

PHILIPS

Anleitung

10 MHz-OSZILLOGRAF
PM 3220
10 MHz-OSZILLOGRAF MIT
VERZÖGERUNGSKABEL
PM 3221

66 405 38.1-18

15/766 /01

Inhalt

ALLGEMEINES

I. Technische Daten	5
II. Beschreibung des Blockschaltbildes	10

GEBRAUCH UND ANWENDUNGEN

III. Installation	13
IV. Bedienungsorgane und ihre Funktionen	15
V. Bedienung	18
VI. Anwendungen	21

SERVICE-DATEN

VII. Schaltbildbeschreibung	27
VIII. Zugang zu den Einzelteilen	36
IX. Wartung	38
X. Einstellorgane und ihre Funktionen	39
XI. Kontrolle und Einstellungen	40
XII. Ersetzen von Einzelteilen	54
XIII. Störungen	58
XIV. Einzelteillisten	60

WICHTIG

Beim Schriftwechsel über dieses Gerät wird gebeten, die genaue Typenbezeichnung und Seriennummer anzugeben. Diese befinden sich auf dem Leistungsschild an der Rückseite des Gerätes.

Abbildungenübersicht

1	Vorderansicht	4
2	Zubehör	9
3	Blockschaltbild	10
4	Knöpfe und Anschlussklemmen	14
5	Rückansicht	16
6	Entfernen der Knöpfe	36
7	Unterseite mit HS-Einheit	37
8	Seitenansicht (links)	40
9	Seitenansicht (rechts)	41
10	Rechteckwiedergabe	45
11	Einstellen des Trimmers in dem Messkopf	53
12	Montagezeichnung des Spannungsteiler-Messkopfes	55
13	Montagezeichnung des Messkopfkabels	56
14	Vorderansicht mit Positionsnummern	61
15	Rückansicht mit Positionsnummern	62
16	Seitenansicht (links) mit Positionsnummern	63
17	Seitenansicht (rechts) mit Positionsnummern	64
18	Printplatte U2, Y-Verstärker	71
19	Prinzipschaltbild des Y-Verstärkers	74
20	Oszillogramme	76
21	Printplatte U3, Zeitablenkgenerator, X-Verstärker, Versorgungsteil	79
22	Prinzipschaltbild des Zeitablenkgenerators und X-Verstärkers	80
23	Zeitablenkschalter	84
24	Printplatte U4, HS-Einheit	85
25	Prinzipschaltbild HS-Einheit	86
26	Prinzipschaltbild ESR-Schaltung	87
27	Prinzipschaltbild Versorgungsteil	91



Abb. 1. Vorderansicht

ALLGEMEINES

Technische Daten



Die grösstenteils transistorisierten PHILIPS-Elektronenstrahloszillografen PM 3220 und PM 3221 sind, mit Ausnahme eines Verzögerungskabels für den PM 3221, gleich.

Anm. Eigenschaften, die in Zahlenwerten unter Erwähnung einer Toleranz angegeben sind, werden von uns garantiert. Zahlenwerte ohne Toleranzen geben die Eigenschaften eines mittleren Gerätes an und dienen nur zur Orientierung. Falls nicht anders angegeben, gelten die Zahlenwerte für nominale Netzspannung.

Elektronenstrahlröhre

Röhre – Typ	D13-27 GH, Planschirm. Schirmdurchmesser 13 cm.
– Phosphor	Halblange Nachleuchtdauer, grün.
– nützliche Schirmoberfläche	10 × 8 cm.
– Gesamtbeschleunigungs- spannung	3 kV.
Hellsteuerung	gleichspannungsgekoppelt
Helligkeitsmodulation (Z-MOD)	
– erforderliche Spannung	20 V _{ss} für Frequenzen von 10 Hz-1 MHz
– Eingangsimpedanz	1 MΩ//40 pF
– Eingangs- RC-Zeitkonstante	10 ms
Messraster	10 × 8 cm mit Unterteilungen von 2 mm an den Hauptachsen. Rasterbeleuchtung in Stufen ist möglich.

X-Verstärker

Art des Verstärkers	Gleichspannungsverstärker
Eingang	
– Eingangsschaltung	asymmetrisch
– Eingangsbuchsen	4-mm-Steckerbuchsen
– Eingangsimpedanz	0,5 M Ω //90 pF
– maximal zulässige Eingangsspannung	50 V _s (Gleichspannung und Wechselspannung)
Ablenkkoeffizient	auf drei Werte einzustellen: 1000, 500 und 200 mV/cm.
Frequenzgang	0-1,5 MHz (-3 dB) bei einem Ablenkkoeffizienten von 1 V/cm
Ablenkspannung	nach Wahl: interne Zeitablenkspannung externe Spannung

Zeitablenkgenerator

Zeitmassstab (ohne Vergrößerung)	Einzustellen auf 19 kalibrierte Werte, nämlich: 0,5; 1; 2 usw. μ s/cm bis zu 0,5 s/cm Toleranz: $\pm 5\%$. Im Gebiet 0,5 s/cm: $\pm 10\%$. Kontinuierliche Regelung zwischen den Stufen ist möglich. Der Zeitablenkschalter enthält weiter eine Stellung T.V. LINE (Zeitmassstab 2-10 μ s/cm, kontinuierlich regelbar) und T.V. FRAME (Zeitmassstab 0,5-2,5 ms/cm; kontinuierlich regelbar).
Vergrößerung	1, 2 oder 5 \times die nützliche Schirmbreite. Bei maximaler Vergrößerung können die Enden der Zeitablenklinie mit dem X-Verschiebungsregler sichtbar gemacht werden. Der maximal erreichbare Zeitmassstab ist 100 ns/cm.
Arbeitsweise	Getriggert. Die Triggerstabilität kann an der Vorderseite des Instrumentes eingestellt werden (Schraubenziehereinstellung).
Triggern	
– Quelle	intern oder extern
– Polarität	+ oder —

– Arbeitsweise	AC, AUT, TV LINE TV FRAME	} gekoppelt an Zeitablenkschalter
– Triggerempfindlichkeit	Intern 0,5 cm 2 cm Extern 1 V _{ss}	
		10 Hz-2 MHz, AC-gekoppelt 20 Hz-2 MHz, AUT 5 Hz-10 MHz, AC-gekoppelt Maximal zulässige Spannung im Zusammenhang mit Übersprechen 12 V _{ss}
– Eingangsimpedanz für die externe Triggerspannung	100 kΩ//20 pF	
– Triggerpegel		
intern	Kontinuierlich regelbar über 6 cm	
extern	Kontinuierlich regelbar über 4 V _{ss}	
Zeitablenkspannung an der Ausgangsbuchse	8 V _{ss}	

Speisung

– Netzspannung	Einstellbar für Netzspannungen von 110, 125, 145, 200, 220 und 245 V.
– Netzfrequenz	40-400 Hz. Bei Netzfrequenzen niedriger als 50 Hz, darf die Netzspannung den Nennwert nicht überschreiten.
– Aufgenommene Leistung	70 W

Einfluss der Netzspannungsschwankungen von $\pm 10\%$

Die Ablenkoeffizienten und Zeitmassstäbe variieren höchstens um 4%.
Die Kalibrierspannung bleibt konstant.

Betriebsbedingungen

Bei einer Umgebungstemperatur zwischen 0 und +35 °C arbeitet das Instrument mit Erhaltung der Toleranzen. Das Instrument ist bei einer Umgebungstemperatur zwischen –15 und +45 °C brauchbar.

Mechanische Daten

a. Abmessungen	Höhe: 27 cm Tiefe: 38 cm Breite: 20 cm
b. Gewicht	8,5 kg

Zubehör

	Anleitung
	Adaptor PM 9051 (BNC → 4 mm)
Auf Bestellung sind lieferbar	10 : 1-Spannungsteiler-Messkopf PM 9326 A/10 1 : 1-Messkopf PM 9325
Technische Daten PM 9326 A/10	Abschwächung: 1 : 10 ± 3% Eingangsimpedanz: 10 MΩ // 12 pF Max. zulässige Eingangsspannung: 1000 V _{ss} . Maximal zulässige Gleichspannungskomponente bei eingeschaltetem Sperrkondensator

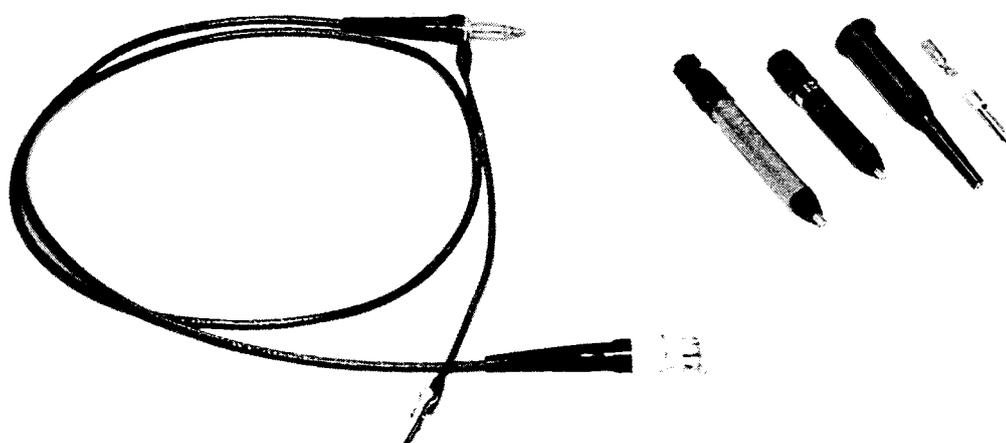


Abb. 2. Zubehör

Beschreibung des Blockschaltbildes



Y-Verstärker

Der Y-Verstärker ist ein Gleichspannungsverstärker, bestehend aus:
 einem Eingangsstufenabschwächer
 einer Katodenfolgereingangsstufe
 einem Vorverstärker
 einer Endstufe, die die Ablenkspannung für die Bildröhre liefert.
 Beim PM 3221 ist die Kopplung zwischen dem Vorverstärker und der Endstufe über ein Verzögerungskabel zustande gebracht. Dieses ist angebracht, um die Vorderflanke schneller Erscheinungen auf dem Schirm sichtbar machen zu können.

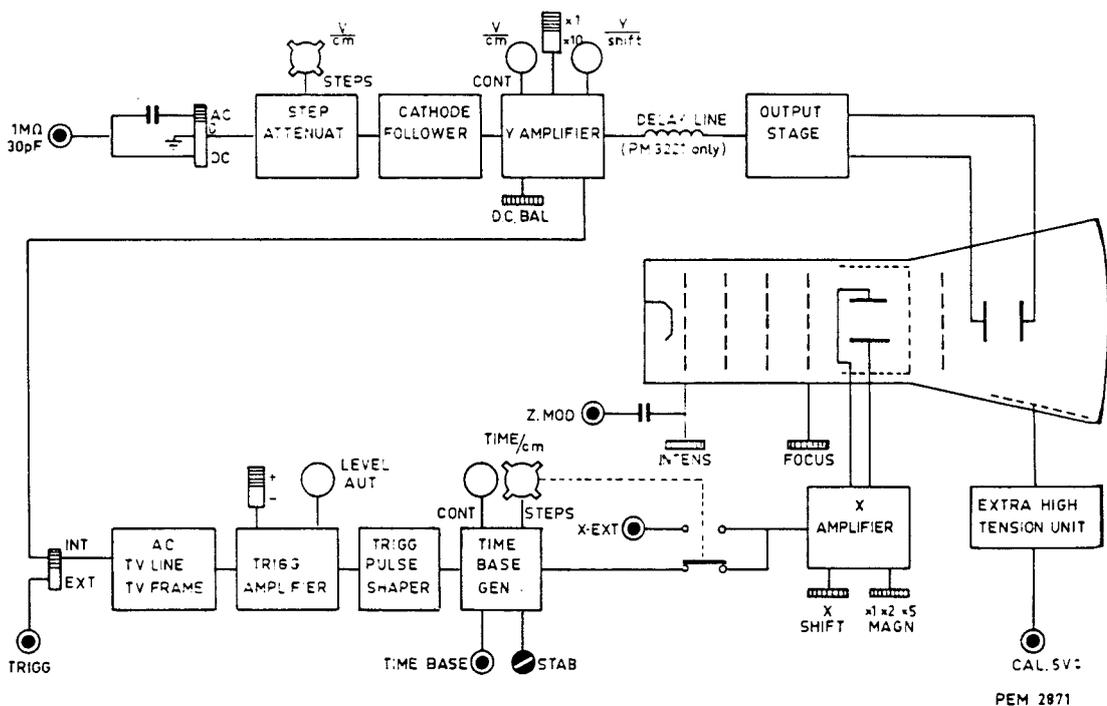


Abb. 3. Blockschaltbild

Zeitablenkgenerator

Der Zeitablenkgenerator ist vom Typ Bootstrap-integrator. Hierin sind die Ladekondensatoren und Widerstände aufgenommen, die mit dem Knopf TIME/cm gewählt werden. Die kontinuierliche Regelung der Zeitmassstäbe erfolgt mit dem Potentiometer TIME/cm.

Die Stabilität des Zeitablenkgenerators kann mit der Schraubenziehereinstellung STAB geregelt werden.

Die Sägezahnspannung ist für externe Zwecke an der Ausgangsklemme TIME BASE verfügbar.

X-Verstärker

Der X-Verstärker wird benutzt, um die interne Sägezahnspannung oder eine externe Ablenkspannung zu verstärken, bevor diese an die X-Ablenkplatten gelegt wird. In diese Schaltung sind auch der X-Verschiebungsregler und der Vergrößerungsschalter aufgenommen.

Triggerverstärker

Der Triggerverstärker verstärkt das Triggersignal, das von dem Y-Verstärker oder von einer externen Spannungsquelle herrührt.

Die Polarität des Triggersignals und der Triggerpegel sind einstellbar.

Der Triggerimpulsformer

Der Triggerimpulsformer liefert eindeutige Triggerimpulse für das Starten des Zeitablenkgenerators.

In der Triggereinheit befindet sich auch ein Synchron-Impulstrennstufe für Fernsehsignale, wodurch Triggern auf diesen Signalen möglich ist.

Elektronenstrahlröhre

Die Einstellorgane INTENS und FOCUS regeln die Spannungen der verschiedenen Elektroden der Elektronenstrahlröhre.

Die Hochspannungen für die Elektronenstrahlröhre werden mit Hilfe eines Convertors, der auch die Kalibrierspannungen von $5 V_{ss}$ liefert, erzeugt. Der Wehneltzylinder ist über eine Anschlussklemme für externe Z-Modulation erreichbar.

GEBRAUCH UND ANWENDUNGEN

Installation



1. Einstellen für die örtliche Netzspannung

Mit einem Spannungswähler an der Rückseite ist das Instrument für Netzspannungen von 110 V, 125 V, 145 V, 200 V, 220 V und 245 V einstellbar. Die eingestellte Spannung kann durch die Öffnung in der Abdeckplatte abgelesen werden.

2. Sicherung

In der Fassung an der Rückseite des Instrumentes befindet sich eine Sicherung von 1 A (träge). Wenn das Instrument an eine Netzspannung von weniger als 200 V angeschlossen wird, muss eine Sicherung von 2 A benutzt werden.

3. Erdung

Das Instrument kann über die Klemme \perp an der Vorder- oder Rückseite des Instrumentes geerdet werden, oder über die Netzschnur, falls diese mit einem Schukostecker versehen ist. Doppelte Erdung verursacht Brumm und soll vermieden werden.

4. Einschalten

Das Instrument wird mit Schalter POWER ON eingeschaltet. Die Signallampe wird dann brennen.

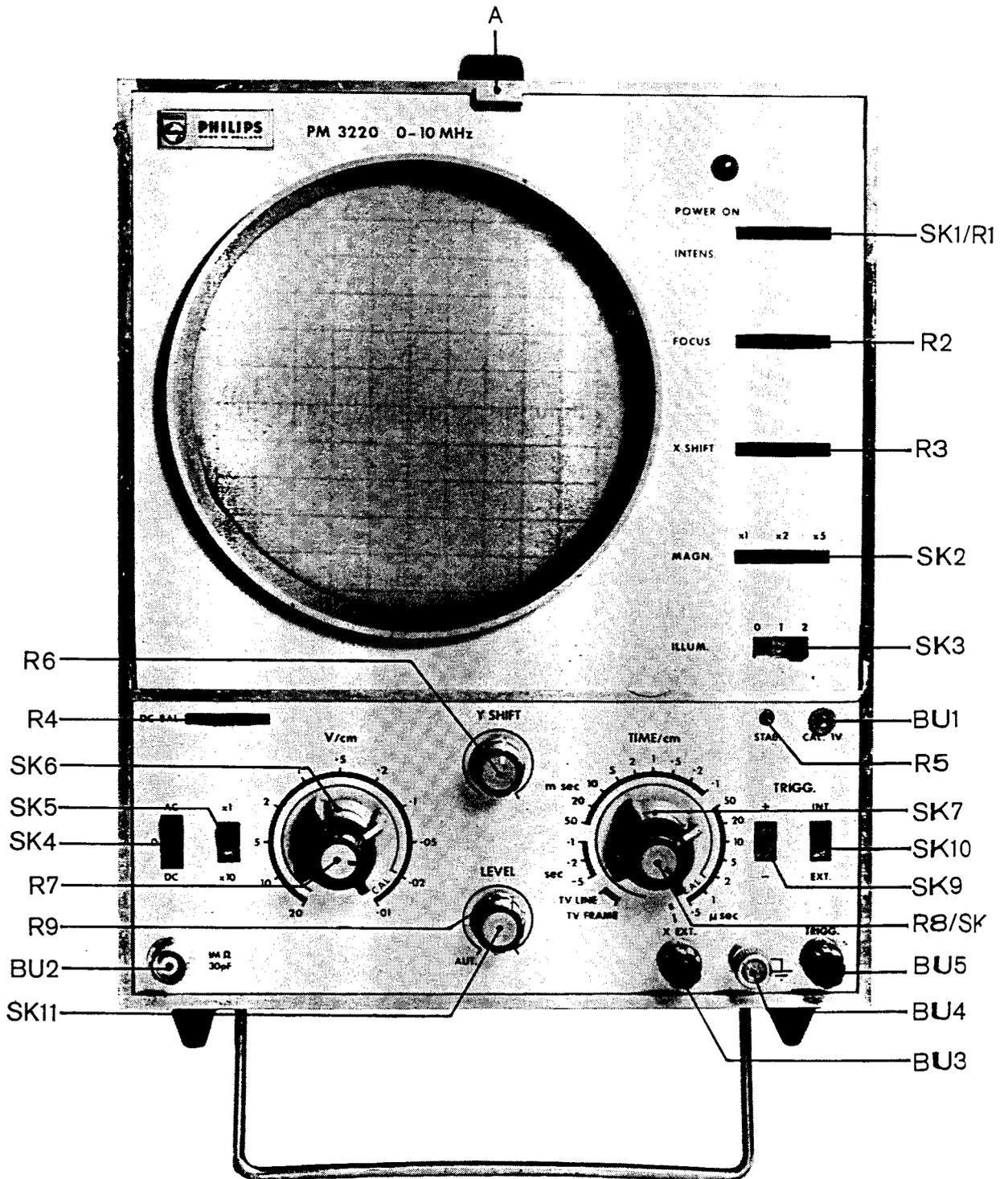


Abb. 4. Knöpfe und Anschlussklemmen

Bedienungsorgane und ihre Funktionen



SK1/R1	POWER ON INTENS	Einschalten und Einstellen der Bildhelligkeit
R2	FOCUS	Einstellen der Bildschärfe
R3	X-SHIFT	Horizontale Bildverschiebung
SK2	MAGN.	Vergrössern der Zeitablenklänge und Einstellung des Ablenkkoeffizienten des X-Verstärkers
SK3	ILLUM.	Stufenregelung der Rasterbeleuchtung
R4	DC BAL.	Einstellen der Gleichspannungsbalance des Y-Verstärkers
R5	STAB.	Einstellen der Triggerstabilität
BU1	CAL. 5 V	Rechteckförmige Eichspannung mit einer Frequenz von 8 kHz
R6	Y-SHIFT	Vertikale Bildverschiebung
SK4	AC-O-DC	AC: Verbindung zwischen Eingang und Y-Verstärker über einen Trennungskondensator O: Verbindung zwischen Eingang und Y-Verstärker ist unterbrochen. Der Verstärkereingang ist geerdet. DC: Direkte Verbindung zwischen Eingang und Y-Verstärker.
SK5	× 1-× 10	× 1: Ablenkkoeffizienten wie auf der Beschriftungsplatte angegeben. × 10: Ablenkkoeffizienten 10 × so klein wie auf der Beschriftungsplatte angegeben. Die Bandbreite wird hierbei auf 2 MHz beschränkt.
SK6	V/cm	Stufenregelung des Y-Ablenkkoeffizienten
R7	V/cm-CAL	Kontinuierliche Einstellung des Y-Ablenkkoeffizienten (in Stellung CAL geeichte Ablenkung).

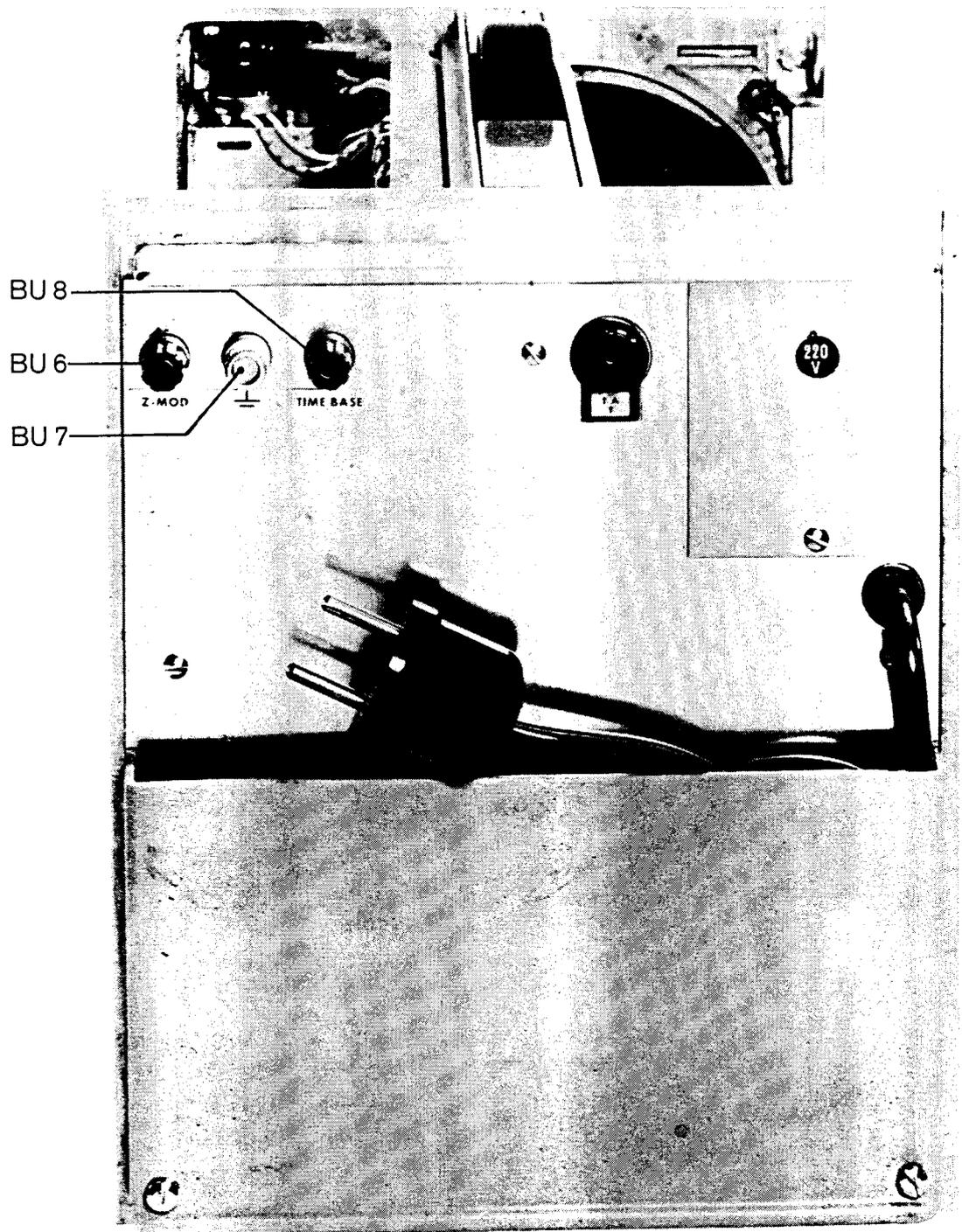


Abb. 5. Rückansicht

SK7	TIME/cm	Stufenregelung der Zeitmassstäbe
R8/SK8	TIME/cm-CAL	Kontinuierliche Regelung der Zeitmassstäbe (in der Stellung CAL geeichte Zeitmassstäbe).
SK9	TRIGG. + / —	Triggern erfolgt nach Wahl auf der positiven oder negativen Flanke des Triggersignales.
SK10	TRIGG. INT. EXT.	Triggern erfolgt nach Wahl auf einer internen Spannung oder auf einer an die Klemme TRIGG. angeschlossene externen Spannung.
BU2	1 M Ω -30 pF	Eingang Y-Verstärker
R9/SK11	LEVEL-AUT	Einstellung des Triggerpegels (in der Stellung AUT wird automatisch ein stillstehendes Bild erhalten).
BU3	X-EXT	Eingang X-Verstärker. Wenn der Schalter TIME/cm ganz rechts herum gedreht ist, kann dieser Eingang benutzt werden, um mit einer externen Spannung horizontale Ablenkung zu erhalten.
BU4	\perp	Erdbuchse
BU5	TRIGG.	Externer Triggereingang
BU6	Z-MOD	Eingang für die Hellmodulation des Bildes
BU7	\perp	Erdbuchse
BU8	TIME BASE	Ausgang, an dem die Sägezahnspannung, die im Instrument erregt wird, vorhanden ist.

