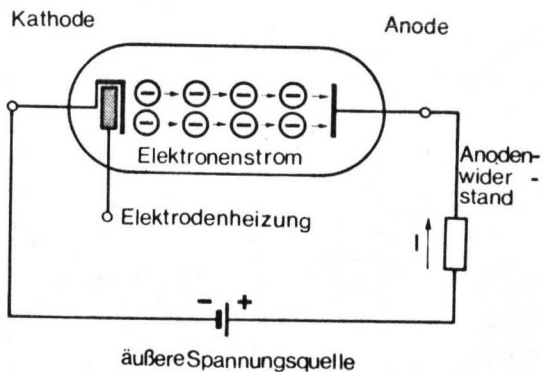


Abb. 8

### Elektronen werden beschleunigt

Technisch interessant wird die Zweielektrodenröhre dann, wenn man eine äußere Spannungsquelle aufschaltet (Abb. 8).

Wir verbinden die beheizte Elektrode mit dem negativen Pol der Spannungsquelle und die kalte Elektrode mit ihrem Pluspol. Die beheizte Elektrode, die durch das Aufschalten des Minuspols der Spannungsquelle negativ geworden ist, nennt man *Kathode*, die kalte Elektrode, die durch Verbindung mit dem Pluspol positiv wirksam ist, nennt man *Anode*. Die aus der beheizten Kathode

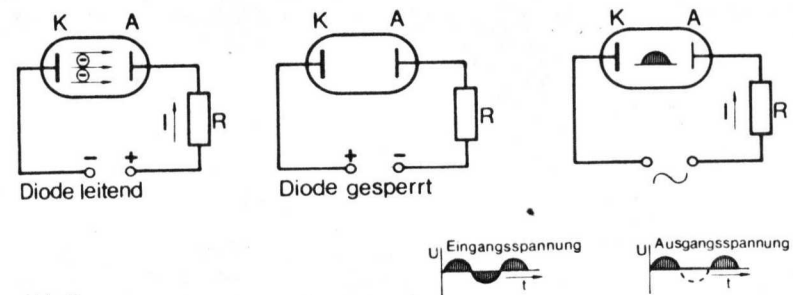


Abb. 9

emittierenden Elektronen werden von ihr abgestoßen und von der positiven Anode aufgesaugt. Über den zwischen Anode und Pluspol der Spannungsquelle liegenden Anodenwiderstand fließt ein starker Anodenstrom (Abb. 9).

Die hier gezeigte Anordnung spielte früher in der Elektronik eine bedeutende Rolle. Legt man nämlich an die Kathode den Pluspol und an die Anode den Minuspol der Spannungsquelle, so sperrt die Röhre: der Elektronenstrom wird unterdrückt. Gibt man nun eine Wechsellspannung auf die Röhre, so wird nur jede zweite Halbwelle durchgelassen. Die Zweielektrodenröhre ließ sich also bis zum Vordringen der Halbleiterdioden als Gleichrichterröhre verwenden. Wir interessieren uns hier jedoch nicht für diesen Gleichrichtereffekt, sondern für die Tatsache, daß emittierte Elektronen zum Pluspol hin beschleunigt werden.

Unsere Problemstellung ist: wir suchen einen Weg, wie man einen Elektronenstrahl erzeugen kann, der auf dem Leuchtschirm einen Lichteindruck hervorruft.

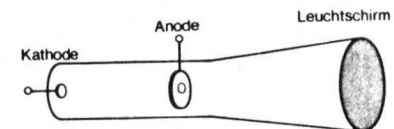


Abb. 10

In *Abbildung 10* haben wir es wieder mit einer Hochvakuum-Zweielektrodenröhre zu tun, die sich hier aber in einer abgeänderten Form vorstellt. Im linken, langen schlanken Hals der Röhre befinden sich die beiden Elektroden; auf der rechten Seite, am Abschluß des erweiterten Teils des Glaskolbens der Leuchtschirm. Die Kathode ist wiederum indirekt beheizbar. Die Anode hat zum Unterschied zur Hochvakuum-Diode in der Mitte eine Öffnung, durch die die Elektronen hindurchfliegen können (Abb. 11).

Legt man die Kathode auf den mit Masse verbundenen Minuspol und die

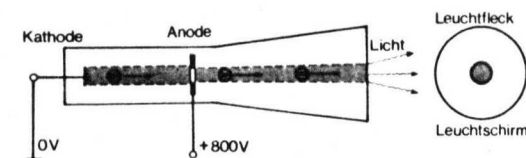


Abb. 11



Anode an den positiven Pol einer Spannungsquelle, so beträgt das Potential der Kathode 0 Volt, das der Anode in unserem Beispiel + 800 Volt gegen Masse.

Unter dem Einfluß des hohen positiven Potentials der Anode werden die aus der beheizten Kathode emittierenden Elektronen beschleunigt und zur Anode hin angezogen.

Während ein geringer Teil der beschleunigten Elektronen auf die Oberfläche der Anode trifft und von dort zur Spannungsquelle hin abfließt, wird ein größerer Teil durch die Öffnung der Anode fliegen und auf die mit einer Leuchtschicht versehene Stirnfläche der Röhre prallen, wo sie einen Leuchtfleck erzeugen.

Die Geschwindigkeit, die die Elektronen bis zum Auftreffen auf dem Schirm erhalten, ist wesentlich größer als die Geschwindigkeit der Elektronen in einem Leitungsdraht. Da die Elektronen im Vakuum nicht abgebremst werden, wird außerdem ihre Geschwindigkeit unter dem Einfluß der zwischen den Elektroden liegenden Spannung mit fortlaufender Bewegung stetig größer. Die Endgeschwindigkeit läßt sich nach der Formel

$$v = 593 \sqrt{U}$$

berechnen.

Beträgt die Spannung 1 V, so ergibt sich die Elektronengeschwindigkeit  $v = 593$  km/sec. In unserem Beispiel erzielen wir eine Elektronengeschwindigkeit von

$$v = 593 \sqrt{800} \text{ km/sec,}$$

$$v = 16\,800 \text{ km/sec.}$$

Erhöht man die Beschleunigungsspannung, so erhöht sich die Aufprallgeschwindigkeit der Elektronen ebenfalls. Je höher die Aufprallgeschwindigkeit wird, um so höher wird auch die Aufprallenergie der Elektronen.

Durch Veränderung der Beschleunigungsspannung läßt sich die Helligkeit des Leuchtflecks auf dem Oszillographenschirm beeinflussen.

### Helligkeitssteuerung durch Hilfselektrode

Die Helligkeit des Leuchtschirmflecks kann aber noch auf andere Weise beeinflusst werden.

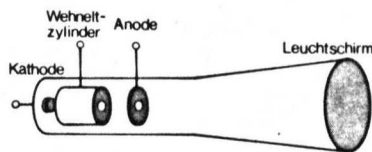


Abb. 12

Die in *Abbildung 12* dargestellte Elektronenstrahlröhre besitzt drei Elektroden: die Anode, die Kathode und eine dritte, zylinderförmige Elektrode, die wegen ihrer Form und nach ihrem Erfinder *Wehneltzylinder* genannt wird.

Legt man den Wehneltzylinder auf ein gegenüber der Kathode negatives Potential (*Abb. 13*), so verursacht diese negativ geladene Hilfelektrode eine ab-

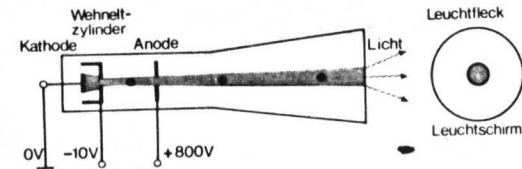


Abb. 13

stoßende Wirkung auf die zur Anode hin beschleunigten Elektronen. Ein Teil der Elektronen wird zurückgedrängt.

Durch Veränderung des negativen Potentials des Wehneltzylinders kann der Elektronenstrahl in seiner Intensität nach Belieben beeinflusst werden. Auch auf diesem Wege ist die Helligkeit des Leuchtflecks auf dem Oszillographenschirm beeinflussbar.

Bei Erreichen des sogenannten Sperrpotentials (*Abb. 14*), das bei den gebräuchlichen Strahlröhren zwischen  $-30$  V und  $-100$  V gegenüber der Kathode liegt, wird der Elektronenstrahl völlig unterdrückt. Diese *Strahlunterdrückung* wird beim Betrieb von Elektronenstrahl-Oszillographen dann nötig, wenn unerwünschte Leuchtschirmflecken auf dem Schirm vermieden werden sollen.

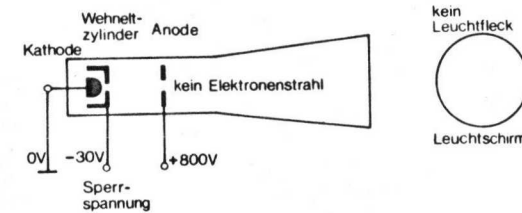


Abb. 14

### Wie man den Elektronenstrahl bündelt

Der mit der Dreielektrodenkanone erzeugte Leuchtfleck erfüllt nicht die Forderung der Praktiker nach guter Punktabbildungsschärfe. Der Elektronenstrahl ist nicht gebündelt; er erzeugt deshalb einen relativ großen, unscharfen Leuchtfleck. Das Oszillographenbild soll jedoch hell und sehr konturenscharf sein. Um dies zu erreichen, muß der Elektronenstrahl gebündelt werden.

Zur Bündelung des Elektronenstrahls fügt man eine weitere zylinderförmige Hilfelektrode zwischen Wehneltzylinder und Anode. Diese zweite Hilfelektrode wird mit einem positiven Potential beschaltet, das jedoch deutlich unter dem der Anode liegt (*Abb. 15*).

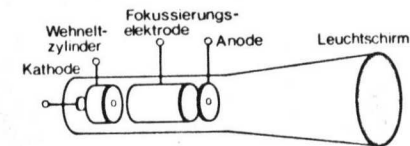


Abb. 15

Die positive Hilfelektrode, auch *Fokussierelektrode* genannt, bildet in Verbindung mit der Anode ein System, das dem einer optischen Sammellinse



ähnlich ist. Im gemeinsamen elektrischen Feld beider Elektroden werden die Elektronen gebündelt. Dieser gebündelte Elektronenstrahl erzeugt auf dem Leuchtschirm einen scharfen Leuchtpunkt. Der Leuchtfleck kann in gleicher Weise scharf eingestellt werden, wie z. B. der zu fotografierende Gegenstand auf der Mattscheibe einer Spiegelreflexkamera (Abb. 16). Zu diesem Zweck verändert man die Spannung an der Fokussierelektrode und somit den konzentrierenden Einfluß der Elektronen-Optik auf den Elektronenstrahl.

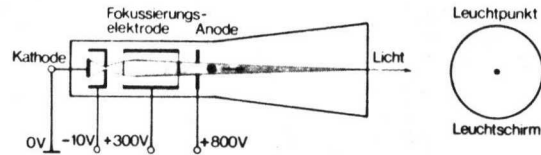


Abb. 16

### Der Elektronenstrahl wird aus seiner Bahn gelenkt

Wir wissen nun, wie eine Elektronenkanone im Prinzip funktioniert. Mit Hilfe des beschriebenen Elektrodensystems gelingt es, einen scharfen, in seiner Helligkeit steuerbaren Leuchtfleck zu erzeugen.

Noch befindet sich dieser Leuchtfleck unbeweglich auf der Mitte des Leuchtschirms. Um nun auf dem Schirm einen Linienzug schreiben zu können, braucht man zusätzliche Einrichtungen, die den Elektronenstrahl nach den Seiten hin ablenken.

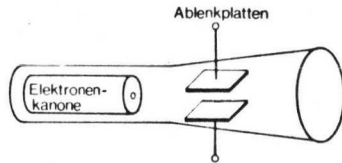


Abb. 17

In Abbildung 17 werden die Elektroden der Elektronenkanone zu einer Baueinheit zusammengefaßt. Zwischen der Austrittsöffnung der Elektronenkanone und dem Leuchtschirm sind zwei waagerechte, untereinander parallelliegende Hilfelektroden, sogenannte Ablenkplatten eingebracht.

In Abbildung 18 a sind die Ablenkplatten spannungslos; der von der Elektronenkanone ausgehende Elektronenstrahl findet unbeeinflusst seinen Weg zur Mitte des Leuchtschirms. Jetzt legen wir die Ablenkplatten an eine Steuerspannung (Abb. 18 b); die obere Platte ist mit dem Pluspol, die untere mit dem Minuspol der Steuerspannungsquelle verbunden. Da die Elektronen des Elektronenstrahls, die selbst negativ geladen sind, von der positiv geladenen Ablenkplatte angezogen und von der negativen Ablenkplatte abgestoßen werden, werden sie aus ihrem ursprünglichen Weg nach oben hin abgedrängt. Der Leuchtpunkt liegt oberhalb der Schirmmitte.

Jetzt polen wir die Steuerspannungsquelle an den Ablenkplatten um. Die auf den Elektronenstrahl ausgeübte Wirkung der Ablenkplatten verursacht eine Strahlablenkung nach unten (Abb. 19).

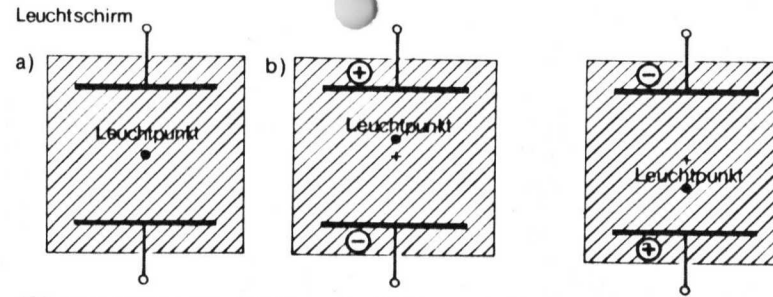


Abb. 18 u. 19 Vertikale Ablenkung des Elektronenstrahls

Wir sehen, daß man mit Hilfe einer Steuerspannung an den Ablenkplatten eine vertikale Verschiebung des Elektronenstrahls erzielt (Abb. 20). Verändert man die Höhe der Ablenkspannung, so verändert man damit das Maß der vertikalen Strahlverschiebung.

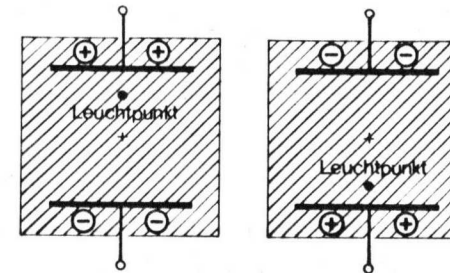


Abb. 20 Vertikale Ablenkung des Elektronenstrahls

Nachdem es uns gelungen ist, den Elektronenstrahl in vertikaler Richtung zu verschieben, liegt es nahe, durch das Einbringen zweier weiterer Ablenkplatten auch eine horizontale Verschiebung zu ermöglichen. In Abbildung 21 haben

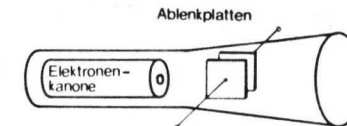


Abb. 21

wir zwei senkrechte, zueinander parallele Ablenkplatten in die Elektronenstrahlröhre eingebaut. Die horizontale Ablenkung des Elektronenstrahls erfolgt analog zu unseren bisherigen Überlegungen. Auch hier kann das Maß an Verschiebung durch die Wahl der Ablenkspannung bestimmt werden (Abb. 22).

### Der Elektronenstrahl wird gleichzeitig horizontal und vertikal abgelenkt

Bringt man beide Ablenkssysteme in eine Oszillographenröhre ein, so läßt sich der Elektronenstrahl nach allen Seiten hin ablenken (Abb. 23). Man kann sich



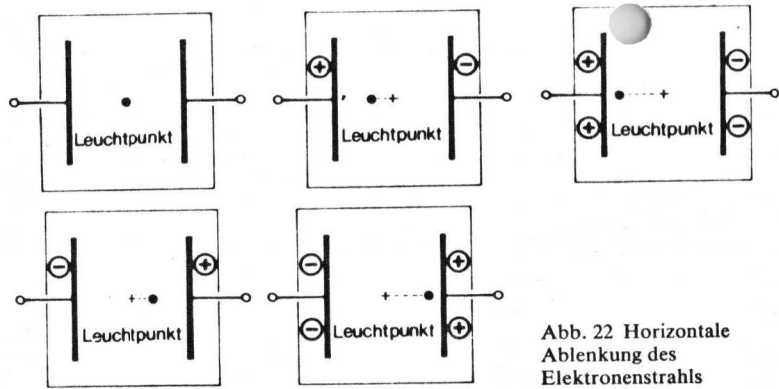


Abb. 22 Horizontale Ablenkung des Elektronenstrahls

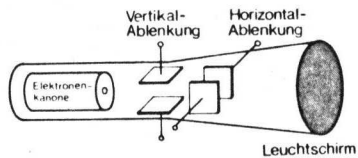


Abb. 23

diese Strahlableitung aus zwei Ablenkkomponenten zusammengesetzt denken, so wie man sich in der Mathematik die Verschiebung eines Punktes im kartesischen Koordinatensystem als geometrische Summe einer Bewegung in X-Richtung und einer Bewegung in Y-Richtung vorstellen kann (Abb. 24). Die horizontale Achse des kartesischen Koordinatensystems wird X-Achse, die vertikale Achse dagegen Y-Achse genannt.

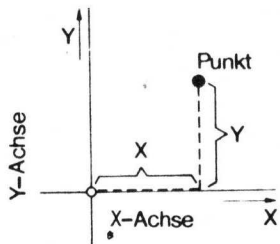


Abb. 24 Verschiebung eines Punktes im kartesischen Koordinatensystem

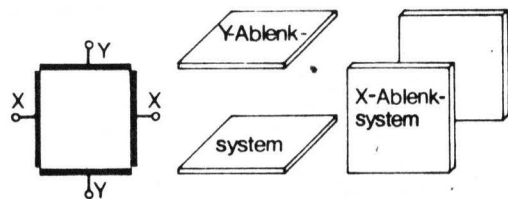


Abb. 25 X- und Y-Ablenksysteme

Analog zu der Achsenbezeichnung der Mathematik werden die Horizontal-Ablenkplatten des Oszillographen *X-Ablenk-system*, die Vertikal-Ablenkplatten *Y-Ablenk-system* genannt (Abb. 25).

Wie die resultierende Strahlableitung für verschiedene Ablenkspannungskombinationen aussieht, zeigt Abbildung 26. Die Zeichen  $\oplus$  und  $\ominus$  deuten die Potentiale der betroffenen Ablenkplatten an. Trägt eine Platte zwei dieser Zeichen, so sei damit vereinbart, daß das Ablenkpotential doppelt so hoch sei.

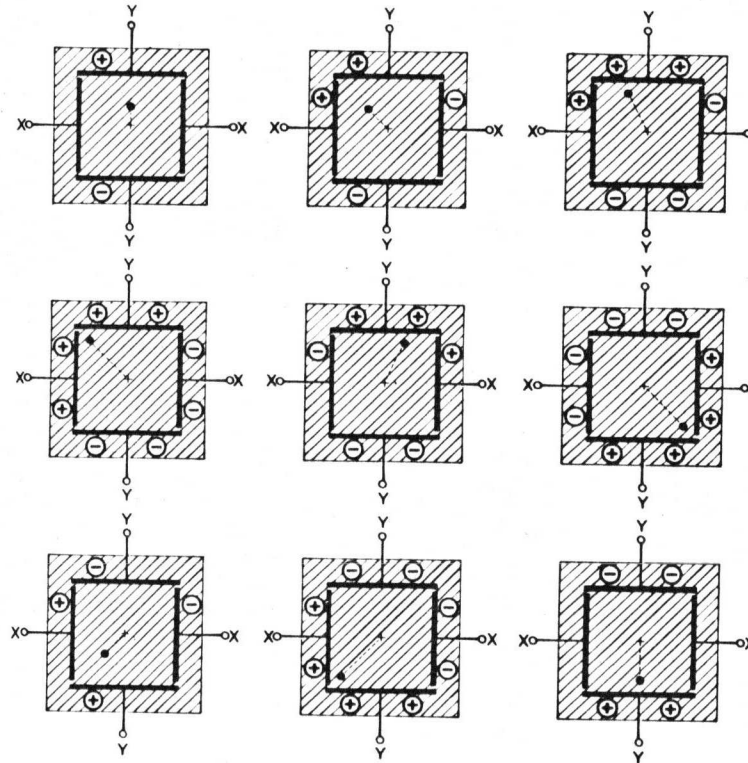


Abb. 26 Horizontale und zugleich vertikale Ablenkung des Elektronenstrahls

### Die Elektronenkanone mit zusätzlicher Nachbeschleunigung

Hochwertige Oszillographenröhren sind aus verschiedenen Gründen noch um einiges komplizierter konstruiert als unsere hier vorgestellte Version. Prinzipiell möchte man ein helles und scharfes Schirmbild. Die zur Strahlableitung benötigte Ablenkspannung soll möglichst klein sein. Zur Erzielung eines hellen Schirmbildes benötigt man eine hohe Elektronengeschwindigkeit und somit eine hohe Beschleunigungsspannung.

Ist die Geschwindigkeit der Elektronen nach Verlassen der Anode sehr hoch, so durchfliegen sie rasch den Wirkbereich der Ablenkplatten. Die Ablenkwirkung der Platten ist gering. Will man eine große Ablenkung des Elektronenstrahls erzielen, so ergeben sich dafür zwei Möglichkeiten:

- die Ablenkspannung muß erhöht werden,
- die Elektronengeschwindigkeit muß relativ klein sein.

In der Praxis wählt man den letzteren Weg. Nach Verlassen der Elektronenkanone besitzen die Elektronen eine relativ geringe Geschwindigkeit. Bereits kleine Ablenkspannungen verursachen eine hohe vertikale bzw. horizontale Ablenkung (Abb. 27).

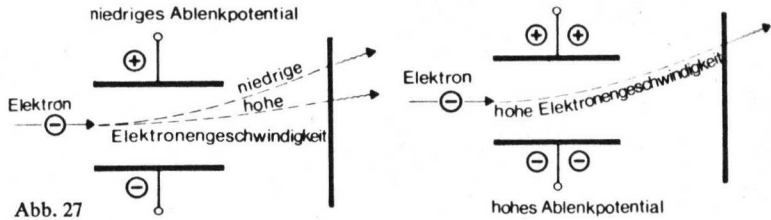


Abb. 27

Damit die Elektronengeschwindigkeit nun doch ausreichend hoch ist, um ein helles Schirmbild zu erzeugen, werden die Elektronen nach Verlassen des Ablenkplattenbereichs nachbeschleunigt (Abb. 28). Als Nachbeschleunigungselektrode dient ein Graphitwendel auf dem erweiterten Glaskolbenteil der Strahlröhre. Dieser Graphitwendel wird auf ein deutlich höheres positives Potential als das der eigentlichen Beschleunigungselektrode der Elektronenkanone gebracht. Die Nachbeschleunigungselektrode in Form des Graphitwendels gewährleistet im Vergleich zu einer Flächenelektrode eine bessere Abbildungsqualität.

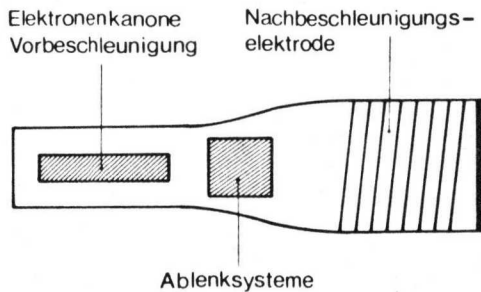


Abb. 28

### Zeitlich veränderliche Signale an den Ablenkplatten

Welches Schirmbild bekommen wir, wenn wir zeitlich veränderliche Signale, z. B. Sinussignale, auf die Ablenkplatten geben?  
In Abbildung 29 haben wir ein sinusförmiges Wechselspannungssignal auf die

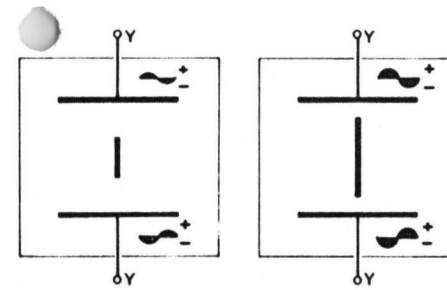


Abb. 29

Y-Ablenkplatten gegeben. Die zeitliche Veränderung der Signalspannung drückt sich in einem ständigen Wechsel der Ablenkpotentiale sowohl im Hinblick auf ihre Polarität wie ihre Beträge aus. Bei schnellem Signalwechsel können das Auge und die Trägheit des Leuchtschirms diese zeitliche Veränderung nicht mehr auflösen. Auf dem Oszillographenschirm erscheint ein Strich, der vom positiven Spannungsmaximum bis zum negativen Spannungsmaximum reicht.

Die gleichen Verhältnisse liegen vor, wenn man die zeitlich veränderliche Spannung auf das X-Ablenkssystem gibt. Nur erfolgt hier die Ablenkung naturgemäß in der Horizontalen (Abb. 30).

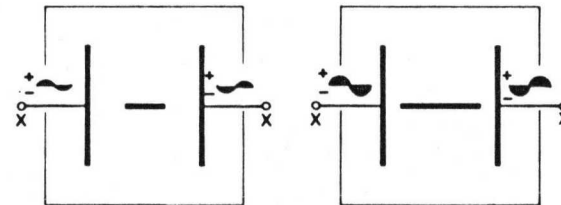


Abb. 30

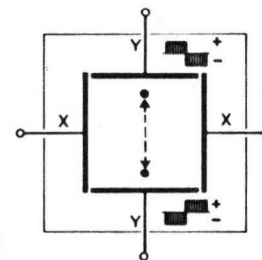


Abb. 31

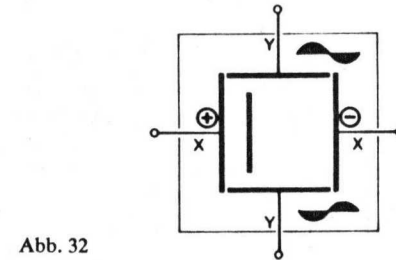


Abb. 32

In Abbildung 31 wurde eine Rechteck-Wechselspannung auf das Y-Ablenkssystem gegeben. Da die Spannung nur zwischen zwei Extremwerten wechselt, bekommen wir lediglich zwei Leuchtpunkte, die diesen Extremwerten entsprechen.

In Abbildung 32 wurde eine sinusförmige Wechselspannung auf das Y-Ablenkssystem, eine feste Ablenkspannung auf das X-Ablenkssystem geschaltet. Als Resultat beider Ablenkensignale bekommen wir einen Strich, der um die Wirkung des X-Ablenkpotentials nach links verschoben ist.



## Darstellung einer zeitlich veränderlichen Spannung auf dem Leuchtschirm

Wir sagten, daß der Oszillograph jede noch so kleine und schnelle Veränderung eines elektrischen Signals anzuzeigen vermag. In unseren bisherigen Strahlablenkversuchen erhielten wir aber immer nur Oszillogramme in Form von Punkten oder Strichen. Eine zeitliche Auflösung von Wechselspannungssignalen erfolgte nicht.

Wir suchen nun einen Weg, wie man ein zeitlich veränderliches Signal auf dem Schirm auflösen kann.

Zum Verständnis unseres Problems müssen wir uns ein solches Signal etwas genauer ansehen. Als Beispiel nehmen wir eine sinusförmige Wechselspannung (Abb. 33).

Wechselspannung

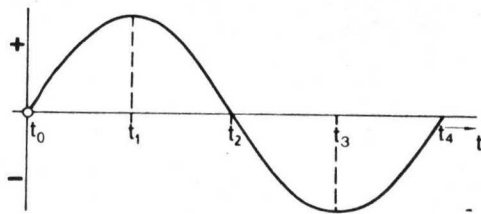


Abb. 33

Zum Zeitpunkt  $t_0$  – also zum Beginn des Linienzuges – beträgt die Spannung 0 V. Zum Zeitpunkt  $t_1$  – nach einer viertel Periode – ist die Spannung auf ihrem positiven Maximum, um dann bis zum Zeitpunkt  $t_2$  wieder auf 0 V abzufallen. Zwischen  $t_2$  und  $t_3$  steigt die Spannung auf ihr negatives Maximum an. Zwischen  $t_3$  und  $t_4$  fällt sie wieder auf 0 V zurück. Danach beginnt der periodische Vorgang von neuem. Will man einen solchen zeitlichen Vorgang schreiben, so muß der Ablauf der Zeit durch einen technischen Trick simuliert werden.

Verständlich wird dies bei der Signalaufzeichnung mit einem Papierlinienschreiber (Abb. 34). Die sehr niederfrequente Ausgangsspannung eines Sinusgenerators wird auf zwei parallelliegende Linienstreifen aufgeschaltet. Der Papiervorschubmotor des ersten Linienstreifers ist ausgeschaltet, der des zweiten läuft mit konstanter Geschwindigkeit.

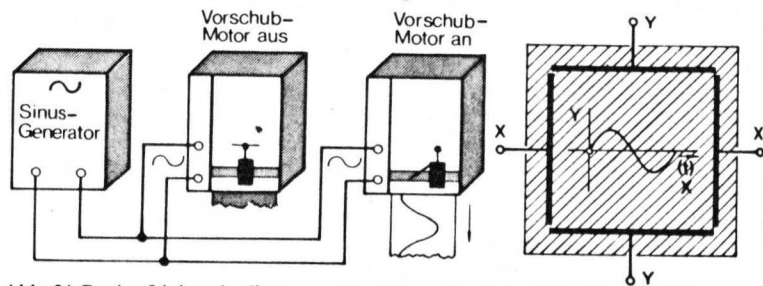


Abb. 34 Papier-Linienschreiber

Abb. 35

Auf dem ruhenden Papier des ersten Linienschreibers bekommen wir lediglich einen Strich; es erfolgt keine zeitliche Auflösung des Eingangssignals. Durch den Vorschub des zweiten Linienschreibers erzielen wir eine Zeitauflösung. Diese Zeitauflösung wird beeinflussbar, indem man die Vorschubgeschwindigkeit des Papiers verändert. Bedingung für eine qualitativ hochwertige Zeitauflösung ist eine hochkonstante Vorschubgeschwindigkeit des Papiers.

Da die Arbeitsweise des Elektronenstrahl-Oszillographen so gänzlich anders als die des Papierlinienschreibers ist – es steht anstelle einer langen Papierbahn nur eine begrenzte Schirmbreite zur Verfügung –, müssen wir den Zeitablauf durch einen anderen Trick simulieren. Als Zeitachse wählen wir die horizontale Ablenkrichtung, weil wir an diese Art der zeitlichen Auflösung einer Größe gewöhnt sind (Abb. 35).

Wie wird nun die kontinuierlich ablaufende Zeit auf dem X-Ablenkplattensystem nachgebildet?

So wie der gleichmäßige Vorschub des Papierlinienschreibers den Zeitablauf simuliert, muß der Leuchtpunkt in horizontaler Richtung absolut gleichmäßig schnell verschoben werden. (Wir erinnern uns, daß die horizontale Ablenkung durch die Steuerspannung an den X-Ablenkplatten erzielt wird.)

Da die Signaldarstellung auf dem Leuchtschirm zeitlich von links nach rechts erfolgen soll, muß zu Beginn der Signaldarstellung eine relativ hohe Spannung an den X-Ablenkplatten anliegen, die den Elektronenstrahl nach links außen verrückt (Abb. 36).

Zeitablenkspannung

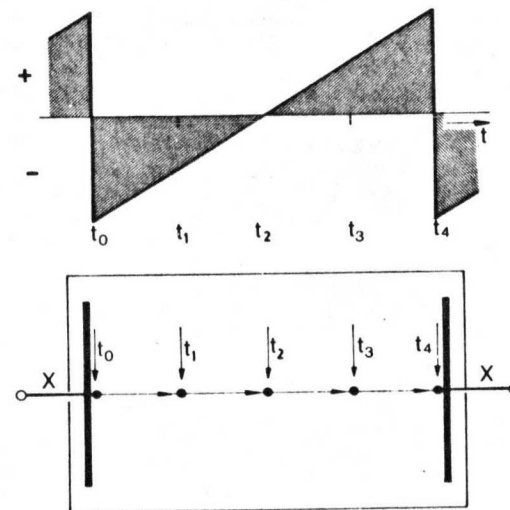
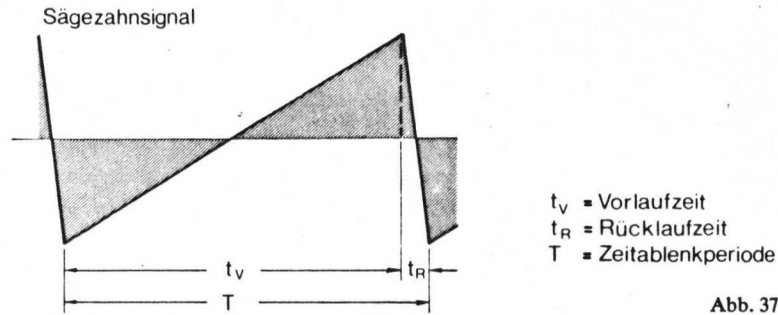


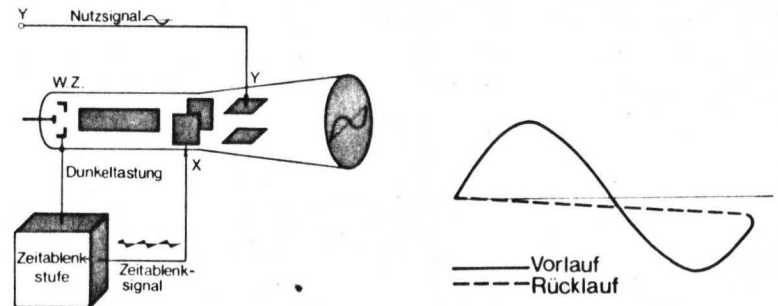
Abb. 36

Verkleinert man die Zeitablenkspannung jetzt gleichmäßig schnell gegen Null hin, so wandert der Strahl gleichmäßig schnell zur Mitte des Leuchtschirms. Jetzt muß die Spannung an den X-Ablenkplatten umgepolt und gleichmäßig schnell bis zu einem neuen, entgegengesetzten Maximum vergrößert werden. Auf diese Weise gelangt der Elektronenstrahl mit konstanter Geschwindigkeit

vom linken zum rechten Rand des Leuchtschirms. Da der Schreibvorgang nun sofort wieder am linken Rand des Leuchtschirms beginnen soll, muß die Spannung schlagartig auf das negative Maximum umgepolt werden. Jetzt beginnt der Schreibvorgang von vorn. Das Zeitablenksignal wird im Oszillographen selbst in einer dafür konzipierten Zeitablenkstufe erzeugt. Da die periodisch schwingende Zeitablenkstufe nicht schlagartig die Polarität wechseln kann, hat das Zeitablenksignal in Wirklichkeit die Form eines Sägezahns, wie ihn *Abbildung 37* zeigt.

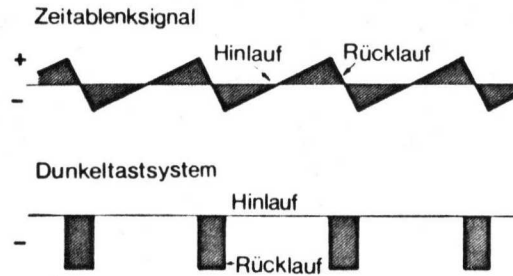


Die langsam ansteigende Anstiegsflanke erzeugt den Vorlauf, die steile Rückwärtsflanke den Rücklauf des Strahls. Jetzt können wir ein periodisches Signal auf dem Leuchtschirm darstellen. Wir schalten auf das X-Ablenkensystem das Sägezahnsignal der Zeitablenkstufe; die Y-Ablenkplatten werden mit dem darzustellenden Nutzsignal beschaltet. Auf dem Leuchtschirm des Oszillographen erscheint jetzt die zeitliche Darstellung des periodischen Eingangssignals (*Abb. 38*).



Störend bei der Darstellung periodischer Signale ist der sichtbare Rücklauf des Elektronenstrahls (*Abb. 39*). Das läßt sich verhindern, indem man über die Dauer der Rücklaufzeit einen negativen Impuls auf den Wehneltzylinder aufschaltet. Dieser Impuls hebt das Potential des Wehneltzylinders auf das Sperr-

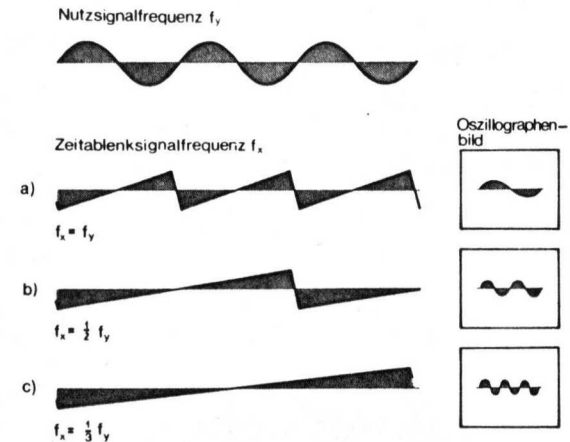
potential, so daß der Wehneltzylinder während des Rücklaufs des Zeitablenksignals den Elektronenstrahl unterdrückt. Der Dunkelastimpuls selbst wird aus dem Zeitablenksignal abgeleitet (*Abb. 40*).



### Warum Oszillogramme nicht immer ruhig auf dem Leuchtschirm stehen

Damit auf dem Leuchtschirm ein stillstehendes Bild erscheint, muß die Periodendauer der Sägezahnspannung gleich der Periodendauer der darzustellenden Spannung sein. Sie darf aber auch ein ganzzahliges Vielfaches von ihr betragen. In allen anderen Fällen erhalten wir ein unstabiles Schirmbild. Eine Anmerkung zum Begriff des ganzzahligen Vielfachen: In *Abbildung 41 a* ist die Periodendauer des Zeitablenksignals gleich der des Nutzsignals. Beide Frequenzen sind gleich groß. Auf dem Leuchtschirm wird eine Periode des Nutzsignals abgebildet. In *Abbildung 41 b* ist die Periodendauer des Zeitablenksignals doppelt so groß wie die des Nutzsignals. Die Zeitablenkfrequenz beträgt die Hälfte der Nutzsignalfrequenz. Während der Elektronenstrahl in X-Richtung gleichmäßig vorwärts wandert, fallen zwei volle Perioden des Nutzsignals in diese Vorschub-

Abb. 41





zeit. Auf dem Leuchtschirm werden zwei Perioden abgebildet. In *Abbildung 41 c* sind die Verhältnisse der Frequenzen  $f_x = 1/3 f_y$ . Es werden drei volle Perioden des Nutzsignals auf dem Leuchtschirm abgebildet. Stehen Zeitablenkfrequenz und Nutzsignalfrequenz nicht in den angegebenen Verhältnissen zueinander, so »läuft« das Oszillographenbild.

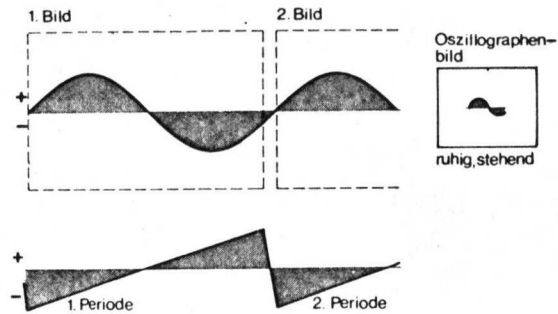


Abb. 42

In *Abbildung 42* sind beide Frequenzen gleich. Sowohl zu Beginn der ersten als auch der zweiten Zeitablenkperiode beginnt die Y-Ablenkung mit dem Spannungsnulldurchgang und der Tendenz zum positiven Maximum. Die Schirmbilder beider Zeitablenkperioden sind gleich. Das Schirmbild »steht«.

In *Abbildung 43* ist die Zeitablenkfrequenz etwas größer als die Nutzsignalfrequenz. Die Periodendauer des Zeitablenksignals ist somit etwas kleiner als die des Nutzsignals.

Das negative Maximum des Zeitablenksignals fällt in der ersten Zeitablenkperiode mit dem Nulldurchgang der Nutzspannung zusammen. Der Linienzug auf dem Leuchtschirm endet etwa mit dem negativen Maximum des Nutzsignals. Während die zweite Periode des Zeitablenksignals wieder mit dem negativen Maximum der X-Ablenkspannung beginnt, befindet sich das Nutzsignal noch in der Nähe des negativen Maximums. Als Oszillogramm entsteht zusätzlich das zweite Bild in *Abbildung 43*.

Auf dem Oszillographenschirm werden infolge der erwünschten Trägheit des Leuchtschirms (gäbe es sie nicht, so würden wir nicht einen geschlossenen Linienzug, sondern nur wandernde Punkte sehen) beide Signalkurvenzüge gleichzeitig sichtbar.

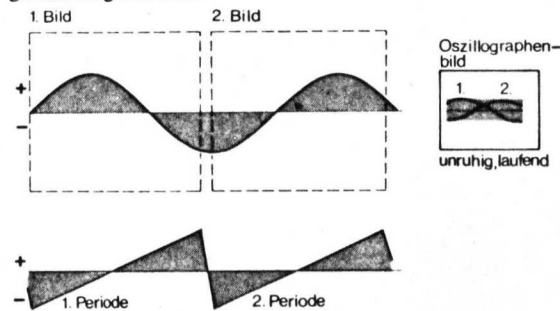


Abb. 43

In der dritten Ablenkperiode ergibt sich wiederum ein anderer Linienzug. Betrachtet man den Oszillographenschirm, so bekommt man – da die jeweils älteren Signalkurven zuerst erlöschen – den Eindruck eines laufenden, unruhigen Bildes.

Wir wissen nun, daß man nur dann ein stabiles und ruhiges Oszillogramm bekommt, wenn die Nutzsignalfrequenz gleich der Zeitablenkfrequenz oder aber ein ganzzahliges Vielfaches von ihr ist. Da die Frequenzen der darzustellenden Nutzsignale im Grunde völlig beliebig sein können, muß die Zeitablenkfrequenz frei angepaßt werden können. Zu diesem Zweck besitzen die Oszillographen auf ihrer Bedienungsfront einen Einstellknopf, an dem man die Zeitablenkfrequenz sowohl stufenweise als auch innerhalb der Stufen kontinuierlich verändern kann.

### Ablenksignale werden synchronisiert

Das einmal eingestellte Oszillogramm bleibt solange ruhig, wie die beiden Signalfrequenzen an den Ablenksystemen stabil bleiben. In der Praxis lassen sich jedoch Frequenzen von mathematischer Genauigkeit nicht realisieren. Deshalb würde das Schirmbild bereits nach der geringsten Frequenzabweichung zu laufen beginnen, wenn man nicht ein relativ einfaches Verfahren hätte, das mit diesem Umstand fertig wird.

Um die durch die Frequenzunstabilität notwendige Nachregelung der Zeitablenkfrequenz umgehen zu können, haben sich die Techniker das Synchronisationsverfahren einfallen lassen. Man läßt zu diesem Zweck das darzustellende Nutzsignal so auf die Zeitablenkstufe einwirken, daß zwischen beiden Signalen Synchronismus, d. h. Gleichlauf erzielt wird.

