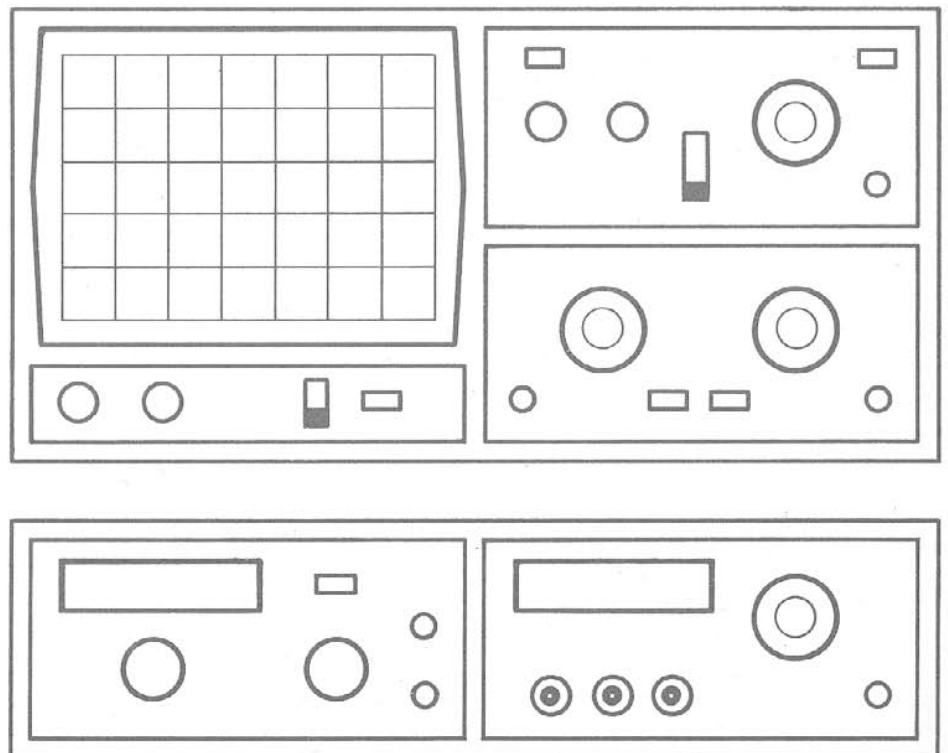


HAMEG

Instruments

MANUAL

Oscilloscope HM208



Oszilloskop-Datenblatt
mit technischen Einzelheiten P 1

Zubehör-Kurzdaten Z 1

Bedienungsanleitung

Allgemeine Hinweise M 1
 Aufstellung des Gerätes M 1
 Sicherheit M 1
 Betriebsbedingungen M 2
 Garantie M 2
 Wartung M 2
 Netzspannungsumschaltung M 2
 Art der Signalspannung M 3
 Größe der Signalspannung M 3
 Zeitwerte der Signalspannung M 4
 Anlegen der Signalspannung M 6
 Bedienung M 7
 Inbetriebnahme und Voreinstellung M 8
 Strahldrehung TR M 8
 Korrektur der DC-Balance M 8
 Tastkopf-Abgleich und Anwendung M 9
 Betriebsarten der Vertikalverstärker M11
 XY-Betrieb M11
 Phasendifferenz-Messung im Zweikanalbetrieb M12
 Messung einer Amplitudenmodulation M12
 Triggerung und Zeitablenkung M13
 Trigger-Anzeige M14

Speicherbetrieb

Allgemeine Hinweise M15
 Einzelkanaldarstellung M16
 Speicherumschaltung M17
 Zweikanaldarstellung M18
 Summen- und Differenzdarstellung M18
 Referenzliniendarstellung M18
 Zeitablenkung von tieffrequenten Signalen M19
 Pre-Triggerung M19
 XY-Betrieb M20
 Plotter-Ausgang M21

Kurzanleitung K 1

Bedienungselemente

mit herausklappbarem Frontbild K 2

Service-Kurzanleitung S 1

Schaltbilder

Verdrahtungsübersicht D 1
 Blockschaltbild (digital) D 2
 Blockschaltbild (analog) D 3
 Bezeichnung der Bauteile D 4

Oscilloscope HM 208

Schaltbilder

Y-Eingang, Teilerschalter,
 Bestückungsplan EY-Board D 5
 Y-Zwischenverstärker Kanal I u. II,
 Kanal Flip-Flop, Chopper Generator,
 Steuerlogik D 6
 Bestückungsplan XY-Board D 7
 Y-Endverstärker, Calibrator,
 Bestückungsplan YF- und CAL.-Board D 8
 X-Endverstärker D 9
 Trigger-Schaltung, Zeitbasis D10
 Bestückungsplan TB-Board D11
 Trigger-Verstärker, Logik f. digitale Zeitbasis D12
 Netzteil D13
 Kathodenstrahlröhre, Helltastung, Hochspannung D14
 Bestückungsplan: Z-Board, DEL-Board, TR-Board D15
 Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker (A/D)
 V_{ref}- und 5VA-Netzteil (für Wandler CA3308) D16
 Bestückungsplan ZW-Board (für Wandler CA3308) D17
 Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker (A/D)
 V_{ref}-Netzteil (für Wandler TDC 1048) D18
 Bestückungsplan ZW-Board (f. Wandler TDC 1048) D19
 Digitale Zeitbasis D20
 Plottersteuerung, Ausleselogik D21
 Pre-Trigger, Umspeicherlogik D22
 Bestückungsplan STP-Board D23
 A/D-Wandler (bestückt mit CA3308) D24
 Bestückungsplan A/D-Board (best. mit CA3308) D25
 A/D-Wandler (bestückt mit TDC 1048) D26
 Bestückungsplan A/D-Board (best. mit TDC 1048) D27

Abgleichplan A 1

Technische Daten

Betriebsarten (Normalbetrieb)

Kanal I, Kanal II, Kanal I und Kanal II,
Kanalumschaltung: alt. u. chop. (ca. 0,5 MHz).
 Summe und Differenz: K II \pm K I (invertierbar).
XY-Betrieb: gleiche Empfindlichkeitsbereiche.

Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich beider Kanäle:
 0 bis 20 MHz (-3 dB) im Normalbetrieb.
 Anstiegszeit: 17,5 ns. Überschwinger: max. 1 %.
Ablenkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen
 von 5 mV/cm bis 20 V/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 2,5:1 bis mindestens 50 V/cm.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
Y-Dehnung x5 (kalibriert) bis **1 mV/cm**
 im Frequenzbereich 0-5 MHz.
Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 30 pF.
 Eingangskopplung: DC-AC-GND.
 Eingangsspannung: max. 400V (DC + Spitze AC).

Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 18 kalibrierte Stellungen
 von 0,2 μ s/cm bis 0,1 s/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 2,5:1 bis mindestens 0,25 s/cm,
 mit **X-Dehnung x10** ($\pm 5\%$) bis 20 ns/cm.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
Triggerung: automatisch od. normal. LED-Anz.
 Flankenrichtung: positiv oder negativ.
 Quellen: K I, K II, Netz, extern, extern $\div 10$.
 Kopplung: AC, DC, HF- und NF-Filter.
Triggerschwelle: intern 5 mm, extern 0,3 V.
 Triggerbandbreite: 0 bis mindestens 40 MHz.
 Ext.Tr.-Eing.: max. 100V_{ss}, Imped. 1 M Ω || 30 pF.

Horizontal-Verstärker (X)

Frequenzbereich: 0 bis 2,5 MHz (-3 dB).
 Eingang über K II (siehe Vertikal-Verstärker).
X-Y-Phasendifferenz: $< 3^\circ$ unter 100 kHz.

Digitale Speicherung

Speicher: 4096 x 8 bit. Kanal I: 2048 Punkte/Bild.
 Zweikanal: 1024 Punkte/Bild. Zusatzspeicher:
 1 x 2048 Punkte oder 2 x 1024 Punkte.
Vertikalauflösung: 256 Punkte auf 10 cm Höhe.
Abtastfrequenz: Kanal I max. **20 MHz**,
 Kanal I und Kanal II max. 10 MHz.
Zeitkoeffizienten: 10 μ s/cm bis 50 s/cm.
Betriebsarten: Roll, Refresh, Single, XY-Betrieb,
 Addition: K II \pm K I, Hold K I, Hold K II. **Dot Joiner**.
 Pre-Trigger: 25-50-75-100%. Zeitdehnung 10x.
Plotter-Ausgang: Y 0,1 V/cm, X 0,1 V/cm ($\pm 10\%$)
 für das gespeicherte Signal von Kanal I oder Kanal II.
 Ausgangsinnenwiderstand: je 100 Ω .
 Ausgabegeschwindigkeit in 3 Stufen wählbar:
 zweikanalig = 5 s/cm bis 20 s/cm,
 einkanalig = 10 s/cm bis 40 s/cm (hohe Abtastrate).
 Penlift: TTL und CMOS kompatibel.

Verschiedenes

Röhre: D14-370 GH/93, **8 x 10 cm**, ca. 14 kV.
 Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
 Rasterbeleuchtungsschalter: dreistufig.
 Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz u. 1 MHz
 für Tastkopfabgleich. Ausgang: 0,2 V u. 2 V $\pm 1\%$.
Elektronische Regelung der Betriebsspannungen.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411).
 Netzanschluß 110, 125, 220, 240 V~.
 Zulässige Netzspannungsschwankung: $\pm 10\%$.
 Netzfrequenzbereich: 50-60-400 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 46 Watt.
 Gewicht: ca. 9 kg. Farbe: techno braun.
 Gehäuse (mm): **B** 285, **H** 145, **T** 380.
 Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.
 Änderungen vorbehalten.



20 MHz Oszilloskop mit digitaler Speicherung

Y: 2 Kanäle, 0-20 MHz, max. Empfindlichkeit 1 mV/cm;

X: 0,25s/cm-20ns/cm inkl. Dehnung x10, Triggerung bis 40MHz;

Speicher: Abtastrate max. 20MHz. Mit Single- und XY-Betrieb.

Das neue **Speicher-Oszilloskop HM208** kann ebenso **im Normalbetrieb wie mit digitaler Speicherung** arbeiten. Alle Funktionsarten, wie u.a. Einkanal- oder Zweikanal-Betrieb, Summen- und Differenzbildung der beiden Kanäle, X- und Y-Dehnung, X-Y Betrieb und die verschiedenen Triggervarianten sind auch im Speicherbetrieb anwendbar. Die Eigenart digitaler Speicherung bietet noch viel **mehr Möglichkeiten der Darstellung**, die im HM208 konsequent ausgenutzt werden. Zum Beispiel der **Single-Betrieb**, der es ermöglicht, mit einmaliger Zeitablenkung **sowohl periodische wie aperiodische Signale gespeichert** darzustellen. Durch die Zwischenspeicherung entfällt der im Normalbetrieb störende Helligkeitsabfall bei höheren Frequenzen. Ebenso lassen sich sehr tieffrequente Signale speichern, deren Kurvenformen sich nicht mehr als wandernder Lichtpunkt, sondern in geschlossener Form abbilden. Ein großer Vorteil der digitalen Speichertechnik ist die Erfassung der Vorgeschichte des aufgezeichneten Vorganges. Mit dem HM208 ist der **Pre-Trigger** auf vier verschiedene Werte – bis max. 100% – einstellbar. Eine periodisch sich wiederholende Neu-Speicherung ist im **Refresh-Modus** möglich. Im **XY-Betrieb** sind bei niedrigen Frequenzen Kennlinien, Ortskurven oder Lissajous-Figuren speicherbar. Der **Zusatzspeicher** eröffnet die Möglichkeit, ein **Mustersignal** zu speichern, während das **aktuelle Signal** im Hauptspeicher mit **gleicher Auflösung** läuft. Jederzeit und beliebig oft kann nun ein gegenseitiger **Austausch beider Signale** auf dem Bildschirm erfolgen. Dank der nachbeschleunigten Röhre ist das Signalbild besonders **hell und scharf**.

Der HM208 kann ohne speziellen Aufwand an einen **XY-Schreiber** (Plotter) angeschlossen werden, wobei ein **Penlift-Kommando integriert** ist. Die Schreibgeschwindigkeit läßt sich je nach Bildauflösung variieren.

Als Option ist ein **IEC-Bus** erhältlich, der **digital abgefragt** werden kann, um Daten an einen Rechner zu überstellen.

Lieferbares Zubehör

Tastköpfe 1:1, 10:1, 10:1 (HF), 100:1, 1:1/10:1; Demodulator-Tastkopf; Meßkabel BNC-BNC und Banane-BNC; 50 Ω -Abschluß; Lichtschutztubus; Tragetasche; IEC-Bus für HM208.



Modulare Tastköpfe

Klare Vorteile gegenüber herkömmlichen Tastköpfen sind die leichte Auswechselbarkeit aller sich abnutzenden Teile sowie der **zusätzliche HF-Abgleich** der 10:1-Teiler. Damit können erstmals Tastköpfe dieser Preisklasse auch HF-mäßig richtig an jeden Oszilloskop-Eingang angepaßt werden. Dies ist vor allem bei Geräten höherer Bandbreite (ab 50 MHz) erforderlich, da sonst bei Wiedergabe z.B. schneller Rechtecke starkes Überschwingen oder Ver rundungen auftreten können. Der HF-Abgleich ist jedoch nur mit Generatoren schneller Anstiegszeit $< 5 \text{ ns}$ exakt durchführbar. Im HM204-2, HM208 und HM605 ist dieser bereits eingebaut. Für ältere Oszilloskope ist er in Form eines kleinen Zusatzgerätes unter der Bezeichnung HZ60 erhältlich. Die z.Z. lieferbaren Tastköpfe sind untenstehend aufgeführt.

Typ	HZ50	HZ51	HZ52	HZ53	HZ54 schaltbar
Teilverhältnis	1:1	10:1	10:1 (HF)	100:1	1:1 / 10:1
Bandbreite (MHz)	30	150	250	150	10 / 150
Anstiegszeit (ns)	11	< 2	$< 1,4$	< 2	35/ < 2
Kapazität (pF)	45	16	16	6,5	40/18
Eing.-Widerstand (M Ω)	1	10	10	100	1/10
Max. Spannung (V)	600	600	600	1200	600
Kabellänge (m)	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2

Demodulator Tastkopf HZ55

Zur AM-Demodulation und für Wobbelmessungen. HF-Bandbreite 100 kHz – 500 MHz ($\pm 1 \text{ dB}$). HF-Eingangsspannungsbereich 250 mV – 50 V_{eff}. Maximale Eingangsspannung 200V. Kabellänge 1,2m.

Standard Tastköpfe

Für Oszilloskope bis 20 MHz Bandbreite eignen sich nach wie vor die bewährten Standardausführungen.

Typ	HZ30	HZ35	HZ36 schaltbar
Teilverhältnis	10:1	1:1	1:1 / 10:1
Bandbreite (MHz)	100	10	10 / 100
Anstiegszeit (ns)	3,5	35	35 / 3,5
Kapazität (pF)	13	47	47/13
Eing.-Widerstand (M Ω)	10	1	1/10
Max. Spannung (V)	600	600	600
Länge (m)	1,5	1,5	1,5

Meßkabel Banane–BNC HZ32

Koaxialkabel, Länge 1,15 m, Wellenwiderstand 50 Ω . Kabelkapazität 120 pF. Eingangsspannung max. 500V_s.

Meßkabel BNC–BNC HZ34

Koaxialkabel, Länge 1,2 m. Wellenwiderstand 50 Ω . Kabelkapazität 126 pF. Eingangsspannung max. 500V_s.

Übergangsadapter Banane–BNC HZ20

Zwei Schraubklemmbuchsen 4 mm (mit Querloch) im Abstand 19 mm, mit BNC-Stecker. Eingangsspannung max. 500V_s.

50 Ω -Durchgangsabschluß HZ22

Unentbehrlich für den Abschluß von 50 Ω -Meßkabeln. Mit induktionsarmem 50 Ω -Widerstand (max. 2 Watt belastbar).

Tragetaschen

Für HM203-1 und HM203-3	HZ42
Für HM312, HM412, HM512 und HM705	HZ43
Für HM307, HZ62 und HZ64	HZ44
Für HM103	HZ45
Für HM203-4, HM203-5, HM204, HM204-2, HM208 und HM605	HZ46

Lichtschutztubus HZ47

Für HM203, HM204, HM208, HM605, HM705, HM808 sowie HM312, HM412, HM512 und HM812

Scope-Tester HZ60

Zur Kontrolle des Y-Verstärkers und der Zeitbasis sowie den Abgleich aller Tastköpfe besitzt der HZ60 einen quarzgesteuerten Rechteckgenerator mit den Frequenzen 1, 10, 100 kHz und 1 MHz kurzer Anstiegszeit (ca. 3 ns). An 3 BNC-Ausgängen können 25 mV_{ss} an 50 Ω , 0,25 V_{ss} oder 2,5 V_{ss} $\pm 1\%$ entnommen werden. Batterie- oder Netzbetrieb möglich.

Component-Tester HZ65

Der HZ65 ist eine unentbehrliche Hilfe bei der Fehlersuche in elektronischen Schaltungen. Mit ihm sind sowohl Tests einzelner Bauelemente als auch Prüfungen direkt in der Schaltung möglich. Das Gerät arbeitet mit jedem auf externe Horizontalablenkung (XY-Betrieb) umschaltbaren Oszilloskop. So können fast alle Halbleiter, Widerstände, Kondensatoren und Spulen zerstörungsfrei überprüft werden. Zwei Fassungen gestatten schnelle Tests der drei Halbleiterstrecken beliebiger Kleinleistungstransistoren. Andere Bauteile sind über Steckbuchsen anschließbar. Testkabel werden mitgeliefert.

Beispiele von Testbildern:

Kurzschluß Kondensator 33 μF Strecke E-C Z-Diode $< 8 \text{ V}$



Allgemeine Hinweise

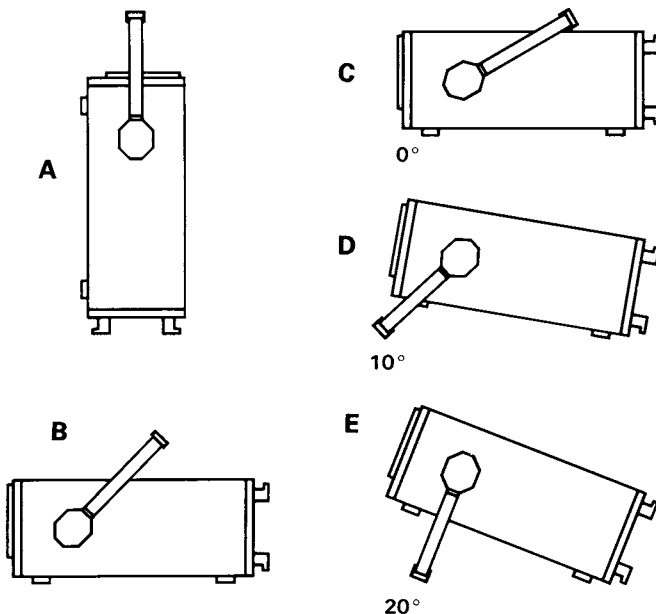
Der HM208 ist eine Kombination eines normalen analogen (Echtzeit-) Oszilloskops mit einem digitalen Speicheroszilloskop. Zur Umschaltung von der analogen zur digitalen Signalverarbeitung ist nur ein Druck auf die Taste **STORAGE ON** erforderlich. Dabei erfolgt gleichzeitig die interne Umschaltung von analoger auf digitale Zeitbasis.

Der HM208 ist in seiner Bedienung problemlos. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß jeder bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch sollte auch der im Umgang mit Oszilloskopen erfahrene Anwender die vorliegende Anleitung sorgfältig durchlesen, damit Fehlbedienungen vermieden werden und beim späteren Gebrauch alle Kriterien des Gerätes bekannt sind.

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Außerdem ist vor Inbetriebnahme festzustellen, ob das Gerät auf die richtige Netzspannung eingestellt ist. Sollte der am Rückdeckel mit Pfeil markierte Wert nicht mit der vorhandenen Netzspannung übereinstimmen, ist entsprechend den Anweisungen auf Seite M2 umzuschalten.

Aufstellung des Gerätes



Für die optimale Betrachtung des Bildschirms kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Ausgehend von der senkrechten Tragstellung (Bild A), wird der Griff nach dem Aufsetzen des Gerätes seitwärts schräg nach oben gezogen und dann bei gleichzeitigem Drehen und Andrücken in die gewünschte

Position eingerastet. Bei Positionsveränderungen ist der Griff einfach herauszuziehen (ca. 5 mm), seitwärts zu drehen und wiederum bei gleichzeitigem Andrücken in die gewünschte Position einzurasten.

Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragstellung stehen. Wie aus Darstellung B ersichtlich, läßt sich der Griff auch in eine Position für waagrechtes Tragen einrasten.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. **Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der **Schutzklasse I**. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 1500 V 50 Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem HM208 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metallteilen des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42 V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ -Strahlen. Beim HM208 bleibt aber die **Ionendosisleistung weit unter 36 pA/kg**.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),

– nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +10 °C... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen –40 °C und + 70 °C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitäts-Test mit 10stündigem „burn-in“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine **Funktionsgarantie von 2 Jahren** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung. Im Garantiefall werden von HAMEG auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegengenommen.

Wartung

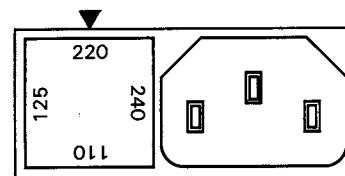
Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrunde liegenden Exaktheit dargestellt werden. Die im Testplan dieses Manuals beschriebenen Prüfmethode sind ohne großen Aufwand an Meßgeräten durchführbar. Sehr empfehlenswert ist jedoch die Anschaffung des neuen HAMEG Scope-

Testers HZ60, der trotz seines niedrigen Preises für Aufgaben dieser Art vorzüglich geeignet ist.

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen läßt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1 % Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Brennspiritus (Alkohol) oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt am Netzsicherungshalter, kombiniert mit dem 3poligen Kaltgeräte-Stecker an der Gehäuserückwand. Zunächst wird der mit den Spannungswerten bedruckte Sicherungshalter mittels kleinem Schraubenzieher entfernt und – wenn erforderlich – mit einer anderen Sicherung versehen. Der vorgeschriebene Wert ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Anschließend ist der Sicherungshalter so einzusetzen, daß das eingeprägte weiße Dreieck auf den gewünschten Netzspannungswert zeigt. Dabei sollte man darauf achten, daß die Deckplatte auch richtig eingerastet ist. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.



Sicherungstyp: Größe **5 x 20 mm**; 250 V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3). Abschaltung: **träge (T)**.

Netzspannung

110 V~ ±10%:
125 V~ ±10%:
220 V~ ±10%:
240 V~ ±10%:

Sich.-Nennstrom

T 0,63 A
T 0,63 A
T 0,315 A
T 0,315 A

Art der Signalspannung

Mit dem HM208 können **im analogen Echtzeit-Betrieb** praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unter 20 MHz liegt. (Wegen der begrenzten Abtastrate gelten im digitalen Speicherbetrieb andere Grenzen, die noch durch Signalform und Bildschirmamplitude beeinflusst werden.) Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren **Oberwellenanteile** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM208 ist deshalb nur bis ca. 2 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der **TRIG.-Wahlschalter** in Stellung **LF** stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse durch ein Tiefpaß-Filter so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender PegelEinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

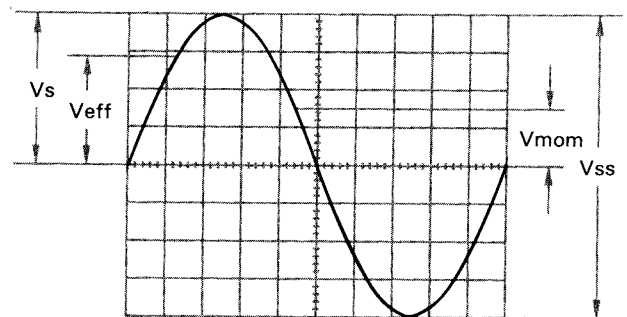
Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC-Schalter** (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC-Wechselstromkopplung** des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC-Grenzfrequenz** ca. 1,6 Hz für -3 dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC-Kopplung** vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC-Kopplung** geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC-Kopplung** ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC-Kopplung** gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{SS} -Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{SS} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2,83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{SS} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve

V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
 V_{SS} = Spitze-Spitze-Wert; V_{mom} = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. **1 mV_{SS}**, wenn der **Feinstell-Knopf** am auf **5 mV/cm** eingestellten Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach rechts gedreht und gezogen ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkoeffizienten am Eingangsteiler sind in mV_{SS}/cm oder V_{SS}/cm angegeben. **Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. **Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung CAL. stehen** (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend). Wird der Feinstellknopf nach links gedreht, verringert sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind **Signale bis 400 V_{SS}** darstellbar (Teilerschalter auf **20 V/cm**, Feinsteller auf Linksanschlag).

Wird der Feinstellknopf gezogen (**MAG X5**), erhöht sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung um den Faktor 5. In der Teilerschalterstellung **5 mV/cm** und bei Rechtsanschlag des Feinstellknopfes erhält man dann einen Ablenkoeffizienten von **1 mV/cm**. Diese Y-Dehnung mit-

tels des gezogenen Feinstellknopfes ist nur in der Stellung **5mV/cm** sinnvoll (vermehrtes Verstärkerrauschen, reduzierte Bandbreite, erschwerte Triggerung).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,

U = Spannung in V_{SS} des Signals am Y-Eingang,

A = Ablenkoeffizient in V/cm am Teilerschalter

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \quad H = \frac{U}{A} \quad A = \frac{U}{H}$$

Bei gezogenem Knopf MAG X5 ist A durch 5 zu teilen.

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM208 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

H zwischen 0,5 und 8 cm, möglichst 3,2 und 8 cm,

U zwischen 1 mV_{SS} und 160 V_{SS} ,

A zwischen 5 mV/cm und 20 V/cm in 1-2-5 Teilung.

A zwischen 1 mV/cm und 4 V/cm in 1-2-5 Teilung

(bei gezogenem Knopf MAG X5).

Beispiele:

Eingest. Ablenkoeffizient **A** = 50 mV/cm \triangleq 0,05 V/cm,

abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6 cm,

gesuchte Spannung U = 0,05 · 4,6 = **0,23 V_{SS}**

Eingangsspannung **U** = 5 V_{SS} ,

eingestellter Ablenkoeffizient **A** = 1 V/cm,

gesuchte Bildhöhe H = 5 : 1 = **5 cm**

Signalspannung $U = 220 V_{eff} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 622 V_{SS}$

(Spannung > 160 V_{SS} , mit Tastteiler 10:1 **U** = 62,2 V_{SS}),

gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2 cm, max. 8 cm,

maximaler Ablenkoeffizient **A** = 62,2 : 3,2 = 19,4 V/cm,

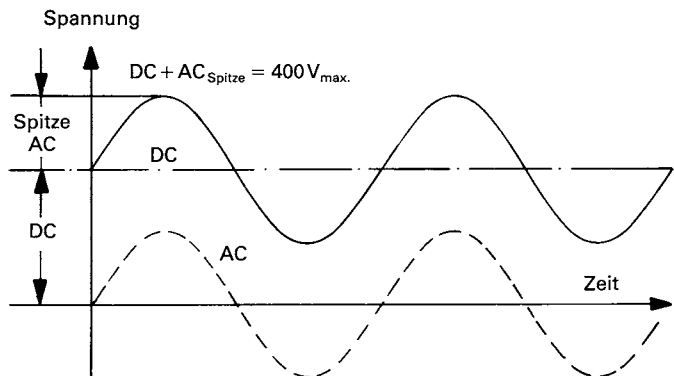
minimaler Ablenkoeffizient **A** = 62,2 : 8 = 7,8 V/cm,

einzustellender Ablenkoeffizient A = 10 V/cm

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselfpannung) des Signals am Y-Eingang $\pm 400 V$ nicht überschreiten (siehe Abbildung). Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000 V_{SS} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z.B. HZ53) können Spannungen bis ca. 3000 V_{SS} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch

ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 400 V gelegt werden (siehe „Anlegen der Signalspannung“, Seite M 6).



Gesamtwert der Eingangsspannung

Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselfpannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als **Referenzlinie für Massepotential** eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteiler 10:1/1:1 haben ebenfalls eine eingebaute Referenzschalterstellung.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIME/DIV.**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIME/DIV.**-Schalter in **ms/cm** und **$\mu s/cm$** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt.

Die ausgezogenen bzw. gestrichelten schwarzen Umrandungen der Skala haben im **Analogbetrieb** des Oszilloskops keine Bedeutung. Auch die Drucktaste **TIME-ms/s** links neben der Skala ist dabei außer Funktion. Sie wird nur im digitalen Speicherbetrieb benötigt.

Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIME/DIV.-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten.

Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feineinsteller in seiner calibrierten Stellung CAL. stehen (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend).

Mit den Bezeichnungen

L = Länge in cm einer Welle auf dem Schirmbild,

T = Zeit in s für eine Periode,

F = Frequenz in Hz der Folgefrequenz des Signals,

Z = Zeitkoeffizient in s/cm am Zeitbasisschalter

und der Beziehung **F = 1/T** lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \qquad L = \frac{T}{Z} \qquad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \qquad L = \frac{1}{F \cdot Z} \qquad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Bei gedrückter Taste X-MAG. X10 ist Z durch 10 zu teilen.

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM208 innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 bis 10 cm,

T zwischen 10 ns und 1 s,

F zwischen 1 Hz und 20 MHz,

Z zwischen 200 ns/cm und 100 ms/cm in 1-2-5 Teilung (**bei ungedrückter Taste X-MAG. X10**), und

Z zwischen 20 ns/cm und 10 ms/cm in 1-2-5 Teilung (**bei gedrückter Taste X-MAG. X10**).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs **L** = 7 cm,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5 µs/cm,

gesuchte Periodenzeit T = $7 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 3,5 \mu\text{s}$

gesuchte Folgefrequenz **F** = $1 : (3,5 \cdot 10^{-6}) = 286 \text{ kHz}$.

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5 s,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2 s/cm,

gesuchte Länge L = $0,5 : 0,2 = 2,5 \text{ cm}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1 cm,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 ms/cm,

gesuchte Brummfrequenz F = $1 : (1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$.

TV-Zeilenfrequenz **F** = 15 625 Hz,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 µs/cm,

gesuchte Länge L = $1 : (15\,625 \cdot 10^{-5}) = 6,4 \text{ cm}$.

Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4 cm, max. 10 cm,

Frequenz **F** = 1 kHz,

max. Zeitkoeffizient **Z** = $1 : (4 \cdot 10^3) = 0,25 \text{ ms/cm}$,

min. Zeitkoeffizient **Z** = $1 : (10 \cdot 10^3) = 0,1 \text{ ms/cm}$,

einzustellender Zeitkoeffizient Z = **0,2 ms/cm**,

dargestellte Länge L = $1 : (10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}) = 5 \text{ cm}$.

Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 4 cm,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2 µs/cm,

gedrückte Dehnungstaste x 10: **Z** = 20 ns/cm,

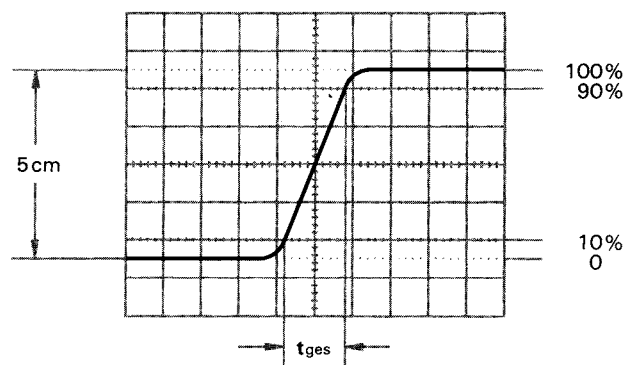
gesuchte Signalfrequenz F = $1 : (4 \cdot 20 \cdot 10^{-9}) = 12,5 \text{ MHz}$,

gesuchte Periodenzeit T = $1 : (12,5 \cdot 10^6) = 80 \text{ ns}$.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. X10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitengrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen **10 %** und **90 %** der vertikalen Impulshöhe. Für **5 cm** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in $\pm 2,5 \text{ cm}$ Mittenabstand. **Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien mit $\pm 2 \text{ cm}$ Mittenabstand und 2 mm-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen.**

Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von 0,2 µs/cm und gezogenem Dehnungsknopf x10 ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6 \text{ cm} \cdot 0,2 \mu\text{s/cm} : 10 = 32 \text{ ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{\text{ges}}^2 - t_{\text{osz}}^2 - t_t^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM208 ca. 17,5 ns) und t_t die des Tasterlers, z.B. = 2 ns. Ist t_{ges} größer als 100 ns, dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler < 1 %).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{32^2 - 17,5^2 - 2^2} = 26,7 \text{ ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalflanke in voller Länge bei nicht zu großer Steilheit sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10 % und 90 % der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwüngen, sollte man die 100 % nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit **ta** (in ns) und Bandbreite **B** (in MHz):

$$t_a = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_a}$$

Anlegen der Signalspannung

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tasterler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **20 V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8 cm hoch ist. Bei mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tasterler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIME/DIV.**-Schalter. Letzterer ist dann auf einen entsprechend größeren Zeiteffizienten nach links zu drehen.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tasterler 10:1 oder 100:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur

dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50 Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50 Ω -Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50 Ω -Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Manchmal empfiehlt sich die Verwendung eines Abschlußwiderstandes auch bei Sinussignalen. Gewisse Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer halten die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihr Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen ist. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tasterler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tasterler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 M Ω || 16 pF bzw. 100 M Ω || 7 pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tasterler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tasterler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Tastkopf-Abgleich“, Seite M 8).