BU6, BU7 und BU8 befinden sich an der Rückseite des Instrumentes.

Bedienung



A. SICHTBARMACHEN DER BILDER

1. Erste Einstellung

a. Einstellung des Zeitablenkstabilitätsreglers

Anm. Nachdem der Stabilitätsregler eingestellt ist, ist eine Neueinstellung sehr selten erforderlich.

- Alle stufenlose Regler (einschl. STAB) in die Mittelstellung bringen.
- Den Schalter AC-O-DC in die Stellung 0 bringen.
- Den Schalter X1-X10 in die Stellung X1 bringen.
- Den Schalter MAGN. in die Stellung X1 bringen.
- Den Schalter TIME/cm in die Stellung 20 msec bringen.
- Den Knopf LEVEL in die Stellung AUT bringen.

Die Zeitablenklinie muss nun in der Mitte des Schirmes sichtbar sein. Wenn dies nicht der Fall ist, müssen nachstehende Handlungen verrichtet werden:

- Den Knopf INTENS ganz linksherum drehen.
- DC BAL erneut einstellen, bis sich die Zeitablenklinie in der Mitte des Schirmes befindet.

Wenn die Zeitablenklinie sichtbar ist:

- Den Regler INTENS aufs neue einstellen, um Einbrennen des Schirmes zu verhindern.
- Den Knopf LEVEL bis gerade vor Stellung AUT. drehen.
- Potentiometer STAB gerade links von der Stellung, wo das Bild sichtbar wird, bringen.

Die Stabilität ist nun eingestellt und Bilder können sichtbar gemacht werden, indem man den Knopf LEVEL auf das zu testende Signal einstellt, oder indem man den Knopf LEVEL in die Stellung AUT bringt.

b. Einstellen der Gleichspannungsbalance

- Die Zeitablenklinie auf dem Schirm sichtbar machen.
- Den Regler Y-SHIFT in die Mittelstellung bringen.

- Den Schalter AC-O-DC in die Stellung 0 bringen.
- Den Schalter X1-X10 in die Stellung X10 bringen.
- Das Bild mit dem Knopf DC. BAL in die Mitte des Schirmes bringen.
- Den kontinuierlichen Abschwächer zwischen der maximalen und der minimalen Stellung hin und her drehen. Gleichzeitig den Regler DC. BAL. einstellen, bis Änderungen in der Stellung des kontinuierlichen Abschwächers das Bild nicht länger aus der Mitte des Schirmes verschieben.

Anm. Nachdem die Gleichspannungsbalance eingestellt ist, darf nur der Regler Y-SHIFT benutzt werden, um die erwünschte vertikale Stellung des Bildes einzustellen.

2. Eingangsschaltung

Das sichtbar zu machende Signal muss der Y-Eingangsbuchse zugeführt werden. Wenn das Signal eine grosse Gleichspannungskomponente hat, muss der Schalter AC-O-DC in die Stellung AC gebracht werden, um vorzubeugen, dass das Bild ausserhalb des Bereiches des Y-Verschiebungsreglers zu liegen kommt.

Um eine schnelle Bestimmung des 0-V-Gleichspannungspegels zu erleichtern, ist der Eingangsschalter mit der Stellung 0 versehen. In dieser Stellung wird der Verstärkereingang von der Eingangsbuchse gelöst und geerdet.

B. INTERNES TRIGGERN (automatisch)

- Das zu untersuchende Signal zuführen wie in A2 beschrieben wurde.
- TRIGG + — auf die erwünschte Polarität einstellen.
- Den Knopf LEVEL in die Stellung AUT bringen.
- Die Bildhöhe mit Schalter V/cm und dem entsprechenden Stufenlosen Regler einstellen. (Der Ablenkoeffizient ist nur kalibriert, wenn der stufenlose Regler in der Stellung CAL. steht).
- Den Zeimassstab mit dem Schalter TIME/cm und dem dazugehörigen Stufenlosen Regler einstellen (die Zeitmassstäbe sind nur geeicht, wenn der stufenlosen Regler in der Stellung CAL. steht).
- Das Bild kann eventuell in der X-Richtung mit dem Knopf MAGN. vergrössert werden.

C. EXTERNES TRIGGERN

- Eine externe Triggerspannung an Buchse TRIGG. anlegen und den Schalter INT-EXT in die Stellung EXT. bringen.
- Weiter vorgehen wie beim internen Triggern.

D. TRIGGERN MIT EINSTELLUNG DES TRIGGERPEGELS

- Alle Knöpfe in die Stellungen bringen wie unter A und B beschrieben wurde.
- Den Knopf LEVEL derart einstellen, dass die Zeitablenkung auf dem erwünschten Pegel des Eingangssignales startet.

E. TRIGGERN AUF VIDEOSIGNALLEN

- Die zu messende Spannung an den Y-Eingang legen.
- Den Schalter +/— in die Stellung + bringen, wenn das Signal positiv gehende Synchronimpulse hat (also ein negatives Videosignal) und in die Stellung — bringen, wenn das Signal negativ gehende Synchronimpulse hat.
- Den Schalter TIME/cm in die Stellung TV LINE bringen, wenn auf der Zeilensynchronisation Impulse getriggert werden muss und in der Stellung TV FRAME bringen, wenn auf der Rastersynchronisation Impulse getriggert werden müssen.
- Der Zeitmassstab kann mit dem stufenlosen Regler TIME/cm und dem Schalter MAGN. geregelt werden.

F. HORIZONTALE ABLENKUNG MIT EINER EXTERNEN SPANNUNG

- Den Schalter TIME/cm in die Stellung X-EXT. bringen.
Der Zeitablenkgenerator ist nun ausgeschaltet und gesperrt.
- Die horizontale Amplitude kann mit dem Knopf MAGN. variiert werden.

G. HELBIGKEITSMODULATION

Die Spannung, die für die Helligkeitsmodulation erforderlich ist, muss an die Buchse Z-MOD. an der Rückseite des Instrumentes gelegt werden.

Anwendungen



Mit dem PM 3220 und PM 3221 können qualitative und quantitative Analysen an Signalen als Funktion der Zeit oder als Funktion eines anderen Signales ausgeführt werden.

In diesem Kapitel wird anhand einiger technischen Begriffe und Messprinzipien eine Einsicht in die Möglichkeiten beider Instrumente gegeben.

Y-Ablenkung

AC-O-DC-Schalter

In der Stellung DC ist der Eingang unmittelbar mit dem Y-Verstärker gekoppelt. Weil keine Kopplungskondensatoren gebraucht werden, steht die komplette Bandbreite des Instrumentes zur Verfügung. Dies bedeutet, dass die Eingangssignale den Ablenkplatten ohne Verzerrung vollständig zugeführt werden, was impliziert, dass die Gleichspannungen am Eingang als Bildverschiebung auf dem Schirm sichtbar werden.

Dies kann Schwierigkeiten verursachen, wenn Signale sichtbar gemacht werden müssen, die grossen Gleichspannungen überlagert sind. Um das Wechselfspannungssignal dennoch sichtbar machen zu können, würde eine grosse Abschwächung erforderlich sein, wodurch auch das AC-Signal verkleinert wird. Um dies zu verhindern, ist die AC-Stellung angebracht. In dieser Stellung wird zwischen dem Eingang und dem Y-Verstärker ein Sperrkondensator geschaltet, wodurch nur die Wechselspannungskomponente dem Verstärker zugeführt wird.

Die Konsequenz hiervon ist, dass nicht nur die Gleichspannungen, sondern auch die niedrigen Frequenzen (bis zu ca. 10 Hz) aus dem Wechselfspannungssignal unterdrückt oder abgeschwächt werden. Beim Sichtbarmachen der Rechteckspannungen mit niedriger Frequenz, wird dies eine Dachschräge zur Folge haben.

In der Stellung 0 des AC-O-DC-Schalters ist die Verbindung zwischen dem Eingang und dem Y-Verstärker unterbrochen und ist der Verstärkereingang geerdet. In dieser Stellung kann die Gleichspannungsbalance des Verstärkers abgeregelt werden. Diese dient dazu, das Arbeitsgebiet des Verstärkers symmetrisch um den Erdpegel herum einzustellen.

Hiermit wird erreicht, dass ein Signal auf dem Schirm gleich viel nach oben wie nach unten verschoben werden kann, und dass die Spitzen eines vergrösserten Signales ohne Verzerrung innerhalb des Schirmes sichtbar gemacht werden können. Die Einstellung der DC-Balance erfolgt wie unter Punkt VA1b beschrieben wurde.

Messköpfe

Es ist zur Beurteilung der Messresultate wichtig, den Einfluss der Eingangsimpedanz des Oszillografen auf die zu untersuchende Schaltung zu berücksichtigen. Diese Impedanz, die eine Belastung für die Signalquelle bildet, kann in einigen Fällen die zu messende Spannung wesentlich beeinflussen.

Bei höheren Frequenzen wird die Eingangsimpedanz im allgemeinen durch die Eingangskapazität bestimmt. Auch soll bei Messungen an abgestimmten Schaltungen darauf geachtet werden, dass die Eingangskapazität Verstimmungen verursachen kann.

Die Belastungskapazität kann durch den Gebrauch eines 1 : 10-Spannungsteiler-Messkopfes reduziert werden. Hierdurch wird sowohl die ohmsche wie auch die kapazitive Belastung ungefähr um einen Faktor 10 kleiner.

Ausserdem hat der Gebrauch eines Spannungsteiler-Messkopfes den Vorteil, dass hierdurch die niedrigste Frequenz bei AC-Kopplung um ungefähr einen Faktor 10 erniedrigt wird.

Auch werden die Ablenkkoeffizienten des Y-Verstärkers um $10 \times$ grösser, so dass es möglich ist, Signale mit einer sehr grossen Amplitude sichtbar zu machen. Die maximal zulässige Spannung am Messkopf darf jedoch hierbei nicht überschritten werden.

Der Einfluss der Impedanz des Oszillografen auf das Messobjekt.

Messobjekt	Imp. Y-Eingang	Einfluss des	
		Eingangswiderstandes	Eingangskapazitäts
5 kOhm//30 pF	1 MOhm//30 pF	vernachlässigbar	gross, besonders bei h. Freq.
1 MOhm//0,01 μ F	1 MOhm//30 pF	gross (Messfehler ca. 50%)	Zu vernachlässigen

Parasitäre Erscheinungen

Bei Frequenzen ab einige Hunderte kHz können Kapazitäten und Selbstinduktionen von Kabeln eine Rolle spielen. Ausserdem ist die Messanordnung durch die geringeren Spannungswerte, womit bei diesen Frequenzen meistens gearbeitet wird, empfindlicher für Störfelder. Es wird darum empfohlen, bei Messungen an Spannungsquellen mit hohem Innenwiderstand und niedriger Klemmspannung, wenn möglich, über einen Spannungsteiler-Messkopf oder sonst über einen 1 : 1-Messkopf oder ein abgeschirmtes Kabel zu messen.

Vor allem sind doppelte Erdungen zu vermeiden: in der gebildeten Schleife können Brummspannungen introduziert werden.

Spannungsmessungen

- Beim Messen von Spannungen muss man die Tatsache berücksichtigen, dass ein Oszillograf nicht wie die meisten Röhrenvoltmeter den effektiven Wert der Spannung darstellt, sondern den Spitze-Spitze-Wert. Bei rein sinusförmigen Signalen gilt die Formel:

$$V_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{ss}}}{2\sqrt{2}} = \frac{V_{\text{ss}}}{2,82}$$

- Die Messgenauigkeit von $\pm 3\%$ gilt im rechten Teil der Amplitudenfrequenzkennlinie. Um eine gute Rechteckwiedergabe zu garantieren, fängt die Amplitudenkennlinie eines jeden guten Oszillografenverstärkers an, bei ungefähr $1/3$ der Bandbreite abzufallen. Dies ist bei der Bestimmung der Genauigkeit der Messung zu berücksichtigen.

Triggern

Wenn ein periodisch zurückkehrendes Signal sichtbar gemacht werden muss, ist es notwendig, dass die X-Ablenkung immer bei einem bestimmten Punkt der Wellenform startet. Dies ist erforderlich, um ein stillstehendes Bild zu erhalten.

Der Starter der X-Ablenkung ist die Triggereinheit, die durch ein Signal gesteuert wird, das von dem Y-Eingangssignal abgeleitet ist. Jedesmal, wenn das Eingangssignal einen bestimmten Pegel der Wellenform in positiver oder negativer Richtung passiert, gibt die Triggereinheit einen Impuls, der den Zeitablenkgenerator startet. Hieraus geht hervor, dass die X-Ablenkung anfängt, wenn das Eingangssignal durch diesen Pegel (den Triggerpegel) seiner Wellenform geht, wodurch ein stillstehendes Bild erhalten wird.

Automatisches Triggern

Die automatische Triggerung wird durch die einfache Bedienungsweise am meisten angewandt.

In dieser Stellung ist es möglich, eine grosse Anzahl Wellenformen mit verschiedener Amplitude und Form sichtbar zu machen, ohne dass es notwendig ist, einen der Triggerregler zu bedienen.

Wenn kein Triggersignal vorhanden ist, bleibt die Zeitablenklinie auf

dem Schirm sichtbar, was für Referenzzwecke bequem ist.

Der Triggerpegel wird bei dieser Triggerweise automatisch auf den durchschnittlichen Wert des Triggersignales eingestellt. Mit dem " + — " Schalter kann Triggerung auf die positiv gehende oder negativ gehende Flanke des Eingangssignales eingestellt werden.

Die automatische Triggerstellung kann für fast jedes Signal benutzt werden.

Triggerpegel

Bei komplizierten Signalen, wobei eine Anzahl ungleicher Spannungsformen periodisch auftreten, muss man zum Erhalten eines stillstehenden Bildes, die Zeitachse immer mit derselben Spannungsform starten. Dies ist möglich, wenn nur eine der Einzelheiten eine abweichende Amplitude hat.

Mit dem Knopf LEVEL kann der Triggerpegel so eingestellt werden, dass nur diese grössere Spannungsschwankung diesen Pegel passiert.

Auch wenn man ein Vorderflanke (bei PM 3221) untersuchen will, ist es zweckmässig, die LEVEL-Einstellung zu benutzen.

Man kann den Triggerpegel so einstellen, dass bereits beim Anfang dieser Vorderflanke die Zeitablenkung gestartet wird.

Externes Triggern

Externes Triggern wird bei Signalen mit stark variierender Amplitude angewandt, wenn ein Signal mit fester Amplitude und gleicher Frequenz vorhanden ist.

Hierdurch wird die Notwendigkeit, bei jeder Schwankung des Eingangssignals den Pegelregler nachregeln zu müssen, vermieden.

TV-LINE und TV-FRAME

Zur Vereinfachung des Triggerns auf Fernsehsignalen wird in den beiden Fernsehstellungen des Zeitablenkschalters ein Synchron-Impulstrennstufe eingeschaltet. Dieser trennt das Triggersignal von den Synchronimpulsen. Durch einen Integrator werden die Zeilen- und Rastersynchronimpulse voneinander getrennt. In der Stellung TV-LINE wird der Zeilenimpuls benutzt, um den Zeitablenkgenerator zu starten und in der Stellung TV-FRAME der Rasterimpuls. In diesen Stellungen ist

der Zeitmasstab des Zeitablenkgenerators mit dem Feinregler TIME/cm regelbar.

Wie bekannt, haben die Synchronsignale eine Polarität, die der des Videosignales entgegengesetzt ist.

Wenn auf einem positiven Videosignal getriggert werden muss, muss der Triggerpolaritätsschalter in der Stellung "—", und für ein negatives Videosignal in der Stellung "+ " stehen.

Verzögerungskabel

Das Eingangssignal wird auch benutzt, um den Zeitablenkgenerator zu triggern. Hierzu wird das Signal der Triggereinheit, die hieraus Triggerimpulse macht, zugeführt. Es erfordert jedoch für die Triggereinheit einige Zeit, um die X-Ablenkung zu starten. Während dieser Zeit kann der erste Teil des Eingangssignals, das auf die Ablenkplatten gelangt ist, bereits ganz oder teilweise vorbei sein. Dies impliziert, dass eine steile Vorderflanke dann nicht auf dem Schirm sichtbar ist.

Um dies zu verhindern, ist in den Y-Verstärker des PM 3221 ein Verzögerungskabel aufgenommen. Das Triggersignal wird zwischen dem Eingang und dem Verzögerungskabel abgenommen.

Wenn die Verzögerungszeit des Kabels etwas länger gewählt wird als die Zeit, die die Triggereinheit braucht, um die X-Ablenkung zu starten, wird die Zeitablenkung anfangen, ehe die Vorderflanke des Eingangssignals die Ablenkplatten erreicht hat. Hierdurch wird die Vorderflanke also auf dem Schirm sichtbar sein. Beim Triggern wird empfohlen, die PegelEinstellung zu gebrauchen, weil die Zeitablenkung dann an jedem erwünschten Punkt der Vorderflanke gestartet werden kann. Auf diese Weise benutzt man völlig die Vorteile des Verzögerungskabels.

Hinweise beim Messen der Anstiegszeiten

- Die Anstiegszeit wird definiert als die Zeit, die die steigende Flanke eines Signals benötigt, um von 10% des Spitzenwertes bis zu 90% des Spitzenwertes anzusteigen.
- Durch das Verzögerungskabel ist es bei dem PM 3221 auch möglich, die Anstiegszeit der Impulse mit einer niedrigen Wiederholungsfrequenz zu messen.
- Wenn die Anstiegszeit des Oszillografen ungefähr ebenso gross ist wie die des zu messenden Objektes, muss sie gemäss nachstehender Vergleichung berücksichtigt werden.

$$T_w = \sqrt{T_m^2 - T_o^2}$$

worin: T_w = wirkliche Anstiegszeit
 T_m = gemessene Anstiegszeit
 T_o = Anstiegszeit des Oszillografen

Externe X-Ablenkung

Wenn der Zeitablenkschalter vollständig am rechten Anschlag steht, ist der Zeitablenkgenerator ausgeschaltet und kann X-Ablenkung nur erhalten werden, indem man dem X-Eingang ein internes Signal zuführt. Der Oszillograf kann auf diese Weise in beschränktem Ausmass als X-Y-Oszillograf benutzt werden.

Die Beschränkung besteht darin, dass die X- und Y-Verstärker nicht identisch sind und also bei höheren Frequenzen Phasenunterschiede zwischen dem X- und Y-Kanal entstehen werden.

Helligkeitsmodulation

Um extra Auskunft in dem Oszillogramm zu erhalten, kann das Bild mit einer externen Spannung hellmoduliert werden. Dies kann erreicht werden, indem man der Buchse Z-MOD an der Rückseite des Instrumentes ein externes Signal zuführt.

Auf diese Weise können sehr genaue Zeitmessungen im Oszillogramm vorgenommen werden, wenn die Helligkeit mit Zeitmarken moduliert wird. Die Messungen können jetzt direkt anhand der Zeitmarken im Bilde durchgeführt werden.

Photographie

Mit Hilfe der PHILIPS-Photographieausstattung PM 9300 können Photos von Oszillogrammen gemacht werden.

Der PM 9300 enthält u.a. eine Rolleicord-Kamera, eine Polaroid-Land-Kassette und einige Anpassungsstücke für Oszillografen mit verschiedenen Schirmdurchmessern. Das 13-cm-Anpassungsstück kann am PM 3220 oder PM 3221 befestigt werden, nachdem die obere Beschriftungsplatte entfernt ist. Für ausführliche Betrachtungen über Aufnahme-materialien, Belichtung, maximale Schreibgeschwindigkeit usw. wird auf die PHILIPS-Ausgabe: PHOTOGRAFISCH REGISTRIEREN verwiesen.

SERVICE-DATEN

Schaltbildbeschreibung



A. Y-VERSTÄRKER

Der Y-Verstärker ist ein Gleichspannungsverstärker, der aus vier Teilen zusammengesetzt ist, nämlich:

- einem Eingangsabschwächer
- einer Eingangsstufe, die aus dem Katodenfolger B1 besteht
- einem Vorverstärker, der durch die in Gegentakt geschalteten Verstärkerstufen TS1-TS3, TS2-TS4 und TS9-TS11 und durch die sechs Emitterfolger TS6, TS7, TS8, TS10, TS12 und TS13 gebildet wird
- einem Endverstärker, der aus dem Gegentaktverstärker B2'-B3' und den Katodenfolgern B2'' und B3'' besteht.

1. Eingangsabschwächer

Der Ablenkkoeffizient des Verstärkers kann vergrößert werden, indem man einen hochohmigen Abschwächer im Eingangskreis einschaltet. Dieser Abschwächer ist aus fünf Teilen aufgebaut, die eine Abschwächung ergeben von:

$$\begin{aligned}
 &10 \times (R16-R17) \\
 &100 \times (R18-R19) \\
 &1000 \times (R21-R22) \\
 &2 \times (R24-R26) \\
 &5 \times (R27-R28)
 \end{aligned}$$

Mit dem Schalter SK6 werden die Abschwächerteile so kombiniert, dass elf Ablenkkoeffizienten gewählt werden können. Mit den Trimmern C19, C24, C29, C32, C34, C36 und C38 sind die Teile frequenzkompensiert. Die Trimmer C18, C23 und C28 sind derart eingestellt, dass die Eingangskapazität in allen Abschwächerstellungen gleich ist. Mit Schalter SK4 kann die Eingangsbuchse BU2 direkt (Gleichstrom) oder über einen Trennkondensator (Wechselstrom) mit dem Abschwächer verbunden werden. In der Stellung 0 des Schalters SK4 wird der Ein-

gang des Y-Verstärkers geerdet und ist die Verbindung mit BU2 unterbrochen. In dieser Stellung kann der Nullpegel des Verstärkers kontrolliert werden.