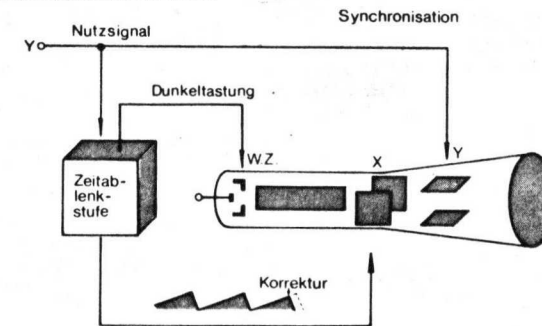


Abb. 44

Das vereinfachte Prinzipbild in *Abbildung 44* veranschaulicht den Sachverhalt. Grundsätzlich beruht die Synchronisation auf der Beeinflussung der Rücklauf- flanke des Zeitablenksignals. Immer dann, wenn der Gleichlauf der Signale verloren zu gehen droht, wird der Rücklauf des Elektronenstrahls ein wenig früher eingeleitet als dies durch die Zeitablenkgeneratorstufe ohne Eingriff geschehen würde.

Diese Signalbeeinflussung ist symbolisch in *Abbildung 44* angedeutet. Das Er-

gebnis dieser Zwangsgleichschaltung beider Signale ist ein ruhiges Schirmbild, solange die beiden Ablenkfrequenzen nicht zu weit auseinanderliegen. Mit Hilfe dieses Synchronisierungsverfahrens lassen sich jedoch in der Praxis nicht alle Probleme der Oszillographie lösen. Der erste Mangel besteht darin, daß immer nur volle Perioden eines Nutzsignals dargestellt werden können. Interessiert man sich einmal für die Teilauszüge einer Periode, so ist dies nach dem geschilderten Verfahren nicht möglich. Als zweiter, ebenfalls wesentlicher Mangel gilt, daß unperiodische oder einmalige Vorgänge nicht eindeutig erfaßt werden können (Abb. 45).

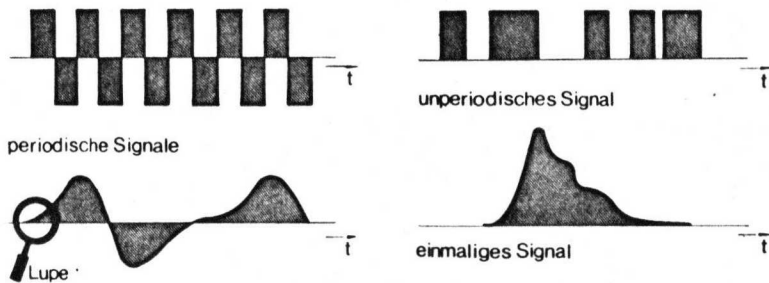


Abb. 45

### Das Zeitablenksignal wird getriggert

Für moderne Oszillographen gelten diese Einschränkungen nicht. Sie arbeiten nach dem sogenannten *Triggerprinzip*, das je nach Vollkommenheit in seiner technischen Ausführung die Einsatzmöglichkeiten von Oszillographen außerordentlich erweitert hat.

Die Zeitablenkstufe eines triggerbaren Oszillographen arbeitet jetzt nicht mehr mit ständig ablaufenden Zeitablenksignalen. Die Zeitablenkstufe enthält eine Schaltung, die, sofern kein Nutzsignal am Y-Eingang vorliegt, kein Sägezahnsignal an die Zeitablenkplatten abgibt. Tritt am Y-Eingang hingegen ein Nutz-

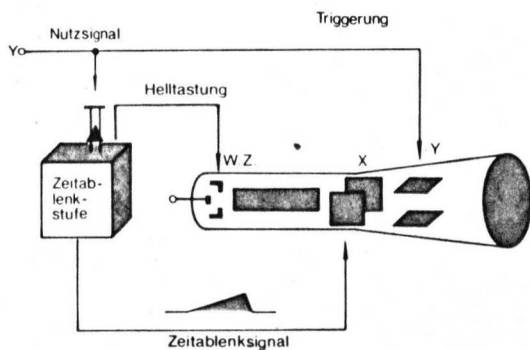


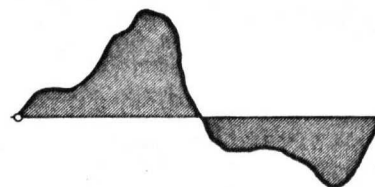
Abb. 46

signal auf, so wird die Zeitablenkstufe angeworfen. Sie gibt jetzt einen vollständigen Sägezahnimpuls an die Zeitablenkplatten ab. Jedes erneut eintreffende Nutzsignal wirft die Zeitablenkstufe wieder an. Voraussetzung ist jedoch, daß der vorherige Sägezahnimpuls bereits vollständig abgelaufen ist (Abb. 46). Die Dauer des Zeitablenksignals kann am Einstellknopf der Zeitablenkstufe vorgegeben werden. Sie ist prinzipiell frei wählbar.

Es ist wohl sofort zu erkennen, daß diese auslösbare Zeitablenkung des Triggerprinzips sowohl mit periodischen als auch mit unperiodischen und einzelnen Nutzsignalen fertig wird.

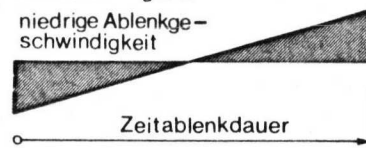
In *Abbildung 47* wird dargestellt, wie sich die unterschiedliche Ablenkgeschwindigkeit der Zeitablenkstufe auf die Oszillogramme auswirkt. Zum Verständnis der Vorgänge muß angemerkt werden, daß die Schreibbreite der Zeitachse nicht vom zeitlichen Verlauf des X-Ablenksignals, sondern nur von

Verlauf des Nutzsignals am Y-Eingang

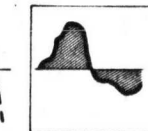


a)

Verlauf des getriggerten Zeitablenksignals  
niedrige Ablenkgeschwindigkeit

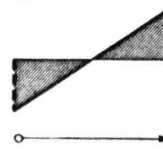


Oszillogramm

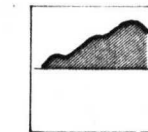


b)

mittlere Ablenkgeschwindigkeit



Oszillogramm



c)

hohe Ablenkgeschwindigkeit



Oszillogramm

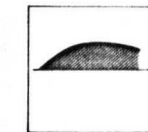


Abb. 47



den Ablenkpotentialen bestimmt wird. In allen drei Betrachtungsfällen sind die Ablenkpotentiale gleich.

Die Zeitablenksignale unterscheiden sich in ihrer Laufzeit, die sie benötigen, um vom negativen Potentialmaximum zum positiven Potentialmaximum zu kommen. Je kürzer die am Oszillographen eingestellte Laufzeit der X-Signale ist, um so größer ist die Zeitablenkgeschwindigkeit (die Schirmbreite bleibt ja konstant).

Während bei einer relativ niedrigen Ablenkgeschwindigkeit der volle Verlauf des Nutzsignals oszillographiert wird, ist bei höheren Ablenkgeschwindigkeiten jeweils nur ein Ausschnitt des Nutzsignals dargestellt. Nach Ablauf der eingestellten X-Ablenkzeitdauer verharrt die triggerbare Zeitablenkstufe solange in Warteposition, bis sie erneut angeworfen wird. Auf dem Leuchtschirm erscheint in jedem Falle ein eindeutiger Linienzug.

Da in der Zeit, in der sich die Zeitablenkstufe in Warteposition befindet, keine Strahlenablenkung erfolgt, müßte der Strahl ständig auf die Oszillographenschirmmitte auftreffen. Dies würde auf die Dauer die Leuchtschicht beschädigen. Um dies zu vermeiden, wird der Strahl nur dann freigegeben, wenn tatsächlich eine Zeitablenkspannung vorliegt. Zu diesem Zweck wird der Elektronenstrahl hellgetastet – d. h. freigegeben –, wenn eine Strahlenablenkung erfolgt (Abb. 46).

In Wartestellung wird der Elektronenstrahl durch das Sperrpotential am Wehneltzylinder unterdrückt. Gibt die Zeitablenkstufe nach erfolgter Triggerrung ein

Y-Signal

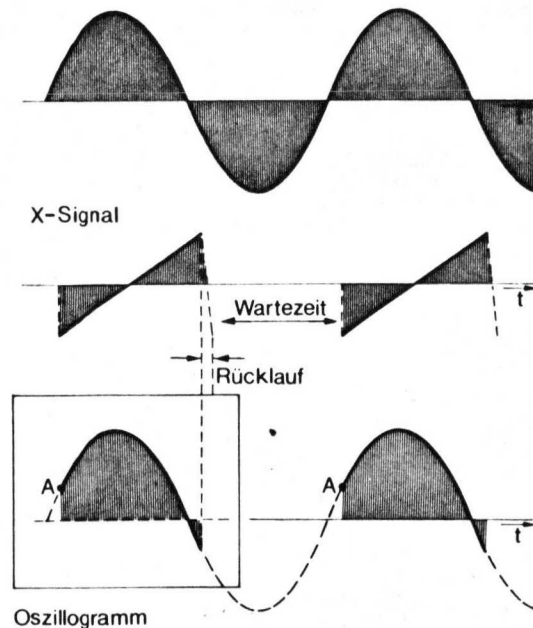


Abb. 48

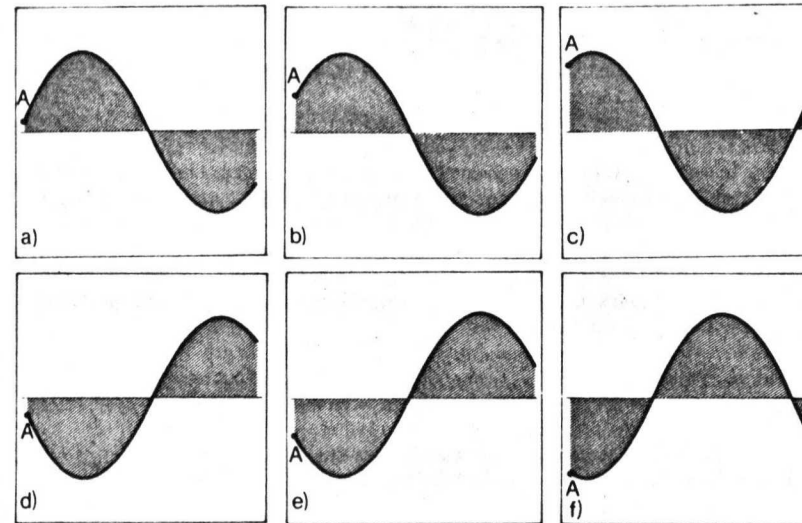


Abb. 49 Die Wirkung des Niveau-Reglers beim Triggern

X-Ablenksignal ab, so wird gleichzeitig das Potential des Wehneltzylinders für die Dauer der Strahlenablenkung weniger negativ beschaltet, so daß der Strahl die Elektronenkanone verlassen kann.

Die Triggerrung des Zeitablenksignals muß nicht immer beim selben Auslösepunkt des Nutzsignals eingeleitet werden. Durch entsprechende Schaltungskonzeptionen kann das die Triggerrung einleitende Signalniveau grundsätzlich beliebig vorgewählt werden.

In *Abbildung 48* sind diese Zusammenhänge dargestellt. Die Triggerrung ist auf ein positives Potentialniveau des Y-Signals eingestellt. Wird dieses Niveau erreicht, so läuft ein voller Zeitablenkimpuls auf die X-Ablenkeinheit. Nach Ablauf der eingestellten Zeit verharrt der Oszillograph in Ruhe, bis das Triggerniveau erneut erreicht wird.

Durch geeignete Schaltungsmaßnahmen wird gewährleistet, daß bei mehrmaliger Wiederkehr des Triggerniveaus während eines Sägezahnablaufs der lineare Zeitablauf nicht beeinflußt wird.

*Abbildung 49* zeigt, wie sich die grundsätzlich beliebige Wahl des Triggerniveaus auf das Oszillogramm auswirkt. Bei den *Abbildungen 49 a, b und c* wurde die ansteigende, bei den *Abbildungen 49 e, f und g* die abfallende Flanke des Y-Signals zur Triggerrung herangezogen.

### Das Bedienungsfeld des Elektronenstrahl-Oszillographen

Das Bedienungsfeld auf der Frontpartie eines Oszillographen ist mit einigen Einstellelementen versehen, über deren Funktion wir uns hier Klarheit ver-

schaffen müssen. Die nachfolgenden Darstellungen können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da nicht alle Oszillographen identische technische Konzeptionen haben. Im Zweifelsfall muß in der Praxis die jeweilige Bedienungsanleitung zu Rate gezogen werden.

**Der Vorwahlschalter für die Y-Ablenkung:**

Die aus dem Oszillographen darzustellenden Signale können in der Größenordnung sowohl im Volt- als auch im Millivoltbereich liegen. Da zur maximalen Strahlablenkung in Y-Richtung jedoch immer die gleiche Ablenkspannung benötigt wird, muß die zu messende Spannung den Ablenkbedingungen angepaßt werden. Sie ist entweder dem Betrag nach abzuschwächen oder zu verstärken. Zu diesem Zweck befindet sich zwischen Y-Eingang und Y-Ablenk-system ein Verstärker, dessen Verstärkungsfaktor am Vorwahlschalter für die Y-Ablenkung vorgegeben werden kann.

Aus praktischen Gründen hat man die Signalverstärkung in Form des Y-Ablenk-koeffizienten definiert. Dieser sagt aus, welche Eingangsspannung benötigt wird, um den Strahl in Y-Richtung um 1 cm zu verschieben.

**Beispiel für die Stufung des Y-Ablenk-koeffizienten:**

2 mV/cm . . . 50 V/cm, in 14 geeichten Stufen.

In der Regel kann der Ablenk-koeffizient zusätzlich innerhalb der Bereiche un-geeicht stetig verändert werden.

Bei vorgegebenem Y-Ablenk-koeffizient kann aus der Signalhöhe des Oszillogramms auf die Spannungswerte des dargestellten Signals geschlossen werden. Dazu später ein Beispiel.

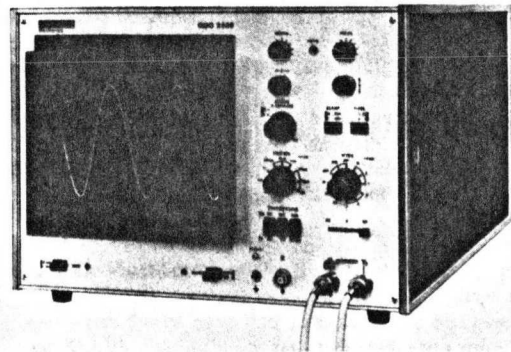


Abb. 50

**Der Zeitmaßstab:**

Bei den Triggeroszillographen kann die Laufzeit, die der Elektronenstrahl in X-Richtung von der linken bis zur rechten Schirmseite benötigt, vorgewählt werden. Die Angaben werden in s/cm, ms/cm oder µs/cm gemacht. Bei einem handelsüblichen Klein-Oszillographen beträgt die langsamste »Zeitablenk-geschwindigkeit« 0,5 s/cm, die höchste 0,1 µs/cm. Wählte man z. B. einen Zeit-ablenkmaßstab von 2 ms/cm vor, so würde der Elektronenstrahl zum Überqueren einer Schirmbreite von 7,5 cm genau 15 ms benötigen.

Ist der eingestellte Zeitmaßstab bekannt und geeicht, so läßt sich damit die Periodendauer und die Frequenz eines zu bestimmenden Wech-selspannungs-signals ermitteln.

**Dazu ein Beispiel:**

In *Abbildung 51* ist ein Oszillogramm dargestellt, das sowohl bezüglich der Spannung »Spitze-Spitze« als auch der Periodendauer und der Frequenz aus-zuwerten ist.

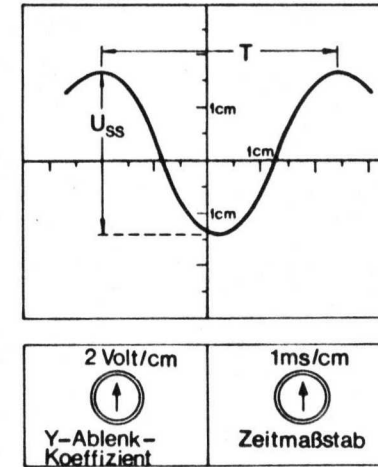


Abb. 51

Eingestellter Y-Ablenk-koeffizient: 2 V/cm.

Vom negativen zum positiven Spannungsmaximum werden 3,1 cm gemessen. Da 1 cm ⇒ 2 V entspricht, müssen 3,1 cm ⇒ 6,2 V entsprechen. Die Spannung  $u_{ss}$  des Wech-selspannungs-signals beträgt 6,2 V. Eingestellter Zeitmaßstab: 1 ms/cm. Gemessene Periodenlänge vom positiven Maximum zum positiven Maximum 4,4 cm.

Da 1 cm ⇒ 1 ms entspricht, entsprechen 4,4 cm ⇒ 4,4 ms. Die Periodendauer beträgt 4,4 ms.

Je länger die Dauer einer Periode ist, um so kleiner ist die Frequenz. Beide stehen in folgendem Verhältnis zueinander:

$$f = \frac{1}{T}$$

In unserem Beispiel ergibt sich die Frequenz mit

$$f = \frac{1}{4,4 \text{ ms}} = \frac{1}{0,0044 \text{ s}} = 230 \text{ Hz.}$$

**Wahlschalter für den X-Ablenk-betrieb:**

Der Betrieb des X-Ablenk-systems kann zwischen »Intern« und »Extern« ge-wählt werden. Bei der Darstellung zeitlich veränderlicher Größen wird das



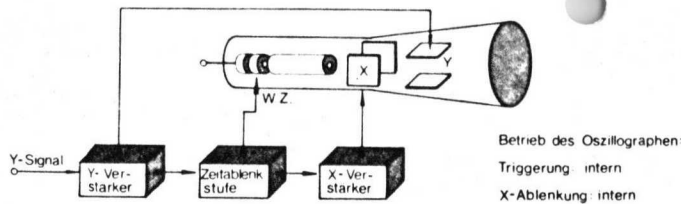


Abb. 52 Leitauflösung eines Y-Signals

X-Ablenksystem von der Zeitablenkstufe gesteuert. Der Wahlschalter wird auf »Intern« gestellt (Abb. 52).

Will man die Y-Spannung in Abhängigkeit von einer zweiten, frei wählbaren Spannung oszillographieren, so muß die Zeitablenkstufe abgetrennt werden. Die X-Spannung wird dem Oszillographen über einen separaten X-Eingang zugeführt und mit Hilfe eines X-Verstärkers an das X-Ablenksystem angepaßt. Schalterstellung: »Extern« (Abb. 53).

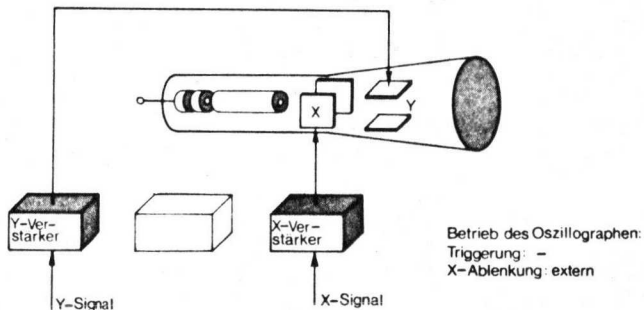


Abb. 53 Funktionelle Abhängigkeit zweier Signale

**Wahlschalter für den Triggerrbetrieb:**

In den meisten Fällen des Oszillographengebrauchs wird die Triggerrung durch das Y-Signal ausgelöst. Der Wahlschalter steht auf »Intern«. Soll aus bestimmten Gründen mit einer Fremdspeisung getriggert werden, so ist diese der Zeitablenkstufe von außen über eine separate Buchse zuzuführen. Der Wahlschalter steht auf »Extern«.

In der Regel kann wahlweise mit der ansteigenden (+) oder der abfallenden (-) Flanke des Y-Signals getriggert werden. Bei einer Reihe von Oszillographentypen ist zusätzlich der Triggerrpegel frei wählbar.

**Wahlschalter für die Kopplung der Eingangsbuchse mit dem Vertikalverstärker:**

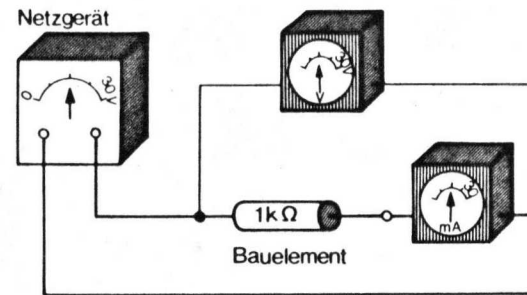
Der Y-Verstärker ist meist sowohl als Gleichspannungsverstärker als auch als Wechselspannungsverstärker zu betreiben.

Schalterstellung (=) bzw. DC, wenn Gleichspannung oder Wechselspannung mit Gleichspannungsanteil zu oszillographieren sind.

Schalterstellung (~) bzw. AC, wenn Wechselspannungen oder Wechselspannungskomponenten darzustellen sind.

**Die Darstellung von Kennlinien auf dem Oszillographenschirm**

Die Eigenschaften von elektronischen Bauelementen sind sowohl qualitativ als auch quantitativ in den Kennlinien dieser Bauelemente beschrieben. Die Aufnahme von Kennlinien nach herkömmlicher Art, d. h. über die maßtechnische Analyse mit Hilfe von Vielfachinstrumenten, ist recht mühsam (Abb. 54).



Meßwerttabelle

U (V)	I (mA)
0	0
5	5
10	10
15	15
20	20
25	25
30	30

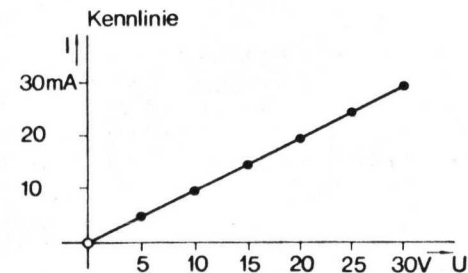


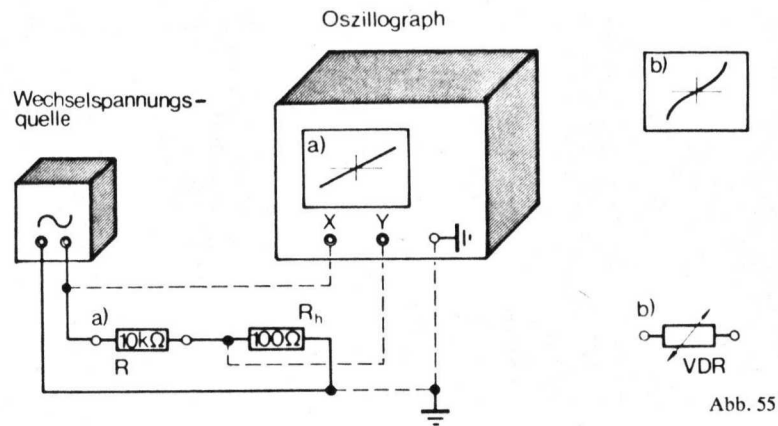
Abb. 54 Meßschaltung, Meßwerttabelle und Kennliniendiagramm

Nehmen wir z. B. die Kennlinienaufnahme eines Ohmschen Widerstandes. Die am Widerstand angelegte Spannung wird von 0 V bis zu einem ausgewählten Maximum stufenweise verändert, der sich jeweils einstellende Strom in der Meßwerttabelle erfaßt. Zum Abschluß wird der Strom in Abhängigkeit von der Spannung im Kennliniendiagramm aufgetragen.

Wesentlich bequemer ist die Kennlinienaufnahme mit dem Oszillographen. Der funktionelle Zusammenhang zwischen Strom und Spannung wird als geschlossenes Oszillogramm sofort sichtbar.

Da der Oszillograph als Meßinstrument einen sehr hohen Innenwiderstand besitzt, kann man mit ihm elektrische Ströme nicht auf direktem Wege messen. Man hilft sich hier durch einen Trick. Man läßt den zu messenden Strom durch einen bekannten Widerstand fließen und gibt den am Widerstand hervorgerufenen Spannungsabfall auf den Oszillographen.

Abbildung 55 zeigt die Meßschaltung zur Kennlinienaufnahme eines Ohmschen Widerstandes R. Der zusätzliche Hilfswiderstand R<sub>h</sub> dient der indirekten Strommessung. Er muß im Verhältnis zum Widerstand R sehr klein gewählt werden,



damit die Stromkreisverhältnisse nicht unzulässig verfälscht werden. Der den Strom  $I$  repräsentierende Spannungsabfall an  $R_h$  wird dem Y-Ablenkensystem, die frei veränderliche Spannung  $U$  des Netzgerätes dem X-Ablenkensystem zugeführt.

Nun fällt bei der Betrachtung der Meßschaltung auf, daß als Spannungsquelle ein Wechselspannungsnetzgerät gewählt wurde. Dafür gibt es folgende Begründung:

Zur Aufnahme der Widerstandskennlinie braucht man eine Spannung, die von Null bis zu einem Maximum verändert werden muß. Will man zusätzlich unter-

suchen, wie sich das Bauelement bei Änderung der angelegten Polarität verhält, muß die Spannung ebenfalls von Null bis zu einem negativen Maximum verändert werden. Und genau das macht unsere Wechselspannungsquelle.

Sie verändert die am Prüfobjekt anliegende Spannung periodisch und stufenlos zwischen einem positiven und einem negativen Maximum. Ohne Zeitverzug folgt der im Widerstand  $R$  fließende Strom den Spannungsänderungen. Auf dem Oszillographenschirm wirken beide Signale über die Ablenkensysteme zusammen. Als Oszillogramm erscheint der funktionelle Zusammenhang zwischen Strom und Spannung und somit die Kennlinie des Ohmschen Widerstandes.

Fügt man anstelle des Ohmschen Widerstandes einen VDR-Widerstand in die Schaltung ein, so ergibt sich auf dem Schirmbild die unlineare Kennlinie nach Abbildung 55 b. Man erkennt am Oszillogramm, daß eine Zunahme der am Bauelement anliegenden Spannung eine überproportionale Zunahme des Stromes zur Folge hat. Der Widerstand des VDR-Bauelements nimmt folglich mit wachsender Spannung ab. Für die rationelle Aufnahme von Kennlinien elektronischer Bauelemente hat die Industrie Spezialgeräte – sogenannte *Kennliniensreiber* – entwickelt. Wie *Abbildung 56* zeigt, können sie ihre Verwandtschaft mit dem Oszillographen nicht verleugnen.

### Mehrere Oszillogramme auf einem Schirm

In der Praxis kann es vorkommen, daß man zwei Oszillogramme miteinander vergleichen muß, weil man sich für ihre Zuordnung interessiert. Für solche Fälle bietet die Industrie Zweistrahloszillographen an (*Abb. 57*), die es erlau-

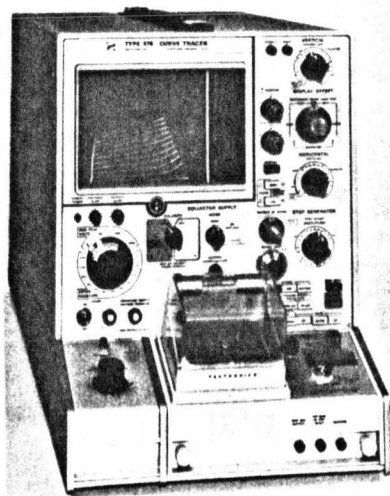


Abb. 56

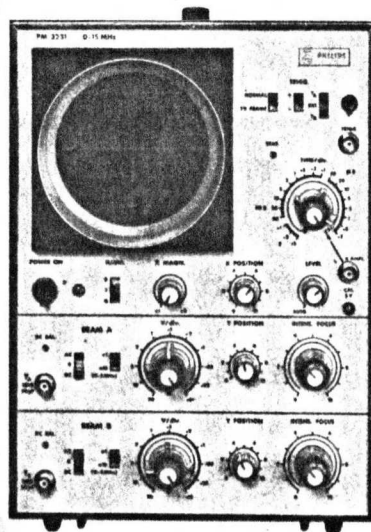


Abb. 57

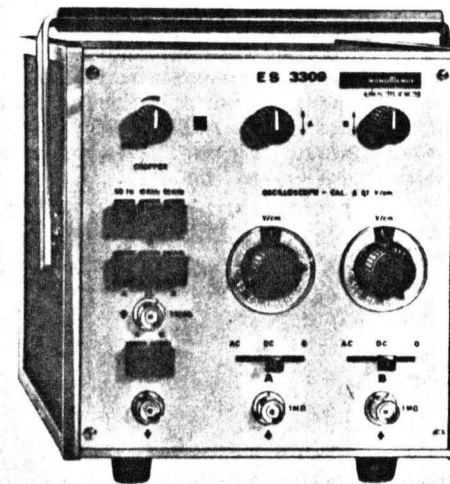


Abb. 58

ben, zwei Y-Signale über zwei voneinander unabhängige Strahlablensysteme gleichzeitig auf den Leuchtschirm zu geben. Bei einigen Geräteausführungen werden beide Oszillogramme von einer gemeinsamen Zeitablenkstufe geführt. Bei anderen verfügt man über zwei getrennte Zeitablenkstufen. Die technischen Realisierungen von Zweistrahloszillographen sind unterschiedlich; eins jedoch haben sie gemeinsam: sie sind in der Regel recht teuer. Möchte man trotz geringer Mittel (und einem bereits vorhandenen Einstrahloszillographen) dennoch nicht auf die Vorteile der Mehrfachoszillographie verzichten, so nehme man einen *elektronischen Schalter* (Abb. 58).

Die beiden zu oszillographierenden Signale  $Y_1$  und  $Y_2$  werden durch den elektronischen Schalter abwechselnd mit einer geeigneten Umschaltfrequenz auf den Y-Eingang des Einstrahloszillographen gegeben (Abb. 59).

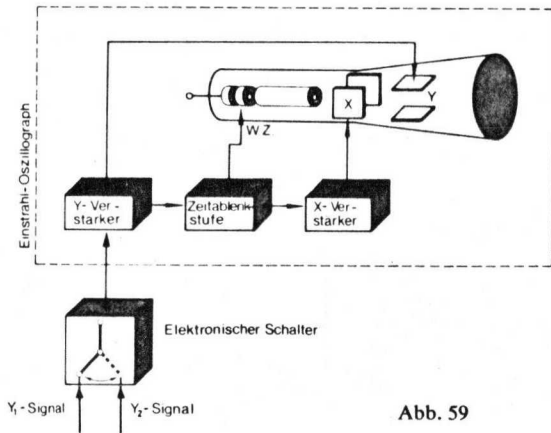


Abb. 59

Die auf dem Schirm entstehenden Oszillogramme (Abb. 60) setzen sich aus einzelnen Kurvenelementen zusammen. Bei entsprechender Wahl der Umschaltfrequenz des elektronischen Schalters wachsen die Kurvenelemente zu Linienzügen zusammen. Das Auge kann die einzelnen Kurvenelemente nicht mehr auflösen. Beide Eingangssignale werden scheinbar gleichzeitig auf dem Leuchtschirm wiedergegeben (Abb. 61).

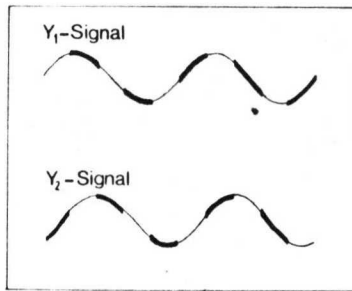


Abb. 60

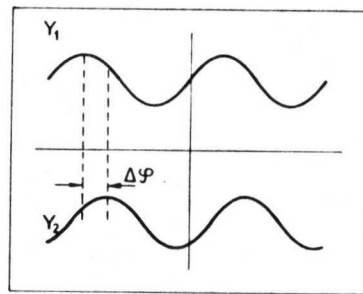


Abb. 61

In dem Oszillogramm nach *Abbildung 61* sind die periodischen Wechselspannungssignale gegeneinander phasenverschoben. Mit Hilfe des am Oszillographen eingestellten Zeitmaßstabs läßt sich die Phasenverschiebung beider Signale ermitteln.

### Elektronengraphik

Unter bestimmten Voraussetzungen entstehen auf dem Schirm des Oszillographen optische Gebilde, denen man einen gewissen graphischen Reiz nicht absprechen kann.

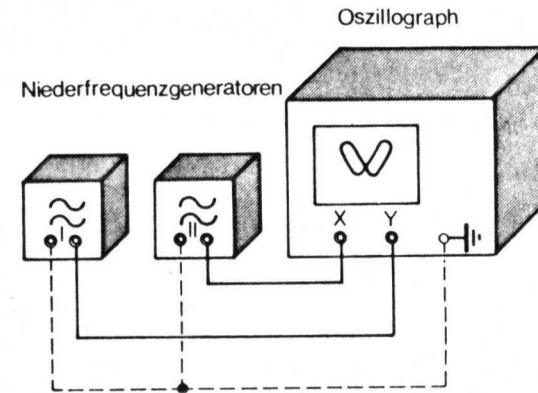


Abb. 62

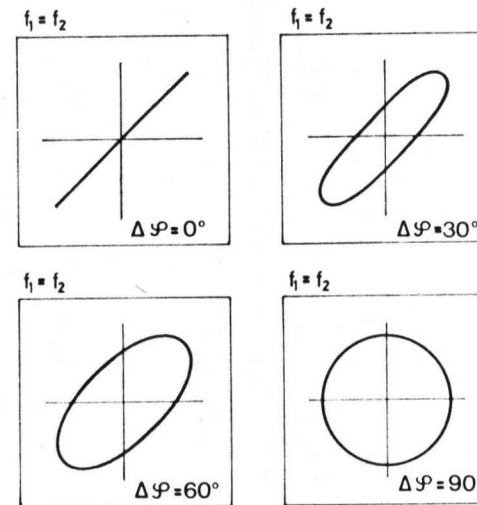


Abb. 63



In der Schaltung nach *Abbildung 62* wird der Oszillograph von zwei Sinusgeneratoren angesteuert. Einer der beiden Sinusgeneratoren wirkt auf das X-Ablenksystem, der andere auf das Y-Ablenksystem. Sind die von den beiden Generatoren abgegebenen Sinussignale in der Frequenz und in der Amplitude gleich, so ergeben sich Oszillogramme nach *Abbildung 63*. Bei Phasengleichheit erscheint auf dem Schirm ein Strich. Bei einer Phasenverschiebung beider Signale von  $90^\circ$  wird ein Kreis abgebildet. Phasenverschiebungen zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  führen zu elliptischen Bildern.

Mißt man die Ellipsen nach einem besonderen Verfahren aus, so läßt sich die Phasenverschiebung beider Signale ermitteln.

Werden an den beiden Sinusgeneratoren unterschiedliche Frequenzen eingestellt, so erscheinen graphisch hochinteressante Oszillogramme.

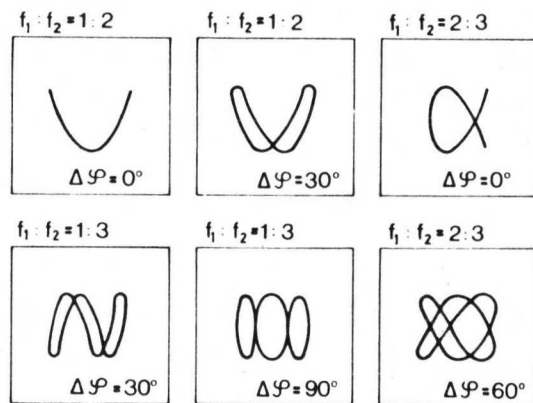


Abb. 64

In *Abbildung 64* sind einige mögliche Oszillogramme zusammengestellt. An den einzelnen Abbildungen ist jeweils vermerkt, wie sich die beiden Sinussignale sowohl hinsichtlich der Frequenz als auch der Phasenlage zueinander verhalten. Diese Oszillogramme – auch *Lissajousche Figuren* genannt – kann man zur Bestimmung einer unbekanntenen Frequenz heranziehen. Es muß eine der beiden Ablenkfrequenzen bekannt sein.

Weiterführende Literatur findet sich im Anhang. Für dieses Kapitel gelten vor allem die Nummern 3, 10, 12, 64.

## Übungsaufgaben

Bei den folgenden Fragen soll die jeweils richtige Antwort links im Kästchen angekreuzt werden. Es ist immer nur eine Antwort richtig.

- Verändert man das Potential des Wehneltzylinders, so wird
  - a) der Elektronenstrahl fokussiert
  - b) der Elektronenstrahl in X-Richtung abgelenkt
  - c) die Helligkeit des Oszillogramms beeinflusst
- Oszillographen werden mit einer Nachbeschleunigungselektrode ausgestattet, weil so
  - a) die Ablenkspannung möglichst klein gehalten werden kann
  - b) ein möglichst großes Schirmbild erzielt wird
  - c) auch schnellste und einmalige Vorgänge dargestellt werden können
- Der Y-Ablenkkoeffizient gibt an,
  - a) welche Eingangsspannung mindestens erforderlich ist, damit die Zeitablenkung getriggert werden kann
  - b) welche Mindestspannung zum Ansprechen des Y-Verstärkers benötigt wird
  - c) welche Spannung benötigt wird, um den Elektronenstrahl in Y-Richtung um 1 cm verschieben zu können
- Bei der Darstellung von Kennlinien elektronischer Bauelemente muß die Zeitablenkstufe
  - a) von dem X-Ablenksystem abgetrennt werden
  - b) auf »Extern« gestellt werden
  - c) auf »Intern« gestellt werden
- Der Vorteil des Trigger-Oszillographen liegt darin,
  - a) daß mehrere Perioden eines Signals auf dem Leuchtschirm dargestellt werden können
  - b) daß gleichzeitig zwei zeitabhängige Signale oszillographiert werden können
  - c) daß man mit ihm auch einmalige Vorgänge oszillographieren kann
- Das Prinzip der Triggerung besteht darin, daß
  - a) die Rücklaufflanke des Zeitablenksignals beeinflusst wird
  - b) die Zeitablenkstufe immer neu angeworfen wird
  - c) der Elektronenstrahl hellgetastet wird

7. Der Elektronenstrahloszillograph kann nicht zur direkten Strommessung herangezogen werden, weil
- a) die Elektronenstrahlröhre gegen hohe Ströme sehr empfindlich ist
  - b) er als Meßinstrument zu groß ist und somit nicht in den Stromkreis eingebaut werden kann
  - c) sein Eingangswiderstand sehr hoch ist
8. Elektronische Schalter finden in der Oszillographentechnik Verwendung
- a) wenn man zwei zeitlich veränderliche Signale gleichzeitig oszillographieren will
  - b) die Ablenkfrequenz der eingebauten Zeitablenkstufe nicht hoch genug ist
  - c) bei einer Kennlinienaufnahme der Strom in Abhängigkeit von der Spannung dargestellt werden soll
9. Der Elektronenstrahloszillograph kann im Gegensatz zum Vielfachmeßinstrument schnelle Signale zeitlich auflösen, weil
- a) er über einen eingebauten Verstärker verfügt
  - b) er anstelle einer schmalen Skala über einen großen Leuchtschirm verfügt
  - c) Elektronen eine geringere Trägheit haben als das Meßwerk von Zeigermeßinstrumenten
10. Auf dem Leuchtschirm des Oszillographen erscheint als Oszillogramm eine Ellipse, wenn
- a) sowohl dem X-Eingang wie auch dem Y-Eingang jeweils ein Sinussignal aufgeschaltet wird, die zueinander um  $30^\circ$  phasenverschoben sind
  - b) sowohl dem X-Eingang wie auch dem Y-Eingang jeweils ein Sinussignal aufgeschaltet wird, die zueinander phasengleich sind
  - c) sowohl dem X-Eingang wie auch dem Y-Eingang jeweils ein Sinussignal aufgeschaltet wird, deren Frequenzen sich wie 1 : 2 verhalten

Die Lösungen der Übungsaufgaben finden Sie in Anhang 1 dieses Buches auf Seite 391.

## 5. ELEKTRONENSTRAALBUIZEN

### 5.1. INLEIDING

In de vorige hoofdstukken hebben we kennis gemaakt met versterkerbuizen. In deze buizen beweegt zich een stroom van elektronen van kathode naar anode. Het gehele kathodeoppervlak is betrokken bij de emissie van elektronen, het gehele anodeoppervlak bij het verzamelen daarvan. Van bundeling van de elektronen in een nauwe, scherp begrensde bundel, is geen sprake. De sturing met behulp van roosters heeft dan ook uitsluitend ten doel de sterkte van de overgaande stroom te beïnvloeden, niet de richting.

Elektronen die zich in vacuüm bevinden zijn zeer goed manipuleerbare deeltjes: met behulp van elektrische en magnetische velden kan men gemakkelijk hun loop beïnvloeden. De beweging in het vacuüm wordt niet gehinderd door botsingen, zodat een eenmaal tot stand gebrachte baanbeïnvloeding niet door toevallige botsingen kan worden verstoord. In dit opzicht verschillen vacuümbuizen en halfgeleiderelementen, waarin immers het transport van ladingdragers door de vaste stof plaatsvindt, essentieel. Componenten, waarvan de werking berust op de eigenschappen van elektronen-bundels (ook wel elektronenstralen genoemd) kent men dan ook alleen in de buizentechniek.

Het aantal buistypen waarin bundeling van elektronen wordt toegepast is zeer groot. Men kan ze indelen in twee hoofdgroepen:

1. Buizen waarin de bundel op een vast punt gericht is. Logischerwijze verwacht men hier lange, smalle buizen. Men gebruikt de bundel in samenwerking met wisselende elektrische en magnetische velden om de mogelijkheid te gebruiken van energie-uitwisseling tussen bundel en veld. De toepassingen liggen in het microgolfgebied (lopende-golfbuis, klystron, reflexklystron, parametrische versterking, enz.). Op de werking van buizen van dit type gaan we hier niet in.

2. Buizen waarin de bundel niet op een vast punt gericht is. In zulke buizen kan men de bundel met behulp van uitwendig te regelen elektrische en magnetische velden een bepaald punt van een vlak laten treffen. We zullen ons hier uitsluitend bezighouden met buizen van dit type. Men noemt ze veelal elektronenstraalbuizen of kathodestraalbuizen. Bekende voorbeelden zijn oscillograafbuizen, weergeefbuizen voor televisie en radarweergeefbuizen.

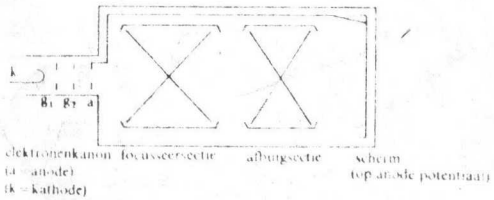


Fig. 5.1. Schematische aanduiding van de opbouw van een elektronenstraalbuis.



In de genoemde gevallen wordt de bundel gericht op een scherm, waarop zich een stof bevindt die bij elektronenbombardement oplicht. Zulke stoffen noemt men *fosforen* (lett. 'lichtdragers', men verwarre deze benaming niet met het chemische element fosfor!). In andere buistypen wordt de bundel gericht op een scherm of trefplaat met geheel andere eigenschappen, bijv. in televisiecamerabuizen.