Standard-Tasterler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite und erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die **Modularen Tastköpfe HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen (siehe OSCILLOSCOPE-Zubehör Z1). Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, daß defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe des auf 1 MHz umgeschalteten, im HM208 eingebauten Calibrators eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM208 kaum merklich geän-

dert und die Kurvenform-Wiedergabebetreue u.U. sogar noch verbessert, weil eine Anpassung an die individuelle Rechteckwiedergabe des Oszilloskops möglich ist.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei **AC**-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt – belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC**-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein **Kondensator** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit **vor den Tastteilereingang** geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen **Tastteilern ist die zulässige Eingangswechselspannung** oberhalb von 20kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muß die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteilertyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim Anschluß des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedienung

Zur besseren Verfolgung der Bedienungsanweisung ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Direkt unter dem Bildschirm befinden sich

links die Einstellelemente für Helligkeit (**INTENS.**), Schärfe (**FOCUS**) und Strahldrehung (**TR** = trace rotation). Es folgen **DOT JOIN**-Taste (für Speicher-Ausgang), Rasterbeleuchtungsschalter (**ILLUM.** = illumination), Calibratorausgang (**CAL. 0.2V** u. **2V**) mit Frequenzwahltaaste (**1 kHz** od. **1 MHz**), 10fach Dehnungstaste (**X-MAG. X10**) und der Drehknopf für die horizontale Strahlage (**X-POS.** = X position).

Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netzastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**). Weiter sind hier die Einstellelemente für Zeitbasis (**TIME/DIV.**) und Triggerung (**TRIG.** = triggering) angebracht.

Zur Triggerung gehören:

- **AT/NORM.**-Taste zur Umschaltung von automatischer auf Normaltriggerung,
- **LEVEL**-Knopf zur TriggerpegelEinstellung (nur) bei Normaltriggerung,
- **EXT.**-Taste zur Umschaltung von interner auf externe Triggerung,
- **10:1**-Taste zur 10fachen Teilung einer an die Buchse **TRIG. INP.** extern angelegten signalsynchronen Triggerspannung,
- **+/-** Taste zur Wahl der Triggerflankenrichtung (slope),
- **TRIG.**-Kopplungsschalter **AC-DC-HF-LF** mit Netztriggerstellung \sim ,
- **TRIG.**-Lampe (leuchtet bei einsetzender Triggerung).

Mit dem **TIME/DIV.**-Zeitbasisschalter werden die Zeitkoeffizienten in der Folge 1-2-5 gewählt. Zwischenwerte sind mit dem dort aufgesetzten kleinen Pfeilknopf einstellbar. Er rastet am Rechtsanschlag in der Calibrationsstellung ein. Am Linksanschlag wird (im Analogbetrieb) der am Schalter eingestellte Zeitkoeffizient mindestens 2,5mal größer. Wird dieser kleine Knopf gezogen, schaltet das Oszilloskop auf **X-Y**-Betrieb um. Letzteres gilt sowohl für den Analog- wie für den Speicherbetrieb. Dann ist die **analoge** Zeitbasis ganz abgeschaltet; Drehungen des Doppelknopfes können also nichts mehr bewirken.

Die übrigen im X-Feld angebrachten Bedienelemente sind nur im Speicherbetrieb wirksam. Sie werden später erklärt.

Unten rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I und II (**CH. I, CH. II** = Channel I, II) mit ihren Eingangskopplungsschaltern **DC-AC-GD**, Teilerschaltern **VOLTS/DIV.** und den Einstellern für die vertikale Strahlage (**POS. I, II** = Y position). Die vier Tasten im Y-Feld dienen zur Betriebsart-Umschaltung der Vertikalverstärker. Auch sie werden nachstehend noch näher beschrieben.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte

daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall.

Der HM208 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20 MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30 MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung auf ca. 4-5 cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 25 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur $\pm 3\%$. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 6 MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12 MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß – wie bereits erwähnt – oberhalb 20 MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die am Netzspannungswähler des HM208 eingestellte Spannung mit der vorliegenden Netzspannung verglichen werden! (Einstellung siehe Seite M 2).

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung CAL. auf Rechtsanschlag einzurasten und zu drücken (Zug-Druck-Schalter). Die auf fünf Knopfklappen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches).

Zweckmäßig ist der TRIG.-Schalter auf AC und der TIME/DIV.-Schalter auf eine mittlere Stellung einzurasten.

Mit der roten Netztaсте POWER wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 10 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der INTENS.-Einsteller nicht genügend aufgedreht, oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die POS.-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die

Taste AT/NORM. zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in AT-Stellung (Automatische Triggerrichtung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenn-gefahr!), ist wahrscheinlich der Pfeilknopf des TIME/DIV.-Schalters gezogen. Er ist dann zu drücken. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am INTENS.-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf FOCUS die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplung-Schiebeschalter DC-AC-GD (CH.I) in Stellung GD (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung GD nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. **Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten.** Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Strahldrehung TR

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit TR bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubenzieher möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die thermischen Eigenschaften der Doppel-FETs in den Eingängen der beiden Vertikalverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich **beim Ziehen des kleinen Knopfes** mit roter Pfeilkappe am CH. I bzw. CH. II Eingangsteiler **die Strahlage merklich ändert.** Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1 mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers mit einer Klingenbreite von ca. 3 mm korrigiert. Die Öffnungen hierzu befinden sich auf der Unterseite des Gehäusemantels (ca. 85 mm von der Gehäuse-Vorderkante, ungefähr in Flucht mit den Teilschaltern für Kanal I und II; Eintauchtiefe ca. 16 mm). Die Klingenaufnahme der Balance-Einstellung hat Trichterform und Kreuzschlitz, so

daß die Einführung des Schraubenziehers problemlos ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient **5 mV/cm**; Eingangskopplung auf **GD**) wird der Feinstellknopf gezogen und hineingedrückt. Sobald sich dabei die vertikale Strahl-lage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig ein-gestellt.

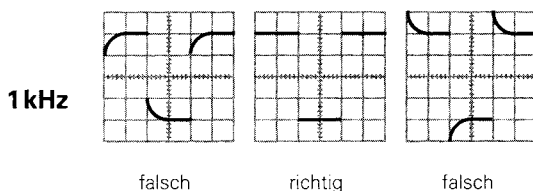
Tastkopf-Abgleich und Anwendung

Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsim-pedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im HM208 eingebauter umschaltbarer Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5 ns) und der Frequenz 1 kHz oder 1 MHz, die durch Tastendruck gewählt werden kann. Das Rechtecksignal kann den beiden konzentrischen Buchsen unterhalb des Bildschirms ent-nommen werden. Eine Buchse liefert **0.2V_{ss} ± 1 %** für Tas-teiler 10:1, die andere **2V_{ss} ± 1 %** für Tastteiler 100:1. Diese Spannungen entsprechen jeweils der Bildschirmam-plitude von **4 cm Höhe**, wenn der Eingangsteilerschalter des HM208 auf den Ablenkkoeffizienten **5 mV/cm** ein-gestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchsen ist 4,9 mm und entspricht direkt dem (an Masse liegenden) Außen-durchmesser des Abschirmrohres von modernen **Modula-ren Tastköpfen** und Tastköpfen der **Serie F** (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masse-verbinding möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

Abgleich 1 kHz

Dieser C-Trimmerabgleich kompensiert die kapazitive Bela-stung des Oszilloskop-Eingangs (ca. 30 pF beim HM208). Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung das-selbe Teilverhältnis wie der ohmsche Spannungsteiler. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen die-selbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. (Für Tas-tköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich.) Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizonta-len Rasterlinien (siehe „Strahldrehung TR“, Seite M8).

Tastteiler (Typ HZ51, 52, 53, 54 oder auch HZ36) an den **CH.I**-Eingang anschließen, keine Taste drücken und keinen Knopf ziehen, Eingangskopplung auf **DC** stellen, Eingangs-teiler auf **5 mV/cm** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **0.2 ms/cm** schalten (beide Feinregler in Calibrationsstellung **CAL.**), Tastkopf (ohne Federhaken) in die entsprechende **CAL.**-Buchse einstecken (Teiler 10:1 in Buchse **0.2V**, 100:1 in Buchse **2V**).



Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der Kompensationstrimmer abzugleichen. Er befindet sich im allgemeinen im Tastkopf selbst. Beim 100:1 Tastteiler HZ53 befindet er sich im Kästchen am BNC-Stecker. Mit dem beigegebenen Isolierschraubenzieher ist der Trimmer abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1 kHz). Dann sollte die Signalhöhe $4 \text{ cm} \pm 1,2 \text{ mm}$ (= 3%) sein. Die Signalfanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1 MHz

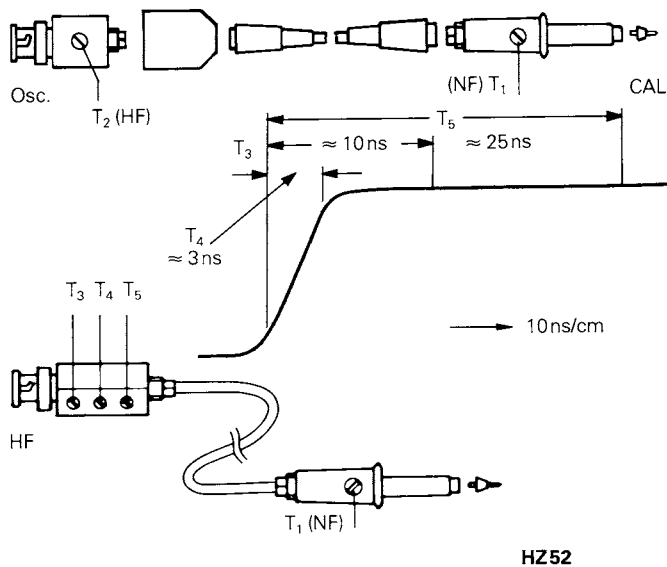
Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. Diese besitzen Resonanz-Entzerrungsglieder (R-Trimmer in Kombination mit Spulen und Kondensatoren), mit denen es erstmals möglich ist, den Tastkopf auf ein-fachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Band-breite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch wer-den Einschwingverzerrungen (wie Überschwängen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des HM208 wird also bei Benutzung der Tas-tköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenform-verzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4-ns) und niederohmigen Ausgang (ca. 50Ω), der mit einer Frequenz von 1 MHz ebenfalls eine Spannung von 0,2V bzw. 2V abgibt. Der Calibratorausgang des HM208 erfüllt diese Bedingungen, wenn die Taste **1 MHz** gedrückt ist.

Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den **CH.I**-Eingang anschließen, nur Calibrator-Taste **1 MHz** drücken und kei-nen Knopf ziehen, Eingangskopplung auf **DC**, Eingangstei-ler auf **5 mV/cm** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **0.2 µs/cm** stellen (beide Feinregler in Calibrationsstellung **CAL.**). Tas-tkopf in Buchse **0.2V** einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten. Die direkt hinter dem BNC-Stecker des Tastteilers befindliche Isolierkappe ist abzu-nehmen (Kappe festhalten, Kabelzugentlastung-Überwurf-mutter abschrauben, Isolierkappe vom BNC-Stecker abzie-hen, Überwurfmutter mit Kabel wieder anschrauben). Im Kästchen hinter dem BNC-Stecker sieht man bei den Typen HZ51 und HZ54 je eine Trimmer-Schlitzschraube, beim Typ HZ52 aber 3 Schlitzschrauben. Damit ist der obere linke Dachanfang so gerade wie möglich einzustellen. Weder Überschwängen noch Abrundung ist zulässig. Für HZ51 und 54 ist das ganz einfach, beim 10:1 HF-Tastkopf HZ52 mit 3 Trimmern etwas schwieriger. Dafür bietet sich hier die Möglichkeit, die Anstiegsflankensteilheit zu beeinflus-sen und Löcher und/oder Höcker im Impulsdach direkt

neben der Anstiegsflanke zu begradigen. Die Anstiegsflanke soll so steil wie möglich, das Dach aber dabei so geradlinig wie möglich sein. Der HF-Abgleich wird dadurch erleichtert, daß die 3 Trimmer je einen definierten Einflußbereich aufweisen (siehe die folgenden Zeichnungen). Mit gedrückter Taste **X-MAG. X10** ist der Dachanfang gut sichtbar.

Abgleichpunkte der Tastköpfe

HZ51, HZ54

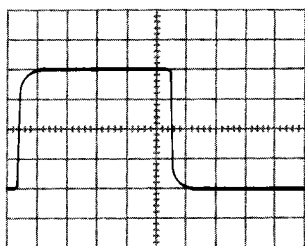


HZ52

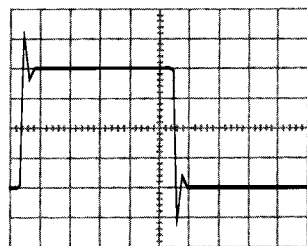
- T₃:** Einfluß auf die mittleren Frequenzen
- T₄:** Einfluß auf die Anstiegsflanke
- T₅:** Einfluß auf die tieferen Frequenzen

Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1 MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll den selben Wert haben wie oben beim 1 kHz-Abgleich angegeben. Dann kann die Isolierkappe am BNC-Stecker wieder aufgesetzt werden.

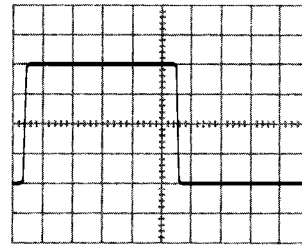
Andere als die oben angegebenen Tastteilerarten haben im allgemeinen größere Kopfdurchmesser und passen nicht in die Calibratorbuchsen. Für einen guten Techniker ist es nicht schwer, sich hierfür einen passenden Adapter anzufertigen. Wir weisen aber darauf hin, daß solche Tastteiler meist eine zu große Anstiegszeit haben, wodurch die Gesamt-Bandbreite von Oszilloskop mit Tastteiler weit unter der des HM208 liegt. Ferner fehlt fast immer die HF-Abgleichmöglichkeit. Dadurch sind bei höheren Folgefrequenzen Impulsform-Verzerrungen nicht auszuschließen.



falsch



falsch



richtig

**Abgleich
1 MHz**

Es wird darauf hingewiesen, daß die Reihenfolge – erst 1 kHz-, dann 1 MHz-Abgleich – einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muß, und daß die Calibrator-Frequenzen 1 kHz und 1 MHz nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizientenkontrolle) sind kurze Anstiegszeit, horizontale Impulsdächer, kalibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Zur Beurteilung der Übertragungsgüte mit Hilfe der Sprungantwort sind kurze Impulsanstiegszeit und niederohmiger Generatortausgang besonders wichtig. Mit diesen Eigenschaften und der umschaltbaren Frequenz kann der Calibrator des HM208 notfalls auch teure Rechteckgeneratoren ersetzen, z.B. beim Abgleich von Breitband-Teilern (Dämpfungsglieder) oder bei der Beurteilung von Breitband-Verstärkern.

Hierzu wird die entsprechende Schaltung eingangsseitig über einen geeigneten Tastkopf aus einer der **CAL.**-Buchsen des HM208 versorgt. Die Frequenz (**1 kHz** oder **1 MHz**) ist wählbar. Ist der Schaltungseingang hochohmig ($1 \text{ M}\Omega \parallel 15\text{-}50 \text{ pF}$), erhält man am Eingang der Schaltung (= BNC-Stecker-Ausgang des Tastteilers) eine der Teilung entsprechende Spannung ($10:1 \triangleq 20 \text{ mV}_{\text{ss}}$; $100:1 \triangleq$ ebenfalls $20 \text{ mV}_{\text{ss}}$, beim 2V-Ausgang). Geeignet sind dazu die HAMEG-Typen HZ51, 52, 53 und 54. Ist der Schaltungseingang niederohmig (z.B. 50Ω), kann ein Tastkopf 1:1 verwendet werden. Dieser muß aber wirklich mit 50Ω abgeschlossen werden. Geeignet sind die HAMEG-Typen HZ50 und 54. Letzterer muß auf 1:1 umgeschaltet und sein HF-Trimmer unter der Isolierkappe des BNC-Steckers auf Linksanschlag gestellt werden. Am Schaltungseingang erhält man dann (an 50Ω) beim HZ50 ca. $40 \text{ mV}_{\text{ss}}$, beim HZ54 ca. $24 \text{ mV}_{\text{ss}}$, wenn der Tastkopf in der **CAL.**-Buchse **0.2V** steckt. Die hier angegebenen Spannungswerte haben eine größere Toleranz als 1 %, weil der Betrieb 1:1 bei 50Ω -Belastung ganz ungewöhnlich ist. Eine Benutzung der **CAL.**-Buchse **2V** unter den gleichen Umständen ist nur mit dem **HZ54** möglich. Dann erhält man ca. $190 \text{ mV}_{\text{ss}}$ an 50Ω , allerdings mit etwa verdoppelter Anstiegszeit. Genauere Spannungswerte im Betrieb 1:1 sind sofort mit dem HM208 meßbar, wenn direkt zwischen dem BNC-Stecker-Ausgang des Tastkopfes und dem Y-Eingang des Oszilloskops ein 50Ω -Durchgangsabschluß **HZ22** geschaltet ist.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 4 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei **Mono**-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur **Kanal I** betriebsbereit.

Bei **Mono**-Betrieb mit **Kanal II** ist die Taste **CHI/II-TRIG. I/II** zu drücken. Damit wird gleichzeitig die interne Triggerung auf Kanal II umgeschaltet.

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man zusätzlich zu **DUAL** die Taste **CHOP.**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge **unterhalb 1 kHz** werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalumschaltung weniger wichtig.

Ist nur die Taste **ADD** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle **addiert** ($I + II =$ Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste **INV. I** gedrückt), ist auch die Darstellung der **Differenz** ($-I+II$) möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von den **Y-POS.**-Reglern beider Kanäle abhängig. Normalerweise benutzt man bei algebraischer Addition die **gleiche Teilerschalterstellung** für beide Kanäle.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im **Differenzbetrieb** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tasteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tasteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden. Sind diese sehr stark, aber symmetrisch, läßt sich die Gleichtaktunterdrückung bei nicht zu hoher Gleichtaktfrequenz auch leicht über 40dB steigern, wenn **einer** der Teilerschalter-Feinregler etwas aus der Calibrationsstellung nach links gedreht wird. Der richtige Knopf hierzu ist zu erproben.

XY-Betrieb

Für **XY-Betrieb** wird der Feinstellknopf des Zeitschalters im X-Feld gezogen (siehe Kennzeichnung am unteren Rand der Zeitschalter-Skala). Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal II** zugeführt. **Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im XY-Betrieb für die Amplituden-**

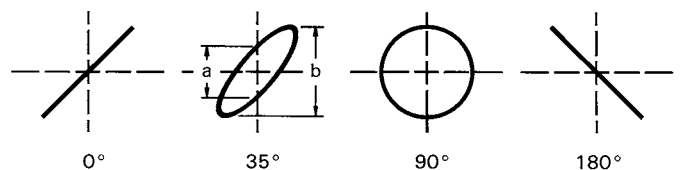
einstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist im XY-Betrieb abgeschaltet. (Dies gilt nur für den **Analog-Betrieb** des Oszilloskops.) Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X-MAG. X10** (unter dem Bildschirm) für die Dehnung der Zeitlinie sollte dabei nicht gedrückt sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 2,5 MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt. Das Y-Signal kann mit Taste **INV. I** umgepolt werden.

Der **XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren** erleichtert oder ermöglicht gewisse Meßaufgaben:

- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.
- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken **a** und **b** am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach und übrigens **unabhängig von den Ablenkamplituden** auf dem Bildschirm.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$
$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$
$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Hierbei muß beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Oberhalb 100 kHz kann die Phasenverschiebung der beiden Oszilloskop-Verstärker des HM208 im XY-Betrieb einen Winkel von 3° überschreiten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung

vor- oder nachteilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der 1 M Ω -Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS.-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust oder, im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Zweikanalbetrieb (Taste **DUAL** gedrückt) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Für Frequenzen ≥ 1 kHz wird alternierende Kanalschaltung gewählt; für Frequenzen < 1 kHz ist der Chopper-Betrieb geeigneter (weniger Flackern). Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können – ohne Einfluß auf das Ergebnis – auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger genau. Ist ein Sinus-signal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich **AC**-Kopplung für **beide** Kanäle. Handelt es sich um Impuls-signale gleicher Form, liest man ab an steilen Flanken.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.

T = Horizontalabstand **für eine Periode** in cm.

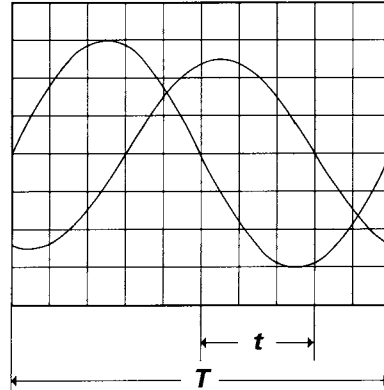
Im Bildbeispiel ist $t = 3$ cm und $T = 10$ cm. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

oder in Bogengrad ausgedrückt

$$\text{arc } \varphi = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885 \text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.



Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Träger-spannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

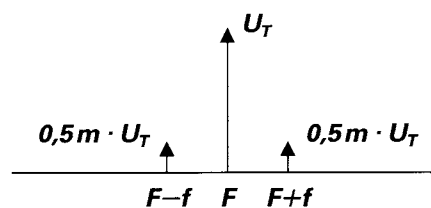
Hierin ist U_T = unmodulierte Trägeramplitude,

$\Omega = 2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,

$\omega = 2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,

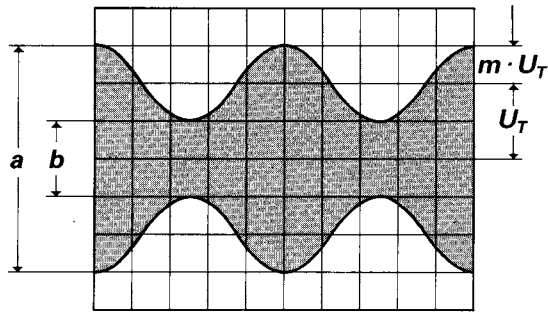
m = Modulationsgrad (i. a. $\leq 1 \hat{=} 100\%$).

Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz $F-f$ und die obere Seitenfrequenz $F+f$.



Figur 1
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM ($m = 50\%$)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop im Analog-Betrieb sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden). Interne Triggereung ist aber oft möglich mit Normaltriggereung (Taste **AT-NORM.** gedrückt) unter Anwendung einer passenden **LEVEL**-Einstellung und evtl. mit Benutzung der Zeit-Fein-einstellung.



Figur 2
Amplitudenmodulierte Schwingung: $F = 1 \text{ MHz}$; $f = 1 \text{ kHz}$;
 $m = 50\%$; $U_T = 28,3 \text{ mV}_{\text{eff}}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Keine Taste drücken. **Y: CH. I; 20 mV/cm; AC.**
TIME/DIV.: 0.2 ms/cm.
Triggerung: **NORMAL** mit **LEVEL**-Einstellung; **interne (oder externe) Triggerung.**

Liest man die beiden Werte **a** und **b** vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m = \frac{a - b}{a + b} \text{ bzw. } m = \frac{a - b}{a + b} \cdot 100 [\%]$$

Hierin ist $a = U_T (1 + m)$ und $b = U_T (1 - m)$.

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Ist die Taste **AT/NORM.** ungedrückt, wird immer eine Zeitlinie geschrieben, auch ohne angelegte Meßspannung. Diese Triggerart wird deshalb **automatische Triggerung** genannt. Mit ungedrückter Taste **AT/NORM.** können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30 Hz Folgefrequenz stabil stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Eine **LEVEL**-Einstellung ist bei automatischer Triggerung weder nötig noch möglich.

Die automatische Triggerung kann sowohl bei interner wie auch bei externer Triggersignalführung (über die Buchse **TRIG. INP.**) angewendet werden.

Mit **Normaltriggerung** (gedrückte Taste **AT/NORM.**) und **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen.

Der mit dem **LEVEL**-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Mit ungedrückter Taste **+/-** startet die Triggerung an einer positiven, also steigenden Flanke. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen, also fallenden Flanke beginnen, muß die **+/-** Taste gedrückt werden. Die Wahl der Flankenrichtung bezieht sich auf das Eingangssignal. Sie ist unabhängig von der Stellung der Taste **INV. I**. Die richtige Flankenwahl ist besonders wichtig, wenn nur ein Teil einer Signalperiode oder ein Videosignal dargestellt werden soll.

Bei interner Triggerung in den Betriebsarten Kanal I oder II, Kanäle I und II (**DUAL**), algebraische Addition (**ADD**) kann das Triggersignal dem mit der Taste **CH I/II - TRIG. I/II** (im Y-Feld) gewählten Kanal entnommen werden.

Für **externe Triggerung** ist die Triggertaste **EXT.** zu drücken und das Signal ($0,3V_{ss}$ bis $3V_{ss}$) der Buchse **TRIG. INP.** zuzuführen.

Drückt man zusätzlich die benachbarte Taste **10:1**, erhöht sich der externe Triggerspannungsbereich auf $3V_{ss}$ bis $30V_{ss}$. **Aus Sicherheitsgründen sollte aber ein Wert von $100V_{ss}$ an der Buchse TRIG. INP. nicht überschritten werden.** Die Eingangsimpedanz dieser Buchse ist $1 \text{ M}\Omega$ || 30 pF , so daß auch mit Tastteiler gearbeitet werden kann.

Ist die zur Verfügung stehende externe Triggerspannung kleiner als $0,3V_{ss}$ oder größer als $30V_{ss}$, kann im **Einkanalbetrieb von Kanal I** die Zuführung des **externen** Triggersignals auch über Kanal II erfolgen (Taste **CH. I/II - TRIG. I/II** gedrückt). Hierzu drückt man einfach die Taste **DUAL** und stellt den Teilerschalter von Kanal II so ein, daß das – jetzt dargestellte – Kanal-II-Signal eine Amplitude von etwa 2 cm hat. Im allgemeinen ist es dann möglich, dieses Kanal-II-Signal mit dem **Y-POS.II**-Knopf nach oben oder nach unten vom Schirm verschwinden zu lassen, so daß tatsächlich nur das Signal von Kanal I sichtbar bleibt. Hierbei sollte **Normaltriggerung** (gedrückte Taste **AT/NORM.**) angewendet werden. Mit gezogenem Feinstellknopf des Teilerschalters von Kanal II läßt sich so noch eine stabile „externe“ Triggerung mit 2 mV_{ss} Triggerspannung bei 20 MHz erzielen. Selbstverständlich funktioniert das auch bei sinngemäß vertauschten Kanälen. Die externe Triggerung sollte aber nur angewendet werden, wenn eine interne Triggerung nicht möglich ist (z.B. bei stark verrauschten oder verbrummtten Signalen oder gewissen Signalgemischen).

Die **Ankopplungsart** und der sich daraus ergebende Frequenzbereich des Triggersignals ist intern wie extern mit dem Triggerwahlschalter **TRIG.** umschaltbar. In den Stellungen **AC** oder **DC** werden kleine Signale ($< 2 \text{ cm}$) nur bis

etwa 10 MHz getriggert. Für höhere Signalfrequenzen (10-40 MHz) ist auf Stell. **HF** umzuschalten. Prinzipiell triggert das Gerät in den Stellungen **AC** und **DC** auch bei Frequenzen über 10MHz; dabei erhöht sich allerdings die Triggerschwelle. Vorteilhaft ist, daß im Bereich bis 10MHz auch bei höchster Empfindlichkeit des Meßverstärkers durch Verstärkerrauschen entstehende Doppeltriggerung weitgehend vermieden wird. Die untere Grenzfrequenz bei **AC**-Triggerung liegt etwa bei 20Hz. In Stellung **LF** (low frequency) werden Frequenzen oberhalb 1kHz im internen und externen Triggersignal zunehmend gedämpft, hochfrequente Störungen und Rauschen also unterdrückt. Die oben angegebenen Werte und die Triggerschwelle (intern 5mm; extern $0,3V_{ss}$) gelten für sinusförmige Signale. Die Grenzfrequenzen sind bei interner Triggerung von der eingestellten Signalhöhe abhängig.

DC-Triggerung ist nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. **Bei interner DC-Triggerung sollte immer mit Normaltriggerung und LEVEL-Einstellung gearbeitet werden.** In Stellung **AT** (automatische Triggerung) besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter **DC-Balance** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden.

Soll das **Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den Triggerwahlschalter in Stellung **LF** (low frequency) bringen.

Ein **Video-Signal mit Zeilenfrequenz** ist dagegen mit **AC**- (evtl. auch **DC**-) Triggerkopplung darzustellen. Sowohl bei Bild- wie bei Zeilenfrequenz ist die richtige Stellung der Taste **+/-** besonders zu beachten.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale in Stellung **AT** automatisch getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die Umschaltung auf **Normaltriggerung** und die Bedienung des **LEVEL**-Reglers erforderlich werden. Bei **Signalgemischen** ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die **LEVEL**-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt

gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des Zeit-Feinstellknopfes am Zeitschalter erreicht werden.

Zur **Netztriggerung** in Stellung **LINE** des **TRIG.**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls – in gewissen Grenzen – für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung.

Einzelablenkung (durch Drücken der Taste **SINGLE** und **RESET** im Speicherfeld) ist nur im **Speicherbetrieb** des HM 208 möglich und sinnvoll.

Wie bereits beschrieben, können im analogen Echtzeit-Betrieb des HM 208 alle auf der Zeitschalterskala aufgedruckten Zahlenwerte für die Zeitkoeffizienten auch eingestellt werden. Die ausgezogenen bzw. gestrichelten schwarzen Umrandungen der Skala und die Taste **TIME-MS/S** sind nur im Speicherbetrieb von Bedeutung. Alle am **TIME/DIV.**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung seines Feinstellknopfes und eine Länge der Zeitlinie von 10 cm. Bei 10facher Dehnung der Zeitachse (Taste **X-MAGN. X10** gedrückt) ergibt sich dann in der **0.2µs/cm** Stellung des **TIME/DIV.**-Schalters zusammen eine maximale Auflösung von ca. 20 ns/cm. Selbstverständlich kann die zehnfache X-Dehnung in jedem Zeitbereich angewendet werden, also auch zur **Dehnung von Signalausschnitten**. Allerdings reduziert sich mit eingeschalteter X-Dehnung die Bildhelligkeit, die aber durch Rechtsdrehung des **INTENS.**-Knopfes wieder erhöht werden kann. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten (Zeitschalter nach links).

Trigger-Anzeige

Sowohl bei automatischer wie auch bei Normaltriggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die über dem **TRIG.**-Schalter angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühligere **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100 ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig.

Allgemeine Hinweise

Die Bedienungselemente für den Speicherbetrieb befinden sich fast sämtlich im X-Feld und sind dort durch Umrahmungen gekennzeichnet:

STORAGE ON-Drucktaste schaltet das Oszilloskop von Echtzeit- auf Speicherbetrieb um. Ein erneuter Druck löst die Taste wieder aus und schaltet zurück auf den Echtzeitbetrieb. Dabei bleiben **fest** gespeicherte Signale erhalten; sie können jederzeit durch Druck auf diese Taste erneut auf dem Bildschirm abgebildet werden. Ein inzwischen geänderter Echtzeit-Zeitkoeffizient wirkt sich nicht aus.

STORAGE ON-LED: Diese Lampe zeigt durch Dauerlicht an, daß der Speicherbetrieb eingeschaltet ist. Sie zeigt außerdem durch Blinken an, wenn eine falsche Einstellung des Zeitbereichsschalters vorgenommen wurde. Dies ist möglich außerhalb der schwarz umrandeten **TIME/DIV.**-Skala und – bei gedrückter Taste **TIME-ms/s** – außerhalb der gestrichelt schwarz umrandeten Bereiche.

HOLD I- und **HOLD II**-Drucktasten dienen zum **Festhalten** des Speicherinhalts. Sind sie gedrückt, bleibt der Speicherinhalt erhalten, bis die Netzspannung abgeschaltet wird oder ausfällt. Neu-Speicherung ist nur im ungedrückten Zustand möglich.

2. STOR.-Drucktaste: Ist sie gedrückt, wird auf den zweiten Speicher umgeschaltet. So können zwei verschiedene Signale unabhängig von einander gespeichert und durch Tastendruck aufgerufen und verglichen werden.

SINGLE-Drucktaste: Sie schaltet die Speicherzeitbasis von periodischer Zeitablenkung auf Einzel-Zeitablenkung um. Damit können Einzelereignisse (wie z.B. Ein- oder Ausschaltvorgänge, nichtperiodische Signale) mit stets gleichbleibender Schirmbildhelligkeit dargestellt und beliebig lang gespeichert werden.

RESET-Druckknopf: Er bringt bei gedrückter **SINGLE**-Taste die Speicherzeitbasis im Bereitschaftsstellung für Einzel-Zeitablenkung. Eine nach dem Betätigen des Druckknopfs eintreffende, geeignete Triggerflanke löst die einmalige Zeitablenkung aus. Außerdem dient dieser Knopf zur vorzeitigen Beendigung des Plotter-Schreibvorgangs, ehe also der vollständige Speicherinhalt geschrieben ist.

RESET-LED: Diese Lampe zeigt die Speicherbereitschaft für Einzel-Zeitablenkung. Sie erlischt bei Triggerung.