2. Eingangsstufe

Um eine hohe Eingangsimpedanz des Verstärkers zu erhalten, ist hierzu eine Katodenfolgerstufe benutzt (B1').

Durch Katodenfolger B1'' wird die Gleichspannungsdrift des Verstärkers vermindert, weil Änderungen in den Gleichspannungspegeln an den Kathoden von B1' und B1'' einander kompensieren.

Die mit R4 (DC-BAL.) einstellbare Gleichspannung am Steuergitter von B1'' dient zum Gleichmachen der Emittergleichspannungen von TS1 und TS2, wenn kein Eingangssignal angeschlossen ist. Es gibt dann keine Gleichspannung an dem stufenlosen Verstärkungsregler R7, wodurch vermieden wird, dass die Zeitablenklinie auf dem Schirm verschiebt, wenn R7 verdreht wird.

3. Vorverstärker

Der erste Teil hiervon wird durch eine "Cherry and Hooper"-Schaltung mit den Transistoren TS1-TS3 und TS2-TS4 gebildet.

Die "Cherry and Hooper"-Schaltung ist eine Verstärkerschaltung mit Strom- und Spannungsgegenkopplung. Die Stromgegenkopplung, welche durch die Widerstände im Emitterkreis von TS1 und TS2 erhalten wird, gibt der Schaltung eine hohe Eingangsimpedanz. Die Spannungsgegenkopplung, welche durch die Widerstände R52 und R57 erhalten wird, gibt der Schaltung eine niedrige Ausgangsimpedanz.

Die Schaltung hat den Vorteil einer grossen Bandbreite, die u.a. die Folge davon ist, dass die Rückwirkungskapazität des ersten Transistors nahezu keinen Einfluss hat.

Die Verstärkung wird hauptsächlich durch die Widerstände R52 und R57 und den Emitterwiderstand von TS1 und TS2 bestimmt. Mit R7 kann diese und also die Verstärkung kontinuierlich variiert werden.

Kondensator C48 im Emitterkreis macht die Gegenkopplung von der Frequenz abhängig, was den höheren Frequenzen zugute kommt. Widerstand R49 vermeidet Verzerrung bei Übersteuerung bis zu einer dreifachen Bildschirmgrösse.

Mit Potentiometer R6, der die Gleichspannungspotentiale an den Knotenpunkten R52-R53 und R54-R57 regelt, kann das Bild in vertikaler Richtung auf dem Schirm verschoben werden.

Der "Cherry and Hooper"-Schaltung folgt ein Impedanzwandler, der aus den Emitterfolgern TS6 und TS7 besteht und dazu dient, die Eingangsimpedanz der Gegentaktschaltung TS9-TS11 der Ausgangsimpedanz der vorhergehenden Schaltung anzupassen. Das Potentiometer R73 wird benutzt, um die Empfindlichkeit des Y-Verstärkers einzustellen. In der Gegentaktsstufe TS9-TS11 befindet sich Schalter SK5. Hiermit kann die Schaltung mit Potentiometer R71 parallel zu den Emitterwiderständen von TS9 und TS11 geschaltet werden. Die Verstärkung dieser Stufe wird hierdurch um einen Faktor 10 zunehmen. Die Folge hiervon ist, dass die Eingangsempfindlichkeit des Y-Verstärkers in allen Stellungen des Stufenabschwächers $10 \times$ so gross wird.

Der Einstellbereich des Potentiometers R6 (Y-SHIFT) wird dieser grösseren Verstärkung angepasst, indem man Widerstand R58 parallel zu diesem Potentiometer schaltet.

An dieser Stufe wird auch das Triggersignal abgenommen und über die Emitterfolger TS8 und TS10 dem Triggerverstärker zugeführt.

Bei dem PM 3220 ist die Gegentaktschaltung TS9-TS11 über die Emitterfolger TS12 und TS13 mit dem Endverstärker verbunden.

Beim PM 3221 kommt diese Kopplung über ein Verzögerungskabel und die Emitterfolger TS12 und TS13 zustande.

Dieses Verzögerungskabel ist angebracht, um die Vorderflanke schneller Erscheinungen auf dem Schirm wiedergeben zu können. Das Netzwerk R74-C49 kompensiert die Kabelverluste. Die Netzwerke L1-R81 und L2-R92 dienen zum richtigen Abschluss des Verzögerungskabels.

Die Emitterfolger TS12 und TS13 dienen dazu, den Einfluss der Eingangskapazität von B2' und B3' auf dem Gegentaktsverstärker TS9-TS11 zu vermindern.

4. Endverstärker

Im Zusammenhang mit den hohen Spannungen, die für das Ablenken eines Elektronenstrahls erforderlich sind, sind für den Endverstärker Elektronenröhren benutzt.

Der Gegentaktsverstärker B2'-B3' wird symmetrisch gesteuert und ist über die Katodenfolger B2'' und B3'' mit den Y-Ablenkplatten der Elektronenstrahlröhre verbunden.

Beide Katodenfolger dienen dazu, den Einfluss der Kapazitäten der Ablenkplatten an den Anodenketten von B2' und B3' zu verringern. Die Röhren B2'' und B3'' werden durch die Dioden GR3 und GR4 gegen positive Gitterspannungen, die sofort nach Einschalten des Gerätes auftreten, geschützt.

B. ZEITABLENKGENERATOR

Dieser besteht aus einem Bootstrap-Integrator (TS509), der durch den Schmitt-Trigger (TS506-TS507) gesteuert wird. Für die Beschreibung der Arbeitsweise wird von dem folgenden Zustand des Schmitt-Triggers ausgegangen:

TS506 nicht leitend

TS507 leitend

Die Kollektorspannung von TS507 und damit die Basisspannung von TS508 werden nun wenig negativ sein, so dass TS508 wenig Strom zieht. Hierdurch ist das Emitterpotential von TS508 wenig negativ. Dies hat zur Folge, dass die Diode GR502 leitet, so dass der Emitterpegel von TS508 gleichfalls für den Basispegel von TS509 bestimmend ist. Dieser Pegel ist derart gewählt, dass der Bootstrap-Integrator TS509 gesperrt ist.

Wird danach der Basis von TS506 ein negativer Impuls zugeführt, so wird der Schmitt-Trigger in die Stellung: TS506 leitend, TS507 nicht leitend, umschalten.

Die Kollektorspannung von TS507 und hiermit die Basisspannung von TS508 werden nun stark negativ sein, so dass TS508 viel Strom zieht. Hierdurch ist das Emitterpotential von TS508 gleichfalls niedrig.

Dies hat zur Folge, dass Diode GR502 sperrt, wodurch die Sperrung des Bootstrap-Integrators aufgehoben wird.

Der Zeitablenkkondensator C_1 (C528 . . . C537) wird jetzt mit einem konstanten Strom geladen, wodurch an diesem Kondensator eine linear zunehmende negativ gehende Spannung entsteht.

Diese Spannung wird über den Emitterfolger TS511, die Phasenumkehrstufe TS512 und den Emitterfolger TS513 dem Schmitt-Trigger TS506-TS507 zurückgeführt. Dieser wird, wenn die linear zunehmende Spannung einen bestimmten Pegel erreicht hat, in die Stellung: TS506 nicht leitend, TS507 leitend, umschalten.

Hierdurch wird der Bootstrap-Integrator wieder gesperrt, bis der nächste Triggerimpuls erscheint.

Der konstante Ladestrom wird durch eine Rückkopplung in dem Bootstrap-Integrator erhalten, wodurch die Spannung an $R_{536} + R_8 + R_1$ (= R591 bzw. R593, R594, R596, R597) konstant gehalten wird. Diese Rückkopplung findet über TS511 und GR503 statt.

Emitterfolger TS511 sorgt für eine hohe Impedanz an der Basis von TS509. Der Basisstrom von TS509, der nicht konstant ist, wird also in bezug auf den Ladestrom der Zeitablenkkondensatoren klein sein. Hier-

durch wird eine sehr gute Linearität der Sägezahnspannung erhalten. Mit R536 kann der Ladestrom des Zeitablenkkondensators und damit der Zeitmassstab genau eingestellt werden.

Die Stabilität des Zeitablenkgenerators kann mit dem Potentiometer R5 (STAB) geregelt werden. Dieser bestimmt die Grösse der Gleichspannung an der Basis von TS506. Diese Gleichspannung wird so gewählt, dass der negative Impuls, der am Ende des Rücklaufs auftritt, an der Basis von TS506 den Schmitt-Trigger nicht umschalten kann. Im Rückkopplungskreis, in der Kollektorleitung der Phasenumkehrstufe TS512, ist der Amplitudenregler R546 angeordnet.

Im Rückkopplungskreis sind auch die "hold-off"-Kondensatoren C_{ho} (C538 . . . C546) angeordnet, die dafür sorgen, dass die Zeitablenkkondensatoren sich nach dem Hinlauf völlig entladen können. Hierdurch startet die Sägezahnspannung immer auf dem gleichen Pegel. Mit Schalter SK7 können 21 verschiedene Zeitmassstäbe gewählt werden, indem man verschiedene Kondensatoren und Ladewiderstände einschaltet.

Mit R8 kann die Ladespannung und somit der Zeitmassstab kontinuierlich geregelt werden.

In den Stellungen TV LINE und TV FRAME ist der Einstellbereich von R8 mit Hilfe von R541 von 1 : 3 auf 1 : 5 vergrössert. Der Zeitmassstab ist kalibriert, wenn R8 am rechten Anschlag steht.

Die Sägezahnspannung wird am Emitter von TS511 abgenommen und dem X-Verstärker (über SK7-IV-A) und an die Ausgangsklemme BU8 (TIME BASE) gelegt.

C. STRAHLABLENKUNG

Damit der Elektronenstrahl während des Rücklaufes nicht auf dem Schirm sichtbar ist, wird an g5 der Elektronenstrahlröhre eine derartige Spannung gelegt, dass Dunkelsteuerung auftritt.

Die hierzu erforderliche Spannung wird durch den bistabilen Multivibrator TS518-TS519 geliefert und über den Emitterfolger TS520 der Elektronenstrahlröhre zugeführt.

Der Moment, wo dieser Multivibrator schaltet, wird durch den positiven Spannungssprung bestimmt, der während des Rücklaufes am Emitter von TS505 auftritt.

Durch diesen Spannungssprung wird der Multivibrator in die Stellung: TS519 nicht leitend, TS518 leitend, geschaltet.

Die Kollektorspannung von TS518 ist also niedrig und auch die Aus-

gangsspannung von TS520. Der Spannungsunterschied zwischen den Elektroden g2 und g3 der Elektronenstrahlröhre ist nun gross.

Hierdurch tritt die erwünschte Strahlablenkung auf. Am Anfang des Hinlaufs der Sägezahnspannung wird der negative Spannungssprung, der an dem Emitter von TS505 auftritt, den Multivibrator in die Stellung: TS519 leitend, TS518 nicht leitend, zurückschalten.

Der Spannungsunterschied zwischen g2 und g3 der Elektronenstrahlröhre sinkt auf 0 V und der Elektronenstrahl wird wieder sichtbar.

D. TRIGGERIMPULSFORMER

Dieser ist aus folgenden Teilen zusammengesetzt:

- einer Verstärkerstufe (TS501-TS502)
- einem Schmitt-Trigger (TS503-TS504)
- einer Impulstrennstufe (TS509)

Das Triggersignal kann nach Wahl aus dem Y-Verstärker oder aus einer externen Quelle bezogen werden.

– Verstärkerstufe

Dies ist ein emittergekoppelter Gegentaktverstärker. Das Triggersignal wird über Kondensator C502 der Basis von TS501 zugeführt. Hierdurch entstehen an den Kollektoren von TS501 und TS502 Spannungen, die in Amplitude gleich und in Phase entgegengesetzt sind. Indem man mit Schalter SK9 (+/—) eine dieser Spannungen wählt, ist es möglich, auf der positiv gehenden oder auf der negativ gehenden Flanke des Signales zu triggern.

Mit Potentiometer R9 (LEVEL) kann die Gleichspannung an der Basis von TS502 kontinuierlich eingestellt werden.

Abhängig von dieser Einstellung wird, da der Verstärker übersteuert wird, immer ein anderer Teil des Triggersignals verstärkt. Der Triggerpegel wird also durch die Stellung von R9 bestimmt.

– Schmitt-Trigger

Schalter SK11 geschlossen (Stellung LEVEL).

Das verstärkte Triggersignal schaltet den Schmitt-Trigger TS503-TS504 um. Bei einem sich wiederholenden Triggersignal entsteht nun an dem Kollektor von TS4 eine Rechteckspannung mit konstanter Amplitude. Diese Spannung wird durch C507 und R522 zu schmalen positiven und negativen Impulse differenziert.

Die positiven Impulse werden durch die Diode GR501 kurzgeschlossen. Die negativen Impulse werden dem Zeitablenkgenerator zugeführt. Schalter SK11 offen (Stellung AUT).

In dieser Stellung von SK11 wird Kondensator C504 in die Basiskette von TS503 aufgenommen. Hierdurch wird der Schmitt-Trigger als astabiler Multivibrator geschaltet, wodurch am Kollektor von TS504 eine periodische NF-Rechteckspannung entsteht. Der Zeitablenkgenerator wird nun normal geschaltet, ohne dass ein Triggersignal dem Triggerimpulsformer zugeführt wird.

Ist trotzdem ein Triggersignal vorhanden, wird der astabile Multivibrator durch diese Spannung synchronisiert und Triggerimpulse im Rhythmus der Eingangsspannung abgeben.

Synchron-Impulstrennstufe

In den Stellungen TV LINE und TV FRAME des Schalters SK7 wird die Synchron-Impulstrennstufe TS514 eingeschaltet. Hierdurch ist es möglich, auf den Zeilen- und Rastersynchronimpulsen eines Fernsehsignales zu triggern.

Das Videosignal wird über die Verstärkerstufe TS516 der Synchron-Impulstrennstufe TS514 zugeführt. Transistor TS514 ist so eingestellt, dass eine Spitzendetektion durch die Basis-Emitterdiode stattfindet und nur die Spitzen der Synchronimpulse in das wirksame Gebiet fallen.

Durch den Integrator R562-C516 werden die Zeilen- und Rastersynchronimpulse voneinander getrennt.

In der Stellung TV LINE werden die Zeilen- und in der Stellung TV FRAME die Rastersynchronimpulse über Verstärkerstufe TS517 dem Schmitt-Trigger TS503-TS504 zugeführt.

E. X-VERSTÄRKER

Es handelt sich um einen Gegentaktverstärker, der aus den Röhren B701 und B702 besteht. Die Rückkopplung dieses Verstärkers und also die Ablenkempfindlichkeit in X-Richtung kann mit R712 und R713 eingestellt werden. Mit Schalter SK2 (MAGN.) können verschiedene Widerstände zu der Katodenkette parallelgeschaltet werden, wobei aus drei Ablenkoeffizienten gewählt werden kann.

Mit Potentiometer R3 (X-SHIFT) kann der Gleichspannungspegel am Steuergitter der Röhre B702 variiert werden, wodurch das Bild in horizontaler Richtung verschiebt.

In der Stellung X-EXT. des Schalters SK7 ist die Verbindung zwischen

dem Zeitablenkgenerator und dem X-Verstärker unterbrochen. Jetzt kann über Anschlussklemme BU3 ein externes Signal dem X-Verstärker zugeführt werden.

Um Übersprechen der Zeitablenkspannung an dem X-Verstärker zu vermeiden, wird in dieser Stellung von SK7 der Zeitablenkgenerator ausgeschaltet, indem man an den Schmitt-Trigger TS506-TS507 eine negative Spannung legt.

Ausserdem wird an der Basis von TS518 eine negative Spannung gelegt, so dass der Strahlablenkmultivibrator immer in der Stellung TS518 nicht leitend, TS519 wohl leitend geschaltet ist, wodurch Hellsteuerung gesichert ist.

F. ELEKTRONENSTRAHLRÖHRENSCHALTUNG

Die Helligkeit des Bildes kann mit Potentiometer R1 (INTENS.) geregelt werden. Der Einstellbereich kann durch die Wahlwiderstände R308 und R309 bestimmt werden. Die Helligkeitsspannung wird durch die Röhren B302 und B303 stabilisiert.

Mit Potentiometer R2 (FOCUS) findet die Fokussierung statt, während mit R312 eine Korrektur des Astigmatismus der elektrostatischen Linse möglich ist.

Tonnen- und Kissenverzerrung kann mit Potentiometer R313 korrigiert werden.

Mit Schalter SK3 (ILLUM.) kann die Rasterbeleuchtung in drei Stufen eingestellt werden.

Über Röhre BU6 (Z-MOD.) kann das Bild in Helligkeit moduliert werden.

G. STROMVERSORGUNGSTEIL

— 16 V

Die Wechselspannung an Wicklung S2 des Speisetransformators wird doppelphasig gleichgerichtet und sodann elektronisch stabilisiert. Dies geschieht, indem man eine mit der Ausgangsspannung proportionale Spannung über einen Differenzverstärker (TS1003-TS1004) mit einer Referenzspannung (GR1011) vergleicht. Der etwaige Unterschied wird durch einen Durchlasstransistor (TS1001) verstärkt gegengekoppelt. Emitterfolger TS1002 sorgt für die Stromverstärkung zwischen dem Differenzverstärker und dem Durchlasstransistor.

Die Ausgangsspannung kann mit R1016 (grob) und R1018 (fein) genau eingestellt werden.

Die an dem Ausgang vorhandene Welligkeitsspannung wird über C1007 gegengekoppelt. Mit R1014 kann die Grösse der gegengekoppelten Spannung eingestellt werden und auf diese Weise kann man die Welligkeitsspannung auf ein Minimum einstellen.

— 80 V

Um die Spannung zu erhalten, wird die Wechselspannung an Wicklung S4 des Speisetransformators doppelphasig gleichgerichtet und geglättet.

+ 95 und + 200 V

Die Wechselspannung an Wicklung S3 wird doppelphasig gleichgerichtet und sodann elektronisch auf + 95 V stabilisiert. Dies wird auf dieselbe Weise erreicht, wie bei der —16-V-Spannung. Die Referenzspannung wird durch Röhre B1002 geliefert; als Vergleichsstufe ist eine einzige Verstärkerstufe (B1001) hinzugefügt. Die Ausgangsspannung kann mit R1011 eingestellt werden. Die Welligkeitsspannung kann über C1002 gegengekoppelt und mit R1004 auf ein Minimum eingestellt werden. Über das Glättungsfilter R1002-C1003 wird die Spannung von + 200 V abgenommen.

Nachbeschleunigungs- und Eichspannung

Diese Spannung wird mit einem Oszillator erzeugt, der durch Transistor TS1101 und die Primärwicklung des HS-Transformators gebildet wird. An der Sekundärwicklung entsteht eine hohe Wechselspannung, die mit den Dioden GR1101 . . . GR1104 bis + und — 1500 V gleichgerichtet wird. Von der Primärwicklung des Transformators wird auch die Eichspannung bezogen.

Diese wird durch die Zenerdiode GR1106 konstant gehalten und mit dem Wahlwiderstand R1107 auf genau 5 V_z eingestellt.

Zugang zu den Einzelteilen



Warnung!

In diesem Instrument werden sehr hohe Spannungen erzeugt, so dass bei Handlungen am Innern des Gerätes die grösste Vorsicht beachtet werden muss.

A. ENTFERNEN DER SEITENWÄNDE

An beiden Seiten des Instrumentes befindet sich eine Platte, die mit zwei Schnellbefestigungsschrauben SB (Abb. 14) befestigt ist. Diese Schrauben lösen und die Platten vom Gestell entfernen.

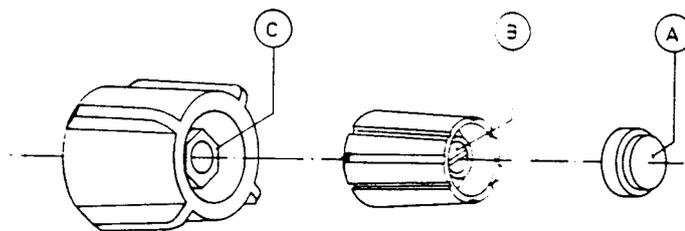
B. ENTFERNEN DER KNÖPFE (Abb. 6)

Einfache Knöpfe

- Kappe A entfernen
- Schraube B lösen
- Den Knopf von der Achse ziehen

Doppelte Knöpfe

- Kappe A entfernen
- Schraube B entfernen
- Den Innenknopf entfernen
- Die Mutter C lösen
- Den Aussenknopf von der Achse ziehen



PEM 1671
E 1447

Abb. 6. Entfernen der Knöpfe

C. ENTFERNEN DES FENSTERS, DER BESCHRIFTUNGSPLATTE, DES MESSRASTERS UND DER KONTRASTPLATTE

- Die Klinke (Abb. 4) hochdrücken
- Die Beschriftungsplatte kann jetzt zusammen mit dem Fenster aus dem Gestell genommen werden. Das Messraster und die Kontrastplatte sind nun erreichbar.

D. ZUGANG ZU DER HS-EINHEIT (Abb. 7)

- Das Instrument auf die Seite legen.
 - Schraube S einige Umdrehungen lösen
 - Die kleine Bodenplatte jetzt aus dem Instrument schieben
- Die HS-Einheit kann jetzt für Service-Tätigkeiten herausgeschoben werden (darauf achten, dass die Verbindungsdrähte nicht beschädigt werden), so dass Messungen hieran durchgeführt werden können, während das Gerät in Betrieb ist.

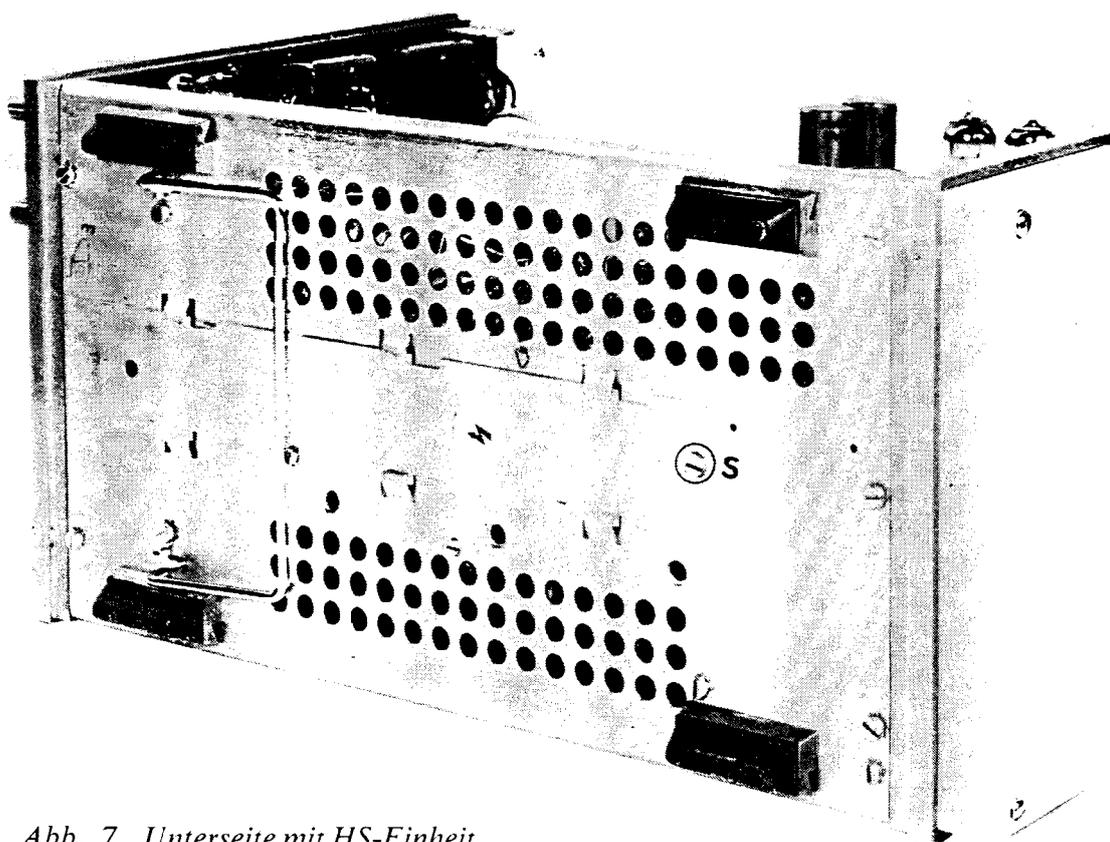


Abb. 7. Unterseite mit HS-Einheit

Wartung



– Segmentschalter

Sollten diese Schalter durch Verschmutzung nicht mehr gut funktionieren, können sie mit Schalteröl (siehe LISTE MECHANISCHER EINZELTEILE kap. XIV) behandelt werden. Dieses Öl hat reinigende und schmierende Eigenschaften.