Er bestaan vele typen elektronenstraalbuizen, die in wijd uiteenlopende gebieden toepassing vinden. We beperken ons hier tot een zeer beknopte behandeling van enkele grondprincipes. Voor details moge verwezen worden naar de handboeken der elektronica.

## 5.2. OPBOUW VAN ELEKTRONENSTRAALBUIZEN; EISEN DIE AAN DE BUIZEN GESTELD WORDEN

Fig. 5.1 schetst, zeer schematisch, de algemene opbouw van een elektronenstraalbuis.

Een thermionische kathode levert de elektronen, die vervolgens een elektrostatisch veld binnentreden, dat door de vormgeving van een aantal elektroden en de grootte van de aangelegde spanningen zodanig gedimensioneerd is, dat bundeling in een scherp begrensd gebied optreedt. Dit gebied bevindt zich vlak bij de kathode. Men noemt het de *bundelknoop* (Eng.: crossover). Deze scherpe concentratie van elektronen wordt nu gebruikt als voorwerp in een elektronenoptisch systeem. Zoals bekend kan men met behulp van elektrische en magnetische velden de baan van elektronen beïnvloeden op een wijze die sterke analogie vertoont met de werking van optische systemen op lichtstralen. De wetenschap die zich met deze verschijnselen bezig houdt heet *elektronenoptica*. De elektronenoptica levert ons de technische mogelijkheid om elektronenlenzen te realiseren.

Met één of meer elektronenoptische lenzen wordt nu het door de bundelknoop gegeven voorwerp afgebeeld op het scherm. De benodigde elektronenoptische lenswerking kan verkregen worden met behulp van elektrische of magnetische velden of met een combinatie van beide. In de techniek der elektronenstraalbuizen treft men alle genoemde oplossingen aan. Het meest veelvuldig komen echter elektrostatische lenzen voor. Deze bestaan uit een aantal, meestal cilindrische elektroden van verschillende lengte en/of diameter die op bepaalde spanningen worden ingesteld. Door regeling van één of meer van deze spanningen kan men de focussing van de bundel op het scherm nauwkeurig instellen. Magnetische lenzen kunnen het benodigde veld ontleenen aan elektromagneten of aan permanente magneten; in het laatstgenoemde geval stelt men de focussing in met behulp van kleine hulpmagneetjes. Focussing met permanente magneten is een tijdlang in gebruik geweest bij weergeefbuizen voor televisie. Iets eenvoudiger past men daar algemeen elektrostatische focussing toe.

De sectie die de vorming van de bundelknoop en meestal tevens ten dele de focussing verzorgt, wordt het zgn. *elektronenkanon* genoemd. Het elektronenkanon is veelal zo inge-

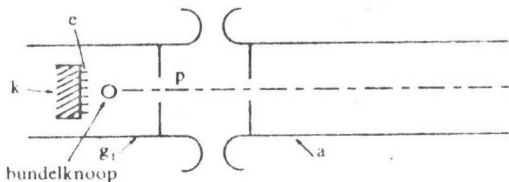


Fig. 5.2. Schematische aanduiding van de opbouw van een triodekanon.

richt dat ook *intensiteitssturing* van de bundel mogelijk is. Gewoonlijk wordt dit bereikt op een wijze, die sterk verwant is aan de sturing, die toegepast wordt in roosterbuizen. Een veel voorkomende kanonconstructie is geschetst in fig. 5.2. Men spreekt in dit geval van een triodekanon. Het emitterend oppervlak  $e$  van de kathode  $k$  bevindt zich in de cilindrische elektrode  $g_1$ , die men Wehneltcilinder of soms ook wel, ten onrechte, stuurrooster noemt. Het cirkelvormige plaatje  $p$ , dat deel uitmaakt van  $g_1$  is in het midden voorzien van een klein gaatje, waardoorheen het veld van de eveneens cilindrische elektrode  $a$  (de anode), die op een zeer hoge spanning staat, sterk doorgrijpt. De potentiaal van  $g_1$  en  $a$  wordt zo gekozen dat het voor de vorming van de bundelknoop en de voorfocussering benodigde elektrostatische veld ontstaat. De potentiaal van  $g_1$  heeft echter ook een belangrijke invloed op de grootte van de bundelstroom, zodat hiermee ook intensiteitssturing mogelijk is. De werking vertoont op dit punt analogie met die van het rooster van een gewone triode, doch er zijn ook belangrijke verschillen. Zo heeft in het geval van het triodekanon de potentiaal van  $g_1$  een belangrijke invloed op de grootte van het kathodeoppervlak dat deelneemt aan de emissie. Een bezwaar van intensiteitssturing op  $g_1$  is dat en de plaats en de afmetingen van de bundelknoop mee variëren; als gevolg daarvan varieert ook de focussering met de intensiteitssturing. Afhankelijk van de toepassing van de elektronenstraalbuis moet men een bepaald compromis aanvaarden tussen stuurbaarheid van de bundelintensiteit en de optredende defocussing. Meer mogelijkheden om een gunstig compromis te bereiken biedt het tetrodekanon (fig. 5.3), dat één cilindrische elektrode meer bevat, die op een potentiaal van enkele honderden volt wordt gebracht ( $g_1$  wordt negatief ingesteld). De anodenspanning hangt af van de toepassing en ligt gewoonlijk tussen de 1000 en 25000 volt. Behalve de genoemde uitvoeringen kan men allerlei varianten aantellen, ook past men wel kanonnen met nog meer elektroden toe.

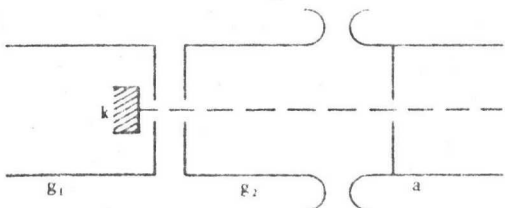


Fig. 5.3. Schematische voorstelling van de opbouw van een tetrodekanon.

Na de focuseerlens doorlopen te hebben komt de bundel in de afbuigsectie. Afbuiging kan plaatsvinden met behulp van een elektrisch veld, dat verkregen wordt met afbuigplaatjes of met behulp van een magnetisch veld, dat verkregen wordt met afbuigspoelen. Beide vormen komen voor. De afbuiging zullen we nog verder bestuderen in de volgende paragraaf, waar ook zal blijken waardoor de keus van het afbuigstelsel in een praktisch geval bepaald wordt.

Na het afbuigveld doorlopen te hebben, treedt de bundel een veldvrije ruimte binnen. In deze ruimte wordt de snelheid naar richting en grootte niet verder beïnvloed. Praktisch betekent dit dat de trefplaat of het scherm in de meeste gevallen op de potentiaal van de anode moet worden ingesteld.

De eisen, die aan het elektronenoptische systeem van de buis worden gesteld, kunnen zeer uiteenlopen, al naar het gebruiksdoel. De belangrijkste punten zijn:

1. *Scherpte* van de afbeelding, d.w.z. de afmetingen van de elektronenvlek (Eng: 'spot') en daarmee van het daardoor op het scherm teweeggebrachte effect, bijvoorbeeld een lichtstip. De eisen ten aanzien van de bundelscherpte zijn zeer verschillend voor verschillende toepassingen van elektronenstraalbuizen.

Omdat de afbuiging ook altijd enige invloed heeft op de focussing hangt de scherpte af van de afbuiging en daarmee van de plaats waar de bundel het scherm treft. In de meeste gevallen is dit effect zeer ongewenst. Men kan het binnen de perken houden door de constructie van het toegepaste afbuigstelsel ook in de details zeer goed te doordenken. In kritische gevallen kan men de focussing corrigeren door het focuserende veld te doen afhangen van een signaal dat afgeleid is van een signaal dat de afbuiging stuurt; men spreekt in zo'n geval wel van *dynamische focussing*. Men kan hiermee het genoemde bezwaar zeer effectief bestrijden, zij het ten koste van aanzienlijke circuittechnische complicaties.

2. *Grootte van de straalstroom*, d.i. de bundelintensiteit. Er bestaan toepassingen, waarbij de straalstroom niet groter hoeft te zijn dan enkele  $\mu\text{A}$ , in de meeste toepassingen is veel meer stroom nodig (tot enkele mA, zoals bijv. in weergeefbuizen voor televisie). In het algemeen geldt dat een grote stroomsterkte en een grote scherpte niet gemakkelijk verenigbaar zijn.

3. *Mogelijkheid tot intensiteitssturing*. De eisen op dit punt verschillen sterk voor bijvoorbeeld een oscillograafbuis, waarbij de intensiteitssturing (helderheidsregeling) van secundair belang is, en bijvoorbeeld televisiebuizen, waarbij het beeldsignaal juist gebruikt wordt om de bundelintensiteit te sturen.

De scherpte van de afbeelding hangt steeds af van de grootte van de bundelstroom. In het algemeen kan gezegd worden dat de scherpte afneemt bij toenemende bundelstroom. De grootte van dit effect hangt af van de inrichting van het kanon, het focuseersysteem en het afbuigstelsel. In kritische gevallen kan men ook hier de situatie aanzienlijk verbeteren door dynamische focussing



toe te passen. Dit houdt dan in dat men het focuserende veld bijregelt in het ritme van de bundelintensiteit. Ook hier geldt dat deze oplossing de complexiteit van het focusseersysteem aanzienlijk verzwaart.

4. De eisen, welke gesteld worden aan de *deflectie* kunnen ook aanzienlijk verschillen met name ten aanzien van de hoek, waarover de bundel afgebogen moet kunnen worden. De afbuighoek, die in oscillograafbuizen gevraagd wordt, is veel kleiner dan die welke in tv-buizen geëist wordt. Oscillograafbuizen hebben meestal een betrekkelijk klein scherm, terwijl de lengte van de buis er niet zo op aan komt. Bij tv-buizen eist men een zo kort mogelijke totale buislengte, terwijl het scherm hier zeer groot is. In moderne tv-buizen bedraagt de afbuighoek  $110^\circ$ .

Focusering en deflectie worden bereikt met elektronenoptische systemen die, zoals reeds opgemerkt werd, sterke analogie vertonen met 'gewone' optische systemen. Met name treden hier ook *afbeeldingsfouten* (lensfouten) op, die maken dat de scherpte, vooral bij sterke afbuiging, ongunstig beïnvloed wordt. De optredende afbeeldingsfouten worden op geheel dezelfde wijze geclassificeerd als in de optica. Men spreekt dus van astigmatisme, sferische aberratie, coma enz. Door een zorgvuldige opbouw van het elektronenoptische stelsel kan men deze fouten binnen de perken houden.

### 5.3. AFBUIGING VAN ELEKTRONENSTRALEN; KEUZE VAN HET DEFLECTIESYSTEEM

#### 5.3.1. Elektrisch veld loodrecht op de bewegingsrichting van het elektron

We beschouwen het geval dat een elektron, dat zich met een snelheid  $v$  in de  $x$ -richting beweegt, een homogeen veld binnentreedt waarvan de veldlijnen evenwijdig aan de  $y$ -as zijn. Zo'n veld kan men verkrijgen door middel van afbuigplaten, die op een potentiaal  $U$  worden gebracht (fig. 5.4). We nemen aan dat het veld homogeen is en zich alleen uitstrekt in de ruimte tussen de afbuigplaten. De lengte der platen zij  $l$ , de afstand tussen de platen  $d$ . We beschouwen een enkel elektron, en nemen aan dat bij aanwezigheid van meer elektronen (de bundel) er geen onderlinge beïnvloeding optreedt, d.w.z. de ruimtelading speelt geen rol; als we het gedrag van één elektron kennen, dan kennen we daarmee tevens het gedrag van de bundel. Met deze aannamen verkrijgen we een redelijke benadering van de praktische situatie.

De kracht die op een binnentredend elektron wordt uitgeoefend in de richting van de positieve plaat wordt gegeven door:

$$F = qE = qU/d \quad (5.1)$$

De versnelling in de richting van de positieve plaat is dus:

$$a = F/m = qU/md \quad (5.2)$$

In de richting loodrecht op de krachtlijnen ondergaat het elektron geen versnelling, daar

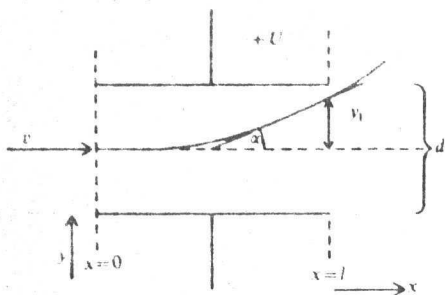


Fig. 5.4. Afbuiging van een elektron in een elektrostatisch veld.

het elektrische veld geen component in die richting heeft. Stellen we bij het binnentreden van het veld  $x=0$ ,  $t=0$ , dan geldt op het tijdstip  $t$ :

$$x = vt \quad \text{en} \quad y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}t^2 qU/md \quad (5.3)$$

Elimineren van  $t$  uit de vergelijkingen (5.3) geeft:

$$y = \frac{1}{2} \frac{qU}{md} \frac{x^2}{v^2} \quad (5.4)$$

Dit is de baanvergelijking van het elektron (paraboolbaan). Voor  $x=l$  (einde van de platen) geldt:

$$y_1 = \frac{1}{2} \frac{qU}{md} \frac{l^2}{v^2} \quad (5.5)$$

Als het elektron het veld tussen de platen verlaat, beweegt het zich verder rechtlijnig voort omdat de beweging plaatsvindt in een veldvrije ruimte. De hoek die de voortbewegingsrichting, d.i. de raaklijn aan de baan in  $x=l$ , maakt met de oorspronkelijke bewegingsrichting, volgt uit:

$$\tan \alpha = \left( \frac{dy}{dx} \right)_{x=l} = \frac{qU}{md} \frac{l}{v^2} \quad (5.6)$$

Vergelijking van (5.5) met (5.6) leert nog dat  $y_1 = \frac{1}{2}l \tan \alpha$ . De uittrekrichting snijdt dus de intrerichting halverwege de platen. De afbuiging vindt dus plaats alsof de baan halverwege de platen met een knik (hoek  $\alpha$ ) ombuigt. De afbuiggevoeligheid is omgekeerd evenredig met  $v^2$ , dus met het doorlopen potentiaalverschil in de  $x$ -richting (d.i. de anodespanning van de elektronenstraalbuis). Bij hoge snelheid der elektronen is de afbuiggevoeligheid dus slecht. Om de afbuiggevoeligheid te verbeteren past men in oscillograafbuizen wel zgn. naversnelling toe. Dit komt er op neer dat men de elektronen in het kanon een matige snelheid geeft, ze vervolgens afbuigt en daarna nog verder versnelt in een versnellend veld.

### 5.3.2. Magnetisch veld loodrecht op de bewegingsrichting

We nemen aan dat het magnetische veld homogeen is en zich uitstrekt over een afstand  $l$  (fig. 5.5). De magnetische inductie  $B$  staat loodrecht op het vlak van tekening ( $z$ -richting). Op het elektron wordt nu een kracht uitgeoefend, die gegeven wordt door

$$F = Bqv \quad (5.7)$$

Deze kracht is gericht in de  $y$ -richting (rechterhandregel). Ten gevolge van deze kracht zal het elektron van zijn baan gaan afwijken, doch de beweging zal steeds loodrecht op de inductielijnen blijven.  $F$  en  $v$  liggen dus beide in een vlak loodrecht op  $B$ . Bovendien geldt steeds gedurende de beweging dat  $F$  loodrecht staat op  $v$ . De kracht verricht dus geen arbeid op het elektron;  $v$  blijft constant van grootte. Aan deze combinatie van voorwaarden kan alleen worden voldaan als het elektron een cirkelbaan beschrijft in een vlak loodrecht op  $B$ . Op het elektron werken dan twee krachten, te weten de kracht  $F$  en de centripetale kracht  $mv^2/r$ . Deze krachten moeten evenwicht met elkaar maken. De straal  $r$  van de cirkelbaan volgt dus uit

$$mv^2/r = Bqv, \quad \text{derhalve} \quad r = mv/qB \quad (5.8)$$

Voor een verplaatsing  $x < r$  in de  $x$ -richting geldt (fig. 5.5)  $\sin \varphi = x/r$ , dus  $\cos \varphi = (1 - x^2/r^2)^{1/2}$ . Voor de uitwijking in de  $y$ -richting geldt dan:

$$y = r - r \cos \varphi = r \{1 - (1 - x^2/r^2)^{1/2}\}. \quad (5.9)$$

Als  $l < r$  geldt voor  $x=l$ :

$$\sin \varphi = l/r = qBl/mv \quad (5.10)$$

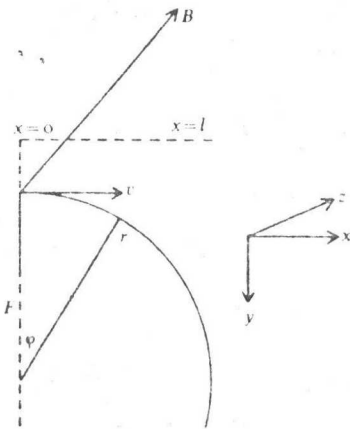


Fig. 5.5. Afbuiging van een elektron in een magnetisch veld.



en

$$y_1 = r \{1 - (1 - l^2/r^2)^{1/2}\} \quad (5.11)$$

Als  $l \ll r$ , geldt bij benadering  $(1 - l^2/r^2)^{1/2} \approx 1 - \frac{1}{2} l^2/r^2$ , dus:

$$y_1 \approx r [1 - (1 - \frac{1}{2} l^2/r^2)] \approx \frac{1}{2} l^2, \quad r \approx \frac{1}{2} l^2 qB/mv \quad (5.12)$$

Uit (5.12) en (5.10) volgt nu:

$$y_1 \approx \frac{1}{2} l \sin \varphi \quad (5.13)$$

Voor kleine waarden van  $\varphi$  geldt  $\sin \varphi \approx \tan \varphi$ , dus:

$$y_1 \approx \frac{1}{2} l \tan \varphi \quad (5.14)$$

Dit betekent dat de raaklijn aan de baan in het punt waar het elektron het veld verlaat ( $x=l$ ) bij benadering de  $x$ -richting snijdt in het punt  $x = \frac{1}{2} l$  en onder een hoek  $\varphi$  (de afbuighoek) waarvoor geldt  $\tan \varphi \approx qBl/mv$  (fig. 5.6). De werking van het afbuigveld komt in eerste benadering weer a.h.w. neer op een kniksgewijze baanverandering halverwege het veld. De afbuiging is evenredig met  $B$  (dus met de stroom door de afbuigspoelen) en omgekeerd evenredig met  $v$ , dus omgekeerd evenredig met de wortel uit de versnellingsspanning. Hieruit blijkt dat bij hoge versnellingsspanningen elektromagnetische afbuiging de voorkeur verdient boven elektrostatische. Bovendien heeft elektromagnetische afbuiging het voordeel dat de beeldfouten bij grote afbuighoeken gemakkelijker binnen aanvaardbare proporties kunnen worden gehouden dan bij elektrostatische afbuiging.

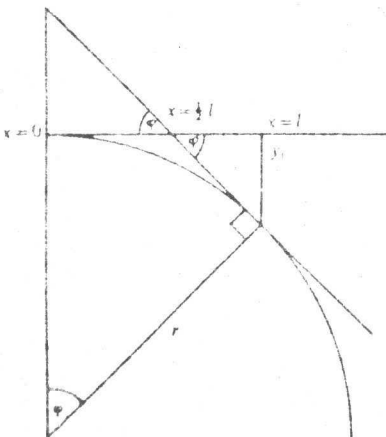


Fig. 5.6. Bepaling van de afbuighoek bij magnetische afbuiging

### 5.3.3. *Keuze van de afbuigmethode in praktische gevallen*

De voorgaande beschouwingen maken duidelijk dat de keuze van de afbuigmethode en de focusseermethode afhangen van de eisen die men aan de elektronenstraalbuis stelt. Beschouwen we als voorbeeld de weergeefbuis voor televisie. We hebben reeds gezien dat hier de focussing zowel elektrostatisch als magnetisch kan zijn. Weliswaar kan men met een zeer zorgvuldig ontworpen magnetische focusseerlens meestal een iets grotere scherpte bereiken dan met een elektrostatische lens, voor een weergeefbuis is dit niet zo belangrijk, daar de eisen ten aanzien van de scherpte der afbeelding hier niet extreem zijn. Het is voldoende wanneer afzonderlijke beeldpunten gescheiden worden weergegeven. De keuze van de focusseermethode kan men dus laten afhangen van praktisch constructieve overwegingen, die bij de huidige stand van de techniek in het voordeel uitvallen van het elektrostatische systeem.

Ten aanzien van de afbuigmethode is de keuze niet moeilijk. In weergeefbuizen voor televisie past men zeer hoge eindspanningen toe om bij niet te grote bundelstroom voldoende lichtenergie te verkrijgen. De spanningen bedragen 14-18 kV voor zwartwit-buizen en ca. 25 kV voor kleurentelevisiebuizen. Bovendien wenst men zeer grote afbuighoeken toe te passen, teneinde de totale lengte van de buis zo klein mogelijk te houden. Zoals we gezien hebben, is bij deze combinatie van omstandigheden magnetische afbuiging de aangewezen methode. Men gebruikt hiertoe om de buishals aangebrachte spoelen. Om een afbuiging van de bundel te verkrijgen die lineair afhangt van de tijd moet de sterkte van het magnetisch veld ook lineair afhangen van de tijd, d.w.z. de bekrachtigingsstroom van de afbuigspoel moet zaagtandvormig zijn. Deze zaagtandvormige stroom heeft bovendien een constante periodeduur. Het feit dat een grote spoel een betrekkelijk moeilijk te hanteren component is in een schakeling, leidt, dank zij de constante frequentie van de bekrachtigingsstroom, niet tot onaanvaardbare complicaties. Het eigenlijke beeldsignaal, dat componenten van vrij hoge frequentie bevat, wordt gebruikt voor intensiteitsmodulatie van de bundel en speelt dus geen directe rol bij de afbuiging.

Beschouwen we nu de situatie bij oscillograafbuizen. Hier doet de lengte van de buis er niet zo veel toe, de afbuighoeken kunnen dus vrij klein zijn. Ook is de versnellingspanning veel lager (tot enkele kV). De toepassing van elektrostatische afbuiging is hier dus wel mogelijk en bovendien noodzakelijk omdat het door de buis te verwerken signaal nu gebruikt wordt om de bundel af te buigen. Zou men elektromagnetische afbuiging toepassen, dan zou het signaal gebruikt moeten worden om een afbuigstroom door een afbuigspoel te vormen. Bij hoogfrequente signalen zou dit ernstige moeilijkheden geven. Elektrostatische sturing op afbuigplaatjes is veel eenvoudiger en is goed mogelijk tot zeer hoge frequenties, in moderne oscillografen tot meer dan 100 MHz.

## DE HALF-TONE STORAGE BUIS

Om te begrijpen hoe een storage-buis werkt, is het vooral van belang iets te weten van de theorie wat betreft de secundaire emissie van de elektronen.

Wanneer een stroom van elektronen een oppervlak treft, treedt secundaire emissie op. Het aantal gesecondeerde elektronen is afhankelijk van de stralenbundelstroom als deze het oppervlak treft.

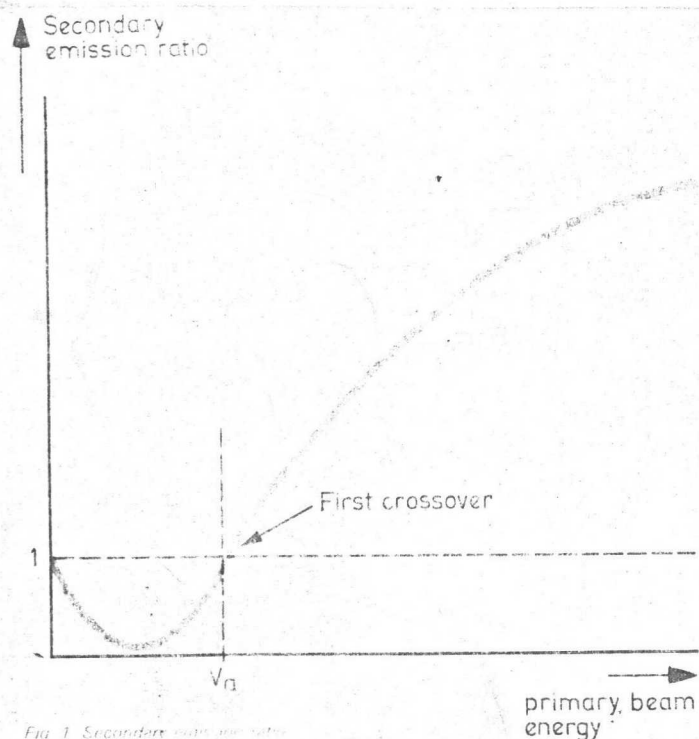


Fig. 1 Secondary emission ratio

Fig. 1 laat de verhouding zien tussen de secundaire emissie en de grootte van de bundelstroom.

Als de schrijfbundel een grootte heeft van  $V_a$  volts, dan is de secundaire emissiefactor 1. Dit punt noemt men de eerste cross-over.

Een praktische waarde voor  $V_a$ , voor een geschikt isolerend materiaal, ligt in de orde grootte van +15 tot +45 volt.

Wanneer de grootte van de schrijfbundelstroom beneden  $V_a$  is, dan is de secundaire emissiefactor kleiner dan 1, en het getroffen oppervlaktemateriaal is isolerend, dan wordt een negatief potentiaal gevormd.

Omgekeerd, als de grootte van de schrijfbundelstroom boven  $V_a$  is, dan is de secundaire emissiefactor groter dan 1 en het isolerend oppervlak neemt een positief potentiaal aan. Dit laatste geval (sec.em.factor groter dan 1) is het grondprincipe waarop de werking van de storagebuis is gebaseerd.

De grootte van de schrijfbundel is ingesteld op een waarde die aanzienlijk groter is dan  $V_a$ , zodat, wanneer de bundel het oppervlak van het storage-element treft, de secundaire emissiefactor veel groter dan 1 is.

Hierdoor wordt, wanneer de elektronenbundel over het storage-gaas beweegt, een positief ladingpatroon in de isolerende storage-laag opgebouwd.

Een eenvoudige tekening van de half-tone storagebuis ziet U in fig. 2.

U begrijpt dat er twee systemen nodig zijn; het schrijfsysteem en het sproeisysteem.

Opbouw en werking van het schrijfsysteem zijn identiek aan die van een "normale" oscill.buis, uitgezonderd dat de elektronenbundel schrijft op de isolerende laag van het storage-gaas.

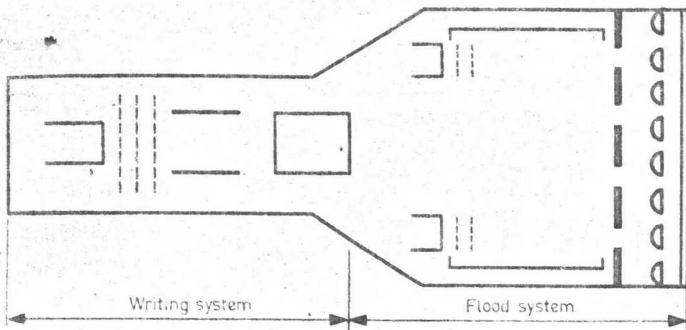


Fig. 2 Simplified CRT construction

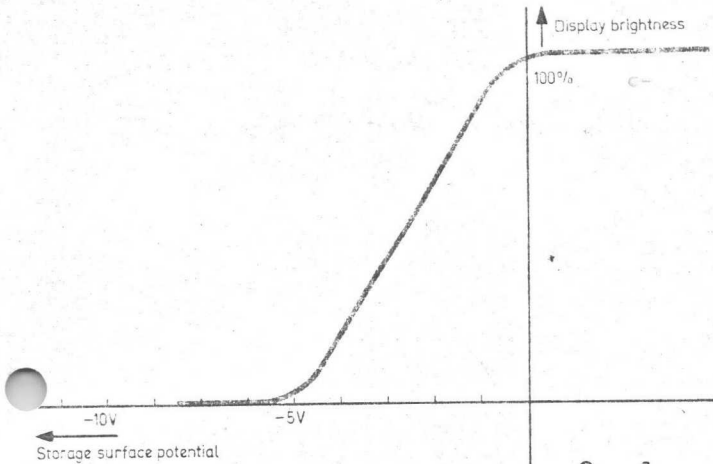
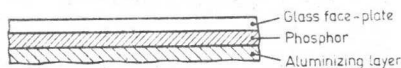
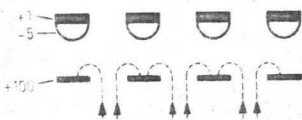


Fig. 3



a



b

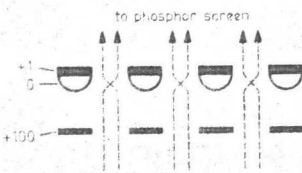


Fig. 4 a Detail of storage system construction

b Storage system at cut off

c Storage system at full brightness

De opbouw en werking van het half-tone storage systeem is getekend in figuur 4.

De genoemde spanningswaarden zijn alle t.o.v. de sproeikannokatodes. Vóór het schrijven is de spanning op het storage-gaas +1v en op de isolerende storage-laag -10v.

Ná het schrijven heeft het gedeelte van de storage-laag, dat is getroffen door de schrijfbundel, een meer positief potentiaal aangenomen t.g.v. de sec.emissie-elektr. Hóé positief het wordt, hangt af van de stroom van de schrijfbundel en de schrijfsnelheid.

Wanneer de spanning van de storage-laag méér negatief is dan -5v, worden de sproeikannonelektronen tegengehouden en keren terug naar het kollektorgaas. (zie fig.4b ) Echter dié gebieden van de storage-laag, die méér positief zijn dan -5v, laten de elektronen door, waarna deze sterk versnellen richting scherm. (6Kv)

Op deze manier komt op het scherm een verlicht patroon, welk precies overeenkomt met het positieve ladingpatroon dat op de storagelaag was geschreven.

De helderheid van het patroon is afhankelijk van het oppervlaktepotentiaal van de storage-laag, zoals de curve in fig.3 laat zien.

Wanneer het oppervlaktepotentiaal van de storagelaag tussen -5v en 0 ligt en een zekere graad van helderheid heeft bereikt, neemt de helderheid toe wanneer het potentiaal de 0v nadert. Maximale helderheid is bereikt wanneer het storagelaagpotentiaal op 0v is gekomen. Wanneer het oppervlaktepotentiaal de neiging heeft 0v te overschrijden, worden de sproeikannonelektronen naar de storagelaag getrokken waardoor dit naar 0v terugkeert.

Dit variabele helderheid-kenmerk is het essentiële verschil tussen het half-tone en het bi-stabiele storage-principe. Met dit laatste bereikt men één bepaalde helderheid wanneer het storagelaagpotentiaal 0v is. Beneden 0v vindt geen weergave plaats.

Met het half-tone storage systeem mag het oppervlaktepotentiaal van de storagelaag niet de afknijpwaarde van -5v bereiken, wanneer de schrijfsnelheid te hoog is.

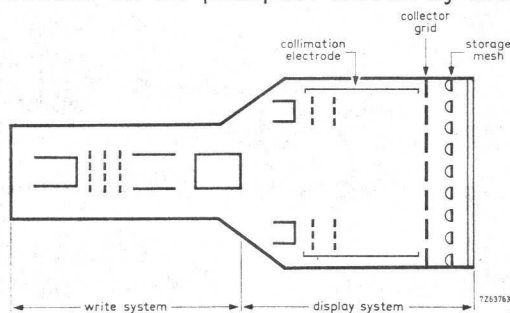
Om dit te voorkomen wordt een speciale "max write"-regeling gebruikt om het beginpotentiaal van de storagelaag in te stellen op -5v in plaats van -10v.

Op die manier is een helder beeld verzekerd, zelfs bij signalen met zeer hoge snelheden.



## Operating principle

The L14-110-GH storage tube has three electron guns: a write gun and two 'flood' guns. An image is written onto a storage medium by the write gun, and is reproduced on the phosphor screen by the flood guns.

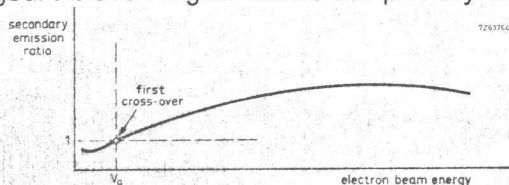


### The write system

The write system is effectively the same as in a conventional tube — such as the D14-160GH/09. Instead of writing direct onto the phosphor screen, however, it writes onto a storage surface. The storage surface is a dielectric layer deposited on a conductive support mesh. High energy electrons from the write beam penetrate the storage surface and cause the emission of secondary electrons which are collected by a second mesh, the collector grid.

For a given surface material, the number of secondary electrons emitted depends on the energy of the primary electrons. As shown in Fig. 2, below a certain value the secondary emission ratio  $\delta$  is less than 1, which means that less electrons are leaving the surface than arriving, and the surface becomes negatively charged. Increasing the energy of the primary electrons increases  $\delta$  and a point is reached where  $\delta = 1$ : this is known as the first cross-over point.

Increasing the write beam energy still further raises  $\delta$  above unity and more electrons leave the surface than arrive, the surface becomes, therefore, positively charged. At even higher levels the primary electrons



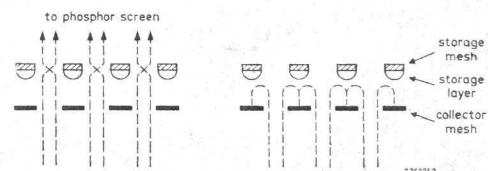
begin to penetrate below the escape depth of the material, and the secondary emission decreases until

$\delta$  again = 1. This is the second cross-over point.

From the above descriptions it can be seen how the high energy electrons of the write system can write an image of differing positive charges on the dielectric (storage) surface.

### The display system

The flood guns provide a low energy flood of electrons that evenly illuminate the storage surface and travel normal to it (collimation). Where the region about a mesh opening is charged to a certain positive level, all the flood electrons in the neighbourhood pass through the opening to the high acceleration field between the storage mesh and the phosphor display screen. Where the storage surface is charged to a certain negative level, the electrons are repelled and are collected by the collector grid sited on the gun side of the storage mesh. At intermediate charge levels, a proportionate amount of electrons are passed through the mesh and are displayed as a lower brightness image on the phosphor screen. As tonal gradations are possible this type of tube is commonly called a half-tone storage tube. It can be seen that, with respect to the flood beam, the storage mesh behaves much like the control grid in a triode.



### Erase

The image on the storage surface can be erased by making the backing mesh positive with respect to the flood cathodes. Because of its capacitive coupling to the backing mesh, the storage surface also goes positive and attracts flood electrons that cancel the positive charges. When the backing electrode is restored to 0 V, the storage surface again follows and is ready to be rewritten.

Erase can be made static or dynamic. In the static mode a single pulse of appropriate width and magnitude erases the image. In the dynamic mode a train of short pulses discharges the storage surface in discrete steps. By varying the width or frequency of the pulses, the persistence of the image can be varied from several seconds to several minutes.

## STORAGE TUBE

The L14-110 . . . / . . . is a direct viewing transmission storage tube with variable persistence. It is a 14 cm diagonal tube with electrostatic deflection and focusing, and internal graticule. It is designed to have the same vertical sensitivity, and better horizontal sensitivity, than the D14-120 and D14-160 series which means that oscilloscope manufacturers can supply a storage oscilloscope without having to design new vertical and horizontal amplifiers.

Persistence of the display is variable because it depends on the erase pulses fed to the storage mesh and not on the characteristics of the phosphor on the viewing screen. The tube is supplied as standard with the medium persistence GH phosphor which offers a high contrast, non-tiring green display. The tube is also supplied complete with correction coils for trace shift and alignment.

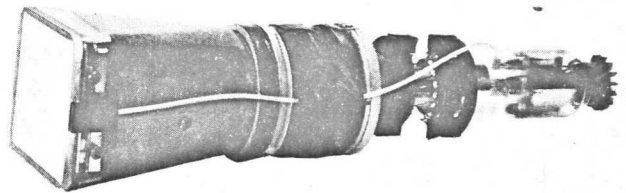
### L14-110GH/55

**14 cm (5½") diagonal flat-faced rectangular direct viewing, variable persistence, storage tube.**

edge lit internal graticule  
writing speed <sup>1)</sup> > 100 div/ms  
storage time <sup>2)</sup> > 1.5 min

<sup>1)</sup> defined as the maximum speed at which a trace is just visible against a 'just black' background. If some background is tolerated the writing speed can be raised to approx. 1 cm/μs

<sup>2)</sup> defined as the time taken for the background to rise from zero brightness to 10% of saturated brightness. At reduced intensity the storage time can be longer.



### TYPICAL OPERATING CONDITIONS

Accelerator voltage	1500 V		
Final accelerator voltage	8500 V		
Deflection factors:	{ vertical 9.5 V/cm	Heaters: write section	6.3 V, 300 mA
	{ horizontal 4.1 V/cm	viewing section (2 x)	6.3 V, 300 mA
Useful scan:	{ vertical min. 90 mm	Overall length	max. 445 mm
	{ horizontal min. 72 mm	Base	14 p. all glass
Line width	0.3 mm	Phosphor	GH



Inhoud

## Oscillograafbuizen: (Niet storage)

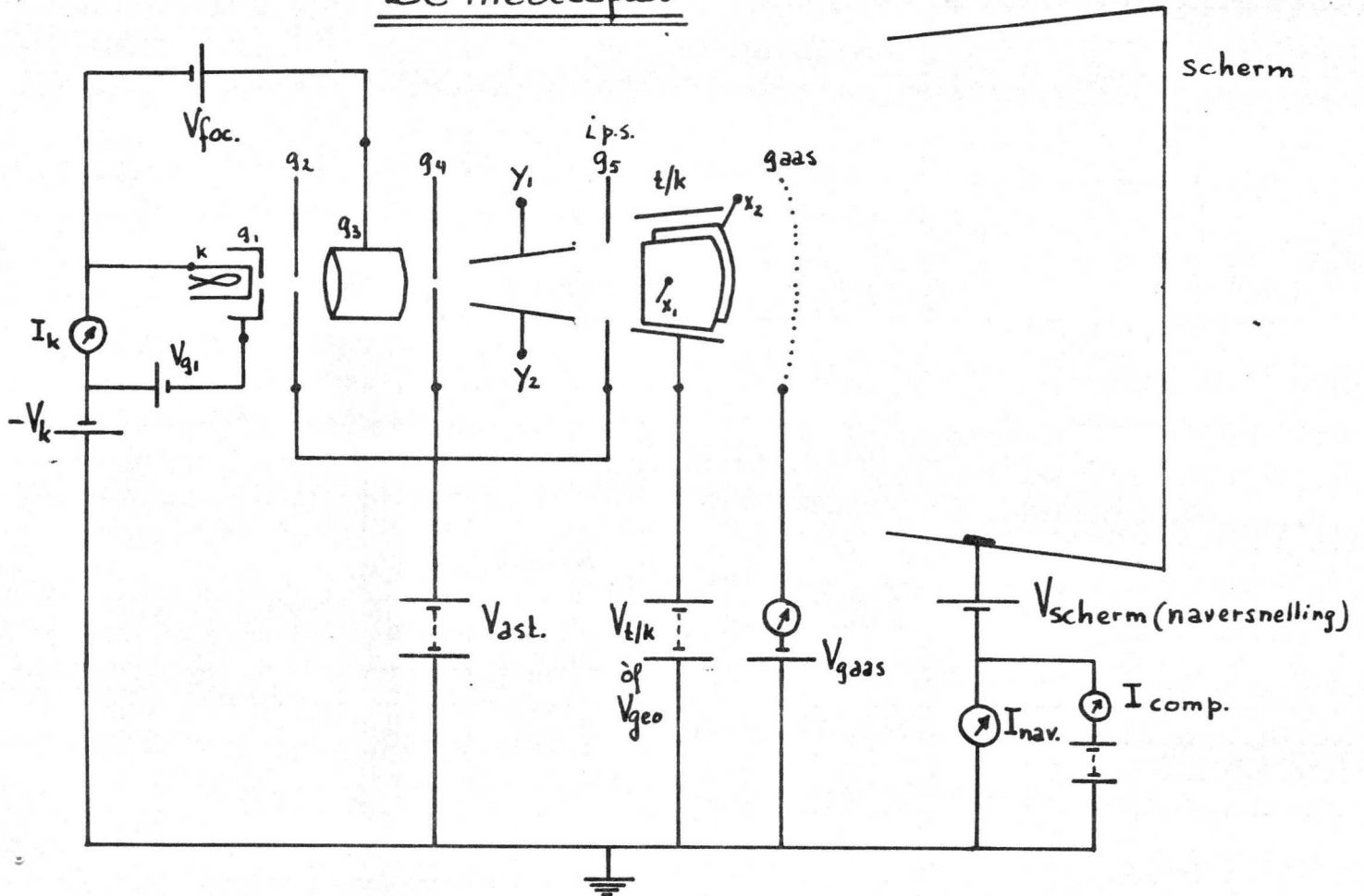
<u>Pag:</u>	
1.	De meettafel
2-4	X/y aansturing voor diverse beelden
5	De meeteis opbouw:
6-8	Emissie/karakteristieken
9-12	Geometrie/deflectie
13	Lekstromen/Overspanning
14	Gas
15	Spot/lijn definitie
16-17	Beeld kwaliteit / fosfor
18	Capaciteiten
19	Magnetische correcties
20	Mechanische/klimatologische testen
21	Afmetingen / Uiterlijk
21	Levensduur

25 Sept. '79

Sieben a.g.



# De meettafel



Voorbeeld: Diu-290.../..

Meettafel.

Publikatie

$-V_k$  t.o.v. aarde: 2 kV

$V_{g24} = + 2 \text{ kV} \pm V_{ast}$

t.o.v. kath.

$V_{nav}$  t.o.v. aarde: 8 kV

$V_{nav} = + 10 \text{ kV}$

t.o.v. kath.

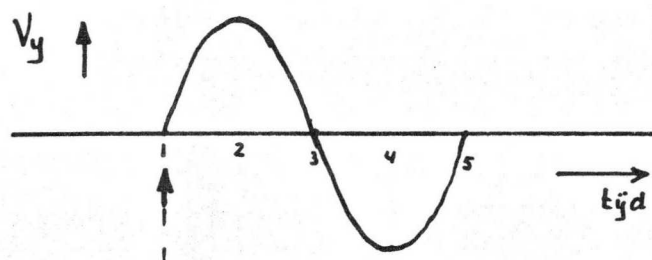
$V_{geo}$  t.o.v. aarde:  $\pm$

$V_{g6} = 2000 \text{ V} \pm$

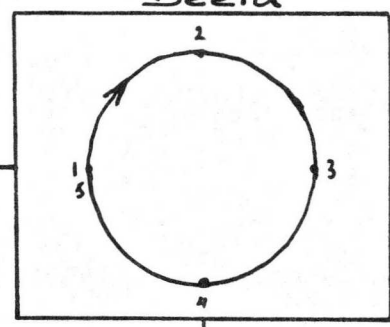
t.o.v. kath.



