

KURZANLEITUNG für HM 705

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaсте (rechts neben Bildschirm) drücken. Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. **Gehäuse, Chassis und Maßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).** Tasten **Auto/Norm.**, **Single** und **Hor.ext.** herausstehend. **MODE**-Schiebeschalter in Stellung **Norm.**, **HOLD-OFF**-Reglerknopf auf Rechtsanschlag, **LEVEL**-Regler im **DELAY**-Feld auf **FR**. Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit und mit **FOCUS**-Regler Schärfe einstellen. Mit den Reglern **Y-POS.** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.

Betriebsart Meßverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal II: Taste **CH I/CH II** gedrückt.
Kanal I und II: Taste **Mono/Dual** gedrückt.
Kanalschaltung alt. oder chop. wahlweise mit Taste **Alt/Chop**, Signale < 1 kHz mit **Chop**.
Kanäle I + II (Summe): Nur Taste **Alt/Chop** drücken.
Kanäle - I + II (Differenz): Tasten **Alt/Chop** und **Invert I** drücken.

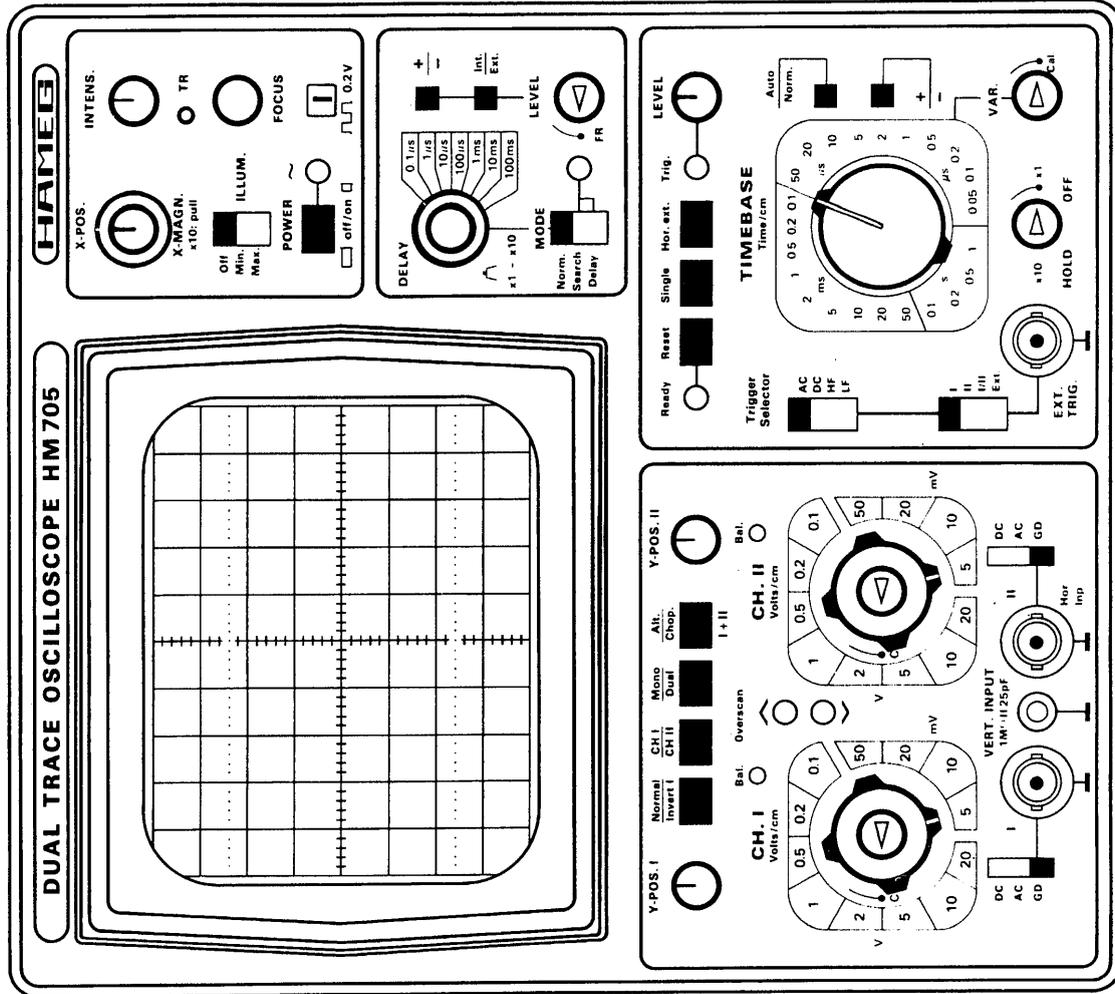
Betriebsart Triggerung

Triggerart mit Taste **Auto/Norm.** wählen. Triggeranzeige **Trig.** beachten.
Auto = Automatische Spitzenwert-Triggerung, **Norm.** = Normaltriggerung. Triggerquelle mit Schiebescalter **I-II-III-Ext.** wählen.
Stellung **I/II** interne alternierende Triggerung.
Stellung **Ext.**: Synchronsignal (1-10Vss) auf Buchse **EXT. TRIG**.
Triggerkopplung mit Schiebescalter auf **AC-DC-HF** oder **LF** schalten.
Triggerbereich bei **AC** und **DC** 0-20MHz, bei **HF** 20-120MHz.
Trigger-Flankenrichtung mit Taste + / - wählen.
Einzelbildauslösung mit Tasten **Single** und **Reset**. Bereitschaftsanzeige **Ready** beachten.

Messung

Meßsignale den **VERT. INPUT**-Buchsen I und/oder II zuführen.
Tasteteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter **CH.I** und/oder **CH.II** Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Y-Überbereichsanzeige (**Overscan**) beachten.
Am **TIMEBASE**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Triggerpunkt mit **LEVEL**-Regler einstellen.
Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF**-Zeit triggern.
Amplitudenmessung mit Y-Feinregler auf Linksanschlag (**C**).
Zeitmessung mit **VAR.**-Regler auf Rechtsanschlag (**Cal.**).
Dehnung **x10** mit **X-POS.**-Reglerknopf gezogen.
Für **Video**-Signalgemische mit **Bildfrequenz** Triggerkopplung auf **LF**.
Ext. Horizontalablenkung (**XV-Betrieb**) mit gedrückter Taste **Hor. ext.** (X-Eing. **CH.II**).
Ausschnittvergrößerung mit **Ablenkerverzögerung**.
Stellung **Norm.**: Normalbetrieb ohne Ablenkerverzögerung.
