

PHILIPS

**ELEKTRONENSTRAHL-
OSZILLOGRAPH
GM 5659**

66 092 14.5-18

1/455



GEBRAUCHSANWEISUNG

1500



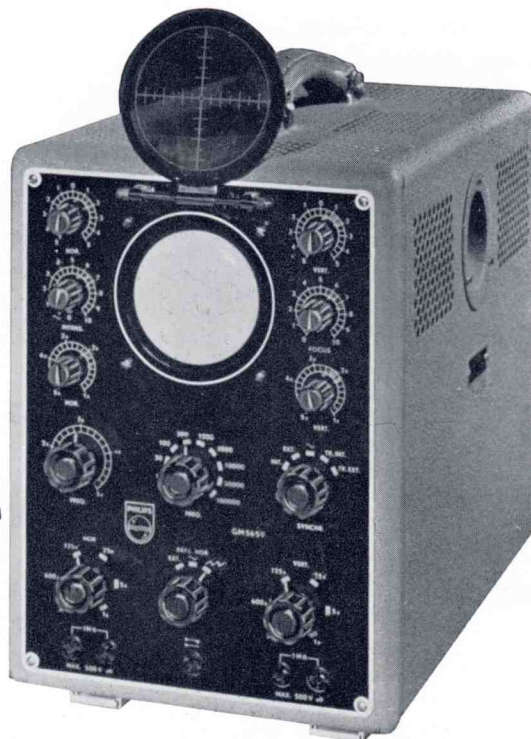
PHILIPS

GEBRAUCHSANWEISUNG

ELEKTRONENSTRAHL- OSZILLOGRAPH GM 5659

66 092 14.5-18

1/455



78907

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	3
Anwendungsbereich	3
Merkmale	3
Anwendungen	3
Mechanischer Aufbau	4
BESCHREIBUNG DER SCHALTUNG	5
Prinzip	5
Verstärker	6
Abschwächer	7
Zeitbasisgenerator	7
Elektronenstrahlröhre	8
Speisung	9
TECHNISCHE DATEN	9
Verstärker	9
Abschwächer	9
Zeitbasis	9
Synchronisierung	10
Elektronenstrahlröhre	10
Strahlmodulation	10
Röhren	10
Speisung	11
Abmessungen und Gewicht	11
BEDIENUNG	11
Einstellung des Spannungskarussells	11
Anschluß	11
Einschalten	11
Bildeinstellung	11
Vertikalablenkung	11
Über den eingebauten Verstärker	11
Unmittelbar an den Ablenkplatten	12
Horizontalablenkung	12
Über den eingebauten Verstärker	12
Unmittelbar an den Ablenkplatten	13
Synchronisierung	13
Strahlmodulation	15
Zeitbasisspannung	15
Verwendung anderer Geräte	15
Elektronenschalter GM 4580	15
Frequenzmodulator GM 2886	16
Batterievorverstärker GM 4574	16
ERNEUERUNG DER EINZELTEILE	16
Ausbau des Gerätes	16
Sicherungen	16
Röhren	17
LISTE DER EINZELTEILE	18

In Reklamationsfällen bzw. bei Briefwechsel über dieses Gerät erwähne man stets Typen- und Seriennummer, die auf dem Typenschild an der Rückseite des Gerätes angegeben sind.

EINLEITUNG

ANWENDUNGSBEREICH

Der Philips Elektronenstrahloszillograph GM 5659 dient zur Durchführung von Wechselspannungsmessungen in dem Frequenzbereich von 1 Hz bis 1 MHz.

Mit diesem Gerät können periodische und nichtperiodische Vorgänge sowie auch Phasenbeziehungen zwischen zwei elektrischen Vorgängen sichtbar gemacht werden. Das Gerät eignet sich zur Durchführung von Messungen in Laboratorien und Fabriken sowie zur Verwendung im Rundfunk- und Fernseh-Service.

MERKMALE

Die Elektronenstrahlröhre (mit symmetrischem Ablensystem) hat einen Schirmdurchmesser von 7 cm und erzeugt ein hellgrünes Bild.

Durch Anwendung des zugehörigen durchsichtigen Rasters vor dem Schirm ist Benutzung als Scheitelspannungs-Voltmeter möglich. Dieses Raster absorbiert das auffallende Licht größtenteils, läßt aber das von der Röhre ausgestrahlte grüne Licht durch. Hierdurch sowie dank der großen Abschirmhaube ist die Ablesbarkeit des Leuchtschirmes, sogar in einer hellbeleuchteten Umgebung, stets sehr gut.

Die Verstärker für die Horizontal- und Vertikalablenkung sind zur Wiedergabe von Impuls- und Rechteckspannungen geeignet. Sie haben die gleiche Verstärkung (max. $850 \times$) und Bandbreite.

Die Empfindlichkeit des Gerätes ist mit Hilfe von frequenzunabhängigen Abschwächern (sowohl stufenweise als auch stufenlos) regelbar.

Der Zeitbasisgenerator hat einen weiten Frequenzbereich (3...250 000 Hz) und kann auf verschiedene Weisen synchronisiert werden.

Die Zeitbasisspannung ist von außen abnehmbar.

Die automatische Rücklaufunterdrückung des Elektronenstrahles läßt sich in einfacher Weise ausschalten. Ferner ist die Möglichkeit zur Fremdmodulation des Elektronenstrahles vorhanden. Über ein RC-Netzwerk sind sowohl die Horizontal- als auch die Vertikalablenkplatten nach außen geführt.

Das Gerät ist tropenfest.

ANWENDUNGEN

Dieser Elektronenstrahloszillograph gestattet die Untersuchung von z.B.:

Niederfrequenten elektrischen Vorgängen: Untersuchung der Form von NF-Spannungen und -Strömen sowie des Spannungs- und Stromverlaufs beim Öffnen und Schließen automatischer Schalter und beim Durchschmelzen von Schmelzsicherungen.

Hochfrequenten elektrischen Vorgängen: bei Rundfunk- und Fernsehempfängern.

Mechanischen Schwingungen: Feststellung und Untersuchung von Schwingungen in Fabriken, Druckereien und Werkstätten, auf Schiffen, in Motoren, Maschinen usw. (mit Hilfe des Dynamischen Schwingungsaufnehmers PR 9260 (GM 5520), PR 9261 (GM 5526) oder PR 9262 (GM 5527) in Verbindung mit dem Amplitudenmeßgerät PR 9250 (GM 5522), gegebenenfalls unter Benutzung des Vorverstärkers GM 4574).

Magnetischen Schwingungen: Untersuchung von Form und Verlauf des magnetischen Feldes in der Umgebung von Transformatoren und im Luftspalt von Drosselspulen (mit Hilfe einer Meßspule).

Akustischen Schwingungen: Sichtbarmachen akustischer Schwingungen (mit Hilfe eines Mikrophons).

Optischen Schwingungen: Aufnehmen schneller Lichtstärkeänderungen um Untersuchung der-

selben zu Projektionszwecken zu ermöglichen (mit Hilfe einer photoelektrischen Zelle); Durchführung von Geschwindigkeitsmessungen durch Unterbrechung des Lichtstrahles usw. Durch Photographieren stillstehender Sinuskurven, deren Frequenz genau bekannt ist, kann man die Öffnungszeit der Verschlüsse von Photoapparaten kontrollieren. Weitere Anwendungen sind noch: die Untersuchung von schnellen Temperaturschwankungen, Luftwirbeln usw.

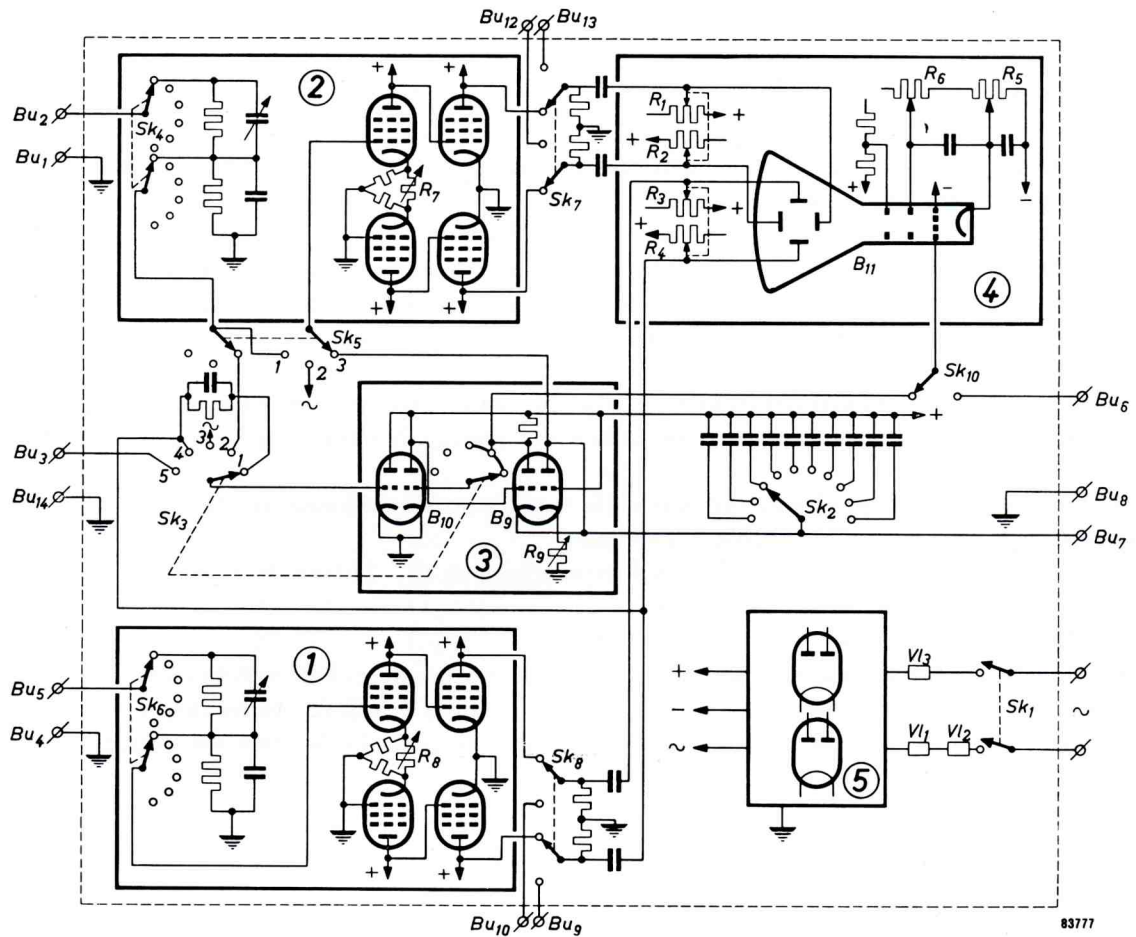


Abb. 1
Vereinfachtes Prinzipschaltbild

MECHANISCHER AUFBAU

Bei diesem Oszillographen wurde eine Konstruktionsart angewendet, die es gestattet, ein Gerät mit geringen Abmessungen und beschränktem Gewicht zu erzielen.