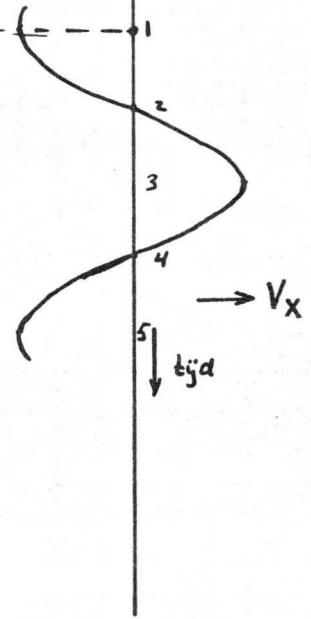
De cirkel



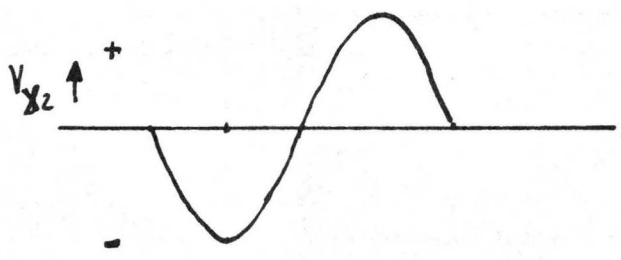
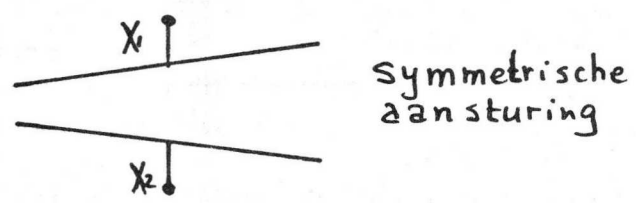
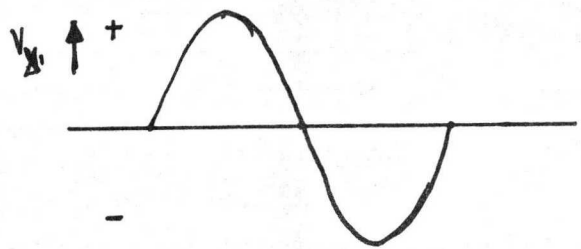
Beeld



Hetzelfde tijdstip.

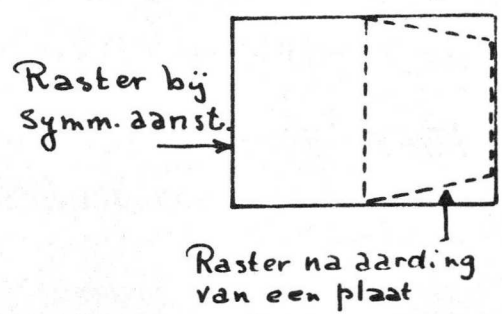


$V_x = 90^\circ$  in fase verschoven t.o.v.  $V_y$

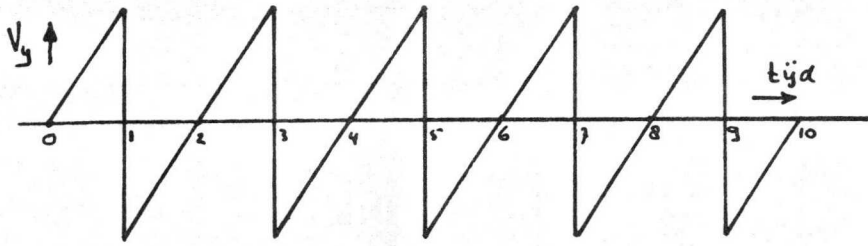


Bij asymmetrische aansturing wordt een deflektieplaat geaard

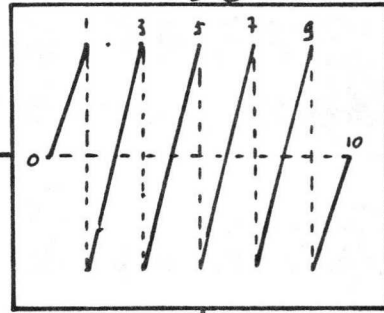
- A-symmetrische deflektie
- Halve gevoeligheid
- Deflektie in y richting ongelijk



## Zaagtanden: Het raster



## Beeld

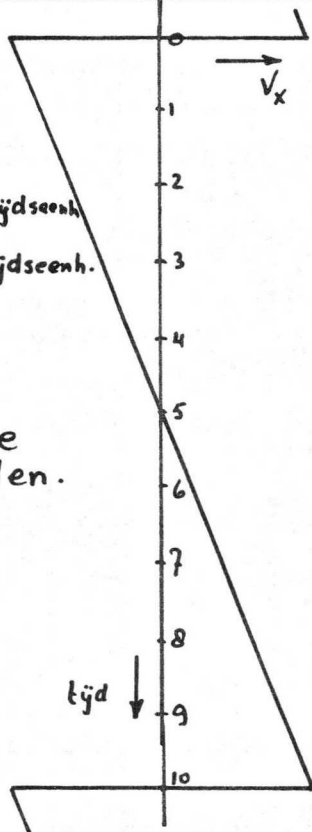


Voorbeeld  
 $V_x$ : frequentie =  $1 \times / 10$  tijdseenh.  
 $V_y$ : " =  $5 \times / 10$  tijdseenh.

Werkelijkheid in de meettafel:

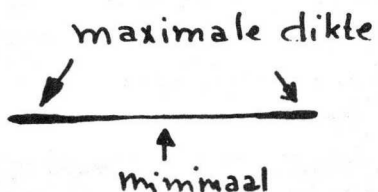
50 Hz } Repetitiefrequentie  
 5000 Hz } van de zaagtanden.

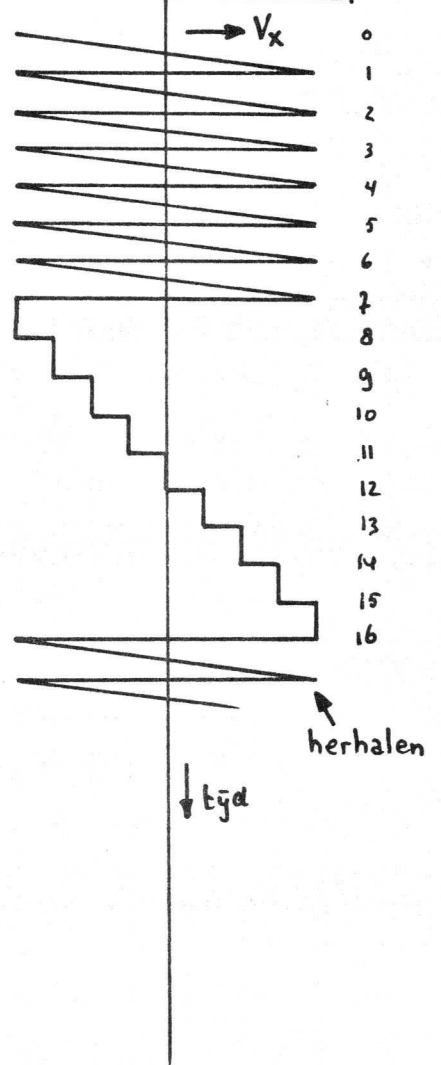
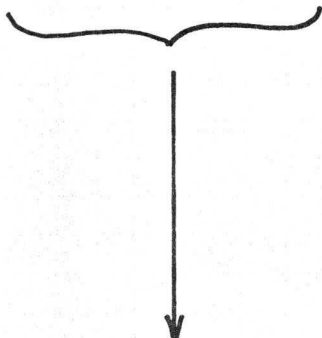
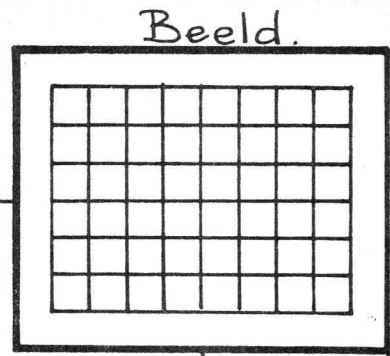
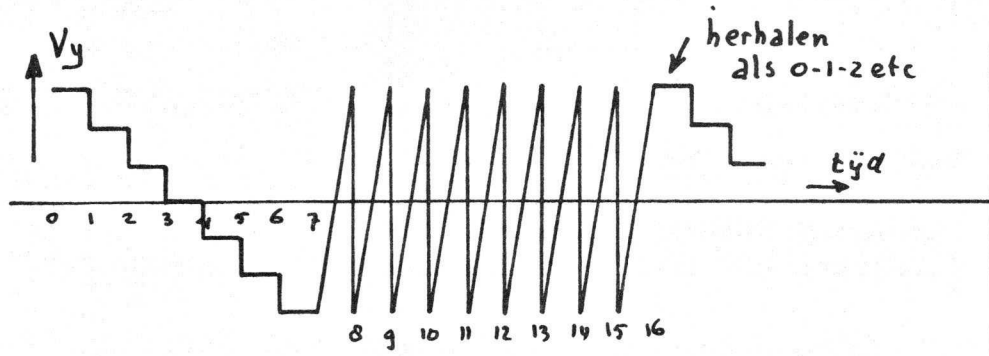
↓  
 100 Lijnen raster.



Een X-lijn of Y-lijn ontstaat door één stel platen te aarden en het andere stel aan te sturen met b.v. een sinus of een zaagtand

Nadeel van de sinus: De lijn is niet overal even dik, t.g.v. het feit dat de snelheid van de spot over het scherm niet overal gelijk is.





# De Meeteisen.

F-eis

L-eis

Levensduur

II-eis

De toelichting:

RV 6-3-0/407

+

andere specifieke

RV voorschriften

## Globale opbouw

1. Emissie / karakteristieken
2. Geometrie / Deflektie
3. Lekstromen / Overspanning / Gas / X-ray
4. Spot / Lijn definitie
5. Beeld kwaliteit / Fosfor
6. Capaciteiten
7. Magnetische correcties
8. Mechanische / klimatologische lasten
9. Afmetingen / Uiterlijk
10. Levensduur.

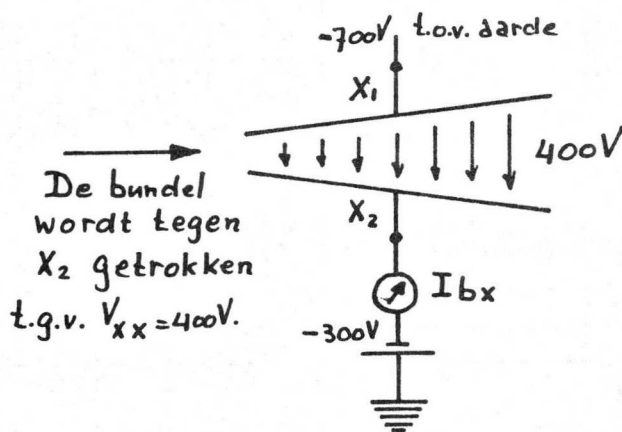


## Emissie / karakteristieken. (1)

- Afknijppunt  $V_{co}$
- Inav of  $I_{bx}$  bij  $V_d = \dots V$
- $I_k$  " " "
- Check  $\dots \mu A$  en Dip
- Afn.  $I_k$
- Stabiliteit Inav of  $I_{bx}$
- Kanon efficiency
- Kathode oppervlak
- Kathode kwaliteit
- $I_{bol}$  gas



## Meetmethode $I_{bx}$ (Bij D7-220: $I_{by}$ )

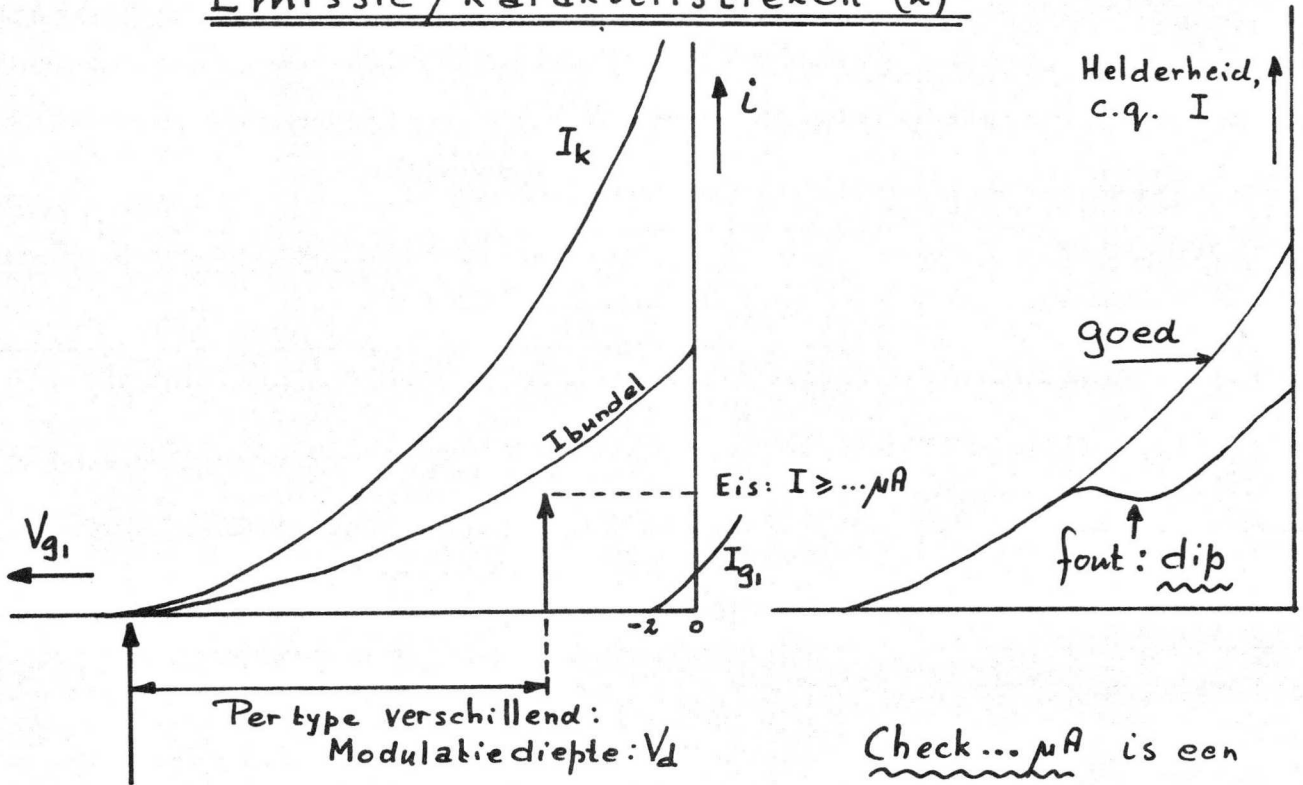


Deze meting is een schatting van de bundelstroom

Schattingsfouten door:

- Reflekties
- Sec. emissie van  $X_2$
- Niet opgevangen elektronen op  $X_2$

## Emissie / karakteristieken (2)



Afknüppunt:  $V_{co}$

Gemeten bij  
Cirkel juist  
onzichtbaar  
(CJOZ)

Check...  $\mu A$  is een  
controle op dip tot  
een bepaalde ... stroom

Opm: Meten in de buurt van  $-V_{g1} = 2 \text{ à } 0 V$   
is niet zonder risico, n.l.

- Buistechnisch: gevaar voor katodebeschadiging
- Meettechnisch: T.g.v. de  $+I_{g1}$ , kan een meetfout ontstaan, afhankelijk van de  $R_{g1}$  in de meettafel.

Afname  $I_k$ : Uitgaande van een ingestelde  $I_k = 100 \mu A$   
bij  $V_f = 6.3 V$  wordt de terugval van  $I_k$   
vastgesteld t.g.v. een  $V_f$  verlaging naar  
 $V_f = 5.7 V$ .

Kanon efficiency:  $\frac{I_{nav}}{I_k} \times 100\%$  of  $\frac{I_b}{I_k} \times 100\%$ .

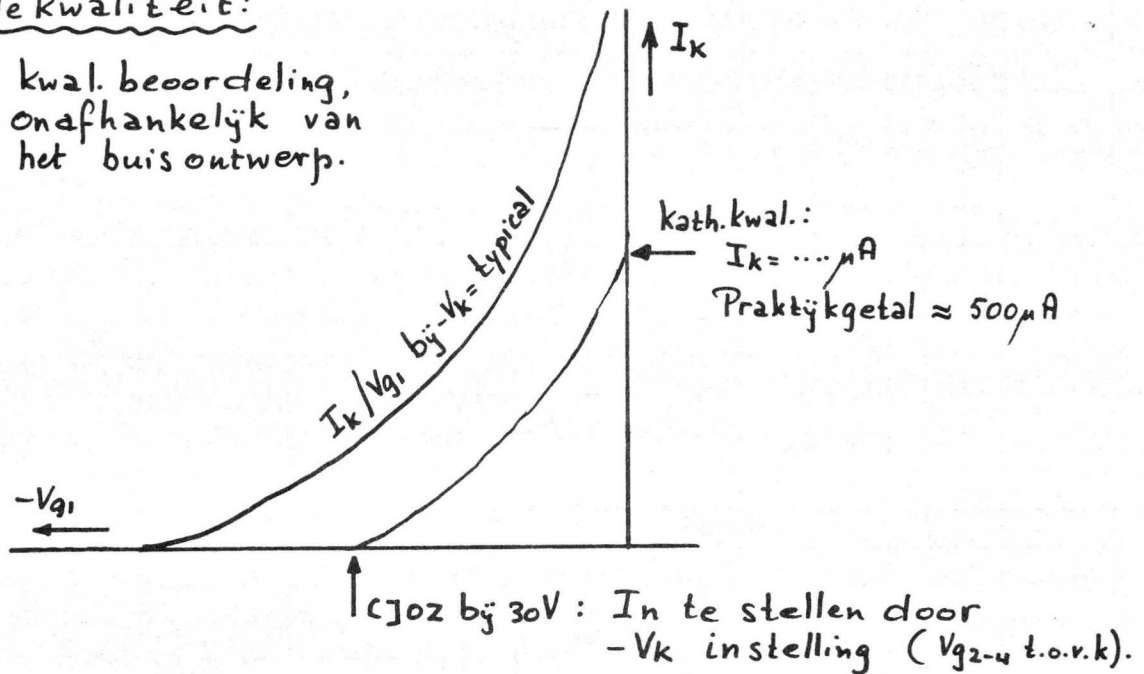
Stabiliteit  $I_{bundel}$ : Verloop van  $I_b$  ( $\Delta I_b$ ) over de tijd.

## Emissie/karakteristieken (3)

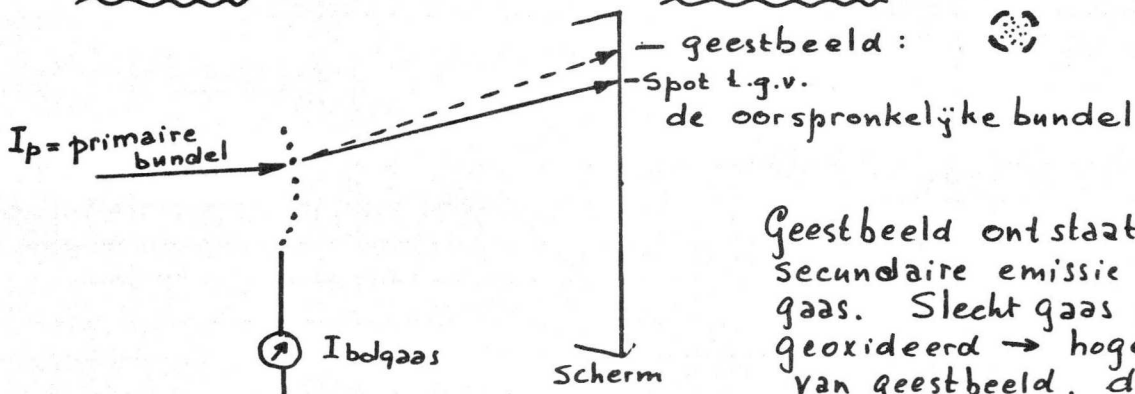
Katodeoppervlak: „Afbbeelding“ van het werkzame deel van het kat. opp. op het scherm.  
 Meetkonditie: gede-focusseerde spot met hoge stroomdichtheid.

Katodekwaliteit:

Doel: kwal. beoordeling, onafhankelijk van het buis ontwerp.

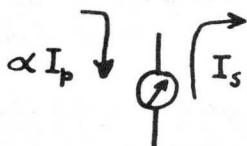


I bolgas: als maat voor geestbeeld



Geestbeeld ontstaat door secundaire emissie van het gaas. Slecht gaas (b.v. geoxideerd)  $\rightarrow$  hoge helderheid van geestbeeld, dus hoge sec. gaas emissie).

Opbouw  $I_{bolgas}$ : - Onderschepping van een deel van  $I_{prim}$  ( $\propto I_p$ ) (Gaas transmissie).  
 - Secundaire emissielektronen  $I_{sec}$ .

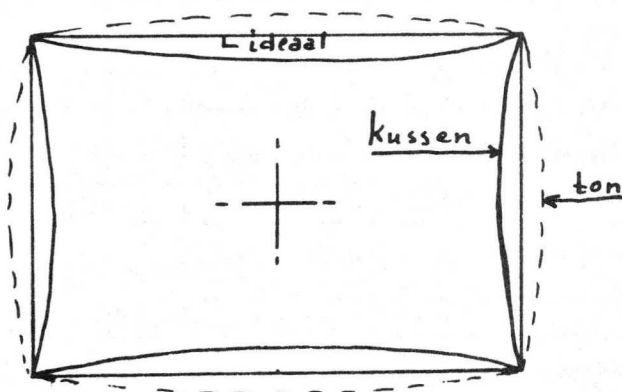
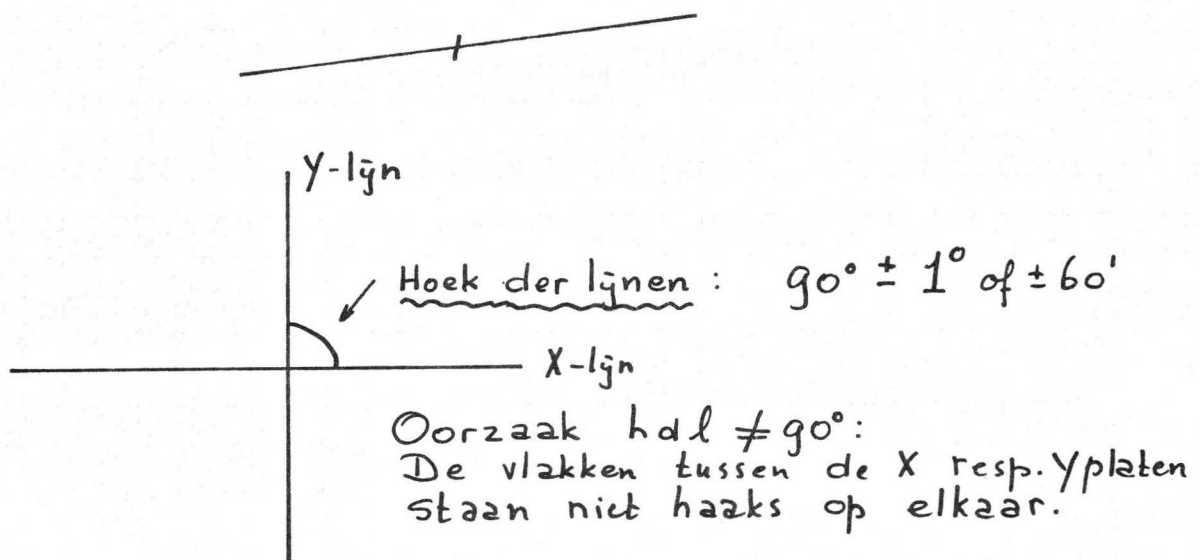


$$I_{bolgas} = \alpha \cdot I_p - I_s$$

$$I_{scherm} = I_s + (1 - \alpha) \cdot I_p$$

# Geometrie / Deflektie (1)

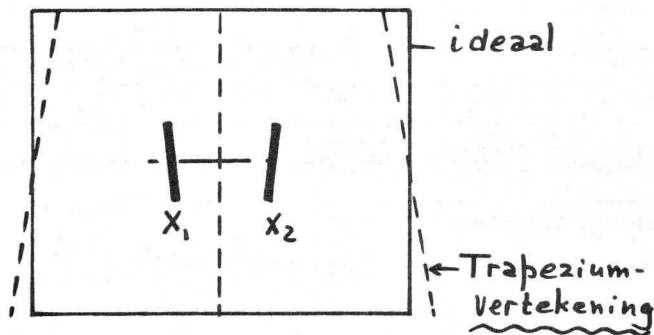
- Hoek der lijnen (Orthogonaliteit).
- Rastervervorming
  - Ton / Kussen } Langgolvig
  - Trapezium }
  - kortgolvice
- Ton/kussen correctiespanning ( $V_{geo}$  of  $V_{t/k}$ )
- Excentriciteit
- Hoek X-lijn / scherm of  $\angle$  X-lijn / inw. raster.
- Deflektiefactor en Exc. defl. factor.
- Lineariteit
- Useful scan of Afschaduw en of Uitsturing



$V_{geo}$  of  $V_{t/k}$  = de  
Spanning op de  
Correctie electrode  
om de ideale  
toestand zo goed  
mogelijk te  
benaderen.



## Geometrie/Deflektie (2)



Fontoorzaak:  
Niet parallel staan  
van de X-platen.

Deel van een geschreven raster

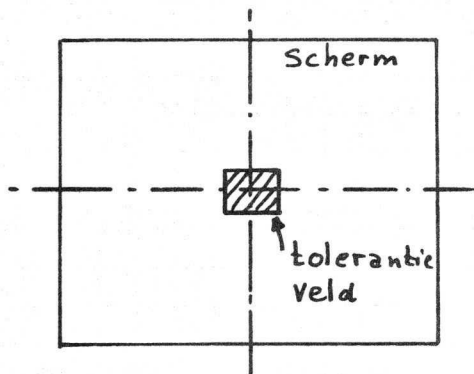


← Kortgolvlige vertekening

Oorzaak: deukje in (bol)-gaas.

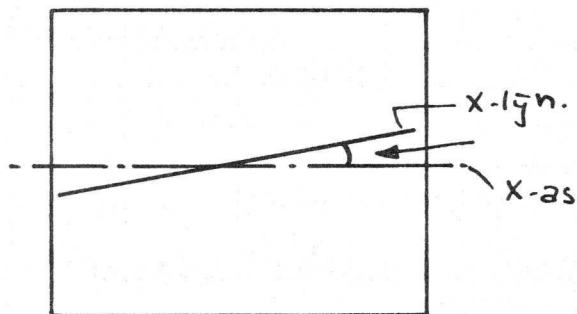
Excentriciteit in x en/of y richting.

= de afwijking van de niet afgebogen spot t.o.v. het hart van het scherm. (of inw. raster.)



∠ X-lijn/scherm  
∠ X-lijn/inw. raster

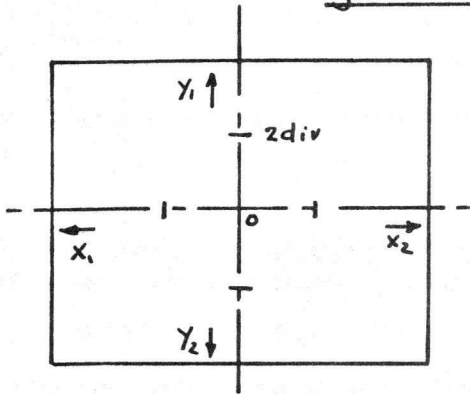
Oorzaak: rotatie van het kanon t.o.v. het scherm.



Opm: Dit is niet de hoekverdraaiing.

Hoekverdraaiing geeft de stand van de plaatstelpennen aan t.o.v. de X-as van het scherm

# Geometrie/Deflektie (3)



Te meten:

A Volt = de spanning tussen de platen om de spot vanuit het midden (0) te verschuiven over 2 divisies (2cm) in de 4 richtingen.

$$\text{Defl. factor} = \frac{A}{2} \left[ \frac{V}{\text{div}} \right]$$

Exc. defl. factor := % afwijking tussen  $\frac{D_y \text{ en } D_{y2}}{D_{x1} \text{ en } D_{x2}}$  resp.

De gepubliceerde defl. factor is gebaseerd op het gemiddelde  $\frac{A_1 + A_2}{4} = \frac{D_1 + D_2}{2}$

De gevoeligheid = het omgekeerde van de deflektiefactor =  $\frac{1}{D} \left[ \frac{\text{div}}{V} \right]$

## Lineariteit :

a) De klassieke definitie : Lin (25/75%) voor  $x_1, y_1, x_2, y_2$

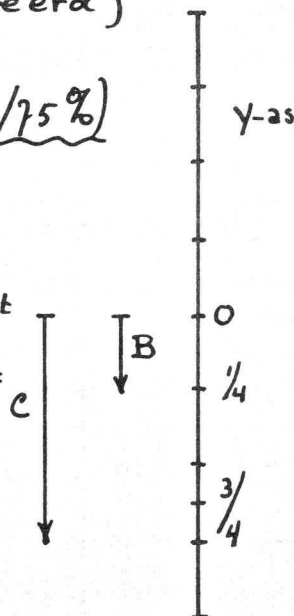
b) Voor D14-240 : Lin. max.

c) De nieuwe definities :  
 (internationaal gehanteerd)  
 Lin (gem 75%)  
 Lin (gem 80%) ← voorkeur.  
Lin (gem. 100%)

Ad a) Lin (25/75%)

Shift over  $\frac{1}{4}$  van de uitsturing : B Volt

Shift over  $\frac{3}{4}$  : C Volt



$$\text{Lin (25/75\%)} = \left| \frac{3 \cdot B - C}{3B} \times 100\% \right|$$

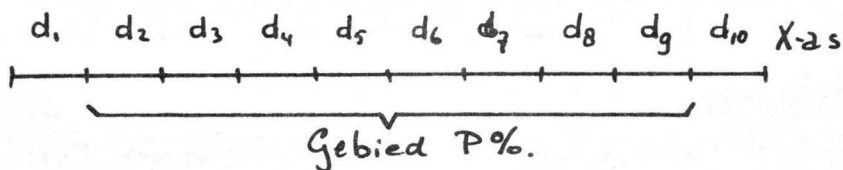
## Geometrie / Deflektie (4)

Uitgangspunt voor de overige Lin. definities is de deff. factor per divisie.

Bij 14 cm buizen: X-richting : 10 verschillende deff. fact.  
y-richting : 8 " " "

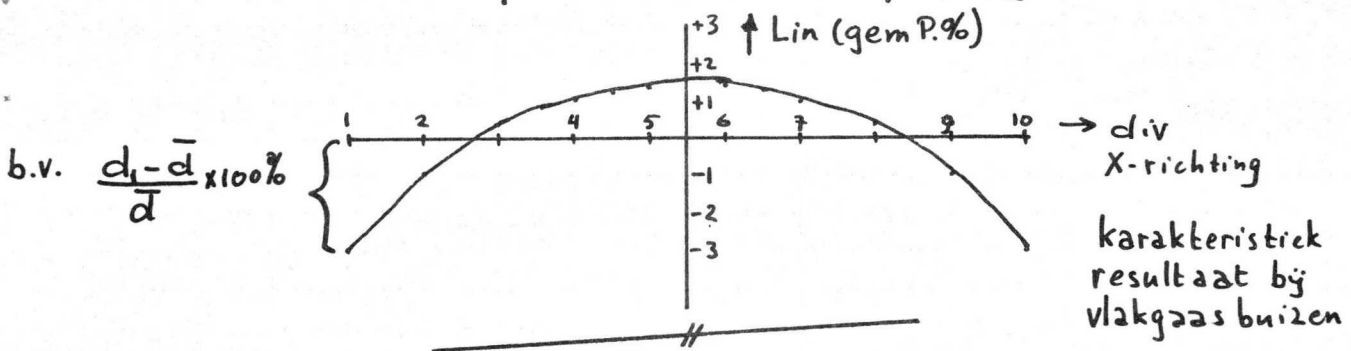
$$\text{Lin. max.} = \frac{\text{Hoogste deff. fact.} - \text{Laagste deff. fact.}}{\text{Laagste deff. fact.}} \times 100\%$$

Lin (gem P%).

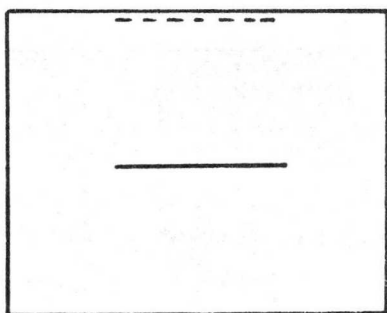


Eerst wordt de gemiddelde deff. fact. over het P-gebied berekend:  $\bar{d}_{P\%} = \frac{\sum d}{n}$

Vervolgens wordt per divisie de afwijking berekend t.o.v.  $\bar{d}$



## Useful scan / Uitsturing / Afschaduwen



In het scherm midden is de helderheid van een X-lijn 100%.

Binnen het gebruiksgebied van het scherm (useful scan) mag deze waarde niet dalen onder 50%. (E14-100: 40%).

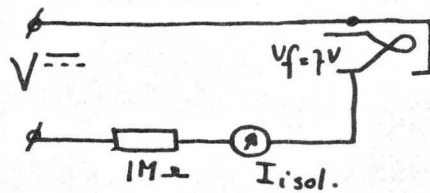
Oorzaak helderheidsafname:  
Interceptie door de deff. platen.

Meetmethode: ook mogelijk: Schermstroom in het scherm midden:  $2 \mu A$ .  
Binnen het gebruiksgebied moet deze  $> 1 \mu A$  blijven.

# Lekstromen / Overspanning

## Isolatie

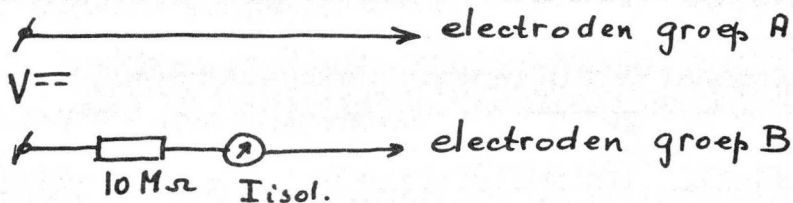
Isol k/f :



$V$  en max.  $I_{isol}$  :

Zie meeteisen.

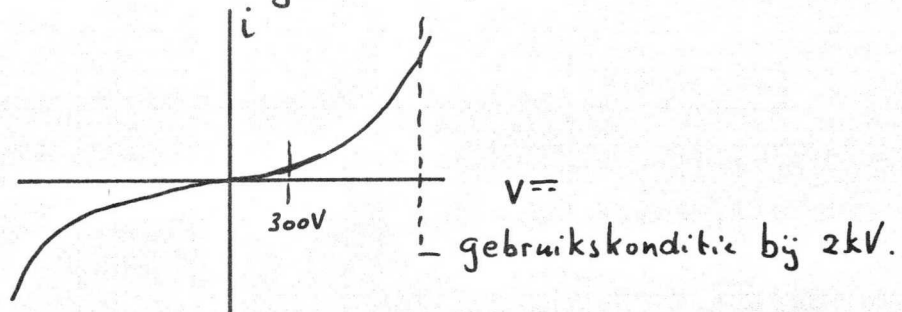
Isol rest:



Meestal:  $V = 300V$  en  $I_{isol} \leq 3\mu A^*$

\* m.u.v. k-g,  $\rightarrow I_{isol} \leq 9\mu A$ .

Nadeel: Spanningsafhankelijke isolatiefouten worden niet gevonden, b.v.



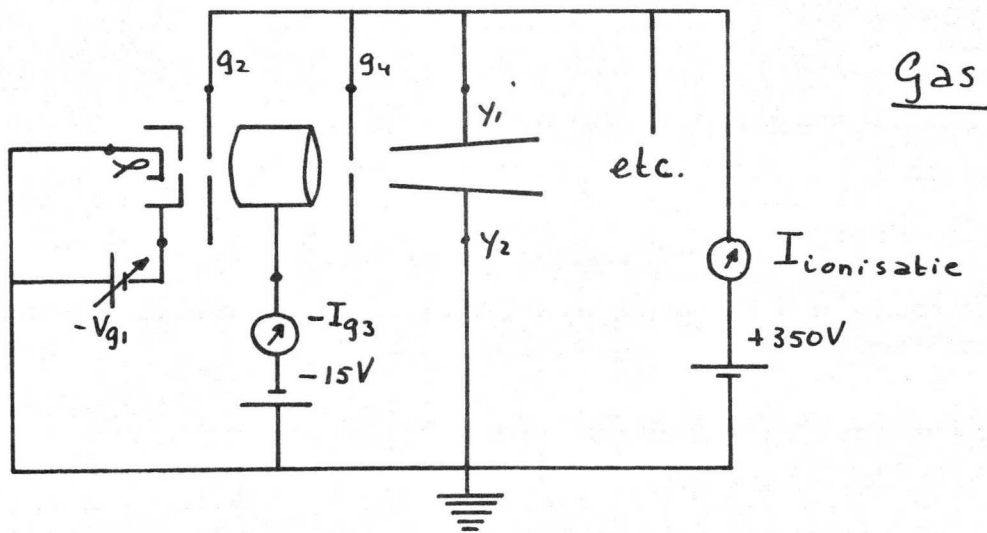
Nieuwe apparatuur is in bestelling (v.w.b. kanon, meten onder gebruikskondities).

## Overspanningen :

De spanning per elektrode verhogen naar een bepaalde hoge waarde (zie meeteis)  $\rightarrow$  beoordelen op overslag

## Doorslag naversnellingsaansluiting

Doorslagvastheid naar b.v. mu-metalen koker



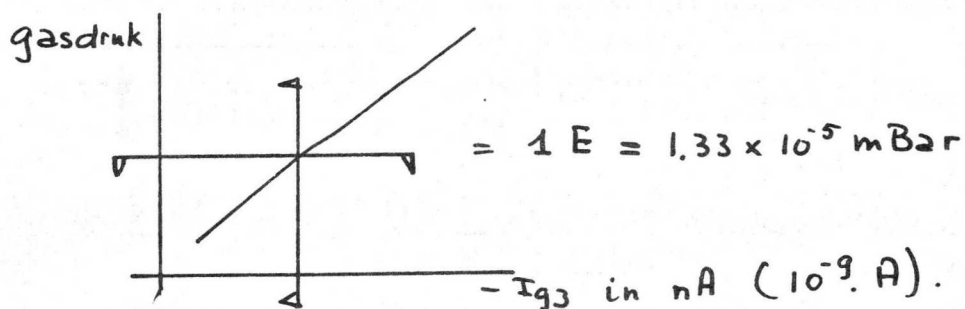
$-I_{q3}$  : Principe van de meting:

Door de ingestelde  $I_{ion}$ . treedt ionisatie van eventueel aanwezig gas in de buizen op.  $\rightarrow$

- positieve gasionen  $\rightarrow$  deze gaan naar de negatieve focusbus  $\rightarrow$  een stroom in deze bus.
- elektronen.

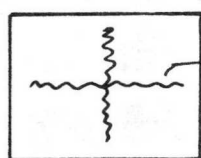
Per kanon wordt een gasijking verricht (Relatie tussen gasdruk en de  $-I_{q3}$ ).

Hieruit wordt de max.  $-I_{q3}$  bepaald.



Gas kruis : is een snelle check op de gasdruk.

Er moet een relatie zijn tussen gaskruis waarnemen en de  $-I_{q3}$  (dus met de gasdruk).



min of meer helderder kruis dan de helderheid van het afgebeelde raster.



## Spot / Lijndefinitie

Focusspanning:  $V_{g3}$  bij optimale focus, gemeten bij CJZ.

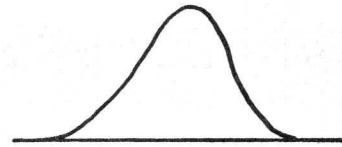
Vastigm.:  $V_{g4}$  voor optimale lijndikte, gemeten bij CJZ.

$V_{foc.}$  en  $V_{fast}$  bij hoge helderheid:

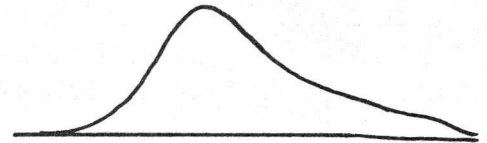
Als boven, echter bij hogere  $I$  (= H.H.)

## Puntafbeelding / Spotprofiel

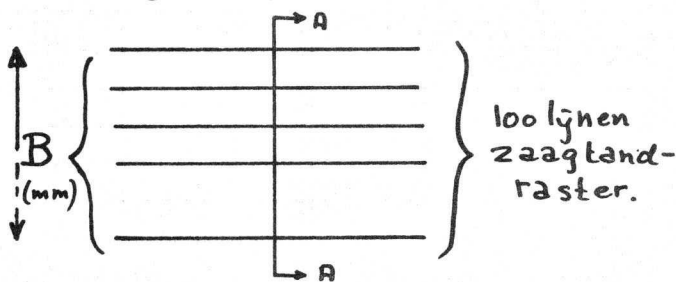
Een helderheidsdoorsnede van de spot ziet er over het algemeen zo uit:



Scheve verdeling: ontstaat t.g.v. -deflektiedefocussering  
- Oplading  
- Vuil



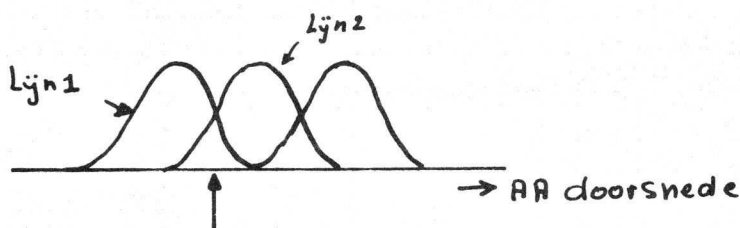
## Lijnbreedte (Shrinking raster methode)



Doorsnede AA.



De hoogte  $B$  v/h raster wordt verminderd tot de lijnen net niet meer van elkaar te onderscheiden zijn (Loupe).



Som helderheid  $lijn 1+2$  = topwaarde afzonderlijke lijn

$$\text{De lijnbreedte} = \frac{B}{100} \text{ [mm]}$$

# Beeldkwaliteit / Fosfor (1)

Scherf / Gaas kwaliteit: Zie RV voorschriften.