Stellung **Search**: mit **DELAY**-Zeitschalter und **DELAY**-Zeit-Feinregler den Beginn des Bildausschnitts einstellen (DELAY-Lampe blinkt).
Stellung **Delay**: Ausschmittänge wählen (DELAY-Lampe leuchtet ständig).
After delay-Triggerung: Im DELAY-Feld 2. **LEVEL**-Regler aus Stellung **FR** herausdrehen; Trigger-Flanke mit Taste + / - , Trigger-Quelle mit **Int./Ext.** wählen.

Frontbild



Allgemeine Hinweise

Der HM705 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie sein Vorgänger HM512. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß man bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene sollten die vorliegende Anleitung gründlich durchlesen, um vor allem beim späteren Gebrauch auch die Kriterien des Gerätes genau zu kennen.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Rechts oben, neben dem Bildschirm, befinden sich die Bedienungselemente für Inbetriebnahme, Strahlbeeinflussung, horizontale Position, Rasterbeleuchtung und Calibrator-Ausgang. Darunter liegt das umrahmte Bedienungsfeld der Ablenkverzögerung. Unterhalb der Bildröhre sind die Bedienungsfelder für die beiden Ablenkrichtungen angeordnet. Das linke Feld ist für die Wahl der Betriebsart des Meßverstärkers und die Anpassung an das Meßsignal vorgesehen. Im rechten Feld befinden sich die Einstellelemente für die Zeitbasis (Ablenkzeit und Triggerung).

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

Der HM705 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 70MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 100-120MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirms auf ca. 4-5cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 100MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (5ns/cm) alle 2cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur $\pm 3\%$. Alle zu messenden Grö-

ßen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 30MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 50MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 75 und 80MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 70MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirms stetig abnimmt. Der Meßverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überspringen beeinflusst wird.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10stündigen Test. 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 HAMEG-Geräte eine **Funktionsgarantie von 12 Monaten** 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 bei unzureichender Verpackung von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung empfehlen wir, 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. Wir weisen darauf hin, daß wir im Garantiefall auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegennehmen.