Das Gerät besteht aus einer Anzahl Konstruktionseinheiten, montiert in einem Fachwerk aus Metallplatten, die eine gute Abschirmung gewährleisten. Horizontale Scheidewände sind möglichst vermieden, wodurch die Wärme besser abgeführt wird. Im mittleren Fach sind rückwärts die beiden Verstärker angebracht, und zwar auf je einer isolierenden Platte montiert. In diese Platten sind Stifte eingepreßt, an deren Vorderseite die Verlötlung der elektrischen Einzelteile und an deren Rückseite die der Verdrahtung vorgenommen wurde. Hierdurch wurde ein solides, gedrängtes Ganzes mit kurzen Verbindungen erzielt und hat die Montage an Übersichtlichkeit gewonnen.

BESCHREIBUNG DER SCHALTUNG

PRINZIP

Das Gerät ist aus folgenden Teilen aufgebaut (siehe Abb. 1):

1. Verstärker für die Vertikalablenkung mit zugehörigem Abschwächer

Die zu beobachtende Spannung schließt man an die Buchsen Bu_5 und Bu_6 (Erde) an. Die Spannung wird dann dem Abschwächer zugeführt, dessen Abschwächung mit Schalter Sk_6 regelbar ist. Die abgeschwächte Spannung gelangt an den asymmetrischen Eingang des Verstärkers, dessen Verstärkung mit Potentiometer R_8 regelbar ist. Die verstärkte Spannung wird den Vertikalablenkplatten zugeführt über Sk_8 .

2. Verstärker für die Horizontalablenkung mit zugehörigem Abschwächer

Diese sind identisch mit dem Verstärker bzw. Abschwächer für die Vertikalablenkung. Mit Sk_5 in Stellung 1 ist der Verstärkereingang unmittelbar am Abschwächer angeschlossen. Es ist dann möglich, eine Spannung als Funktion einer beliebigen anderen Spannung wahrzunehmen. Die Spannung für die Horizontalablenkung schließt man an Bu_2 und Bu_1 (Erde) an; die Abschwächung wird mit Sk_4 gewählt. Mit Sk_5 in Stellung 2 kann man eine Spannung als Funktion einer sinusförmigen Spannung mit der Netzfrequenz wahrnehmen. In der dritten Stellung von Sk_5 ist der Zeitbasisgenerator eingeschaltet. Man kann nun eine Spannung als Funktion der Zeit wahrnehmen.

Die Verstärkung des Horizontalverstärkers ist mit R_7 regelbar. Die verstärkte Spannung wird den Horizontalablenkplatten zugeführt über Sk_7 .

3. Zeitbasisgenerator

Dieser enthält zwei Doppeltrioden, von denen drei Trioden die Sägezahnspannung erzeugen und die vierte als Synchronisierungstrenner und Hilfröhre zum Triggern der Zeitbasis dient. Durch Einschalten eines bestimmten Ladekondensators mit Hilfe von Sk_2 wählt man den Frequenzbereich. Mit R_9 regelt man die Stärke des Stromes, mit dem der Kondensator aufgeladen wird, so daß die Stellung von R_9 innerhalb des gewählten Bereiches die Zeitbasenfrequenz bestimmt. Die Hilfsspannung für die Synchronisierung läßt sich auf verschiedene Weisen abnehmen. Hierzu dient Sk_3 .

Wünscht man ein stillstehendes Bild zu erhalten, so ist der Zeitbasisgenerator mit der Frequenz der zu beobachtenden Spannung oder einem Vielfachen derselben zu synchronisieren. Mit Sk_3 in Stellung 1 wird interne Synchronisierung angewendet; die Synchronisierungsspannung wird am Ausgang des Vertikalverstärkers abgenommen. In der zweiten Stellung ist externe Synchronisierung möglich. Die an Bu_1 und Bu_2 anzuschließende Synchronisierungsspannung wird mit Sk_4 abgeschwächt. Auch kann eine Spannung mit der Netzfrequenz als Hilfsspannung benutzt werden (Sk_3 in der dritten Stellung).

In der vierten Stellung wird die Zeitbasis durch eine vom Ausgang des Vertikalverstärkers gelieferte Spannung automatisch gesteuert. Die positive Halbwelle jeder Periode der an Bu_5 angeschlossenen Spannung ist nun auf dem Schirm sichtbar.

Auch ist eine Fremdsteuerung der Zeitbasis möglich (fünfte Stellung), wozu Bu_3 und Bu_{14} (Erde) vorgenommen sind. Dabei läßt sich u.a. die negative Halbwelle jeder Periode eines Signales sichtbar machen.

Die durch den Zeitbasisgenerator erzeugte Sägezahnspannung ist an Bu_7 abnehmbar.

4. Elektronenstrahlröhre

Erforderlichenfalls ist ein direkter Anschluß (d.h. über ein RC-Netzwerk) an die Ablenkplatten möglich. Schließt man eine Spannung an Bu_9 und Bu_{10} an und schaltet man Sk_8 um, so wird diese Spannung an die Vertikalablenkplatten gelegt. Anschluß an die Horizontalplatten ist über Bu_{12} und Bu_{13} möglich, wozu Sk_7 umgeschaltet werden muß.

Die Lage des Bildes auf dem Leuchtschirm ist in Horizontalrichtung mit R_1/R_2 , in Vertikalrichtung mit R_3/R_4 regelbar. Mit R_5 regelt man die Bildhelligkeit, mit R_6 die Bildschärfe.

Über Sk_{10} wird dem Steuergitter von B_{11} ein von dem Zeitbasisgenerator gelieferter negativer Spannungsimpuls zugeführt zur Unterdrückung des Elektronenstrahls während des Rücklaufs der Zeitbasis. Über Bu_6 ist das Steuergitter nach außen geführt; bei Verwendung von Bu_6 wird Sk_{10} automatisch umgeschaltet.

5. Netzteil

Die benötigten Speisespannungen werden von einem Transformator und zwei Gleichrichteröhren geliefert. Der Transformator ist durch eine Thermosicherung ($V1_1$) und zwei Schmelzsicherungen ($V1_2$ und $V1_3$) geschützt.

VERSTÄRKER

Wie bereits erwähnt, enthält das Gerät zwei identische Verstärker. In Abb. 2 ist das Prinzipschaltbild der Verstärker gezeichnet.

Die Spannungsverstärkung ($\max. 850 \times$) wird durch einen Zweistufen-Gegentaktsverstärker mit Gegenkopplung erzielt. Da die meisten in der Praxis vorkommenden Spannungen asymmetrisch gegen Erde sind und die hier benutzte Elektronenstrahlröhre ein symmetrisches Ablensystem besitzt, ist der Verstärker mit einem asymmetrischen Eingang und einem symmetrischen Ausgang versehen.

Die Phasenumkehrung am Verstärkereingang wird dadurch bewirkt, daß die Röhren B_1 und B_2 einen gemeinsamen hochohmigen Kathodenwiderstand besitzen und das Steuergitter von B_2 geerdet ist, so daß an der Anode von B_2 eine Spannung entsteht, die ebenso groß ist wie die Anodenspannung an B_1 , jedoch eine Phasenverschiebung von 180° aufweist.

Da die Verstärkung ohne Gegenkopplung gegenüber der Verstärkung mit Gegenkopplung groß ist, wird letztere durch das Verhältnis der Gegenkopplungswiderstände bestimmt. Die Änderung der Gegenkopplung mit Hilfe von R_8 (1 : 5) ermöglicht eine Regelung der Verstärkung.

R_8 kann geändert werden, ohne daß sich das Bild auf dem Schirm verschiebt (siehe Abb. 16). Außer zur Regelung der Verstärkung dient die Gegenkopplung auch zur Korrektur der Frequenzkennlinie.

Zur Erzielung einer richtigen Frequenzkennlinie wurde die Gegenkopplung frequenzabhängig gemacht. Mit Rücksicht darauf sind in jedem Verstärker zwei Gegenkopplungsnetzwerke wie

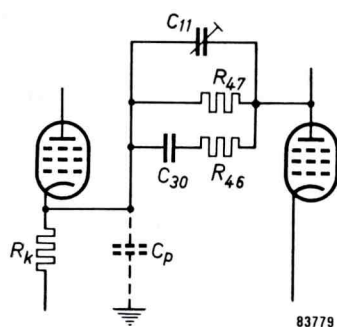


Abb. 3

Gegenkopplungsschaltung

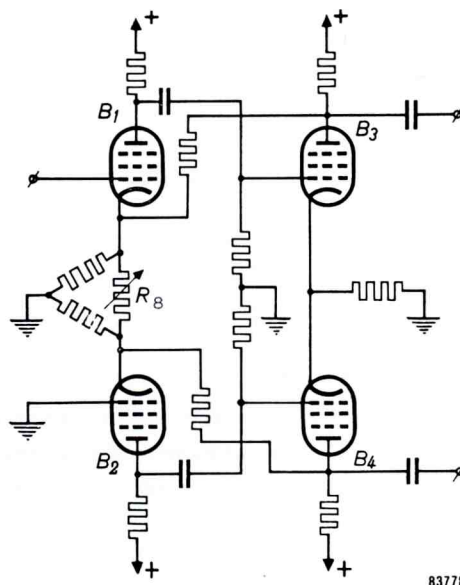


Abb. 2
Verstärker

Abb. 3 zeigt angebracht.