Glas: krassen / kneus / Luchtbellen / Steentjes

Fosfor: Egaliteit / Verontreinigingen / beschadigingen

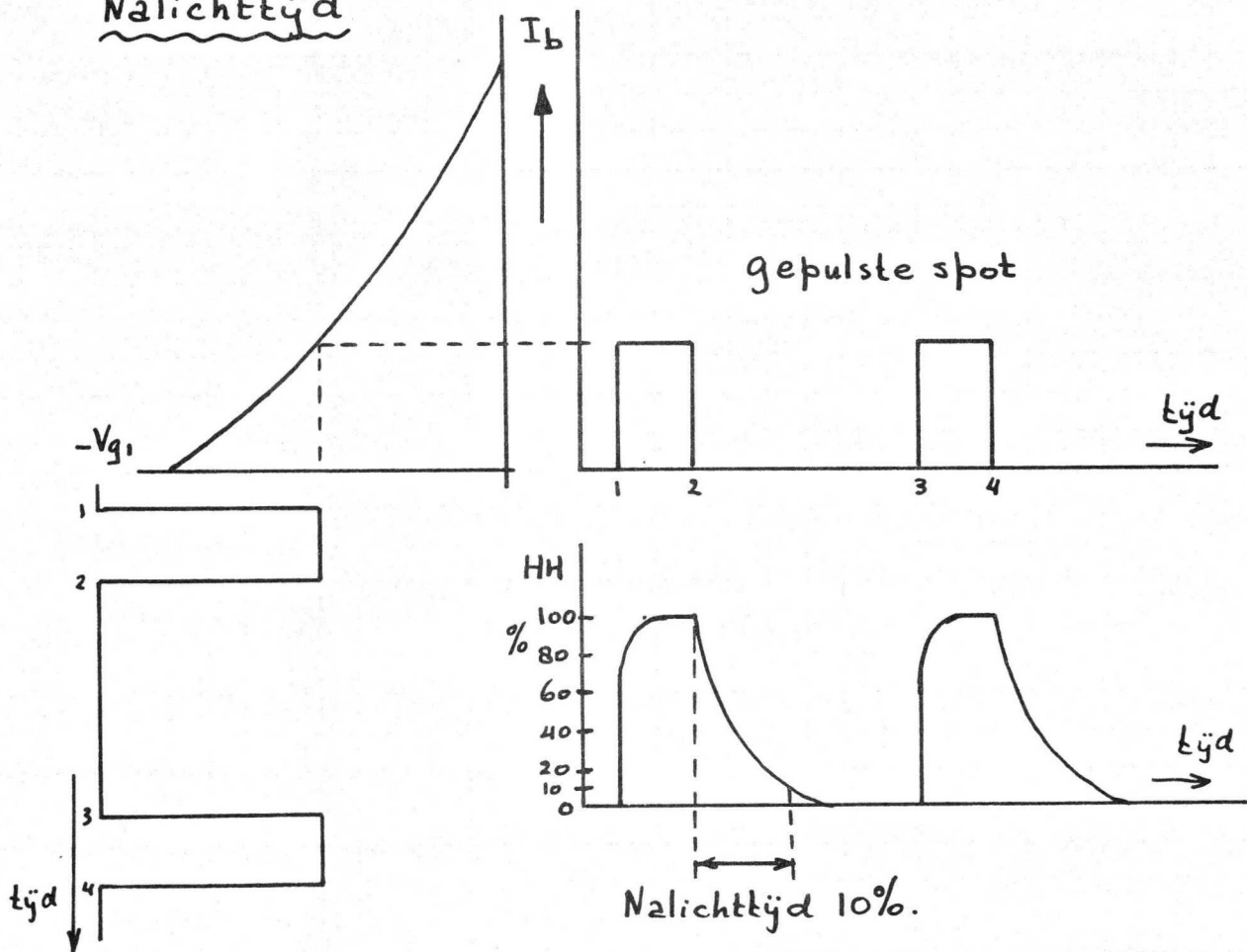
Gaas: Vuil / stof / punten / oplading

Helderheid: in  $\text{cd/m}^2$ .

100 lijnen raster van  $4 \times 4 \text{ cm}$ .

HH. meten met een ooggevoelige cel.

Nalichttijd



Zo bestaat ook:

Nalichten:  $\frac{1}{e}$   
1%  
0,1%

## Fosfor (2)

Verzadigings helderheid =  $f(i)$

Meetmethode nog vast te stellen.

### kleurpunt

Hierbij worden de coördinaten van de kleur van het fosfor in de kleurendriehoek vastgesteld.

### Inbranden:

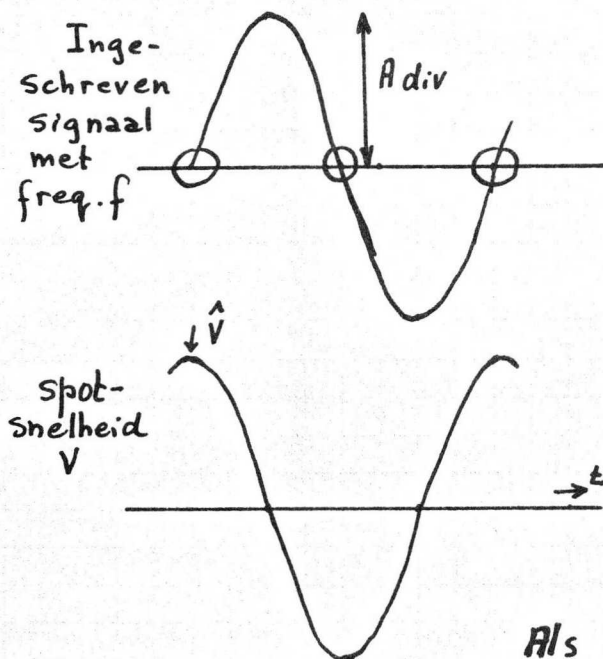
Beoordeling inbrandgevoeligheid van het fosfor:

- Verlaging helderheid
- Body-colour verandering.

### Fotografische schrijfsnelheid.

Meetkonditie: Single shot sinussignaal met frequentie  $f$ .

keuze van  $f$ . zodanig dat het eenmalige signaal nog net vastgelegd kan worden op een foto (onder standaard fotografische kondities).



Afgelegde weg door de spot over het scherm:  
 $S = A \sin \omega t$

De spotsnelheid  $v$  is

$$v = \frac{ds}{dt} = A\omega \cos \omega t$$

Ten tijde van de 0-doorgang is de snelheid dus maximaal en wel  $\hat{v} = A\omega$

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

Als dus de nuldoorgangen van de eenmalige sinus nog net op de foto staan, dan is de schrijfsnelheid:

$$\underline{\hat{v} = 2\pi \cdot f \cdot A}$$

Opn: De verplaatsing in X-richting wordt verwaarloosd.

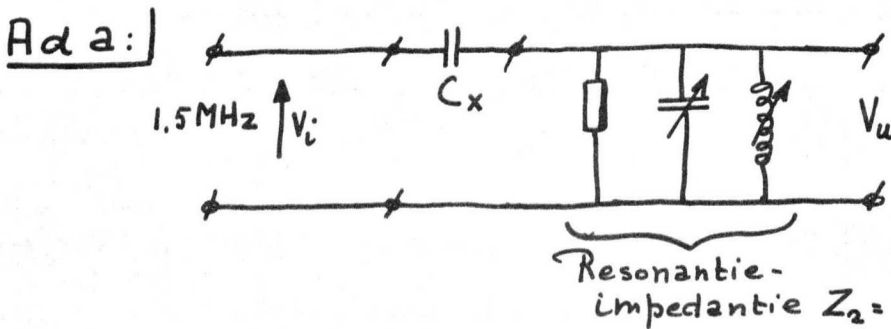
# Capaciteiten.

Meetmethode: IEC 100.

Belangrijke cap: - Defl. platen < onderling  
naar omgeving

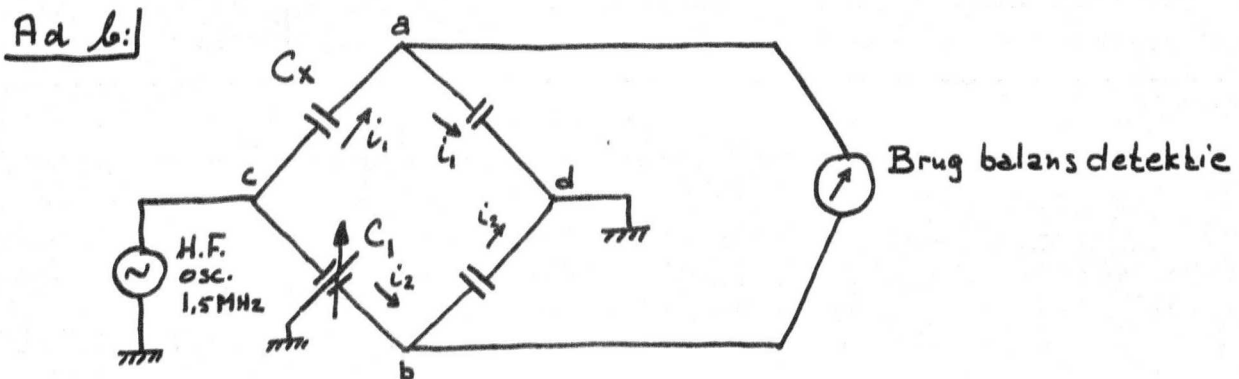
- kath / g<sub>1</sub> l.v.m. Z-puls

Apparatuur: A: Gebied 0 - 500 mpF (pF)  
B: Gebied 0.5 - 200 pF.



$$V_u = \frac{Z_2}{\frac{1}{j\omega C_x} + Z_2} \cdot V_i \quad \left. \begin{array}{l} Z_2 \ll \frac{1}{\omega C_x} \\ \text{bekend} \end{array} \right\} \rightarrow V_u = Z_2 \cdot j\omega C_x \cdot V_i$$

$V_u$  is dus een maat voor de te meten  $C_x$ .



$$\frac{i_1}{\omega C_x} = \frac{i_2}{\omega C_1} \quad \text{en} \quad \frac{i_1}{\omega C_{a-d}} = \frac{i_2}{\omega C_{b-d}} \quad \rightarrow \quad C_x = \frac{C_{a-d}}{C_{b-d}} \times C_1$$

Metode: Bij gegeven waarden van  $C_{a-d}$  en  $C_{b-d}$  (afhankelijk van schaalbereik) wordt de brug gebalanceerd met  $C_1$ . De instelling van  $C_1$  is afleesbaar en heeft dus per schaalbereik een vaste relatie met  $C_x$ .



## Magnetische correcties

Spoelmogelijkheden: - Rotatie  
- Orthogonaliteit  
- y-shift

Te meten:

Spoelweerstand

Spoelconstante

Rotatie: in mA/o      Orthog: in mA/o

Shift: in mA/mm.

Isolatie waarde: Spoel ↔ aquadag

" "      aarddraad ↔ aquadag.

Opm: Bovengenoemde spoel eigenschappen worden beïnvloed door temperatuur en de positie van de spoel op de buis.

Temp.:  $\Delta R \approx + 4\% / 10^\circ\text{C}$

max. I rotatie:

Max. toelaatbare rotatiespoelstroom om de max. toelaatbare  $\angle X$ -lijn/scherm te corrigeren.

## Mechanische/klimatologische testen

Triltest  $\left\{ \begin{array}{l} 50 \text{ Hz triltest bij } 6 \hat{g} \\ \text{IEC test van } 10-150 \text{ Hz.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{In } X, Y \\ Z_1 \text{ en } Z_2 \\ \text{richting} \end{array}$

Schoktest Eis: meestal  $50 \hat{g}$

Valtest  $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \text{Beoordelen kwaliteit verpakking} \\ \text{(enkeltvoudige).} \\ \rightarrow \text{Beoordelen buis binnen de bescherming} \\ \text{die de verpakking geeft} \end{array} \right.$

Eis aan de verpakking: meestal  $< 50 \hat{g}$  op de buis onder standaard valcondities (6 x op de vlakken + 1 ribbe).

Temperatuurtesten:  $\left. \begin{array}{l} -55 \text{ }^\circ\text{C} \\ -40 \text{ }^\circ\text{C} \\ +80 \text{ }^\circ\text{C} \\ +100 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{geen omschreven} \\ \text{vochtigheids-} \\ \text{kondities.} \end{array}$

Tropentest: 7/56 dagen.

Per etmaal een cyclus:  $\approx 12 \text{ hrs}$  omg. temp.  $\approx 12 \text{ hrs}$   $45^\circ\text{C}$ .

Vochtigheid: 90 à 100% rel. vocht.

kitsterkte dopjes: 0-hrs  $\geq 100 \text{ N}$   
7/56 dgn  $\geq 50 \text{ N}$

Ligtest (Shelf-life): 1 maand opslag

Beoordeling emissie/gashuishouding onder invloed van opslag

Druktest: Ballonsterkte.

Op de buis wordt een externe druk aangebracht van  $\geq 3,1 \text{ Bar}$  (Drukverschil t.o.v. inwendig).

## Afmetingen / Uiterlijk

Visuele controle: kwaliteit produkt + verpakking +

Coderingen: Zie vis. kontr. RV....

### Afmetingen:

Schermglas, frontmaten, insmeltlengte, totale lengte,  
Scherm / ref. lijn, Stengellengte, Spoel positie,  
halsdiameter, positie nav. kontakt, pos. zijcontacten

Slingering hals: Hoe haaks staat de hals op het  
Scherm?

## Levensduur

Doel: Beoordelen } - emissiekwaliteit  
tijdens L.D. } - Inbrandgevoeligheid scherm.  
- " " " gazen  
- Opladingsverschijnselen  
- Gas huishouding

Metten bij 0-hr, 160, 500, 1000, 2000 enz. hrs.

L.D. kondities:  $V_f$ : keuze uit 5,7 - 6,3 - 7,0V.

$I_b$ : Per type.

Min of meer standaard:

$I_{\text{scherm}} \approx 10 \mu\text{A DC}$

$V_{k/f}$ : 110 à 125V

Geen korrektiespanning (geo, ast, rot.)

Raster: Vrijlopend 20 lijnen raster

Het beschreven opp.: Gebaseerd op:

$$\frac{I_{\text{scherm}} \times V_{\text{scherm/kath.}}}{\text{Opp}} \approx \frac{2}{3} \cdot \text{abs. max. gepubliceerde Schermbelasting}$$









LEVENSDUURBRANDRAAM VOOR OSCILLOGRAAFBUIZEN  
16 posities

RV-6-2-7/405

door

M.J.Rijnsent

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

27.12.60

NC

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

I  
RV-6-2-7/405





I N H O U D

B L A D

UITVOERINGSVORMEN ..... 3

ALGEMENE GEGEVENS ..... 4

FOTO VAN HET BRANDRAAM ..... 5

ELEKTRISCHE BESCHRIJVING ..... RV-6-2-7/405 EB

RESERVEONDERDELENLIJST ..... RV-6-2-7/405 R

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





UITVOERINGSVORMEN

Beschrijving met het cijfer I boven het RV-nummer:

Deze heeft betrekking op de apparatuur met onderstaande gegevens:

Commissienummer	Ordernummer	Inventarisnummer
-	-	208225
-	-	208244 t.m. 208250

Bovengenoemde nummers zijn op het tegen de apparatuur gemonteerde plaatje vermeld.

Elektrisch schema ----- E4 853 32.0

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





ALGEMENE GEGEVENS

Toepassing

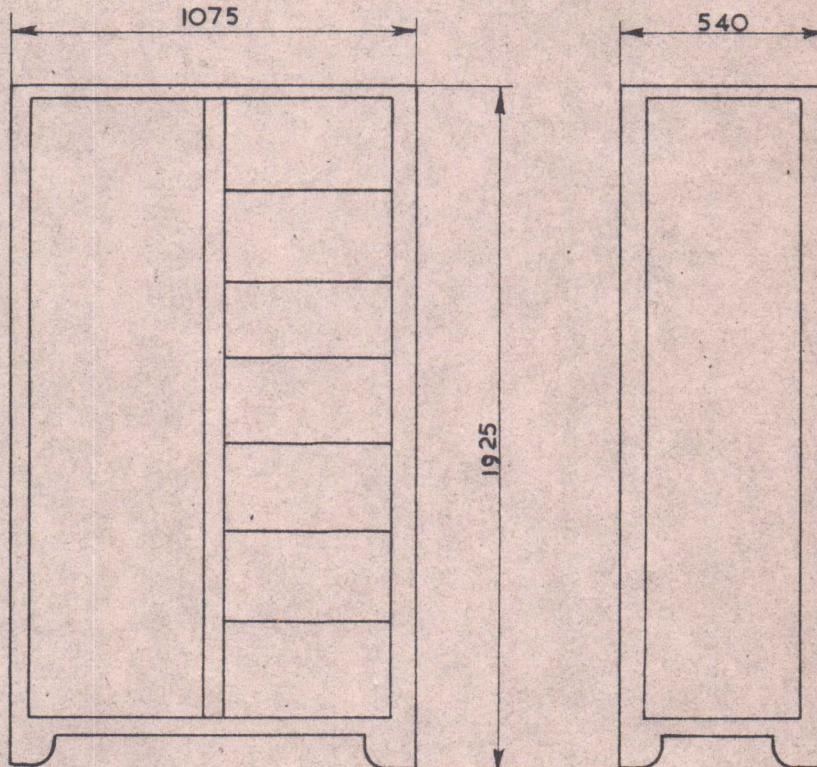
Het brandraam wordt gebruikt voor het nemen van levensduurproeven van oscillograafbuizen.

Het brandraam is geschikt voor alle typen oscillograafbuizen door het verwisselen van de buishouders.

Spanningen

Netspanning .....	220V 50-60 Hz
Gloeispanning .....	0-7V ± 10 %
Spanning tussen katode en gloeidraad .....	0-150 V
Negatieve roosterspanning .....	0-450 V
Focusseerspanning .....	0-900 V
Versnellingspanning .....	0-2 kV
Naversnellingspanning .....	0-10 kV

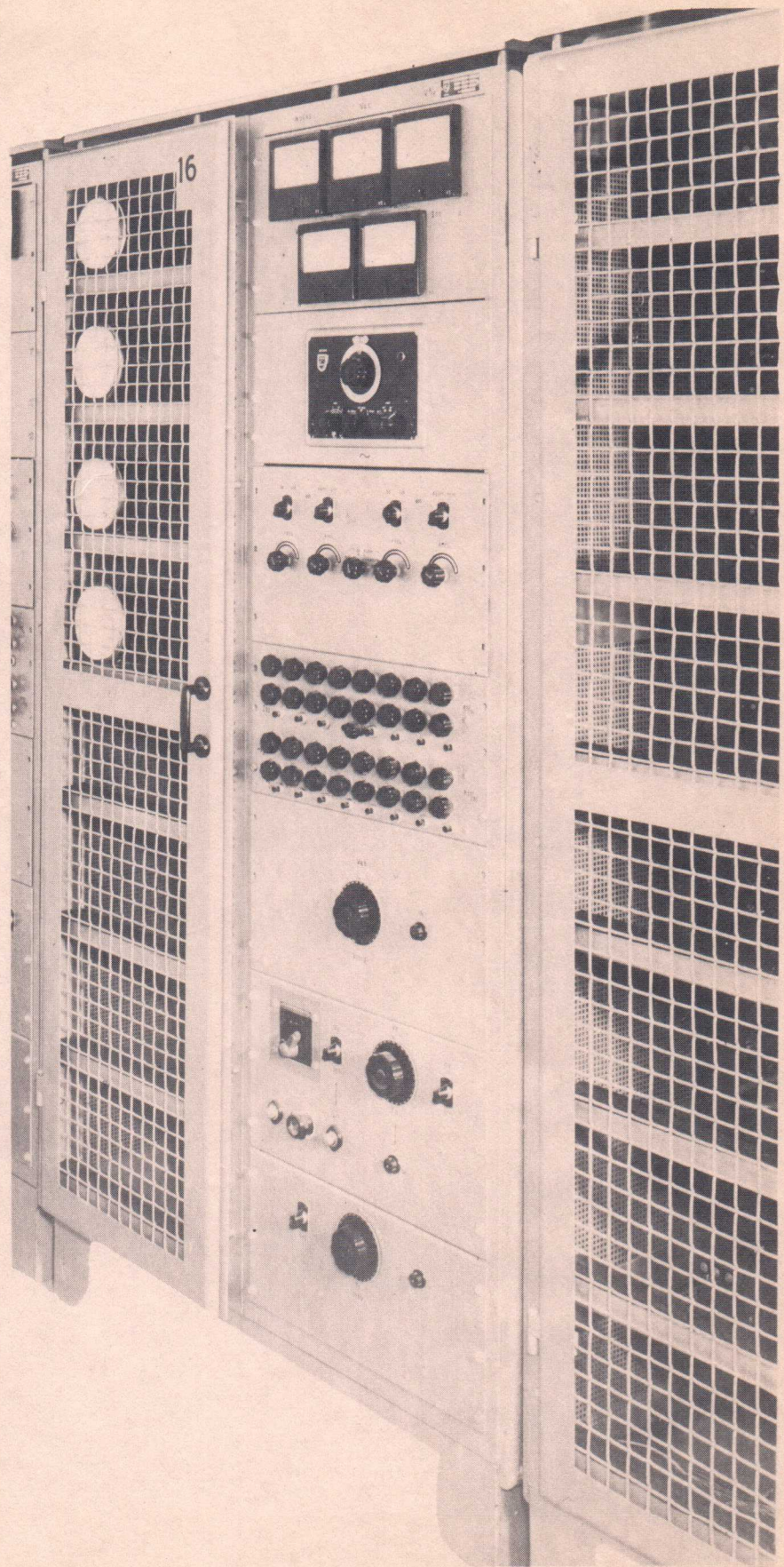
All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.







Property of the N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.  
Reproduction or disclosure to third parties, in any form  
whatsoever not allowed without written consent of the pro-  
prietors.



27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

I  
RV-6-2-7/405  
- 5 -





LEVENSDUURBRANDRAAM VOOR OSCILLOGRAAFBUIZEN

16 posities

Elektrische beschrijving

RV-6-2-7/405 EB

door

M.J.Rijnsent

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

27.12.60

NC

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

22000.513.1

I  
RV-6-2-7/405 EB

92692

-1-





I N H O U D

B L A D

VOORSCHRIFTEN ..... 3

BESCHRIJVING

Algemeen

Voedingsspanningen voor de te meten buizen

Zaagtandgenerator ..... 4

ONDERDELENLIJST ..... 7

Brandraam

Zaagtandgenerator ..... 9

Gelijkrichter van de zaagtandgenerator ..... 16

Versterker ..... 17

Gelijkrichter Gr1 ..... 21

Gelijkrichter Gr2

Gelijkrichter Gr3

Gelijkrichter Gr4 ..... 22

LEVENSDUURBRANDRAAM (vooraanzicht) ..... 23

BOVENAANZICHT VAN DE ZAAGTANDGENERATOR ..... 24

BOVENAANZICHT VAN DE VERSTERKER ..... 25

ELEKTRISCH SCHEMA VAN HET BRANDRAAM ..... 26

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE ZAAGTANDGENERATOR ..... 27

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE VERSTERKER ..... 28

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE GELIJKRICHTER Gr1 ..... 29

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE GELIJKRICHTER Gr2 ..... 30

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE GELIJKRICHTER Gr3 ..... 31

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE GELIJKRICHTER Gr4 ..... **32**

ELEKTRISCH SCHEMA VAN DE GELIJKRICHTER VOOR DE ZAAGTANDGENERATOR.. **33**

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





VOORSCHRIFTEN

RC-generator (App. 2) ..... GM 2315

BESCHRIJVING

Algemeen

De installatie bestaat uit een bedieningskast met links daarvan een raam, dat aan de voorzijde voorzien is van een afschermdeur.

In het raam is een hardweefselplaat aangebracht, waarop de 16 buishouders gemonteerd zijn.

Daar de plaat in voor en achterwaartse richting verplaatsbaar is kunnen de schermen van de te branden buizen onafhankelijk van de buislengte zo dicht mogelijk bij het gaas van de afschermdeur worden gebracht. Dit in verband met het bekijken van het fluorescentiescherm.

De buishouders zijn uitwisselbaar waardoor het brandraam voor alle buistypen geschikt gemaakt kan worden.

Voedingsspanningen voor de te branden buizen (blad 26)

De gloeispanning (Vf) voor de te branden buizen wordt geleverd door de transformator T3, geregeld met de variac T2 en afgelezen op de voltmeter V4. De transformator T3 is voorzien van enige aftakkingen waardoor met de schakelaars Sk23 t.m. 38 de gloeispanning per positie met + of - 10% instelbaar is.

De k/f spanning wordt geleverd door de gelijkrichter Gr3 en wel van het gedeelte waarin de buis B4 is opgenomen (zie blad 31). De spanning is regelbaar met de potentiometer R36 en kan worden afgelezen op de voltmeter V3.

De negatieve rooster-1 spanning (-Vg1) wordt eveneens geleverd door de gelijkrichter Gr3 en wel van het gedeelte waarin de buis B3 is opgenomen. De rooster-1 spanning is per positie regelbaar met de weerstanden R17 t.m. R32 die op het paneel van de gelijkrichter zijn gemonteerd.

De focusspanning (Vg3) wordt eveneens door de gelijkrichter geleverd (Gr3) en wel door het gedeelte waarin de buizen B1 en B2 zijn opgenomen. De spanning is per positie regelbaar met de potentiometers R1 t.m. R16 welke eveneens op het paneel van de gelijkrichter zijn gemonteerd. In de plusleiding is bij deze gelijkrichter een steker aangebracht welke zonodig vervangen kan worden door een weerstand. In dit laatste geval is de focusspanning niet meer tot nul regelbaar.

De versnellingspanning (Vg2g4) wordt geleverd door de gelijkrichter Gr2, is regelbaar met de ingebouwde variac T3 (blad 30) en kan worden afgelezen op de voltmeter V2.

Voor ontlading is de schakelaar Sk5 aangebracht.

\* Met Sk39 is het mogelijk om de k/f spanning om te polen. Bij het branden van buizen, waar de gloeidraad met de katode verbonden is moet de schakelaar Sk23 (zie Gr 3 blad 31) geopend zijn, daar anders Sk39 kortgesloten is.

17.1.61

27-12-60

NC

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

22000.513.1

92692

-3-

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





De schermstroom (I1) kan per positie worden afgelezen op de ampèremeter A1. Hiertoe zijn op het paneel van Gr3 de drukknopschakelaars Sk7 t.m. Sk22 gemonteerd.

De schermstroom kan worden afgelezen door op de D2-plaat een spanning te zetten die geleverd wordt door Gr4.

De voeding aan deze gelijkrichter wordt ingeschakeld met Sk4.

De naversnellingssspanning wordt geleverd door de gelijkrichter Gr1, wordt ingeschakeld met de schakelaar Sk2, is regelbaar met de variac T1 en kan worden afgelezen op de voltmeter V1. Voor ontlading dient de schakelaar Sk5.

De gelijkspanning wordt via de spanningsdeler App. 4 en een drietal rails aan het naversnellingsrooster toegevoerd.

Door de spanningsdeler is het mogelijk om diverse buistypen met verschillende hoogspanning te branden.

Het raster op de te branden buis wordt geleverd door de zaagtandgenerator App. 1.

Het brandraam is verder nog voorzien van de RC generator App.2 met de bijbehorende versterker App.3. Deze worden echter niet gebruikt.

#### Zaagtandgenerator (blad 27)

De zaagtandgenerator bestaat uit 2 volkomen gelijke delen en elk deel bestaat uit de eigenlijke zaagtandgenerator en de versterker.

De benodigde gelijkspanning wordt verkregen door middel van een gelijkrichter App.1. De gelijkspanning bedraagt voor de versterker 400 volt en voor de zaagtandgenerator ca. 300 volt.

Met de schakelaars Sk3 en Sk3' kunnen we een zaagtandspanning verkrijgen van 50 of 500 Hz. Onderstaande beschrijving geldt voor een frequentie van 50 Hz.

De werking van de zaagtandgenerator kan het beste worden gevolgd aan de hand van het schema op blad 5.

We gaan uit van het moment dat de condensator C24 opgeladen wordt. Gedurende die tijd is de buis B7 afgeknepen.

C24 laadt zich dus over buis B7' en de weerstanden R46 en R41 op (heenslag).

Door dit opladen van C24 zal de potentiaal van punt D dalen. Tijdens deze heenslag is de potentiaal van punt A constant. Het potentiaalverschil tussen dit punt en aarde bedraagt dan ongeveer 33 volt.

Gedurende het opladen van C24 zal de stroom in de keten C24-R46-R41 afnemen waardoor dus ook de katodepotentiaal van buis B7 zal afnemen.

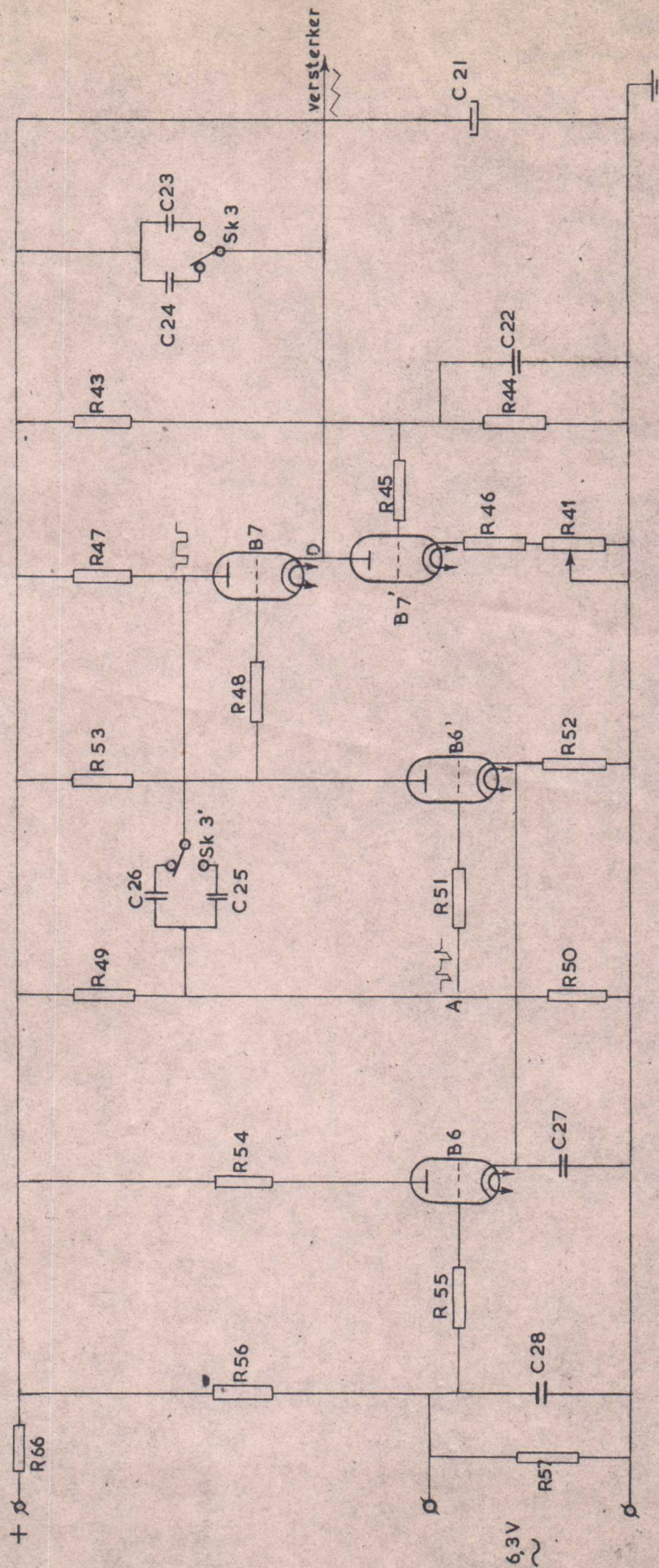
Hierdoor wordt de spanning over de triode B7 groter waardoor op een bepaald moment buis B7 deblokkeert. Zie t1 fig. 1.

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatsoever is not permitted without written authority from the proprietors.





All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.



ZAAGTANDGENERATOR

Voor volledig schema zie blad 27

27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

-5-





Hierdoor daalt de anode potentiaal van deze buis plotseling. Dit veroorzaakt tegelijkertijd een potentiaaldaling bij punt A. Het rooster van B6' wordt dus ook meer negatief waardoor de buis B6' blokkeert.

Het blokkeren van deze buis geeft een stijging van de anodepotentiaal. Daar het rooster van buis B7 met deze anode verbonden is zal dus de potentiaal van dit rooster ook stijgen waardoor buis B7 nog meer stroom gaat trekken. Dit effect is cumulatief.

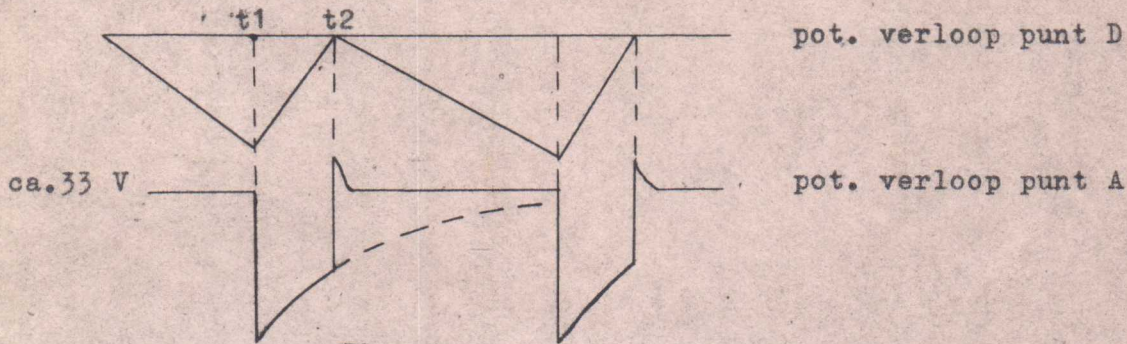


Fig. 1

Direct nadat buis B7 opent ontladde de condensator C24 zich over deze buis en de weerstand R47. Tegelijkertijd ontladde de condensator C26 zich over R50. De potentiaal van punt A stijgt hierdoor volgens een e-kromme en wil aanvankelijk stijgen tot ca. 33 volt, d.w.z. de potentiaal van punt A tijdens de heenslag.

Het stijgen van de potentiaal van punt A heeft echter tot gevolg dat ook de potentiaal op het rooster van B6' stijgt waardoor deze buis de-blokkeert (zie t2 fig. 1).

Buis B6' gaat nu weer stroom trekken waardoor en de anodepotentiaal van deze buis en de roosterpotentiaal van buis B7 zakken waardoor buis B7 blokkeert.

Op het zelfde tijdstip zal de condensator C26 zich opladen in de keten R47-C26-R51-rooster en katode B6'-R52.

Ten gevolge van dit opladen zal de potentiaal met een sprong tot boven 33 volt stijgen, maar zal direct daarna weer tot ca. 33 volt dalen.

De oude toestand is dan weer bereikt en C24 kan zich weer opladen, terwijl de potentiaal van punt A gedurende de heenslag constant blijft.

Met behulp van een wisselspanning van 6,3 volt wordt de zaagtandspanning gesynchroniseerd op 50 Hz. Via de katode van B6 worden de positieve toppen van de wisselstroom toegevoerd aan de katode van buis B6' waar de zaagtandspanning beïnvloed wordt ten tijde t2.

De katodeweerstand van B7' is variabel gemaakt.

Daar de heenslagtijd door deze weerstand bepaald wordt is het mogelijk om hiermee de frequentie van de zaagtandspanning te regelen.

De zaagtandspanning wordt toegevoerd aan de buis B8 en vervolgens versterkt door de in balans geschakelde buizen B9 en B10 (blad 27)

Met de schakelaars Sk2 en Sk4 is het mogelijk om of een symmetrische, of een asymmetrische zaagtandspanning te verkrijgen.

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





## ONDERDELENLIJST

Brandraam E4 853 32 (blad 26)

A1	Ampèremeter 100/µA 120x120	P 092 09 AA/00	
App.1	Zaagtandgenerator 300 Volt top-top	E4 449 10	Zie blad 27
App.2	Paneel met RC-generator GM2315	E4 762 72	
App.3	Versterker	EL6400/00	Zie blad 25
App.4	Spanningsdeler	E4 137 26	
B1-16	Te branden buis		
Gr1	Gelijkrichter 10 kV 10 mA	105 757	Zie blad 29
Gr2	Gelijkrichter 3000 Volt 70 mA	E4 853 28	Zie blad 30
Gr3	Gelijkrichter 2x450V-900V	E4 853 32	Zie blad 31
Gr4	Gelijkrichter 400V 10 mA	28 950 91	Zie blad 32
La1	Neonsignaallamp	9512W/91/220V~	
La2	Neonsignaallamp	9512W/91/220V~	
R1-R16	Variabele koolweerstand 1 Mohm lin.	48 901 30/GE1M	} Behoren tot Gr3
R17-R32	Variabele koolweerstand 200 kohm lin.	48 901 30/GE200K	
R33	Voorschakelweerstand	E4 137 27	
R34	Voorschakelweerstand	P 901 89	
R35	Koolweerstand 120 kohm 1W	B8 305 07A/120K	
R36	Variabele weerstand 50 kohm 3W	48 330 10/N50K	

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





Sk1	Automatische schakelaar 2 polig 15A	08 558 54
Sk2	App.schakelaar met knop 2 polig 6A	E2 583 56
Sk3	App.schakelaar met knop 2 polig 6A	E2 583 56
Sk4	App.schakelaar met knop 2 polig 6A	E2 583 56
Sk5	Kortsluitschakelaar	E4 154 12
Sk6	Keramische schakelaar 3 polig 4 st.	OD 303 03/04 DAK
Sk7-Sk22	Drukschakelaar	08 520 25
Sk23-Sk38	Stopcontact 1 polig	B1 615 00
T1	Regeltransformator 220/0-260 Volt 260 VA	B1 625 54
T2	Regeltransformator 220/0-260 Volt 260 VA	B1 625 54
T3	Transformator	T1 900 18
T4	Aanpassingstransformator	T1 961 18
T5	Scheidingstransformator	T1 900 21
V1	Voltmeter 10 kV = 100 $\mu$ A 120x120	
V2	Voltmeter 3000 Volt = 120x120	P 042 89 AA/00
V3	Voltmeter 150 Volt = 120x120	P 044 75 AA/00
V4	Voltmeter 10 Volt ~ 120x120	P 192 25 AA/00
Vc1	Vergrendelcontact	28 830 25
Vc2-3	Vergrendelcontact	E4 151 53
Sk39	Wipschakelaar enkelpolig om	08 528 84

\*  
All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

17.1.61

27-42-60

22000.513.1

NC

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

92692

RV-6-2-7/405 EB

I  
-8-





V11	Smeltpatroon 15A E27	08 100 15
V12	Smeltpatroon 1A - A1496	08 141 18
V13	Smeltpatroon 1A - A1496	08 141 18

Zaagtandgenerator App.1 E4 449 10 (blad 27 )

App.1	Gelijkrichter	E8 532 02
B1	Buis	E80CC
B2	Buis	E80CC
B3	Buis	E80CC
B4	Buis	EL34
B5	Buis	EL34
B6	Buis	E80CC
B7	Buis	E80CC
B8	Buis	E80CC
B9	Buis	EL34
B10	Buis	EL34
Bu1	Stopcontact 3 polig groot	E2 555 56
Bu2	Stopcontact 3 polig groot	E2 555 57
C1	Elektrolytische condensator 25+25 pF 500 Volt	AC6011/25+25
C2	Keramische condensator 470 pF $\pm$ 10% 350 Volt	48 203 10/470E
C3	Papiercondensator 22 kpF 1000 Volt	C 101 CD/A22K
C4	Papiercondensator 0,22 $\mu$ F 500 Volt	C 101 CB/A220K
C5	Papiercondensator 6,8 kpF 1000 Volt	C 101 CD/A6K8
C6	Papiercondensator 68 kpF 700 Volt	C 101 CC/A68K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





C7	Keramische condensator 470 pF 700 Volt	48 223 10/470E
C8	Keramische condensator 47 pF 500 Volt	48 203 10/470E
C9	Papiercondensator 0,47 $\mu$ F 400 Volt	48 236 10/470K
C10	Papiercondensator 0,47 $\mu$ F 400 Volt	48 236 10/470K
C11	Papiercondensator 0,47 $\mu$ F 400 Volt	48 236 10/470K
C12	Dooscondensator 1 $\mu$ F 700 Volt	48 110 10/T1M
C13	Dooscondensator 1 $\mu$ F 700 Volt	48 110 10/T1M
C14	Papiercondensator 100 kpF 400 Volt	48 236 10/100K
C15	Elektrolytische condensator 25+25 $\mu$ F 500 Volt	AC 6011/25+25
C16	Elektrolytische condensator 25+25 $\mu$ F 500 Volt	AC 6011/25+25
C17	Elektrolytische condensator 25+25 $\mu$ F 500 Volt	AC 6011/25+25
C21	Elektrolytische condensator 25+25 $\mu$ F 500 Volt	AC 6011/25+25
C22	Keramische condensator 470 pF $\pm 10\%$ 350 Volt	48 203 10/470E
C23	Papiercondensator 22 kpF 1000 Volt	C 101 CD/A22K
C24	Papiercondensator 0,22 $\mu$ F 500 Volt	C 101 CB/A220K
C25	Papiercondensator 6800 pF 1000 Volt	C 101 CD/A6K8
C26	Papiercondensator 68 kpF 700 Volt	C 101 CD/A68K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatsoever is not permitted without written authority from the proprietors.