PRE-TRIG.-Schalter mit 5 Stellungen (**0 - 25 - 50 - 75 - 100**): Mit diesem Schalter kann die Auslösung der Speicherzeitbasis um einen einstellbaren Prozentsatz der gerade eingestellten Zeitablenkung vorverlegt werden. Bei Einstellung von beispielsweise 50% liegt der Triggerzeitpunkt in Schirmmitte. So ist die Darstellung der Signalform **vor** dem Triggerereignis möglich.

TIME/DIV.-Drehesalter: Wenn der Speicherbetrieb eingeschaltet wird, ist die analoge Zeitbasis abgeschaltet. Sie wird durch die digital erzeugte, quartzgesteuerte Zeitbasis ersetzt. Der Zeitbasis-Feinstellknopf ist dann außer Funktion. Wegen der auf maximal 20 MHz begrenzten Abtastrate ist der kleinste einstellbare Zeitkoeffizient 10 $\mu\text{s/cm}$,

der größte 50 ms/cm. Diese Bereiche sind auf der **TIME/DIV.**-Skala schwarz umrandet. Gerade im Speicherbetrieb sind aber noch viel größere Zeitkoeffizienten sinnvoll, weil das Flackern oder das Kriechen eines Lichtpunkts bei sehr tiefer Signalfrequenz (im Echtzeitbetrieb unvermeidlich) nun entfällt. Deshalb können alle auf der Skala gestrichelt schwarz umrandeten Bereiche mit der neben dem Zeitbausschalter angebrachten Taste **TIME- ms/s** genau 1000fach erweitert werden. Im Speicherbetrieb sind demnach Zeitkoeffizienten zwischen **10 $\mu\text{s/cm}$** und **50 s/cm** einstellbar.

XY-Betrieb: Zieht man den Zeitschalter-Feinstellknopf, schaltet der HM 208 auf XY-Speicherbetrieb um. Dies ist auf dem unteren Rand der **TIME/DIV.**-Skala markiert.

PLOT I und **PLOT II**-Druckknöpfe: Sie dienen zum Starten und zur Steuerung eines XY- (evtl. YT-) Schreibers (Plotter), der an die 5polige Rückwandbuchse anzuschließen ist. Wird der entsprechende Knopf gedrückt, wird der Schreibervorschub eingeschaltet, der Schreibstift etwas zeitverzögert auf die Folie aufgesetzt und vom Speicherinhalt, der durch Drücken der entsprechenden **HOLD**-Taste gesichert ist, gesteuert. Während des Schreibens wird die momentane Schreibstellung als Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Ist der volle Speicherinhalt geschrieben, schaltet sich der Plotter automatisch ab, der Schreibstift wird von der Folie abgehoben (Penlift-Kommando), und auf dem Bildschirm ist wieder der komplette Signalzug zu sehen. Die Schreib- bzw. Auslesegeschwindigkeit ist im HM 208 mit einem Schalter einstellbar. Sie kann – nach Öffnen des Oszilloskops – auf eine dem Schreiber angemessene Geschwindigkeit umgestellt werden auf 10 - 20 - 40 s/cm im Einkanal- bzw. 5 - 10 - 20 s/cm im Zweikanalbetrieb. Die Ausgangsspannung für den Plotter beträgt in X- wie in Y-Richtung 0,1 V/cm $\pm 10\%$. Da die digitale Zeitbasis quartzgenau ist, ist auch ein YT-Schreiber mit eigenem X-Richtungsvorschub verwendbar. Dies ist naturgemäß nicht im XY-Speicherbetrieb des HM 208 möglich. Wie schon beschrieben, kann der Schreibvorgang mit der **RESET**-Taste vorzeitig abgebrochen werden.

DOT JOIN-Drucktaste: Diese Taste ist im Feld unter dem Bildschirm, rechts neben dem **FOCUS**-Knopf, angebracht. Sie dient dazu, eine gespeicherte Punktfolge durch leuchtende Striche zu verbinden. Damit ist die Signalform besser erkennbar. Dies gilt insbesondere bei relativ großem Punktabstand in vertikaler Richtung (Rechteckflanken) oder bei der Aufzeichnung vieler Sinuskurven nebeneinander. Es darf nicht verschwiegen werden, daß durch das Drücken dieser Taste eine leichte Verfälschung der Signalform insbesondere von nichtsinusförmigen Signalen unvermeidlich ist. Dies ist erkennbar an der Dachverrundung eines Rechtecksignals an der Dachecke, die einer (steigenden oder fallenden) Flanke folgt. Deshalb sollte diese Taste nur im Bedarfsfall gedrückt werden.

Vertikalauflösung

Punktichte in jeder Betriebsart $8 \text{ bit} = 2^8 = 256$ Punkte auf 9 cm Bildhöhe (28 Punkte pro cm). Im Schirmraster sind aber nur 8 cm auswertbar.

Horizontalaufklärung im Zeitbasisbetrieb

Kanal I allein: Punktichte $11 \text{ bit} = 2^{11} = 2048$ Punkte auf 10 cm Bildbreite (200 Punkte pro cm).

Kanal II allein: Punktichte $10 \text{ bit} = 2^{10} = 1024$ Punkte auf 10 cm Bildbreite (100 Punkte pro cm).

Kanal I und II (Taste DUAL gedrückt): Punktichte $10 \text{ bit} = 2^{10} = 1024$ Punkte auf 10 cm Bildbreite (100 Punkte pro cm).

Summe und Differenz $KII \pm KI$ (Taste ADD ohne/mit INV.I): Punktichte $11 \text{ bit} = 2^{11} = 2048$ Punkte auf 10 cm Bildbreite (200 Punkte pro cm).

Horizontalaufklärung in XY-Betrieb

Punktichte horizontal (wie vertikal) $8 \text{ bit} = 2^8 = 256$ Punkte auf 9 cm Bildbreite (28 Punkte pro cm). Im Schirmraster sind nur 8 cm in beiden Richtungen auswertbar.

Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb

Die höchste auswertbare Frequenz hängt ab von Auflösung, eingestellter Bildhöhe, Signalform und evtl. Gebrauch der Tasten **X-MAG. X10** und **DOT JOIN**. Sie ist nicht streng definierbar und muß subjektiv je nach Anwendungszweck beurteilt werden. Je dichter die Punktfolge ist, die die Signalform nachbildet, um so genauer kann die Auswertung des Speicherbildes sein. Bei Sinusform sind also die Nulldurchgänge, bei Rechteckform steile Flanken kritisch. In vertikaler Richtung (Bildhöhe) ist zur genaueren Amplitudenmessung zwar eine groß eingestellte Bildhöhe günstig, zur Kurvenformbeurteilung aber ungünstig, weil dann die Punktichte klein ist. Eine zu kleine Bildhöhe ist wieder ungenau, weil die Abtastung in X- und Y-Richtung um ± 1 Punkt schwanken kann (statistische Streuung). Ein 1 MHz Signal in Sinus- oder symmetrischer Rechteckform ist bei gedrückten Tasten **X-MAG. X10** und **DOT JOIN** zwar durchaus erkennbar, aber höchstens in der Amplitude auszuwerten. Feinheiten, wie Klirrfaktor bzw. Flankensteilheit und Störspitzen oder Einbrüche können nicht mehr genau beurteilt werden.

Prinzipiell kann der HM 208 im Digital Speicherbetrieb mit den gleichen Betriebsarten arbeiten wie im analogen (Echtzeit-) Betrieb. Es können so dargestellt werden:

- Kanal I einzeln,
- Kanal II einzeln,
- Kanäle I und II gleichzeitig,
- Summe der Kanäle II+I,
- Differenz der Kanäle II–I,
- XY-Betrieb (X = Kanal II, Y = Kanal I).

Abweichungen des Speicherbetriebs (gegenüber dem Echtzeitbetrieb) sind:

- Bei gedrückter Taste **DUAL** (gleichzeitige Signaldarstellung beider Kanäle) entfällt die Möglichkeit der Chopper-Kanalumschaltung. Sie ist dabei überflüssig; das gespeicherte Bild flackert auch bei tiefen Frequenzen nicht. Die beiden Kanäle werden getrennt – aber gleichzeitig – abgetastet, jedoch nacheinander (alternierend) aus den beiden Einzelspeichern ausgelesen und auf dem Bildschirm dargestellt. Das Drücken der Taste **CHOP**. bleibt ohne Wirkung.
- Im **XY-Betrieb** ist die X-Ablenkung auf max. 9 cm begrenzt. Eine symmetrische Signaldarstellung auf dem Schirm (ohne einseitige Begrenzung) erfordert die richtige X-Positionseinstellung mit den Knöpfen **X-POS.** und **Y-POS.II**.

Daneben ergeben sich aber im Speicherbetrieb noch zusätzliche Darstellungsarten:

- **Refresh** (periodische Auffrischung = wiederholte Signalabtastung und Speicherung),
- **Single** (getriggerte Einzel-Zeitablenkung),
- **Pretrigger** (Aufzeichnung **vor** und **nach** der Signal-Triggerflanke),
- **Roll** („Aufrollen“ insbesondere von aperiodischen Signalen),
- **Plotter** (Signalregistrierung mit externem Kurvenschreiber).

Alle Betriebs- und Darstellungsarten mit Speicherung werden in den folgenden Abschnitten noch genauer behandelt.

Einzelkanaldarstellung

Y-Feld: keine Taste drücken, Eingangskopplung **AC** oder **DC** entsprechend Signalfrequenz wählen, Signal an **CH.I**-BNC-Buchse anlegen, gewünschte Bildhöhe am **VOLTS/DIV**-Eingangsteilerschalter wählen, Feinstellknopf in **CAL**-Stellung (Rechtsanschlag); nur wenn erforderlich, Feinstellknopf ziehen für Ablenkoeffizient **1mV/cm** (dann Teilerschalter auf **5mV/cm**), vertikale Bildlage mit **Y-POS.I**-Knopf einstellen.

Feld unter Schirm: mit **INTENS**- und **FOCUS**-Knopf passende Helligkeit und Schärfe einstellen, keine Taste drücken, mit **X-POS**-Knopf Strahllinie symmetrisch zum Raster stellen.

X-Feld: Taste **STORAGE ON** drücken (Storage-Lampe leuchtet).

Triggerung: vorerst Taste **AT/NORM**. nicht drücken, entsprechend Signalfolgefrequenz Triggerkopplung wählen. Für Frequenzen unter 30 Hz Normaltriggerung wählen (Taste **AT/NORM**. drücken, **DC** oder **LF** am **TRIG**-Wahlschalter einstellen, **LEVEL**-Knopf einstellen, so daß **TRIG**-Lampe leuchtet oder bei sehr tiefen Frequenzen nach jeder Signalperiode aufblitzt). Triggerflankenrichtung mit Taste **+/-** wählen.

Zeitbasis: Zeitkoeffizienten am **TIME/DIV**. wählen, jedoch bei Signalfolgefrequenz über etwa 2 Hz im schwarz umran-

deten Skalenbereich bleiben, bei Frequenzen unter 2 Hz Taste **TIME-ms/s** drücken und innerhalb des gestrichelt umrandeten Bereichs einstellen, **PRE-TRIG.**-Schalter auf **0%** stellen, außer **STORAGE ON** keine weitere Taste im Storage-Feld drücken.

In dieser Einstellung ist das Signal auf dem Bildschirm sichtbar, und zwar im **Refresh-Betrieb**. Das bedeutet, daß das Signal ständig neu abgetastet und wieder aus dem Speicher ausgelesen wird. Ändert sich Signalamplitude, Kurvenform, Frequenz oder Zeitkoeffizient, so ist diese Änderung ohne nennenswerten Zeitverlust auf dem Bildschirm sichtbar. Wird nun die Taste **HOLD I** gedrückt, wird das im Moment des Drückens dargestellte Signal „eingefroren“, also fest gespeichert. Um den „Vorrang“ der Taste **DUAL** aufzuheben, sollte auch Taste **HOLD II** gedrückt werden. Bis zum Lösen der Taste **HOLD I** ist das gespeicherte Signal durch kein Einstellelement des Oszilloskops mehr beeinflussbar. Das im Schirmbild sichtbare Signal kann aber durch Drücken der Taste **X-MAG. X10** gedehnt und mit dem Knopf **X-POS.** horizontal verschoben werden. Auch Taste **DOT JOIN** ist benutzbar. Die maximale Abtastrate ist 20 MHz, die Punktdichte 2000 Punkte auf 10 cm Bildbreite.

Im Prinzip funktioniert das sinngemäß auch bei **Einzelkanaldarstellung** und Speicherung mit **Kanal II**. Dabei muß selbstverständlich im Y-Feld die Taste **CH I/II-TRIG. I/II** gedrückt sein. Zum „Einfrieren“ des gespeicherten Signals dient dann die Taste **HOLD II**. Wie bereits angegeben, ist dabei die Punktdichte mit Kanal II nur halb so groß.

Anstelle des Refresh-Betriebs kann ohne Nachteil auch **Einzelablenkung** durch Drücken der Tasten **SINGLE** und **RESET** gewählt werden. Durch erneutes Drücken der **RESET**-Taste kann der Vorgang Abtasten, Speichern und Auslesen sofort wiederholt werden. Wird aber zusätzlich die entsprechende **HOLD**-Taste gedrückt, ist das letzte sichtbare Signal fest gespeichert. Einzelablenkung empfiehlt sich insbesondere bei aperiodischen Signalen oder Einzelereignissen, wie z.B. einem Einschaltvorgang. Dabei erlischt die **RESET**-Lampe, wenn durch die Triggerung der Abtastvorgang des Signals startet. Bei Einzelablenkung ist die richtige Einstellung der Triggerung (Art, Kopplung, Flankenrichtung, Pegel) ganz besonders wichtig, da ohne Triggerung das zuletzt gespeicherte Signal ungeändert im Speicher verbleibt, also auch ungeändert abgebildet wird. Unter Umständen empfiehlt sich die Einstellung der Triggerung mit Hilfe eines simulierten Signals. **Die Speicherung mit Einzelablenkung ist nicht im Roll- und nicht im XY-Betrieb, sonst aber in allen anderen Betriebsarten möglich.** Es kann dabei mit automatischer Triggerung gearbeitet werden. Meist ist jedoch **Normaltriggerung** mit passender **LEVEL**-Einstellung günstiger, weil damit der Triggerpunkt auf dem Signal festliegt. So kann auch eine vorzeitige Triggerung durch Störimpulse mit Nulldurchgang verhindert werden.

Speicherumschaltung

Unter Ausnutzung des eingebauten 2. Speichers, der durch Drücken der Taste **2. STOR.** eingeschaltet wird, können zwei gespeicherte Signalbilder miteinander verglichen werden. Höchste Auflösung und einfachste Bedienung erhält man, wenn die beiden Signale über **Kanal I** nacheinander in die Speicher einliest.

- Taste **HOLD II** drücken.
- Tasten **2. STOR.** und **HOLD I** müssen ausgelöst sein, also herausstehen.
- Speicherung des ersten Signals abschließen durch Drücken der Taste **HOLD I**.
- Taste **2. STOR.** drücken.
- Taste **HOLD I** auslösen.
- Zweites Signal einstellen und einlesen.
- Taste **HOLD I** drücken.

Jetzt sind beide Signalbilder gespeichert und können durch Auslösen und Drücken der Taste **2. STOR.** nacheinander aufgerufen werden. Beim Einlesen sind – falls erforderlich – durchaus verschiedene Zeitkoeffizienten, Amplituden, Y-Positionen und Triggereinstellungen (auch Einzelablenkung) möglich. Bei der Wiedergabe ergeben sich wieder genau die Bilder wie im Moment des Drückens der Taste **HOLD I**. Diese Bilder können nachträglich nur mit **DOT JOIN, X-MAG. X10** und **X-POS.** beeinflusst werden, was aber die beiden Speicherinformationen nicht ändert. Allerdings sollten die Tasten **CH I/II-TRIG. I/II** und **DUAL** im Y-Feld beim Ein- und Auslesen nicht gedrückt werden; sie müssen immer herausstehen. Sonst erhält man nicht mehr die volle Auflösung in horizontaler Richtung. Die Tasten **HOLD I** und **II** dürfen nicht versehentlich ausgelöst werden.

Auch unter **Mitbenutzung von Kanal II** können zwei gespeicherte Signalbilder miteinander verglichen werden. Wenn man dabei auf die volle Punktdichte von Kanal I allein Wert legt, müssen beim Auslesen **zwei Tasten (2. STOR. und CH I/II-TRIG. I/II) in bestimmter Reihenfolge gedrückt** werden. Dieser Umstand resultiert aus schaltungstechnischen Gründen (minimaler Aufwand, wenige Bedienungselemente).

- Tasten **2. STOR., HOLD I, HOLD II** und **DOT JOIN** müssen ausgelöst sein, also herausstehen.
- Erstes Signal über Kanal I einspeisen und einstellen.
- Speicherung des ersten Bildes abschließen durch Drücken der Taste **HOLD I**.
- Taste **2. STOR.** drücken und zweites Signal an Kanal II anschließen.
- Taste **CH I/II-TRIG. I/II** drücken.
- Wenn nötig, Einstellungen ändern (Triggerung, Zeitkoeffizient usw.).
- Wenn zweites Signalbild exakt eingestellt, Taste **HOLD II** drücken.
- Zur Umschaltung auf das gespeicherte erste Signalbild zuerst Taste **2. STOR.**, dann Taste **CH I/II-TRIG. I/II** auslösen.

- Zur Umschaltung auf das gespeicherte zweite Bild zuerst Taste **CH I/II–TRIG I/II**, dann Taste **2. STOR.** drücken.

Eine falsche Reihenfolge beim Auslesen aus den Speichern bewirkt bei der Bilddarstellung von Kanal I, daß nur die halbe Information (Punktdichte) wiedergegeben wird. Und bei Kanal II resultiert daraus, daß die halbe Information von Kanal I mit der von Kanal II verschachtelt ist (wie bei Zweikanaldarstellung), oder – bei gedrückter Taste **DOT JOIN** – daß eine HF-Schwingung das Bild zu überlagern scheint. Die falsche Reihenfolge führt aber nicht zu einer Änderung der Speicherinhalte!

Wichtig beim Auslesen der Speicher ist also nur die gleiche Stellung der Taste CH I/II–TRIG. I/II wie beim Einlesen. Ob für Kanal I der 1. oder der 2. Speicher benutzt wird, ist dagegen unwichtig; beide Speicher sind gleich. Obige Zuordnung (gedrückte Taste **2. STOR.** = Kanal II = gedrückte Taste **CH I/II–TRIG I/II**) merkt man sich leichter.

Kommt es nicht auf die volle Horizontalauflösung von Kanal I an, dann läßt man die Taste **CH I/II–TRIG. I/II** in der gedrückten Stellung und schaltet die gespeicherten Bilder nur mit der Taste **2. STOR.** um. Taste **DOT JOIN** kann in beliebiger Stellung sein.

Zwei gespeicherte Einzelbilder lassen sich auch gleichzeitig (übereinander) darstellen. Hierzu wählt man mit Taste **2. STOR.** den Speicher, in den das Bild von Kanal II eingelesen wurde, dann drückt man Taste **DUAL**. Die Stellung der Taste **CH I/II–TRIG. I/II** ist dabei unwichtig.

Selbstverständlich kann auch ein gespeichertes Bild mit einem Echtzeit-Bild verglichen werden. Meist müssen dazu die analogen und digitalen Zeitkoeffizienten (beim Einlesen in den Speicher) übereinstimmen. Ausnahmen davon können aber durchaus sinnvoll sein. Da hierbei der Echtzeitbetrieb Vorrang hat (seine Bedienelemente-Einstellungen liegen fest), müssen die Speicherbilder **vorher** eingelesen werden. So sind sogar 3 Bilder nacheinander darstellbar durch Umschalten mit den Tasten **STORAGE ON** und **2. STOR.**

Auch Speicherbilder aus verschiedenen Betriebsarten lassen sich zu Demonstrationszwecken darstellen. Ist ein gespeichertes Bild des XY-Betriebs dabei, muß mit der Speicherumschaltung auch der Zeit-Feinstellknopf gezogen bzw. gedrückt werden. Ist Einzeldarstellung von Kanal II oder Zweikanaldarstellung (siehe weiter unten) dabei, sollte beim Auslesen die Taste **CH I/II–TRIG. I/II** bzw. **DUAL** gedrückt sein.

Zweikanaldarstellung

Für **Zweikanalbetrieb** wird die Taste **DUAL** gedrückt. Die beiden Kanäle werden getrennt, aber quasi gleichzeitig (mit

180° Phasenverschiebung) abgetastet. Die Punktdichte ist für beide Kanäle gleich (je 1000 Punkte auf 10 cm Bildbreite; maximale Abtastrate 10MHz. Es kann intern von Kanal I oder von Kanal II getriggert werden mit Hilfe der Taste **CHI/II–TRIG.I/II**. Zum „Einfrieren“ beider Signale sind **beide** Tasten **HOLD I** und **HOLD II** zu drücken. **Die Chopper-Kanalumschaltung wirkt nicht im Speicherbetrieb.** Bei gedrückter Taste **DUAL** ist die **CHOP.**-Taste außer Funktion. Wie im Echtzeitbetrieb kann bei zwei synchronen Signalen gleicher Frequenz und Form die Phasendifferenz am Bildschirm gemessen werden (siehe Seite M 12). Dabei darf die Taste **INV.I** nicht gedrückt sein. Die Eingangskopplungsschalter müssen **beide** auf **DC** oder **beide** auf **AC** stehen.

Summen- und Differenzdarstellung

Die **Summe zweier Signale** wird mit gedrückter Taste **ADD** und **ungedrückten Tasten DUAL** und **INV.I** gespeichert und abgebildet. Auch hierbei ist interne Triggerung von Kanal I oder Kanal II mit Hilfe der Taste **CHI/II – TRIG. I/II** möglich. Die Punktdichte ist hoch (max. Abtastrate 20MHz; 2000 Punkte auf 10 cm). Zum „Einfrieren“ des Speicherinhalts genügt das Drücken der Taste **HOLD I**.

Die **Differenz zweier Signale** erscheint, wenn beide Tasten **ADD** und **INV.I** gedrückt sind. Die Taste **DUAL** muß dabei ungedrückt bleiben. Punktdichte und interne Triggerung sind wie schon bei der Summe beschrieben. Auch bei der Differenzbildung wird der Speicherinhalt mit der Taste **HOLD I** festgehalten.

Bei der (gespeicherten) Summen- und Differenzmessung kann die vertikale Bildverschiebung mit beiden Knöpfen **Y-POS.I** und **Y-POS.II** erfolgen. Die beiden Signale müssen im allgemeinen synchron sein, dürfen aber durchaus eine konstante Phasendifferenz aufweisen. Sind sie nicht synchron (Schwebung), dann „atmet“ das Bild im Refresh-Betrieb. Das bedeutet, daß das „Einfrieren“ mittels Drücken der Taste **HOLD I** oder bei Einzelablenkung mit den Tasten **SINGLE** und **RESET** einen Amplitudenverlauf zeigt, der vom (zufälligen) Zeitpunkt des Drückens dieser Tasten abhängt. So kann sich z. B. das Bild einer an- oder abklingenden Schwingung ergeben. Allerdings folgt die Umhüllende weder einer Sinus- noch einer e-Funktion; sie ist als mehrfachmodulierte Schwingung anzusehen.

Referenzliniendarstellung

Manchmal ergibt sich die Notwendigkeit, den **Speicherinhalt zu löschen** und nur eine oder – im Zweikanalbetrieb – beide **Zeitlinien darzustellen** und sie auf eine horizontale Rasterlinie einzupegeln. Hierzu wird die automatische Triggerung benötigt (Tasten **AT/NORM.**, **SINGLE**, **HOLD** und **TIME-ms/s nicht drücken**). Außerdem werden der oder die Eingangskopplungsschalter auf **GD** gesetzt. Jetzt kann

mit **Y-POS.I** und/oder **Y-POS.II** die Zeitlinie entsprechend vertikal variiert werden. Anliegende Signale stören dabei nicht.

Zeitablenkung von tieffrequenten Signalen

Mit Hilfe der Taste **TIME-ms/s** werden im Speicherbetrieb die **gestrichelt umrandeten** Skalenbereiche des **TIME/DIV.**-Schalter um den Faktor 1000 verlangsamt. Ist die Taste **TIME-ms/s** gedrückt, liest man also (statt 0.1 ms/cm bis 50ms/cm) auf der Skala 0.1 s bis 50s/cm. Will man auf 10cm Schirmbreite gerade eine Signalperiode darstellen, so ergibt sich ein Frequenzbereich von 2mHz bis 1Hz. Stellt man 1 Signalperiode pro cm dar, ist der Frequenzbereich 20mHz bis 10Hz. Mit gedrückter Taste **TIME-ms/s** ergeben sich aber einige Besonderheiten.

Triggerung: Es ist wohl selbstverständlich, daß die Eingangskopplung für den oder die Signaleingänge bei tieffrequenten Signalen auf **DC** gestellt sein muß. Das gilt aber auch für den Triggerkopplungsschalter im X-Feld. Dieser muß entweder auf **DC** oder auf **LF** stehen. Steht er auf **LF**, werden Rauschen und Störfrequenzen, die evtl. die Triggerung vorzeitig auslösen können, oberhalb 1 kHz unterdrückt (Tiefpaßfilter), die tieffrequenten Signalanteile – einschließlich DC – aber übertragen. Als Triggerart sollte Normaltriggerung benutzt werden (Taste **AT/NORM.** gedrückt), weil automatische Triggerung unter 30Hz nicht anwendbar ist. (Die Stellung **AT** wird aber für den weiter unten angegebenen Rollbetrieb ausgenutzt.) Ist der **LEVEL**-Knopf richtig eingestellt, ergibt sich eine Darstellung wie im Refresh-Betrieb: die Signalkurve wird ständig neu geschrieben.

Triggerlampe: Bei tieffrequenten Signalen (unter ca. 10Hz) erfolgt das Aufleuchten der Triggerlampe nur blitzartig, und zwar jedesmal dann, wenn der eingestellte Triggerpunkt auf der Signalkurve durchlaufen wird. Werden beispielsweise auf dem Schirm 3 Perioden des Signals dargestellt, leuchtet die Triggerlampe dreimal auf. Aber nur das erste Aufleuchten startet den Vorlauf der Zeitablenkung. Bei den beiden anderen Blitzen ist die Triggerung gesperrt, bis Vorlauf (und Rücklauf) der Sägezahnperiode beendet sind. Nach Ablauf der Sperrzeit startet der nächstfolgende Triggerimpuls die Zeitablenkung erneut. Das mehrmalige Aufleuchten gilt auch bei Einzelablenkung, nur stoppt die Zeitablenkung nach dem einmaligen Vorlauf.

Einzelablenkung: Mit gedrückten Tasten **SINGLE** und **RESET** ist die einmalige Zeitablenkung eingeschaltet. Gegenüber der periodischen Zeitablenkung ergeben sich in der Darstellung weder qualitative noch quantitative Nachteile. Es hängt also nur von der Meßaufgabe ab, welche Darstellungsart günstiger ist. Die **RESET-Lampe** zeigt die Triggerbereitschaft. Sie erlischt im Moment des Triggers. Wird die **RESET**-Taste während einer laufenden Zeitablenkung gedrückt, leuchtet die Lampe sofort auf. Die gerade

laufende Zeitablenkung wird abgebrochen. In diesem Moment starten Abtastung und Speicherung. Die **RESET-Lampe** erlischt, wenn das Triggersignal den eingestellten Triggerpunkt durchläuft. Ist der eingestellte Zeitkoeffizient im Extremfall 50s/cm, dauert die Wartezeit 500s. Während der Wartezeit bleibt das vorher gespeicherte Signalbild erhalten. Dafür entsteht aber das ausgelesene, sichtbare Bild bei Einzelablenkung ruckartig, also praktisch ohne Zeitverzug. Dies gilt auch für die Zweikanaldarstellung, denn beide Kanäle werden beinahe gleichzeitig abgetastet, gespeichert und ausgelesen. Abgesehen von der XY-Darstellung kann Einzelablenkung und Rollbetrieb in allen Betriebsarten angewendet werden.

Rollbetrieb: Ist die Taste **TIME-ms/s** gedrückt, die **AT/NORM.**-Taste aber ungedrückt, ist der Rollbetrieb eingeschaltet. Selbstverständlich muß dabei die Taste **SINGLE** ebenfalls ungedrückt sein. Im Rollbetrieb wandert der Kurvenzug eines Signals vom **rechten** Bildrand zum **linken** Bildrand. Jede Veränderung des Signals wird also am rechten Bildrand unmittelbar sichtbar und läuft nun mit dieser Änderungsstoßstelle ungeändert zum linken Bildrand. Mit der **HOLD I**-Taste kann – wenn die interessierende Stelle z.B. bis zur Bildschirmmitte gewandert ist – das Bild angehalten und fest gespeichert werden. So kann auch aus einer aperiodischen Impulsfolge eine ganz bestimmte Impulskonstellation (z.B. ein Doppelimpuls) oder eine Störstelle herausgesucht, gespeichert und untersucht werden. Ebenso ist es bei einer Regelschaltung möglich, den zeitlichen Verlauf einer Störgrößenaufschaltung oder eine Totzeit festzuhalten, obwohl der Zeitpunkt der Aufschaltung vielleicht nicht ohne weiteres beeinflussbar ist und abgewartet werden muß. Die Wanderungsgeschwindigkeit auf dem Bildschirm ändert sich mit der Zeitkoeffizienteneinstellung im gestrichelt umrandeten Skalenbereich des **TIME/DIV.**-Schalters. Da im Rollbetrieb die Triggerung abgeschaltet ist, braucht man sich um Triggerschwelle, Triggerkopplung, Flankenrichtung usw. nicht zu kümmern. Der Zeitkoeffizient kann nach Bedarf in einem weiten Bereich geändert werden.

Pre-Triggerung

Mit der Pre-Triggerung kann der Signalverlauf insbesondere vor (und evtl. auch nach) dem eingestellten Triggerpunkt verfolgt werden. Der **PRE-TRIG.**-Schalter zeigt die Werte **0-25-50-75-100**. Das sind **Prozente**, die sich auf die horizontale Bildschirmbreite von 100mm beziehen, gerechnet von links nach rechts. Beim 75%-Wert liegt also der Triggerpunkt 75mm rechts vom linken Bildrasterrand. Der 100%-Wert liegt auf der rechten Rasterrandlinie. Der Triggerpunkt selbst kann bei eingeschalteter Normaltriggerung (**AT/NORM.**-Taste gedrückt) mit dem **LEVEL**-Knopf (und der Taste **+/-**) beliebig eingestellt werden (z.B. im Nulldurchgang oder Mitte Flanke oder im Scheitel einer Sinuskurve). Diese Einstellung geschieht im allgemeinen, wenn der **PRE-TRIG.**-Schalter auf **0** steht. Stellt man nun diesen Schalter auf **50**, dann liegt derselbe Triggerpunkt jetzt in

Bildschirmmitte. Jetzt ist die „Vorgeschichte“ des Signals vor (und nach) dem Triggerpunkt sichtbar. Bei passender Zeitbasiseinstellung lassen sich kritische Stellen auch über eine längere Zeit verfolgen, indem man eine größere Zahl von Signalperioden auf dem Schirm einstellt.

Auch bei **Einzelablenkung** (Tasten **SINGLE** und **RESET** nacheinander gedrückt) läßt sich mit Pre-Triggerung arbeiten. Jedoch muß nach jeder Neueinstellung des Schalters **PRE-TRIG.** eine neue Einzelspeicherung mit der **RESET**-Taste eingeleitet werden.

Im Bereich der Zeitkoeffizienten zwischen **0.1 ms/cm** bis **50 ms/cm** kann die **PRE-TRIG.**-Funktion auch mit automatischer Triggerung benutzt werden. Das ist aber im allgemeinen nicht vorteilhaft, weil dabei die Triggerung im Nulldurchgang geschieht und nicht mit dem **LEVEL**-Knopf verändert werden kann. Wie bereits bemerkt, setzt auch die automatische Triggerung unterhalb 30Hz aus. Deshalb sollte immer Normaltriggerung (Taste **AT/NORM.** gedrückt) bevorzugt werden.

Bei tiefen Signalfrequenzen mit Zeitkoeffizienten von **0.1 s/cm** bis **50 s/cm** muß mit Normaltriggerung (Taste **AT/NORM.** gedrückt) **und** mit Einzelablenkung (Tasten **SINGLE** und **RESET** gedrückt) gearbeitet werden. Dabei muß für jede Neueinstellung des Schalters **PRE-TRIG.** eine neue Einzelablenkung (Taste **RESET** drücken) erfolgen.

Jedes mit Pre-Triggerung erhaltene Signalbild läßt sich mit der entsprechenden **HOLD**-Taste „einfrieren“. Im Zweikanalbetrieb müssen dazu beide Tasten **HOLD I** und **HOLD II** gedrückt sein. Die Werte, die mit dem **PRE-TRIG.**-Schalter vorgewählt wurden, gelten im Zweikanalbetrieb nur für den mit Taste **CHI/II-TRIG. I/II** gewählten Triggerkanal.