C_{30} bildet einen Kurzschluß für die hohen Frequenzen, so daß dieses Filter dann aus der Parallelschaltung der Widerstände R_{47} und R_{46} mit dem Trimmer C_{11} besteht (C_p ist die parasitäre Kapazität zwischen Kathode und Erde der Vorverstärkeröhren). Bei der Herstellung des Gerätes wird C_{11} so eingestellt, daß die Zeitkonstanten der beiden Impedanz gleich sind, so daß im Bereich der hohen Frequenzen die Gegenkopplung frequenzunabhängig ist, demnach

$$\frac{R_{46} \times R_{47}}{R_{46} + R_{47}} \times C_{11} = R_k \times C_p.$$

Bei niedrigen Frequenzen nimmt die Impedanz von C_{30} zu,

so daß die Gegenkopplung abnimmt und somit die Verstärkung zunimmt. Hierdurch ergibt sich ein Ausgleich für das Absinken der Frequenzkennlinie bei niedrigen Frequenzen. Durch diese Gegenkopplung ist eine von 1 Hz ausgehende, nahezu geradlinige Frequenzkennlinie erzielt worden.

ABSCHWÄCHER

Auch die beiden Stufenabschwächer sind identisch. Beide Abschwächerschalter haben je sechs Stellungen. Hiermit schaltet man eines der sechs gleichartigen RC-Netzwerke ein, deren Prinzip in Abb. 4 dargestellt ist.

C_1 ist hier ein Trimmer und C_{16} eine Festkapazität (wozu u.a. die Eingangs- und Verdrahtungskapazität des Verstärkers gerechnet werden). Bei der Herstellung des Oszillographen wird C_1 so abgeglichen, daß $R_{19} \times C_1 = R_{14} \times C_{16}$. Die Abschwächung ist dann frequenzunabhängig.

Der Eingangswiderstand beträgt stets 1 Megohm, und zwar unabhängig von der Stellung des Abschwächers.

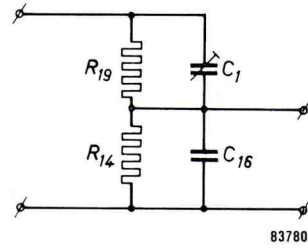


Abb. 4
Abschwächer

ZEITBASISGENERATOR

Der Zeitbasisgenerator hat einen Frequenzbereich von 3...250 000 Hz. Die Frequenzeinstellung erfolgt mit Hilfe eines Zehnstufenschalters sowie eines stufenlosen Reglers (1 : 6).

Das Prinzip des Zeitbasisgenerators ist in Abb. 5 gezeichnet. Die Wirkungsweise ist wie folgt: Das Triodensystem B_9' arbeitet als Laderöhre und lädt den mit Sk_2 eingeschalteten Kondensator (hier C_{71}) mit einem konstanten Strom während des Hinlaufes der Sägezahnspannung. Dieser mit R_9 regelbare Strom sowie die Größe von C_{71} bestimmen die Kippfrequenz.

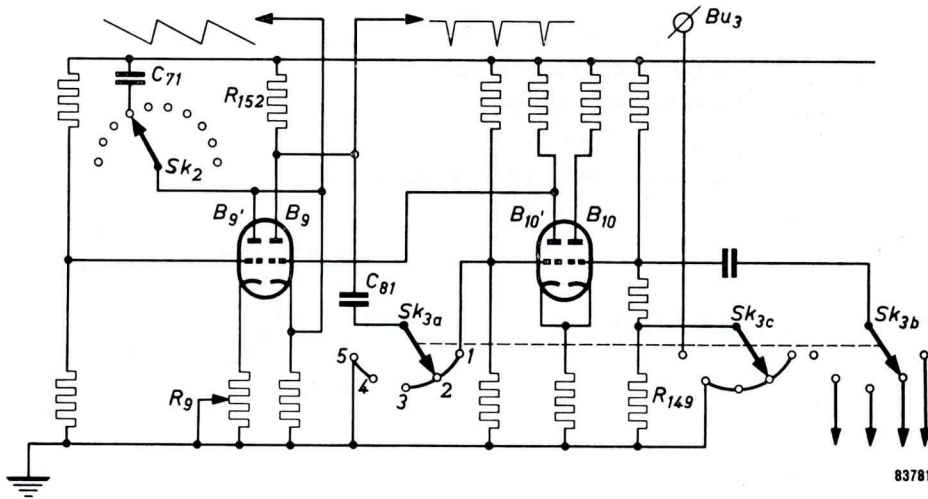


Abb. 5
Zeitbasisgenerator

Während des Ladens von C_{71} ist das Triodensystem B_9 gesperrt und führt also keinen Strom. Die Spannung an der Anode von B_9' , die mit der Kathode von B_9 verbunden ist, sinkt während des Ladens von C_{71} ab, so daß auch die Gittervorspannung (Kathodenspannung) von B_9 abnimmt, wodurch dieses System schließlich stromführend wird. Hierdurch entsteht an R_{152} ein negativer Impuls, der über den Kopplungskondensator C_{81} und den Schalter Sk_{3a} an das Gitter des Triodensystems B_{10}' gelangt. B_{10}' war bisher stromführend, wird jedoch nun gesperrt, wodurch die Spannung an der Anode von B_{10}' ansteigt. Diese Spannungszunahme wird an das Gitter von B_9 weitergeleitet. Hierdurch nimmt der Anodenstrom von B_9 stark zu.

C_{71} wird durch diesen Anodenstrom schnell entladen (Rücklauf der Sägezahnspannung). Nach Beendigung der Entladung nimmt der durch B_9 fließende Strom ab, wodurch die Spannung an der Anode von B_9 ansteigt. Diese Spannungszunahme gelangt an das Gitter von B_{10}' , so daß B_{10}' wieder stromführend wird und demzufolge die Anodenspannung absinkt. Dieser negative Impuls wird an das Gitter von B_9 weitergeleitet; B_9 wird gesperrt. Der Ausgangszustand ist nun erreicht und das Aufladen von C_{71} kann erneut einsetzen.

Das System B_{10} dient als Trennstufe für die Synchronisierung. B_{10} und B_{10}' besitzen einen gemeinsamen hohen Kathodenwiderstand, so daß der durch B_{10}' fließende Strom zunimmt, wenn der Strom durch B_{10} abnimmt, und umgekehrt. Wird dem Gitter von B_{10} eine Spannung zugeführt, so ändert sich die Anodenspannung von B_{10}' und diese Änderung wird an das Gitter von B_9 weitergeleitet. In dieser Weise wird der Aufgangspunkt der Entladung von C_{71} beeinflusst.

Die Synchronisierung kann mit einer Spannung erfolgen, die entweder vom Vertikalverstärker geliefert oder von außen zugeführt wird oder aber vom Speisetransformator herrührt (Sk_{3b}). B_{10} dient auch als Hilfsröhre bei automatischer Steuerung der Zeitbasis. Die Anode von B_9 liegt dann über C_{81} an Erde (Sk_3 in der vierten Stellung). Da nun die Verbindung zwischen der Anode von B_9 und dem Gitter von B_{10}' unterbrochen ist, ist B_{10}' weiterhin stromführend: der Kondensator wird aufgeladen. Wenn dem Gitter von B_{10} eine positive Spannung ausreichender Größe zugeführt wird (vom Vertikalverstärker herrührend) wird B_{10}' gesperrt. Hierdurch wird B_9 stromführend, was Entladung des Kondensators zur Folge hat: der Rücklauf wird ausgelöst. Wird das Signal am Gitter von B_{10} negativ, so wird B_{10}' wieder stromführend. Dies muß schneller vor sich gehen, als die Kathode von B_9 folgen kann. Der Hinlauf setzt nun ein. Da das Triggersignal von B_4 geliefert wird, entspricht eine Spannungsänderung am Gitter von B_{10} einer Spannungsänderung mit entgegengesetztem Vorzeichen an Bu_5 . Bei dem positiven Teil jeder Periode des Eingangssignals an Bu_5 bewegt sich also der Bildpunkt von links nach rechts.

Auch ist eine Fremdsteuerung der Zeitbasis möglich (Sk_3 in der fünften Stellung). Die Anode von B_9 liegt wiederum an Erde. Der Kurzschluß an R_{149} ist durch Sk_{3c} aufgehoben, wodurch die am Gitter von B_{10} liegende Spannung ansteigt und diese Röhre stärker stromführend wird. B_{10}' ist dann gesperrt, so daß der Entladungszustand des Kondensators weiter bestehen bleibt. Durch Erdung von Bu_3 schließt man R_{149} wieder kurz. Folglich wird B_{10}' wieder leitend und B_9 wird gesperrt; der Bildpunkt wandert von links nach rechts. Sobald der Kurzschluß unterbrochen wird, setzt der Rücklauf ein.

ELEKTRONENSTRAHLRÖHRE

Bei der in diesem Oszillographen benutzten Schaltung (siehe Abb. 6) beträgt die an der Kathode der Elektronenstrahlröhre liegende Spannung etwa -625 V und die Spannung an der zweiten Anode $+325$ V. Diese Anode arbeitet somit mit einem Potential von 950 V gegen die Kathode.