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 Serviceanleitung 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 1500V 50Hz 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 HM705 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ -Strahlen. Beim HM705 bleibt aber die **Ionendosisleistung weit unter 36pA/kg**.

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 42V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Betriebsbedingungen

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs: +10 °C... +40 °C. Zulässiger Temperaturbereich während der Lagerung und des Transports: -40 °C... +70 °C. Bei einer Taupunkt-Unterschreitung (Bildung von Kondenswasser) muß die Akklimatisierungszeit vor dem Einschalten abgewartet werden. In extremen Fällen (Oszilloskop stark unterkühlt) ist bis zur Inbetriebnahme eine Wartezeit von etwa 2 Stunden erforderlich. Das Gerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt.

Es darf also nicht bei besonders großem Staub- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage des Gerätes ist an sich beliebig; jedoch muß die Luftzirkulation (Konvektionskühlung) unbehindert bleiben. Deshalb sollte das Gerät im Dauerbetrieb vorzugsweise in horizontaler Lage oder mit Aufstellbügel schräg aufgestellt benutzt werden.

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).

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzschraubbuchse herausgezogen und nach Drehung um 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das eingeprägte Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Die Netzsicherung muß der geänderten Netzspannung entsprechen und, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Typ und Nennstrom der Sicherung sind auf der Gehäuserückseite und in der Serviceanleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken und alle Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung zu bringen. Die Striche der grauen Knopfkappen sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des

Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß sich der DELAY-MODE-Schiebeschalter im Bedienungsfeld für die Ablenkverzögerung in Stellung Norm. und der daneben angebrachte zweite LEVEL-Regler in der Stellung FR befinden. Ferner sollten bei Einkanalbetrieb beide links vom TIMEBASE-Schalter angebrachten Trigger-Selector-Schiebeschalter in der obersten Stellung stehen.

Mit der rechts neben der Schirmblende befindlichen Netztaaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 30 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Regler nicht genügend aufgedreht, oder der Kippgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Regler verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Schalter in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die **Auto/Norm.**-Taste zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **Auto**-Stellung (automatische Spitzenwert-Triggerung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **Hor. ext.** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Regler eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollten die **DC-AC**-Schalter der Y-Eingänge in Massestellung **GD** stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell an den Y-Eingängen 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.

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 am Trimmer hinter der mit TR bezeichneten Öffnung möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die Eigenschaften der FET in den Eingängen der Meßverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich **beim Durchdrehen des Feinreglers am Eingangsteiler** die Strahlage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung **Bal.** oberhalb des **CH.I**-Schalters einführt, an dem etwa 30mm dahinterliegenden Balance-Trimmer korrigiert. Es handelt sich dabei um ein Wendepotentiometer, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkoeffizient **5mV/cm**; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf **GD**) wird der Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahlage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste **CH I/CH II** zu drücken.

Art der Signalspannung

Mit dem HM705 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 70MHz liegt. 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 Meßverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM705 ist deshalb nur bis ca. 7MHz 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-Feinreglers oder der Ablenkverzögerung erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der obere **Trigger-Selector**-Schalter in Stellung **LF** (Tiefpaß-Filter) stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegeleinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

Für wahlweisen Betrieb als Gleich- oder Wechselspannungsverstärker hat jeder Kanaleingang einen **DC-AC**-Schalter. In Stellung **DC** sollte nur mit Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

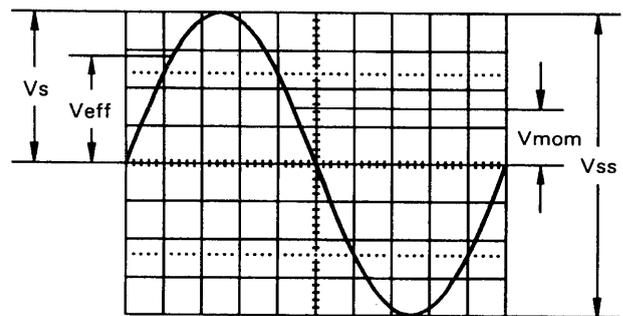
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Betrieb des Meßverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der **DC**-Betrieb vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Betrieb 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- und abwärts bewegen. Gleichspannungen sind ebenfalls in Stellung **DC** zu messen.