Nach Behandlung mit diesem Öl muss der Schalter einige Male in alle Stellungen gebracht werden.

– Gehäuseplatten

Wenn die mit Polyvinylchlorid verkleideten Gehäuseplatten schmutzig geworden sind, können sie nach Entfernung (siehe Abschnitt VIII) ohne Schwierigkeiten mit Wasser und Seife abgewaschen werden; wenn nötig, kann Scheuerpulver benutzt werden.

Einstellorgane und ihre Funktionen



Untenstehende Reihenfolge ist willkürlich. Für die vollständige Einstellung wird die Reihenfolge Abschnitt XI empfohlen.

<i>Einstellungen</i>	<i>Bedienungsorgan</i>	<i>Abb.</i>	<i>Messinstrument</i>	<i>Empfohlener Philips Typ</i>	<i>Abschnitt XI Punkt</i>
Stromversorgung					
1. — 16 V	R1016, R1018	9	DC-Röhrenvoltmeter	GM 6020	B
Welligkeit	R1014	9	Oszillograf	PM 3220	
2. +95 V	R1011	9	Regeltransformator	E401 AB/010	B
Welligkeit	R1004	9			
Elektronenstrahlröhrenschtaltung					
1. Helligkeit	R308, R309	9	—	—	C1
2. Tonnen- und Kissenverzerrung	R313	9	—	—	C2
3. Fokus und Astigmatismus	R307, R312	9	—	—	C3
Y-Verstärker					
1. DC-Balance	R38	8	—	—	D1
2. Empfind- lichkeit	R71, R73	8	NF-Generator	PM 5120	D2
3. Rechteck- wiedergabe	C18, 19, 23, 24, 28, 29, 32, 34, 36, 38, 48	8	Regeltransformator	E401 AB/010	D4
Nur für PM 3221	R74	8	Rechteckgenerator	GM 2324	
Eichspannung	R1106, R1107	24	Oszillograf mit geeichte Ablenkung	PM 3220	E
X-Verstärker					
Empfindlichkeit	R712-R713	9	NF-Generator	PM 5120	F1
Zeitablenkgenerator					
1. Stabilität	R5	4	HF-Generator	PM 5300	G1
2. Zeitmassstäbe	R536, 546, 595	9	NF-Generator	PM 5120	G3

Kontrolle und Einstellungen

XI

A. ALLGEMEINES

Die in der folgenden Beschreibung genannten Toleranzen gelten nur für ein neu abgeglichenes Gerät und können daher von den in Abschnitt I genannten Werten abweichen.

Alle Abgleichorgane, ihre Funktionen und ihre Lage sind in der Tabelle in Abschnitt X aufgeführt.

B. STROMVERSORGUNG

Netzstrom

Kontrollieren, ob der Netzspannungswähler auf 220 V eingestellt ist und das Instrument an diese Spannung (50 Hz) anschliessen.

Der am Netz abgenommene Strom darf nicht mehr als 400 mA betragen.

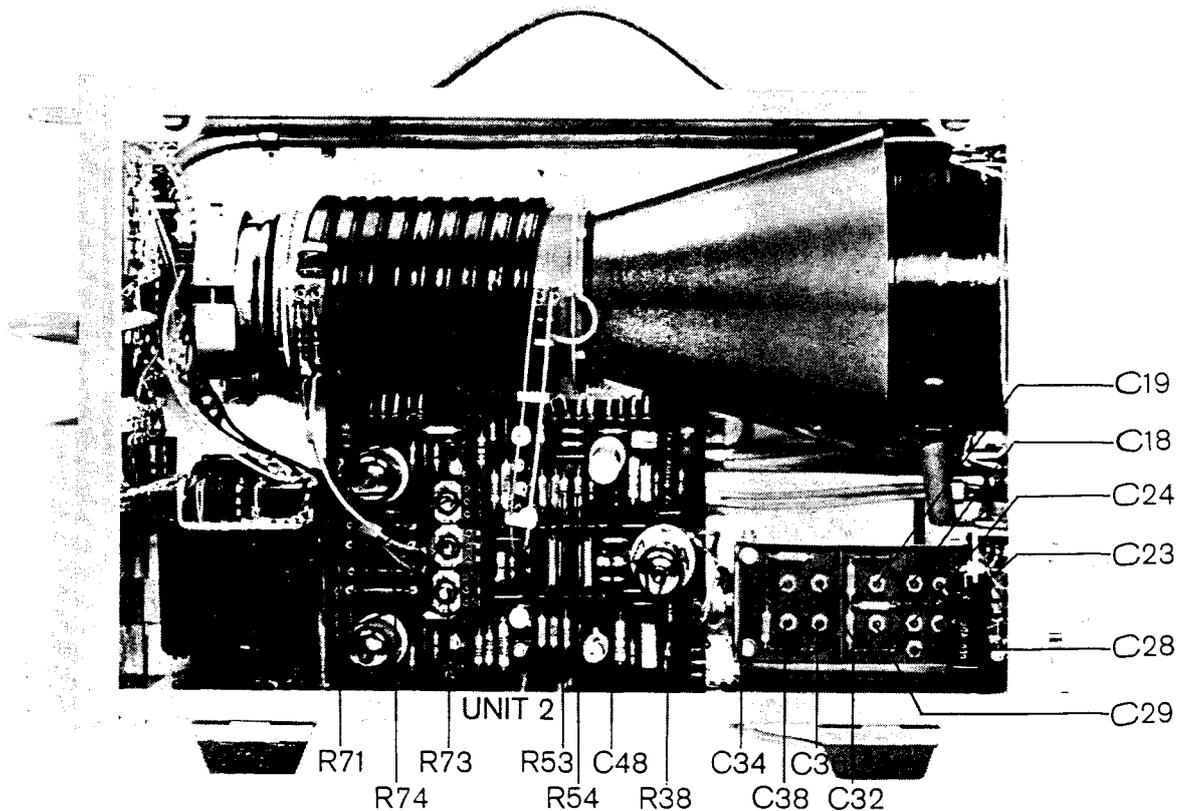


Abb. 8. Seitenansicht (links)

— 16 V

- Den Schalter TIME/cm (SK7) in die Stellung X-EXT. bringen.
- Die Spannung am Knotenpunkt R1022/cTS1004 messen.
Diese muss — 16 V betragen. Ist das nicht der Fall, so kann mit Potentiometer R1018 genau auf — 16 V eingestellt werden.
Eventuell für R1016 einen anderen Wert wählen.
- Mit R1014 die Welligkeitsspannung an der — 16-V-Gleichspannung auf Minimum einstellen.
- Mit einem Regeltransformator die Wechselspannung, an die das Instrument angeschlossen ist, zwischen 198 und 242 V variieren.
Die — 16-V-Gleichspannung darf um höchstens 100 mV variieren.
Die Welligkeitsspannung darf maximal 10 mV_{ss} betragen.

+ 95 V

- Die Spannung am Knotenpunkt R1004/R1008 messen.
Diese muss +95 V, ± 1 V betragen. Für R1011 eventuell einen anderen Wert wählen.

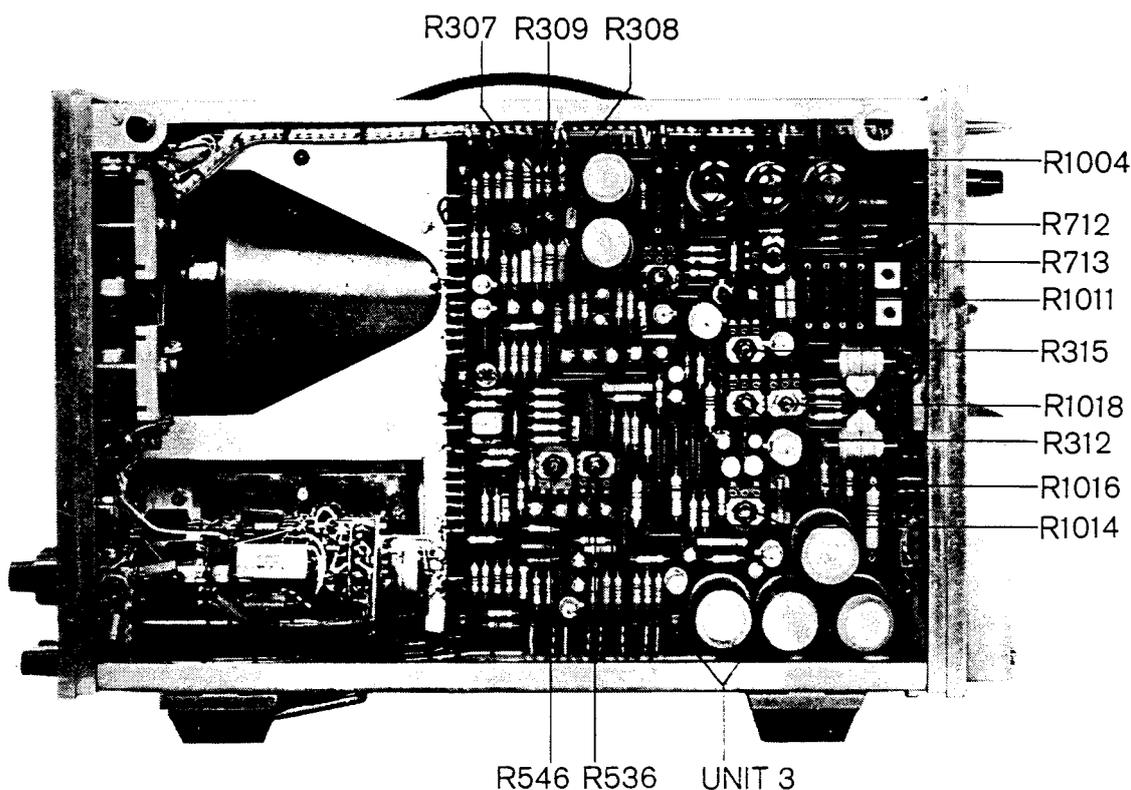


Abb. 9. Seitenansicht (rechts)

- Mit R1004 die Welligkeitsspannung auf Minimum einstellen.
- Mit einem Regeltransformator die Wechselspannung, an die das Gerät angeschlossen ist, zwischen 198 und 242 V variieren.
Die +95-V-Gleichspannung darf um höchstens 100 mV variieren.
Die Welligkeit darf höchstens 20 mV_{ss} betragen.
- **80 V und + 200 V**
 - Die Spannung an C1006 messen.
Diese muss $— 80 \text{ V}, \pm 5 \text{ V}$ betragen.
 - Die Welligkeitsspannung an C1006 messen. Diese darf höchstens $0,2 \text{ V}_{ss}$ betragen.
 - Die Spannung an C1003 messen.
Diese muss $200 \text{ V}, \pm 10 \text{ V}$ betragen.
 - Die Welligkeitsspannung an C1003 messen. Diese darf maximal 2 V_{ss} betragen.

Hochspannung

- INTENS (R1) ganz linksherum drehen.
- Die Spannung an C1108 messen. Diese muss $+ 1400 \dots + 1500 \text{ V}$ betragen.
- Die Wechselspannung, an die das Instrument angeschlossen ist, zwischen 198 und 242 V variieren.
Die Gleichspannung an C1108 darf dann um höchstens 15 V variieren.
- Die Welligkeitsspannung an C1108 messen. Diese darf höchstens 1 V_{ss} betragen.
- Die Spannung an C1107 messen. Diese muss $— 1400 \dots — 1500 \text{ V}$ betragen.
- Die Wechselspannung, worauf das Gerät angeschlossen ist, zwischen 198 und 242 V variieren.
Die Welligkeitsspannung darf höchstens 1 V_{ss} betragen.

C. ELEKTRONENSTRAHLRÖHRENSCHALTUNG

1. Helligkeit

- LEVEL (R9) in die Stellung AUT. bringen.
- TIME/cm (SK7) in die Stellung 1 msec/cm bringen.
- INTENS (R1) ab minimaler Helligkeit über einen dritten Teil des Einstellbereiches nach rechts drehen und für R308 einen derartigen Wert wählen, dass gerade eine Bildlinie sichtbar wird.

- INTENS (R1) rechtsherum drehen und für R309 einen derartigen Wert wählen, dass das Bild ein wenig vergrößert wird (maximal 2 mm).
- Beide Einstellungen wiederholen.

2. Tonnen- und Kissenverzerrung

- Die Bildlinie mit X-SHIFT (R3) und Y-SHIFT (R6) in die Mitte des Schirmes bringen.
- V/cm (R7) in die Stellung CAL. bringen.
- V/cm (SK6) in die Stellung 1 V/cm bringen.
- An Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 2 kHz und einer derartigen Amplitude legen, dass die Bildhöhe 4 cm beträgt.
- V/cm (SK6) in die Stellung .1 V/cm bringen.
- Potentiometer R313 so einstellen, dass die vertikalen Linien auf dem Schirm möglichst gerade sind.
- TIME/cm (SK7) in die Stellung X-EXT. bringen.
- An die Eingänge 1 M Ω -30 pF (BU2) und X-EXT (BU3) Spannungen mit Frequenzen von 50 Hz bzw. 10 kHz und derartige Amplituden legen, dass ein Rechteck von 6 \times 10 cm erhalten wird.
- Kontrollieren, ob kein einziger Punkt des Bildes innerhalb eines konzentrischen Rechtecks von 5,8 \times 9,7 cm fällt.

3. Fokus und Astigmatismus

- TIME/cm (SK7) in die Stellung 0,5 msec/cm bringen.
- An Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 2 kHz und einer derartigen Amplitude legen, dass die Bildhöhe 8 cm symmetrisch um die Schirmmitte herum beträgt.
- Mit FOCUS (R2) und Potentiometer R312 bei normaler Helligkeit ein scharfes Bild einstellen. R2 muss nach der Einstellung ungefähr in der Mitte stehen.
Für R307 eventuell einen anderen Wert wählen.

D. Y-VERSTÄRKER

1. Gleichspannungsbalance

- AC-O-DC (SK4) in die Stellung 0 bringen.
- X1-X10 (SK5) in die Stellung X1 bringen.

- V/cm (SK6) in die Stellung 10 mV/cm bringen.
- DC BAL. (R4) in die Mittelstellung bringen.
- LEVEL (R9) in die Stellung AUT. bringen.
- Mit Y-SHIFT (R6) die Bildlinie in die Mitte des Bildes bringen.
- DC BAL. (R4) so einstellen, dass sich die Bildlinie nicht verschiebt, wenn V/cm (R7) verdreht wird.
DC BAL. (R4) muss nun ungefähr in der Mitte seines Einstellbereiches stehen. Für R38 eventuell einen anderen Wert wählen.
- X1-X10 (SK5) in die Stellung X10 bringen und die Gleichspannungsbalance wiederum einstellen. Mit Y-SHIFT (R6) die Bildlinie in der Mitte des Schirmes halten.
- SK5 von Stellung X10 nach Stellung X1 schalten; die Bildlinie darf um höchstens 1 cm verspringen.
Eventuell einen Widerstand parallel an R53 oder R54 montieren.
- AC-O-DC (SK4) in die Stellung DC bringen.
Buchse $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) an Erde legen.
Die Bildlinie darf sich um höchstens 2 mm verschieben.

2. Empfindlichkeit

- V/cm (R7) in die Stellung CAL. bringen.
- An Buchse $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) eine Spannung von 80 mV_{ss} , Frequenz 2 kHz, legen.
- R73 so einstellen, dass die Bildhöhe 8 cm beträgt.
- Nach dem Einstellen muss R73 noch etwas Regelreserve haben.
Die Toleranz muss bei der Endkontrolle 1% betragen. R73 eventuell erneut einstellen.
- Die Wechselspannung, an die das Gerät angeschlossen ist, zwischen 198 und 242 V variieren.
Die Bildhöhe darf sich um höchstens 3,5% ändern; das Bild darf maximal um 0,5 cm in vertikaler Richtung verschieben.
- X1-X10 (SK5) in die Stellung X10 bringen und die Eingangsspannung um einen Faktor 10 erniedrigen.
R71 so einstellen, dass die Bildhöhe 8 cm beträgt.
Nach dem Einstellen muss R71 noch etwas Regelreserve haben.
Die Toleranz bei der Endkontrolle beträgt 1%. R71 eventuell erneut einstellen.
- In allen Stellungen von X1-X10 (SK5) und V/cm (SK6) den Ablenkoeffizienten kontrollieren, indem man immer geeignete Spannungen mit einer Frequenz von 2 kHz anlegt.

Die Bildhöhe muss immer 8 cm, $\pm 2,5\%$ betragen.

Die Toleranz bei der Endkontrolle ist 3%. Bei erneutem Einstellen von R71 und R73 ist dies 2,5%.

- Ein Bild mit einer Höhe von 8 cm sichtbar machen.
- V/cm (R7) aus der CAL.-Stellung völlig linksherum drehen.
Die Bildhöhe soll nun zwischen 3 und 2 cm liegen.

3. Brumm und Rausch

- X1-X10 (SK5) in die Stellung X10 bringen.
- V/cm (SK6) in die Stellung 10 mV/cm und V/cm (R7) in die Stellung CAL. bringen.
- Bei offenem Eingang darf die Bildhöhe maximal 2 mm betragen.
Bei dieser Messung müssen die Gehäuseplatten angebracht sein.

4. Sprungcharakteristik

- X1-X10 (SK5) in die Stellung X1 bringen.
- An die Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) eine Rechteckspannung von 80 mV_{ss}, Frequenz 500 kHz, Anstiegszeit ungefähr 10 ns legen.
- Für C48 einen derartigen Wert wählen, dass gerade kein Überschwingen auftritt.
Nur für PM 3221: Mit Potentiometer R74 eine optimale Rechteckwiedergabe einstellen.
An die Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) eine Rechteckspannung mit einer Frequenz von 2 kHz und einer Anstiegszeit von 25 ns legen.
- Bei einer Bildhöhe von 8 cm die diesbezüglichen Trimmer (siehe Tabelle) so einstellen, dass gerade kein Überschwingen auftritt.



E 1456

Abb. 10. Rechteckwiedergabe

<i>Abschwächerstellung</i>	<i>Trimmer</i>
20 mV/cm	C34
50 mV/cm	C38
100 mV/cm	C19
200 mV/cm	C32
500 mV/cm	C36
1 V/cm	C24
10 V/cm	C29

- Die Rechteckwiedergabe in den Abschwächerstellungen 2, 5 und 20 V/cm bei einer Bildhöhe von 8 cm kontrollieren.
- X1-X10 (SK5) in die Stellung X10 bringen.
- Die Rechteckwiedergabe in den Abschwächerstellungen 1, 2 und 5 mV/cm bei einer Bildhöhe von 8 cm kontrollieren.
- An Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) einen Abschwächer mit einer Abschwächung von 1 : 10 anschliessen. Dieser kann aus einem Widerstand von 9 M Ω bestehen, zu dem ein Trimmer parallelgeschaltet ist.
- V/cm (SK6) in Stellung 10 mV/cm bringen.
- X1-X10 in die Stellung X1 bringen.
- Eine Rechteckspannung mit einem Wert von 800 mV_{ss} und einer Frequenz von 2 kHz an den Hilfsabschwächer legen.
- Mit dem Trimmer im Hilfsabschwächer die optimale Rechteckwiedergabe einstellen (Abb. 10). Zulässiges Überschwingen: 2%.
- In den Abschwächerstellungen 100 mV/cm, 1 V/cm und 10 V/cm bei einer Bildhöhe von 8 cm mit den Trimmern C18, C23 und C28 eine optimale Rechteckwiedergabe einstellen.
- X1-X10 in die Stellung X10 bringen.
- Die Rechteckwiedergabe in den Abschwächerstellungen 20 mV/cm und 50 mV/cm bei einer Bildhöhe von 8 cm kontrollieren.

5. Amplitudencharakteristik

- V/cm (SK6) in die Stellung 10 mV/cm bringen.
- X1-X10 nacheinander in die Stellung X1 und X10 bringen.
- Die Amplitudencharakteristik bei einer Bildhöhe von 8 cm kontrollieren.

SK5 in Stellung X1	SK5 in Stellung X10
2 kHz 8 cm	2 kHz 8 cm
10 MHz \geq 5,6 cm	2 MHz \geq 5,6 cm
Punkt 4 eventuell wiederholen	

- Kontrollieren, ob in Stellung AC von AC-O-DC (SK4) eine an die Eingangsbuchse gelegte Gleichspannung durch den Kondensator C16 gesperrt wird.

6. Verschiebung und Aussteuerung

- X1-X10 (SK5) in die Stellung X1 bringen.
- V/cm (SK6) in die Stellung 100 mV/cm bringen.
- TIME/cm in die Stellung CAL. bringen.
- Die Einstellung der Gleichspannungsbalance (Punkt 1) kontrollieren.
- An Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 2 kHz und einer derartigen Amplitude legen, dass die Bildhöhe 2,4 cm beträgt.
- V/cm (SK6) in die Stellung 10 mV/cm bringen.
- Kontrollieren, ob mit Y-SHIFT (R6) die Spitzen des Signales unverzerrt innerhalb des Schirmes sichtbar gemacht werden können.
- An Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 10 MHz und einer derartigen Amplitude legen, dass die Bildhöhe 3 cm beträgt.
- Die Eingangsspannung verdoppeln und kontrollieren, ob die Aussteuerung 6 cm, \pm 0,5 cm beträgt.
Eventuell C5 und die ersten sechs Punkte von C4 wiederholen.

7. Mikrofonieerscheinung

- AC-O-DC (SK4) in die Stellung 0 bringen.
- Kontrollieren, ob die Mikrofonieerscheinung, die beim Umschalten von TIME/cm auftreten kann, eine Aussteuerung von weniger als 5 mm verursacht. Eventuell Röhre B1 ersetzen.

E. KALIBRIERSPANNUNG (Diese Kontrolle vornehmen, wenn das Instrument die Betriebstemperatur erreicht hat)

- AC-O-DC (SK4) in die Stellung DC bringen.
- X1-X10 (SK5) in die Stellung X1 bringen.
- V/cm (SK6) in Stellung 1 V/cm bringen.
- V/cm (R7) in Stellung CAL. bringen.
- Die Buchse CAL. 5 V (BU1) mit Buchse 1 M Ω //30 pF (BU2) verbinden. Die Bildhöhe muss 5 cm betragen. Für R1107 oder R1106 eventuell einen anderen Wert wählen.
Toleranz bei Endkontrolle: \pm 1%.

- Die Frequenz der Eichspannung kontrollieren.
Die Frequenz muss 7 . . . 9 kHz betragen.