Zur Verschiebung des Bildes in Horizontal- oder Vertikalrichtung bedient man sich einer Schaltung mit zwei Potentiometern (R_1 und R_2 bzw. R_3 und R_4), mit der sich dem betreffenden Plattenpaar gleiche Vorspannungen von entgegengesetztem Potential (zwischen 0 und 50 V) zuführen lassen. Die Spannung an den Platten ist dann zwischen $+375$ V und $+275$ V regelbar. In der Mitte zwischen

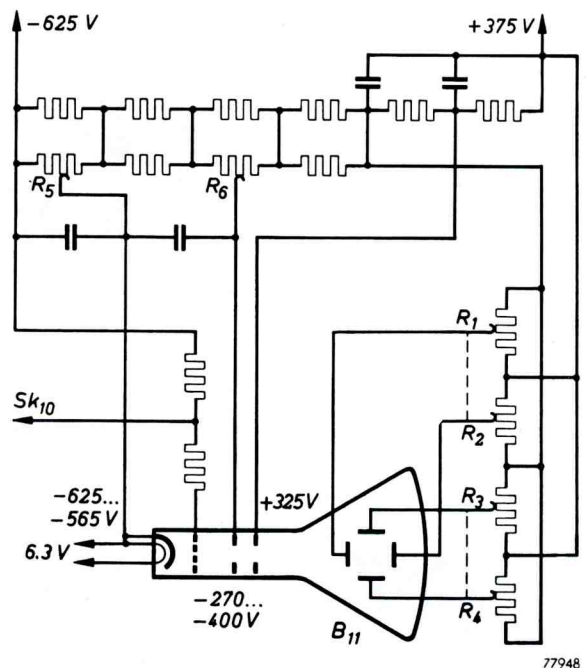


Abb. 6
Elektronenstrahlröhre

den Platten ist die Spannung somit gleich dem Anodenpotential (+ 325 V).

Zur Erzielung einer guten Bildqualität wird symmetrische Steuerung der Ablenkplatten angewendet.

Mit Hilfe von R_5 läßt sich die Kathodenspannung zwischen - 625 V und - 565 V ändern; in dieser Weise ist der Elektronenstrom und damit die Intensität des Leuchtfleckes auf dem Schirm regelbar. Die Fokussierung erfolgt durch Spannungsänderung an der ersten Anode. Der Wert dieser Spannung ist (zwischen -270 und -400 V) mittels R_6 einstellbar.

SPEISUNG

Die Speisung besteht aus zwei Vollweg-Gleichrichterkreisen mit Gleichrichterröhren Type AZ 41 (siehe Abb. 7). Der Stromkreis mit Röhre B_{12} liefert eine geglättete Spannung von + 375 V zur Speisung der Verstärker, des Zeitbasisgenerators sowie der zweiten Anode von B_{11} . Die Ausgangsspannung des Gleichrichterkreises von B_{13} wird dem Wehnelt-Zylinder und, über R_5 , der Kathode von B_{11} zugeführt.

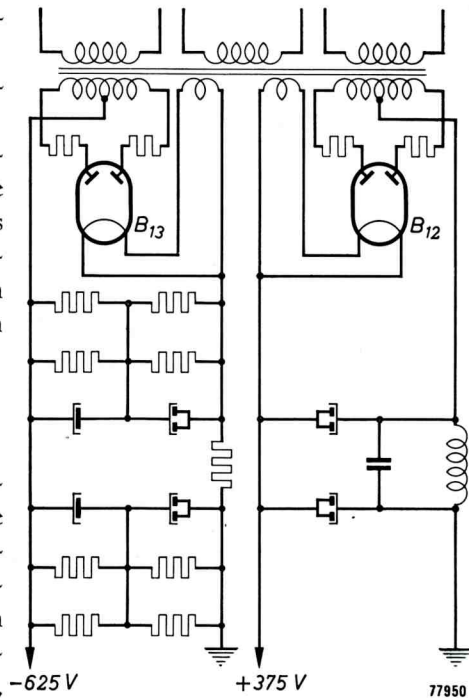


Abb. 7

Hochspannungsspeisung

TECHNISCHE DATEN

VERSTÄRKER *Zwei Verstärker, bestehend aus je zwei gegengekoppelten Gegentaktstufen*

Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers: 20 mV_{eff}/cm (56 mV_{ss}/cm)
des Horizontalverstärkers: 30 mV_{eff}/cm (84 mV_{ss}/cm)

Frequenzkennlinie für sinusförmige Spannungen: 1 Hz...1 MHz
(Die Kennlinie ist bei 0,7 MHz um 3 db und bei 1 MHz um 6 db abgesunken)

für Impulsspannungen (ohne merkbare Verzerrung): 50 Hz...50 kHz

Eingangsspannung max. 500 V_{eff}

ABSCHWÄCHER *Zwei frequenzunabhängige Stufenabschwächer*

Abschwächung 1 × ; 5 × ; 25 × ; 125 × ; 600 × ; 3000 ×

Eingangsimpedanz des Vertikalabschwächers: 1 Megohm; 15...35 pF
des Horizontalabschwächers: 1 Megohm; 15...40 pF
(Die Eingangskapazität hängt von der jeweils eingeschalteten Abschwächung ab und beträgt in der unempfindlichsten Stellung 15 pF)

Zwei stufenlose Abschwächer mit einem Regelbereich von etwa 1 : 5

ZEITBASIS

Sägezahnspannung bei 50 Hz : etwa 50 V_{ss}
Abnehmbar zwischen Bu₇ und Bu₈ (Erde),
Belastungswiderstand: etwa 5 Megohm

Frequenzbereich 3...250 000 Hz, in zehn Stufen wie folgt regelbar:

Sk ₂ in Stellung	Frequenzbereich in Hz	Sk ₂ in Stellung	Frequenzbereich in kHz
1	3— 15	6	1— 5
2	10— 50	7	3— 15
3	30— 150	8	10— 40
4	100— 400	9	30—110
5	300—1500	10	100—250

Diese Werte gelten näherungsweise. Alle Bereiche überlappen sich. Die Frequenz ist in jedem Bereich kontinuierlich mit R₉ einstellbar.

SYNCHRONISIERUNG

1. Intern, mit vom Vertikalverstärker gelieferter Spannung
Bildhöhe zwischen 1,5 und 7 cm
2. Extern, mit über den Horizontalabschwächer angeschlossenen Spannung
Eingangsimpedanz 1 Megohm; 15...50 pF
(Die Eingangsimpedanz hängt von der jeweils eingeschalteten Abschwächung ab und beträgt in der unempfindlichsten Stellung 15 pF)
Synchronisierungsspannung von 0,4 bis 300 V_{eff}

3. Intern, mit Spannung der Netzfrequenz
4. Intern getriggert, mit vom Vertikalverstärker gelieferter Spannung
5. Extern getriggert, a. durch eine Spannung von 20 V_{eff} zwischen Bu₃ und Erde
b. durch Schließkontakt zwischen Bu₃ und Erde

ELEKTRONENSTRAHLRÖHRE

- Empfindlichkeit für die Vertikalablenkplatten: 17 V_{eff}/cm (48 V_{ss}/cm)
(direkter für die Horizontalablenkplatten: 28 V_{eff}/cm (78 V_{ss}/cm)
Plattenanschluß)
- Eingangsimpedanz 2 Megohm; 35 pF
(sowohl für Bu₉ und Bu₁₀, als auch für Bu₁₂ und Bu₁₃)
- Spannung zwischen den Ablenkplatten max. 400 V (= Gleichspannung + Scheitelwert der Wechselfspannung)

STRAHLMODULATION

1. Intern Automatisch.
2. Extern Benötigte Spannung an Bu₆ und Bu₈: etwa 5 V_{eff}
Eingangsimpedanz 0,3 Megohm; 80 pF

RÖHREN

Kennbuchstabe	Bezeichnung	Typennr.
B ₁ ... B ₈	Pentode	EF 80
B ₉ — B ₁₀	Doppeltriode	ECC 40
B ₁₁	Electronenstrahlröhre	DG 7—5
B ₁₂ — B ₁₃	Gleichrichterröhre	AZ 41

SPEISUNG

Netzspannung	110, 125, 145, 200, 220 oder 245 V
Netzfrequenz	40...100 Hz
Leistungsaufnahme	etwa 90 W
Schutz	Temperatursicherung (125° C) Schmelzsicherung 4 A Schmelzsicherung 2 A

ABMESSUNGEN UND GEWICHT	Breite: 21 cm Höhe: 30 cm (einschl. Griff) Tiefe: 40 cm (einschl. Knöpfe) Gewicht: etwa 17 kg
------------------------------------	--

BEDIENUNG

In Abb. 17 auf dem Faltblatt sind die auf der Frontplatte befindlichen Bedienungsorgane bezeichnet.

EINSTELLUNG DES SPANNUNGSKARUSSELLS

Durch die Öffnung an der Rückseite des Gehäuses kann man feststellen, ob das drehbare Spannungskarussell auf die örtliche Netzspannung eingestellt ist. Ist dies nicht der Fall, so nimmt man das über dem Spannungskarussell angebrachte Bügelchen ab, zieht das Spannungskarussell ein wenig heraus und dreht es so, daß der gewünschte Spannungswert oben steht. Sodann drückt man das Karussell wieder hinein und bringt das Bügelchen wieder an.

ANSCHLUSS

Bevor man das Gerät mit dem Wechselstromnetz verbindet, ist die an der Rückseite unten befindliche Erdklemme gut zu erden.

Erst dann kann man die versenkt angebrachten Steckerstifte an der Rückwand unter Verwendung der mitgelieferten Anschlußschnur mit dem Netz verbinden. Hierbei muß sich der Netzschalter (Knopf R_5/Sk_1) in der Stellung „0“ befinden.

EINSCHALTEN

Wenn man Knopf R_5/Sk_1 in die Stellung „~“ bringt, ist das Gerät eingeschaltet. Nach etwa einer Minute haben die Röhren ihre Betriebstemperatur erreicht und das Gerät ist betriebsfertig.