Die Auswertung einmaliger Vorgänge mit Einzelablenkung (**Single-Reset**-Betrieb) von weniger als 1 Sekunde Dauer ist nur fotografisch möglich. Dank des ungewöhnlich hellen und scharfen Strahls der Bildröhre können sogar extrem kurze einmalige Vorgänge noch fotografisch aufgezeichnet 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 **Vss**-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 **Vss** ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2,83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in **Veff** angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in **Vss** haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen untereinander sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve

Veff = Effektivwert; **Vs** = einfacher Spitzenwert;
Vss = Spitze-Spitze-Wert; **Vmom** = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1cm hohes Bild beträgt ca. $2mV_{ss}$, wenn der **Feinregler** am Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten an den Eingangsteilern, bezeichnet mit **CH.I** und **CH.II**, sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. **Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.** Wird mit Tasteteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. **Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung stehen** (Pfeil waagrecht nach links zei-

gend). Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160V_{ss} aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang $\pm 500V$ nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000V_{ss} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z. B. HZ37) können Spannungen bis ca. 3000V_{ss} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ37). 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 22-68nF) vorzuschalten.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 500V gelegt werden (siehe "Anlegen der Signalspannung", Seite M6).

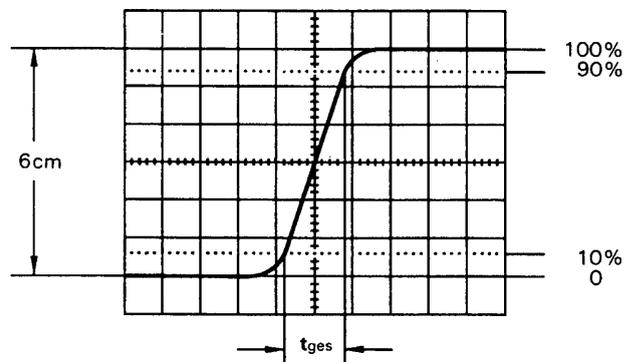
Zeitwerte der Signalspannung

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 Einstellung des **TIMEBASE**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIMEBASE**-Schalter in **s/cm**, **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in drei Felder aufgeteilt. **Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIMEBASE-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit VAR. bezeichnete Zeit-Feinregler in seiner kalibrierten Stellung stehen** (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend).

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur

vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAGN. x10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der Ablenkverzögerung meßbar. Mit dieser können — stark gedehnt — auch Zeiten von weniger als 1% der vollen Periodendauer dargestellt werden. Der kleinste noch meßbare Zeitabschnitt ist im wesentlichen von der verfügbaren Helligkeit der Bildröhre abhängig. Die Grenze liegt etwa bei einer 500-1000fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist unter Umständen auch noch 2000fach möglich. Dies setzt jedoch voraus, daß der am **TIMEBASE**-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode unter $10\mu s/cm$ (einschließlich Dehnung x10) liegt, da andernfalls die kürzeste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt.

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 **6cm** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in $\pm 2,4cm$ Mittenabstand. **Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Hilfslinien mit 2mm-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 sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (bei HM 705 ca. 5 ns). Ist t_{ges} größer als 35 ns, dann kann die Anstiegszeit des Meßverstärkers vernachlässigt werden.

Anlegen der Signalspannung

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 Taster 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen 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 können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand 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 Taster 10:1 (z. B. HZ30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Taster werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 MΩ || 11 pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Taster 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 Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Taster nur vorabgeglichen; daher muß ein genaueres Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe "Abgleich des Taster", Seite M7).

Wenn ein Taster 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 500 V 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. 500 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Taster 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1500 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein **Kondensator** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit **vor den Tastereingang** geschaltet werden (z. B. zur Brummspannungsmessung).