XY-Betrieb

Wie bereits beschrieben, erfolgt die **Umschaltung auf XY-Betrieb** – wie im Echtzeitbetrieb – durch Ziehen des Zeitbasis-Feinstellknopfes. Im Speicherbetrieb sind aber einige wichtige Unterschiede zu beachten:

- Die X-Positionseinstellung kann mit dem **X-POS.**-Knopf **und** dem **Y-POS.II**-Knopf vorgenommen werden. Im allgemeinen ist es jedoch zweckmäßig, den weißen Strich auf der Kappe des Knopfes **Y-POS.II** senkrecht nach oben zeigend einzustellen und die X-Position mit dem Knopf **X-POS.** zu ändern. Andernfalls kann die Strahllinie auf der rechten oder linken Bildschirmseite begrenzt werden. Im Speicherbetrieb ist die Ansteuerung in X- und Y-Richtung auf etwa 9cm beschränkt. Deshalb sollte das Signal in beiden Richtungen keinesfalls 8cm (Spitze zu Spitze) auf dem Bildschirm überschreiten. Eine Übersteuerung in X-Richtung ist leicht an einer links- oder rechtsseitigen Abplattung zu erkennen. Bei Übersteuerung einer horizontalen Linie zeigt sich am Linienende ein heller Punkt.

- Im Y-Feld sollen die Tasten **CHI/II - TRIG. I/II, DUAL** und **ADD - CHOP.** nicht gedrückt sein. Wohl aber darf die Taste **INV. I** benützt werden.
- Die Taste **X-MAG. X 10** sollte nicht gedrückt sein, weil sich sonst in X-Richtung ein großer Punktabstand (ca. 2,9mm) ergibt.
- Die Taste **DOT JOIN** kann benutzt werden. Sie ergibt bei gewissen Signalen eine größere Bildhelligkeit.
- Ist die Taste **HOLD I** ungedrückt, erfolgt Abtasten, Speichern und Auslesen im **Refresh-Betrieb**. Jede Signaländerung ist sofort zu erkennen. Drückt man die Taste **HOLD I**, wird das im Moment des Drückens sichtbare Bild fest gespeichert.
- Die Punktdichte im XY-Betrieb ist in beiden Richtungen 256 Punkte auf ca. 9 cm.
- Die wichtigste Änderung gegenüber dem Echtzeitbetrieb betrifft die **Zeitbasiseinstellung**. Im Echtzeit-XY-Betrieb ist die Zeitbasis ganz abgeschaltet. Nicht so bei digitaler Speicherung, weil ja Abtasten und Auslesen in bestimmten Frequenzverhältnissen erfolgen muß. Zu jeder Eingangssignalfrequenz gehört eine bestimmte Zeitbasiseinstellung. Stellt man die Zeitbasis zu schnell ein (**TIME/DIV.**-Schalter zu weit nach rechts gedreht), entstehen Lücken im Signalbild. Ist der Schalter zu weit nach links gedreht, ist das Bild unscharf und verschleiert. Die richtige Einstellung des Schalters ergibt sich aus

$$Z = \frac{1}{F \cdot 10}$$

Hierin ist **Z** der einzustellende Zeitkoeffizient in **s/cm** und **F** die Signalfrequenz in **Hz**. Beispiel: **F** = 50Hz, dann ist **Z** = 1 : (50·10) = 0,002 = **2ms/cm**. Ergibt sich ein Zwischenwert der 1-2-5 Teilung, so ist der **nächst größere** Zeitkoeffizient auf der **TIME/DIV.**-Skala einzustellen. Beispiel: **F** = 1,5kHz, **Z** = 1 : (1500·10) = 0,000067 = 67µs/cm, **Z** = **0.1ms/cm** (und nicht: **Z** = 50µs/cm). Bei einer Einstellung auf 50µs/cm ergäbe sich eine Lücke im Signalbild. Kennt man die Signalfrequenz nicht, ergeben sich zwei andere Methoden für die richtige Zeitkoeffizienteneinstellung. Man schaltet den XY-Betrieb aus (Taste **STORAGE ON** bleibt gedrückt) und stellt einkanalig auf dem Schirm mindestens 1 Signalperiode auf **10cm** Rasterbreite dar. Im ungünstigsten Fall müssen es sogar knapp 2,5 Perioden sein. Diese Einstellung ist dann optimal. Bei der anderen Möglichkeit bleibt man im XY-Betrieb und stellt die Zeitbasis so ein, daß gerade **eine** Lücke im Signalbild entsteht. Das sieht man aber erst richtig, wenn die Taste **HOLD I** mehrmals gedrückt und wieder ausgelöst wird. Dann ist der **TIME/DIV.**-Schalter um **eine** Stellung nach links zu drehen. Sind die beiden Frequenzen an den Eingangsbuchsen unterschiedlich, richtet sich die Zeitkoeffizienteneinstellung nach der höheren Frequenz.

Liegen im XY-Speicherbetrieb die Signalfrequenzen unter 2 Hz, muß die Taste **Time-ms/s** gedrückt werden. Statt ms/cm liest man dann im gestrichelt umrandeten Skalenbereich des **TIME/DIV.**-Schalters **s/cm** ab. So können im XY-Betrieb noch Signalfrequenzen bis herab zu 0,002 Hz = 2 mHz lückenlos dargestellt werden. Allerdings dauert dann die komplette Speicherung eines Signalzuges 500 s = 8 Min. 20 Sekunden. Eine plötzliche Signaländerung erkennt man aber im Refresh-Betrieb trotzdem sofort an der Stoßstelle im Kurvenzug. Sehr langsame Änderungen lassen sich durch Ausnutzung des 2. Speichers erfassen. Nachdem das 1. Signalbild voll geschrieben ist, drückt man zuerst die Taste **HOLD I**, dann wird die Taste **2.STOR.** betätigt und Taste **HOLD I** ausgelöst. Nach einem angemessenen oder bestimmten Zeitabstand wird wieder Taste **HOLD I** gedrückt. Jetzt kann man durch abwechselndes Auslösen und Drücken der Taste **2.STOR.** beide Kurvenbilder vergleichen und auswerten.

Plotter-Ausgang

Der HM 208 besitzt einen Plotter-Ausgang zum Anschluß eines XY-Schreibers. Die Empfindlichkeit beträgt in beiden Richtungen X und Y je **0,1 V/cm** ($\pm 10\%$). Sie ist bezogen auf die Bildschirmablenkung mit ungedrückter Taste **X-MAG. X10**. (Die gedrückte Taste wirkt sich nur auf den Bildschirm, nicht auf den Plotter-Ausgang aus.) Die Ausgänge haben Innenwiderstände von ca. 100 Ω . Weil handelsübliche XY-Schreiber recht unterschiedliche maximale Schreibgeschwindigkeiten haben, ist die **Ausgabegeschwindigkeit** des Plotter-Ausgangs im Innern des HM 208 **in drei Stufen einstellbar**:

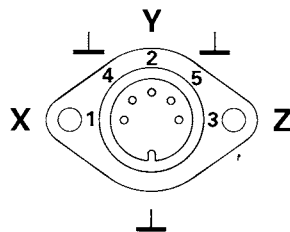
Einkanalbetrieb (CH. I):	10 - 20 - 40 s/cm
Algebraische Addition (CH. I \pm CH. II):	10 - 20 - 40 s/cm
Einkanalbetrieb (CH. II):	5 - 10 - 20 s/cm
Zweikanalbetrieb (CH. I und CH. II):	5 - 10 - 20 s/cm
XY-Betrieb:	5 - 10 - 20 s/cm

Die Änderung um den Faktor 2 geschieht automatisch beim Einschalten der betreffenden Betriebsart. Der dreistufige Schieberegler befindet sich auf der **rechten Schmalseite** des Gerätes zwischen zwei Leiterplatten (Abstand 235 mm von der Kunststofffront-Vorderkante, etwa in mittlerer Höhe). Er ist nach Abnahme des Gehäusemantels (siehe Serviceanleitung) leicht zu bedienen. Die jeweils größere Ausgabegeschwindigkeit liegt in Richtung zur Gehäuserückwand. Ab Werk ist die jeweils langsamste Schreibgeschwindigkeit eingestellt.

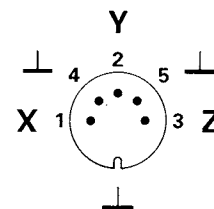
Penlift-Steuerung: Eine open-collector-Steuerschaltung (max. +100 mA) im HM 208 liefert das Penlift-Kommando für den Schreiber. Fließt Strom (Spannung wird vom XY-Schreiber geliefert), wird der Schreibstift auf die Schreibfolie aufgesetzt.

Anschlußschema: Da es für XY-Schreiber z. Zt. keine einheitlichen Anschlußbuchsen gibt, kann dem HM 208 kein Anschlußkabel mitgegeben werden. Es ist selbst anzufertigen. Auf der Rückwand des HM 208 ist eine 5 pol. Diodenbuchse mit nachstehendem Schema angebracht.

Buchse (Frontseite)



Stecker (Lötseite)



Anschlüsse: 1 = X; 4 = Masse (X)
2 = Y; 5 = Masse (Y)
3 = Z; Gehäusemasse (Z)

Mit Z ist die Penlift-Steuerung bezeichnet. Zweckmäßig ist ein Kabel mit 3 geschirmten Leitungen. Aber auch 2 geschirmte Leitungen mit einem Beidraht für Z sind verwendbar. Stecker nach DIN41524, 5polig.

Bedienung: Der Plotter-Ausgang ist erst dann betriebsbereit, wenn die der Betriebsart entsprechenden **HOLD**-Tasten gedrückt sind, wodurch das Signalbild fest gespeichert bleibt. Drückt man jetzt die zugehörige **PLOT**-Taste, wird der Penlift-Ausgang freigegeben, die Schreibfeder des XY-Schreibers setzt etwas verzögert auf, der Schreibvorgang beginnt. Auf dem Schirm des HM 208 ist gleichzeitig ein leuchtender Punkt sichtbar, der das jetzt unsichtbare Signalbild nachzeichnet. Ist das gespeicherte Signalbild geschrieben, erscheint auf dem Schirm automatisch wieder das volle Signalbild, die Schreibfeder hebt ab, der XY-Schreiber stoppt. Während des Schreibvorgangs sollte keinerlei Umschaltung am Oszilloskop vorgenommen werden!

Durch Druck auf die **RESET**-Taste kann ein laufender Plotter-Schreibvorgang jederzeit abgebrochen werden. Sofort erscheint auf dem Bildschirm wieder das vollständige Signalbild. Wird die entsprechende **PLOT**-Taste erneut gedrückt, beginnt wieder ein kompletter Schreibvorgang.

Im Zweikanalbetrieb müssen die beiden gespeicherten Signalkurven in zwei Schreibvorgängen ausgegeben werden. Dazu wird erst **PLOT I** gedrückt. Wenn das Doppelsignalbild wieder auf dem Bildschirm erscheint, wird **PLOT II** gedrückt. Selbstverständlich kann man die Reihenfolge auch umkehren. Will man das zweite Signal über dieselbe X-Achse (Abzisse) schreiben, muß die Schreibfolie auf den Anfangspunkt des ersten Signals zurückgespult werden. Das erübrigt sich bei XY-Schreibern mit eingelegtem Schreibblatt.

Prinzipiell ist auch ein YT-Schreiber verwendbar. Das gilt aber nicht für den XY-Betrieb des HM 208.

Allgemeines

Ohne genügende Fachkenntnisse sollten keine Eingriffe im HM 208 vorgenommen werden. Das betrifft ganz besonders das digitale Speicherteil. Hier auftretende Fehler werden besser vom schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service beseitigt. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch „Garantie“, Seite M2.)

Öffnen des Gerätes

Zuerst ist die Netzkabel-Steckdose aus dem eingebauten Kaltgerätestecker herauszuziehen. Löst man dann die zwei Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinauschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

Warnung

Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses, bei einer Instandsetzung oder bei einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein. Wenn danach eine Messung, eine Fehlersuche oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Bei Eingriffen in den HM208 ist zu beachten, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 14kV und die der Endstufen etwa 70V beträgt. Potentiale bis ca. 2000V befinden sich an der Röhrenfassung und hauptsächlich auf der Z-Board Leiterplatte. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde. Normalerweise sind die Kondensatoren 6 Sekunden nach dem Abschalten entladen. Da aber bei defektem Gerät eine Belastungsunterbrechung nicht auszuschließen ist, müssen entsprechende Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden.

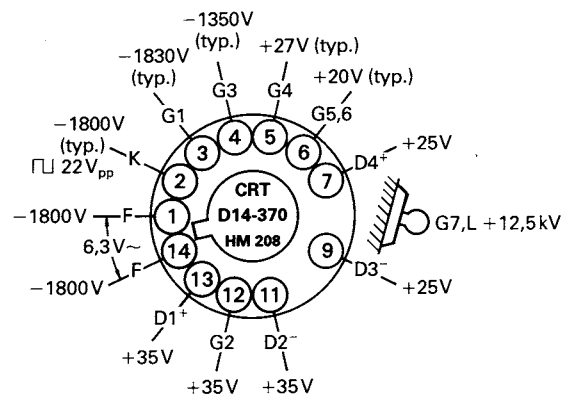
Auch längere Zeit nach dem Abschalten des Gerätes führt der Nachbeschleunigungsanschluß der Bildröhre noch Hochspannung. Zur Prüfung dieses Anschlusses

oder bei einem Ausbau der Bildröhre ist der kunststoffumhüllte Clip (links neben Bildschirm) aus der Röhre zu ziehen und an einem Seitenteil des Chassis zu entladen. Dann muß der Druckknopfkontakt der Röhre z.B. mit einem langen, isolierten Schraubenzieher gegen das Chassis kurzgeschlossen werden, wobei die verdrahtete Röhrenfassung noch auf dem Röhrensockel sitzen muß. Dieser Kurzschluß sollte mehrmals wiederholt werden. (Wichtig bei Röhrenwechsel!)

Größte Vorsicht ist beim Umgang mit der Bildröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gehärteten Werkzeugen berührt oder örtlich überhitzt (LötKolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselspannungen für Strahlröhrenheizung (6,3V) und Rasterbeleuchtung bzw. Netztriggerung (12V) werden im HM208 fünf Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch geregelt bzw. stabilisiert (+5V, +12V, -12V, +70V und 22V für die Helltast-Schaltung). Aus den Gleichspannungen +12V und -12V wird der Hochspannungswandler betrieben, der die Spannungen -1900V und +12,5kV liefert. Einstellbar ist nur die +12V Spannung, die als Spannungsnormal für die anderen Regelungen dient. Für die Messung der Hochspannung -1900V und der 22V-Helltastversorgung (als Differenz zweier Spannungsmessungen gegen Masse) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter (>10M Ω) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. Von einer Messung der Nachbeschleunigungsspannung +12,5kV wird abgeraten. Sie erfordert einen HV-Teiler 1000:1 mit 1G Ω Eingangswiderstand und spezielle Kenntnisse. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm- bzw. Störspannungen zu überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein.



Spannungen an der Bildröhrenfassung

Kurzanleitung für HM208 im Echtzeitbetrieb

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaaste ① (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.

Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).

Keine weitere Taste drücken. **TRIG.-**Wahlschalter ⑳ auf **AC**, Eingangskopplungsschalter ⑪ auf **GD**, **TIME/DIV.-**Schalter ㉒ auf **50µs/cm** stellen.

Am Knopf **INTENS.** ② mittlere Helligkeit einstellen.

Mit den Knöpfen **Y-POS.I** ⑩ und **X-POS.** ⑨ Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.

Anschließend mit **FOCUS**-Knopf ④ Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.

Kanal II: Taste **CHI/II-TRIG.I/II** ⑰ gedrückt.

Kanal I und II: Taste **DUAL** ⑱ gedrückt.

Alternierende Kanalumschaltung: Taste **CHOP.** ⑲ nicht drücken.

Chopper-Kanalumschaltung (für Signale <1 kHz): Taste **CHOP.** ⑲ zusätzlich drücken.

Summe (Kanal II+I): Nur Taste **ADD** ⑲ drücken.

Differenz (Kanal II-I): Nur die Tasten **ADD** ⑲ und **INV. I** ⑰ drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit Taste **AT/NORM.** ㉗ wählen.

Automatische Triggerung (für Signale >30Hz): Taste **AT/NORM.** ㉗ nicht drücken.

Normaltriggerung: Taste **AT/NORM.** ㉗ drücken. Mit **LEVEL**-Knopf ㉘ Triggerpunkt einstellen.

Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **+/-** ㉙ wählen.

Interne Triggerung: Taste **EXT.** ㉚ nicht drücken.

Im Zweikanalbetrieb und bei algebraischer Addition freie Triggerkanalwahl mit Taste **CHI/II-TRIG.I/II** ⑰.

Externe Triggerung: Taste **EXT.** ㉚ drücken; Synchron-Signal (0,3V_{ss}-3V_{ss}) auf Buchse **TRIG. INP.** ㉛ geben.

Synchron-Signal 3V_{ss}-30V_{ss}: Taste **10:1** ㉜ drücken.

Netztriggerung: **TRIG.-**Wahlschalter ㉞ auf ~ stellen.

Triggerkopplung mit **TRIG.-**Wahlschalter ㉞ wählen. Trigger-Frequ.-Bereiche:

AC: 20Hz – 10MHz; **DC:** 0 – 10MHz; **HF:** 1 kHz – 40MHz; **LF:** 0 – 1 kHz.

Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TRIG.-**Wahlschalter ㉞ auf **AC** (evtl. **DC**).

Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TRIG.-**Wahlschalter ㉞ auf **LF**.

Trigger-Anzeige beachten: Lampe über **TRIG.-**Wahlschalter ㉞.

Leuchtet bei Triggerung. Blinkt bei Triggersignalen <10Hz, wenn getriggert.

Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CH.I** und/oder **CH.II** ⑫ zuführen.

Tastteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** ⑥ ⑦ abgleichen.

Meßsignal-Ankopplung ㉞ auf **AC** oder **DC** schalten.

Mit Teilerschalter ⑬ Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.

Bei Signalen <1,5mV_{ss}, Y-Dehnung x5 einschalten: Y-Feinstellknopf **MAG X5** ⑮ ziehen.

Am **TIME/DIV.-**Schalter ㉒ Zeitkoeffizienten wählen.

Bei Normaltriggerung mit **LEVEL**-Knopf ㉘ Triggerpunkt einstellen.

Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller ⑭ auf Rechtsanschlag (**CAL.**)

Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller ㉓ auf Rechtsanschlag (**CAL.**)

Zeitdehnung x10 mit gedrückter Taste **X-MAG. X10** ⑧.

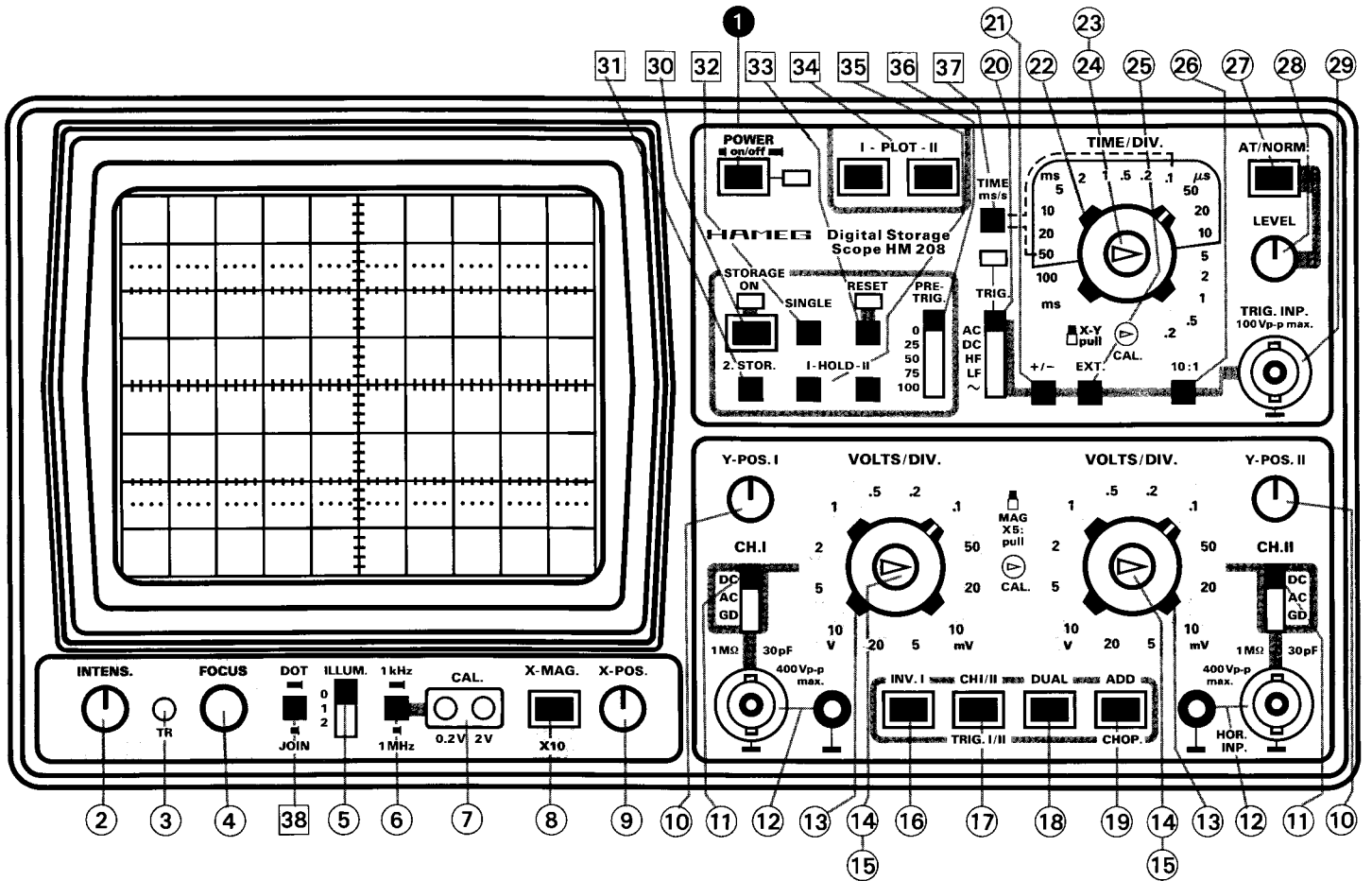
Externe Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) mit gezogenem Zeit-Feinstellknopf **X-Y** ㉔ (X-Eingang: **CH.II**).

Speicher-Betrieb

Siehe Speicher-Bedienungsanleitung Seite M15. Speicher-Betriebsarten Seite M16ff.

Bedienungselemente HM 208 (Kurzbeschreibung – Frontbild)

Element	Funktion	Element	Funktion
❶ POWER on/off (Drucktaste und LED-Anzeige)	Netzschalter; Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an.	❷❹ TRIG. (LED-Anzeige)	Anzeige leuchtet, wenn Zeitbasis getriggert ist. Blinkt bei Sign. < 10 Hz.
❷ INTENS. (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl.	❷❹ +/- (Drucktaste)	Signaldarstellung beginnt mit steigender Flanke (Taste nicht gedrückt) oder mit fallender Flanke (Taste gedrückt).
❸ TR Trimpotentiometer (Einstellung mit Schraubenzieher)	Trace Rotation (Strahldrehung). Dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit waagrecht gestellt.	❷❷ TIME/DIV. (18stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit der Zeitbasis von 0,2 µs/cm bis 200 ms/cm).
❹ FOCUS (Drehknopf)	Schärfereinstellung für den Kathodenstrahl. (Muß bei großer Helligkeitsänderung nachgestellt werden).	❷❸ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Vermindert Zeitablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 (Linksanschlag). Für Zeitmessungen auf CAL. (Rechtsanschlag) stellen.
❺ ILLUM. 0,1,2 (Schiebeschalter mit 3 Pos.)	Rasterbeleuchtung – 3-stufig, 0 = aus; 1 = mittel; 2 = hell.	❷❹ X-Y (Zug-Druck-Schalter)	XY-Betrieb. Bei gezogenem Knopf wird die interne Zeitablenkung abgeschaltet. Die externe Horizontalablenkung erfolgt über CHII-Eingang.
❻ 1 kHz – 1 MHz (Drucktaste)	Frequenz des Calibrator-Ausgangs Taste herausstehend = 1 kHz; Taste gedrückt = 1 MHz.	Achtung! Bei fehlender Zeitablenkung Einbrenngefahr.	
❼ CALIBRATOR 0.2V-2V (Testbuchsen)	Calibrator-Rechteckausgang, 0,2 V _{pp} bzw. 2 V _{pp} (Frequenzeinstellung ❸).	❷❸ EXT. (Drucktaste)	Triggerrung durch externes Signal. Signalführung über Buchse TRIG. INP. ❷❸ Eingangssign. 0,3V-3V _{SS} .
❽ X-MAG. X10 (Drucktaste)	Dehnung der X-Achse um den Faktor 10 (Taste gedrückt). Max. Auflösung = 20 ns/cm.	❷❹ 10:1 (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird externes Triggersignal um den Faktor 10 abgeschwächt. Eingang an ❷❸ 3-30V _{SS} .
❾ X-POS. (Drehknopf)	Einstellung der horizontalen Lage des Strahls.	❷❷ AT/NORM. (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Automatische Triggerrung (Signale > 30 Hz). Taste gedrückt: Normaltriggerrung, dabei mit Level-Knopf ❷❸ Triggerpunkt einstellen.
❿ Y-POS.I, Y-POS.II (Drehknöpfe)	Einstellung der vertikalen Position des Strahls für Kanal I und II.	❷❸ LEVEL (Drehknopf)	Zum Einstellen des Triggerpunktes bei Normaltriggerrung. Taste ❷❷ gedrückt.
⓫ CH. I – DC, AC, GD CH. II – DC, AC, GD (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignalkopplung, Kanal I und II. DC = direkte Ankopplung, AC = Ankopplung über einen Kondensator, GD = Verstärkereingang kurzgeschlossen; Signaleingang offen.	❷❹ TRIG. INP. (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste ❷❸ gedrückt. Imped. 1 MΩ 30 pF.
⓬ CH. I, CH. II (BNC-Buchsen und separate Massebuchsen)	Signaleingänge – Kanal I (links) und Kanal II oder horizontaler X-Eingang (rechts). Eingangsimped. 1 MΩ 30 pF.	Bedienungselemente für den Speicherbetrieb (sh. auch S. M 15).	
⓭ Y-Eingangsteiler (12stufig. Drehschalter)	Calibrierter Eingangsteiler. Bestimmt Ablenkoeffizienten (mV/cm, V/cm) und damit die vertikale Bildhöhe.	❷❸ STORAGE ON (Drucktaste und LED)	Schaltet das Oszilloskop von Echtzeit auf Speicherbetrieb um. LED zeigt den Betriebszustand an (Dauerlicht). Blinkt, wenn Zeitbereich falsch gewählt.
⓮ Variable Y-Abschwächung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I oder II). Schwächt das Eingangssignal um den Faktor 2,5 ab (Linksanschlag). Muß für Amplitudenmessungen in Stellung CAL. stehen (Rechtsanschlag).	❷❹ 2. STOR. (Drucktaste)	Speicher 1 in Betrieb (Taste nicht gedrückt) oder Speicher 2 (Taste gedr.).
⓯ MAG X5 (Zug-Druck-Schalter)	Erhöht die Y-Eingangsempfindlichkeit von Kanal I bzw. II um den Faktor 5. Empfindlichkeit in Stell. 5 mV/cm bei gezogenem Knopf = 1 mV/cm.	❷❸ SINGLE (Drucktaste)	Einzelablenkung (Taste gedrückt). Auslösung der Zeitablenkung mit nächstfolgendem Triggerimpuls. (Siehe auch ❷❸.)
⓰ INV. I (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird die Polarität von Kanal I umgedreht. In Verbindung mit ADD-Taste ❷❸ = Differenzdarstellung).	❷❸ RESET (Drucktaste ohne Rast; LED)	Stellt Bereitschaft für Einzelablenkung her. LED zeigt Speicherbereitschaft an. Sie erlischt bei Triggerrung.
⓱ CH I/II – TRIG. I/II (Drucktaste)	Einkanalbetrieb: Taste ungedrückt = Darstellung u. int. Trig. von Kanal I; Taste gedrückt = Darstellung und interne Triggerrung von Kanal II. Zweikanalbetrieb: Taste ungedrückt = int. Trig. mit Kanal I; Taste gedrückt = int. Trig. mit Kanal II.	❷❹ I - PLOT - II (Drucktasten ohne Rast)	Tasten starten einzeln externen XY-Schreiber. (In Verbindung mit Tasten ❷❸.)
⓲ DUAL (Drucktaste)	Bestimmt die Betriebsart EINKANAL (Taste nicht gedrückt) oder ZWEIKANAL (Taste gedrückt).	❷❸ I - HOLD - II (Drucktasten)	Ungedrückte Tasten = speicherbereit. Gedrückte Tasten = Speicherung abgeschlossen = bereit für XY-Schreibvorgang ❷❸.
⓳ ADD – CHOP. (Drucktaste)	Wenn ADD allein gedrückt: Summe (I+II). Wenn ADD und INV. I gedrückt: Differenz (–I+II). CHOP. nicht und DUAL gedrückt: altern. Kanalumschaltung. CHOP. und DUAL gedrückt: Chopper-Kanalumschaltung.	❷❸ PRE-TRIG. 0 - 25 - 50 - 75 - 100 (Schiebeschalter)	Einstellung der prozentualen Verschiebung des Triggerpunktes auf dem Bildschirm nach rechts.
⓴ TRIG. AC-DC-HF-LF-~ (Schiebeschalter)	Wahl der Triggersignalkopplung. AC: 20 Hz-10 MHz; DC: 0-10 MHz; HF: 1 kHz-40 MHz; LF: 0-1 kHz; ~: Triggerrung mit Netzfrequenz.	❷❹ TIME ms/s (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste werden die gestrichelt umrandeten Werte der TIME/DIV.-Skala um den Faktor 1000 erweitert. Mit ❷❸ Rollbetrieb mögl.
		❷❸ DOT JOIN (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird eine gespeicherte Punktfolge durch leuchtende Striche verbunden.
		Einstellung unterhalb des Gerätes	
		DC-Balance CH.I, CH.II (Trimpotentiometer)	Zum Abgleich der DC-Balance. Einstellung mit Schraubenzieher.