BILDEINSTELLUNG

Mit R_5 ist die Helligkeit, mit R_6 die Schärfe des Bildes einstellbar. **Es ist darauf zu achten, daß ein scharf eingestelltes, stillstehendes Bild nicht all zu lange mit zu großer Helligkeit auf dem Schirm stehen bleibt. Dies kann ein Einbrennen des Leuchtschirmes zur Folge haben, was zu einer bleibenden Beschädigung führen würde.**

Durch Benutzung des Einblicktubus mit zugehörigem grünen Raster läßt sich die Sichtbarkeit des Bildes eventuell noch vergrößern. Hierbei befestigt man den Einblicktubus mit dem Scharnierstift an der Oberseite der Schirmumrandung.

Die Lage des Bildes auf dem Schirm ist in Horizontalrichtung mit R_1/R_2 , in Vertikalrichtung mit R_3/R_4 regelbar.

VERTIKALABLENKUNG

ÜBER DEN EINGEBAUTEN VERSTÄRKER

Zunächst prüfe man, ob sich Sk_8 in der unteren Stellung befindet. Die zu beobachtende

Spannung (die $500 V_{eff}$ nicht überschreiten soll) schließt man an Bu_4 (Erde) und Bu_5 an. Die Bildhöhe regelt man in Stufen mit Sk_6 und stufenlos mit R_8 . Bei unbekannter Größe der Eingangsspannung kann man zwecks schneller Einstellung am besten mit der maximalen Abschwächung anfangen.

Frequenzkennlinie und Eingangsimpedanz siehe unter „Technische Daten“.

Bemerkung

Bewegt sich der Bildpunkt beim Drehen an R_8 zu weit über den Schirm, so ist das Einstellpotentiometer R_{12} (siehe Abb. 14) nachzuregeln. Durch eine Öffnung in der Seitenwand ist die Achse von R_{12} mit einem Schraubenzieher zugänglich. Sk_5 bringt man in die Stellung „/|/|“ und Sk_3 in die Stellung „~“. Ferner muß Sk_6 in der Stellung „1 ×“ stehen. Darauf stellt man R_{12} so ein, daß der Bildpunkt bei Hin- und Herdrehen von R_8 in der Nähe der Maximalverstärkung ruhig steht.

Diese Einstellung ist auch nach Erneuerung der ersten Röhren (B_1 und B_2) des Vertikalverstärkers vorzunehmen.

UNMITTELBAR AN DEN ABLENKPLATTEN

Z.B. zur Wiedergabe von Vorgängen mit Frequenz außerhalb des Verstärkerbereiches bzw. bei Verwendung des Philips elektronischen Schalters GM 4580 ist Anschluß an die Vertikalablenkplatten über ein RC-Netzwerk ($R = 3,3$ Megohm; $C = 0,1 \mu F$) möglich, und zwar über die Buchsen Bu_9 und Bu_{10} (siehe Abb. 13). Hierzu bringt man Sk_8 in die obere Stellung. Auch in diesem Falle ist interne Synchronisierung möglich, was bei gleichzeitiger Wiedergabe zweier Spannungen mit Hilfe des GM 4580 von Bedeutung ist.

Siehe auch unter „Technische Daten“.

Bemerkung

Wenn man die Verbindung zwischen den Vertikalablenkplatten und dem Verstärker mit Sk_8 unterbricht, so treten bei einer hohen Eingangsspannung an diesem Verstärker, besonders bei hohen Frequenzen, unerwünschte Kopplungen auf. Es empfiehlt sich daher, bei Benutzung des direkten Plattenanschlusses die Spannung am Verstärkereingang wegzunehmen.

HORIZONTALABLENKUNG

ÜBER DEN EINGEBAUTEN VERSTÄRKER

Bemerkung

Bei Verwendung des Horizontalverstärkers ist die Bildbreite mit Knopf R_7 stufenlos regelbar. Bewegt sich der Bildpunkt beim Drehen an R_7 zu weit über den Schirm, so ist Einstellpotentiometer R_{11} (siehe Abb. 15) nachzuregeln, das ebenfalls durch eine Öffnung in der Seitenwand zugänglich ist.

Man bringt Sk_5 in die Stellung „EXT.“ und Sk_4 in die Stellung „1 ×“. R_{11} ist nun so nachzuregeln, daß der Bildpunkt bei Hin- und Herdrehen von R_7 in der Nähe der Maximalverstärkung ruhig steht.

Diese Einstellung ist auch nach Erneuerung der ersten Röhren des Vertikalverstärkers vorzunehmen.

1. Ablenkung mittels einer Fremdspannung

Wünscht man eine Spannung als Funktion einer anderen Spannung zu beobachten, so ist letztere an die Buchsen Bu_1 (Erde) und Bu_2 anzuschließen. Sk_5 bringt man in die Stellung „EXT.“, Umschalter Sk_7 in die untere Stellung. Die Bildbreite ist in Stufen mit Sk_4 , stufenlos mit R_7 regelbar.

Wird z.B. an beide Verstärker eine sinusförmige Wechselspannung angeschlossen, deren Frequenzen gleich oder ein Vielfaches von einander sind, so entsteht eine Lissajous-Figur, mit der sich Phasen- und Frequenzmessungen durchführen lassen.

2. Ablenkung durch eine sinusförmige Spannung mit Netzfrequenz

Mit Sk_5 in der Stellung „ \sim “ wird dem Eingang des Horizontalverstärkers eine sinusförmige Spannung mit Netzfrequenz zugeführt. Synchronisierung ist hierbei nicht möglich. Die Bildbreite ist nur mit R_7 stufenlos regelbar.

In dieser Stellung können Phasen- und Frequenzmessungen durchgeführt werden.

3. Ablenkung mittels der Sägezahnspannung

Mit Sk_5 in der Stellung „ $\wedge/\wedge/\wedge$ “ wird die vom Zeitbasisgenerator erzeugte Spannung dem Eingang des Horizontalverstärkers zugeführt. Man wählt nun die Synchronisierung mit Sk_3 (siehe auch unter „Synchronisierung“).

Die Amplitude der Ablenkspannung ist mit R_7 regelbar.

Bemerkung

Bei höheren Frequenzen des Zeitbasisgenerators ist nur eine Bildbreite von max. etwa 6 cm erzielbar. Dies wird dadurch verursacht, daß die Amplitude des Zeitbasisgenerators bei höheren Frequenzen abnimmt.

Um Verzerrung in der Horizontalablenkung zu vermeiden, empfiehlt es sich, den Amplitudenregler R_7 nicht auf Maximum zu stellen, sondern stets so, daß die äußeren Enden des Bildes innerhalb der Schirmfläche fallen.

UNMITTELBAR AN DEN ABLENKPLATTEN

Mit Sk_7 in der oberen Stellung ist ein unmittelbarer Anschluß an die Ablenkplatten über ein RC-Netzwerk möglich, und zwar über Bu_{12} und Bu_{13} (siehe Abb. 13).

Eingangsimpedanz und Empfindlichkeit siehe unter „Technische Daten“.

Bemerkung

Bei einer zu hohen Eingangsspannung am Horizontalverstärker treten unerwünschte Kopplungen auf, wenn sich Sk_7 in der oberen Stellung befindet. Es empfiehlt sich daher, die Spannung am Verstärkereingang bei Benutzung des direkten Anschlusses wegzunehmen.

SYNCHRONISIERUNG

Der Synchronisierungsschalter Sk_3 bietet folgende Möglichkeiten:

1. Stellung „INT.“

In dieser Stellung von Sk_3 wird der Zeitbasisgenerator mit einer am Ausgang des Vertikalverstärkers abgegriffenen Spannung synchronisiert. Die Bildhöhe ist zwischen 1,5 und 7 cm regelbar.

2. Stellung „EXT.“

Der Zeitbasisgenerator kann jetzt mit einer Fremdspannung synchronisiert werden. Diese ist an die Buchsen Bu_1 und Bu_2 anzuschließen und darf zwischen 0,4 und 300 V_{eff} betragen. Ihr Synchronisationszwang ist mit Sk_4 regelbar. Zur Vermeidung von Bildverzerrungen soll man den Synchronisationszwang nicht zu groß machen.

3. Stellung „ \sim “

In dieser Stellung erfolgt Eigensynchronisierung mit der Netzspannung.

4. Stellung „TR. INT.“

In der vierten Stellung von Sk_3 wird die Zeitbasis automatisch gesteuert. Wenn in dieser Stellung den Buchsen Bu_4 und Bu_5 keine Spannung zugeführt wird, so arbeitet der Zeitbasis-

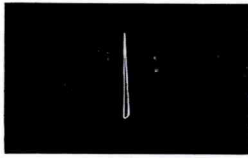


Abb. 8a

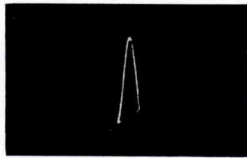


Abb. 8b

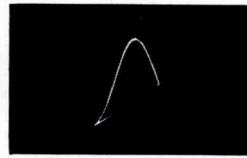


Abb. 8c



Abb. 8d

generator nicht und verharrt der Bildpunkt in Ruhestellung. Wird nun dem Vertikalverstärker ein periodisches Signal zugeführt, so wird bei dem positiven Teil jeder Periode dieses Signals der Hin- und Rücklauf des Bildpunktes ausgelöst. Der positive Teil jeder Periode des Signals wird also als ein stillstehendes Bild auf dem Schirm sichtbar. Diese Methode bietet den Vorteil, daß man bei Impulsen, deren Breite im Verhältnis zu der ganzen Periode relativ kurz ist, die Breite über einen großen Teil des Schirmes auseinanderziehen kann. In der Impulstechnik lassen sich hierdurch die Flanken steiler Impulse sowie ein großer Teil des Impulsverlaufes genau wahrnehmen.

Die Geschwindigkeit, mit der sich der Bildpunkt über den Schirm bewegt, ist abhängig von der Stellung von Sk_2 und R_9 (Zeitbasenfrequenz); die Zeitbasenfrequenz muß die Frequenz der zu beobachtenden Spannung überschreiten. Die Bildhöhenregelung erfolgt normal mit Sk_6 und R_8 .