F. X-VERSTÄRKER

1. Empfindlichkeit

- TIME/cm (SK7) in die Stellung X-EXT. bringen.
- MAGN. (SK2) in die Stellung X1 bringen.
- Potentiometer R713 in die Mittelstellung bringen.
- An Klemme X-EXT. (BU3) eine sinusförmige Spannung von $8 V_{ss}$, Frequenz 2 kHz legen.
- Kontrollieren, ob die Bildbreite 8 cm beträgt.
Eventuell mit R713 (fein) und R712 (grob) korrigieren.
Toleranz bei Endkontrolle: $\pm 1\%$.

2. Sprung- und Amplitudencharakteristik

- Die externe Zeitablenkspannung an Buchse $1 M\Omega//30 pF$ anschliessen.
 - An Buchse X-EXT. (BU3) eine Rechteckspannung von $8 V_{ss}$ und einer Frequenz von 100 kHz legen.
 - Mit C702 auf optimale Rechteckwiedergabe einstellen.
 - Die Amplitudencharakteristik bei einer Bildbreite von 8 cm kontrollieren.
- | | |
|---------|--------|
| 2 kHz | 8 cm |
| 1,5 MHz | 5,6 cm |

G. ZEITABLENKGENERATOR

1. Stabilität

- LEVEL (R9) in Stellung AUT. bringen.
- +/— (SK9) in Stellung + bringen.
- TIME/cm (R8) in Stellung CAL. bringen.
- An die Buchse $1 M\Omega//30 pF$ (BU2) eine Spannung mit einer Frequenz von 1 MHz und einer derartigen Amplitude legen, dass die Bildhöhe 4 mm beträgt.
- Potentiometer STAB (R5) so einstellen, dass ein getriggertes Bild erhalten wird.

2. Triggern

a. Intern

- INT.-EXT. (SK10) in Stellung INT. bringen.
- An Buchse $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 2 kHz und einer derartigen Amplitude legen, dass nach korrekter Einstellung von LEVEL (R9) ein getriggertes Bild mit einer Bildhöhe von 4 mm erhalten wird.
- Kontrollieren, ob bei Frequenzen von 10 Hz und 2 MHz gleichfalls ein getriggertes Bild erhalten wird.
- Kontrollieren, ob bei einer Bildhöhe von 2 cm und bei Frequenzen von 5 Hz und 10 MHz ein getriggertes Bild erhalten wird.
- + / — (SK9) in Stellung — bringen.
Das Bild muss jetzt auf der negativ gehenden Flanke des Signales triggern. Eventuell LEVEL (R9) nachregeln.
- Ein getriggertes Bild mit einer Bildhöhe von 8 cm einstellen.
- Bei einer Frequenz von 2 kHz kontrollieren, ob mit LEVEL (R9) der Triggerpegel über 7 cm geregelt werden kann.
- LEVEL (R9) ganz links herum (nicht in Stellung AUT.) und ganz rechts herum drehen. In beiden äusseren Stellungen muss sich der Zeitablenkgenerator ausschalten.
- Die Amplitude des Eingangssignals um einen Faktor 2,25 vergrössern. In den beiden äusseren Stellungen von LEVEL (R9) darf sich der Zeitablenkgenerator jetzt nicht ausschalten.
- Kontrollieren, ob kein Doppelbild auftritt, wenn der Zeitmasstab mit V/cm (R8) variiert wird.

b. Extern

- INT.-EXT. (SK10) in Stellung EXT. bringen.
- An Klemme TRIGG. (BU5) eine Spannung von 1 V_{ss} legen, die von derselben Spannungsquelle herrührt wie die Spannung, die an $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) gelegt wird.
- Kontrollieren, ob ein gut getriggertes Bild bei Frequenzen von 10 Hz und 2 MHz erhalten wird.

c. Automatisch

- LEVEL (R9) in die Stellung AUT. bringen.
- TIME/cm (SK9) in die Stellung 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ bringen.
- INT.-EXT. (SK10) in die Stellung INT. bringen.

Ohne Eingangssignal muss jetzt eine Zeitablenklinie auf dem Schirm entstehen.

- An $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 20 Hz bzw. 1 MHz legen.
- Kontrollieren, ob bei einer Bildhöhe von 5 mm ein getriggertes Bild erhalten wird.

d. Fernsehraster und Fernsehzeile

- TIME/cm (SK7) in die Stellung T.V. FRAME bringen.
- +/— (SK9) in die Stellung — bringen.
- Der Buchse $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) ein positives Videosignal zuführen.
Bei einer Bildhöhe von 4 mm (Synchronsignal) muss ein auf dem Rasterimpuls getriggertes Bild entstehen.
- TIME/cm (SK7) in die Stellung T.V. LINE bringen.
- Kontrollieren, ob ein auf dem Zeilensynchronimpuls getriggertes Bild entsteht.
- Beide Kontrollen mit einem negativen Videosignal und +/— (SK9) in Stellung + wiederholen.

3. Zeitmasstäbe

- Time/cm (SK7) in Stellung 1 ms bringen.
- TIME/cm (R8) in Stellung CAL. bringen.
- MAGN. (SK2) in Stellung X1 bringen.
- An Buchse $1\text{ M}\Omega//30\text{ pF}$ (BU2) eine Rechteckspannung mit einer Frequenz von 1 kHz legen.
- Mit R536 den Zeitmasstab so einstellen, dass, über die mittelsten 8 cm gemessen, 8 komplette Perioden geschrieben werden.
- Mit R546 die Bildbreite auf 11 cm einstellen.
- Den Zeitmasstab erneut kontrollieren. Eventuel R536 nachregeln.
- TIME/cm (SK7) in die Stellung .5 ms bringen.
- Die Frequenz des Eingangssignales auf 2 kHz erhöhen.
- Den Zeitmasstab über die mittelsten 8 cm kontrollieren.
Toleranz $\pm 1\%$. Korrektur ist mit R595 möglich.
- Den Zeitmasstab in allen Stellungen von TIME/cm (SK7) über die mittelsten 8 cm des Schirmes kontrollieren.
Toleranz beträgt in allen Stellungen, ausgenommen Stellung .5 s: $\pm 2\%$ (bei Endkontrolle: $\pm 4\%$). in bezug auf den auf der Beschriftungsplatte angegebenen Wert.

- Toleranz in Stellung .5 s: $\pm 5\%$ (bei Endkontrolle: $\pm 7\%$).
- Den Zeitmassstab in Stellung T.V. LINE kontrollieren. Dieser muss $10 \mu\text{s}/\text{cm}$, $\pm 10\%$ betragen.
 - Den Zeitmassstab in Stellung T.V. FRAME kontrollieren. Dieser muss $0,5 \mu\text{s}/\text{cm}$, $\pm 10\%$ betragen.
 - Kontrollieren, ob die Bildbreite in allen Stellungen von TIME/cm (SK7) mindestens 9 cm beträgt.
 - Kontrollieren, ob der Regelbereich von TIME/cm (R8) 1 : 5 bis 1 : 6 beträgt, wenn TIME/cm (SK7) in den Stellungen T.V. LINE und T.V. FRAME steht.
 - Kontrollieren, ob der Regelbereich in den übrigen Stellungen von TIME/cm (SK7) 1 : 2,6 bis 1 : 3,5 beträgt.
 - MAGN. (SK2) in Stellung X5 bringen.
 - Bei X-SHIFT (R3) sowohl ganz linksherum als rechtsherum muss das Ende der Zeitablenklinie sichtbar gemacht werden können.
 - TIME/cm (SK7) in Stellung $50 \mu\text{s}$ bringen.
 - Ein Signal von 20 kHz an Buchse $1 \text{ M}\Omega//30 \text{ pF}$ (BU2) legen.
 - Kontrollieren, ob die Breite von 1 Periode 5 cm, $\pm 10\%$ beträgt.
 - MAGN. (SK2) in Stellung X2 bringen.
 - Kontrollieren, ob die Breite von 1 Periode 2 cm, $\pm 10\%$ beträgt.

4. Linearität

- MAGN. (SK2) in Stellung X1 bringen.
- TIME/cm (SK7) in Stellung $.5 \mu\text{s}$ bringen.
- An Buchse $1 \text{ M}\Omega//30 \text{ pF}$ (BU2) eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 2 MHz legen.
- Das Bild symmetrisch um die Schirmmitte mit Y-SHIFT (R6) einstellen.
- Über die mittelsten 8 cm den Unterschied in Periodenbreite zwischen den beiden, am meisten voneinander abweichenden Perioden messen. Dieser Unterschied darf höchstens 1 mm betragen.
- MAGN. (SK2) in Stellung X5 bringen und obenstehende Kontrolle wiederholen.

5. Strahlablenkung

- TIME/cm (SK1) nacheinander in die Stellungen 0,5; 1 und $2 \mu\text{s}$ bringen.
- Kontrollieren, ob der Rücklauf der Sägezahnspannung unterdrückt wird und ob die Helligkeit der Zeitablenklinie über der ganzen Länge konstant ist.

Ersetzen von Einzelteilen



Beim Ersatz von Einzelteilen muss das Gerät ausgeschaltet sein.

A. ERSATZ DER ELEKTRONENSTRAHLRÖHRE

- Den HS-Anschluss entfernen.
- Die Beschriftungsplatte mit Rahmen, Messraster und Kontrastplatte entfernen.
- Die Röhrenfassung entfernen.
- Schraube S lösen (Abb. 16).
- Die Röhre durch die Öffnung an der Vorderseite des Oszillografen drücken.
- Wenn eine neue Röhre angebracht ist kontrollieren, ob die Zeitablenklinie horizontal verläuft. Die Röhre mit Hebel L (Abb. 16) eventuell in die richtige Stellung bringen.
- Das Gerät gemäss Abschnitt XI erneut einstellen.

B. TRANSISTOR TS1001

- Den Kasten an der Rückseite des Gerätes entfernen (zwei Schrauben; die Abstandsstücke sind zu beachten).
 - Die Hartpapierplatte, die jetzt freigegeben ist, entfernen (zwei Schrauben).
- Transistor TS1001 kann jetzt ersetzt werden.

C. DEMONTAGE DES MESSKOPFES PM 9326A/10 (Abb. 12)

- Den Messhaken 1 vom Messkopf schrauben.
- Die Erdschnur 6 vom Messkopf entfernen.
- Stator 2 van der Röhre schrauben.
- Der Widerstand mit Buchse 12 und Druckfeder 4 können nun vom Messkopf entfernt werden.
- Rotor 3 von der Röhre schrauben.
- Einstellmutter 5 entfernen.
- Das Messkopfkabel von Rotor 3 entfernen.

D. ERSETZEN DES MESSKOPFKABELS

Der Spannungsteiler-Messkopf ist mit einem Kabel mit einem dünnen Kern versehen. Ersetzen geschieht folgendermassen:

a. an der Seite des Messkopfes

- Die Teile 2 und 3 des Messkopfes entfernen.
- Die Erdschnur entfernen.
- Die Kabeltülle "a" von Buchse "b" schieben.
- Kopfnadel "c" entfernen.
- Lötstelle "d" erhitzen und dabei gleichzeitig an Buchse "b" ziehen, so dass das Ganze von der Kabel gleitet.

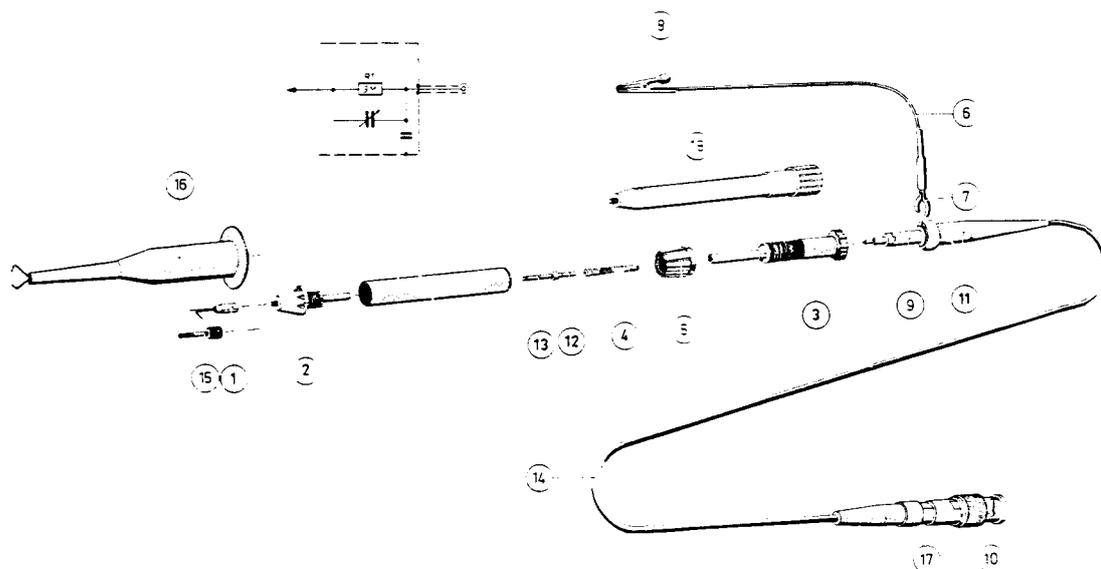
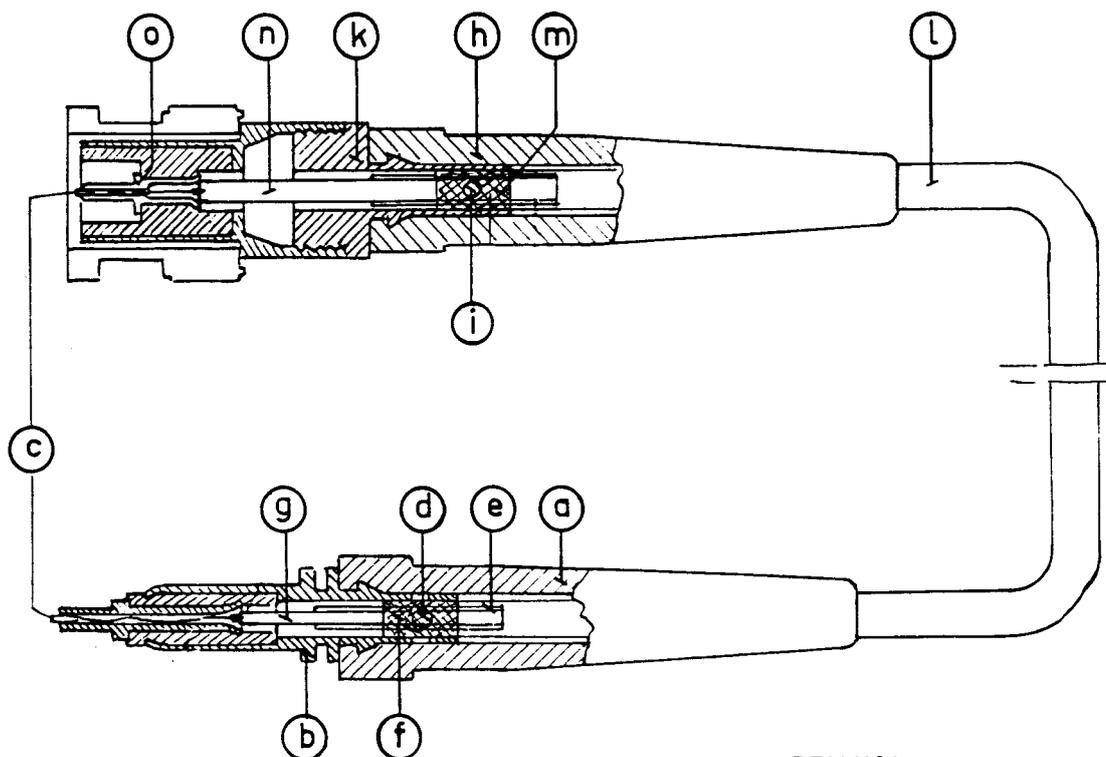


Abb. 12. Montagezeichnung des Spannungsteiler-Messkopfes

- Den Aussenmantel des neuen Kabels auf einer Länge von 32 mm entfernen.
- Die Abschirmung "f" auf einer Länge von 27 mm entfernen.
- Die Kernisolation "g" auf einer Länge von 15 mm entfernen.
- Buchse "b" wird über das Kabel geschoben, bis sie gegen die Kernisolation stösst. Der Kabelkern ragt nun durch die Öffnung an der Vorderseite heraus.
- Die Kopfnadel "c" wieder in die Öffnung der Vorderseite drücken. Hierdurch wird der Kabelkern festgesetzt.
- Den herausragenden Teil des Kabelkerns und die Kopfnadel in 1 mm Entfernung vom Stecker abschneiden.
- Den Abschirmmantel "f" an Buchse "b" festlöten.
- Die Kabeltülle "a" wieder über Buchse "b" schieben.
- Die Erdschnur wieder anbringen.

b. an der Seite des BNC-Konnektors

- Die Kopfnadel "c" entfernen.
- Tülle "h" entfernen.



PEM 1161

Abb. 13. Montagezeichnung des Messkopfkabels

- Lötstelle "i" erhitzen und das Kabel aus Mutter "k" ziehen.
- Den Aussenmantel "l" vom neuen Kabel entfernen, und zwar auf einer Länge von 35 mm, die Abschirmung "m" auf einer Länge von 29 mm und die Innenisolation "n" auf einer Länge von 10 mm.
- Das Kabel in den BNC-Konnektor schieben bis der Kern "n" Kontaktstift "o" berührt.
- Der Draht selbst ragt nun am Kontaktstift heraus.
- Den Draht festsetzen, indem man die Kopfnadel wiederum in den Kontaktstift steckt.
- Den herausragenden Teil der Kopfnadel abschneiden.
- Die Abschirmung "m" an Mutter "k" an den Punkten "i" festlöten.

Störungen



A. SPANNUNGEN DES SPEISETRANSFORMATORS

Die vorhandenen unbelasteten Spannungen sind in Form einer Tabelle bei der Zeichnung des Speisetransformators angegeben. Die belasteten Spannungen sind in dem Prinzipschaltbild des Versorgungsteils angegeben.

B. SPANNUNGEN UND SPANNUNGSFORMEN IM INSTRUMENT

Die Gleichspannungspegel an den Elektroden der Röhren und der Halbleiter sind in den Abbildungen der Printplatten und der Prinzipschaltbilder an den diesbezüglichen Punkten angegeben.

Die Spannungsformen sind wie folgt zu messen:

- Eine sinusförmige Spannung von $80 \text{ mV}_{\text{ss}}$, 2 kHz an der Eingangsbuchse $1 \text{ M}\Omega$ -30 pF.
- V/cm (SK6 in Stellung .01 V/cm.
- V/cm (R7) in Stellung CAL.
- TIME/cm (SK7) in Stellung .1 ms.
- TIME/cm (R8) in Stellung CAL.
- LEVEL (R9) in Stellung AUT.
- MAGN. (R1) in Stellung X1.
- AC-O-DC (SK4) in Stellung AC.
- X1-X10 (SK5) in Stellung X1.
- +/— (SK9) in Stellung +.
- INT./EXT. (SK10) in Stellung INT.
- X-SHIFT. (R3) en Y-SHIFT. (R6) in Mittelstellung.

Die Gleichspannungspegel sind unter denselben Bedingungen gemessen, ausser denjenigen in dem Y-Verstärker, welche ohne Eingangssignal gemessen wurden. Die Gleichspannungswerte sind mit einem Röhrenvoltmeter gemessen. Diese Werte können je Oszillografen einigermaßen verschieden sein.

C. BEMERKUNGEN

Im Falle von Störungen kann stets die auf die ganze Welt ausgedehnte PHILIPS-Service-Organisation zu Rate gezogen werden.

Wenn das Gerät an eine PHILIPS-Werkstatt gesandt werden soll, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- einen Anhängzetteln mit Namen und Adresse des Absenders am Gerät befestigen;
- die Feststellungen der Fehler möglichst vollständig angeben;
- für den Transport des Gerätes ist nach Möglichkeit die Originalverpackung zu benutzen, oder, wenn diese nicht mehr vorhanden ist, eine anderweitige geeignete und transportsichere Verpackung zu verwenden; *
- Das Gerät direkt an die richtige PHILIPS-Adresse, die von der örtlichen Organisation angegeben worden ist, senden.

* Bitte das gerät zuerst in einen Plastik Beutel verpacken bevor es in die Holzwolle gepackt wird.

Einzelteillisten



A. MECHANISCH

Pos.	Abb.	Anzahl	Code-Nummer	Bezeichnung	S
1	14	1	4822 159 00573	Instruktionsplatte PM3221	**
			4822 159 00579	Instruktionsplatte PM3220	**
2	14	1	4822 413 50426	Rändelscheibe (R1)	**
3	14	3	4822 413 50427	Rändelscheibe (R3, SK2, SK3)	**
4	14	1	4822 157 00728	Kontaktstift	**
5	14	1	4822 163 01007	Tülle	**
6	14	3	4822 159 00421	Schiebeschalter, 2polig (SK5, SK9, SK10)	*
7	14	4	M7 774 08	Anschlussklemme	*
8	14	2	4822 159 00366	Erdklemme	*
9	14	2	4822 159 00315	Regelknopf, 14 mmØ, Welle 6 mmØ	**
10	14	2	4822 159 00314	Deckel für Knopf, Pos. 9	**
11	14	2	4822 159 00359	Regelknopf, 14 mmØ, Welle 6 mmØ	**
12	14	2	4822 159 00358	Deckel für Knopf 11	**
13	14	2	4822 159 00318	Schalterknopf 22 mmØ	**
14	14	1	4822 158 00421	BNC-Konnektor BU2	*
15	14	4	4822 159 00575	Fuss	**
16	14	1	4822 159 00571	Instruktionsplatte, unten	**
17	14	2	4822 157 00714	Schiebeschalter, 3polig (SK3, SK4)	**
18	14	1	4822 159 00572	Rändelscheibe (R4)	**
19	14	1	4822 159 00574	Messraster	*
20	14	1	M7 113 92	Kontrastplatte	*
21	14	1	4822 157 00725	Handgriff	**
22	14	2	4822 159 80006	Zierleiste	**
23	15	1	M7 737 11	Netzspannungswähler	**
24	15	1	F 101 AA/001	Schmelzsicherungshalter	**
25	15	1	4822 159 00569	Kasten	**
26	16	5	4822 157 00732	Lampenfassung	**
27	16	1	M7 289 49	Anodenkontakt	*
28	16	1	4822 273 60041	Abschwächerschalter	**
29	16	10	4822 404 50127	Printklemme	**
30	16	6	976/PW9 × 12	Röhrenfassung noval	**
31	16	1	4822 255 70099	Röhrenfassung (Elektronenstrahlröhre)	**

Def. FS 88 v. 4.6.68:

{ 4822 107 02950
4822 107 03040

linke Seitenplatte
rechte "

Pos.	Abb.	Anzahl	Code-Nummer	Bezeichnung	S
32	16	220 cm	4822 320 40022	Verzögerungskabel (nur für PM 3221)	
33	17	1	4822 163 01068	Abstandsstück	**
34	17	1	4822 273 80072	Zeitablenkschalter	**
35	17	1	4822 273 30101	Dehnungsschalter	**
36	17	1	910/18×110	Befestigungsstreifen	**
		1	971/71	Schalteröl	