Beim 100:1 Taster HZ37 ist die zulässige Eingangsspannung frequenzabhängig begrenzt: **unterhalb 20 kHz** (TV-Zeilenzahl!) auf

$$\text{max. } 1500 \text{ Vs} \triangleq 3000 \text{ Vss} \triangleq 1061 \text{ Veff};$$

oberhalb 20 kHz (mit f in MHz) auf

$$\frac{212}{\sqrt{f}} \text{ Vs} \triangleq \frac{424}{\sqrt{f}} \text{ Vss} \triangleq \frac{150}{\sqrt{f}} \text{ Veff}.$$

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 Taster. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

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 Taster absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Masse-

kabel beider Tastteile **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden.

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).

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollten die Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und die Eingangsteilerschalter auf **20V/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 Meßverstärker total übersteuert (siehe unten: "Y-Überbereichsanzeige"). Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-6 cm hoch ist. Bei mehr als 160V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIMEBASE**-Schalter. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Y-Überbereichsanzeige

Diese zeigt an, wenn sich in vertikaler Richtung die Strahllinie oder Signalanteile von mehr als 150ns Dauer (Nadelimpulse) außerhalb der Rasterfläche befinden. Die Anzeige erfolgt mit 2 Leuchtdioden, bezeichnet mit **Overscan**, welche zwischen den Eingangsteilern für die Y-Eingänge angeordnet sind. Leuchtet eine der Lampen ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten **Y-POS.**-Regler hin. An der Zuordnung der Lampen erkennt man, in welcher Richtung der Strahl den Bildschirm verlassen hat. Bei Zweikanal-Betrieb können auch beide **Y-POS.**-Regler verstellt sein. Liegen beide Strahllinien in einer Richtung, leuchtet ebenfalls nur eine Lampe.

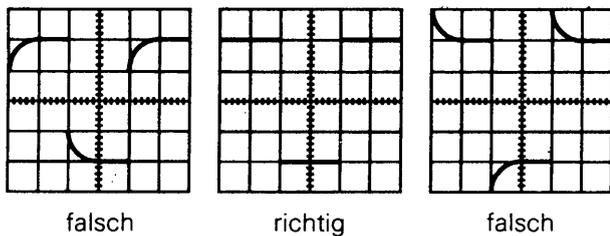
Befindet sich jedoch ein Strahl oberhalb und der andere unterhalb des Schirmes, leuchten beide. Die Anzeige der Y-Position bei Rasterüberschreitung erfolgt **in jeder Betriebsart**, also auch dann, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird oder das Oszilloskop im XY-Betrieb arbeitet. Wie schon im Absatz "Voreinstellungen" bemerkt, sollte die **Auto/Norm.**-Taste möglichst immer ungedrückt in der **Auto**-Stellung belassen werden. Dann ist auch ohne Meßsignal ständig eine Zeitlinie vorhanden. Nicht selten verschwindet die Strahllinie nach dem Anlegen eines Meßsignals. An der Anzeige erkennt man dann, wo sie sich befindet. Leuchten beim Anlegen der Signalspannung beide Lampen gleichzeitig, wird der Schirm in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal mit einer relativ hohen Gleichspannung überlagert, kann bei **DC**-Kopplung des Meßverstärkers der Rasterrand überschrieben werden, weil die Gleichspannung eine vertikale Positionsverschiebung der scheinbar richtig eingestellten Bildhöhe bewirkt. In diesem Fall muß man sich mit einer kleineren Bildhöhe begnügen oder **AC**-Eingangskopplung wählen.

Das Aufleuchten der **Overscan**-Anzeige besagt nicht, daß das Signalbild in der gerade gewählten Einstellung immer verzerrt ist. Der Meßverstärker hat eine gewisse Übersteuerungsreserve. Es ist aber zu prüfen, ob die Aussteuerungsgrenze nicht überschritten wird. Dies geschieht einfach dadurch, daß der betreffende Eingangsteilerschalter um eine Stellung weiter nach links gedreht wird. Erlischt dann die **Overscan**-Anzeige, so ist die vorherige Einstellung noch brauchbar, um z. B. die Dächer von Rechteckimpulsen vertikal vergrößert zu untersuchen. Allerdings gilt das nicht mehr für Frequenzanteile des Signals oberhalb 35 MHz, weil dort naturgemäß die Reserve immer kleiner wird.