Abb. 8a zeigt das Oszillogramm einer sinusförmigen Spannung, wobei die eingestellte Zeitbasenfrequenz viel höher ist als die Frequenz der sinusförmigen Spannung. Erhöht man die Zeitbasenfrequenz, so werden nacheinander Oszillogramme, wie sie Abb. 8b, 8c und 8d zeigen, sichtbar.

In Abb. 9a und 10a sind zwei impulsförmige Spannungen wiedergegeben, die sichtbar gemacht werden können bei freilaufender Zeitbasis. Mit Sk_3 in der Stellung „TR. INT.“ ergeben diese Spannungen dann die Figuren der Abb. 9b und 10b.

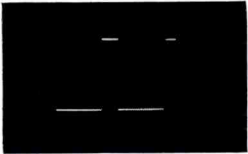


Abb. 9a

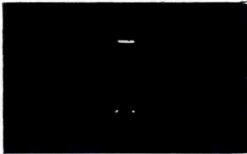


Abb. 9b



Abb. 10a

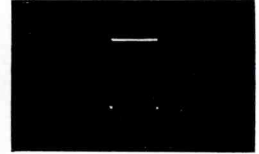


Abb. 10b

5. Stellung „TR. EXT.“

In dieser Stellung kann man den Zeitbasisgenerator mit Fremdspannungen steuern. Die Steuerung der Zeitbasis hat mit einer minimalen Wiederholungsfrequenz von etwa 5 Hz periodisch zu erfolgen. Bei periodischer Wiederholung geschieht nämlich die Steuerung der Röhren zu beiden Seiten des Arbeitspunktes. Für eine einmalige Steuerung, die nur an einer Seite des Arbeitspunktes erfolgen würde, ist der Gitteraussteuerungsbereich der Röhren B_5 und B_6 zu klein so daß dann nur ein Teil des Vorganges wiedergegeben wird.

Die Steuerung kann auf zweierlei Weisen erfolgen:

Mechanische Steuerung. Jede Periode des Zeitbasisgenerators wird durch Kurzschluß von Bu_3 gegen Erde (Bu_{14}) eingeleitet. Diese Methode kann sich als nützlich erweisen, wenn man z.B. Messungen an rotierenden Maschinenteilen durchzuführen wünscht. Ein Nocken auf der Achse der Maschine kann dann den Kurzschlußschalter arbeiten lassen.

Elektrische Steuerung. Wenn man Bu_3 mit dem Eingang des Vertikalverstärkers (Bu_5) verbindet, wandert der Bildpunkt bei der negativen Halbwelle jeder Periode der Eingangsspannung nach rechts. Hierzu muß die benötigte Spannung an Bu_3 etwa $20 V_{eff}$ betragen. Abb. 11 zeigt das so gewonnene Bild einer sinusförmigen Spannung.



Abb. 11

STRAHLMODULATION

Intern

Bei den meisten Messungen ist es unerwünscht, daß der Bildpunkt während des Rücklaufes der Sägezahnspannung sichtbar ist. Daher ist beim GM 5659 eine automatische Strahlrücklaufunterdrückung vorgesehen, die auch dann funktioniert, wenn sich Sk_7 in der oberen Stellung befindet.

Die Strahlmodulation während des Rücklaufes kann aufgehoben werden durch das Einstecken eines Steckers in die Buchse Bu_6 .

Extern

Bei verschiedenen Vorgängen kann es erwünscht sein, eine Zeitmarke im Oszillogramm zu haben. Hierzu schließt man eine Wechsel- oder Impulsspannung zwischen den Buchsen Bu_6 und Bu_8 an (hierbei wird die interne Strahlmodulation ausgeschaltet), die folgenden Anforderungen genügen muß:

1. die Frequenz ($= n$) muß ein Vielfaches der Frequenz der zu beobachtenden Spannung betragen.
2. n muß größer sein als die Zeitbasisfrequenz.
3. die Amplitude muß mindestens $5 V_{eff}$ betragen.

Der Elektronenstrahl wird dann n -mal je sec unterdrückt. Das Bild weist dabei eine Anzahl Unterbrechungen auf, die dem Verhältnis zwischen n und der Zeitbasisfrequenz gleich ist. Der Zeitraum zwischen zwei Unterbrechungen ist $1/n$ sec.

Es lassen sich hiermit in einfacher Weise Zeitmessungen durchführen, wie z.B. das Messen der Flankensteilheit von Impuls- und Sägezahnspannungen, von Bandfilterkurven usw.

Zur Erzeugung der Wechselspannung empfiehlt sich die Verwendung eines Philips Tongenerators (z.B. GM 2308, GM 2315 oder GM 2317).

ZEITBASISSPANNUNG

Die durch die Zeitbasis erzeugte Sägezahnspannung, mit einem Wert von etwa $5 V_{ss}$ bei 50 Hz kann zu verschiedenen Meßzwecken an den Buchsen Bu_7 und Bu_8 (Erde) abgenommen werden. Die Frequenzregelung erfolgt normal mit Sk_2 und R_9 . Der Belastungswiderstand zwischen Bu_7 und Erde muß wenigstens 5 Megohm betragen.

Bemerkung

Bei höheren Frequenzen sinkt die Ausgangsspannung des Zeitbasisgenerators und infolgedessen nimmt die horizontale Amplitude ab.

Bei einem zu geringen Belastungswiderstand zwischen Bu_7 und Erde wird die Linearität bei niedrigen Frequenzen beeinträchtigt (siehe „Technische Daten“).

VERWENDUNG ANDERER GERÄTE

Elektronenschalter GM 4580

Durch Verwendung eines oder mehrerer Elektronenschalter kann man zur Durchführung von Amplituden-, Frequenz- und Phasenmessungen zwei oder mehrere Vorgänge gleichzeitig auf dem Schirm des GM 5659 sichtbar machen (siehe Abb. 12).

Der Anschluß wird in folgender Weise zustande gebracht:

Mittels zweier kurzer Schnüre verbindet man die Buchsen Bu_9 und Bu_{10} des Oszillographen mit dem Ausgang an der Rückseite des GM 4580 (Buchsen Bu_9 und Bu_{10}). Nur der GM 4580 selbst wird unmittelbar an Erde gelegt; die Erdklemme des Oszillographen verbindet man mit einer Erdbuchse des GM 4580 (Bu_4 oder Bu_7).

Siehe auch unter: „Vertikalablenkung, unmittelbar an den Ablenkplatten“, S. 12.

Da die Verbindung mit den Vertikalablenkplatten über ein RC-Netzwerk erfolgt, wird der Regler für vertikale Bildverschiebung des GM 4580 (R_3) unwirksam sein. Deswegen ist immer der entsprechende Regler des Oszillographen (R_3/R_4) zu benutzen.

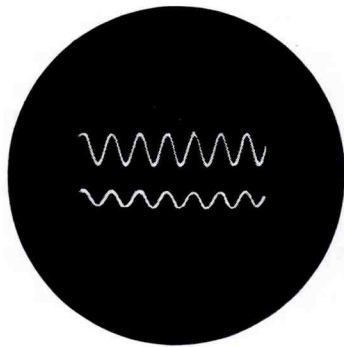


Abb. 12a

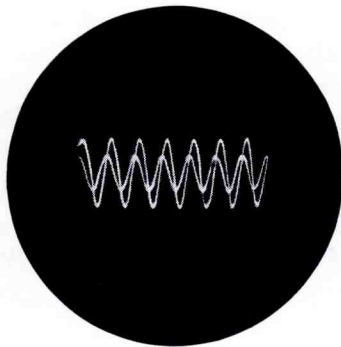


Abb. 12b

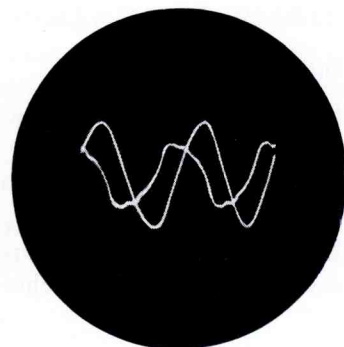


Abb. 12c

Oszillogramme, mit Hilfe des Elektronenschalters GM 4580 sichtbar gemacht

- a. Zwei Signale mit gleicher Frequenz und verschiedener Amplitude auf getrennten Nulllinien
- b. Zwei Signale mit 90° Phasenverschiebung, gleicher Frequenz und verschiedener Amplitude auf einer gemeinsamen Nulllinie
- c. Eine reine Sinuskurve und eine stark verzerrte Sinuskurve mit 90° Phasenverschiebung auf einer gemeinsamen Nulllinie

Frequenzmodulator GM 2886

Zur Sichtbarmachung von Durchlaßkurven von Verstärkern und Empfängern kann man sich des GM 2886 bedienen.

Batterievorverstärker GM 4574

Wenn sehr kleine Spannungen gemessen werden sollen, kann man den GM 4574 benutzen, wodurch die Empfindlichkeit des Oszillographen um den Faktor 100 erhöht wird. Mit Hilfe dieses Vorverstärkers lassen sich sinusförmige Spannungen bis zu 150 kHz sowie Impuls- und Rechteckspannungen bis zu 10 kHz ohne Verzerrung sichtbar machen.

ERNEUERUNG DER EINZELTEILE

AUSBAU DES GERÄTES

Zum Auswechseln der Einzelteile muß das Gerät aus dem Gehäuse herausgenommen werden.

Hierzu nimmt man zuerst die beiden Fenster der Schalter Sk_7 und Sk_8 an den Seitenwänden des Gerätes ab und löst sodann die Erdklemme K und die drei Schrauben A (Abb. 13) an der Rückwand. Darauf läßt sich das Gerät aus dem Gehäuse ausbauen. Hierzu stellt man das Gerät am besten mit der Frontplatte nach unten auf einen weichen Untergrund.

Auch kann man die Frontplatte mit ihrem Rand auf ein paar Latten aufstützen.