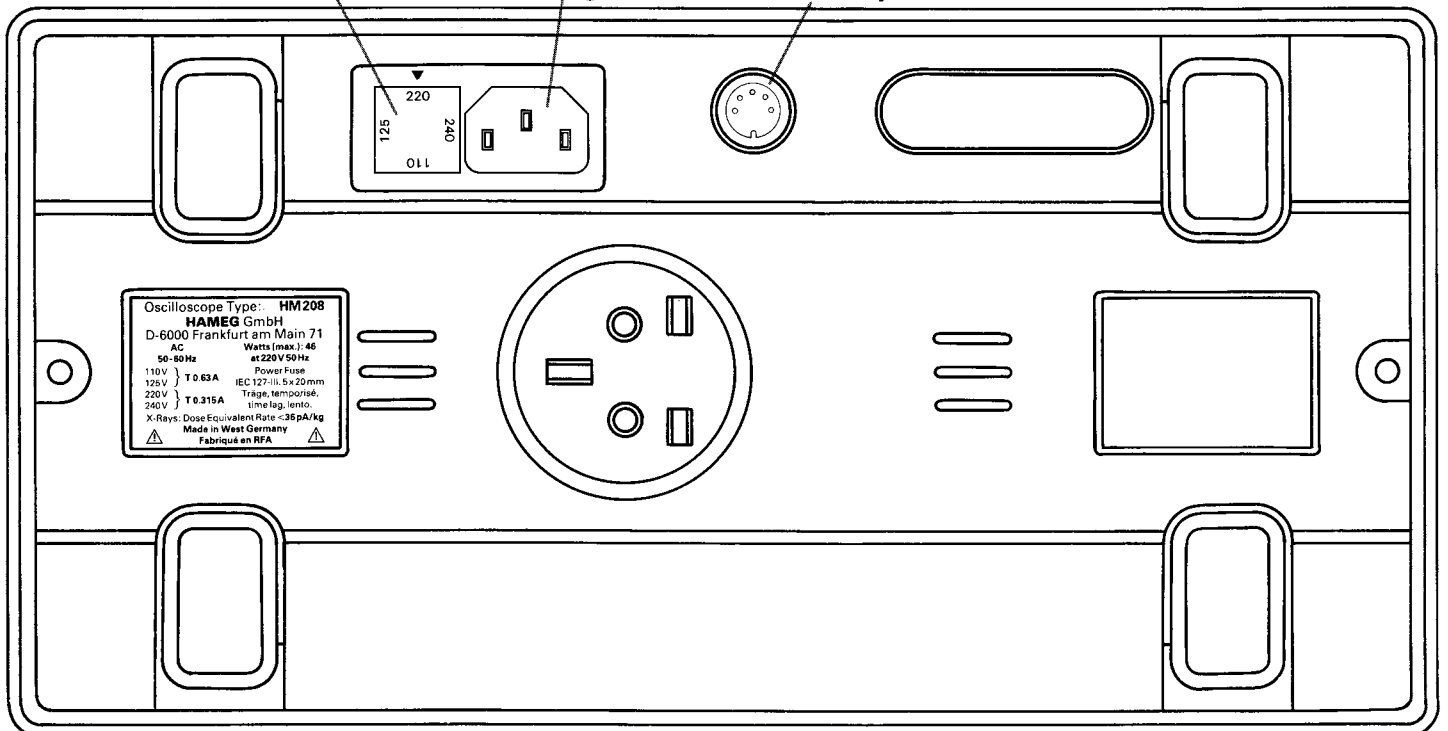


Netzspannungs-Umschaltung;
Sicherungshalter
Mains / Line Voltage Selector
Fuse Holder

Kaltgerätestecker
Power Plug-In Unit

Plotterausgang
Plotter Output

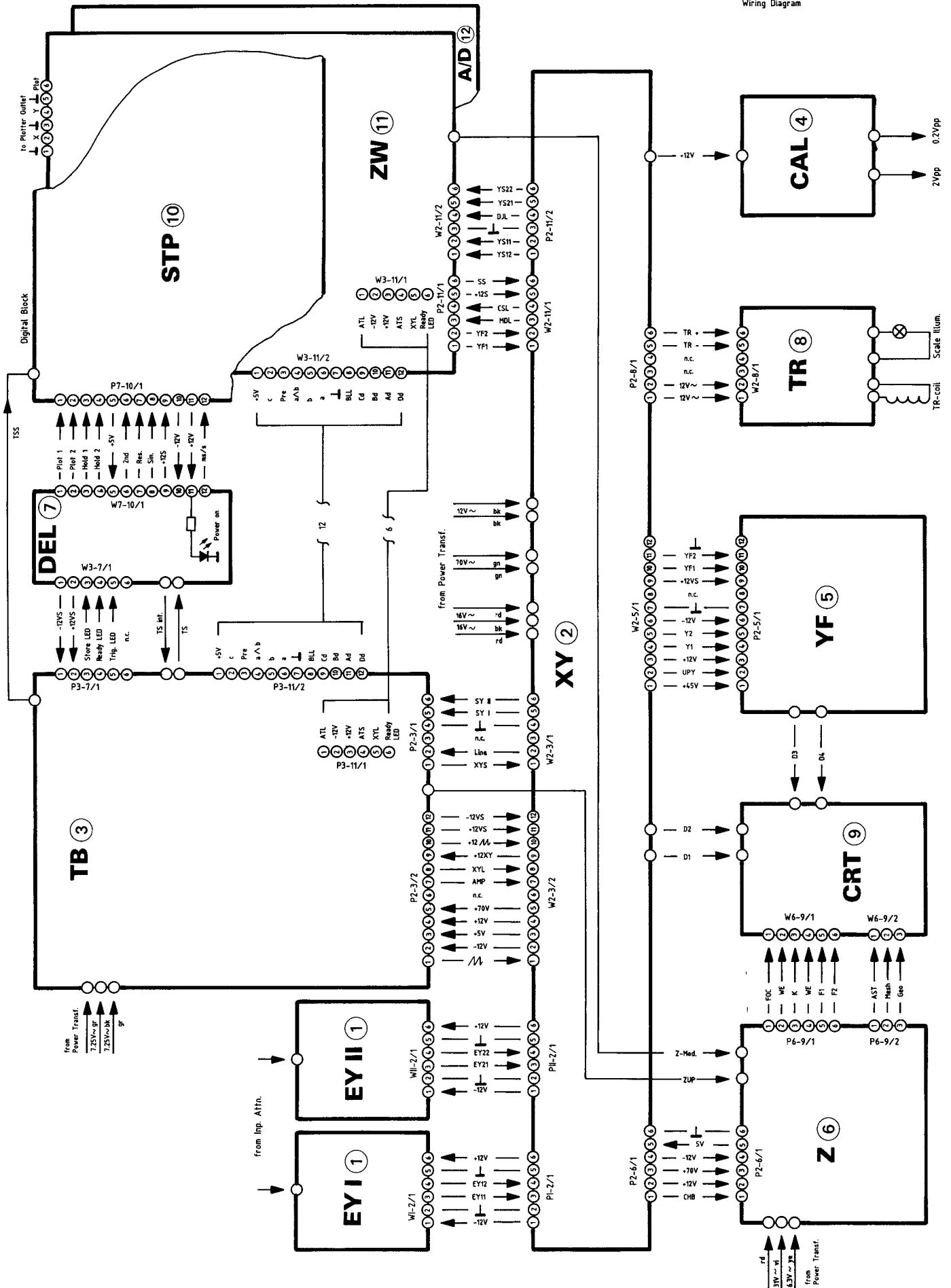
Rückseite
Rear View

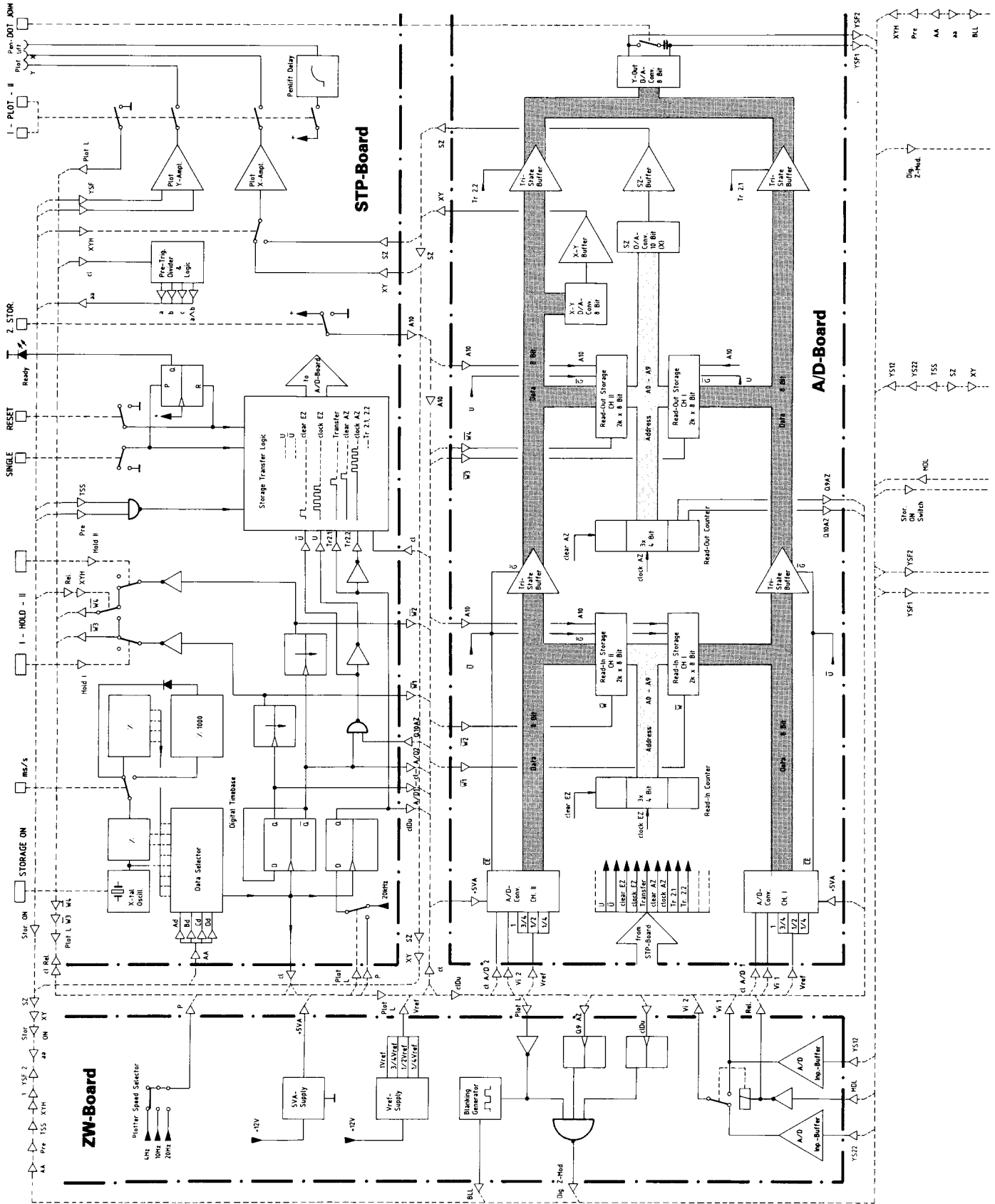


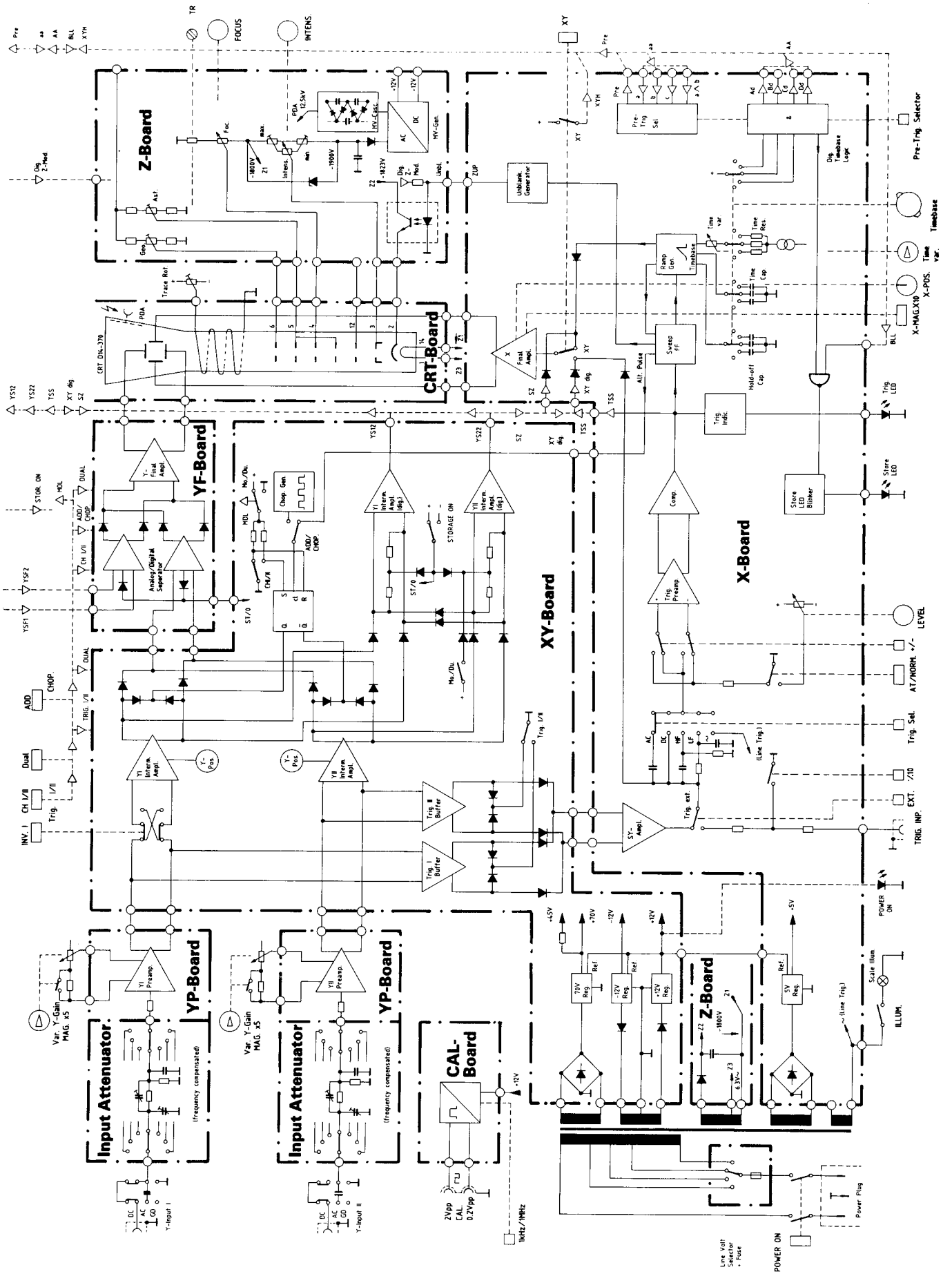
Verdrahtungsübersicht Wiring Diagram

HM208

Wiring Diagram







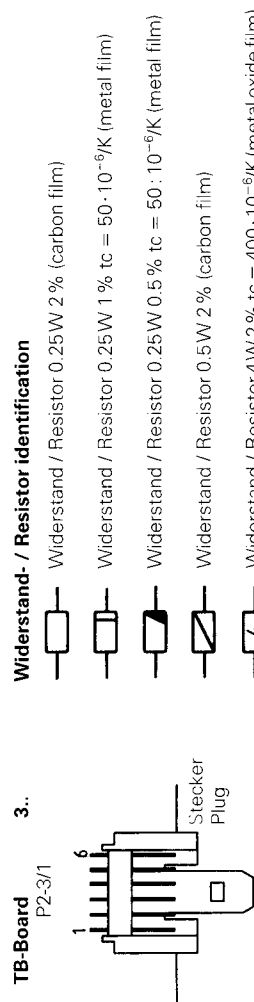
Bezeichnung der Bauteile	Bauteile-Nr. Component-No.	Auf Board # On Board #
Analog Y (Kanal I) Y (Kanal II) Y Endverstärker Triggerung Zeitbasis Schalter, Anzeigen für Speicherbetrieb X Endverstärker Calibrator Hochspannung, Heißtastung Strahlendrehung, Rasterbeleuchtung Netzteil CRT-Sockel	100 ... 200 ... 300 ... 400 ... 500 ... 600 ... 700 ... 800 ... 900 ... 1000 ... —	EY I (1), XY (2) EY II (1), XY (2) YF (5) TB (3), DEL (7) TB (3) DEL (7) XY (2) CAL (4) Z (6) TR (8), TB (3) CRT (9)
Digital A/D-Wandler Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker, V _{ref} -Netzteil Digitale Zeitbasis, Plottersteuerung, Ausleselogik, Pre-Trigger- und Umspeicherlogik	600 ... 631 ... 6000 ...	AD (12) ZW (11) STP (10)

Abkürzungen / Abbreviations

Al...	Gerätestecker	/	Appliance inlet
BR...	Brückengleichrichter	/	Bridge rectifier
C...	Kondensator	/	Capacitor
ChP...	Testpunkt	/	Check point
CN...	Steckverbinder	/	Connector
CRT...	Kathodenstrahlröhre	/	Cathode-ray tube
D...	Diode	/	Diode
E...	Lötlöse	/	Eyelet
F...	Sicherung	/	Fuse
IC...	Integr. Schaltung	/	Integrated Circuit
L...	Spule, Drossel	/	Inductor, Coil
LED...	Leuchtdiode	/	Light emitting diode
NTC...	NTC-Widerstand	/	NTC resistor
P...	Stecker	/	Plug
R...	Widerstand	/	Resistor
S...	Schalter	/	Switch
T...	Transistor	/	Transistor
TR...	Transformator	/	Transformer
VC...	Trimmkondensator	/	Variable capacitor
VR...	Potentiometer	/	Variable resistor
VVC...	Kapazitätsdiode	/	Voltage variable capacitor
W...	Draht	/	Wire
Z...	Zenerdiode	/	Z-Diode

Farbkennzeichnung der Anschlußdrähte / Color-Abbreviations for insulated wire

bk = schwarz / black	ye = gelb / yellow	gr = grau / grey
bn = braun / brown	gn = grün / green	wh = weiß / white
rd = rot / red	bl = blau / blue	trp = transparent / transparent
or = orange / orange	vi = violett / violet	gn/ye = grün-gelb / green-yellow stripe



Beispiel: P2-3/1-5 bzw. W2-3/1-5

- P = Flachkabelstecker (auf Board...)
- W = Flachkabelverbindung: eine Seite verlötet, andere Seite Buchsenleiste
- 2-3 = Verbindung zwischen Board 2 und Board 3
- 1 = 1. Flachkabelverbindung zwischen Board 2 und 3
- 5 = Draht-Nummer des Flachkabels

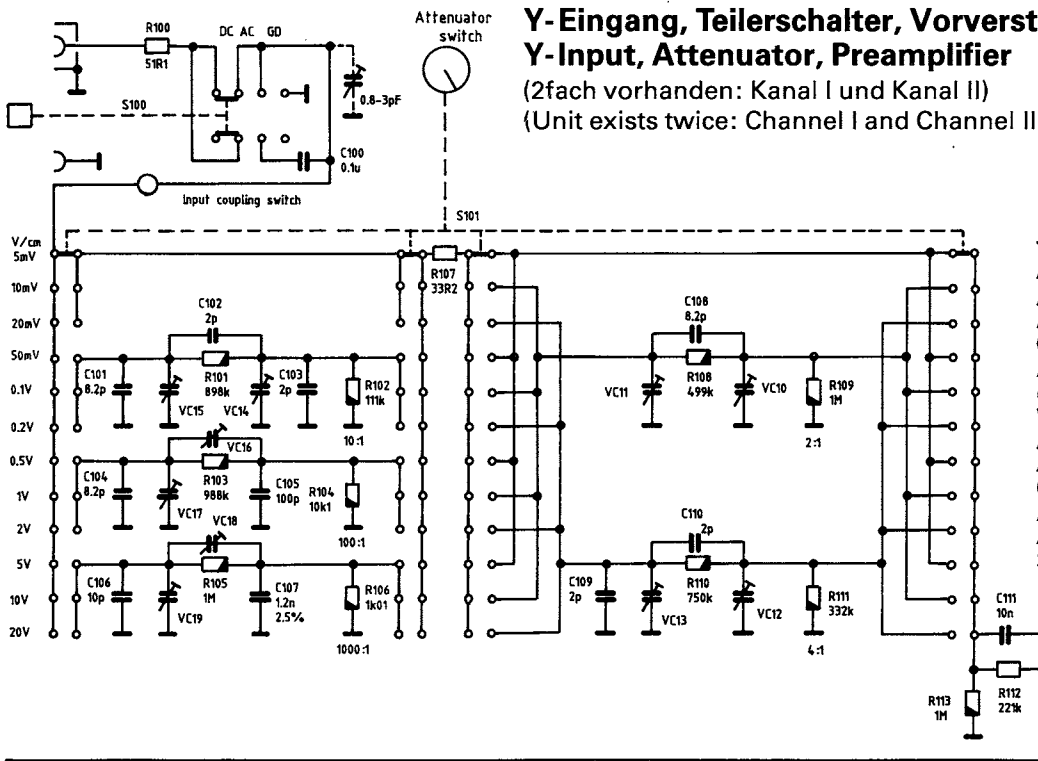
Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively

- P = Flat cable plug (soldered on board)
- W = Flat cable wiring (directly soldered on board) with socket (movable)
- 2-3 = Connection between Board 2 (Y-Board) and Board 3 (TB-Board)
- 1 = First flat cable connection between Board 2 and 3
- 5 = Serial number of the wire (in the flat cable)

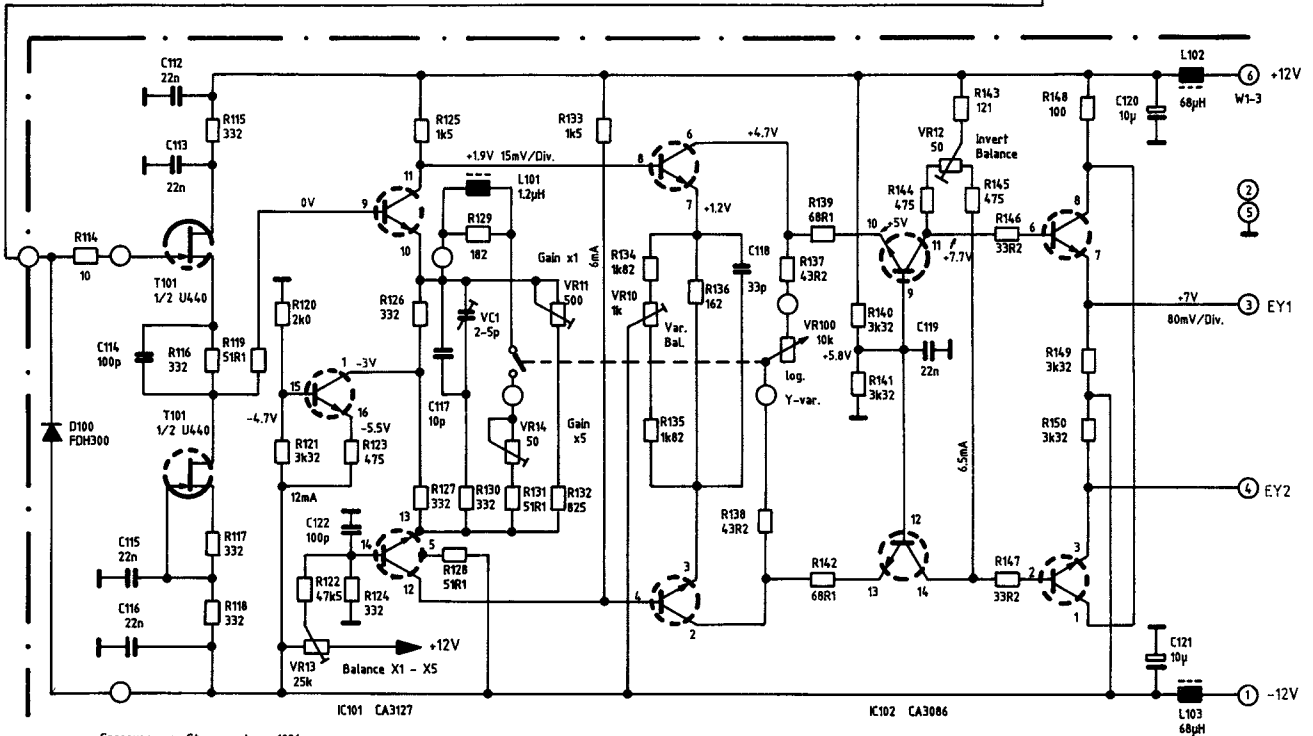
Anschlußfolge der Transistoren	BF 199 BF 440	BF 422 BF 423	BF 458 BF 459 BUX 86/87 BD 232	BSX 19	U 440	78XXCU
Terminals of Transistors						
Ansicht von unten Bottom View						
Ansicht von oben Top View						

Y-Eingang, Teilerschalter, Vorverstärker
Y-Input, Attenuator, Preampifier

(2fach vorhanden: Kanal I und Kanal II)
 (Unit exists twice: Channel I and Channel II)

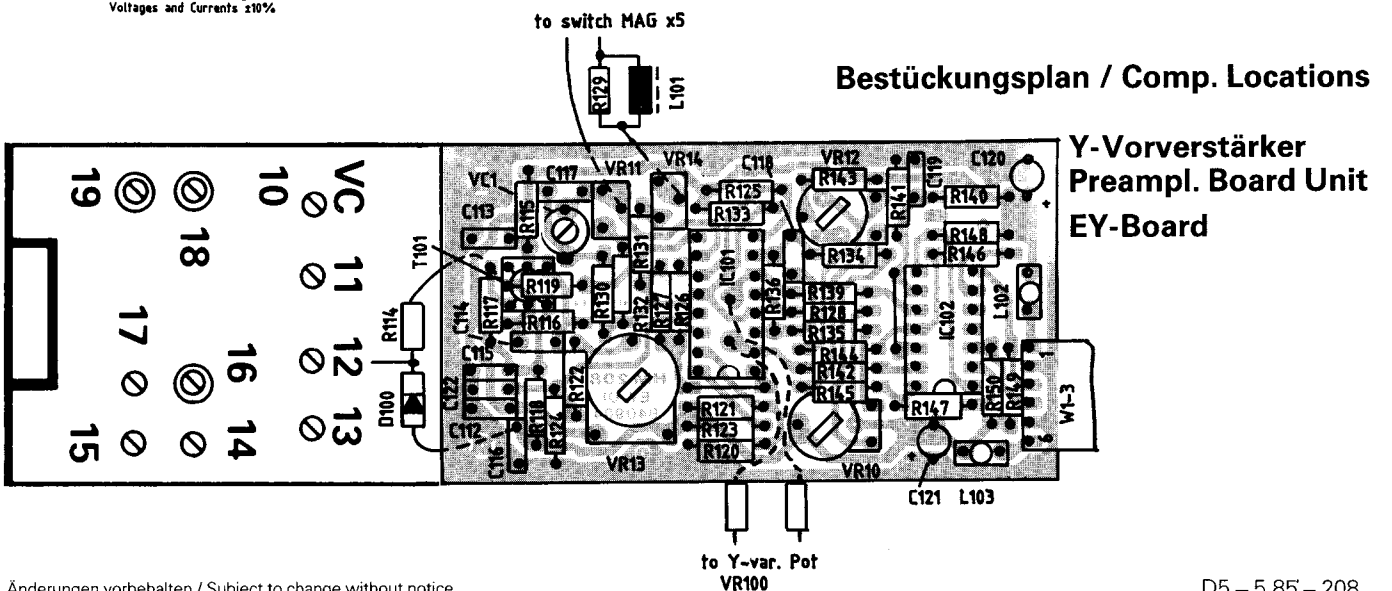


Teilerschalter:
Attenuator:
 Alle Trimmer
 All trimmers
 0.8–3pF $t_c = -300 \cdot 10^{-6} / K$ 400V
 Ausnahme
 except
 VC14: 1–5.5pF $t_c = -300 \cdot 10^{-6} / K$ 400V
 Alle Widerstände
 All resistors
 0.5%, $t_c = 50 \cdot 10^{-6} / K$ 0.25W
 Alle Kondensatoren (bis 10pF)
 All capacitors (up to 10pF)
 2.5% ± 0.25% $t_c = NPO$ 400V



Spannungs- u. Stromangaben ±10%
 Voltages and Currents ±10%

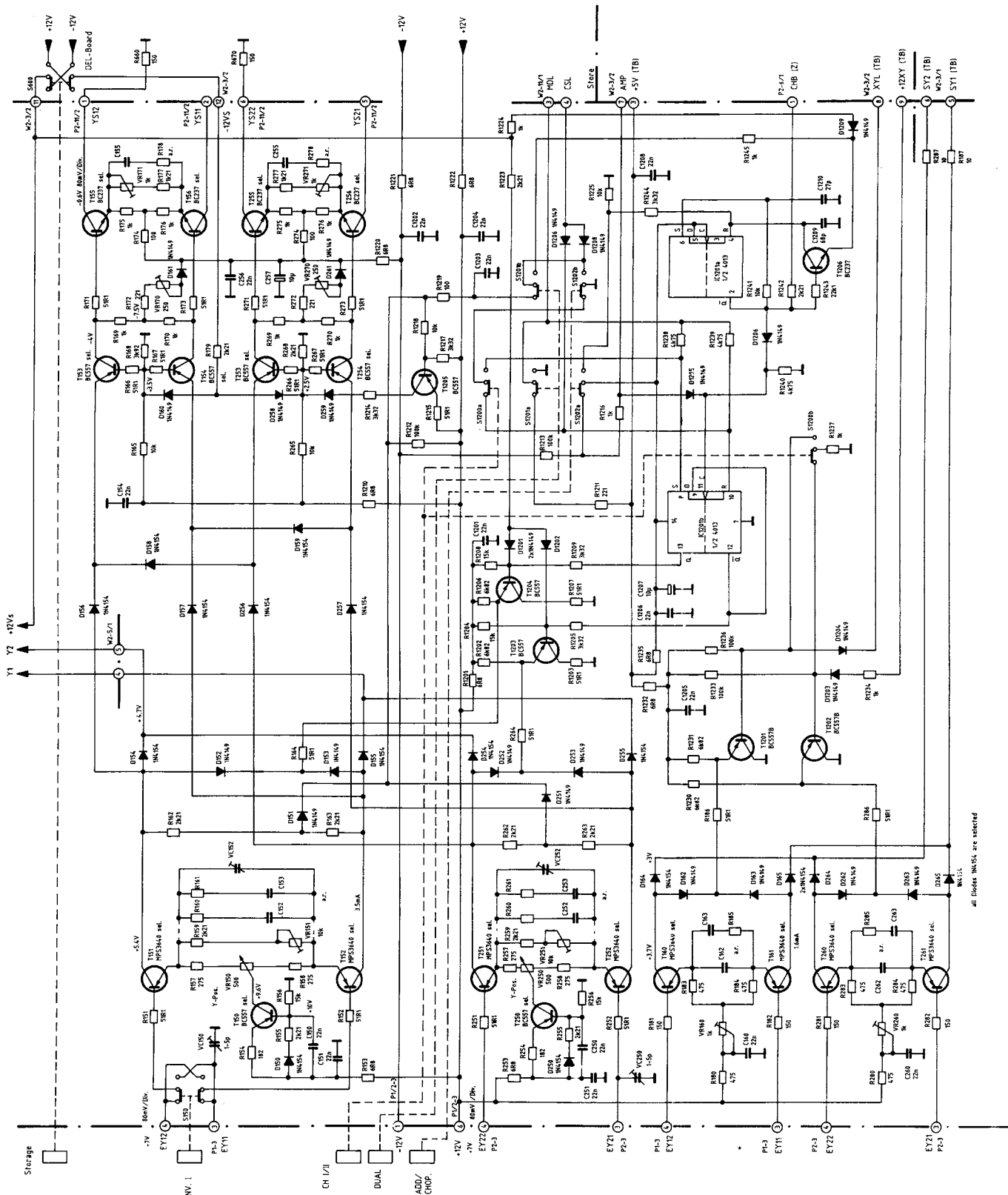
Bestückungsplan / Comp. Locations



Y-Zwischenverstärker Kanal I und II, Kanal Flip-Flop Chopper Generator, Steuerlogik

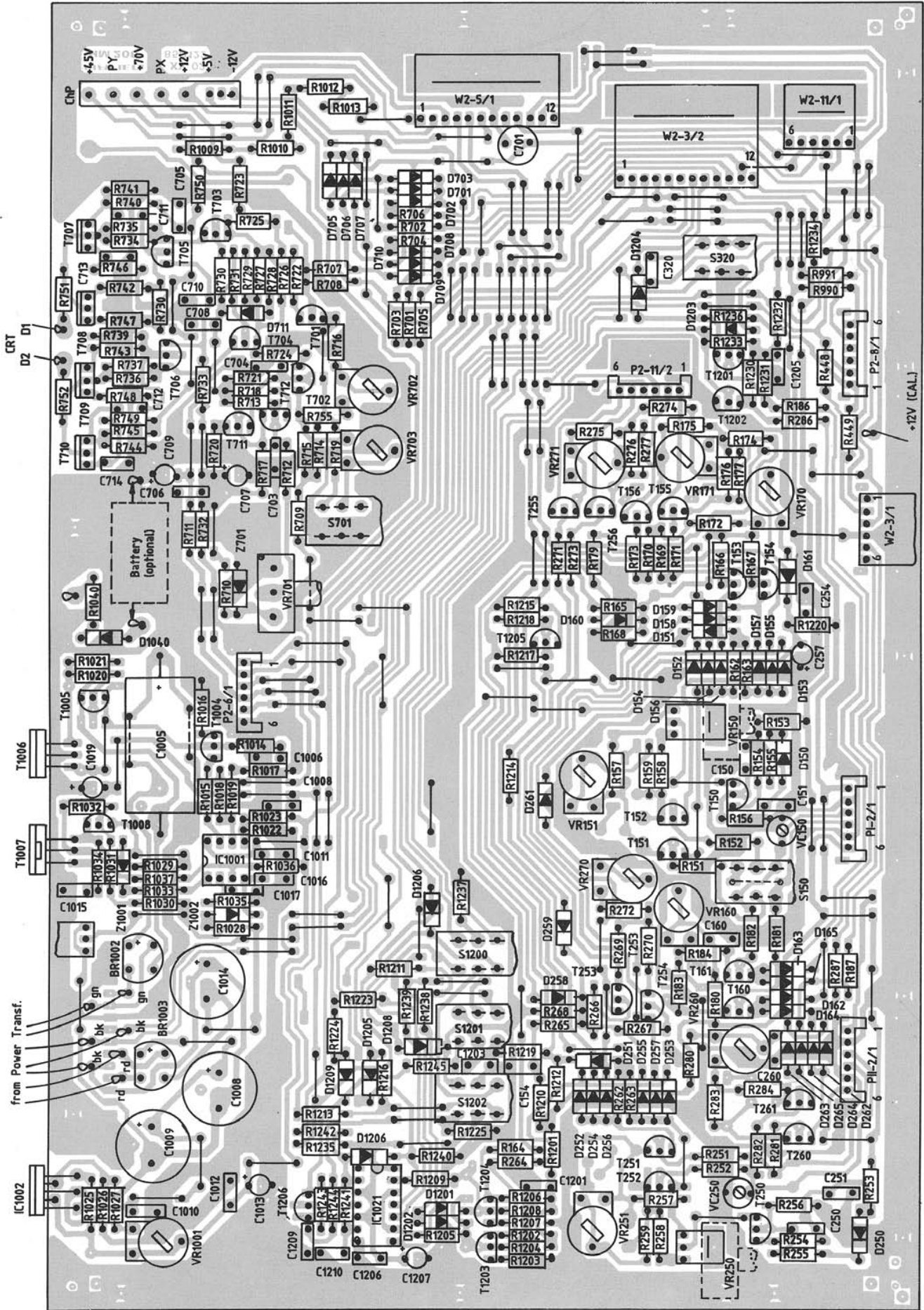
HM 208

Y-Intermediate Amplifier Ch. I and Ch. II, Channel Flip-Flop, Chopper Generator, Gates