C27	Keramische condensator 470 pF 700 Volt	48 223 10/470E
C28	Keramische condensator 47 pF 500 Volt	48 203 10/47E
C29	Papiercondensator 0,47/uF 500 Volt	48 236 10/470K
C30	Papiercondensator 0,47/uF 500 Volt	48 236 10/470K
C31	Papiercondensator 0,47/uF 500 Volt	48 236 10/470K
C32	Dooscondensator 1/uF 700 Volt	48 110 10/T1M
C33	Dooscondensator 1/uF 700 Volt	48 110 10/T1M
C34	Papiercondensator 100 kpF 400 Volt	48 236 10/110K
C35	Elektrolytische condensator 25+25/uF 500 Volt	AC 6011/25+25
C36	Elektrolytische condensator 25+25/uF 500 Volt	AC 6011/25+25
C37	Elektrolytische condensator 25+25/uF 500 Volt	AC 6011/25+25
Pc1	Penstopcontact 3 pol. groot	E2 555 50
R1	Variabele koolweerstand 500 kohm log.	48 901 30/GL500K
R2	Variabele koolweerstand 1 Mohm lin.	48 901 30/GE1M
R3	Koolweerstand 1 Mohm 1 Watt	48 557 10/1M
R4	Koolweerstand 820 kohm 1W	48 557 10/820K
R5	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E
R6	Koolweerstand 82 kohm 1W	48 557 10/82K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





R7	Koolweerstand 1 kohm 1W	48 557 10/1K
R8	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E
R9	Koolweerstand 270 kohm 1W	48 557 10/270K
R10	Koolweerstand 33 kohm 1W	48 557 10/33K
R11	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E
R12	Koolweerstand 3900 ohm 1W	48 557 10/3K9
R13	Koolweerstand 22 kohm 1W	48 557 10/22K
R14	Koolweerstand 22 kohm 1W	48 557 10/22K
R15	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E
R16	Koolweerstand 6,8 Mohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/6M8
R17	Koolweerstand 500 kohm $\frac{1}{2}$ W	48 557 10/500K
R18	Koolweerstand 1800 ohm 1W	48 557 10/1K8
R19	Koolweerstand 150 kohm 1W	48 557 05/150K
R20	Koolweerstand 150 kohm 1W	48 557 05/150K
R21	Koolweerstand 150 kohm 1W	48 557 06/150K
R22	Koolweerstand 1 Mohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1M
R23	Koolweerstand 1 Mohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1M

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





R24	Koolweerstand 1 kohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1K
R25	Koolweerstand 1 kohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1K
R26	Draadweerstand 8K2 ohm 5,5W	48 765 10/8K2
R27	Draadweerstand 820 ohm 10W	B8 300 42A/820E
R28	Koolweerstand 1 kohm 1W	48 557 10/1K
R29	Koolweerstand 1 kohm 1W	48 557 10/1K
R30	Draadweerstand 15 kohm 16W	B8 300 33A/15K
R31	Draadweerstand 15 kohm 16W	B8 300 33A/15K
R32	Koolweerstand 180 kohm 1W	48 557 10/180K
R33	Koolweerstand 180 kohm 1W	48 557 10/180K
R41	Variabele koolweerstand 500 kohm log.	48 901 30/GL500K
R42	Variabele koolweerstand 1 Mohm lin.	48 901 30/GE1M
R43	Koolweerstand 1 Mohm 1W	48 551 10/1M
R44	Koolweerstand 820 kohm 1W	48 557 10/820K
R45	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 557 10/100E
R46	Koolweerstand 82 kohm 1W	48 557 10/82K
R47	Koolweerstand 1 kohm 1W	48 557 10/1K
R48	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





R49	Koolweerstand 270 kohm 1W	48 557 10/270K
R50	Koolweerstand 33 kohm 1W	48 557 10/33K
R51	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E
R52	Koolweerstand 3K9 ohm 1W	48 557 10/3K9
R53	Koolweerstand 22 kohm 1W	48 557 10/22K
R54	Koolweerstand 22 kohm 1W	48 557 10/22K
R55	Koolweerstand 100 ohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/100E
R56	Koolweerstand 6,8 Mohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/6M8
R57	Koolweerstand 500 kohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/500K
R58	Koolweerstand 1,8 kohm 1W	48 557 10/1K8
R59	Koolweerstand 150 kohm 1W	48 557 05/150K
R60	Koolweerstand 150 kohm 1W	48 557 05/150K
R61	Koolweerstand 150 kohm 1W	48 557 05/150K
R62	Koolweerstand 1 Mohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1M
R63	Koolweerstand 1 Mohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1M
R64	Koolweerstand 1 Kohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1K
R65	Koolweerstand 1 Kohm $\frac{1}{2}$ W	48 556 10/1K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





R66	Draadweerstand 8K2 ohm 5,5W	48 765 10/8K2
R67	Draadweerstand 820 ohm 10W	B8 300 42A/820E
R68	Koolweerstand 1 kohm 1W	48 557 10/1K
R69	Koolweerstand 1 kohm 1W	48 557 10/1K
R70	Draadweerstand 15 kohm 16W	B8 300 33A/15K
R71	Draadweerstand 15 kohm 16W	B8 300 33A/16K
R72	Koolweerstand 180 kohm 1W	48 557 10/180K
R73	Koolweerstand 180 kohm 1W	48 557 10/180K
R74	Koolweerstand 1 Mohm 1W	B8 305 07A/1M
R75	Koolweerstand 12 kohm $\frac{1}{2}$ W	B8 305 06A/12K
R76	Koolweerstand 1 Mohm 1W	B8 305 07A/1M
R77	Koolweerstand 12 kohm $\frac{1}{2}$ W	B8 305 06A/12K
S1	Smoorspoel	28 546 07
S2	Smoorspoel	28 546 07
Sk1	App.schakelaar met knop 3 polig	E2 583 57
Sk2	App.schakelaar met knop 1 polig	E2 583 55
Sk3	App.schakelaar met knop 3 polig	E2 583 57

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





Sk4	App.schakelaar met knop 1 polig	E2 583 55
Sk5	Kersima schakelaar 3 polig 4 st.	OD 303 03/04 DAK
T1	Transformator	3H 193 54

Gelijkrichter van zaagtandgenerator E8 532 02 (blad 33)

B1	Buis	DCG1/250
B2	Buis	DCG1/250
C1	Elektrolytische condensator 25+25 $\mu$ F 500 Volt	AC 6011/25+25
C2	Dooscondensator 6 $\mu$ F 1000 Volt	48 115 10/V6M
C3	Dooscondensator 4 $\mu$ F 700 Volt	48 112 10/T4M
C4	Dooscondensator 4 $\mu$ F 700 Volt	48 112 10/T4M
C5	Papiercondensator 120 kpf 700 Volt	C101 CC/A120K
C6	Papiercondensator 120 kpf 700 Volt	C 101 CC/A120K
C7	Papiercondensator 330 kpf 700 Volt	C 101 AC/A330K
C8	Papiercondensator 330 kpf 700 Volt	C 101 AC/A330K
L1	Smoorspoel 620W	E3 151 69
L2	Smoorspoel in doos 2050W	E3 140 71
T1	Transformator S1 A = 110V B = 15V C = 20V D = 55V E = 20V F = 25V S2 365V S3 4,25V S4 4,25V	E3 228 32

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





S6 A = 9,0V  
B = 3,75V  
C = 3,52V  
D = 3,52V  
E = 3,75V  
F = 9,0V  
S7 285V

VL1 Smeltpatroon 08 141 47

Versterker 20 Watt App.3 EL6400/00 (blad 28)

B1	Buis	EF86
B2	Buis	EF86
B3	Buis	EF86
B4	Buis	ECC81
B5	Buis	EL81
B6	Buis	EL81
B7	Cel	0A85
C1	Polyester condensator 15000 pF 125 Volt 10%	C 296 AA/A15K
C2	Polyester condensator 15000 pF 125 Volt 10%	C 296 AA/A15K
C3	Polyester condensator 22000 pF 400 Volt 10%	C 296 AC/A22K
C4	Polyester condensator 22000 pF 400 Volt 10%	C 296 AC/A22K
C5	Polyester condensator 1500 pF 400 Volt 10%	C 296 AC/A1K5
C6	Polyester condensator 15000 pF 125 Volt 10%	C 296 AA/A15K
C7	Polyester condensator 22000 pF 400 Volt 10%	C 296 AC/A22K
C8	Polyester condensator 68000 pF 125 Volt 10%	C 296 AA/A68K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





C9	Polyester condensator 68000 pF 125 Volt 10%	C 296 AA/A68K
C10	Polyester condensator 68000 pF 125 Volt 10%	C 296 AA/A168K
C11	Polyester condensator 22000 pF 400 Volt 10%	C 296 AC/A22K
C12	H.S. elektrolytische condensator AC 25+25, $\mu$ F 300 Volt	AC 6007/25+25
C14 C15	H.S. elektrolytische condensator AC 50+50, $\mu$ F 350 Volt	AC 6008/50+50
C16	L.S. elektrolytische condensator C 40, $\mu$ F isol. 64 Volt	435 AL/H40
Gr1	Gelijkrichtcel 4x	SR 250 B100
La1	Verlichtingslampje	8008N
R1	Variabele koolweerstand 2x0,5 mohm log.	B1 639 79
R2	Variabele koolweerstand 2x0,5 Mohm log.	B1 639 79
R3	Variabele koolweerstand 0,35 Mohm log.	B1 639 80
R4	Koolweerstand 10 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/10M
R5	Koolweerstand 10 Mohm 0,5W 10%	B8 205 06A/10M
R6	Koolweerstand 47 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/47K
R7	Koolweerstand 47 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/47K
R8	Koolweerstand 0,1 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/100K
R9	Koolweerstand 0,1 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/100K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





R10	Koolweerstand 0,27 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/270A
R11	Koolweerstand 0,27 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/270K
R12	Koolweerstand 10 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/10M
R13	Koolweerstand 0,1 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/100K
R14	Koolweerstand 0,47 Mohm 0,5W 10%	B8 305 06A/470K
R15	Koolweerstand 110 ohm 0,5W 5%	B8 305 06B/110E
R16	Koolweerstand 47 kohm 0,5W 5%	B8 305 06B/47K
R17	Koolweerstand 120 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/120K
R18	Koolweerstand 15 kohm 1W 10%	B8 305 07A/15K
R19	Koolweerstand 47 kohm 0,5W 5%	B8 305 06B/47K
R20	Koolweerstand 47 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/47K
R21	Koolweerstand 1 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/1K
R22	Koolweerstand 1 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/1K
R23	Koolweerstand 1 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/1K
R24	Koolweerstand 470 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/470K
R25	Koolweerstand 470 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/470K
R26	Koolweerstand 10 kohm 1W 10%	B8 305 07A/10K

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





R27	Koolweerstand 6K8 ohm 0,5W 5%	B8 305 06A/6K8
R28	Koolweerstand 39 ohm 0,5W 10%	B8 305 06A/39E
R29	Koolweerstand 10 ohm 0,5W 10%	B8 305 06A/10E
R30	Koolweerstand 10 ohm 0,5W 10%	B8 305 06A/10E
R31	Koolweerstand 1,8 kohm 0,5W 5%	B8 305 06B/1K8
R32	Koolweerstand 47 kohm 0,5W 10%	B8 305 06A/47K
T1	Voedingstransformator S1A = 276w B = 38w C = 50,5w D = 138w E = 50w F = 62w S2A=S2B = 288w S3A=S3B = 8,5w S4 = 100w	V3 616 51
T2	Uitgangstransformator S1A=S1'A = 425w S1B=S1'B = 425w S3 = S3' = 60w S2A= S2C = 64w S2B= S2D = 96w S2E = 128w S2F = 192w	V3 621 09
VB1	Vonkenbrug 400 Volt	V3 693 22
V11	Smeltveiligheid 1A 110-145 Volt	08 142 30
V11 <sup>5</sup>	Smeltveiligheid 0,5A 200-245 Volt	08 142 29

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





Gelijkrichter Gr1 - 105757 (blad 29)

B1-2	Gelijkrichtbuis	DCG4/1000G
C1-4	Condensator 0,5 $\mu$ F 3400 Volt	48 345 10/S500K
R1-2	Weerstand 9,4 Mohm	S8 465 49
T1	Transformator	T 18 10 10
T2	Gloeistroomtransformator	T 18 10 77

Gelijkrichter Gr2 E4 853 28 (blad 30)

B1	Gelijkrichtbuis	DCG4/1000G
C1	Dooscondensator 0,5 $\mu$ F 3400 V=	48 345 10/S500K
K1-2	Aansluitklem	B8 708 10/01
Pc1-2	Penstopcontact groot	E2 555 50
R1	Weerstand 27 kohm 16W	B8 300 37A/27K
T1	Transformator 220V/2200V 33 VA	T1 900 33
T2	Transformator 220Volt/1,25+1,25V 6A	T1 700 13
T3	Regeltransformator 0-220V 260 VA	B1 625 54
V11	Smeltpatroon 1A	08 141 18

Gelijkrichter Gr3 E4 853 32 (blad 31)

B1-4	Gelijkrichtbuis	EZ80
Bu1-9	Busstopcontact 6 polig groot	E2 555 57
Bu10-11	Stopcontact 1 polig	B1 615 00
C1-4	Elektrolytische condensator 25+25 $\mu$ F 500V	AC 6011/25+25

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.





PC1	Stopcontact 3 polig klein	E2 555 49
R1-16	Variabele koolweerstand 1 Mohm lin.	48 901 30/GE1M
R17-32	Variabele koolweerstand 200 kohm lin.	48 901 30/GE200K
S1-4	Smoorspoel	T1 980 09
Sk1-2	Hardpapieren schakelaar 2 polig 5 st.	B1 570 18
Sk7-22	Drukschakelaar 1 polig	08 520 25
T1-4	Transformator	T1 700 12

Gelijkrichter Gr4 28 950 91 (blad 32)

B1	Gelijkrichtbuis	EZ80
C1	Elektrolytische condensator, 25+25 $\mu$ F 500V	AC 6011/25+25
S1	Smoorspoel 22,5H 52 mA	T1 980 09
Sk1	Keramische schakelaar 2 polig 5 st.	DD 30302/05DAZ
T1	Transformator 220/2x (350-81,5)V-6,3V	T1 700 12.5

\* / Sk23 Wipschakelaar  
enkelpolig uit 08 528 83

17.1.61

~~27-12-60~~

22000.513.1

NC N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

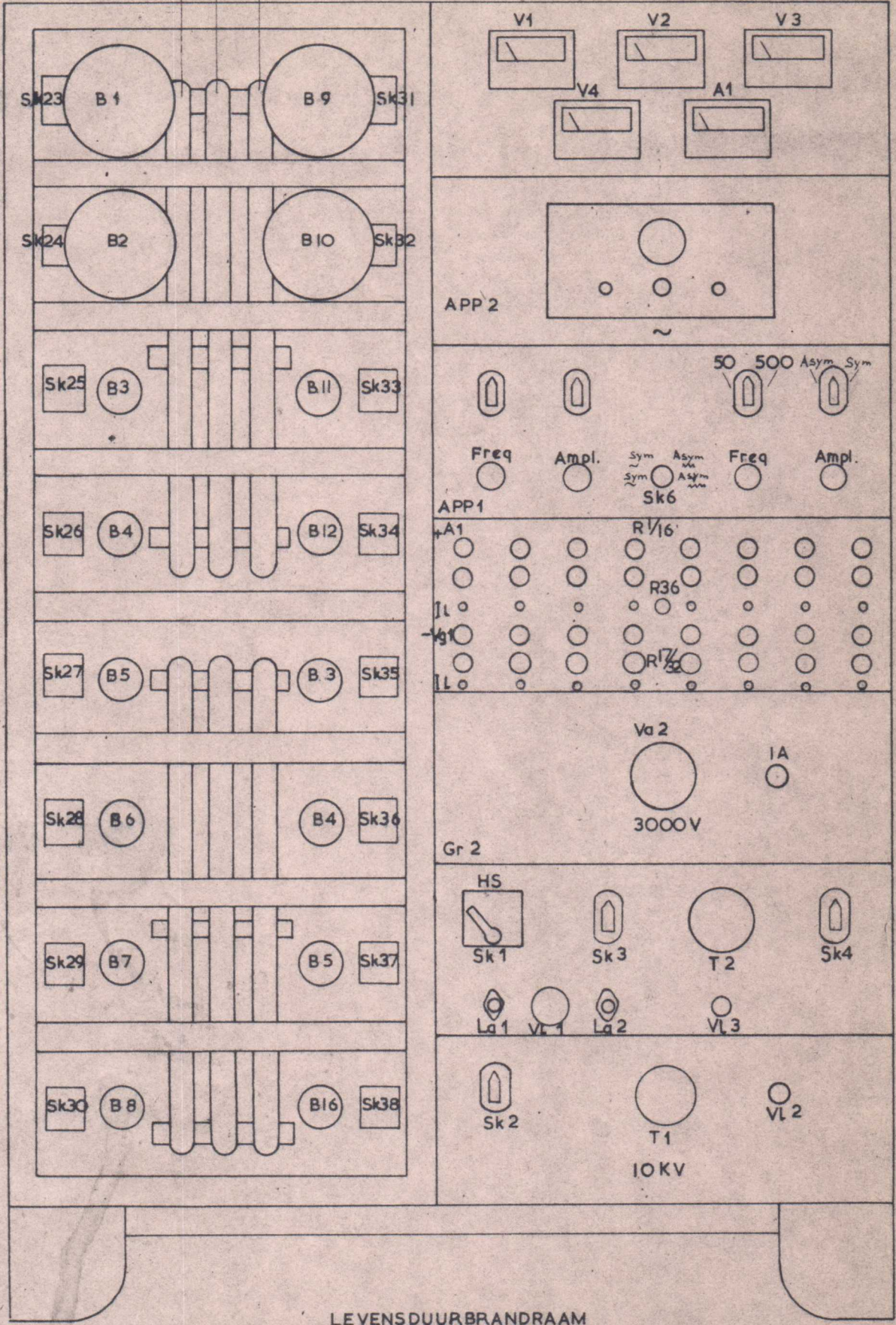
92692

**I**  
-22-





Rail A  
Rail B  
Rail C



All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatsoever is not permitted without written authority from the proprietor.

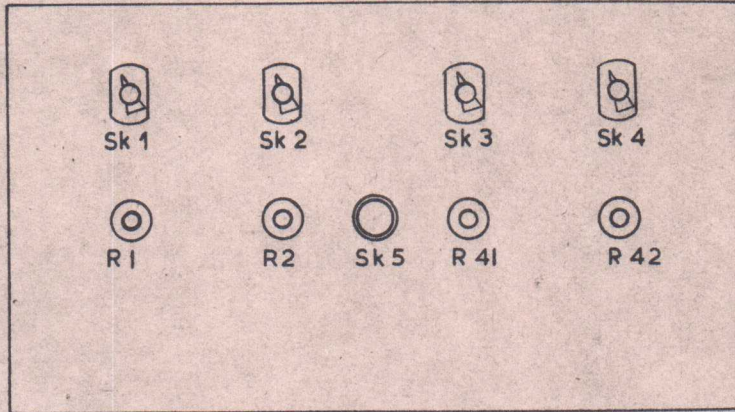
LEVENSDUURBRANDRAAM  
(Vooranzicht)

27.12.60

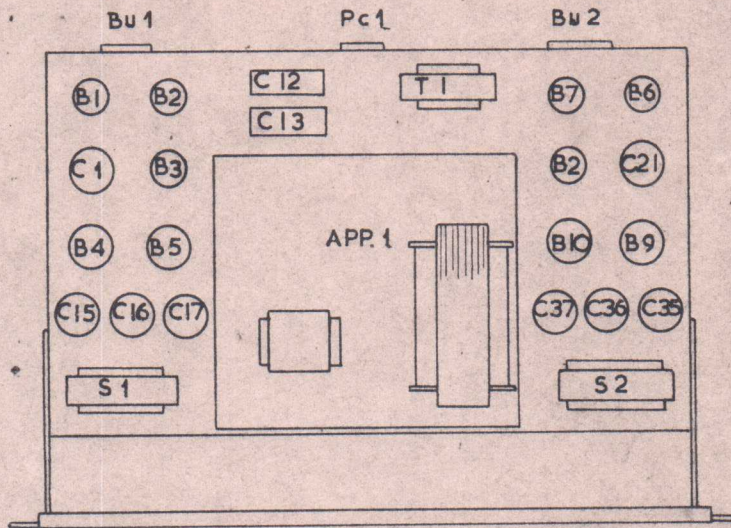
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB  
-23-





All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.



BOVENAANZICHT V.D. ZAAGTANDGENERATOR

27.12.60

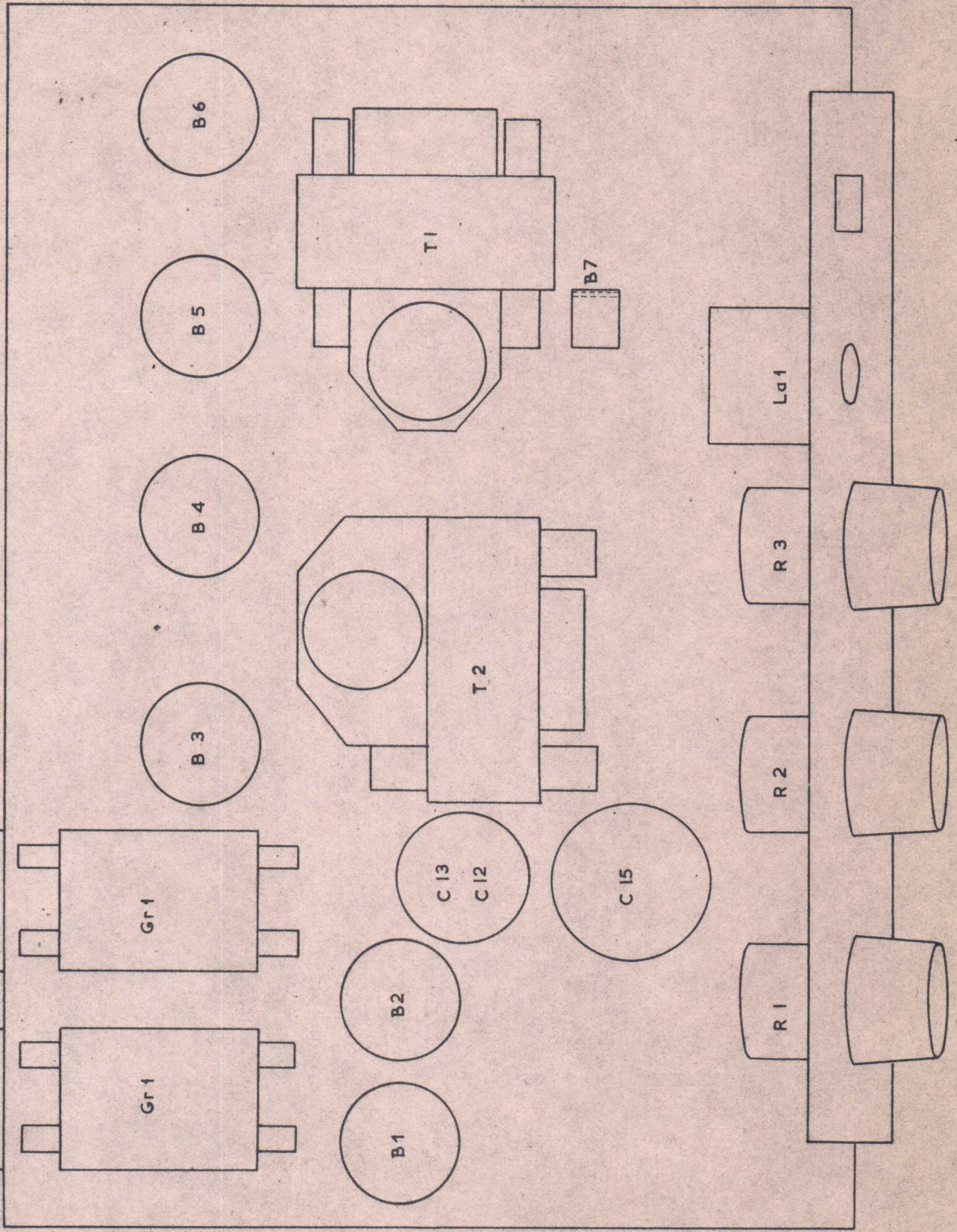
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB  
-24-





All rights strictly reserved. Reproduction or third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.



VERSTERKER EL 6400/00  
(Bovenaanzicht)

27.12.60

22000.513.1

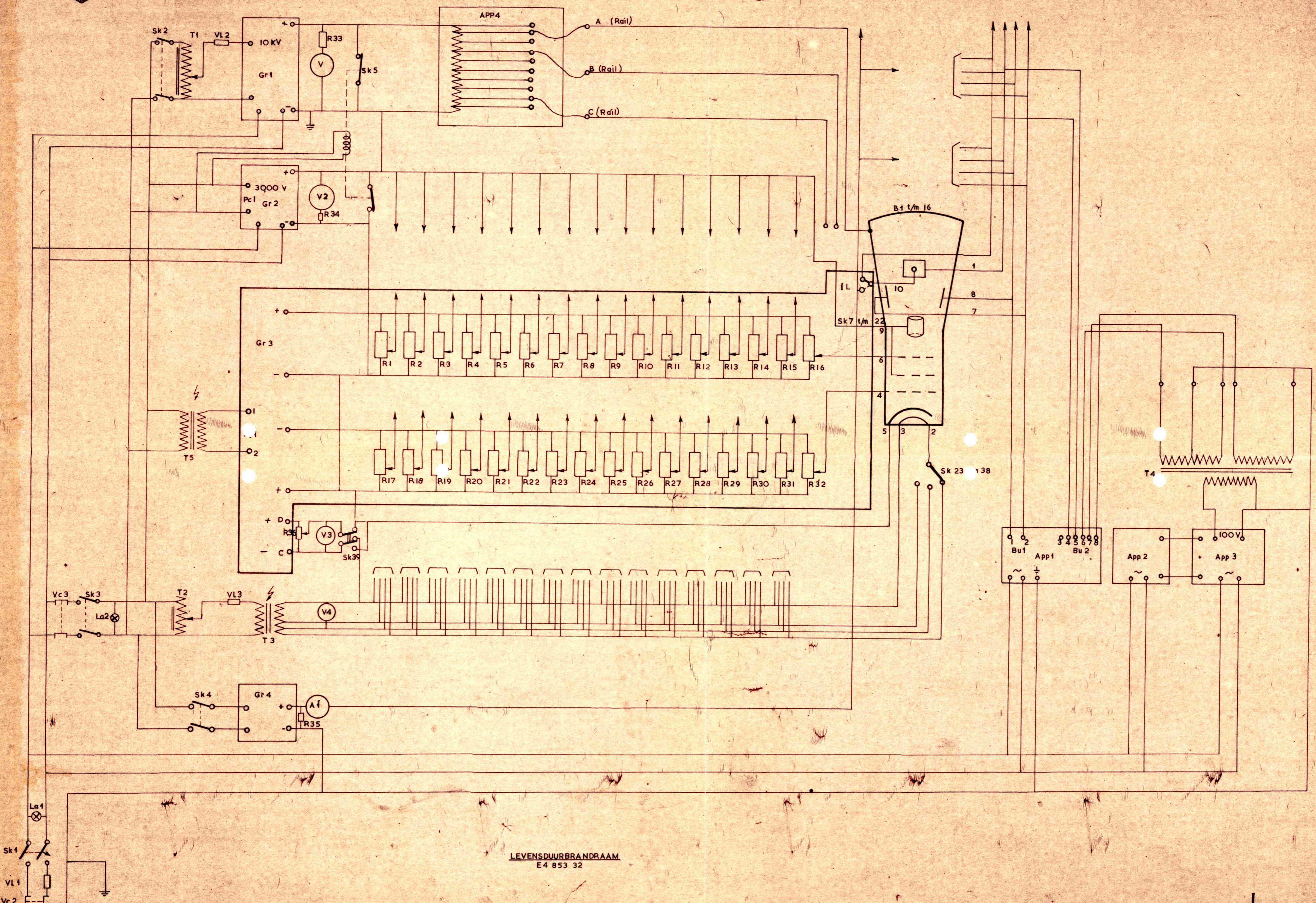
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

-25-

92692

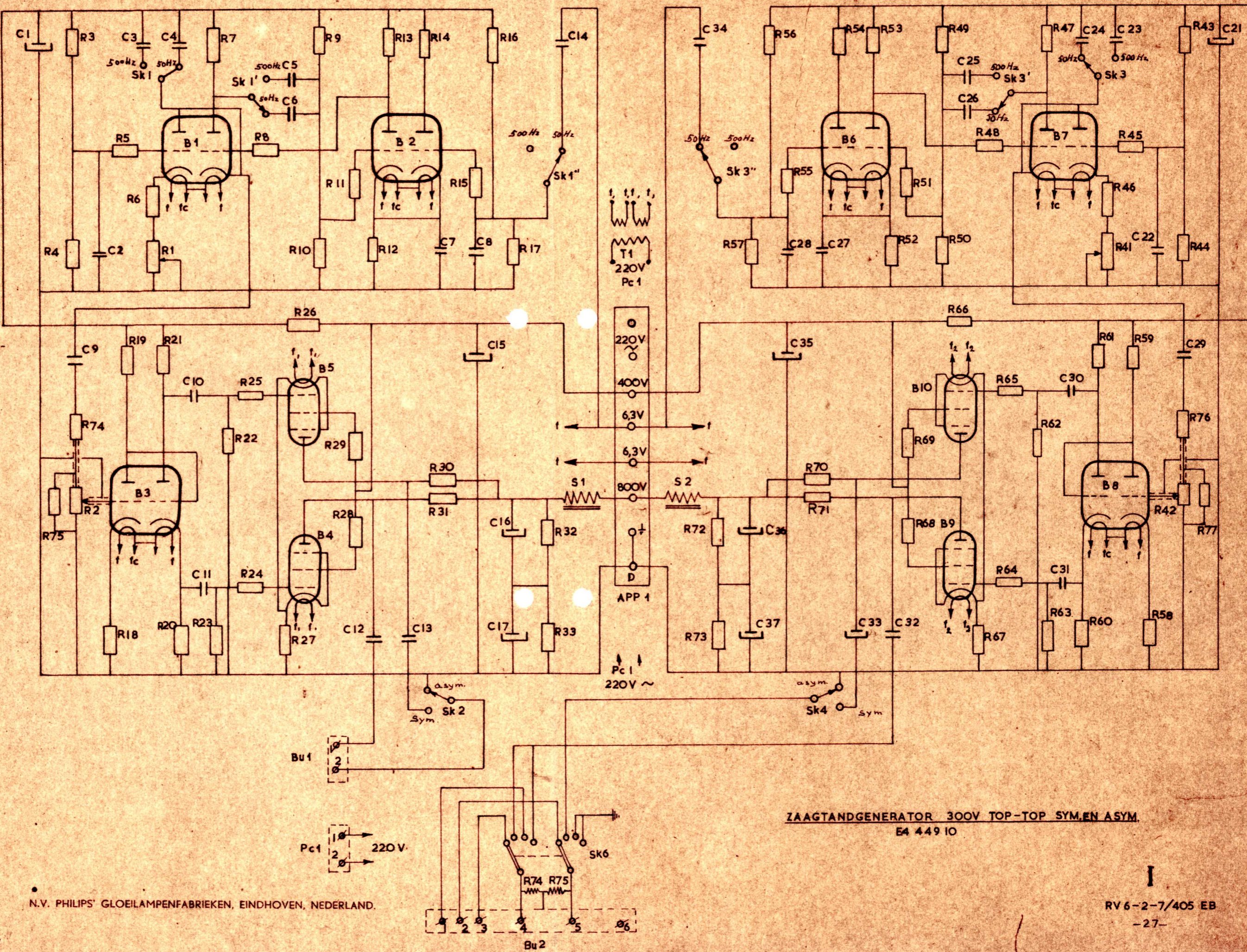




LEVENSDUURBRANDRAAM  
E4 853 32



FVAR



All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

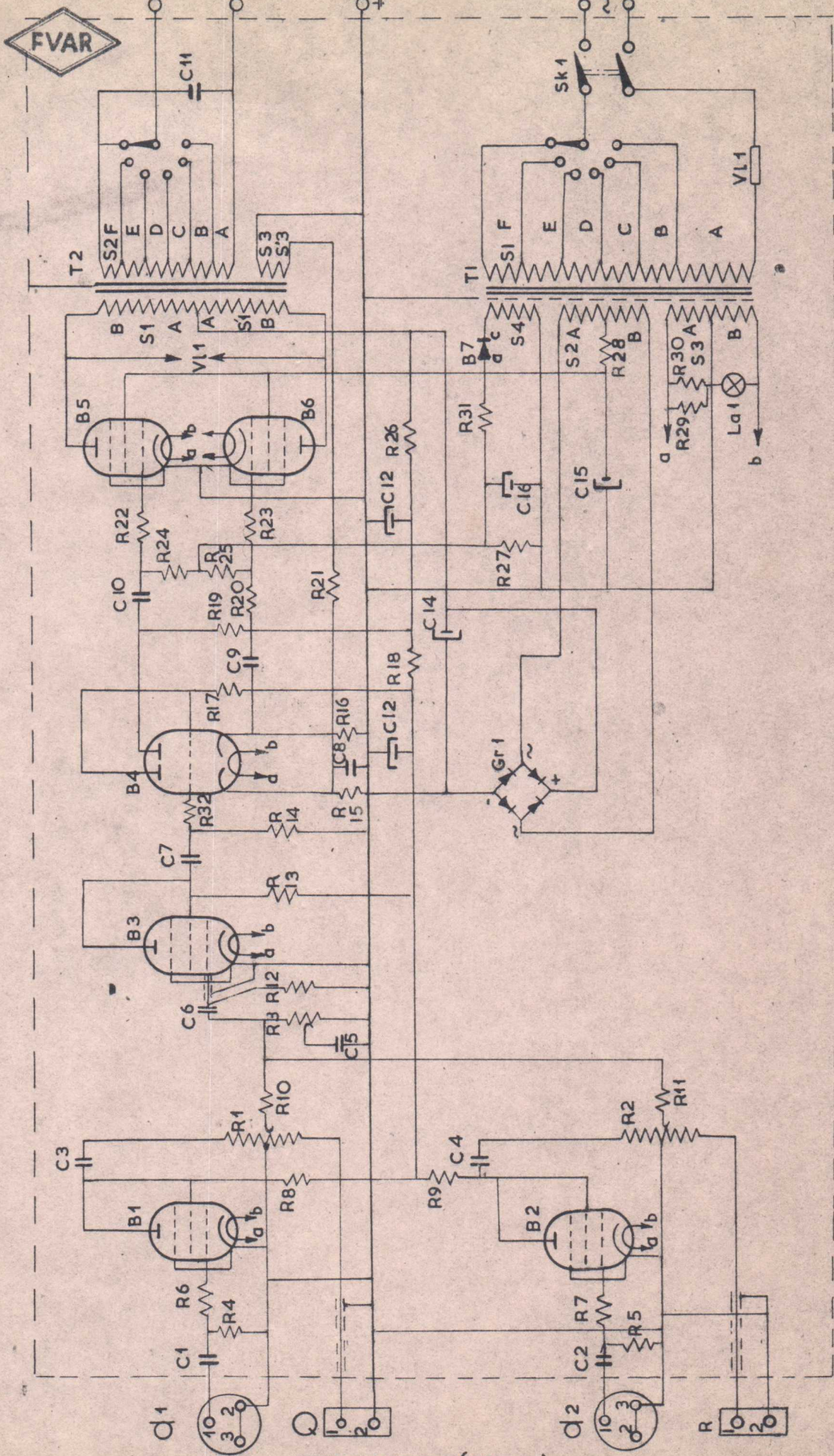
22000.540

ZAAGTANDGENERATOR 300V TOP-TOP SYM. EN ASYM.  
E4 449 IO

RV 6-2-7/405 EB

-27-





FVAR

VERSTERKER (20 watt)  
EL 6400/00

All rights strictly reserved. Reproduction or issue of this  
parties in any form whatever is not permitted without written  
authority from the proprietors.

27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

22/000.513.1

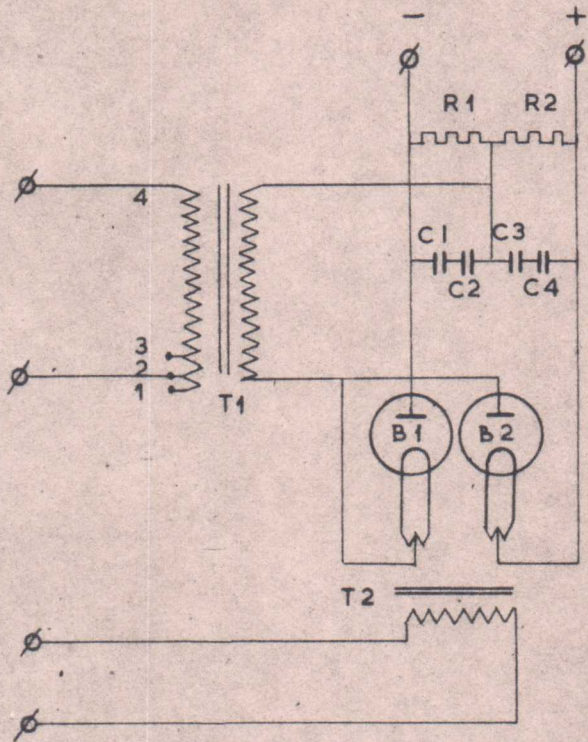
92692

-28-





All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.



GELIJKRICHTER (Gr 1)  
IO 575 7

27.12.60

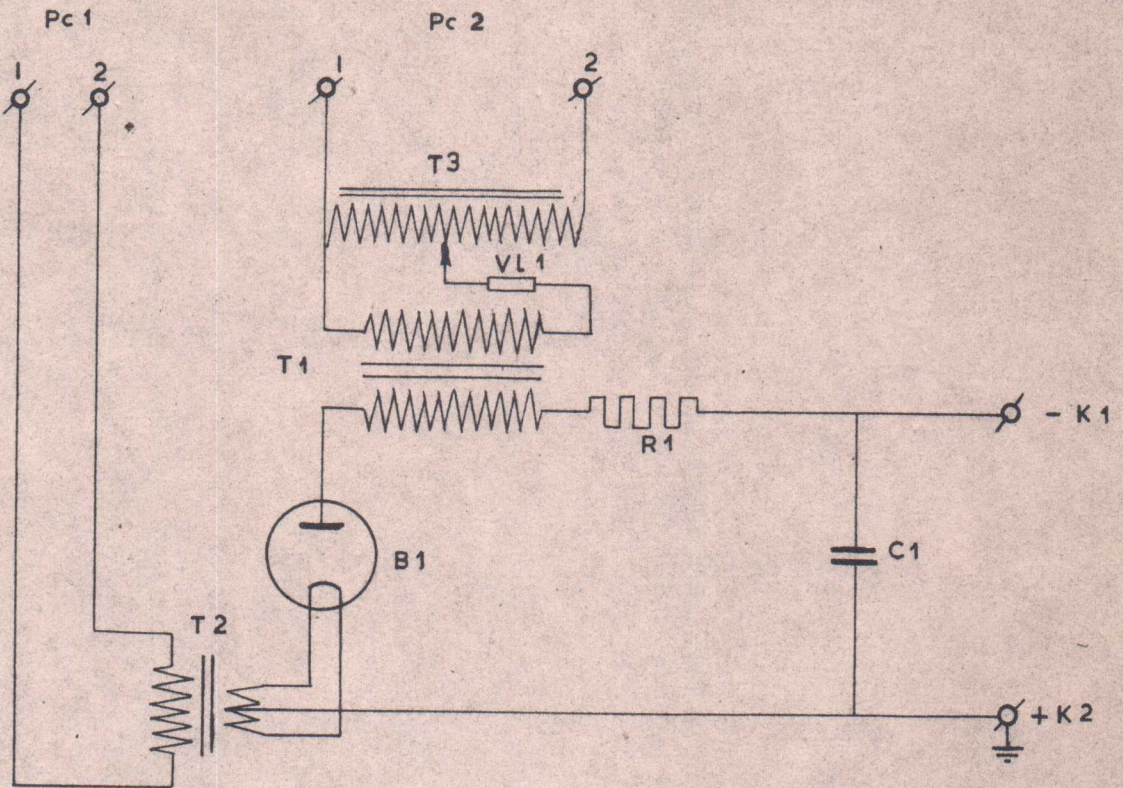
22000.513.1

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

92692

RV-6-2-7/405 EB  
-29-





GELIJKRICHTER (Gr 2)  
E 4 853 28

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

-30-

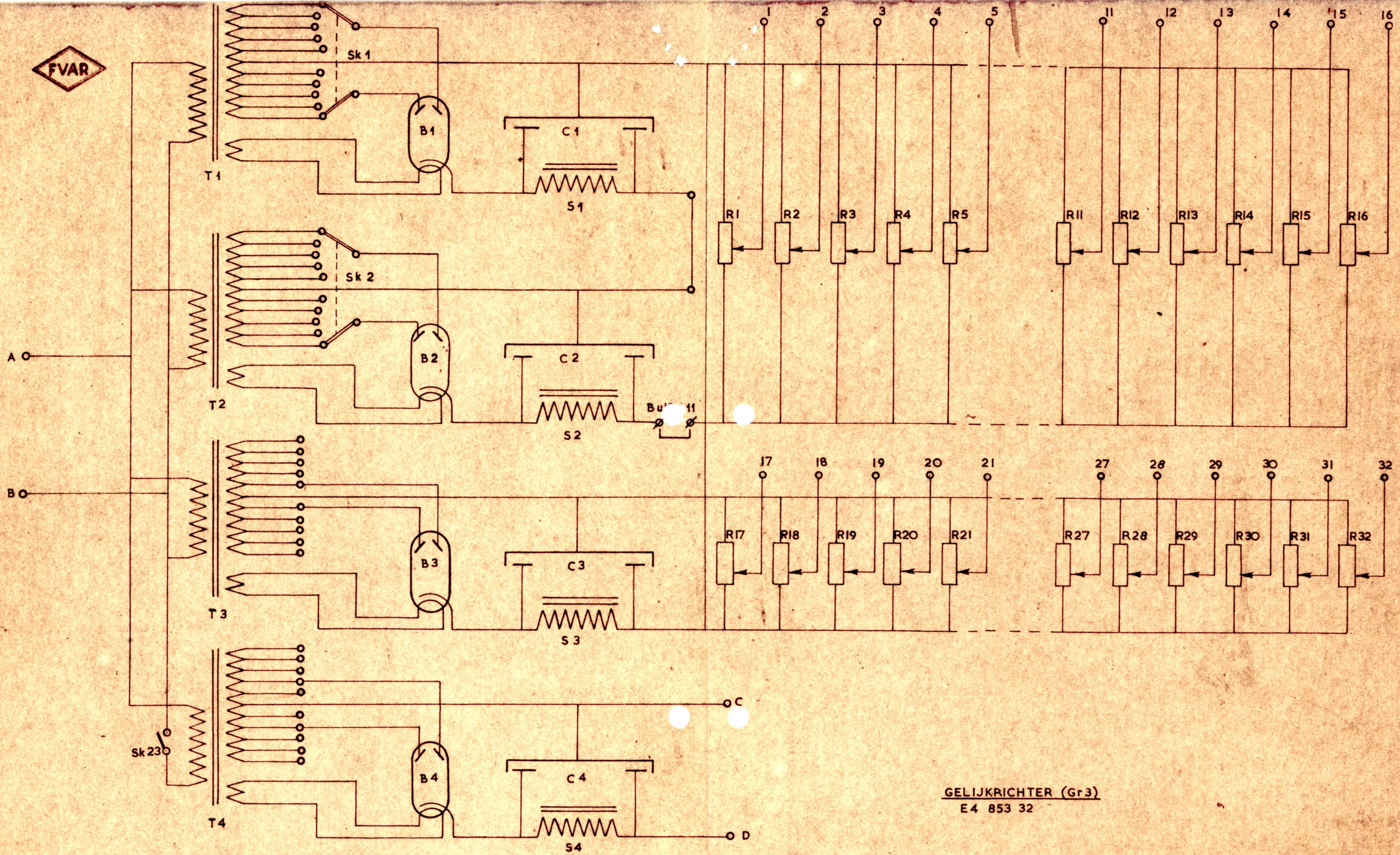
22000.513.1

92692



FVAR

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.



GELIJKRICHTER (Gr3)  
E4 853 32

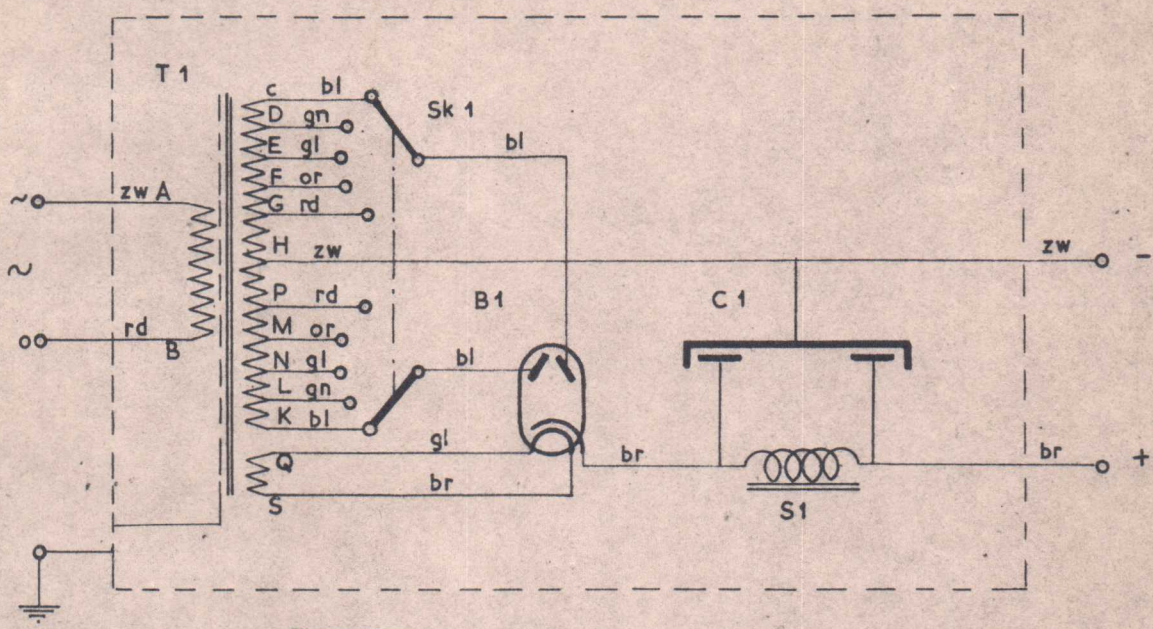


N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

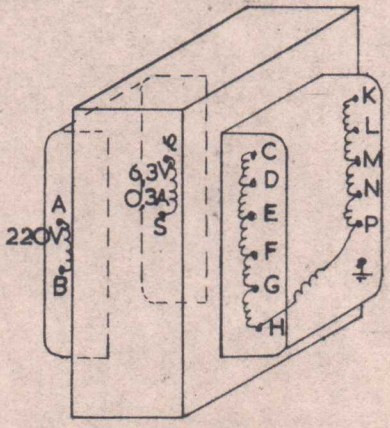
27.12.60  
17.1.61  
22000.540

RV-6-2-7/405 EB





All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.