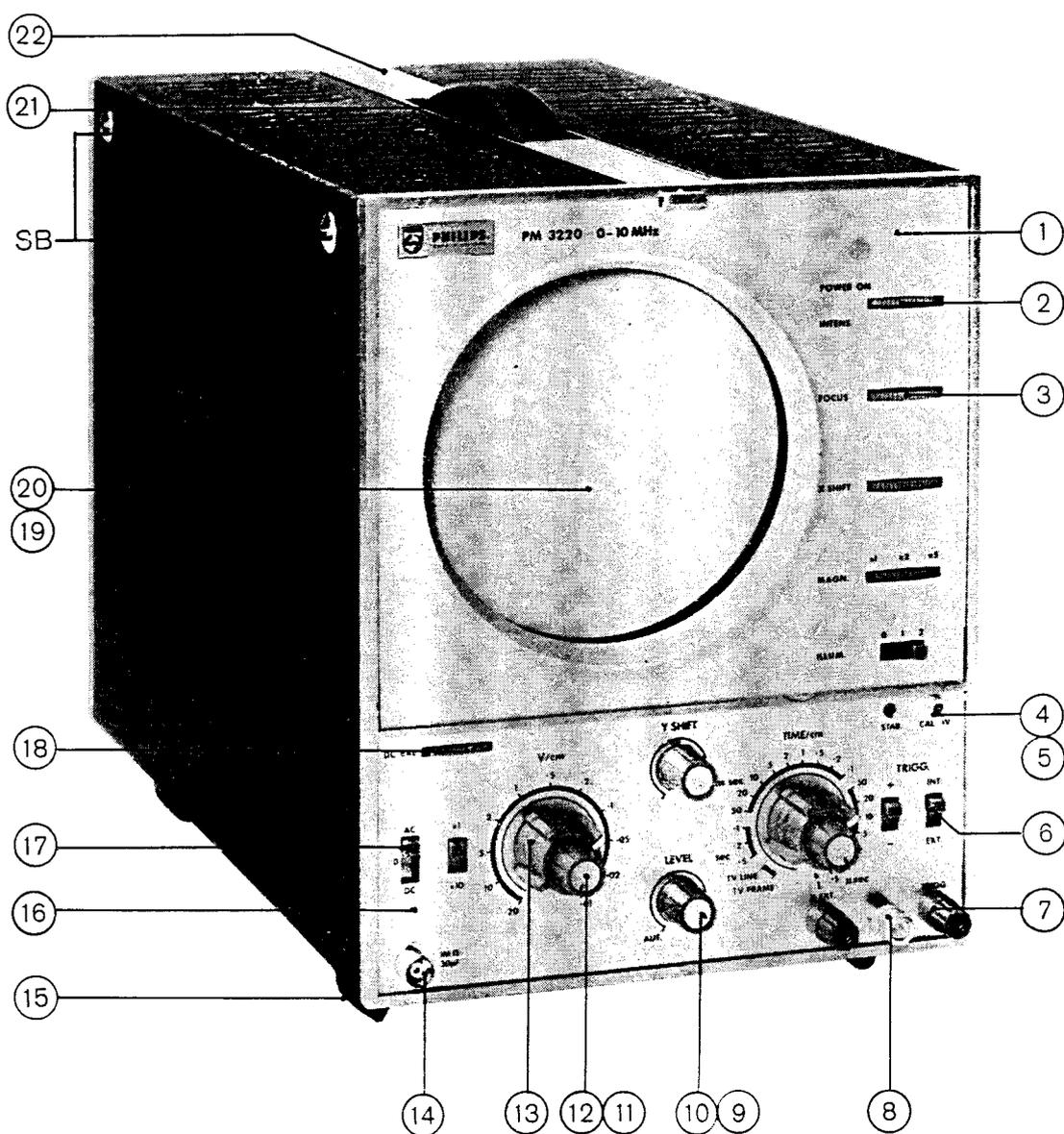


Abb. 14. Vorderansicht mit Positionsnummern

Plastik-frieffleiste f. linere Oberkante siehe Abb. 16

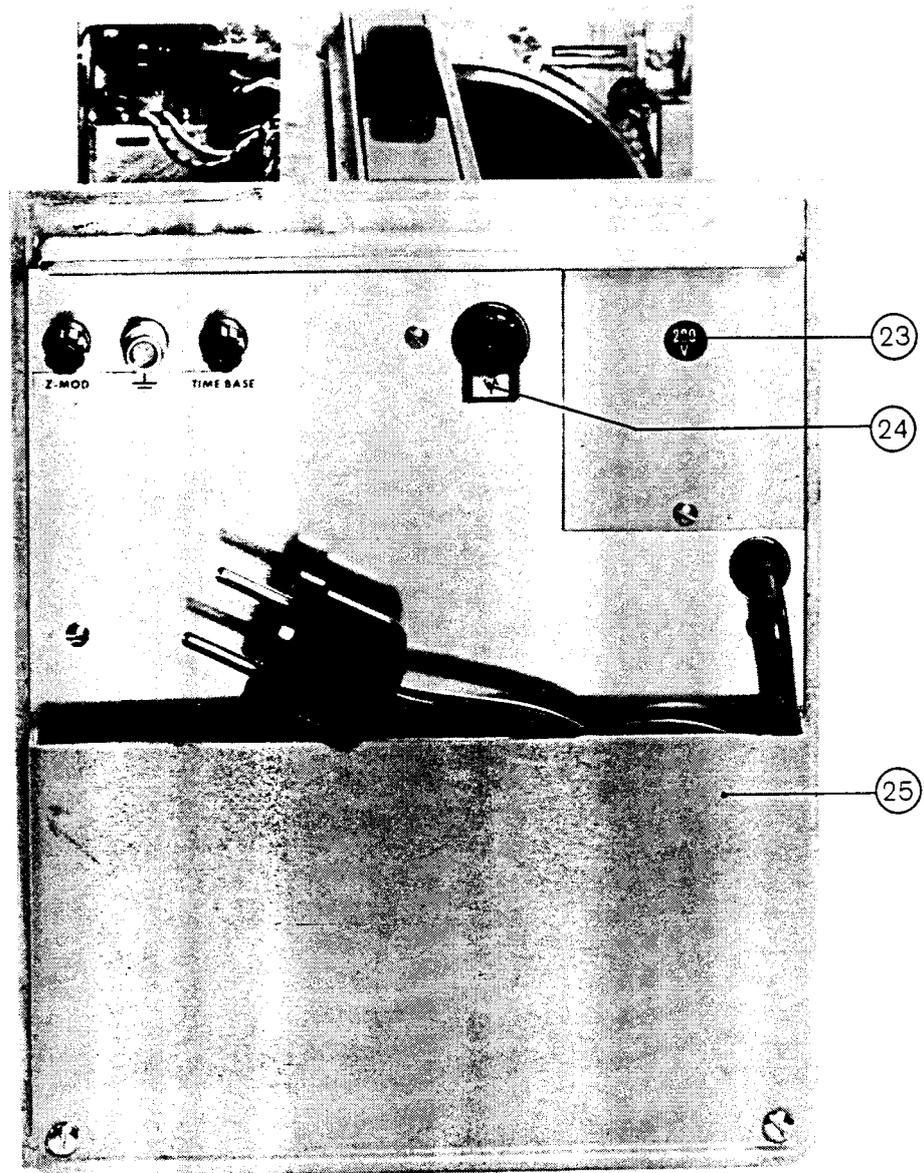


Abb. 15. Rückansicht mit Positionsnummern

EINZELTEILE DER SONDEN PM9326A/10 UND PM9325 (Abb. 12)

Pos.	Anzahl		Code-Nummer	Bezeichnung	S
		PM9326	PM9325		
1	1	1	M7 716 44	Messhaken	*
2	1		M7 755 33	Stator	*
3	1		M7 759 05	Rotor	*
4	1		M7 216 05	Druckfeder	*
5	1		M7 698 27	Stellmutter	*
6	15 cm	15 cm	R 783 KA/03J	Kabel	*
7	1	1	M7 289 60	Kabelschuh	*
8	1	1	978/8	Abgreifklemme	*
9	1	1	M7 604 00	Stecker	*
10	1	1	4822 158 00455	BNC-Konnektor	*
11	1	1	P5 656 94/JE	Kabeltülle	*
12	1		M7 292 03	Buchse	*
13	1		M7 632 58	Widerstand	*
14	1 m	1 m	R 209 KA/15	Kabel	*
15	1	1	M7 343 31	Steckerstift	*
16	1	1	M7 731 81	Messklemme	*
17	1	1	4822 157 00731	Kabelmutter	*
18		1	4822 159 00365	Messkopf 1 : 1	*
19	1	1	4822 321 20087	Messkopfkabel, komplett	*
	1	1	4822 321 20096	Erdkabel	*

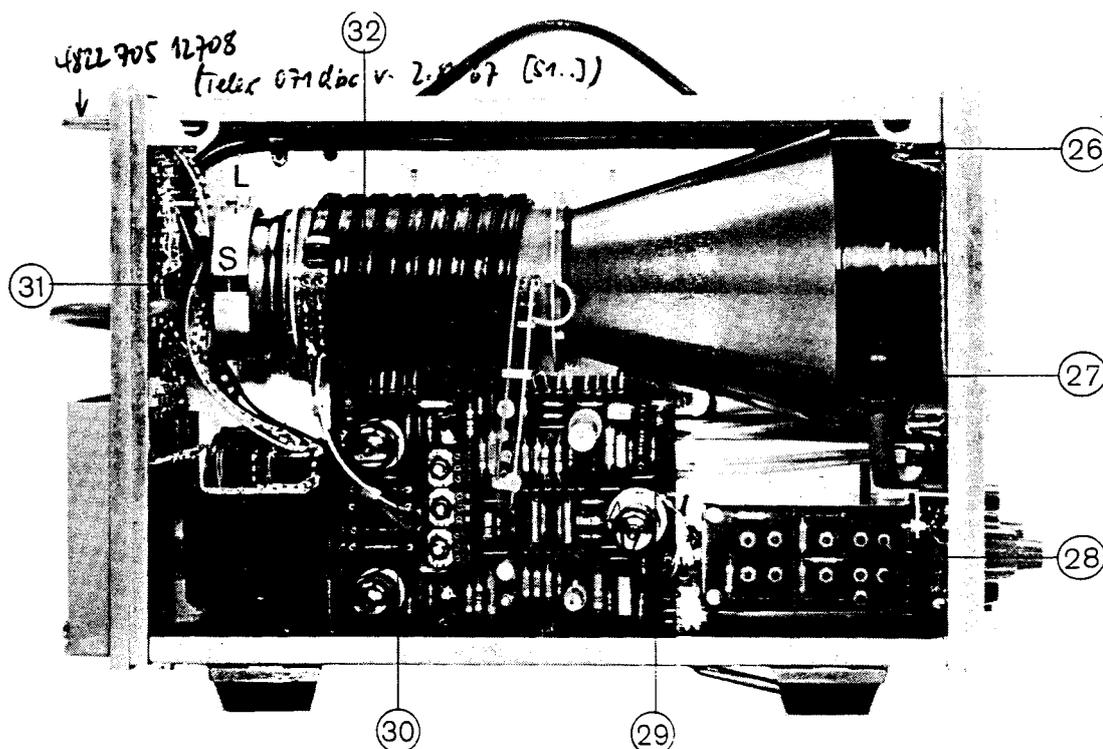


Abb. 16. Seitenansicht (links) mit Positionsnummern

ERLÄUTERUNG ZUR SPALTE "S"

- Nicht mit einem Stern bezeichnete Einzelteile

Hierzu gehören:

a. Alle elektrischen Bauteile.

b. Die mechanischen Teile, die leicht beschädigt werden können oder der Abnutzung besonders ausgesetzt sind.

Die PHILIPS-Service-Stellen im betreffenden Land sowie Betriebe, die das Gerät verwenden und in der Lage sind, eventuelle Reparaturarbeiten selbst durchzuführen, sollen die obengenannten Teile vorrätig halten.

- Einzelteile, die mit einem Stern bezeichnet sind

Diese Einzelteile haben im allgemeinen eine lange oder unbegrenzte Lebensdauer, sind aber wesentlich für die gute Funktion des Gerätes. Ob es Sinn hat, diese Teile in beschränktem Umfange vorrätig zu halten, hängt von folgenden Faktoren ab:

a. Die Anzahl der Geräte, die im betreffenden Land oder Betrieb mit einer eigenen Service-Stelle vorhanden ist.

b. Die Notwendigkeit, das Gerät ständig in Betrieb oder betriebsfähig zu haben.

c. Die Lieferfrist für die Einzelteile unter Berücksichtigung der Einfuhr- oder Versandmöglichkeiten im betreffenden Land.

- Einzelteile, die mit zwei Sternen bezeichnet sind

Diese Teile haben eine lange oder unbegrenzte Lebensdauer und sind für die gute Funktion des Gerätes nicht wesentlich. Im allgemeinen brauchen diese Teile am Verwendungsort nicht vorrätig gehalten zu werden.

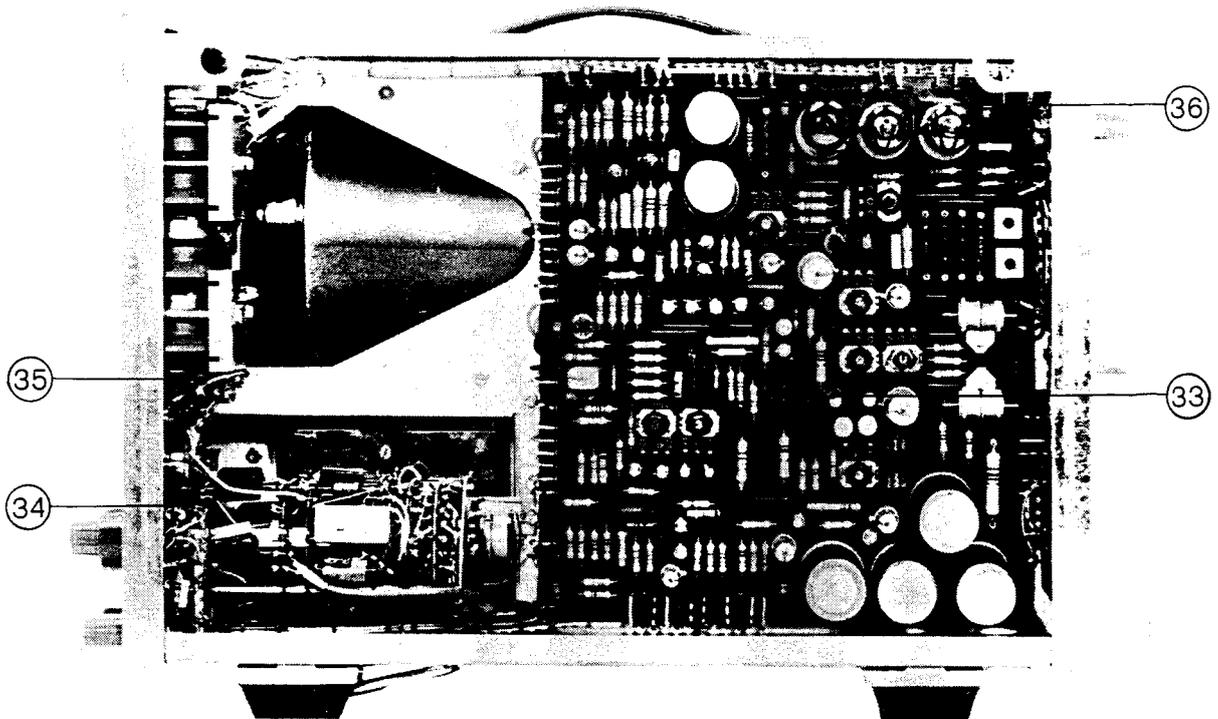


Abb. 17. Seitenansicht (rechts) mit Positionsnummern

B. ELEKTRISCH

Die Einzelteilliste enthält diejenigen Bestandteile, deren Kodenummern und Wertangaben nicht im Prinzipschaltbild angegeben sind.

Eine Anzahl genormter Einzelteile sind im Prinzipschaltbild mit einer Markierung versehen, woraus die Servicekodenummer abgeleitet werden kann.

Die Bedeutung der Kode ist nachstehend angegeben:

	Kohlewiderstand	0,25 W	$\leq 1 \text{ M}\Omega : 5\%$ $> 1 \text{ M}\Omega : 10\%$	902/K...
	Kohlewiderstand	1 W	$\leq 2,2 \text{ M}\Omega : 5\%$ $> 2,2 \text{ M}\Omega : 10\%$	900/P...
	Kohlewiderstand	0,5 W	$\leq 10 \text{ M}\Omega : 1\%$ $> 10 \text{ M}\Omega : 2\%$	901/...
	Kohlewiderstand	0,5 W	$\leq 1,5 \text{ M}\Omega : 5\%$ $> 1,5 \text{ M}\Omega : 10\%$	902/F...
	Drahtwiderstand	5,5 W	$> 270 \Omega : 5\%$ $\leq 270 \Omega : 10\%$	938/A...
	Kohlewiderstand	0,125 W	5%	902/A...
	Keramischer Kondensator	500-700 V		904/...
	Styroflex-Kondensator	500 V	1%	905/D...
	Polyester-Kondensator	400 V	10%	906/...
	Keramischer Trimmer ($\leq 22\text{E}$) Lufttrimmer ($\geq 30\text{E}$)			908/...

Beispiel

120 K 	Kodenummer	901/120K
 4.7	Kodenummer	904/4E7

Die richtigen Werte der Wahlwiderstände und Kondensatoren wurden beim Abgleich in der Fabrik bestimmt.

Bei Widerständen ohne nähere Bezeichnung handelt es sich um Kohlewiderstände.

Kondensatoren

<i>Pos.</i>	<i>Code-Nummer</i>	<i>Wert</i>	<i>Betriebsspannung</i>	<i>Toleranz</i>	<i>Bezeichnung</i>
C16	B1 530 75	0.1 μ F	600 V		Papier
C41	4822 069 01027	10 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C42	909/W80	80 μ F	16 V		Elektrolyt
C44	4822 069 01068	12 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C46	4822 069 01032	32 μ F	100 V		Elektrolyt
C48	904/				Keramisch (Wahl)
C301	4822 143 00591	15 nF	1,6 kV	10%	Papier
C302	4822 069 01027	10 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C502	909/G6.4	6.4 μ F	10 V		Elektrolyt
C504	4822 069 00628	470 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C505	4822 069 00601	330 nF	250 V		Metall-Polyester
C513	909/W80	80 μ F	16 V		Elektrolyt
C514	909/W80	80 μ F	16 V		Elektrolyt
C517	909/Z32	32 μ F	40 V		Elektrolyt
C519	909/W2.5	2,5 μ F	16 V		Elektrolyt
C522	4822 069 01027	10 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C526	909/Z10	10 μ F	64 V		
C528	4822 141 00242	1 μ F			Elektrolyt
C529	siehe C528	100 nF			
C530	siehe C528	10 nF			Becherkondensator
C531	905/D950E par. 905/D24E	975 pF	500 V		Glimmer
C532	905/D300E par. 905/D75E	375 pF	500 V		Glimmer
C533	905/D160E par. 905/D10E	170 pF	500 V		Glimmer
C535	4822 141 00243	10 μ F			Becherkondensator
C544	4822 069 00622	1 μ F	250 V	10%	Metall-Polyester
C546	4822 069 01063	150 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C547	909/W10	10 μ F	16 V		Elektrolyt
C703	4822 069 01027	10 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C1001	4822 069 01031	64 μ F	300 V		Elektrolyt
C1002	4822 069 00928	100 μ F	40 V		Elektrolyt
C1003	4822 069 01031	64 μ F	300 V		Elektrolyt
C1004	4822 124 40055	250 μ F	100 V		Elektrolyt
C1006	4822 124 40055	250 μ F	100 V		Elektrolyt
C1007	909/W250	250 μ F	16 V		Elektrolyt
C1008	4822 069 00878 par.	1250 μ F	25 V		Elektrolyt

<i>Pos.</i>	<i>Code-Nummer</i>	<i>Wert</i>	<i>Betriebsspannung</i>	<i>Toleranz</i>	<i>Bezeichnung</i>
C1009	909/W125	125 μ F	16 V		Elektrolyt
C1010	4822 121 40095	120 nF	250 V		Metall-Polyester
C1101	909/W125	125 μ F	16 V		Elektrolyt
C1102	4822 069 01064	100 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C1103	4822 069 01064	100 nF	250 V	10%	Metall-Polyester
C1104	4822 143 00591	15 nF	1.6 kV		Papier
C1106	4822 143 00591	15 nF	1.6 kV		Papier
C1107	4822 143 00591	15 nF	1.6 kV		Papier
C1108	4822 143 00591	15 nF	1.6 kV		Papier

Widerstände

<i>Pos.</i>	<i>Code-Nummer</i>	<i>Wert</i>	<i>Leistung</i>	<i>Toleranz</i>	<i>Bezeichnung</i>
R1	916/DE1M	1 M Ω			Potentiometer lin.
R2	916/DE1M	1 M Ω			Potentiometer lin.
R3	916/GE20K	20 M Ω			Potentiometer lin.
R4	4822 071 00802	220 Ω			Potentiometer lin.
R5	4822 071 00636	2200 Ω			Potentiometer lin.
R6	4822 071 00636	2200 Ω			Potentiometer lin.
R7	4822 140 00356	500 Ω			Potentiometer lin.
R8	4822 071 00953	22 k Ω			Potentiometer lin.
R9	4822 071 00714	5 k Ω			Potentiometer lin.
R16	B8 305 23D/900K	900 k Ω	0,1 W	1%	Kohle
R17	B8 305 23D/111K	111 k Ω	0,25 W	1%	Kohle
R18	B8 305 23D/990K	990 k Ω	0,1 W	1%	Kohle
R19	B8 305 23D/10K1	10,1 k Ω	0,125 W	1%	Kohle
R21	4822 111 20236	999 k Ω	0,1 W	1%	Kohle
R22	E 003 AB/D1K	1 k Ω	0,125 W	1%	Kohle
R24	901/1M (2 par.)	500 k Ω	0,125 W	1%	Kohle
R26	B8 305 23D/1M	1 M Ω	0,1 W	1%	Kohle
R27	B8 305 23D/800K	800 k Ω	0,1 W	1%	Kohle
R28	E 003 AB/D250K	250 k Ω	0,125 W	1%	Kohle
R35	938/A27E	27 Ω	5,5 W	5%	Draht
R71	4822 101 20154	220 Ω			Potentiometer lin.
R73	4822 101 20154	220 Ω			Potentiometer lin.
R74	4822 071 01022	10 k Ω			Potentiometer lin. (nur PM3221)
R312	4822 071 00712	470 k Ω			Potentiometer PW
R313	4822 071 00712	470 k Ω			Potentiometer PW
R536	4822 071 00656	4,7 k Ω			Potentiometer PW
R546	4822 071 00636	2,2 k Ω			Potentiometer PW
R594	B8 305 23D/250K	125 k Ω			Kohle (2 par.)
R596	901/1M (2 par.)	500 k Ω			Kohle

<i>Pos.</i>	<i>Code-Nummer</i>	<i>Wert</i>	<i>Leistung</i>	<i>Toleranz</i>	<i>Bezeichnung</i>
R713	4822 071 00636	2,2 k Ω			Potentiometer PW
R1004	4822 101 20154	220 Ω			Potentiometer lin.
R1014	4822 071 00635	1 k Ω			Potentiometer PW
R1018	4822 071 00635	1 k Ω			Potentiometer PW

Übrige Einzelteile

<i>Pos.</i>	<i>Code-Nummer</i>	<i>Bezeichnung</i>
T1001	4822 168 01102	Speisetransformator
T1100	4822 117 00516	HS-Transformator
VL1001	974/V1000	Schmelzsicherung
VL1002	A3 425 53	Temperatursicherung
VL1003	974/V1000	Schmelzsicherung
L1	4822 157 50175	Spule
L2	4822 157 50175	Spule
L3	4822 157 50175	Spule
L4	4822 157 50175	Spule
L501	4822 207 00365	Spule
L502	4822 207 00365	Spule
L1001	4822 108 00589	Spule
U2	4822 159 00576	Printplatte komplett mit Einzelteilen (Y-Verstärker)
U3	4822 159 00577	Printplatte komplett mit Einzelteilen (Zeitablenkung, X-Verstärker, Speisung)
U4	4822 159 00578	Printplatte komplett mit Einzelteilen (HS-Einheit)

Röhren und Halbleiter**Röhren**

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>	<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
B1	ECC88	B303	GL8
B2	ECC88	B701	E810F
B3	ECC88	B702	E180F
B301	D13-27GH	B1001	ECC88
B302	GL8	B1002	ZZ1000

Transistoren

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>	<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
TS1	AF124	TS6	AF124
TS2	AF124	TS7	AF124
TS3	AF124	TS8	AF118
TS4	AF124	TS9	AF124

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>	<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
TS10	AF124	TS511	2N929
TS11	AF118	TS512	AF124
TS12	AF124	TS513	AF124
TS13	AF124	TS514	AF124
TS501	AF186	TS516	AF124
TS502	AF186	TS517	AF124
TS503	BSY39	TS518	BC107 oder BF115
TS504	BSY39	TS519	BC107 oder BF115
TS505	AF124	TS520	2N929
TS506	ASZ21	TS1001	ASZ16
TS507	ASZ21	TS1002	AC128
TS508	AF124	TS1003	AF118
TS509	2N930	TS1004	AF118
		TS1101	ASZ18

Die Transistoren TS1-2-3-4-9-11-501 und 502 müssen mit einer Toleranz von 10% im Bereich $60 \leq h_{fe} \leq 250$ so gewählt werden, dass es ausgesuchte Paare sind. Ausserdem müssen für TS501 und TS502 Transistoren mit $I_{ceo} < 50 \mu A$ verwendet werden.