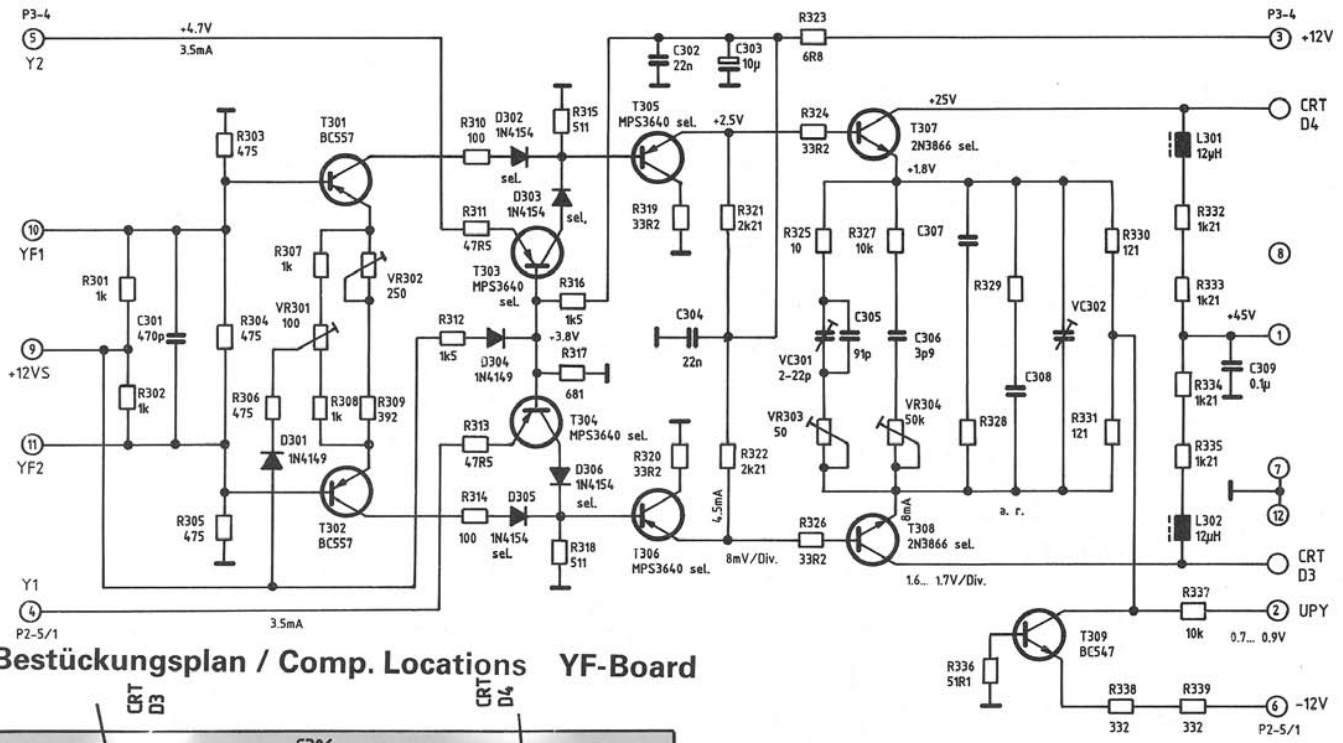
Bestückungsplan XY-Board Component Locations XY-Board

HM 208

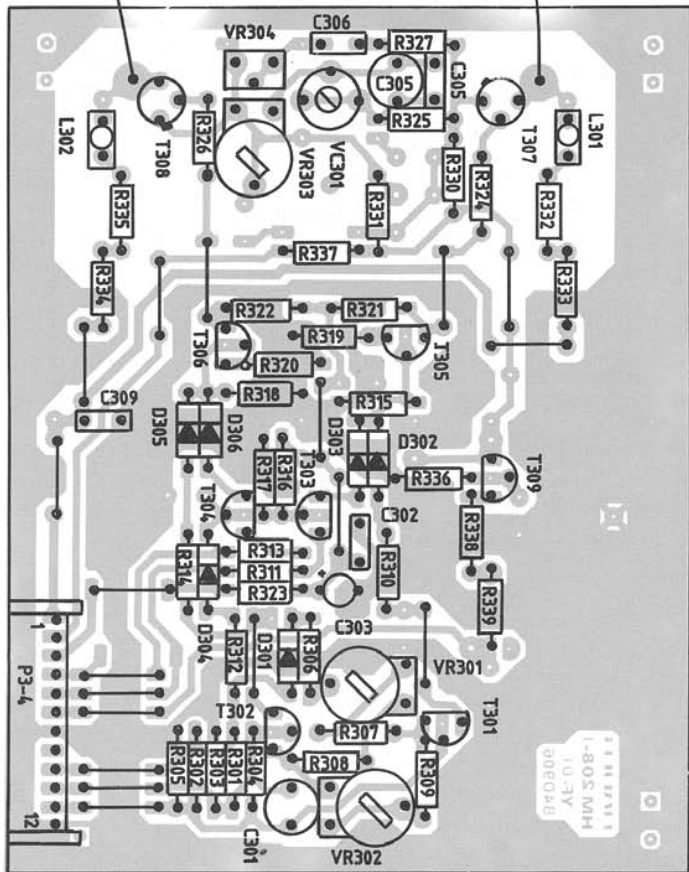


Y-Endverstärker / Y-Final Amplifier

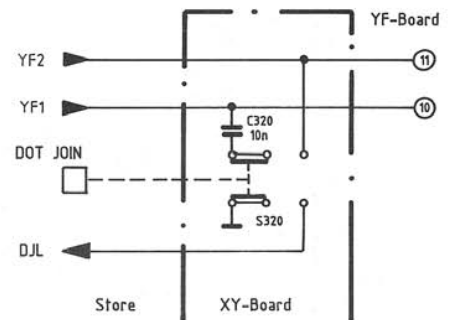
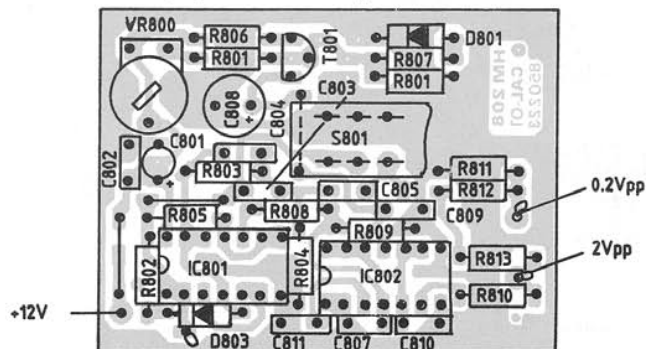
HM 208



Bestückungsplan / Comp. Locations YF-Board

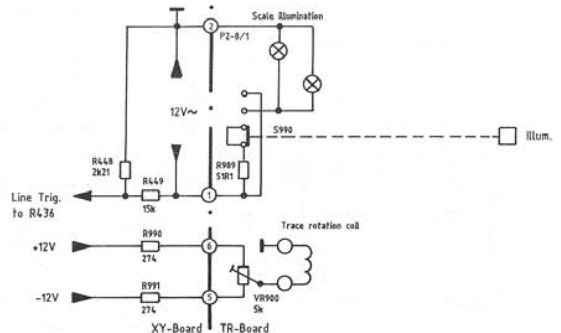
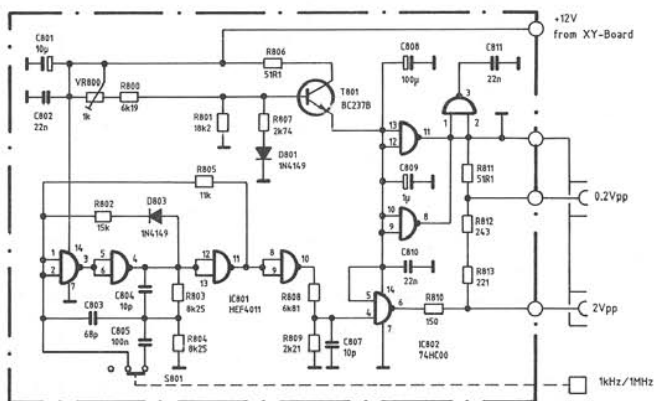


Bestückungsplan / Comp. Locations CAL-Board

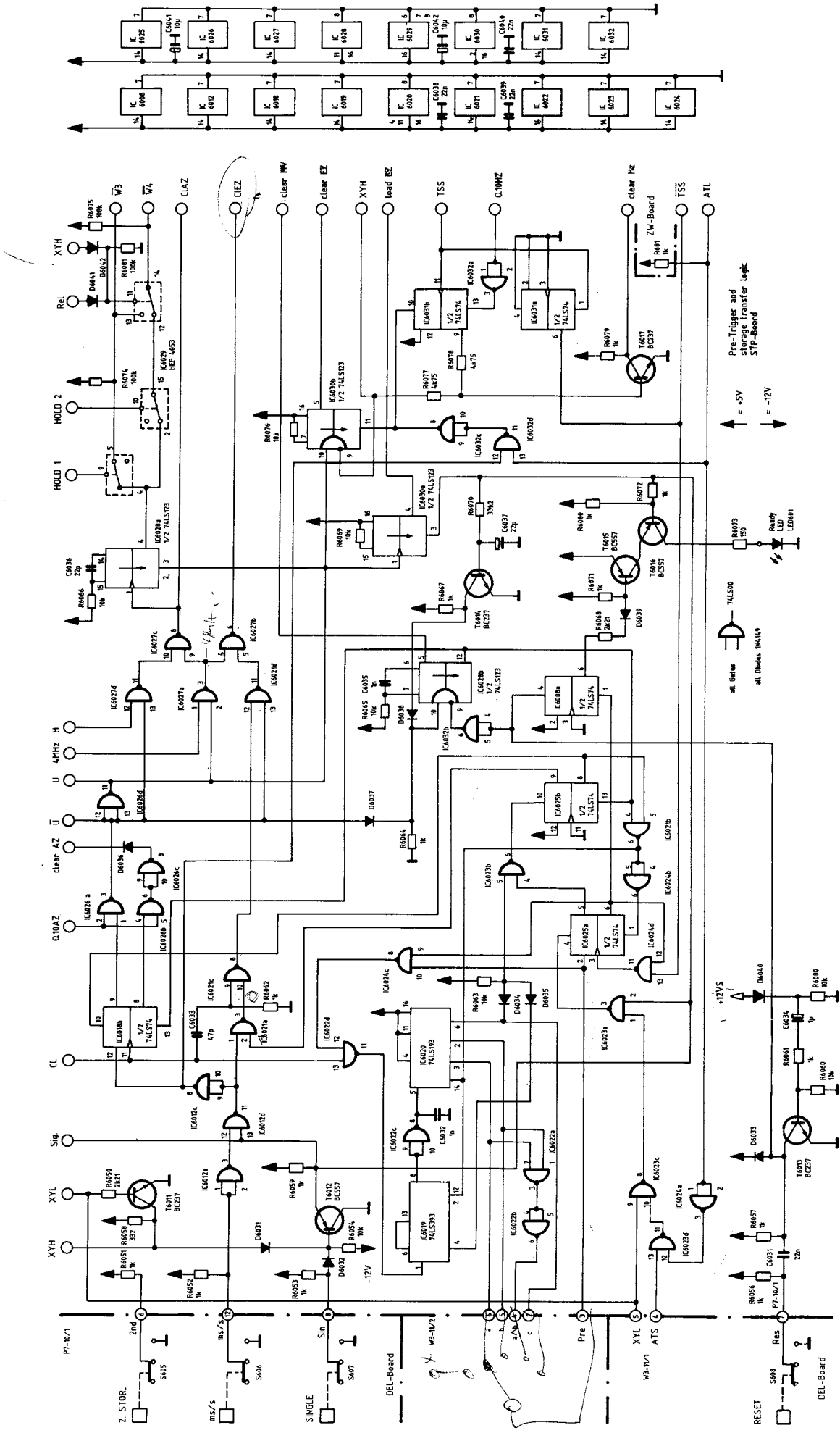


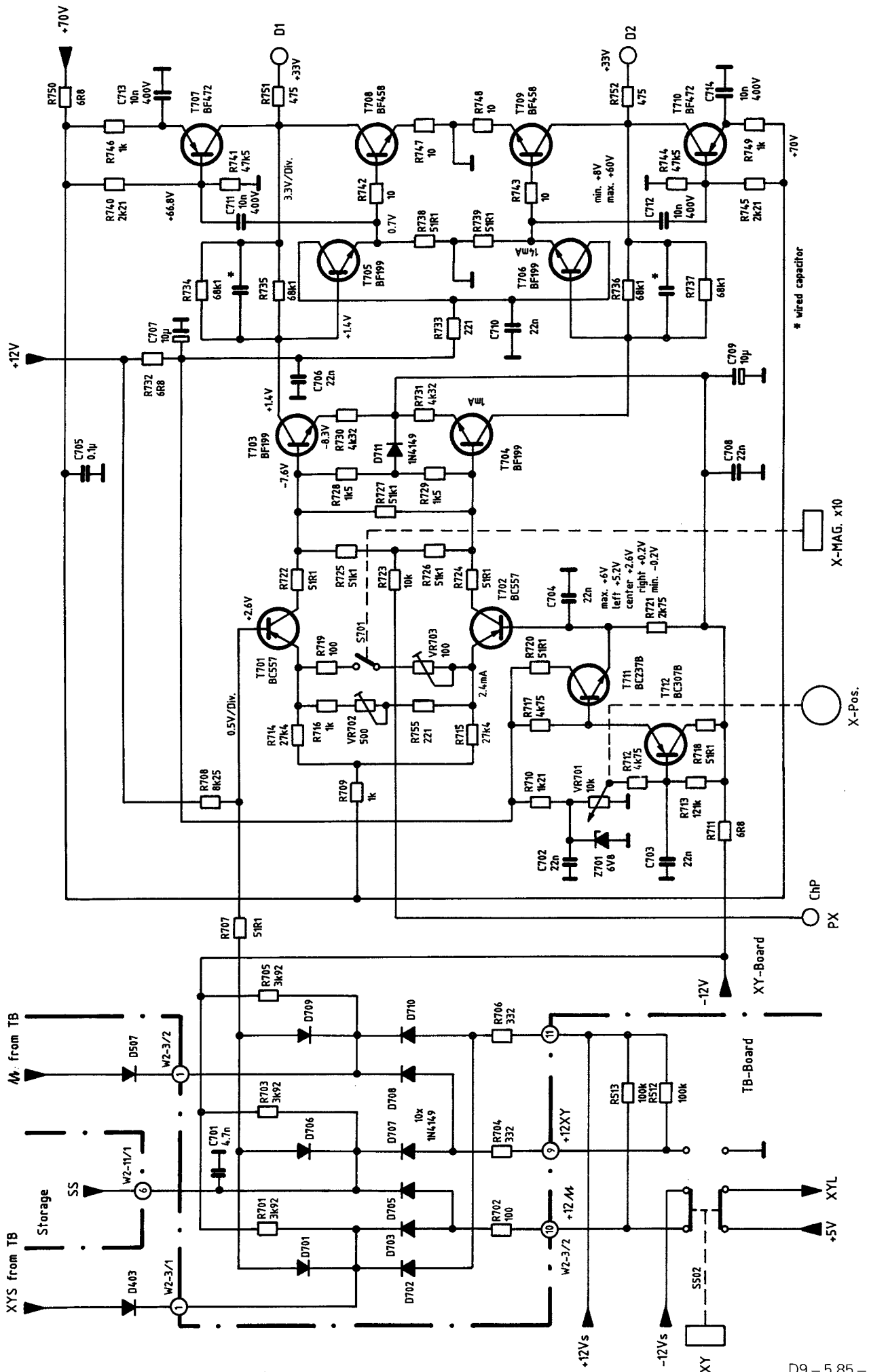
Calibrator

HM 208



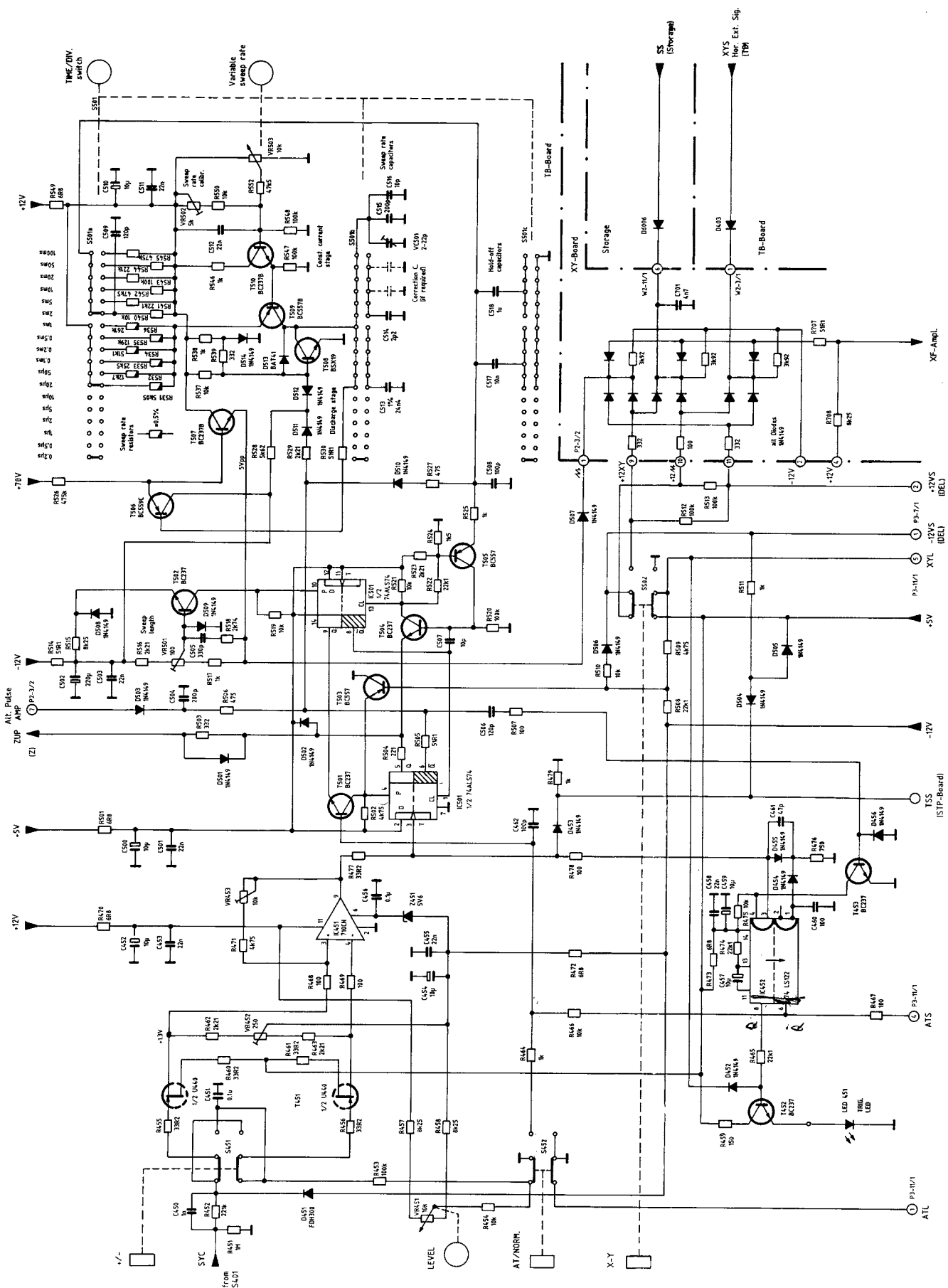
Pre-Trigger und Umspeicherlogik Pre-Trigger and Storage Transfer Logic



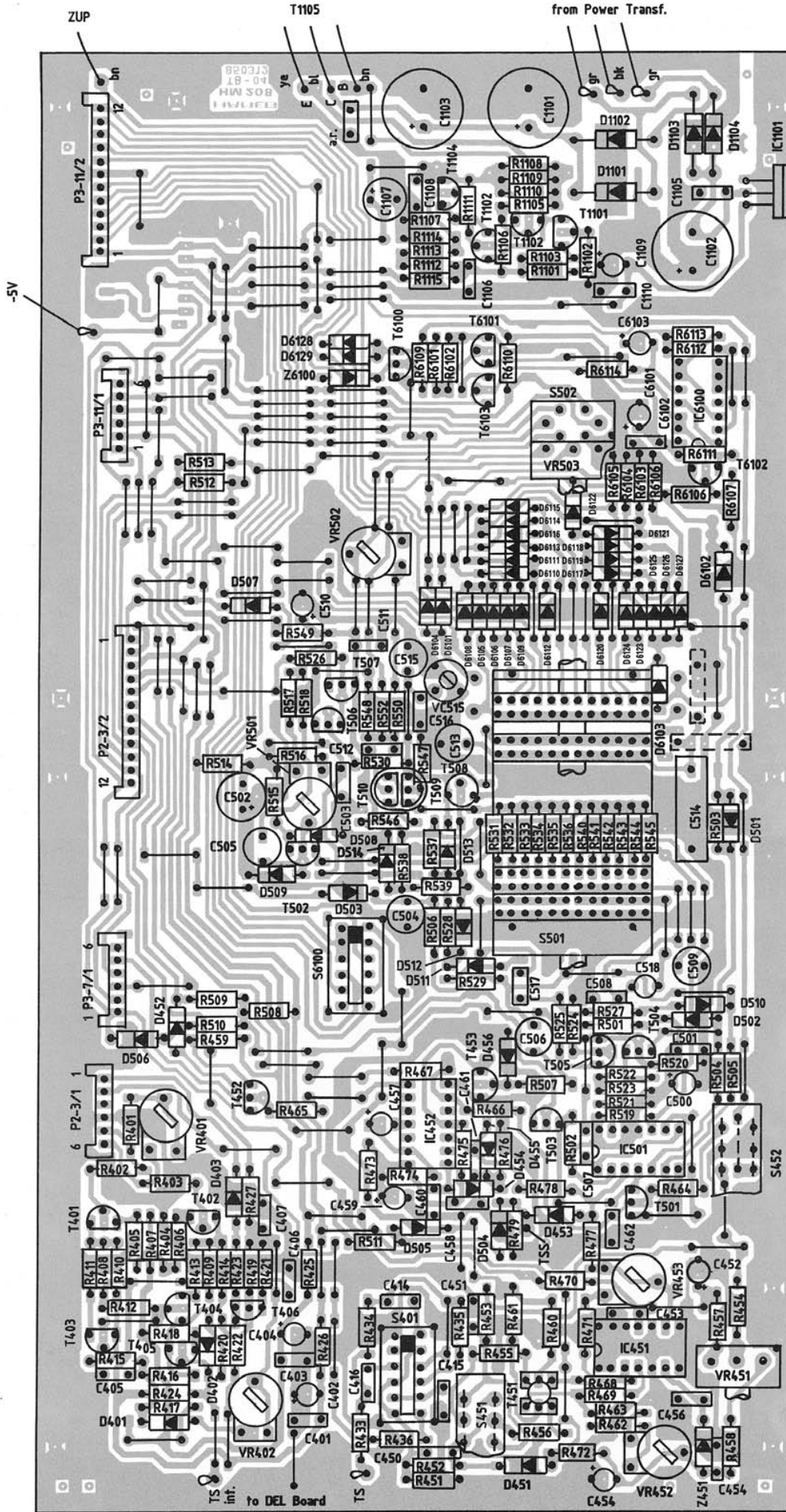


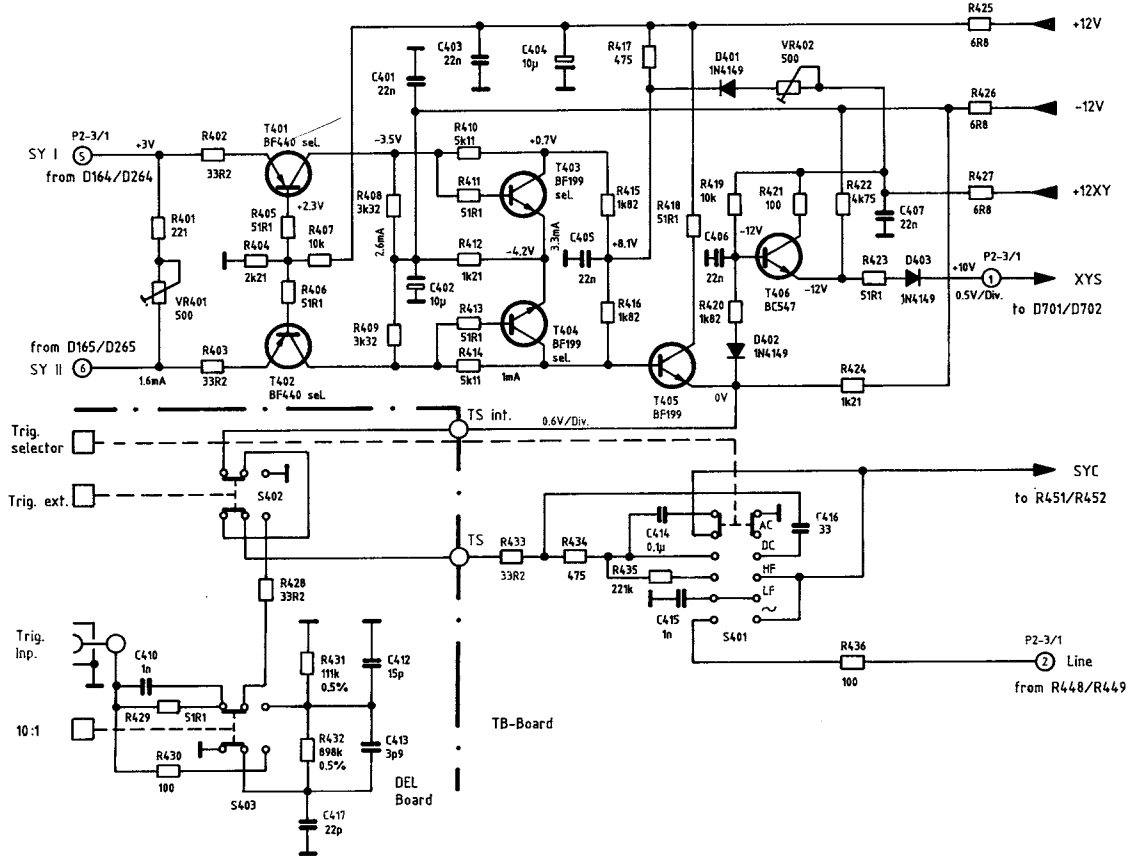
Trigger-Schaltung, Zeitbasis Trigger Circuit, Timebase Circuit

HM 208

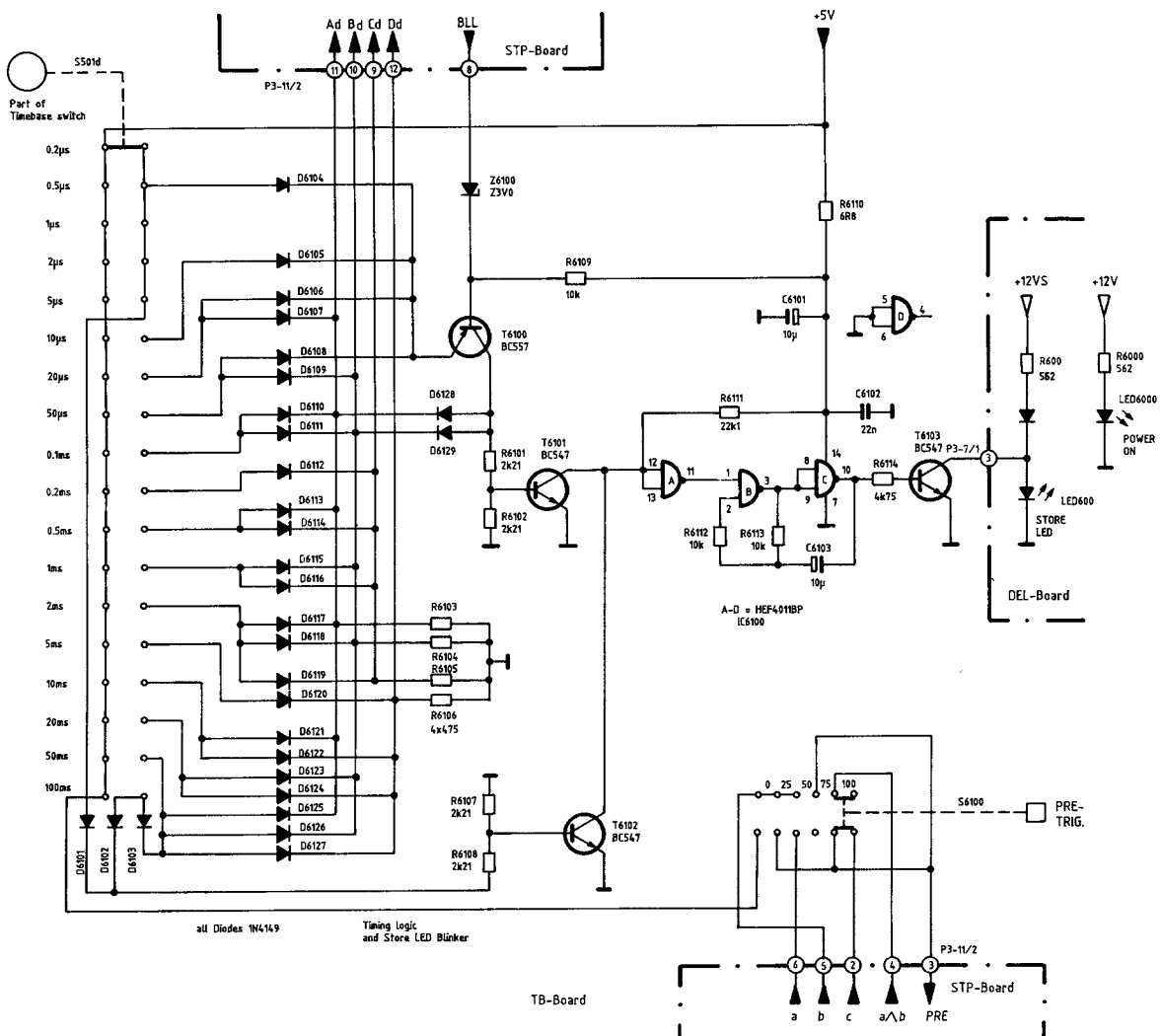


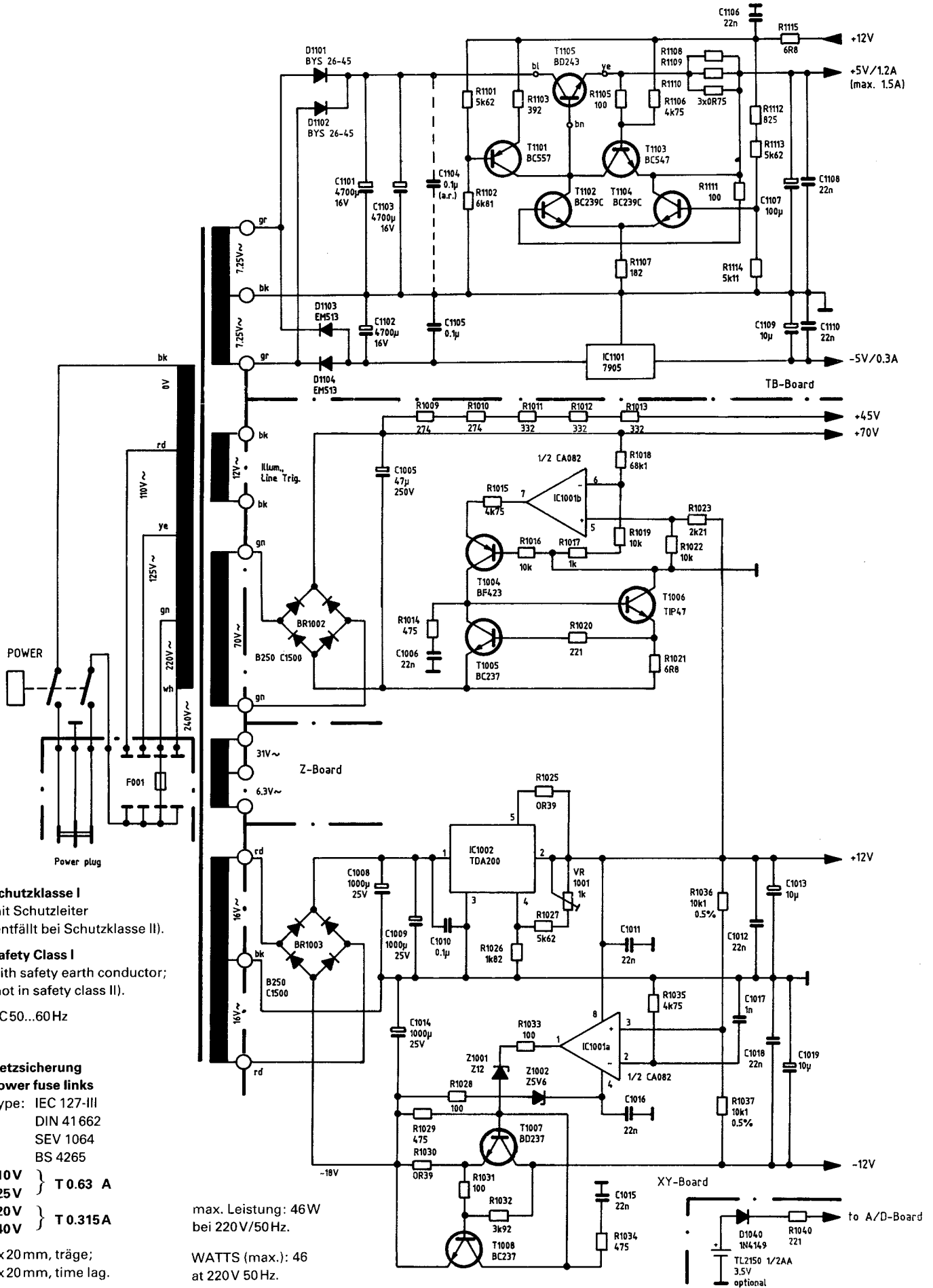
Bestückungsplan TB-Board
Component Locations TB-Board





Logik f. digitale Zeitbasis / Digital Timebase Logic





Schutzklasse I
mit Schutzleiter
(entfällt bei Schutzklasse II).