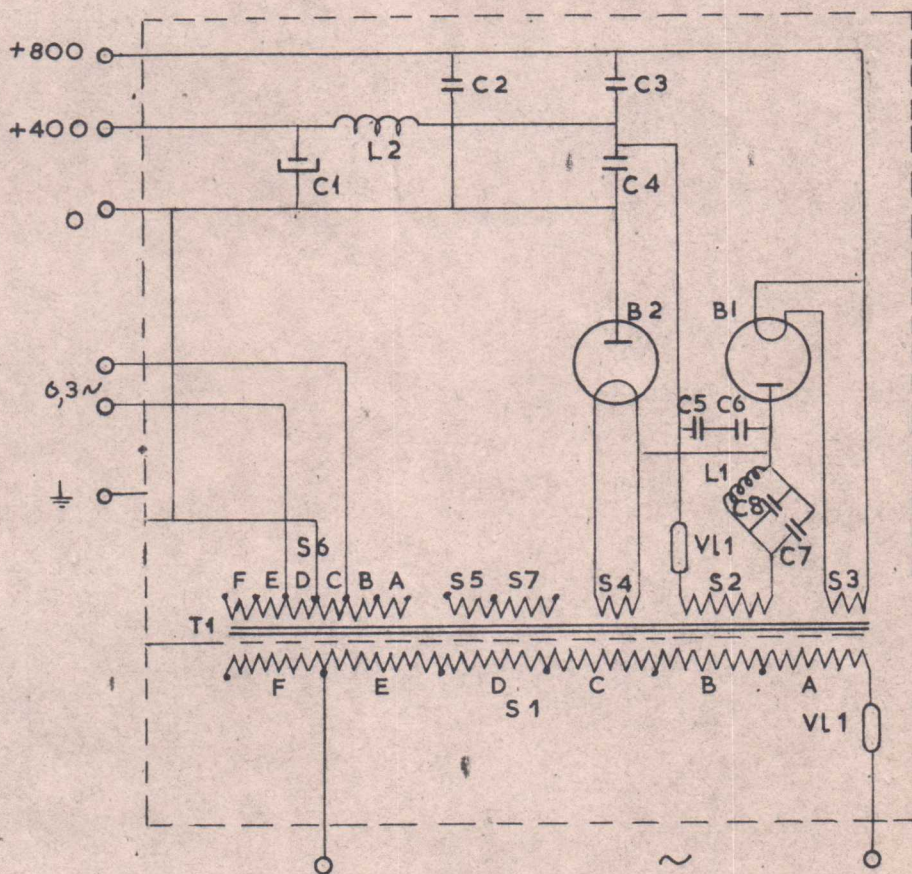
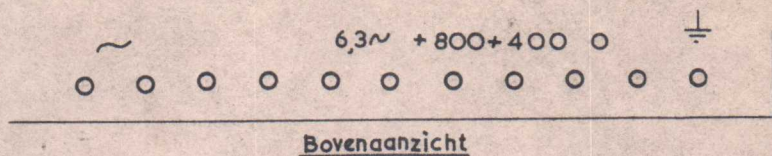
**GELIJKRICHTER (Gr 4)**  
 28 950 91

27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB  
-32-





All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

GELIJKRICHTER VOOR ZAAGTANDGENERATOR  
E8 532 O2

27.12.60

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 EB

22000.513.1

92692

-33-





## LEVENSDUURBRANDRAAM VOOR OSCILLOGRAAFBUIZEN

Reserveonderdelenlijst

RV-6-2-7/405 R

Bij bestelling van de reserveonderdelen gelieve men behalve het RV-nummer ook het schanummer van het apparaat op te geven. Beide nummers zijn op het tegen het brandraam gemonteerde plaatje vermeld.

Onderdelen die in reserve moeten zijn, daar ze voortdurend aan slijtage onderhevig zijn.			
Omschrijving	Aantal per brandraam per 2000 bedrijfsuren	Codenummer	Postnummer in RV-6-2-7/405
Buis	6	E80CC	B1-3, B6-9 van App.1
Buis	4	EL34	B4-5, B9-10 van App.1
Buis	8	DCG1/250	B1-2 van gelijkrichter voor de zaagtand generator
Buis	3	DCG4/1000G	B1-2 van Gr1 B1 van Gr2
Buis	5	EZ80	B1-4 van Gr3 B1 van Gr4
Drukschakelaar	8	08 520 25	Sk7-22 van Gr3
Variabele koolweerstand 1 Mohm lineair	8	48 901 30/GE1M	R1-16 van Gr3
Variabele koolweerstand 200 kohm lineair	8	48 901 30/GE200K	R17-32 van Gr3

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

27.12.60

NC

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-7/405 R





TOELICHTINGEN OP HET LEVENSDUURBRANDEN  
VAN OSCILLOGRAAFBUIZEN

RV-6-2-0/402

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

door

A.Thijssen

27.12.60

AP

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-0/402

-1-



6



I N H O U D	B L A D
ALGEMEEN .....	3
ELEKTRODENBENAMING VOOR DE VERSCHILLENDE BUISTYPEN .....	4
* OPMERKINGEN .....	6 en 7
PRINCIPE SCHEMA'S .....	A-C

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

~~9.6.64~~

~~27.12.60~~

~~30.5.64~~ 22-6-71

22000.513.1

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-0/402

-2-

92692





ALGEMEEN

- a. Indien in het levensduurbrandvoorschrift alleen opgegeven is "raster" wordt hieronder verstaan een zaagtand raster over het gehele scherm. De spanningen op de Y- resp. X- platen hebben frequenties van 50 Hz resp. 5kHz.
- b. In de voorschriften komen enige afkortingen voor, de betekenis hiervan is:
- R = Raster  
P.J.Z. = Punt juist zichtbaar  
C = Cirkel
- c. De buizen moeten tijdens metingen omgeven zijn door een nauwkeurig gedemagnetiseerde geaarde ijzeren of  $\mu$ - metalen koker. (Normaal bevindt deze zich reeds in de meettafel.)
- d. Alle spanningen zijn ten opzichte van de katode. Wordt in de meeteis echter opgegeven VY resp. VX dan is dit het spanningsverschil tussen Y1 en Y2 resp. X1 en X2 platen. Is de buis voorzien van gedeelde Y-platen dan is de aanduiding VY het spanningsverschil tussen de even Y-platen en de oneven Y-platen.
- e. De gemiddelde deflectieplaatpotential voor de X- en Y-platen moet nul zijn t.o.v. aarde.
- f. De principe schema's zijn opgesteld voor een 7-roosterbuis (type 13-78) De principe schema's met een ander aantal roosters kunnen aan de hand van de tabel op blad 4 gemakkelijk worden afgeleid.
- \* g. Indien bij dubbelstraalbuizen gesproken wordt van systeem I wordt hieronder verstaan het kanon waarvan de elektroden zijn aangeduid met ' . Systeem II heeft betrekking op het kanon waarvan de elektroden met " zijn aangeduid.

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

25.6.63

~~27.11.62~~

~~6.11.62~~

28.8.62





Elektrodenbenaming

Buistype	Stuur-rooster	Focus-rooster	Versn. rooster I en astigm. corr.	Naversn. rooster	Rooster voor corr. tonkussen	Rooster v. lineariteit correctie (afscherming . Y- platen)	Versn. rooster II	Rooster voor blanking	Rooster voor centr. van bundel	Rooster voor trap.corr.	Rooster v. onderdrukken achtergrondlicht
22000.513.1 7-5 7-6	g1	g2	g3								
7-31/01 7-32 7-32/01 7-36 10-2	g1	g3	g2g4								
D13-27	g1	g4	g5	g8	g7	g6	g2	g3			
13-2 13-34	g1	g3	g2g4	g5							
D13-26 10-6 10-74	g1	g3	g4	g9	g7	g5g6	g2				g8
13-78 13-20	g1	g3	g2g4	g6	g5						
7-11 7-78	g1	g3	g4	g7	g6	g5					
D13-15 D13-19	g1	g3	g4	g6	g5		g2				
D13-16 D13-17	g1	g4	g5	g7	g6	g5				g6	
E10-10 E10-12	g1 g1	g4 g4	g5 g5	g9	g8	g7	g2	g3			g8
D13-22	g1	g3	g4 g5 g8	g9	g6		g2				g7
1DH3	g1	g2g4Y2									



## OPMERKINGEN

1. Serieweerstand 1 Mohm.
2. Serieweerstand 10 Mohm.
3. Meten in donker.
4. Snel meten om inbranden te voorkomen.
5. Eerst focuseren bij straalstroom is 100  $\mu$ A. Daarna  $V_{g1}$  op nul instellen.
6. Helderheid af te lezen op tabel
7. De cirkel langs de gehele omtrek zoveel mogelijk scherp stellen met behulp van de hulpspanning tussen  $g_4$  en Y-platen.
8.
  - a. De cirkel instellen volgens de gegevens van de meeteis. De hulpspanning op nul zetten.
  - \* b.  $V_{foc}$  100V verlagen (voor laagspanningsbuizen zover als mogelijk is)  $-V_{g1}$  bijstellen zodat de lichtsterkte ongeveer gelijk is aan de instelling volgens punt a. De cirkel is nu over het gehele gebied onscherp.
  - \* c.  $V_{foc}$  langzaam opvoeren tot de eerste punt van de cirkel in focus komt en daar dus op zijn smalst is. De  $-V_{g1}$  tegelijkertijd bijstellen, zodat de lichtsterkte ongeveer gelijk blijft als bij punt a.
  - \* d.  $V_{foc}$  constant houden. Alleen de hulpspanning opvoeren totdat de laatste punt van de cirkel scherp is.  $-V_{g1}$  tegelijkertijd bijstellen zodat de lichtsterkte weer gelijk is als bij punt a.
  - e. De stand van de meter van de hulpspanning aflezen, zoals die in punt d is ingesteld. Dit is de zgn. astigmatische spanning.
9. Sterk defocuseren.
10. Katodeafbeelding overtekenen. Katodeoppervlak mag geen ernstige donkere vlekken vertonen. Hoogstens 30% donker.
11. Van de gemeten stroom eerst de "lekstroom" aftrekken. De dan gevonden waarde moet aan de eisen voldoen. De lekstroom is de stroom die bij afgeknepen buis naar het naversnellingsrooster optreedt.
12. De opgegeven gloeispanning naar keuze instellen.
13. Eerst raster op buis, daarna afknijpen, dus straalstroom is 0. De dan optredende stroom is de lekstroom naar het naversnellingsrooster.

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

28.8.62  
AP

~~5.9.64~~  
30.5.61  
20.6.61

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

RV-6-2-0/402





14. Meting uitvoeren minstens 2 uur na uitschakelen van de gloeispanning.
15. -I<sub>g3</sub> met behulp van spoel op max. waarde instellen.
16. Op de X2-plaat, door indrukken van schakelaar, een spanning van +450 V t.o.v. laatste rooster zetten.
17. Geen schermoplading. Beeld mag niet blijvend vervormen na aanraken van het schermglas.
18. De buis eerst instellen volgens meeteis, daarna gedurende 5 sec V<sub>g1</sub>=0. Vervolgens de buis weer op de oorspronkelijke instelling terug brengen. Er mag geen gaskruis optreden.
19. Is de brandinstelling voor V<sub>f</sub> de minimaal opgegeven waarde dan ook op deze spanning meten. Voor de overige V<sub>f</sub>- brandinstellingen op 6,3 V meten.
20. De gloeispanning is bij het meten gelijk aan die bij de brandinstelling.
21. Modulatief V<sub>g1</sub> = verschil tussen afknijpspanning en V<sub>g1</sub> bij de gegeven instelling.
22. V<sub>g1</sub> is gepulst (1 tijdsdeel buis open en 4 tijdsdelen buis geblokkeerd). De opgegeven I<sub>l</sub> is de gemiddelde waarde.
23. Eerst gedurende 1 sec bij V<sub>g1</sub> = 0 (vent. bij de opgegeven stroom) een raster op de buis zetten, daarna strooistralen meten zoals aangegeven op meeteis.
24. In twijfelgevallen is de gasmeting doorslaggevend.
25. Met behulp van de bundelcentrerspanning de uitsturing in X1-richting gelijk maken aan die in X2-richting.
26. Beide systemen meten (branden). Bij meten van systeem I, systeem II afknijpen en omgekeerd.
27. Meting uitvoeren aan systeem I (zie punt g. op blad 3).
28. Afgelezen helderheid met faktor 4 vermenigvuldigen.
29. Met spoel (magneet) bundelstroom op max. waarde instellen. Daarna met -V<sub>g1</sub> de opgegeven bundelstroom instellen.
30. g<sub>3</sub> met behulp van de op de buisverloopvoet aangebrachte schakelaar aan g<sub>2g4</sub> leggen (i.p.v. aan V<sub>g3</sub>). De punt is nu gedefocusseerd. Vervolgens V<sub>g2g4</sub> op 0 instellen. Daarna V<sub>g1</sub> op 0 instellen. Nu de V<sub>g2g4</sub> langzaam opvoeren totdat de schermoplading verdwenen is. Hierbij verdwijnen de donkere puntjes in de gedefocusseerde spot. Zodra de spot gelijkmatig van helderheid is, is de "schermopladingsspanning" bereikt. Deze waarde moet aan de gestelde eis voldoen.
31. -V<sub>g1</sub> instellen op afknijpspanning verminderd met 30 V.
32. De gloeispanning instellen op 6,3 V.
33. De gloeispanning instellen volgens cyclus 's morgens onderspanning 5,0 V. 's middags overspanning 7,6 V, 's nachts normaal 6,3 V.





34. De korrektiespanningen ( $V_{g3}$  = kantelcorrectie  $V_{g5}$  = verticale correctie,  $V_{g7}$  = horizontale correctie) optimaal instellen. Daarna de versterkingsfactor instellen op 1,9X m.b.v.  $V_{g8}$  en  $V_{g9}$ .
35. Focuseren geschiedt als volgt:  
Met  $V_{g4}$  op lijnenraster de verticale lijnen focuseren en tegelijkertijd met  $V_{g6}$  de horizontale lijnen focuseren.
36. Afbuigversterkspanningen  $V_{g8}$  en  $V_{g9}$  op 0 V instellen.  
Horizontale lijn op buis brengen en focuseren met  $V_{g6}$ . Gevoeligheid instellen op een deflektie van 10 mm in Y1 en Y2 richting.  
\* Stel nu  $V_{g8}$  in op + 200 V;  $V_{g9}$  inschakelen en op ongeveer -335V brengen. Nu focuseren met  $V_{g4}$  en  $V_{g6}$ .  
\* Daarna de  $V_{g9}$  zodanig instellen dat de deflektie i.p.v. 10 mm in beide richtingen 19 mm wordt. Hieruit volgt een deflektievergroting van 1,9X.  
Deze waarde moet aan de gestelde eis voldoen.

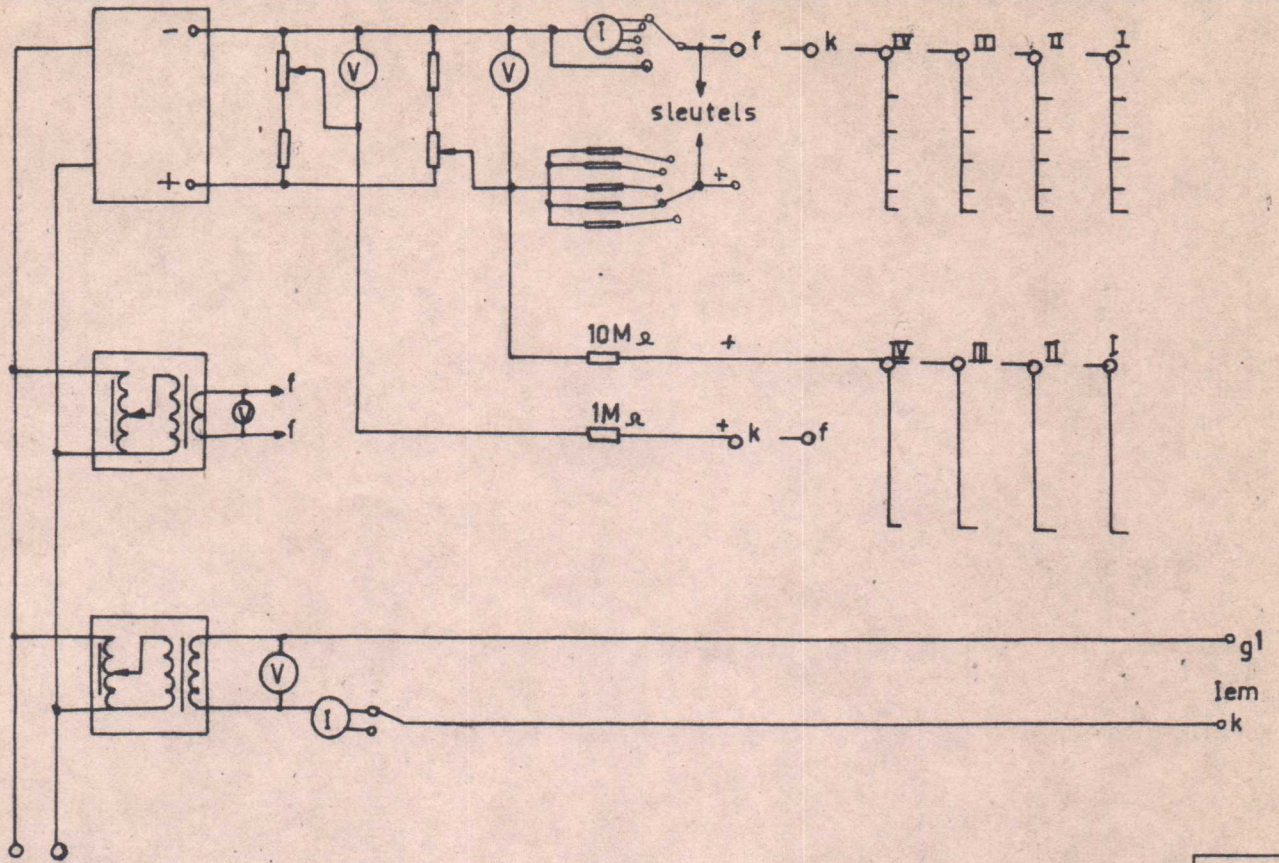






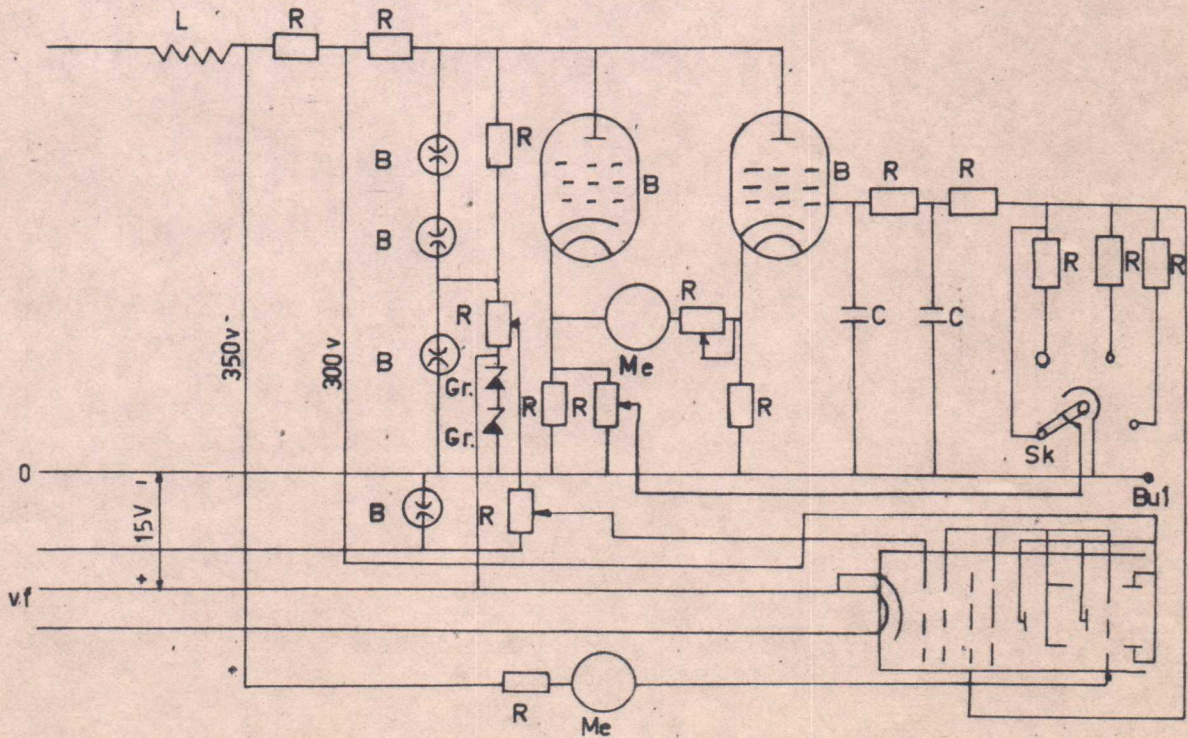


ISOLATIEMETEN



A2

GASMETEN



\* Voor de juiste buisaansluiting zie de desbetreffende meeteis.

A3

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietors.

22.9.64

22000 513.1

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN, NEDERLAND.

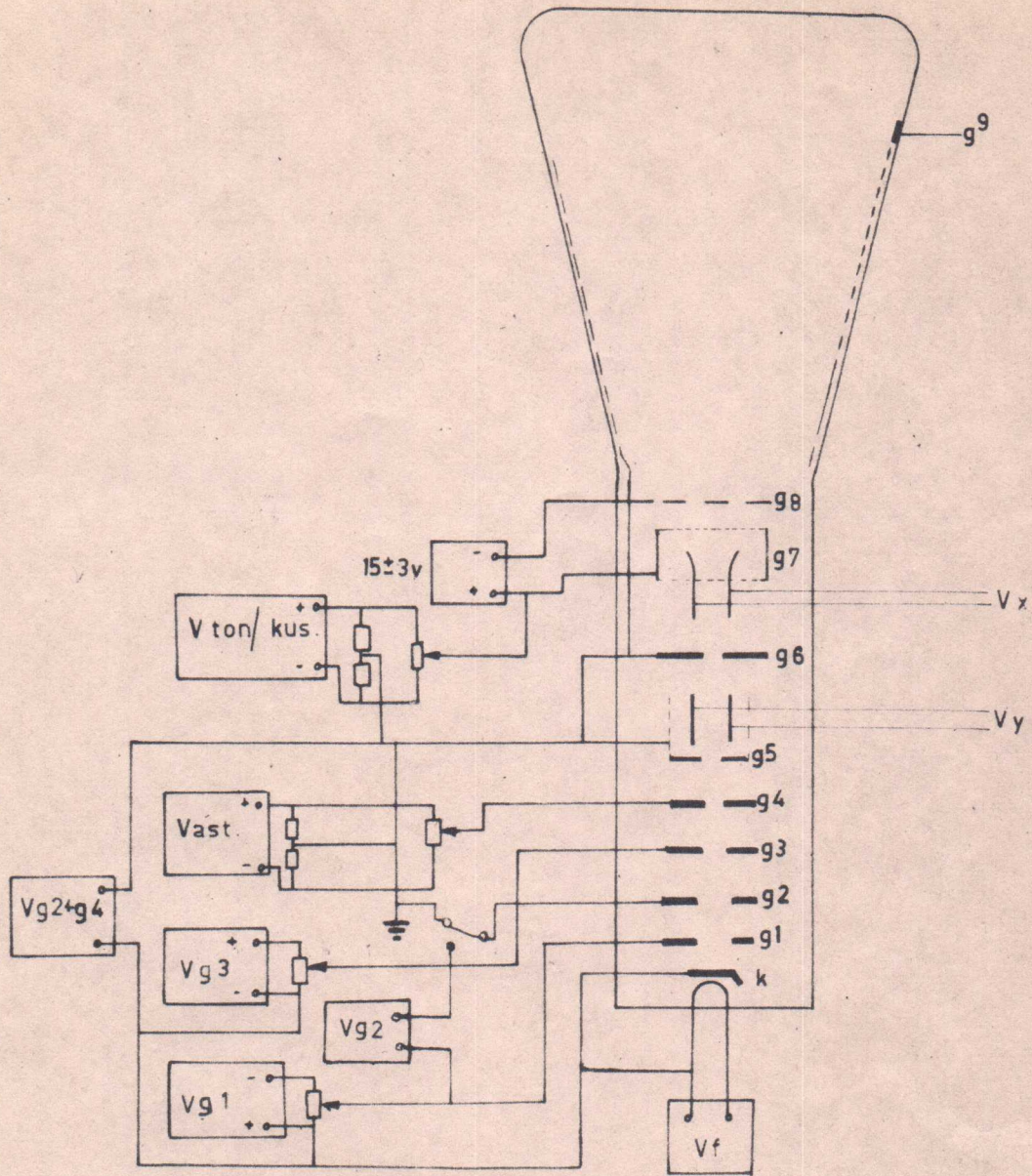
RV-6-2-0/402

-B-



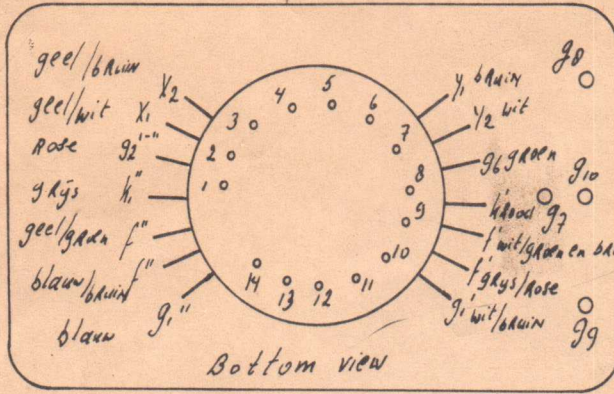


KARAKTERISTIEK.



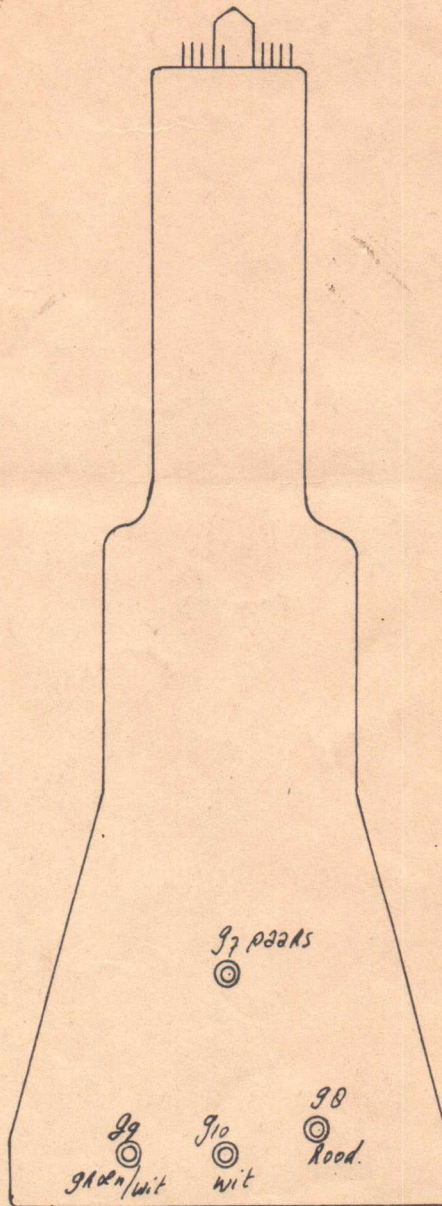
All rights strictly reserved. Reproduction or use in any form without the written permission of the Philips Lighting Company is prohibited.





Bottom view

Kleuren der aansluitdraden Half Tone



Kleuren der aansluitdraden Half Tone

Bylage 2

L14-111

o paars

MS  
gr/wit

Bedieningsvoorschrift  
Levensduur voor geheugen buizen.

NAME NAAM Heesahrens P	SUPERS. VERV.	SH. BL.	SH. BL.	CHECK CONTR.	DAT.	FORM. A 4
BH	PROPERTY OF EIGENDOM VAN	N.V. PHILIPS' GLOEIAMPENFABRIEKEN. EINDHOVEN - NEDERLAND				



All rights strictly reserved.  
Reproduction or issue to third parties  
in any form whatever is not permitted  
without written authority from the  
proprietor.



Alle rechten uitsluitend voorbehouden.  
Vernieuwing of mededeling aan  
derden, in welke vorm ook, is zonder  
schriftelijke toestemming van eigenares  
niet geoorloofd.





LEVENSDUURAPPARAAT VOOR GEHEUGENBUIZEN.

Bedieningsvoorschrift.

Algemeen:

Het apparaat kan in- en uitgeschakeld worden d.m.v. de hoofdschakelaar Sk1.

Alsvorens het apparaat in te schakelen dienen de pluggen en de buizen uit de levensduurruimte verwijderd te zijn en de deur gesloten.

Het apparaat welke voor zowel de Half Tone als de Bistabiele buis geschikt is, dient eerst voor één van beide type ingesteld te worden m.b.v. Sk2

a. HALF TONE.

Schakel de hoofdschakelaar Sk1 in.

Zet schakelaar Sk2 in de stand H.

Zet de netspanningstabilisator en de twee Brandenburgers in.

Draai de potmeters van bedieningspaneel 1, allemaal linksom.

Stel de gloeispanning in op de gewenste waarde. Dit kan per twee posities geregeld worden, door de knop behorende bij die posities in te drukken en aan de potmeters te draaien. De desbetreffende spanning wordt dan gemeten door de meter waar Vf<sub>2</sub> bijstaat.

Regel Vg2'-" af op 50V. (knop op voedingspaneel).

Controleer Vg8H op 150V., regel zonodig bij met potmeter op app. Stel Brandenburg PSA1 zo in, dat op de meter waar Vk bijstaat 1500V aanwijst.

Stel Brandenburg PSA2 in op 7000V.

Het instellen van deze PSA's kan gebeuren wanneer de knop ON ingedrukt staat en de knop EHT ingedrukt wordt.

Bij het openen van de deur vallen de Brandenburgers uit en moeten dan weer opnieuw met de knop EHT ingezet worden.

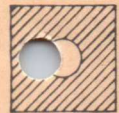
b. BISTABIELE.

Schakel de hoofdschakelaar Sk1 in.

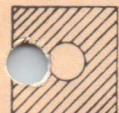
Zet de netspanningstabilisator en Brandenburg PSA1 in.

Draai de potmeters van bedieningspaneel 1 allemaal linksom.

Stel de gloeispanning in op de gewenste waarde. Dit kan per



All rights strictly reserved.  
Reproduction or issue to third parties  
in any form whatever is not permitted  
without written authority from the  
proprietor.



Alle rechten uitdrukkelijk voorbehouden.  
Vernieuwingsrechten of mededeling aan  
derden, in welke vorm ook, is zonder  
schriftelijke toestemming van eigenares  
niet geoorloofd.



		bedieningsvoorschrift	
		okt.'72	
<u>Levensduurapparaat voor</u>		7322 040 0961	
<u>geheugenbuizen.</u>			
NAME NAAM	P. Heesakkers.	SH. BL.	SH. BL.
PROPERTY OF EIGENDOM VAN	N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN - NEDERLAND		CHECK CONTR.
			DAT.
			FORM. A 4



twee posities geregeld worden door de knop behorende bij die positie in te drukken en aan de potmeters te draaien. De desbetreffende spanning wordt dan gemeten door de meter waar  $V_f$  bijstaat.

Regel  $V_g2'$  af op 180V. (knop op voedingspaneel).

Stel Brandenburg PSA zo in, dat de meter waar  $V_k$  bijstaat 3500V aanwijst.

Het instellen van dit PSA kan gedaan worden wanneer de knop ON ingedrukt staat en de knop EHT ingedrukt wordt.

Bij het openen van de deur vallen de Brandenburgers uit en moeten dan weer met de knop EHT ingeschakeld worden.



All rights strictly reserved.  
 Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietor.



Alle rechten uitsluitend voorbehouden.  
 Vermenging of mededeling aan derden, in welke vorm ook, is zonder schriftelijke toestemming van eigenaars niet geoorloofd.



bedieningsvoorschrift

Levensduurapparaat voor  
geheugenbuizen.

7322 040 0961

1 okt. '72

NAME NAAM P. Heesakkers.

SUPERS. VERV.

SH. BL.

SH. BL.

PROPERTY OF EIGENDOM VAN

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN EINDHOVEN - NEDERLAND

CHECK CONTR.

DAT.

FORM. A 4



HET INSTELLEN VAN DE BUIZEN.

a. HALF TONE BUIZEN. (Zie eerst algemeen)

Bij het openen van de deur van de levensduurposities kunnen de handen vrij in deze ruimte bewogen worden, daar deze geheel spanningsvrij is.

De buizen kunnen nu ingezet worden.

Voor het aansluiten van de bedrading op de buis zie bijlage 2. De deur wordt gesloten.

Druk op de knop EHT van Brandenburg PSA 1 en 2.

Controleer de spanningen.

Druk op de knop Ik1' en regel met Vg1' de spanning zo dat de gewenste stroom op de meter Ik1 af te lezen is.

Laat Ik1' los en druk Ik1" in. Draai nu aan Vg1" en stel de gewenste stroom in op meter Ik1.

Herhaal dit voor de 5 andere posities.

Druk op de knop Ib' en stel met Vg1 de bundelstroom in, af te lezen op meter Ib.

Herhaal dit voor de 5 andere posities.

Wanneer U dit allemaal juist hebt uitgevoerd moet er een beeld ontstaan dat geschreven wordt en meteen weer verdwijnt.

Met Vg3 kan nu de scherpte van het verkregen beeld ingesteld worden. (focussing).

Stel nu Vg7 zo in dat de buis een volledig lichtgroen vlak krijgt. (de collomatorspanning).

Afhankelijk van de instelling van de nalichttijd wordt een beeld verkregen van continu schrijven en wissen in te stellen per positie met potmeter R.

Indien nodig kan de scanning bijgesteld worden met de knoppen Vx en Vy. Een fijnregeling zit nog links van deze knoppen, hiermee kan per positie de ampletude  $\pm$  ~~10%~~<sup>50%</sup> geregeld worden. Voor het versneld scannen dient de potmeter Vx ingedrukt te worden. De tijd is dan in te stellen tussen 10 en 200 msec. met de boven bevindende potmeter.

Desgewenst kan Vg2'-" gecontroleerd en/of bijgesteld worden.

Deze spanning is beschikbaar op de bijbehirende stekerbussen.

Dit geldt ook voor Vg8H.

All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatever is not permitted without written authority from the proprietor.

Alle rechten uitsluitend voorbehouden. Vermenging of mededeling aan derden, in welke vorm ook, is zonder schriftelijke toestemming van eigenares niet geoorloofd.



		bedieningsvoorschrift	
		okt.'72	
<u>Levensduurapparaat voor</u>			
<u>geheugenbuizen.</u>			
7322 040 0961			
NAME NAAM	P. Heesakkers.	SH. BL.	SH. BL.
PROPERTY OF EIGENDOM VAN		N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN - NEDERLAND	
		CHECK CONTR.	DAT.
		FORM. A 4	



b. BISTABIELE BUIS. (Zie eerst algemeen).

Bij het openen van de levensduurruimte kunnen de handen vrij hierin bewogen worden, ook wanneer de pluggen ingestoken zijn. De draden worden bij het openen nl. spanningsloos.

De buizen kunnen nu ingezet worden.

Voor het aansluiten van de bedrading op de buis zie bijlage 3. De deur wordt gesloten.

Druk op de knop EHT van Brandenburg PSA 1.

Controleer de spanning (Vk 3500V).

Druk op de knop Ik1' en regel met Vg1' de spanning zo, dat de gewenste stroom op de meter Ik1 af te lezen is.

Laat Ik1' los en druk Ik1" in. Draai nu aan Vg1' en stel de gewenste stroom in op meter Ik1.

Herhaal dit voor de 5 andere posities.

Druk op de knop Ib en stel met Vg1 de bundelstroom in, af te lezen op meter Ib.

Herhaal dit voor de 5 andere posities.

Druk nu op het knopje rechts onder op bedieningspaneel 2, scannen, er moet nu een beeld ontstaan wat continu geschreven wordt.

Indien nodig kan de scanning bijgesteld worden met de knoppen Vx en Vy. Een fijnregelknop zit ook nog links van deze knoppen, hiermee kan de ampletude  $\pm$  <sup>30%</sup> ~~15%~~ geregeld worden.

De scanning is instelbaar tussen 10 - 200 msec.

Laat de knop los.

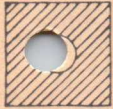
Met Vg3 kan nu de scherpte van het beeld ingesteld worden.

Draai nu Vg10 zover op, totdat het beeld een lichtgroene kleur krijgt.

Bij het drukken op de resetknop, zal eerst een wispuls gegeven worden (instelbaar tussen 0,1 en 60 sec.) waarna een beeld geschreven wordt. De tijd dat dit beeld blijft staan is instelbaar met de klok. Tijdsduur van wissen is instelbaar met R van 4 tot 60 min.. Na afloop van de klok wordt de cyclus herhaald.

Desgewenst kan Vg2'-" gecontroleerd worden en/of bijgesteld, hun spanning is beschikbaar op de bijbehorende stekerbussen.

Vg10 kan ook gemeten worden.



All rights strictly reserved. Reproduction or issue to third parties in any form whatsoever is not permitted without written authority from the proprietor.



Alle rechten uitdrukkelijk voorbehouden. Vermenging of mededeling an derden, in welke vorm ook, is zonder schriftelijke toestemming van eigenares niet geoorloofd.

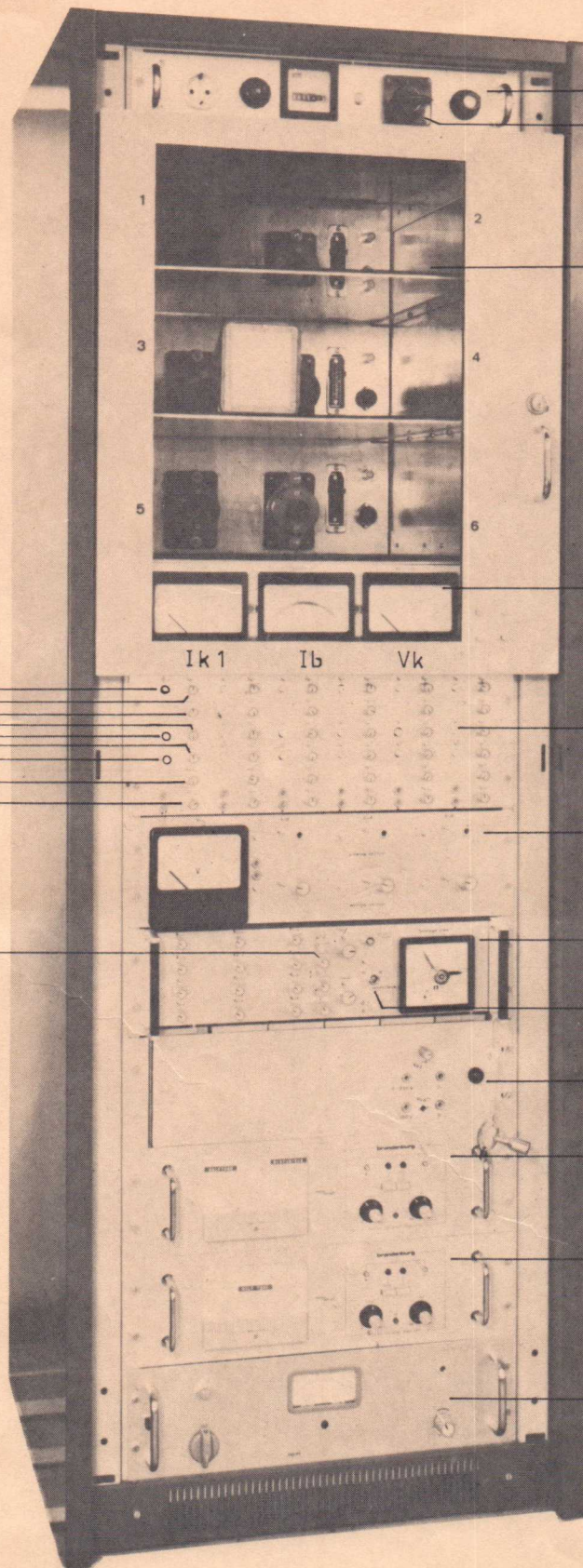


		bedieningsvoorschrift	
		1 okt. '72	
<u>Levensduurapparaat voor</u>		7322 040 0961	
<u>geheugenbuizen.</u>			
NAME NAAM	P.Heesakkers.	SH. BL.	SH. BL.
PROPERTY OF EIGENDOM VAN	N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN EINDHOVEN - NEDERLAND		CHECK CONTR.
		DAT.	FORM: A 4



All rights strictly reserved. Reproduction in any form without written authority from the proprietor.

Alle rechten uitdrukkelijk voorbehouden. Vervielfoudiging of mededeling aan derden in welke vorm ook, zonder schriftelijke toestemming van eigenaars niet geoorloofd.



Ib  
Vg 1  
Vg 3  
Vg 1'  
Ik 1'  
Vg 1''  
Ik 1''  
Vg 7/11  
Vg /10

R

NETPANEEL  
SK. 1

6 LEVENSDUUR POS.  
(MET MU-METAAL  
AFGESCHERMDE  
RUIMTE )

METERPANEEL

BEDIENINGSPANEEL 1

Vf-UNIT

BEDIENINGSPANEEL 2  
SCANNING  
SK 2 H - B

VOEDINGS-UNIT

BRANDENBURG PS.A 1  
0.5 - 5 kV. 5 mA

BRANDENBURG PS.A 2  
5 - 15 kV. 2 mA

NETSPANNINGSTAB.  
PE 1601

LEVENSDUURKAST VOOR  
GEHEUGENBUIZEN.

7322 040 0961

OKT. '72



NAME NAAM *F. H. Y. N. VAN TINGOS*

SUPERS. VERV.

SH. BL.

SH. BL.