Dioden

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>	<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
GR1	OA90	GR1007	BYY20
GR3	OA95	GR1008	OA202
GR4	OA95	GR1009	OA202
GR501	AAZ15	GR1101	BYX11
GR502	BAY38	GR1102	BYX11
GR1003	BYY21	GR1103	BYX11
GR1004	BYY20	GR1104	BYX11
GR1006	BYY21		

Zenerdioden

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>	<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
GR2	BZY59	GR1011	OAZ212
GR503	BZY62	GR1105	BZY59

Gleichrichterzellen

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
GR1001	B250C125
GR1002	B125C140

Lampen

<i>Nummer</i>	<i>Typ</i>
LA1001 ... LA1005	6828

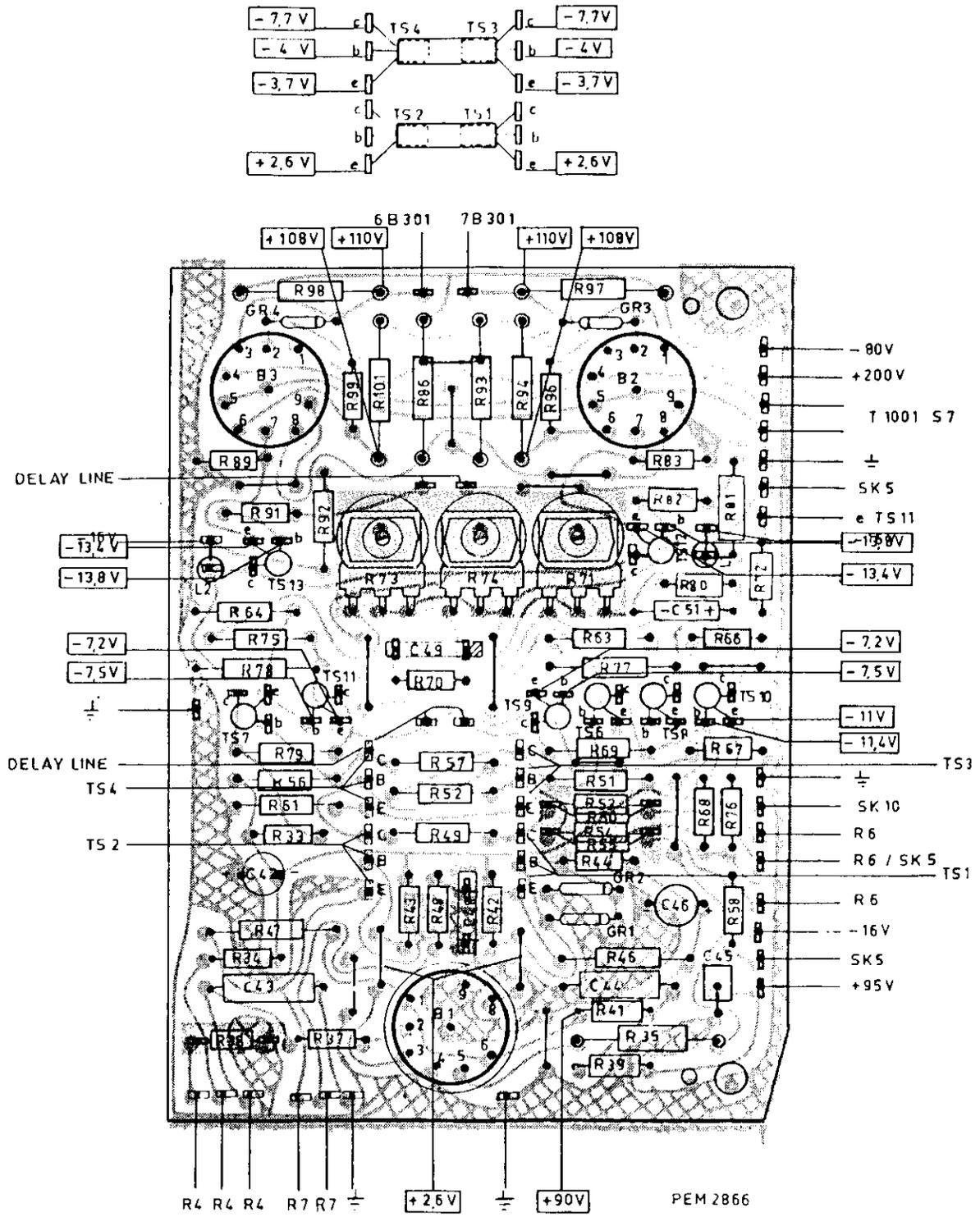
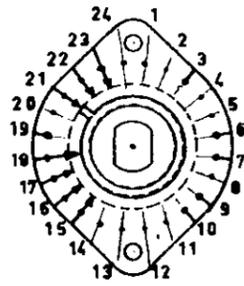
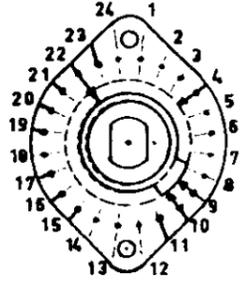


Abb. 18. Printplatte U2, Y-Verstärker (R74 und C49 nur für PM 3221)
 Erratum: C45 ist auf Einheit U3 montiert worden.

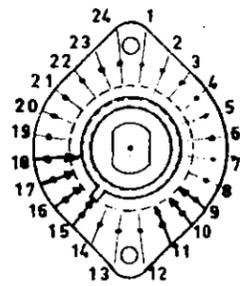
CONTACTS ON THE FRONT SIDE OF THE WAFER



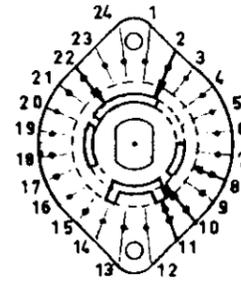
I



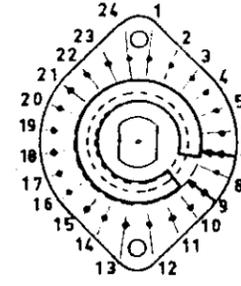
II



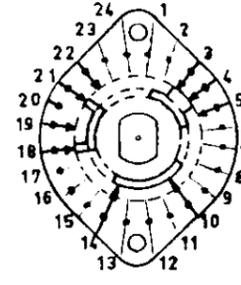
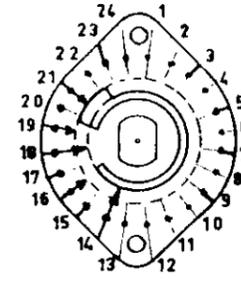
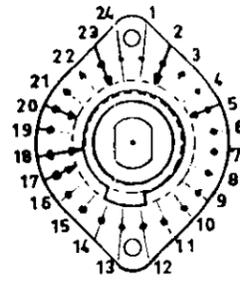
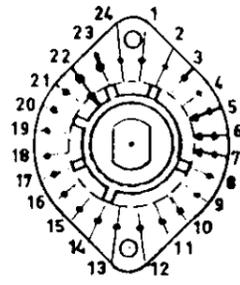
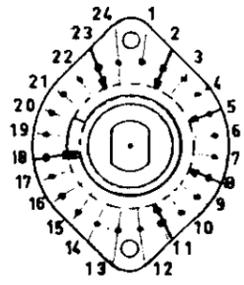
III



IV



V



**CONTACTS ON THE REAR SIDE OF THE WAFER,
SEEN FROM THE FRONT SIDE**

SK 7

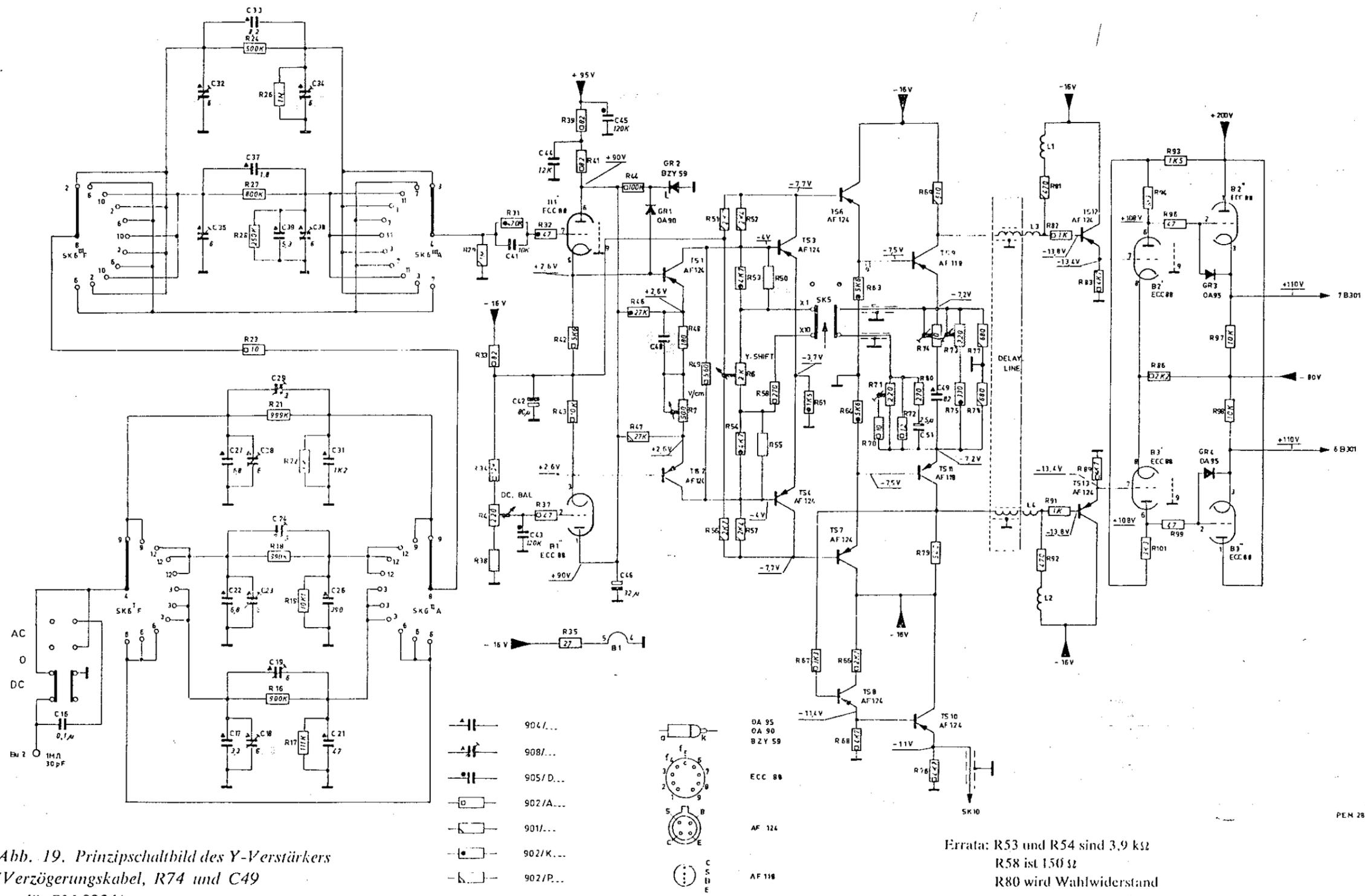
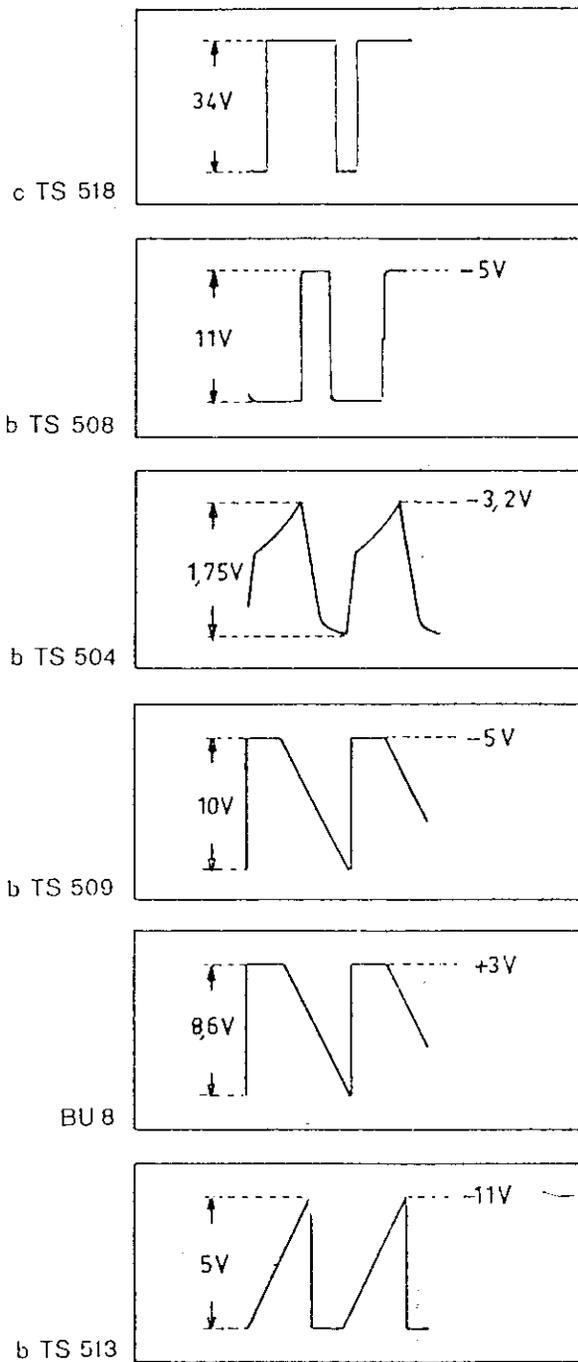


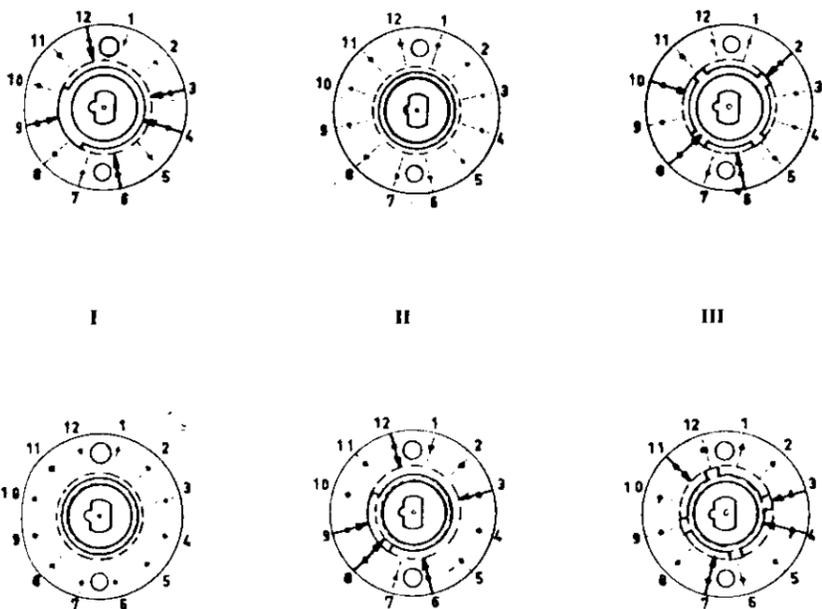
Abb. 19. Prinzipschaltbild des Y-Verstärkers (Verzögerungskabel, R74 und C49 nur für PM 3221)



PEM 297 J

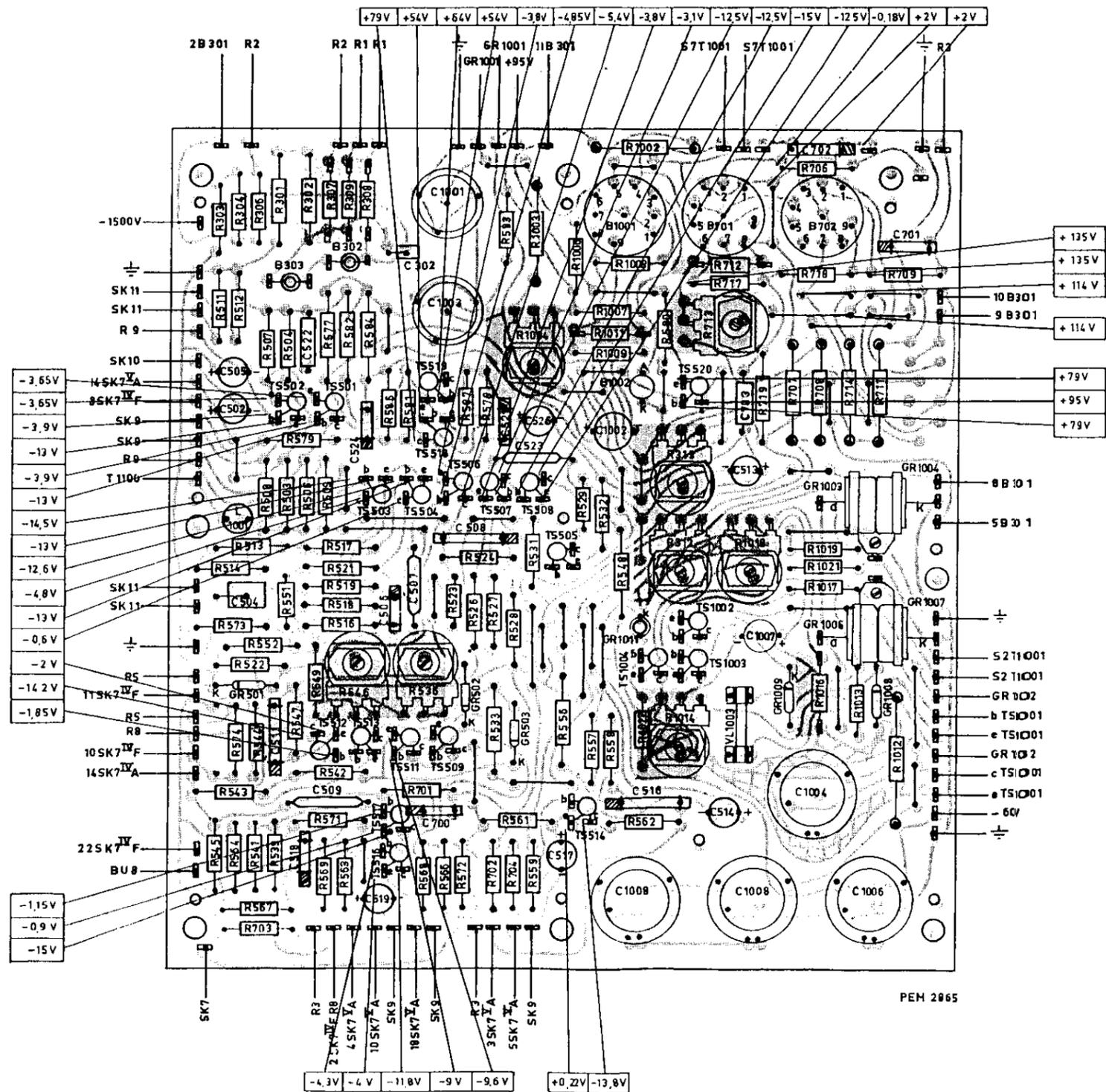
Abb. 20. Oszillogramme

CONTACTS ON THE FRONT SIDE OF THE WAFER



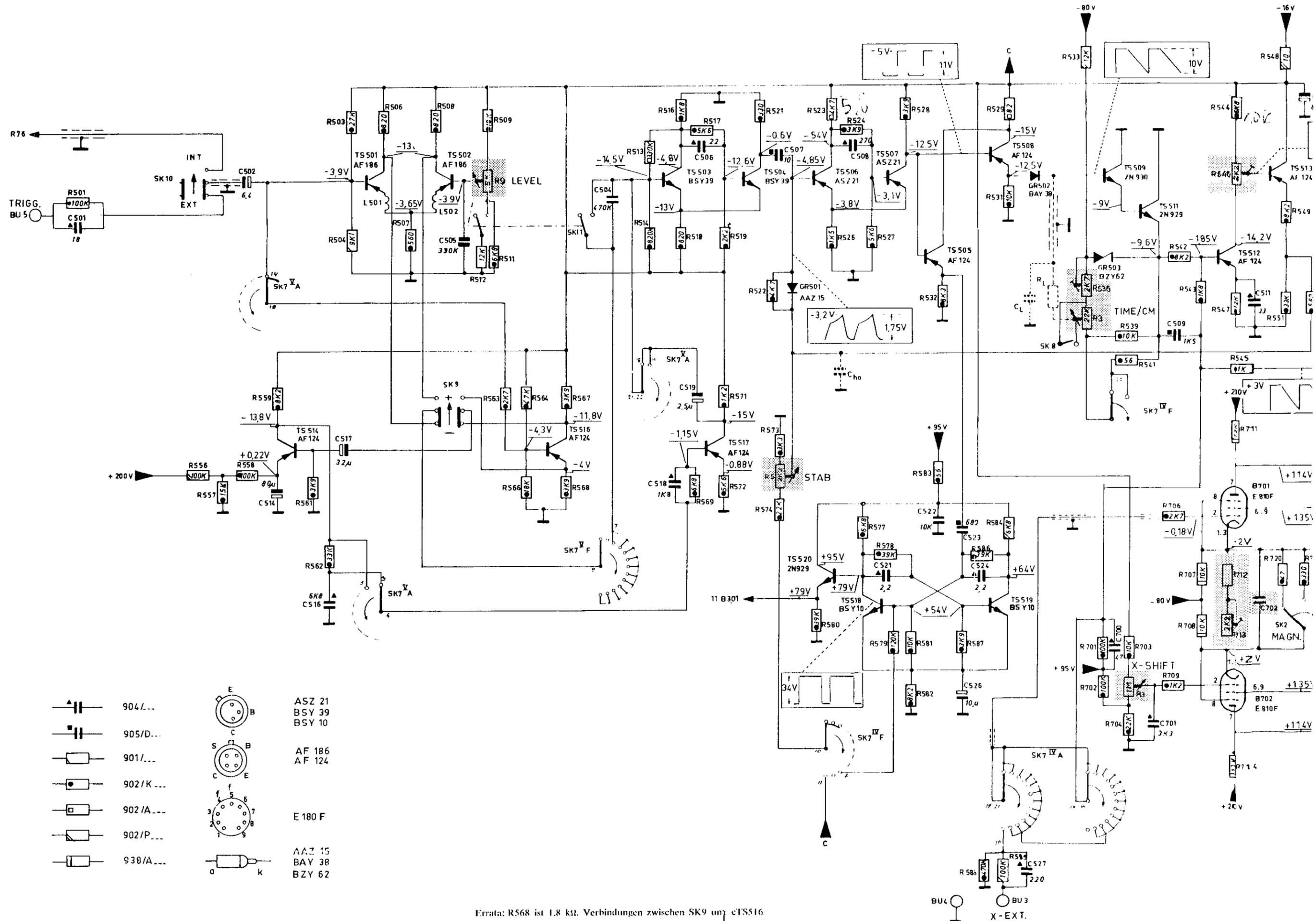
CONTACTS ON THE REAR SIDE OF THE WAFER, SEEN FROM THE FRONT SIDE