SICHERUNGEN

Der Speisetransformator ist mit Temperatursicherung Vl_1 versehen (Code-Nr. 08 100 97). Das Anbringen einer neuen Temperatursicherung erfolgt in der Weise, daß man sie an der

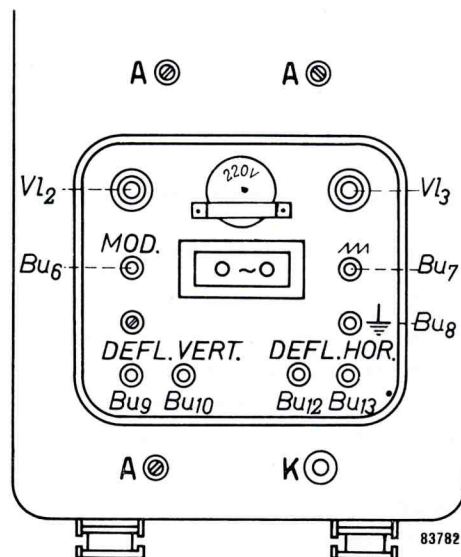


Abb. 13

Rückseite

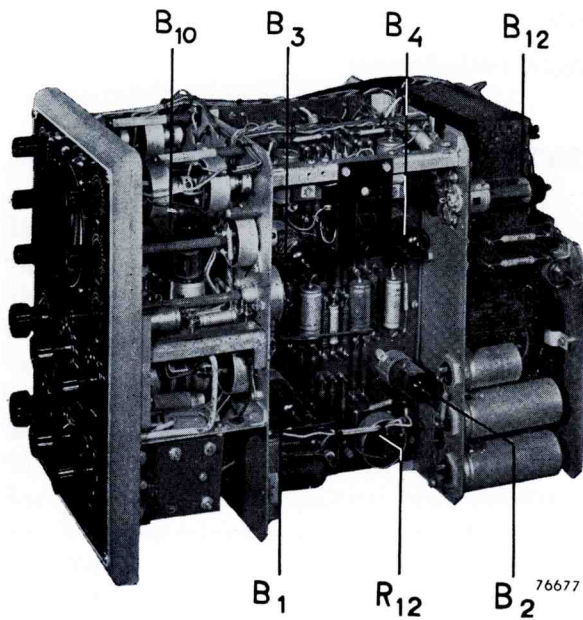


Abb. 14

Rechte Innenansicht

B ₁ ... B ₈	EF 80
B ₉ — B ₁₀	ECC 40
B ₁₁	DG 7—5
B ₁₂ —B ₁₃	AZ 41
R ₁₁ —R ₁₂	Potentiometer

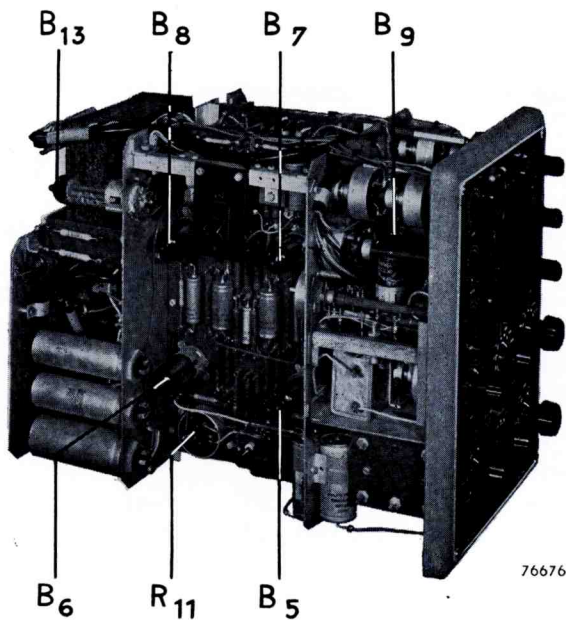


Abb. 15

Linke Innenansicht

Spiralfeder befestigt und über den Transformatorhaken zieht.

Die Schmelzsicherungen

V₁₂ (4 A, Code-Nr. 08 141 52) und V₁₃ (2 A, Code-Nr. 08 140 49)

befinden sich auf dem Anschlußbrett an der Rückseite des Gerätes (Abb. 13); sie lassen sich bequem auswechseln.

RÖHREN

Bei Erneuerung der ersten Röhren der Verstärker (B₁ und B₂ bzw. B₅ und B₆) muß die Symmetrie der ersten Gegentaktstufe neu eingestellt werden. Dies erfolgt mit R₁₂ bzw. R₁₁ (siehe Seite 12).

Die Anordnung der Röhren ist aus den Abb. 14 und 15 ersichtlich.

LISTE DER EINZELTEILE

(geringe Änderungen vorbehalten)

KONDENSATOREN

C ₁	0,5—3	pF	C ₃₂	470	pF	C ₆₅	12,5	μF
C ₂	0,5—3	pF	C ₃₃	22 000	pF	C ₆₆	12,5	μF
C ₃	0,5—3	pF	C ₃₄	220 000	pF	C ₆₇	12,5	μF
C ₄	0,5—3	pF	C ₃₅	470 000	pF	C ₆₈	12,5	μF
C ₅	1,5—8	pF	C ₃₆	220 000	pF	C ₆₉	12,5	μF
C ₆	0,5—3	pF	C ₃₇	3900	pF	C ₇₀	12	pF
C ₇	0,5—3	pF	C ₃₈	33 000	pF	C ₇₁	2	μF
C ₈	0,5—3	pF	C ₃₉	33 000	pF	C ₇₂	680 000	pF
C ₉	0,5—3	pF	C ₄₀	100 000	pF	C ₇₃	220 000	pF
C ₁₀	1,5—8	pF	C ₄₁	100 000	pF	C ₇₄	68 000	pF
C ₁₁	0,5—3	pF	C ₄₂	470	pF	C ₇₅	22 000	pF
C ₁₂	0,5—3	pF	C ₄₃	470	pF	C ₇₆	6800	pF
C ₁₃	0,5—3	pF	C ₄₄	100 000	pF	C ₇₇	2200	pF
C ₁₄	0,5—3	pF	C ₄₅	100 000	pF	C ₇₈	680	pF
C ₁₅	1,5—8	pF	C ₄₆	3,3	pF	C ₇₉	220	pF
C ₁₆	6800	pF	C ₄₇	3,3	pF	C ₈₀	47	pF
C ₁₇	1500	pF	C ₄₈	100 000	pF	C ₈₁	68	pF
C ₁₈	220	pF	C ₄₉	100 000	pF	C ₈₂	470	pF
C ₁₉	22	pF	C ₅₀	100 000	pF	C ₈₃	330	pF
C ₂₀	6800	pF	C ₅₃	1	μF	C ₈₄	330 000	pF
C ₂₁	1500	pF	C ₅₄	100 000	pF	C ₈₅	470	pF
C ₂₂	220	pF	C ₅₅	100 000	pF	C ₈₆	47	pF
C ₂₃	22	pF	C ₅₆	100 000	pF	C ₈₇	100 000	pF
C ₂₄	220 000	pF	C ₅₇	25	μF	C ₈₈	22 000	pF
C ₂₅	470 000	pF	C ₅₈	25	μF	C ₈₉	10 000	pF
C ₂₆	220 000	pF	C ₅₉	25	μF	C ₉₀	10 000	pF
C ₂₇	3900	pF	C ₆₀	25	μF	C ₉₁	10 000	pF
C ₂₈	33 000	pF	C ₆₁	560 000	pF	C ₉₂	100 000	pF
C ₂₉	33 000	pF	C ₆₂	25	μF	C ₉₃	22	pF
C ₃₀	100 000	pF	C ₆₃	25	μF	C ₉₄	100 000	pF
C ₃₁	100 000	pF	C ₆₄	12,5	μF			

WIDERSTÄNDE

R ₁	1	Megohm (lin.)	R ₁₄	330	Ohm	R ₂₇	470 000	Ohm
R ₂	1	Megohm (lin.)	R ₁₅	1600	Ohm	R ₂₈	2,2	Megohm
R ₃	1	Megohm (lin.)	R ₁₆	8200	Ohm	R ₂₉	2,2	Megohm
R ₄	1	Megohm (lin.)	R ₁₇	43 000	Ohm	R ₃₀	100	Ohm
R ₅	50 000	Ohm (lin.)	R ₁₈	270 000	Ohm	R ₃₁	6800	Ohm
R ₆	200 000	Ohm (lin.)	R ₁₉	1	Megohm	R ₃₂	6800	Ohm
R ₇	1000	Ohm (lin.)	R ₂₀	1	Megohm	R ₃₃	100	Ohm
R ₈	1000	Ohm (lin.)	R ₂₁	1	Megohm	R ₃₄	1	Megohm
R ₉	500 000	Ohm (log.)	R ₂₂	1	Megohm	R ₃₅	1	Megohm
R ₁₀	50	Ohm	R ₂₃	820 000	Ohm	R ₃₆	100	Ohm
R ₁₁	1	Megohm (lin.)	R ₂₄	1,8	Megohm	R ₃₇	100	Ohm
R ₁₂	1	Megohm (lin.)	R ₂₅	10	Megohm	R ₃₈	100	Ohm
R ₁₃	500 000	Ohm (lin.)	R ₂₆	470 000	Ohm	R ₃₉	100	Ohm