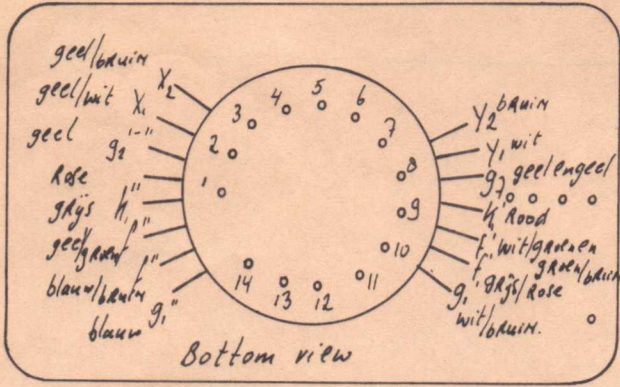
PROPERTY OF N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN - NEDERLAND

CHECK CONTR.

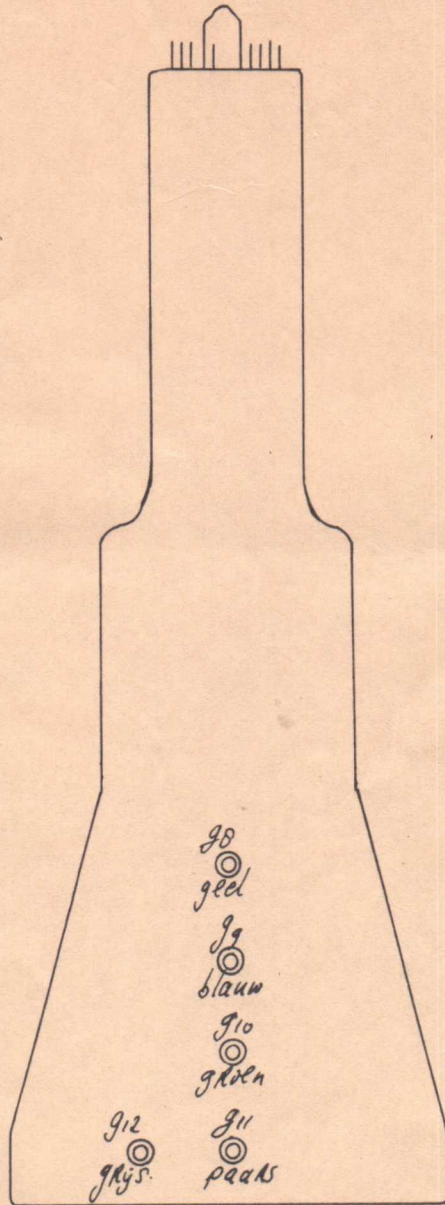
DAT. 13-10-'72

FORM. A4





Kleuren der aansluitdraden Bistabiele buis



Kleuren der aansluitdraden Bistabiele buis



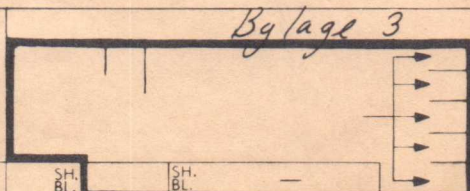
All rights strictly reserved.  
Reproduction or issue to third parties  
in any form whatever is not permitted  
without written authority from the  
proprietor.



Alle rechten uitsluitend voorbehouden.  
Vernieuwingsdigging of mededeling aan  
derden, in welke vorm ook, is zonder  
schriftelijke toestemming van eigenares  
niet geoorloofd.



Bedieningsvoorschrift  
Levensduur voor gekregen buizen



NAME NAAM	Heesakkers, P.	SUPERS. VERV.	SH. BL.	SH. BL.	CHECK CONTR.	DAT.	FORM. A 4
BH	PROPERTY OF EIGENDOM VAN N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN EINDHOVEN - NEDERLAND						



ONDERZOEK SCHOKTAFEL StT 5001.0 INLEIDING

Dit onderzoek is alleen gericht op de mogelijkheden van deze schoktafel.

De metingen zijn verricht zonder belasting op het schokplateau, tevens zijn foto's gemaakt van de pulsbreedte en pulsvorm bij diverse versnellingen.

2.0 GEBRUIKTE APP. :

Schoktafel StT500 + benodigd vilt 3-6-12mm dikte.

Shockmonitor : Endevco Model 2708 M2.

Opneemelement : Kristal endevco RD22 gevoeligheid 2.86 pc/g.

Storage scope : Philips PM 3243.

3.0 INSTELLING

Kristal bevestigd met was op het midden van het schokplateau, versnellingen gemeten met H.F. Filler van 3300Hz en L.F. Filler van 0.03 Hz.

Het vilt-voor het instellen van de pulsbreedte - 3-6-12mm dikte is, ingeslagen met 2000 klappen.

De ingang van de scope is aangesloten op de uitgang van de shock monitor

4.0 MEETRESULTATEN4.1 3mm vilt

minimum instelling : 40 g - pulsbreedte 5 ms

maximum instelling : 700 g - pulsbreedte <1 ms.

4.2 6mm vilt

minimum instelling : 17 g - pulsbreedte 7 ms

maximum instelling : 300 g - pulsbreedte 2 ms.

4.3 12mm vilt

minimum instelling : 13 g - pulsbreedte 10 ms

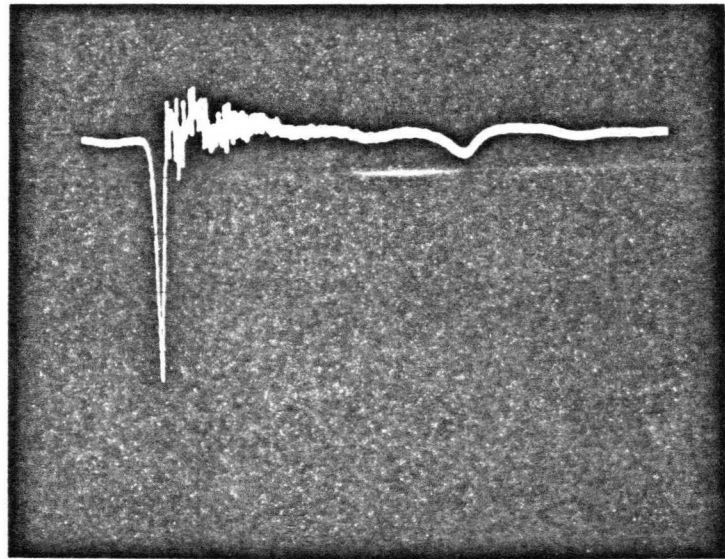
maximum instelling : 150 g - pulsbreedte 2.5 ms.

Voor pulsvorm zie foto's.



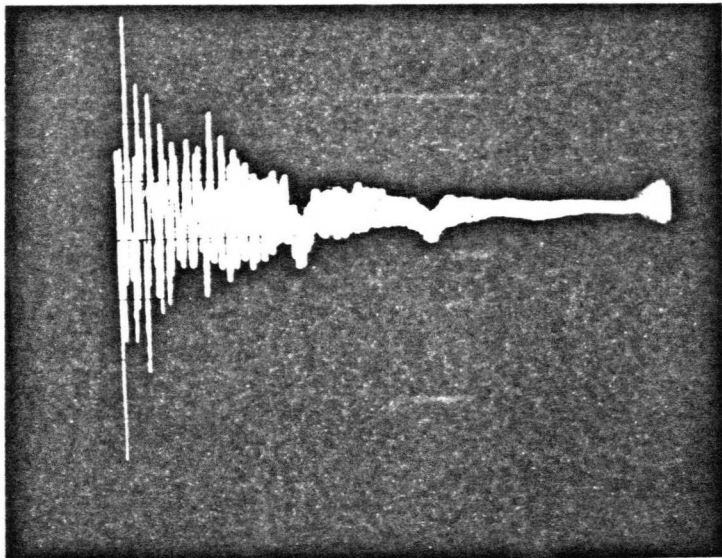
4.1

3ms vilt



$t = 10 \text{ ms/div.}$

min. 40 g - pulsbreedte 5ms



$t = 5 \text{ ms/div}$

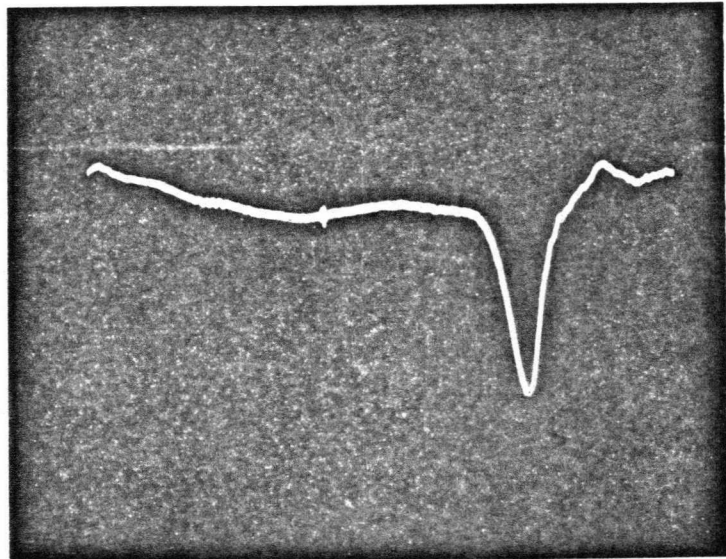
max. 700 g - pulsbreedte <1ms

All rights strictly reserved. Reproduction or use in third parties in any form whatsoever is not permitted without written authority from the proprietor.



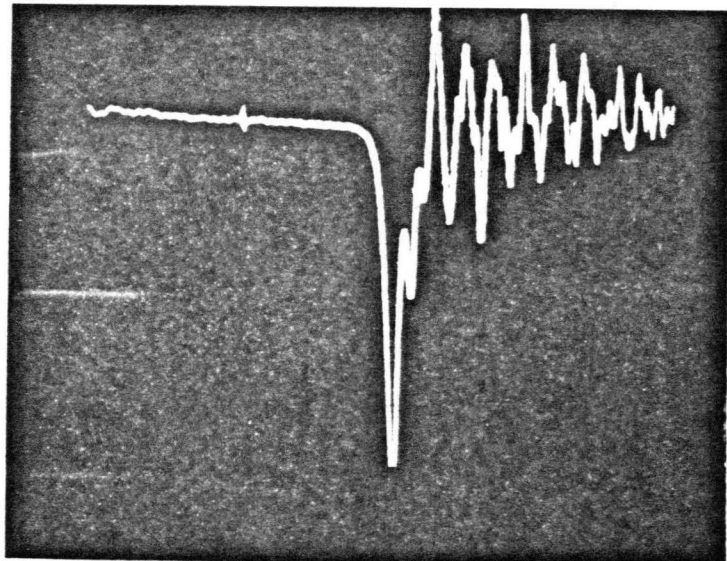
4.2

6mm vilt



$t = 5 \text{ ms/div}$

min. 17 g - pulsbreedte 7ms



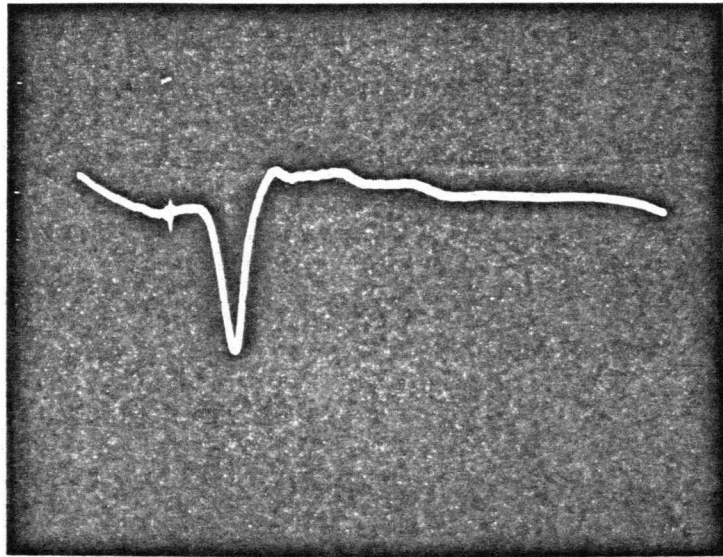
$t = 2 \text{ ms/div}$

max. 300 g pulsbreedte 2ms

All rights strictly reserved. Reproduction or loans to third parties in any form whatsoever is not permitted without written authority from the proprietor.



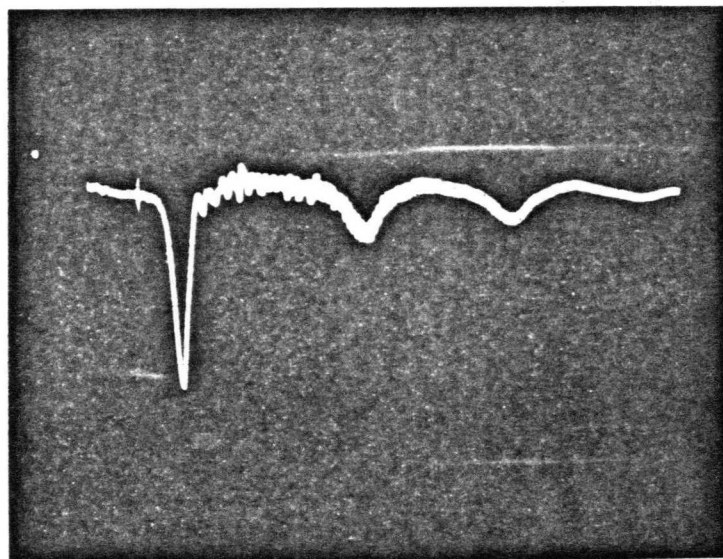
4.3



12mm vilt

$t = 10 \text{ ms/div.}$

min. 13g - pulsbreedte 10 ms



$t = 5 \text{ ms/div}$

max. 150 g - pulsbreedte 2.5 ms

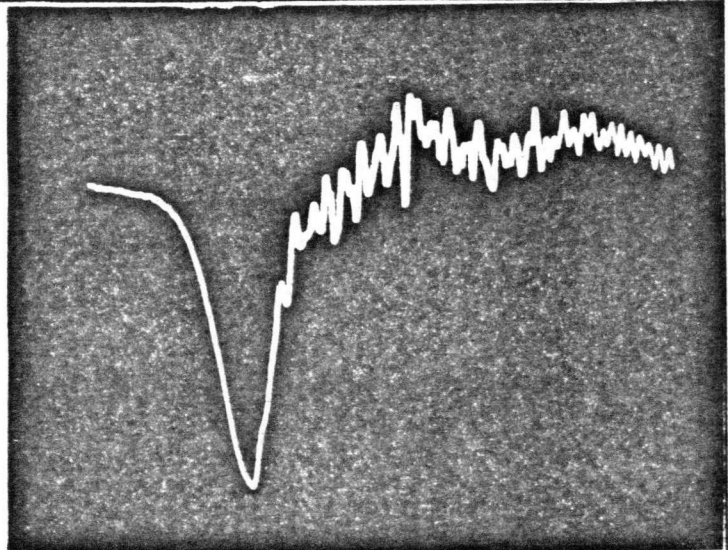


4.4 Gewenste instellingen :  
( onbelast gemeten )

a. Oscillograaf bzn.

50 g

12mm vilt pulsbreedte 8ms

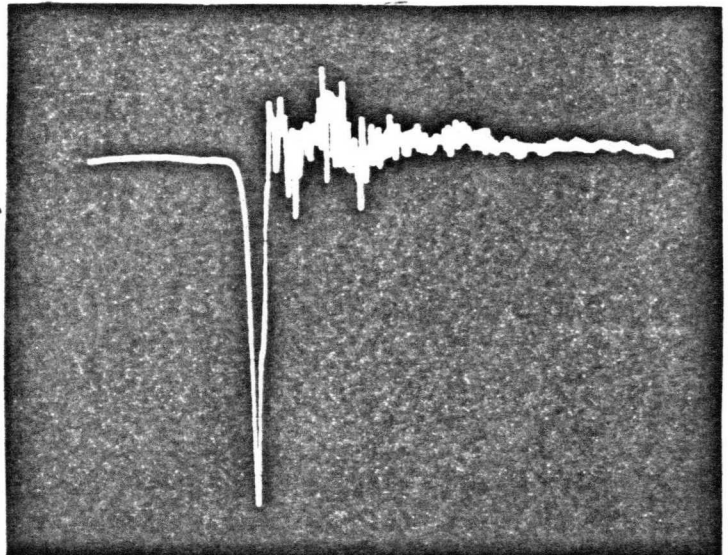


$t = 2 \text{ ms/div}$

b. Magnetrons

60 g

3mm vilt pulsbreedte 2,5ms

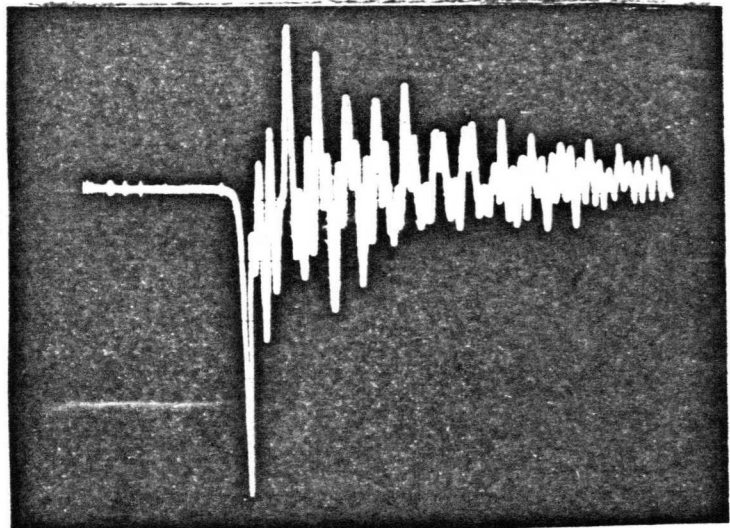


$t = 5 \text{ ms/div}$

c. Reeds

500 g

3mm vilt pulsbreedte 0,8ms



$t = 2 \text{ ms/div}$

All rights strictly reserved. Reproduction  
 or reuse in any form without written  
 permission is not permitted without written  
 authority from the proprietor.



5.0 KONKLUSIE

Bij Oscillograaf buizen wordt een pulsbreedte van minimaal 12ms gewenst deze is bij 50 g niet haalbaar met de vilt - soorten die bij het apparaat meegeleverd zijn.

Voor het instellen van de g waarden moet men bij verandering van instelling beroep doen op de shock monitor (geen vaste waarde).

Invloed van plateaubelasting zijn nog onbekend.

Onderzocht moet worden welke maatregelen noodzakelijk zijn om het uitslingereffect te verminderen.

Heerlen, 18-01-1979

F.G. Schols

E.G. Meerburg.

Kopie HH. : Dreessen - Nouwen

Meerburg - Coolombon

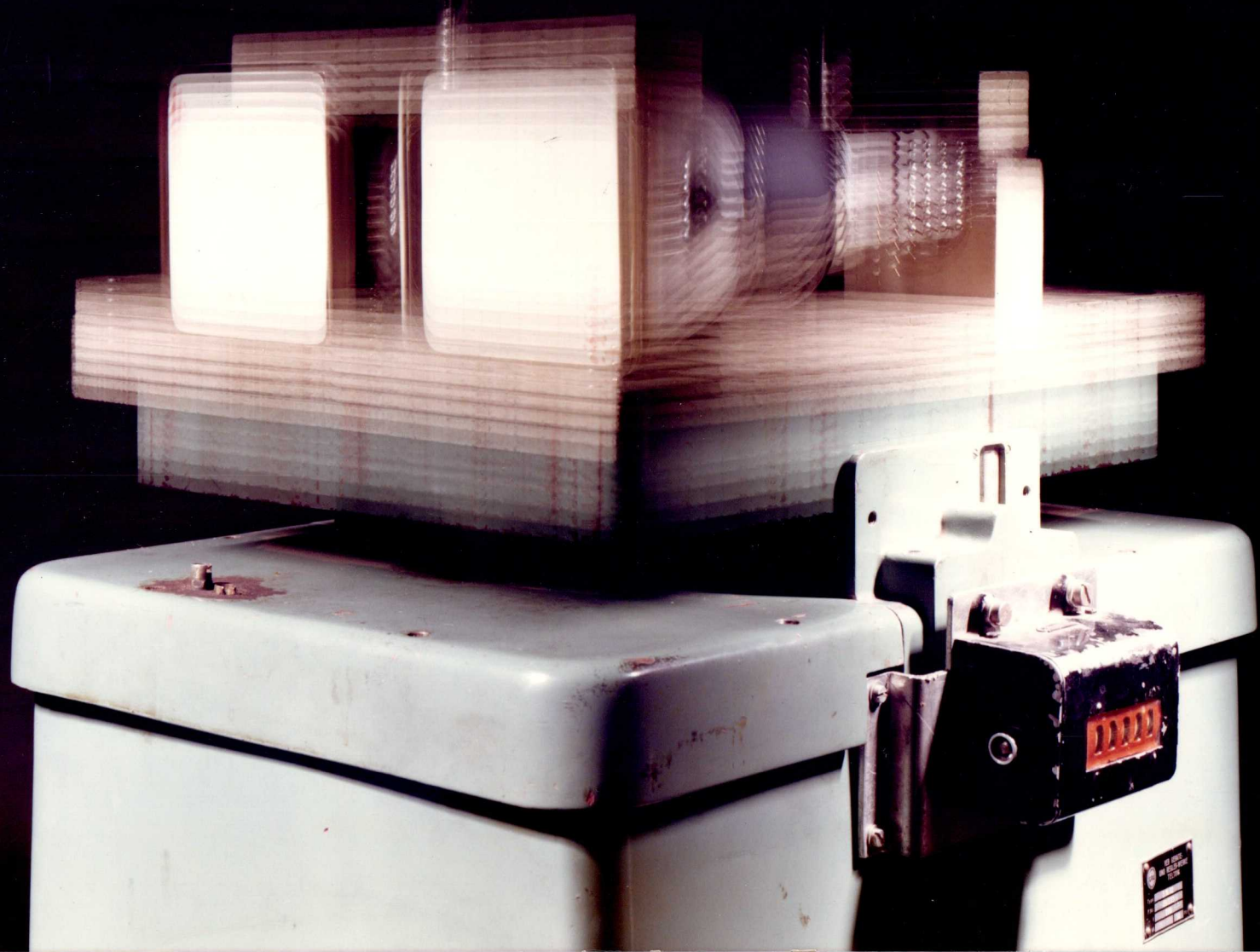
Pieters - Kessels - v.d. Bos - Claassens

Sieben - Geervers - Schols

Vrenken.

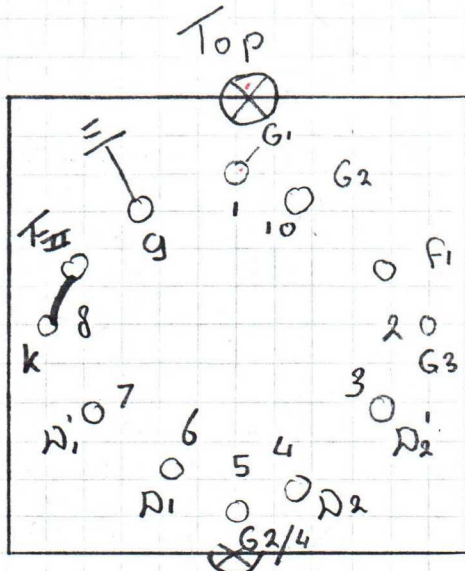
MB/KvE.



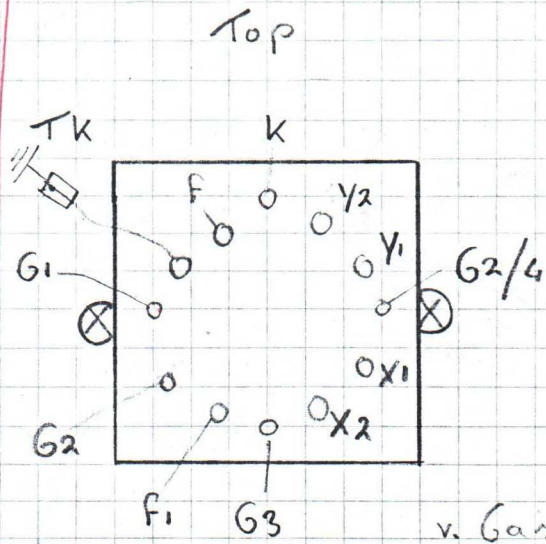




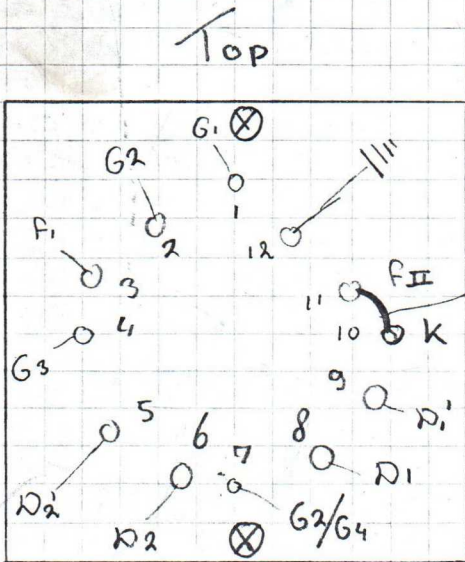
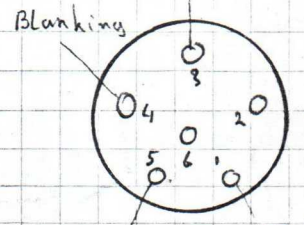
Onderwerp



dubbel meett achteraanzicht.

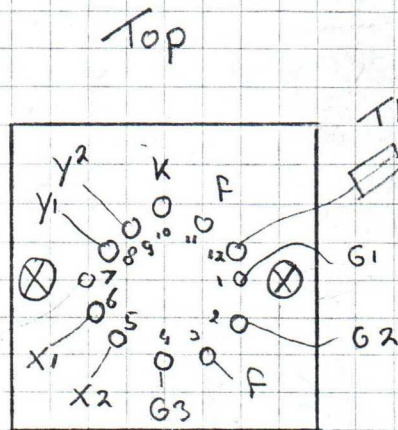


vooraanzicht v. Gastel

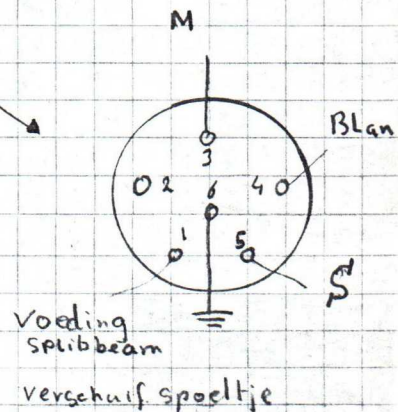


vooraanzicht Dubbel meett.

doorverbonden.



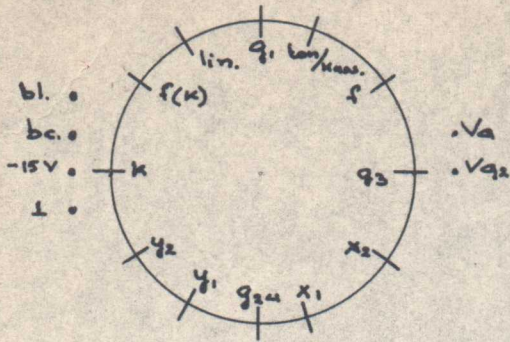
achteraanzicht v. Gastel.



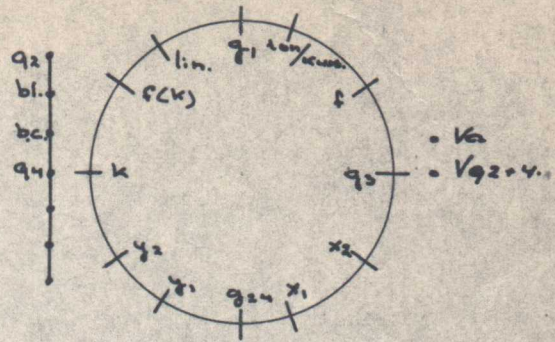


Tent

osc. bzn. meetl. II



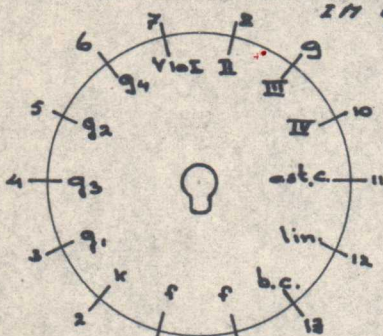
osc. bzn. kor. meetl. p.



osc. bzn. meettabel III

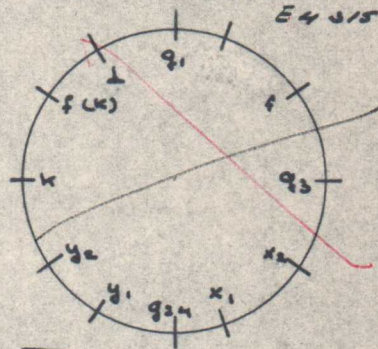
27 9919

PIT



osc. bzn. meetl. I

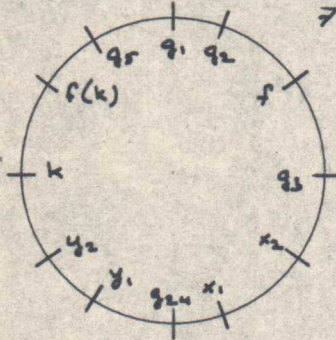
E4 31520



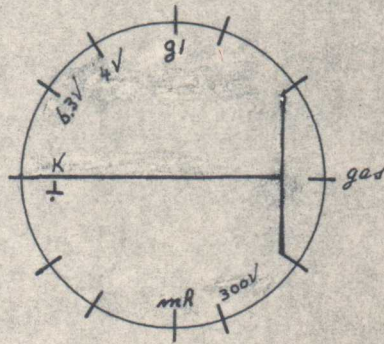
Opm.: led. linkse voet. Bij in rechte V10 I, II, III en IV  
1pV V10 I, II, III en IV

isolatie meetl. osc. bzn.

75 04579

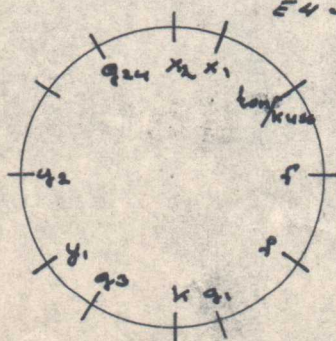


gas meetl. osc. bzn.



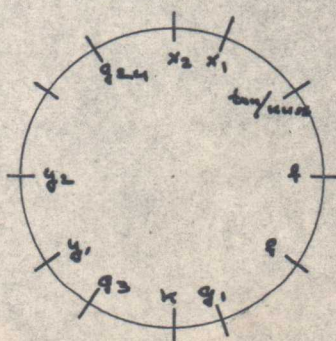
osc. bzn. brandraam

E4 31558



osc. bzn. brandraam

E8 64401

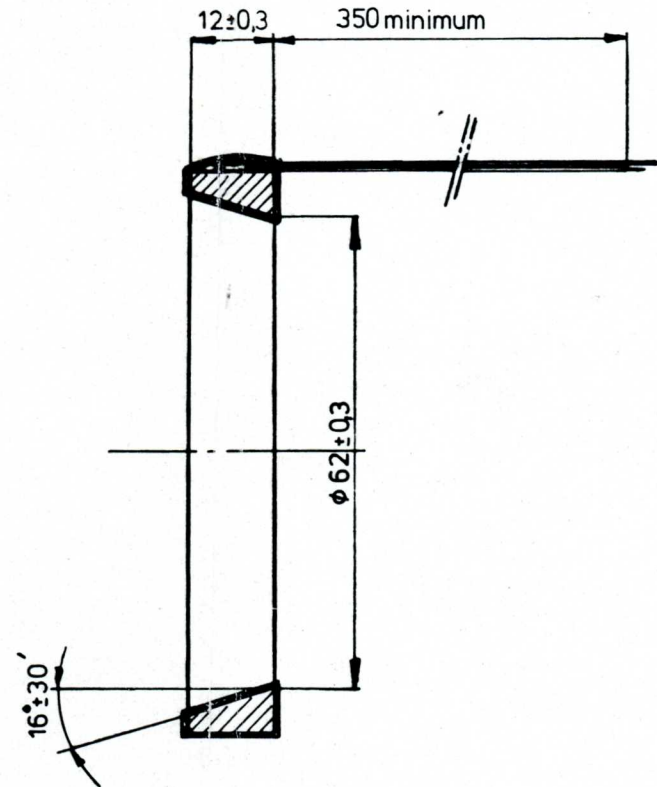
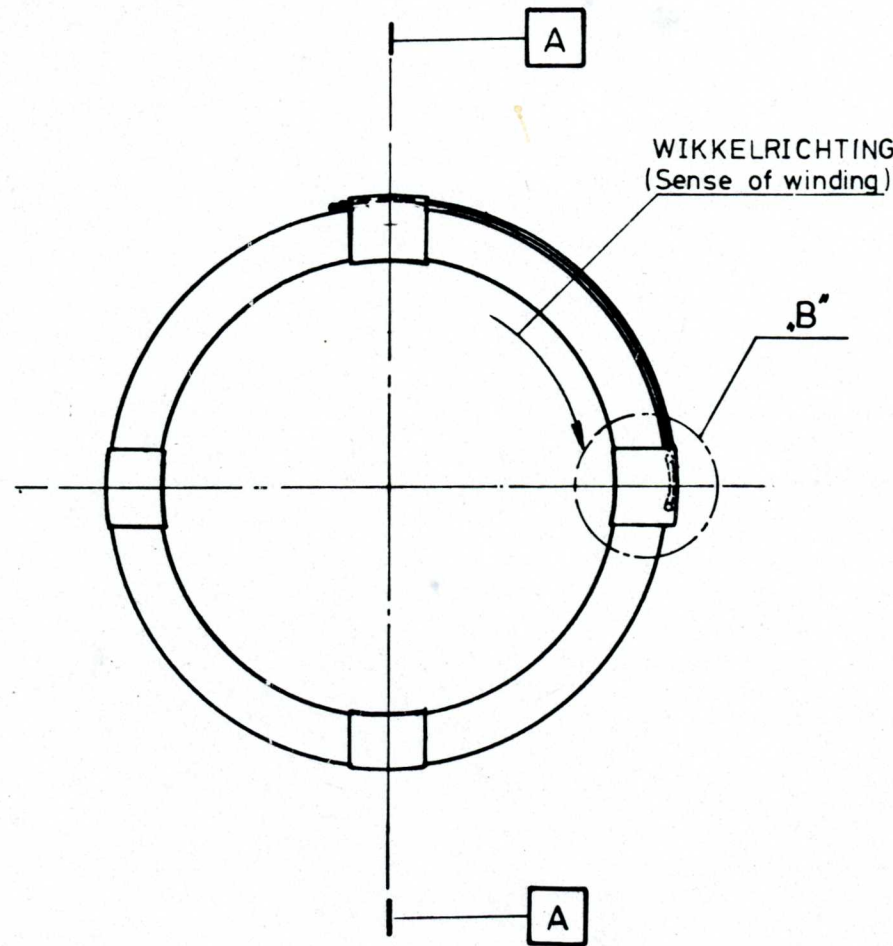


Oanzicht voeten op pennen!

3-5-1962 H.F.
26-10-1967 S.B.
26-8-69 A.K.

ansluitingen div. normaalvelden  
voor oscillograafbuizen.  
meetafels, brandramen, etc.





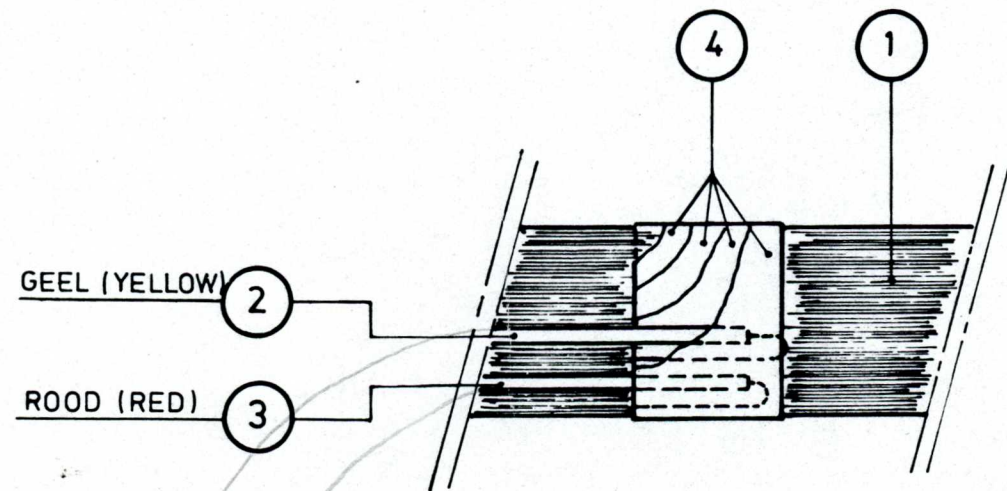
DOORSNEDE A.A  
(CROSS SECTION A.A)

Algemene gegevens.

1000 wikkelingen.  
R =  $180 \Omega \pm 10 \Omega$   
Kwaliteit: netjes wild gewikkeld.  
Losse windingen niet toegestaan.  
Rode snoer aan het begin van de wikkelingen solderen

General Data.

1000 turns.  
R =  $180 \Omega \pm 10 \Omega$   
Quality: semi scrambled wind.  
Loose turns are not allowed.  
Red flex solder on the starting end of windings.



ZIJAAANZICHT DETAIL B'  
(Schaal 2:1)

SIDE VIEW DETAIL B'  
(Scale 2:1)

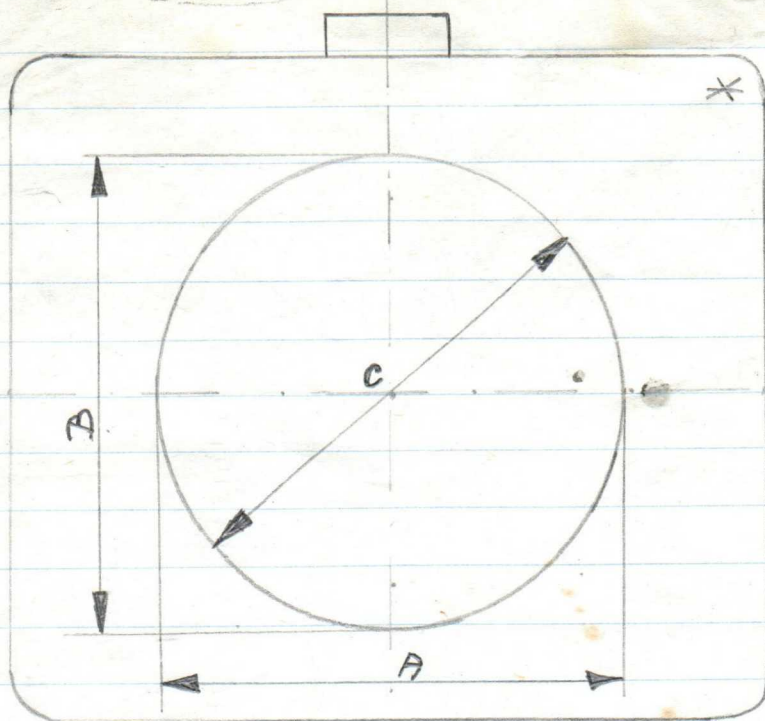
QUANTITY	UNIT	DESCRIPTION	STANDARD/QDS	CODE	POS
0,30	m	Tape Nitto 316 10 mm			4
0,45	m	Sn. 1x0,15 mm <sup>2</sup> PVC PA RD	UN-R 659	3322 126 29000	3
		Fl. 1x0,15 mm <sup>2</sup> PVC PA RD			
0,45	m	Sn. 1x0,15 mm <sup>2</sup> PVC PA GL	UN-R 659	3322 126 18400	2
		Fl. 1x0,15 mm <sup>2</sup> PVC PA YL			
40	gr.	Cu.dr. E pur N ther pl 0,16mm	NLF-R 320	0722 012 00017	1
		Cu wt. E pur N ther pl 0,16mm			

PROJ. METH.	SCALE: 1:1	UNIT: mm	SEE ALSO: UT - D 1041	REMARKS:
-------------	------------	----------	-----------------------	----------

ROTATIE SPOEL (ROTATION COIL)		8222 037 1932	1 2	80-09-24 81-04-02
----------------------------------	--	---------------	--------	----------------------

NAAM: Franssen	VERV. SUPERS:	BL. SH:	BL. ST:	CONTR. CHECK	DAT	Form. A3
----------------	---------------	---------	---------	--------------	-----	----------





GEGEVENS : 202 D 12

BUISNR: 8040304

SPOEL: 120  $\Omega$

Weerstand aarddraad-aardslag = 55  $\Omega$

AFMETINGEN SPOEL

A = 86.00 mm

B = 87.15 mm

C = 87.80 mm

BUISNR: 8040352

SPOEL: 120  $\Omega$

Weerstand aarddraad-aardslag = 50  $\Omega$

AFMETINGEN SPOEL

A = 86,40 mm

B = 86,60 mm

C = 87,80 mm

NAAR SRI 16-12-1980

H. SLOTMAN

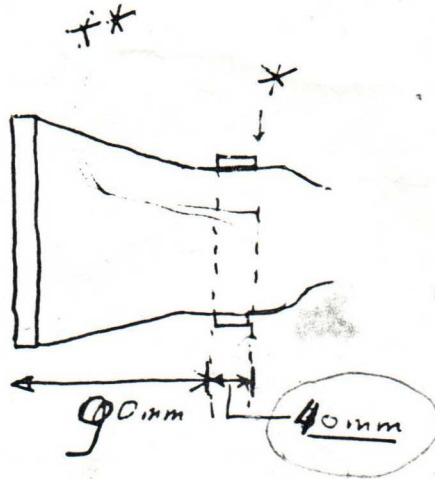


# Coil 202 D12

Wire  $\phi$  : 0,224  
Nr. of turns : 1000.

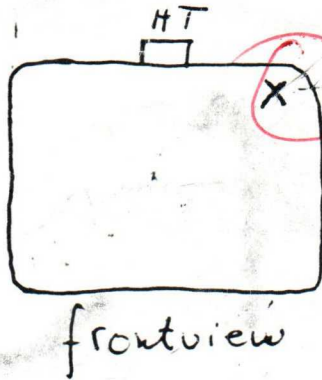
CODE NR. DRAAD : 0722-012-00021

Green = verde



\* max dia of tube + coil + tape = ~~87~~ 87mm

Connections



location for  
earthing cable +  
connection cables.

frontview

accord

Mr. Dobbels  
801028

\*\* Type of connection cables:

- Mr. Dobbelstein shall send some connection-cables to Mr. Bogaard.
- Mr. Dobbelstein will send codewords, prices, drawings etc of the connection cable / connectors to the Comm. Dept.

W



Spodumiteler

D 12-120 GtH/coq.

vly. specificheia S&I!



→ Tekenning <sup>(schets)</sup> van de spoel voor

202 D12 → met aansluitkabel. (4022 244 01631)  
 Draadlengte 3600

D14-250. → spoelgegevens

→ Doe het huis leveren aan D.I.

→ Brie voor Do. En Chun. mag  
 afgeven aan.