SK 6



PEM 2065

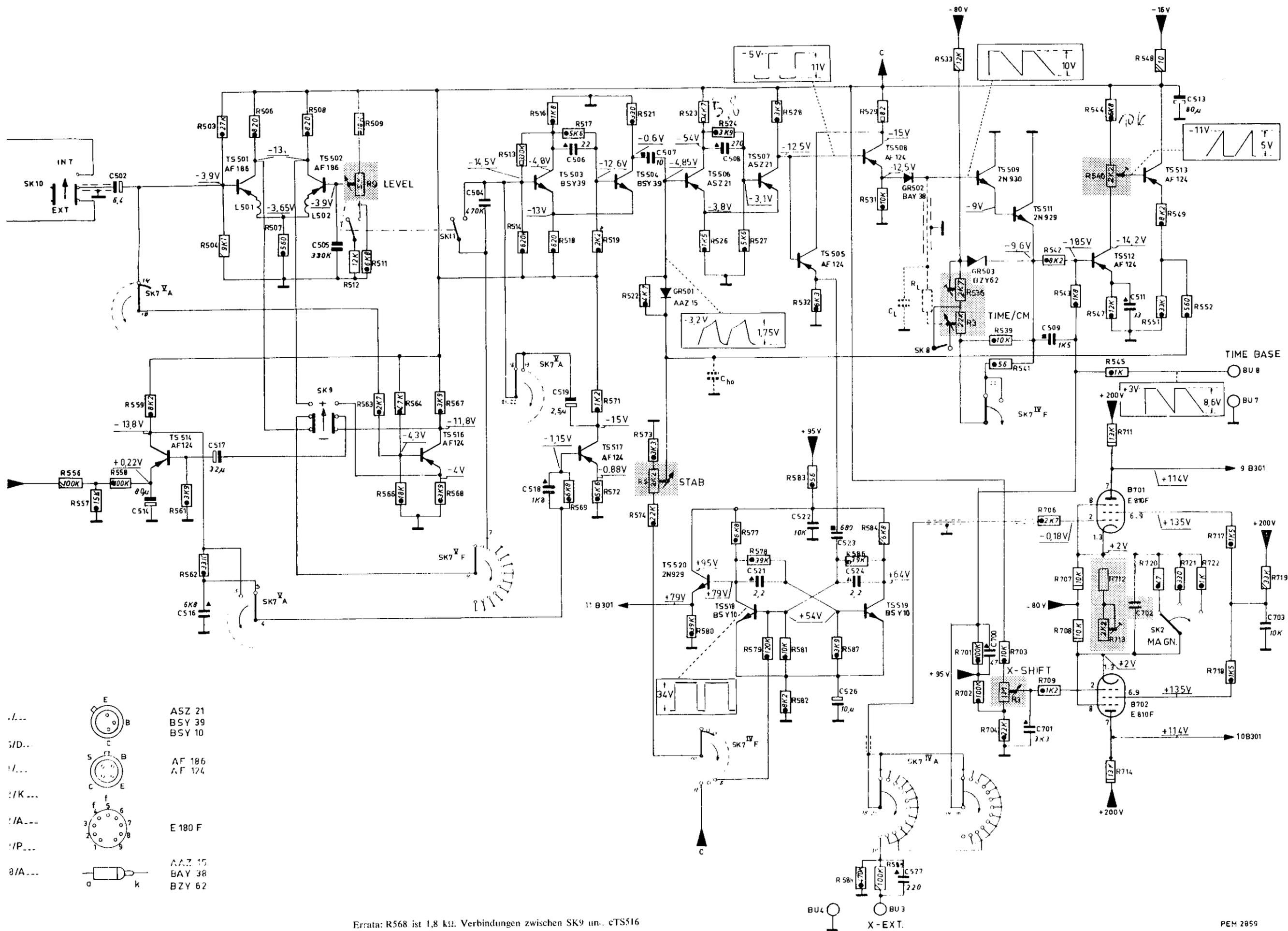
Abb. 21. Printplatte U3, Zeitblenkengenerator, X-Verstärker, Versorgungsteil



	904/...		ASZ 21
	905/D...		BSY 39
	901/...		BSY 10
	902/K...		AF 186
	902/A...		AF 124
	902/P...		E 180 F
	938/A...		AAZ 15
			BAY 38
			BZY 62

Errata: R568 ist 1.8 kΩ. Verbindungen zwischen SK9 und eTS516 und eTS516 müssen umgewechselt werden.

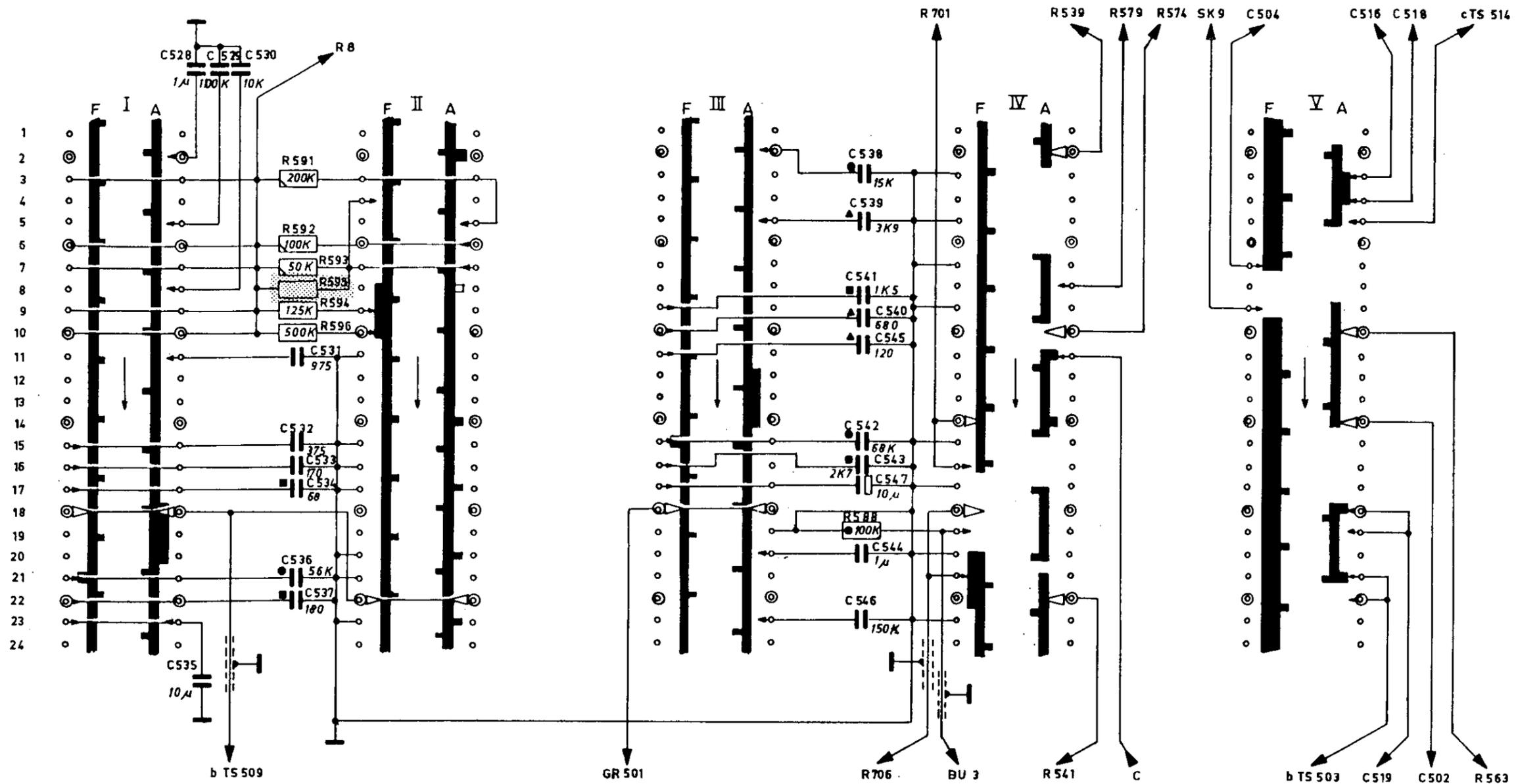
Abb. 22. Prinzipschaltbild des Zeitablenkgenerators und X-Verstärkers



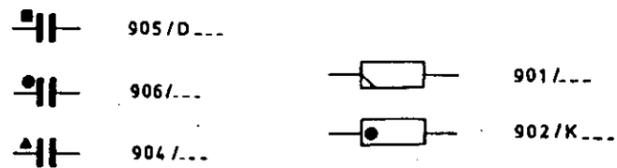
- /•... ASZ 21
- /D... BSY 39
- /... BSY 10
- /... AF 186
- /K... AF 124
- /A... E 180 F
- /P... AAZ 15
- /A... BAY 38
- BZY 62

Errata: R568 ist 1,8 kΩ. Verbindungen zwischen SK9 und cTS516 und cTS516 müssen umgekehrt werden.

1 des Zeitablenkgenerators und X-Verstärkers



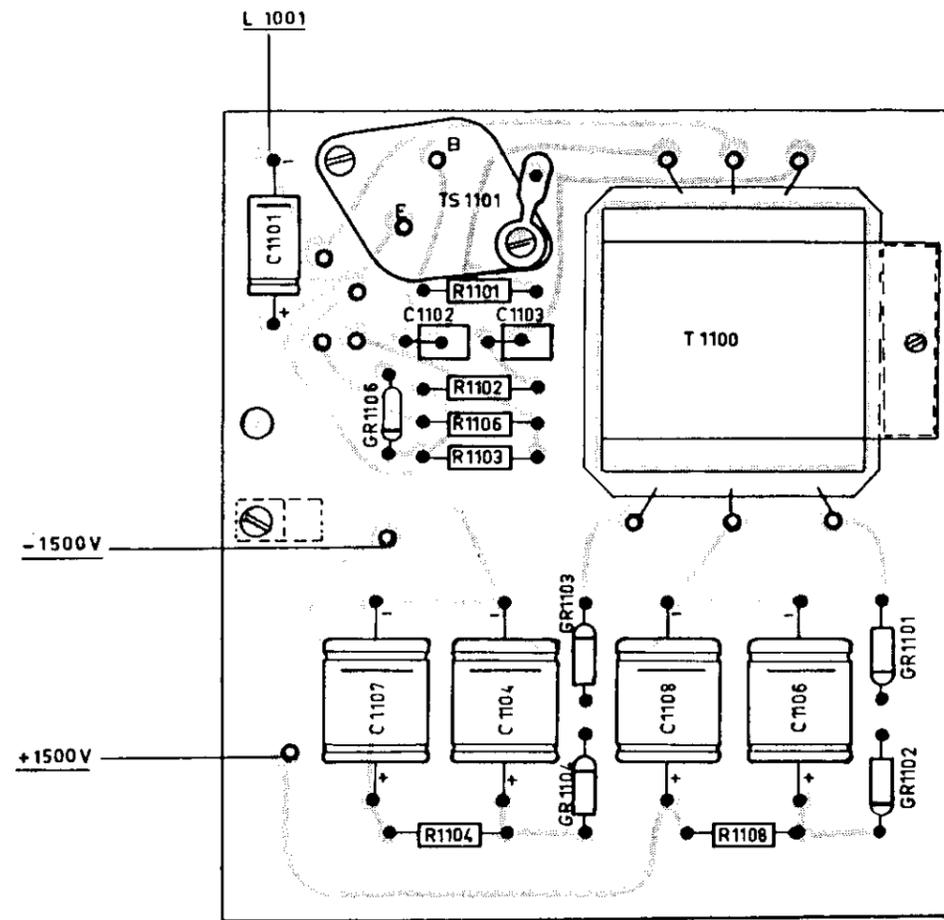
PEM 2863



Die Widerstände R591, R592 und R593 müssen innerhalb des Toleranzbereiches von 1% gewählt werden. Alle drei Widerstände müssen eine gleiche Toleranz besitzen, z.B. entweder alle positiv oder alle negativ.

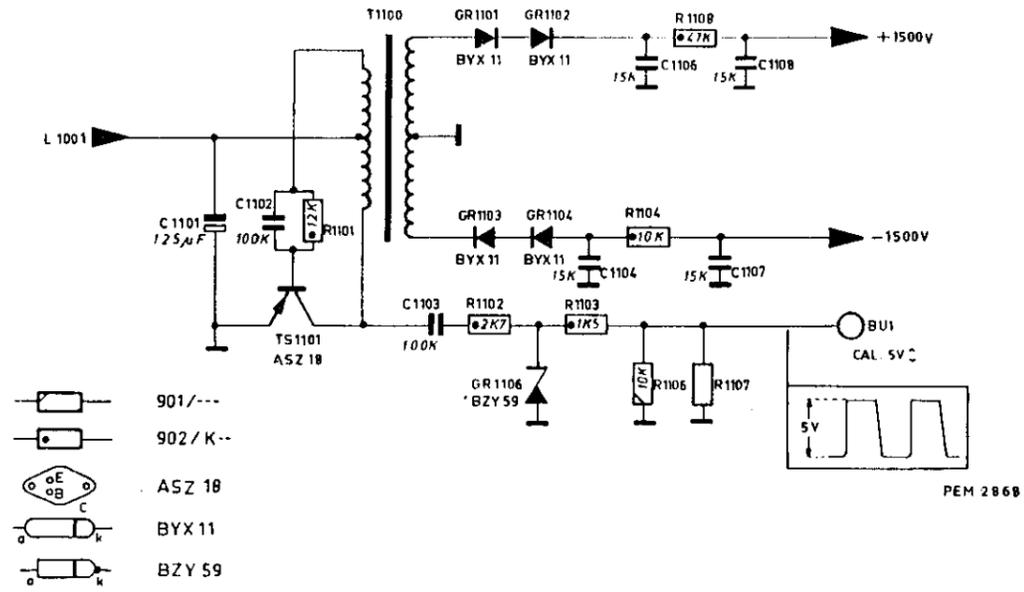
Erratum: Parallel an C534 ist Wahlkondensator C548 montiert worden um die höchste Laufzeiten abgleichen zu können.

Abb. 23. Zeitablenkschalter

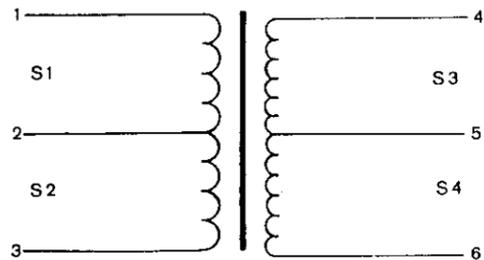
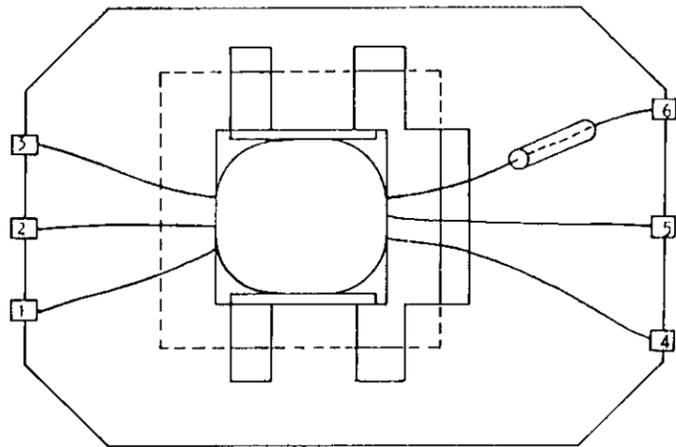


PEM 2 067

Abb. 24. Printplatte U4, IIS-Einheit

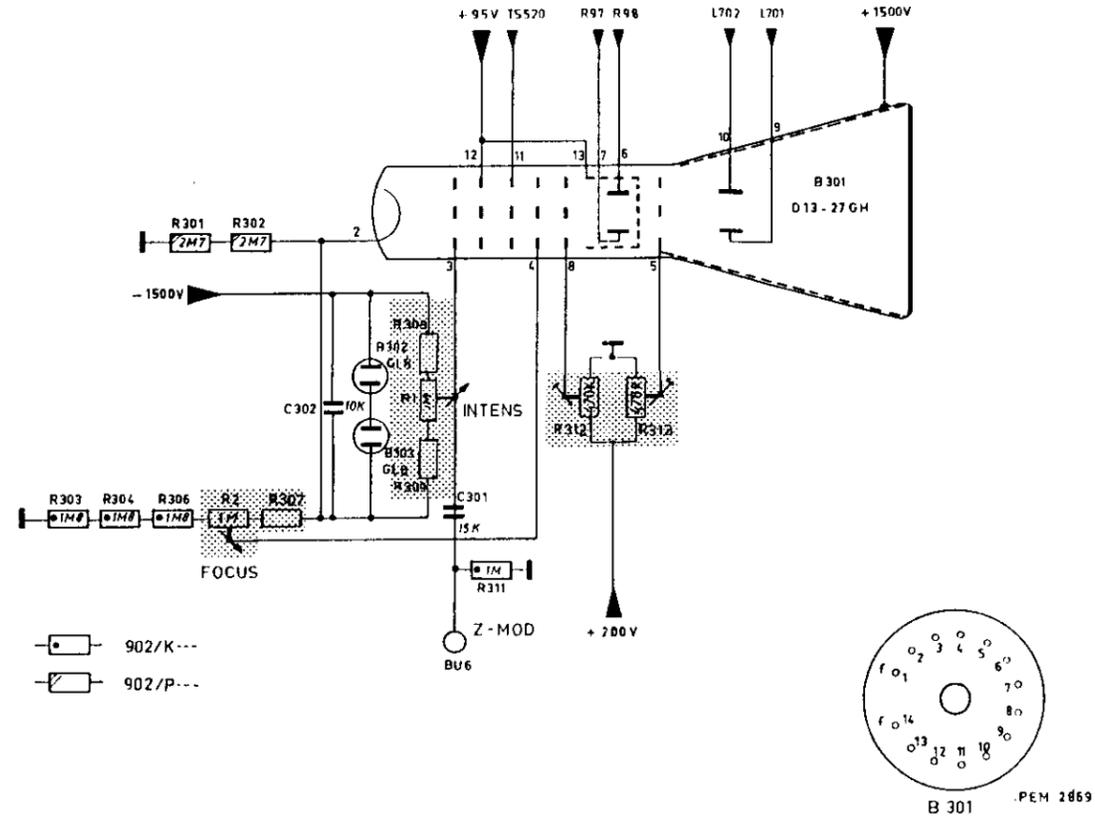


- 901/---
- 902/K--
- ASZ 18
- BYX 11
- BZY 59



CODE	TURNS
S1	25
S2	25
S3	2400
S4	2400

Abb. 25. Prinzipschaltbild IS-Einheit



- 902/K---
- 902/P---

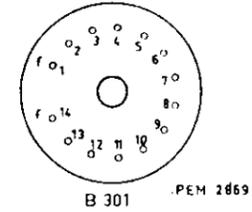
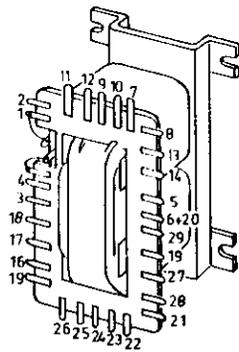


Abb. 26. Prinzipschaltbild ESR-Schaltung



Code	1-2=15-16	3-4	17-18	7-8=21-22	5-6=19-20	9-10=23-24	11-12=25-26	13-14=27-28
Volts	110	15	20	219	34,4	22,8	7	7
Turns	500	68	86	1000	156	104	31	31

PEM3025

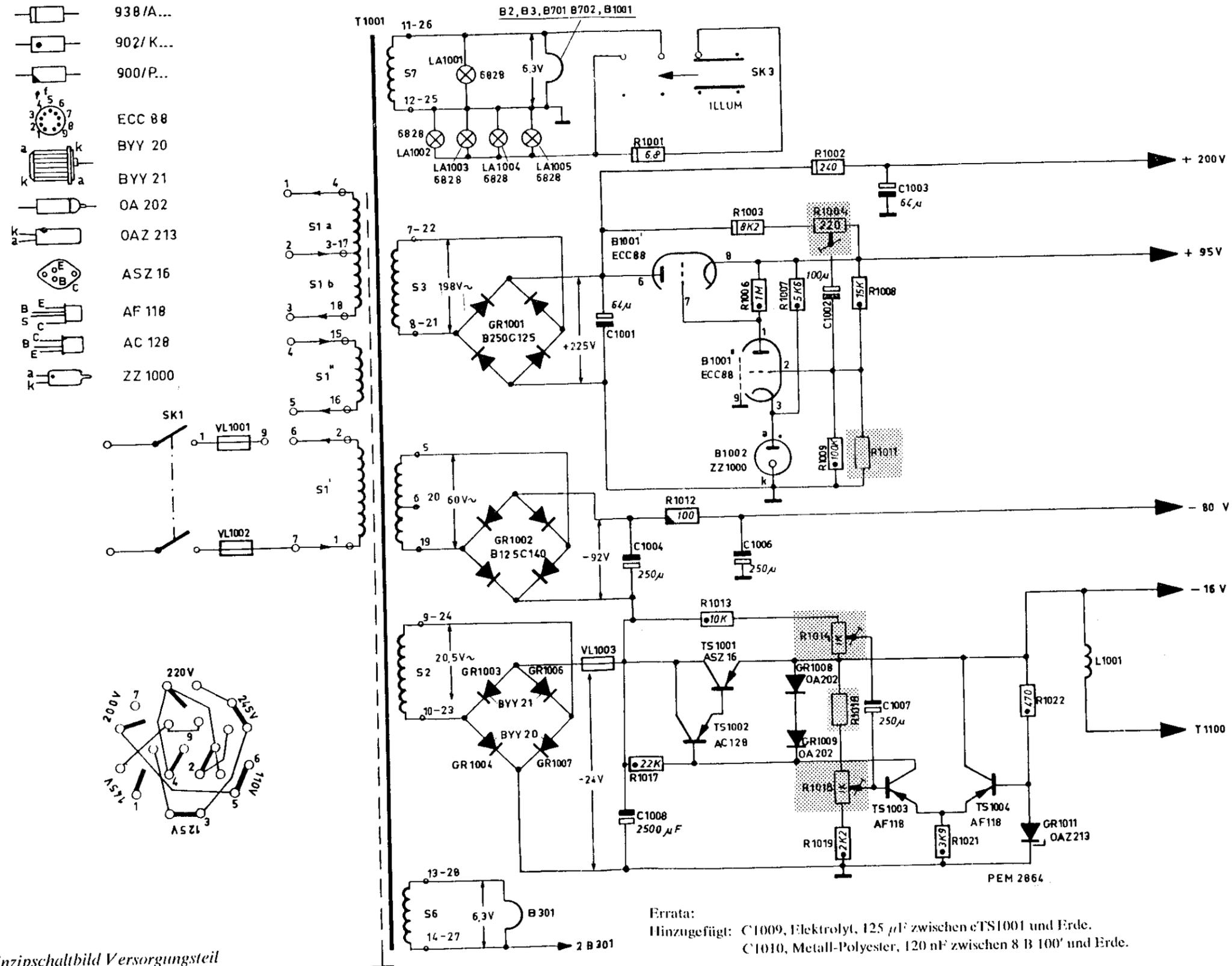


Abb. 27. Prinzipschaltbild Versorgungsteil