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM705 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von 0,2V_{ss} ± 1%. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit einem

Rechtecksignal bezeichnete Ausgang-Öse gelegt und sein Kompensationstrimmer entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



Der **TIMEBASE**-Schalter soll sich dabei in Stellung **0,2ms/cm** befinden, und die Y-Eingangskopplung muß auf **DC** geschaltet sein. Steht der Eingangsteilerschalter in der **5mV/cm**-Stellung (Feinregler auf **C**), ist das aufgezeichnete Signal **4cm** hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Frequenz des eingebauten Rechteckgenerators nicht zur Zeiteichung verwendet werden kann. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Anstiegs- und Abfallzeiten des Rechtecksignals so kurz sind, daß die Rechteckflanken selbst bei maximaler Intensitätseinstellung kaum sichtbar sind. Dies ist kein Fehler, sondern ebenso Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizienten-Kontrolle) wie horizontale Impulsdächer, calibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach.

Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart der Meßverstärker 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 **CH I/CH II** zu drücken. Die Triggerung im **TIMEBASE**-Feld ist entsprechend umzuschalten. Wird die Taste **Mono/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 noch die Taste **Alt/Chop**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalumschaltung weniger wichtig. Ist nur die Taste **Alt/Chop** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (**I + II** = Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste **Invert I** gedrückt), ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von den **Y-POS.**-Reglern beider Kanäle abhängig.

Für XY-Betrieb wird die Taste **Hor. ext.** im **TIMEBASE**-Feld betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal II** zugeführt. **Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt.** Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist bei XY-Betrieb abgeschaltet. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Der mit dem **X-POS.**-Reglerknopf verbundene Zugschalter **X-MAGN. x10** für die Dehnung der Zeitlinie sollte dabei nicht herausgezogen sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 4MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich auch 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. Steht die **Auto/Norm.**-Triggertaste ungedrückt in Stellung **Auto**, wird immer eine Zeitlinie geschrieben, auch ohne angelegte Meßspannung. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz stabil stehend auf-

gezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Der Triggerpunkt auf dem Signal kann mit dem **LEVEL**-Regler gewählt werden. Dessen Bereich stellt sich automatisch immer auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein. Vorteilhaft bei dieser Triggerart ist, daß die Triggerpunktverschiebung unabhängiger wird von der gerade eingestellten Bildhöhe und von der Signalform. Beispielsweise darf ohne Ausfall der Triggerung das Tastverhältnis einer Rechteckspannung von 1:1 auf 100:1 geändert werden. Es kann allerdings passieren, daß bei einer vorhergehenden Messung der **LEVEL**-Regler fast an den Anschlag gestellt wurde. Dann fällt u. U. bei der folgenden Messung wegen anderer Bildhöhe und/oder Signalform die Triggerung aus. Eine kleine Drehung am **LEVEL**-Regler zur Bereichsmittle hin ergibt aber wieder eine stabile Bild-darstellung. Diese **automatische Spitzenwert-Triggerung** gilt prinzipiell auch für externe Triggerung über die Buchse **EXT. TRIG.** Allerdings muß die dort anliegende (synchrone) Signalspannung etwa im Bereich 1Vss bis 10Vss liegen. Mit **Normaltriggerung** (gedrückte **Auto/Norm.**-Taste) und **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Flanke beginnen, muß die mit +/— bezeichnete Taste gedrückt werden. Der mit dem **LEVEL**-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Bei interner Triggerung und Einkanalbetrieb muß der untere Triggerwahlschalter links vom **TIMEBASE**-Knopf in Stellung **I** oder **II** stehen, je nach dem gewählten Vertikaleingang. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. In der Stellung **I/II** kann bei alternierendem Betrieb auch **von beiden Kanälen gleichzeitig intern** mit **Normaltriggerung** gearbeitet werden. **Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein.** Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich. In allen anderen Betriebsarten wird in Stellung **I/II** immer nur Kanal I durchgeschaltet.