Safety Class I
with safety earth conductor;
(not in safety class II).

AC50...60Hz

Netzversicherung
Power fuse links

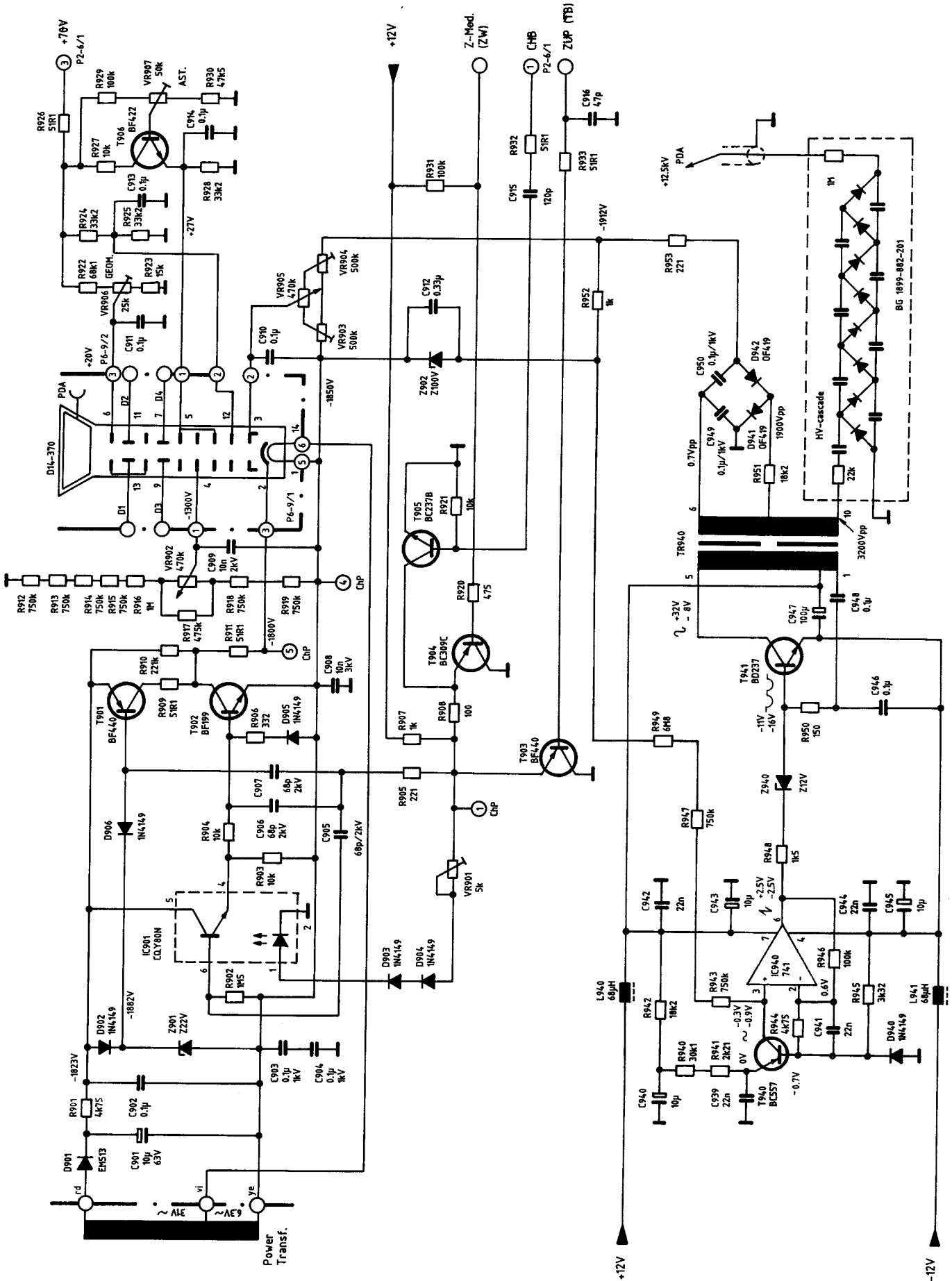
Type: IEC 127-III
DIN 41662
SEV 1064
BS 4265

110V } T 0.63 A
125V }
220V }
240V } T 0.315 A

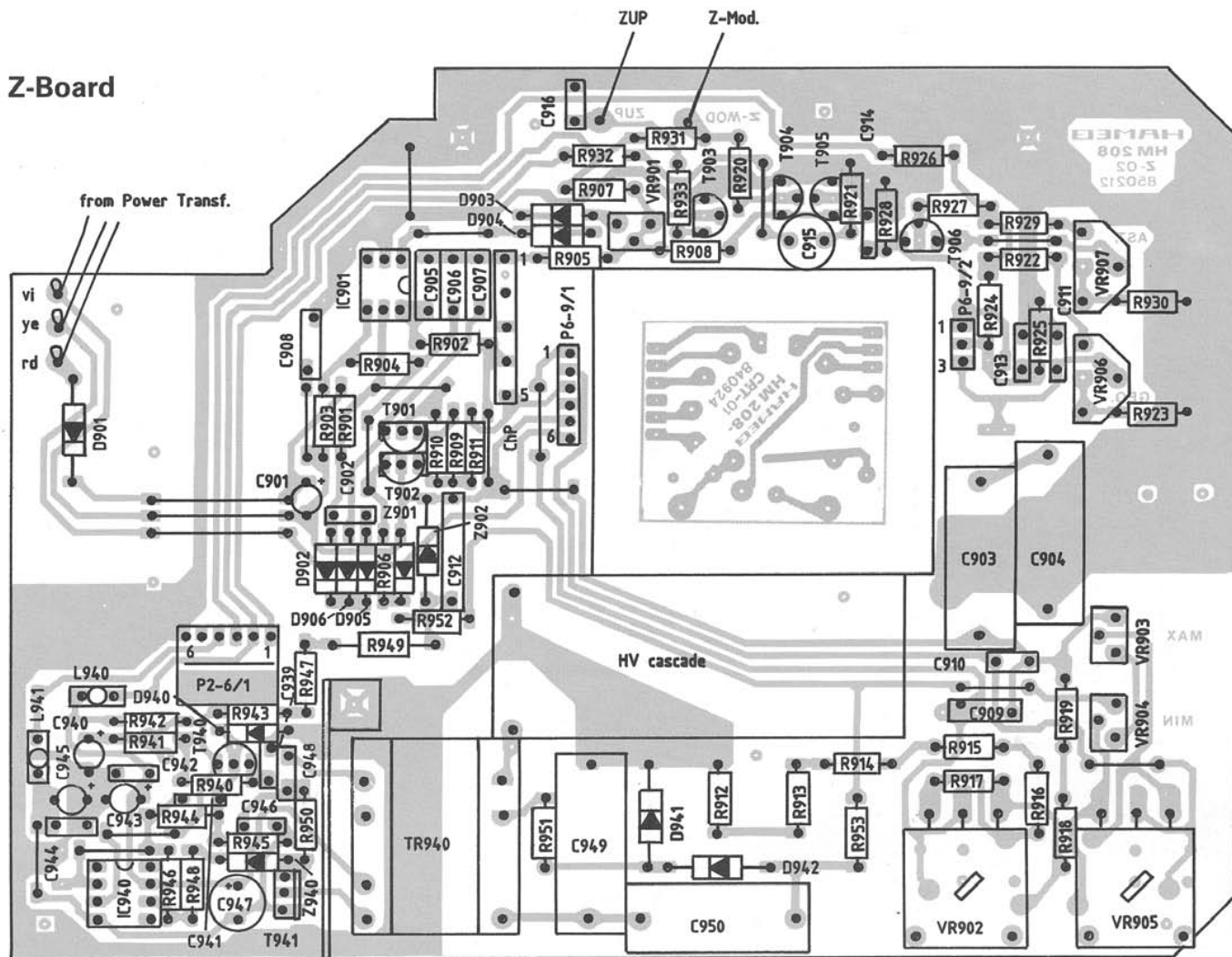
5x20mm, träge;
5x20mm, time lag.

max. Leistung: 46W
bei 220V/50Hz.

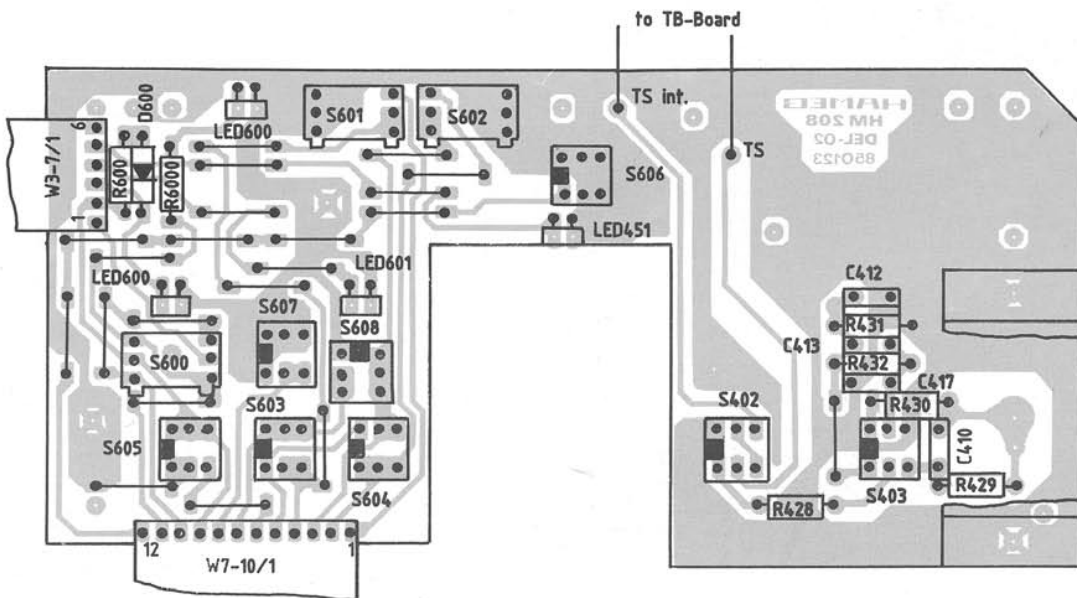
WATTS (max.): 46
at 220V 50Hz.



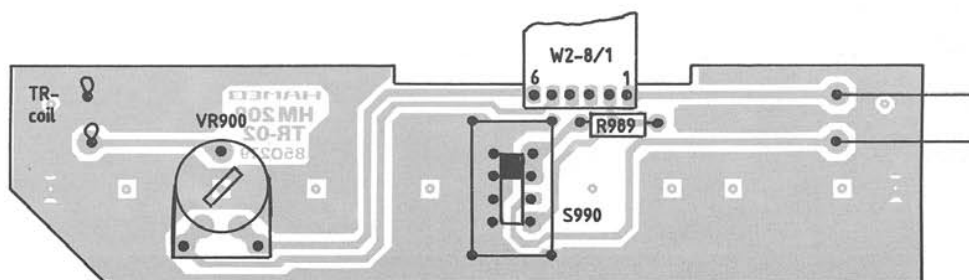
Z-Board



DEL-Board

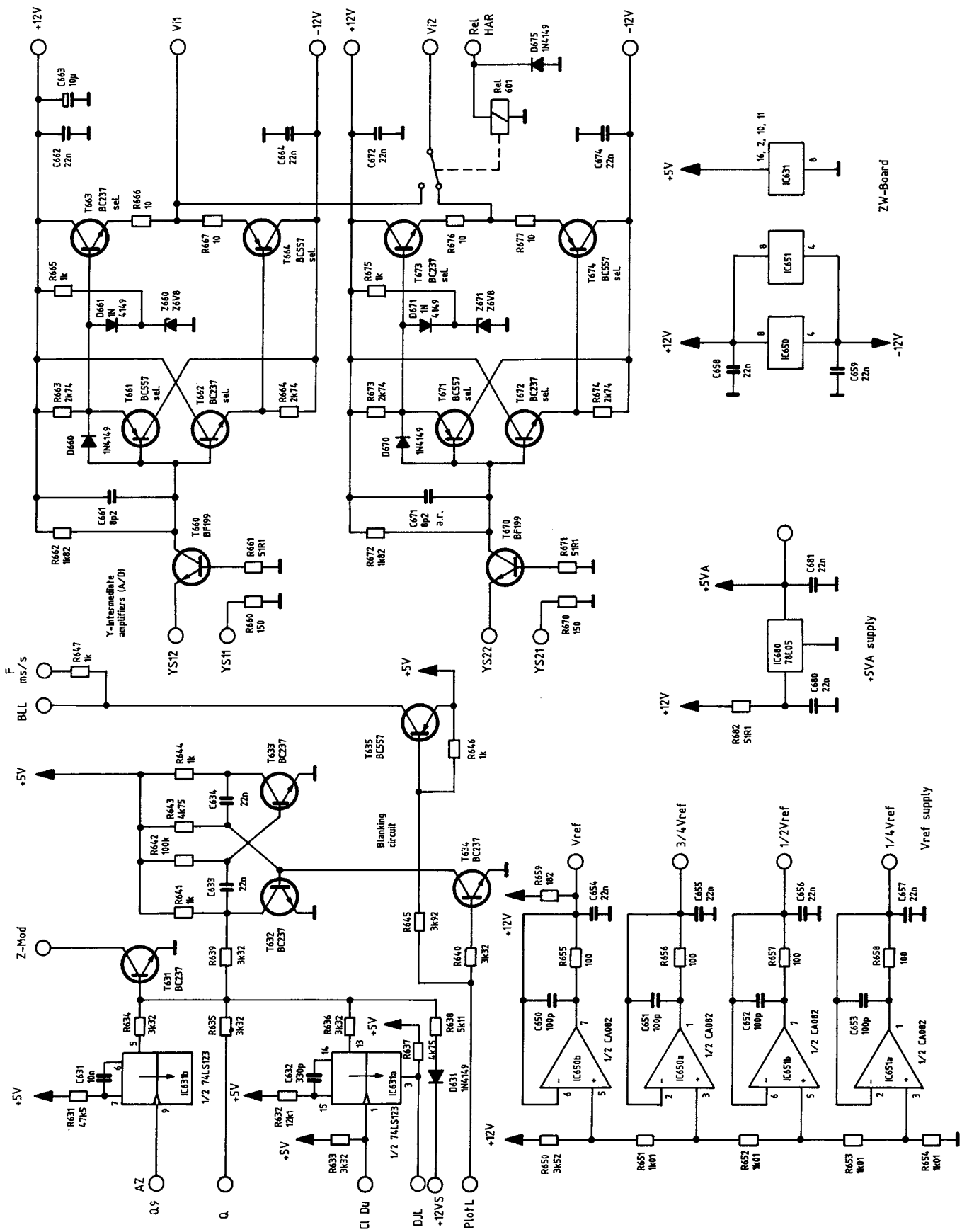


TR-Board



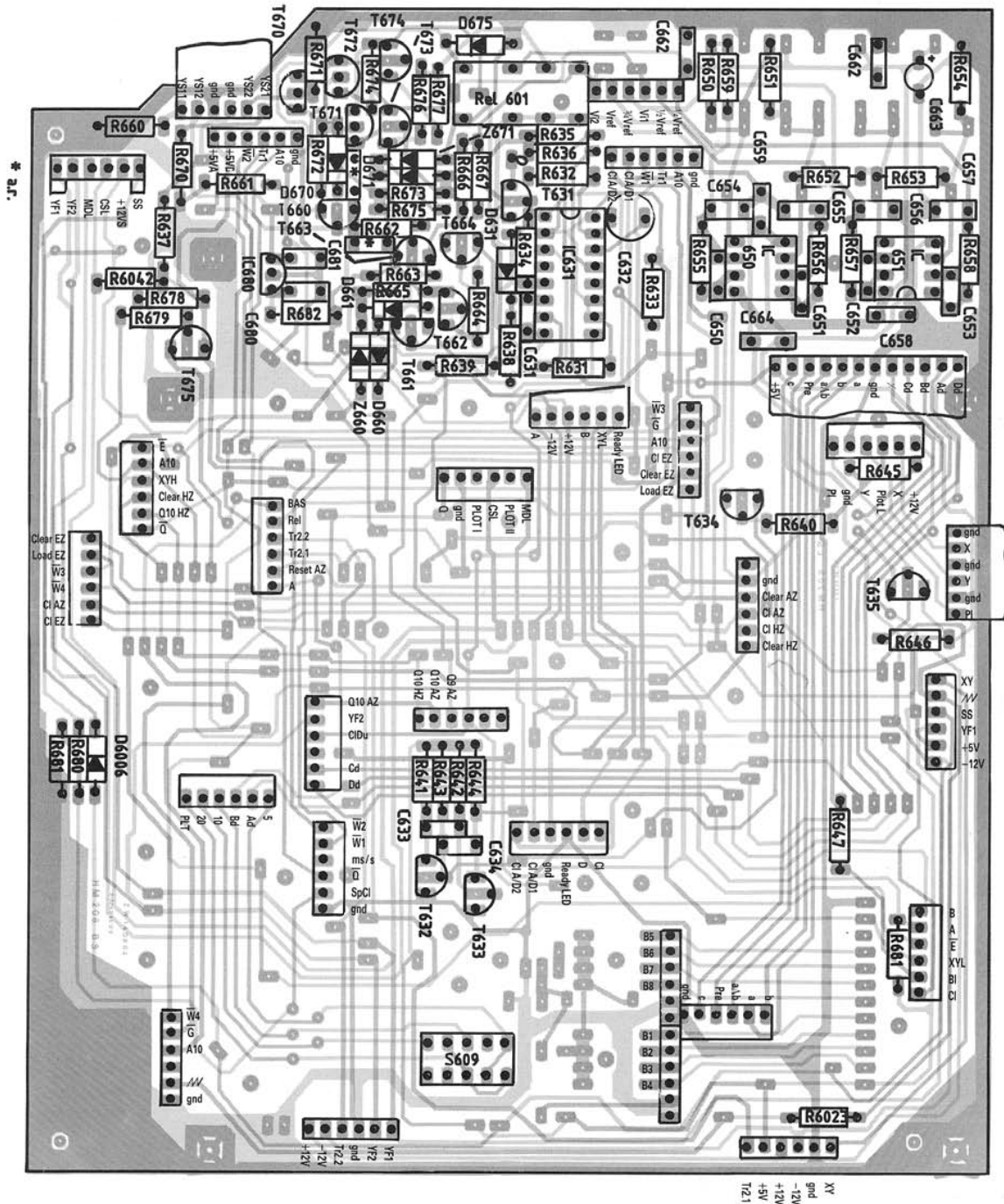
Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker (A/D), V_{ref} - und 5VA-Netzteil
Blanking Circuit, Y-Intermediate Ampl. (A/D), V_{ref} - and 5VA-Supply
(Schaltung für Geräte mit A/D-Wandler Typ CA 3308)
(Diagram for instruments equipped with A/D converter type CA 3308)

HM208



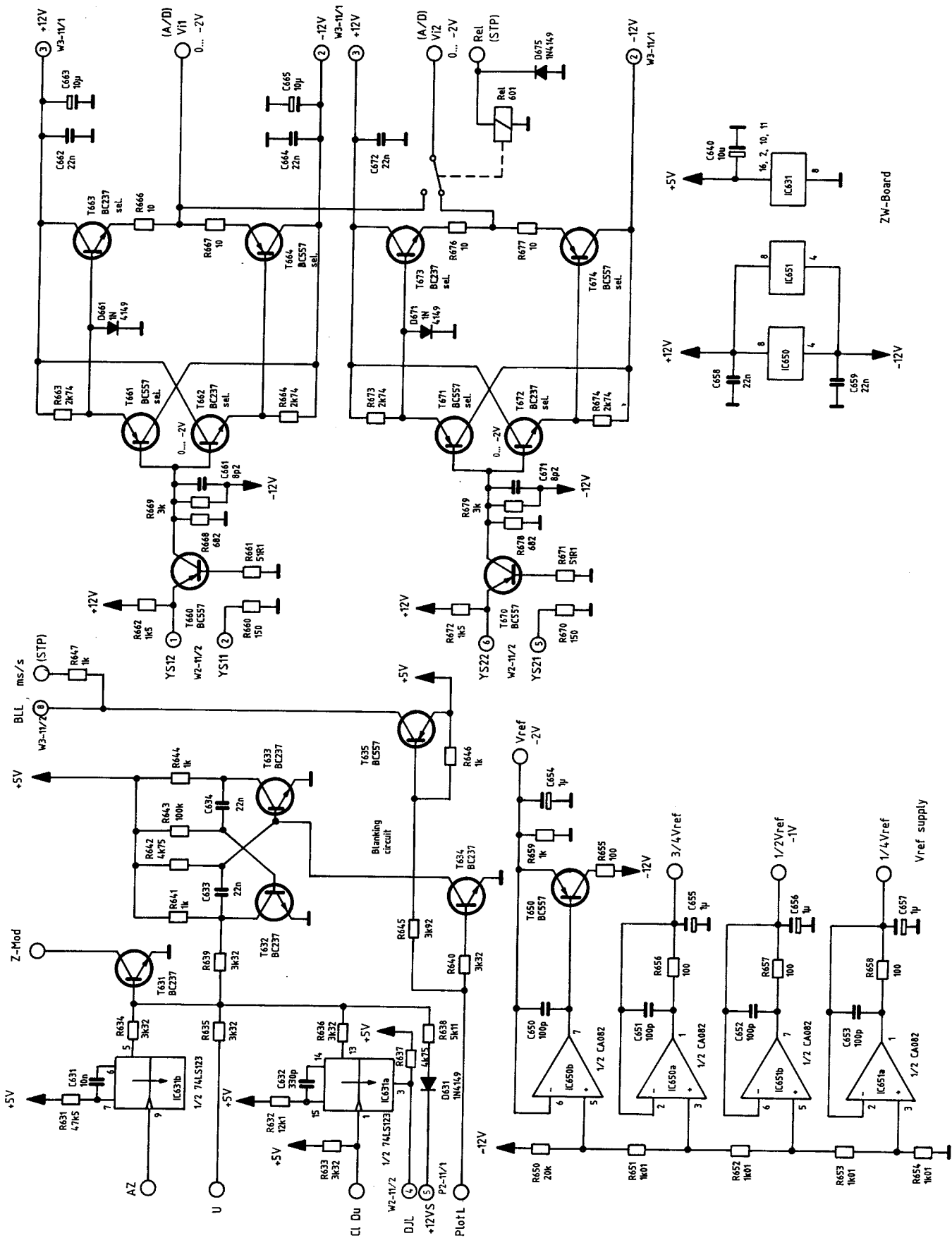
Bestückungsplan ZW-Board
Component Locations ZW-Board
(für Geräte mit A/D-Wandler Typ CA 3308)
(for instruments with A/D converter type CA 3308)

HM208

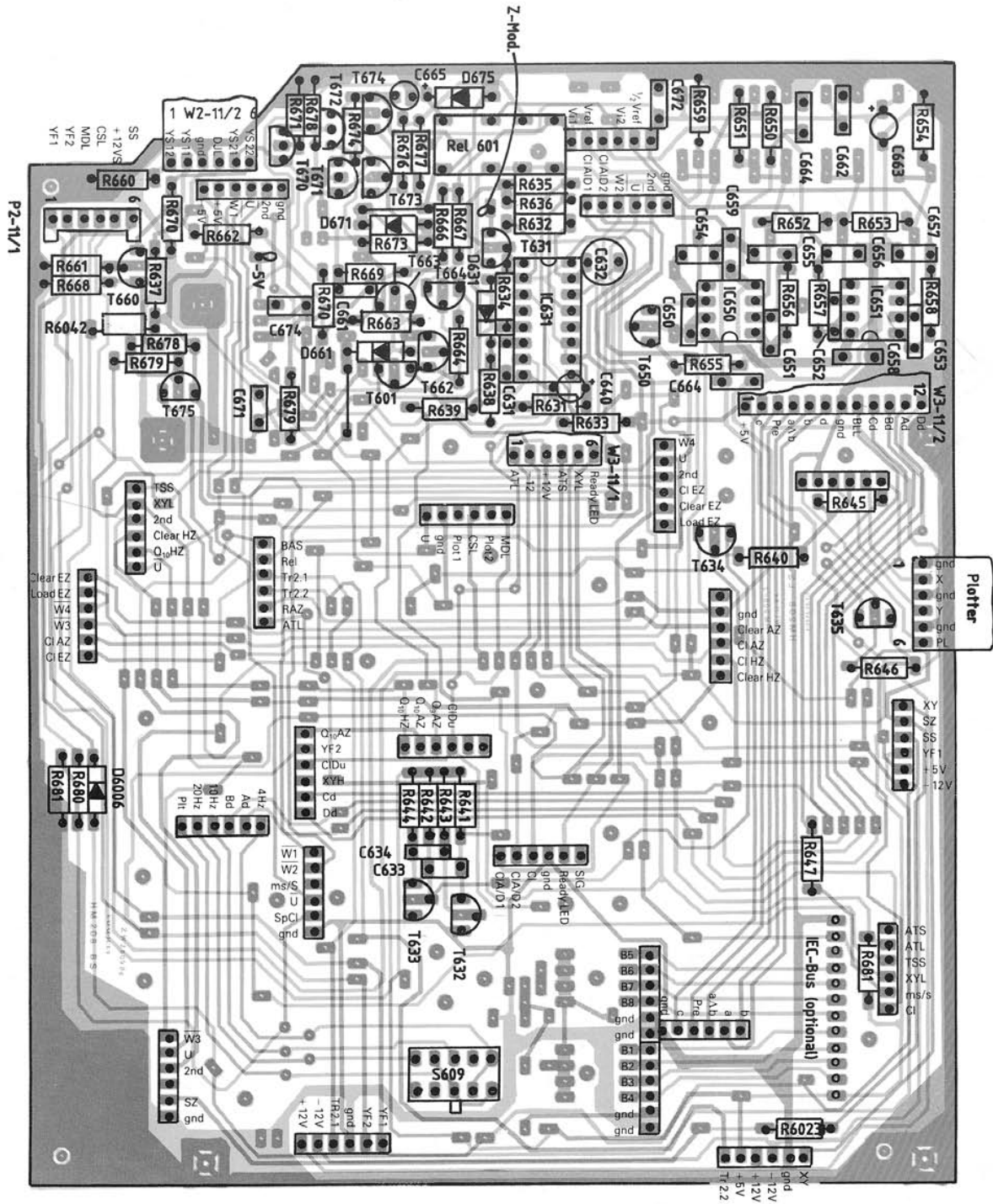


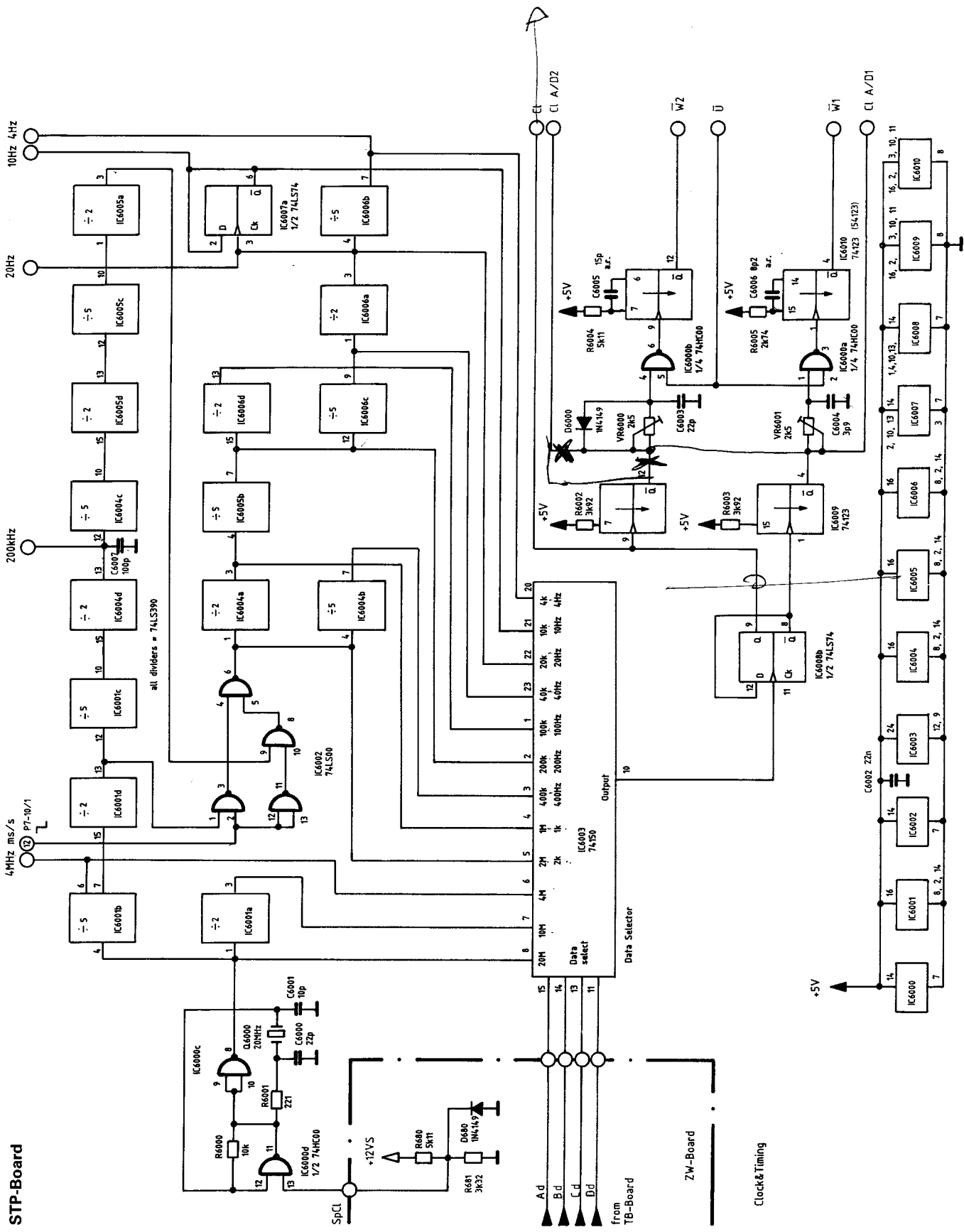
Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker (A/D), V_{ref} - Netzteil
Blanking Circuit, Y-Intermediate Ampl. (A/D), V_{ref} - Supply
(Schaltung für Geräte mit A/D-Wandler Typ TDC 1048)
(Diagram for instruments equipped with A/D converter type TDC 1048)

HM208



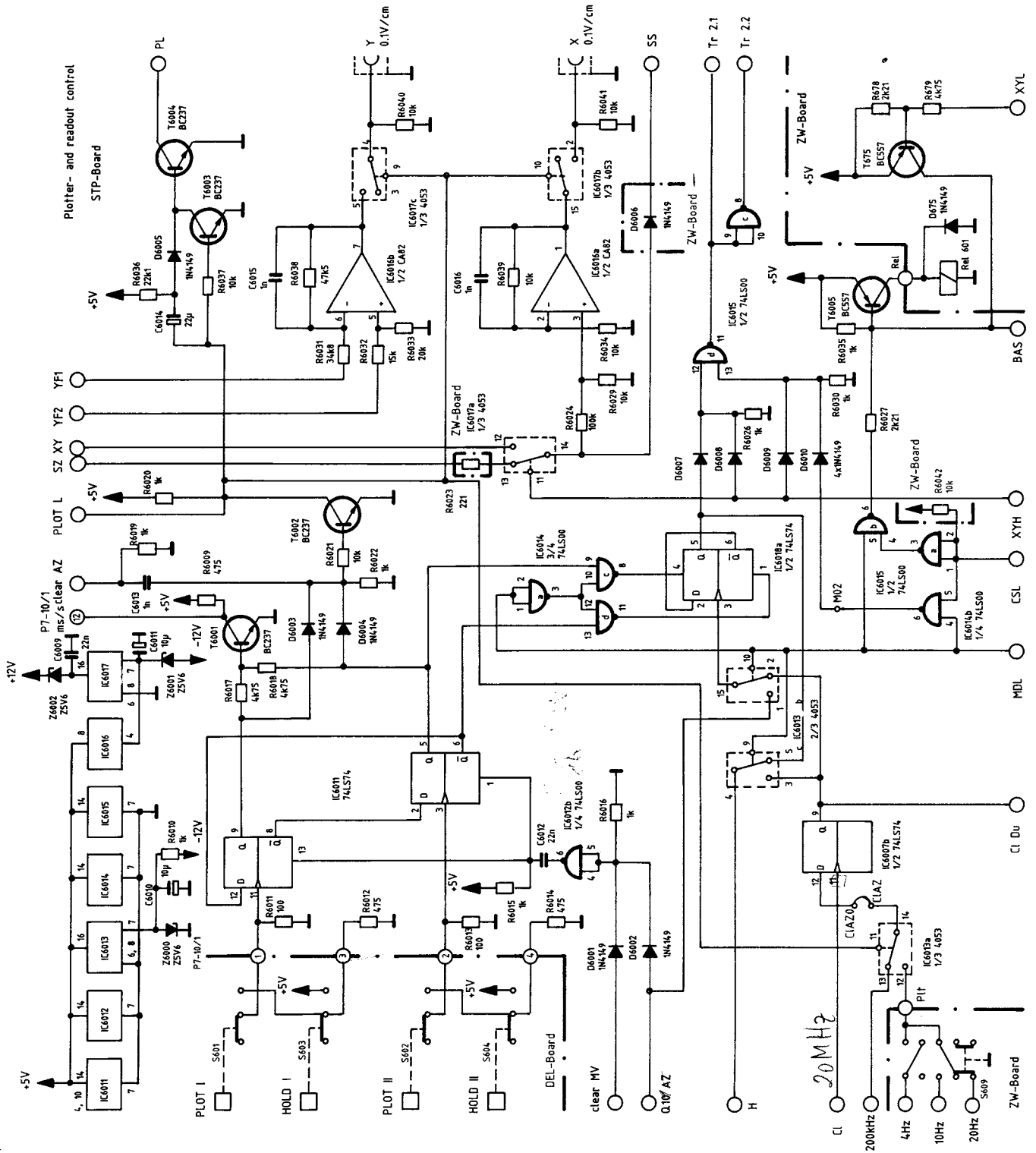
Bestückungsplan ZW-Board
Component Locations ZW-Board
 (für Geräte mit A/D-Wandler Typ TDC 1048)
 (for instruments with A/D converter type TDC 1048)