R ₄₀	180 000	Ohm	R ₉₃	110 000	Ohm	R ₁₄₇	47 000	Ohm
R ₄₁	270 000	Ohm	R ₉₄	1	Megohm	R ₁₄₈	560 000	Ohm
R ₄₂	110 000	Ohm	R ₉₅	1	Megohm	R ₁₄₉	330 000	Ohm
R ₄₃	110 000	Ohm	R ₉₆	390 000	Ohm	R ₁₅₀	6,8	Megohm
R ₄₄	1	Megohm	R ₉₇	120 000	Ohm	R ₁₅₁	680 000	Ohm
R ₄₅	1	Megohm	R ₉₈	100	Ohm	R ₁₅₂	1000	Ohm
R ₄₆	390 000	Ohm	R ₉₉	82	Ohm	R ₁₅₃	120 000	Ohm
R ₄₇	120 000	Ohm	R ₁₀₀	100	Ohm	R ₁₅₅	150 000	Ohm
R ₄₈	100	Ohm	R ₁₀₁	120 000	Ohm	R ₁₅₆	180 000	Ohm
R ₄₉	82	Ohm	R ₁₀₂	390 000	Ohm	R ₁₅₇	39 000	Ohm
R ₅₀	100	Ohm	R ₁₀₃	100	Ohm	R ₁₅₈	39 000	Ohm
R ₅₁	120 000	Ohm	R ₁₀₄	100	Ohm	R ₁₅₉	120 000	Ohm
R ₅₂	390 000	Ohm	R ₁₀₅	2×62 000	Ohm (par.)	R ₁₆₁	82 000	Ohm
R ₅₃	100	Ohm	R ₁₀₆	15 000	Ohm	R ₁₆₂	150 000	Ohm
R ₅₄	100	Ohm	R ₁₀₇	15 000	Ohm	R ₁₆₃	180 000	Ohm
R ₅₅	2×62 000	Ohm (par.)	R ₁₁₄	2,2	Megohm	R ₁₆₄	39 000	Ohm
R ₅₆	15 000	Ohm	R ₁₁₅	1	Megohm	R ₁₆₅	220 000	Ohm
R ₅₇	15 000	Ohm	R ₁₁₆	120 000	Ohm	R ₁₆₆	220 000	Ohm
R ₆₄	330	Ohm	R ₁₁₇	3,3	Megohm	R ₁₆₇	2200	Ohm
R ₆₅	1600	Ohm	R ₁₁₈	1—4,7	Megohm*	R ₁₆₈	220 000	Ohm
R ₆₆	8200	Ohm	R ₁₁₉	1—4,7	Megohm*	R ₁₆₉	220 000	Ohm
R ₆₇	43 000	Ohm	R ₁₂₀	100	Ohm	R ₁₇₀	100	Ohm
R ₆₈	270 000	Ohm	R ₁₂₂	1	Megohm	R ₁₇₁	100	Ohm
R ₆₉	1	Megohm	R ₁₂₃	2,7	Megohm	R ₁₇₂	100	Ohm
R ₇₀	1	Megohm	R ₁₂₄	680 000	Ohm	R ₁₇₃	100	Ohm
R ₇₁	1	Megohm	R ₁₂₅	10 000	Ohm	R ₁₇₄	47	Ohm
R ₇₂	1	Megohm	R ₁₂₆	3,3	Megohm	R ₁₇₅	47	Ohm
R ₇₃	820 000	Ohm	R ₁₂₇	3,3	Megohm	R ₁₇₆	680 000	Ohm
R ₇₄	1,8	Megohm	R ₁₂₈	1—4,7	Megohm*	R ₁₇₇	1	Megohm
R ₇₅	10	Megohm	R ₁₂₉	1—4,7	Megohm*	R ₁₈₀	82 000	Ohm
R ₇₆	470 000	Ohm	R ₁₃₀	2,7	Megohm	R ₁₈₁	270 000	Ohm
R ₇₇	470 000	Ohm	R ₁₃₁	1000	Ohm	R ₁₈₂	270 000	Ohm
R ₇₈	2,2	Megohm	R ₁₃₂	820 000	Ohm	R ₁₈₃	220 000	Ohm
R ₇₉	2,2	Megohm	R ₁₃₃	1	Megohm	R ₁₈₄	220 000	Ohm
R ₈₀	100	Ohm	R ₁₃₄	100	Ohm	R ₁₈₅	220 000	Ohm
R ₈₁	6800	Ohm	R ₁₃₅	100	Ohm	R ₁₈₆	220 000	Ohm
R ₈₂	6800	Ohm	R ₁₃₆	10	Megohm	R ₁₈₇	2,2	Megohm
R ₈₃	100	Ohm	R ₁₃₇	330 000	Ohm	R ₁₈₈	100	Ohm
R ₈₄	1	Megohm	R ₁₃₈	680 000	Ohm	R ₁₈₉	1	Megohm
R ₈₅	1	Megohm	R ₁₃₉	47 000	Ohm	R ₁₉₀	1	Megohm
R ₈₆	100	Ohm	R ₁₄₀	47 000	Ohm	R ₁₉₁	1	Megohm
R ₈₇	100	Ohm	R ₁₄₁	33 000	Ohm	R ₁₉₂	1	Megohm
R ₈₈	100	Ohm	R ₁₄₂	270 000	Ohm	R ₁₉₃	1	Megohm
R ₈₉	100	Ohm	R ₁₄₃	100	Ohm	R ₂₀₀	560	Ohm
R ₉₀	180 000	Ohm	R ₁₄₄	3900	Ohm	R ₂₀₁	560	Ohm
R ₉₁	270 000	Ohm	R ₁₄₅	100	Ohm	R ₂₀₂	560	Ohm
R ₉₂	110 000	Ohm	R ₁₄₆	47 000	Ohm	R ₂₀₃	560	Ohm

* Dies sind die Grenzwerte. Der jeweils richtige Wert wird bei der Herstellung des Gerätes gewählt.

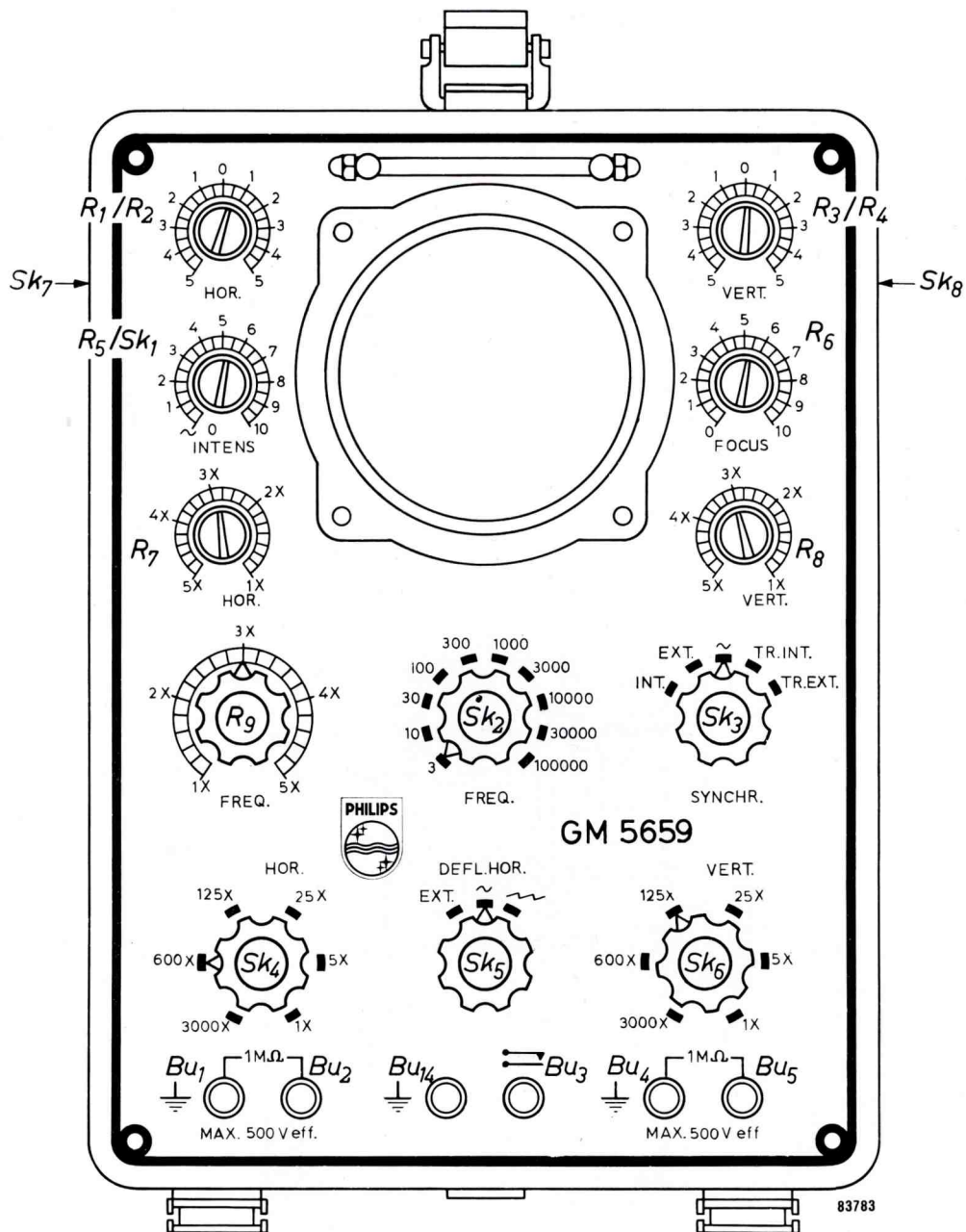


Abb. 17
Vorderansicht

R ₁ /R ₂	Horizontale Bildverschiebung	Sk ₅	Wahlschalter für die Horizontalablenkung
R ₃ /R ₄	Vertikale Bildverschiebung	Sk ₆	Stufenabschwächer für die Vertikalablenkung
R ₅ /Sk ₁	Helligkeitsregelung + Netzschalter	Sk ₇	Schalter für die Horizontalablenkplatten
R ₆	Schärfe­regelung	Sk ₈	Schalter für die Vertikalablenkplatten
R ₇	Stufenloser Horizontalabschwächer	Bu ₁ + Bu ₂	Eingang für die Horizontalablenkung
R ₈	Stufenloser Vertikalabschwächer	Bu ₃ + Bu ₁₄	Anschluß für die Fremdsteuerung der Zeitbasis
R ₉	Feinregelung der Zeitbasisfrequenz	Bu ₄ + Bu ₅	Eingang des Vertikalverstärkers
Sk ₂	Grobregelung der Zeitbasisfrequenz		
Sk ₃	Wahlschalter für die Synchronisierung		
Sk ₄	Stufenabschwächer für die Horizontalablenkung		