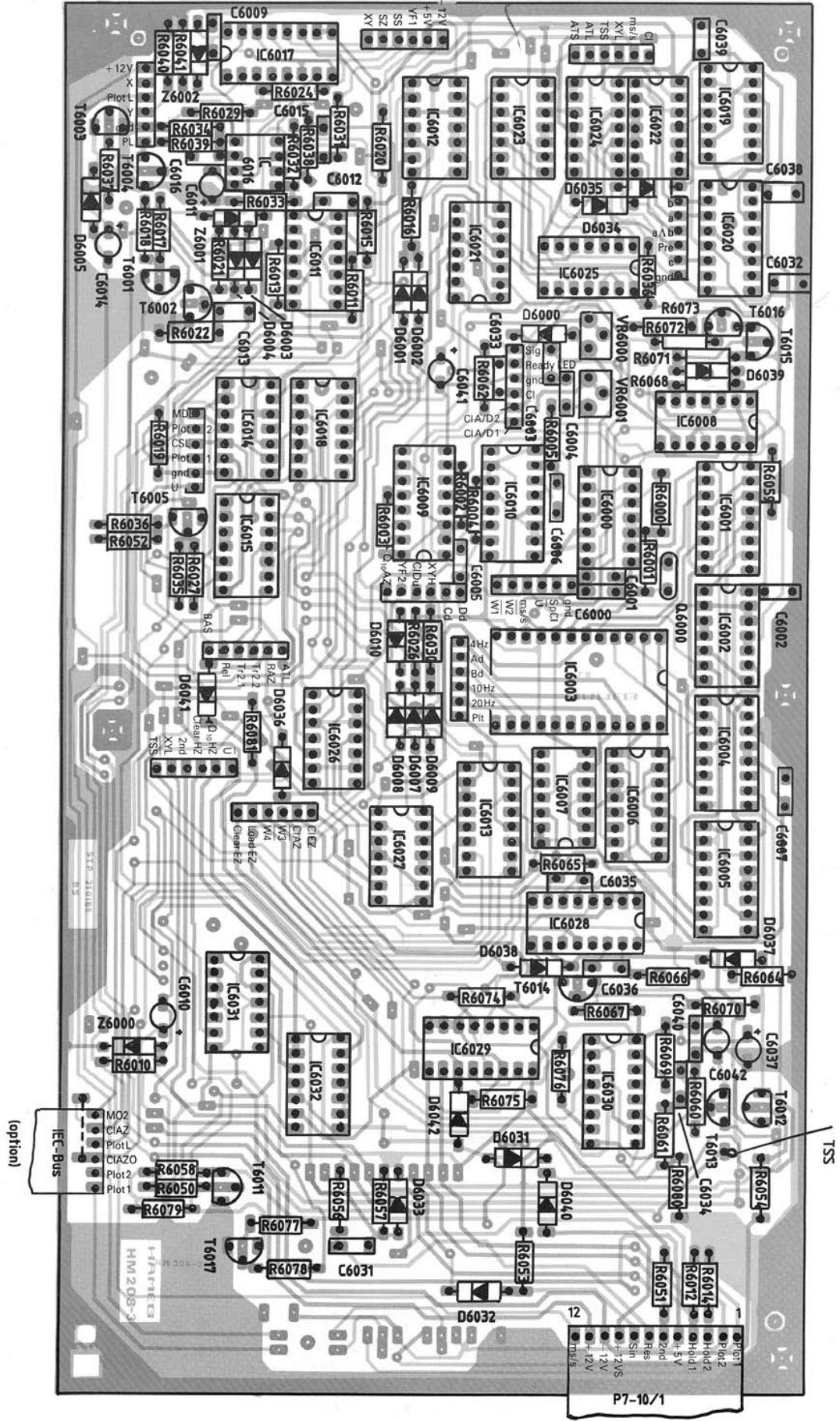


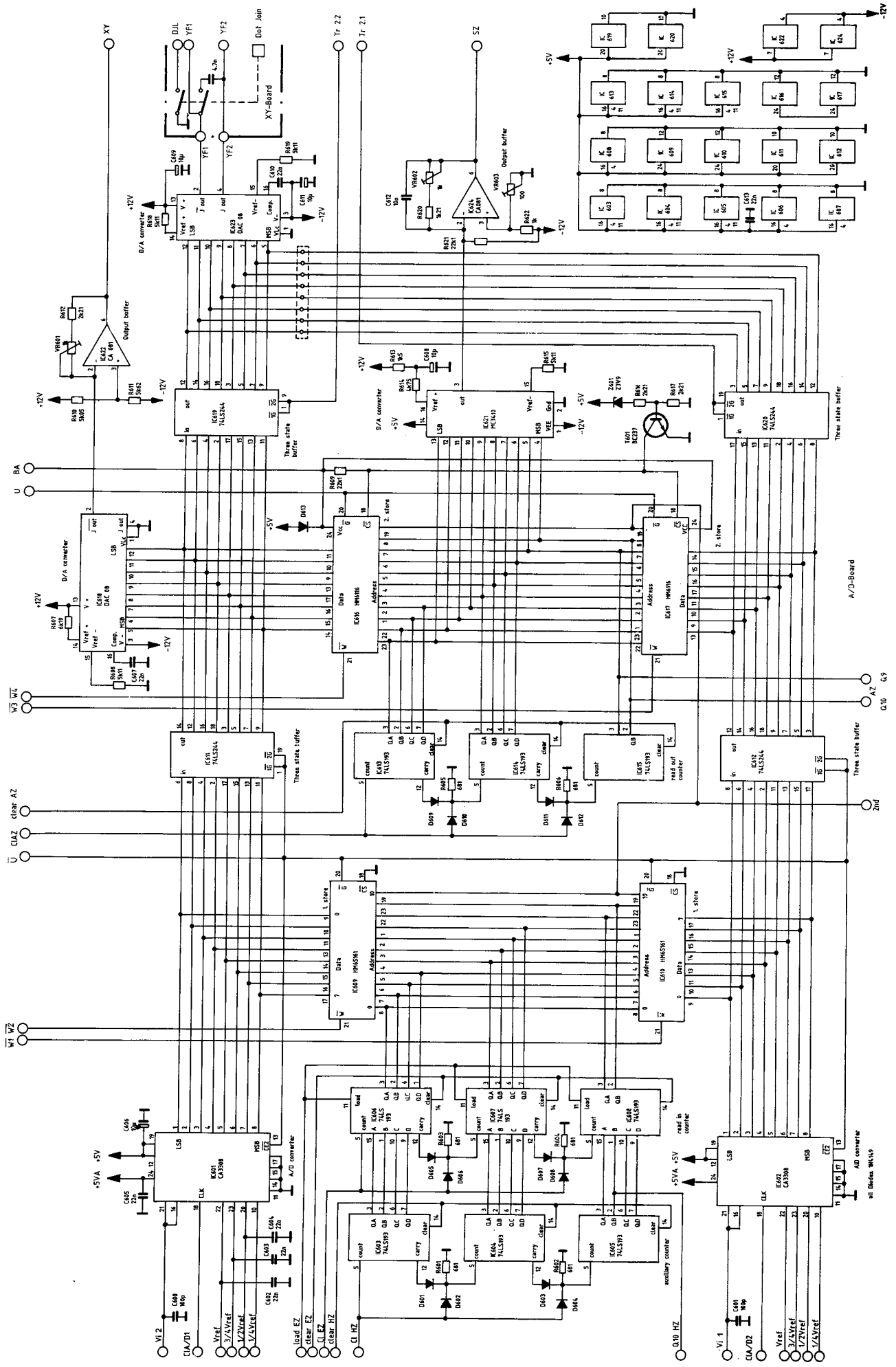
STP-Board

Clock & Timing



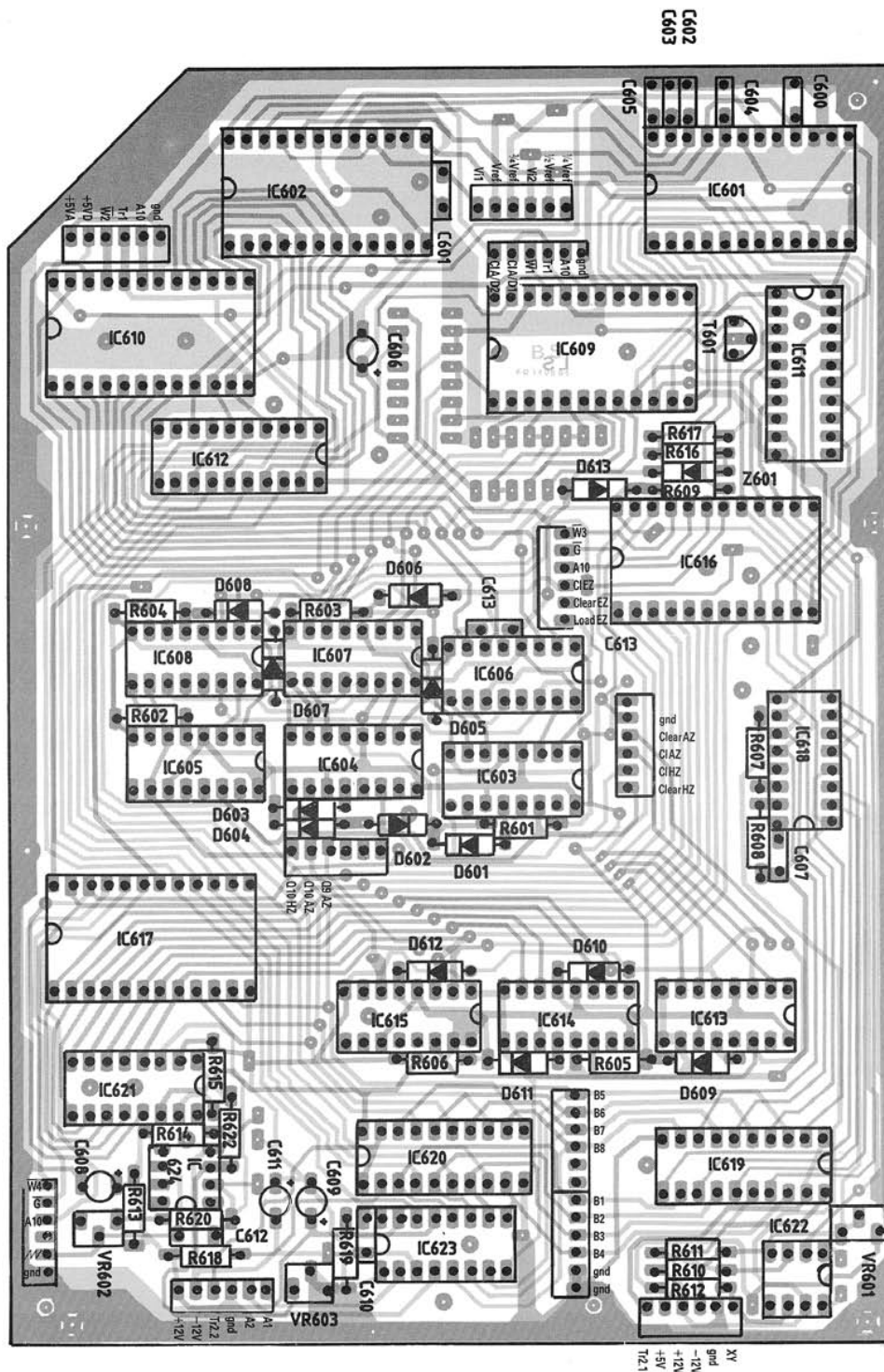
Bestückungsplan STP-Board
Component Locations STP-Board



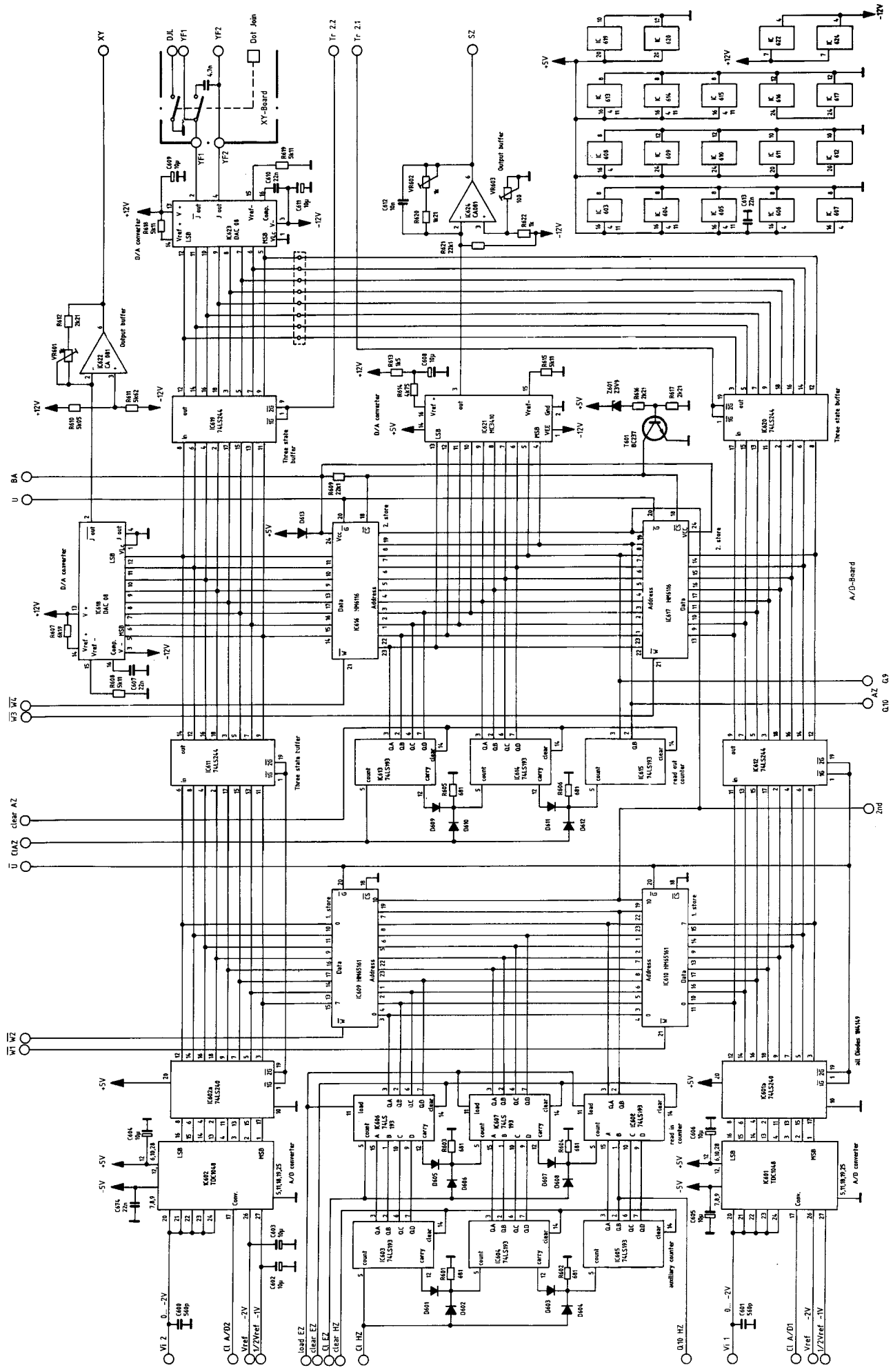


**Bestückungsplan A/D - Board
Component Locations A/D - Board (CA 3308)**

HM208

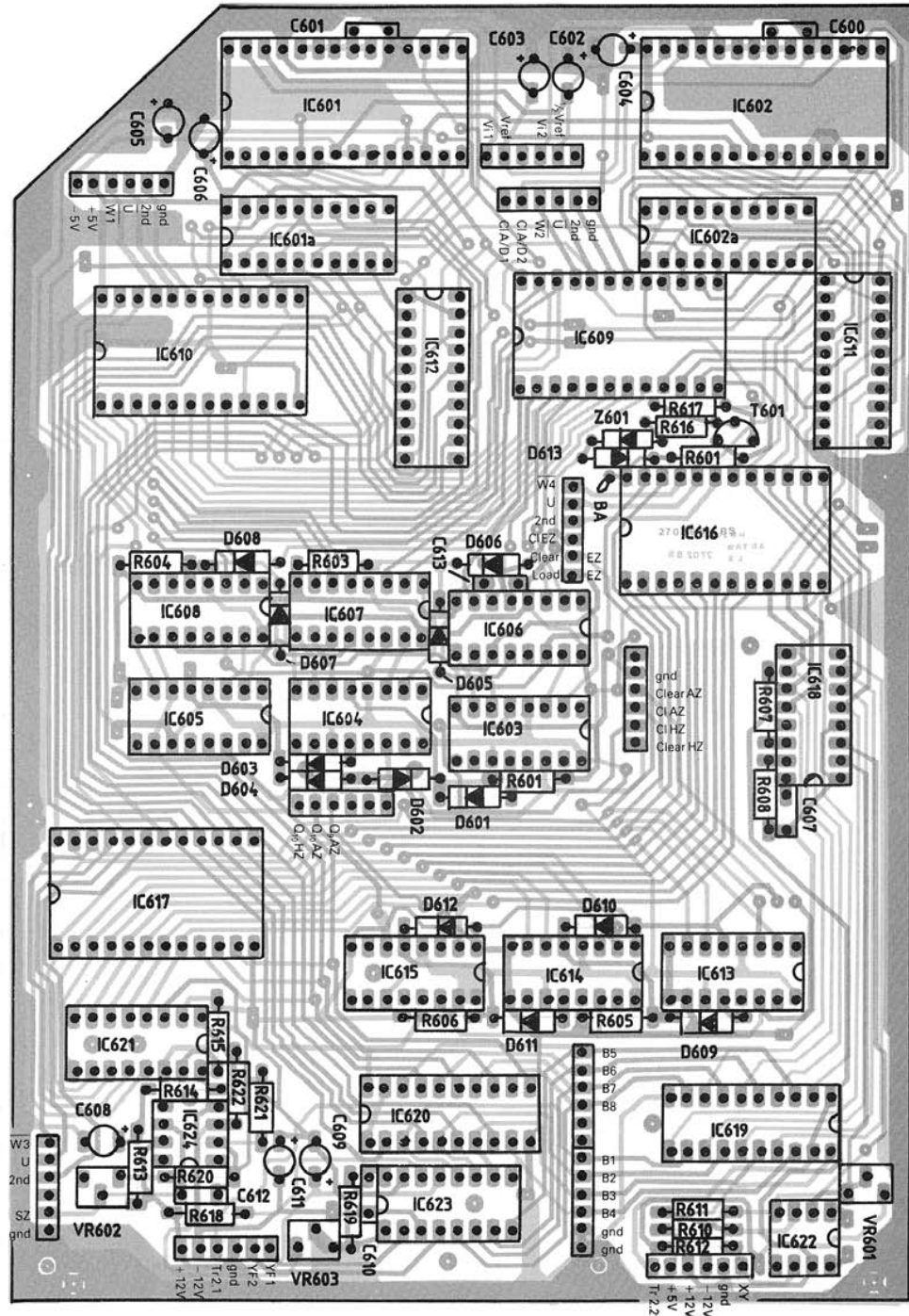


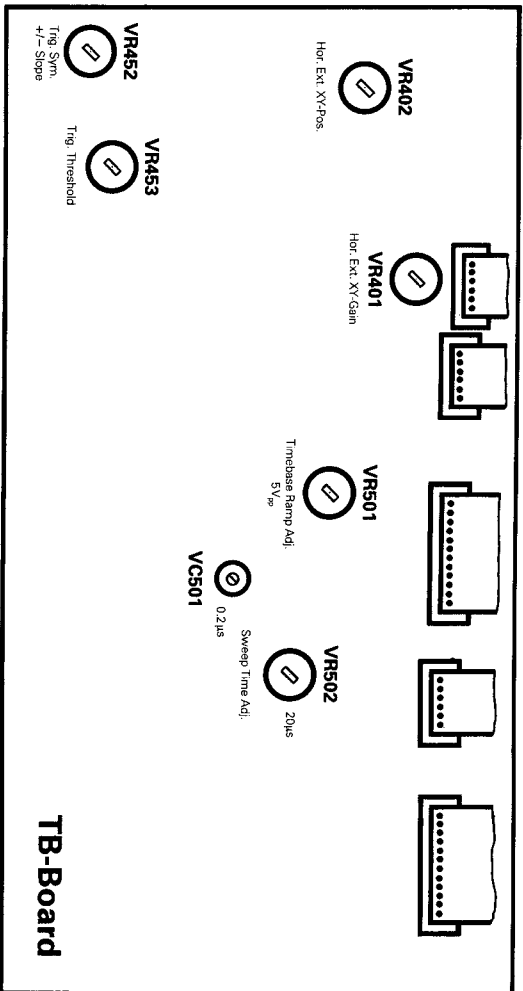
A/D - Wandler
A/D - Converter (TDC 1048)



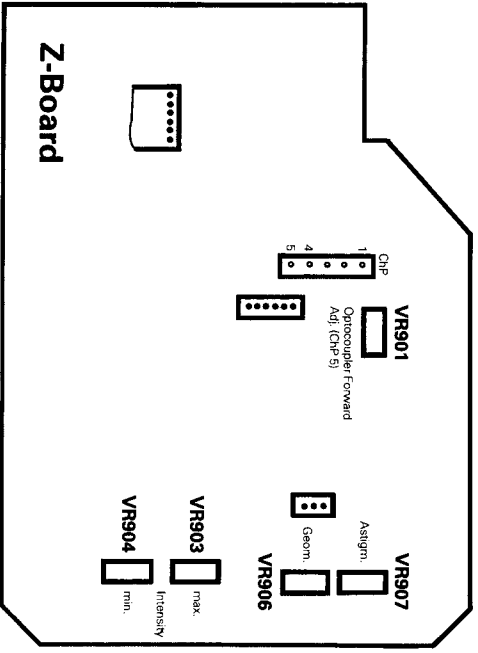
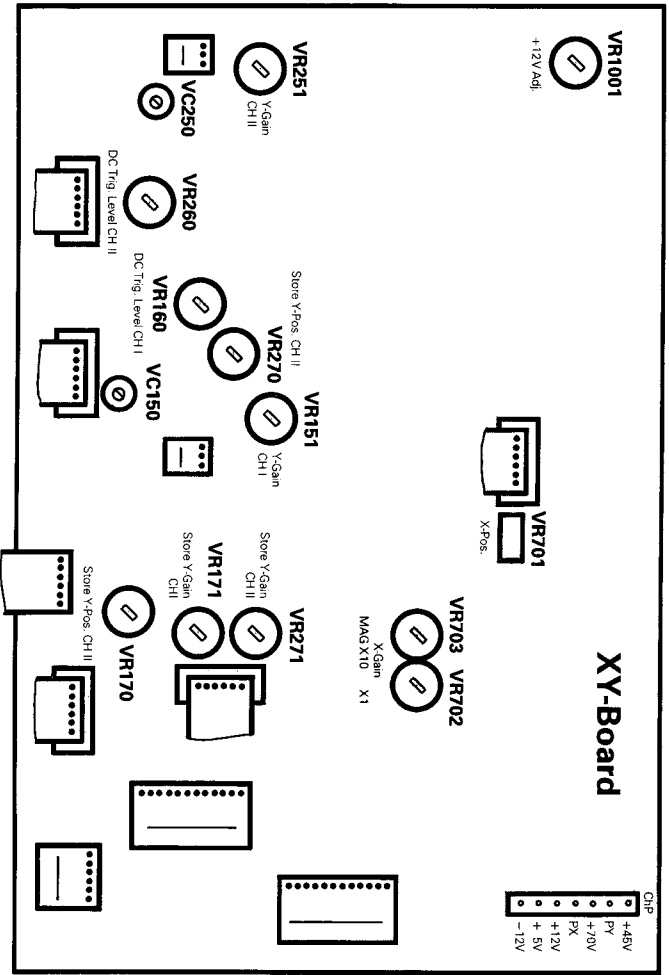
**Bestückungsplan A/D - Board
Component Locations A/D - Board (TDC 1048)**

HM 208

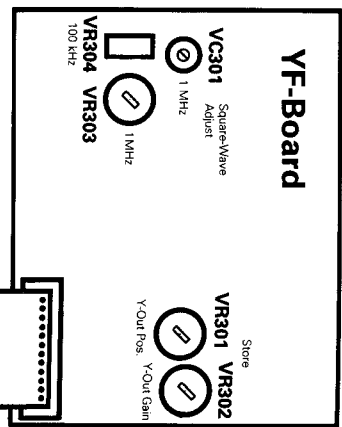
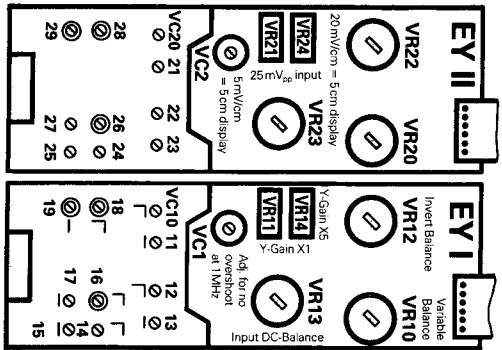




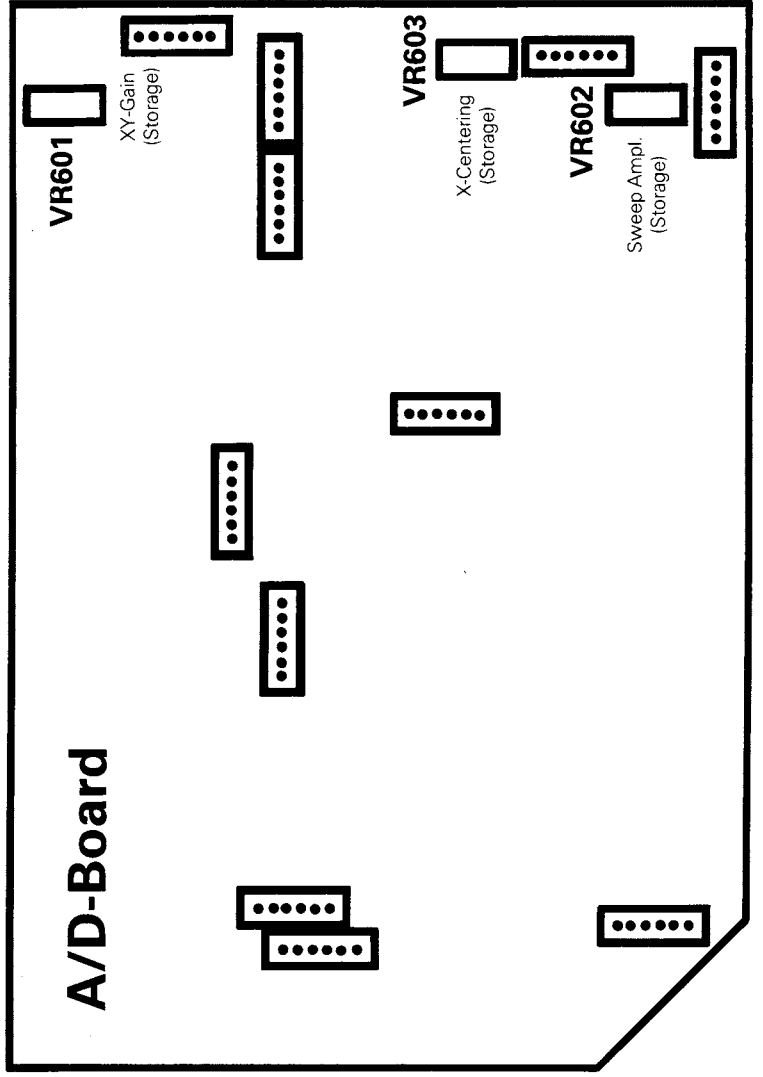
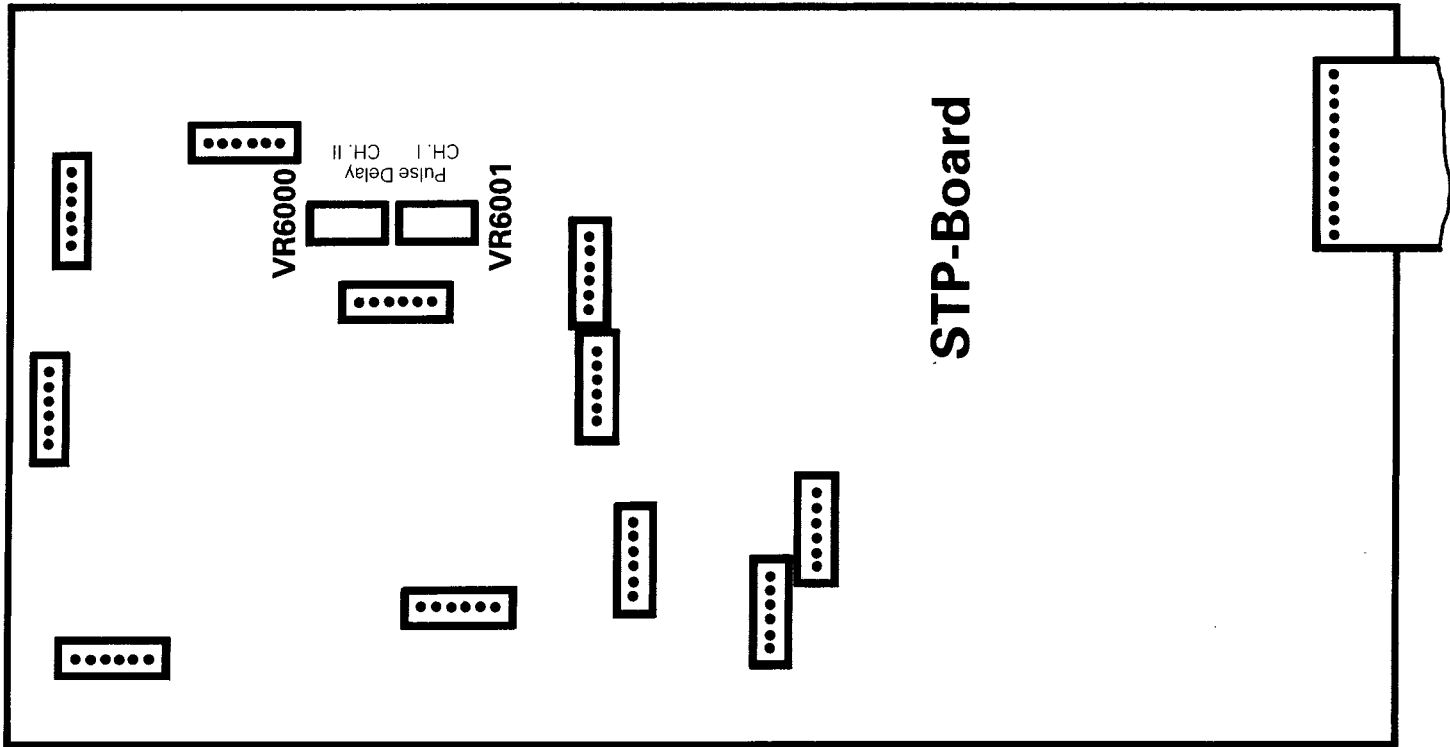
Adjusting Plan HM 208 (Analog.)



Attenuator adjustment:
 ┌ = horiz. flat top
 └ = optimum corner (leading edge)
 ▭ 1...5kHz
 with Pre-Attenuator 2:1 and DC inp. coupling.
 Generator amplitude: 8x set deflt. coefficient (display height = 4cm)



Adjusting Plan HM 208 (Dig.)



HAMEG

Oscilloscopes

Multimeters

Counter Timers

Power Supplies

Calibrators

Signal

Generators

Check Point

Testers

Distributed by:

West Germany

HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19

6000 FRANKFURT am Main 71

Tel. (069) 67.60.17 · Telex 4.13.866

France

HAMEG S.a.r.l.

5-9, av. de la République

94800-VILLEJUIF

Tél. (1) 677.81.51 · Télex 270.705

Spain

HAMEG IBERICA S.A.

Villarroel 172-174

08036 BARCELONA

Teléf. (93) 230.15.97

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street

LUTON, Bedfordshire LU1 1RX

Tel. (0582) 41.31.74 · Telex 825.484

United States of America

HAMEG, Inc.

88-90 Harbor Road

PORT WASHINGTON, New York 11050

Phone (516) 883.3837 · TWX (510) 223.0889