Für externe Triggerung ist der untere Triggerwahlschalter auf **Ext.** umzuschalten und das Signal (1-10Vss) der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen. Bei Einkanalbetrieb kann die **externe Zuführung auch über den Eingang von Kanal II** erfolgen (unterer Triggerwahlschalter dabei in Position **II**). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 1 und 10Vss liegt oder von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem **Y-AMPL.**-Schalter von Kanal II in einem Bereich von 5mV bis ca. 150Vss an den Triggereingang der Zeitbasis optimal angepaßt werden. Von Vorteil ist es, wenn man das externe Triggersignal selbst erst einmal aufzeichnet und auf eine Amplitude von 2-6cm einstellt. Hierfür ist die Taste **CH II** zu drücken. Danach wird auf **CH I** zurückgeschaltet, wobei aber der Triggerwahlschalter in Stellung **II** verbleibt.

Die Ankopplungsart und der Frequenzbereich des Triggersignals ist intern wie extern mit dem oberen Triggerwahlschalter umschaltbar. In den Stellungen **AC** oder **DC** werden kleine Signale (<2cm) nur bis etwa 20MHz getriggert. Für höhere Signalfrequenzen (20-120MHz) ist auf Stell. **HF** umzuschalten. Bei **AC** und **DC** werden Frequenzen oberhalb 20MHz stark unterdrückt. Dies hat den Vorteil, daß im unteren Frequenzbereich auch bei höchster Empfindlichkeit des Meßverstärkers durch Verstärkerrauschen entstehende Doppeltriggerung weitgehend vermieden wird. 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 ist es empfehlenswert, immer mit **Norm.**-Einstellung zu arbeiten. In Stellung **Auto** 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.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale in Stellung **Auto** automatisch getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil der

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.

Soll das **Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den oberen Triggerwahlschalter in Stellung **LF** (low frequency) bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Reglers bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des **HOLD-OFF**-Reglers erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeitablenkperioden im Verhältnis 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Impulse oder andere Signalformen, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können nun die Triggerung nicht mehr beeinflussen. Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden. Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD-OFF**-Regler unbedingt wieder auf Rechtsanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u. U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Einmalige Vorgänge, z. B. einzelne Störimpulse oder das Bild der abklingenden Schwingung eines Resonanzkreises nach Stoßerregung, lassen sich mit einmaliger Zeitablenkung darstellen. Hierfür ist die Taste **Single** einzudrücken. Die links neben der **Reset**-Taste befindliche Leuchtdiode zeigt die Startbereitschaft der Zeitablenkung an. Leuchtet sie nicht, muß die **Reset**-Taste ebenfalls gedrückt werden. In manchen Fällen kann zwar bei der Aufzeichnung von Einzelbildern mit automatischer Spitzenwert-Triggerung gearbeitet werden. Der Strahlhinlauf beginnt dabei

etwa in Höhe der Zeitlinie. Die Triggerung ist dann sehr empfindlich, aber schon sehr kleine, zufällig auftretende Störimpulse können die Ablenkung vorzeitig auslösen. Für die getriggerte Auslösung bei höheren oder tieferen Pegelwerten oder bei sehr tiefen Frequenzen ist **Normaltriggerung** und die manuelle Bedienung des **LEVEL**-Reglers viel vorteilhafter. Eventuell ist die entsprechende Einstellung vorher bei normaler Zeitablenkung mit einer ähnlichen Signalspannung zu ermitteln. Richtig eingestellt, löst dann der nächstfolgende Triggerimpuls die Zeitablenkung einmalig aus. Nach deren Ablauf erlischt die mit **Ready** bezeichnete Leuchtdiode. Für eine Wiederholung des Vorgangs ist die **Reset**-Taste erneut zu drücken. Visuell können bei einmaliger Darstellung nur relativ langsame Vorgänge beobachtet werden. In den meisten Fällen empfiehlt sich eine fotografische Registrierung.

Alle am **TIMEBASE**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung des mit **VAR.** bezeichneten Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei 10facher Dehnung der Zeitachse (Knopf **X-MAGN.** gezogen) ergibt sich dann in der **0.05µs/cm** Stellung des **TIMEBASE**-Schalters zusammen eine maximale Auflösung von ca. 5ns/cm. 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.

Trigger-Anzeige

Sowohl bei **Auto**- wie auch bei **Norm.**-Triggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die links neben dem **LEVEL**-Regler angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühligere **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niedrigen Frequenzen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig.

Ablenkverzögerung

Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der

die sich mit der Folgefrequenz ständig wiederholende Signalfanken gleicher Polarität und triggerbare Pegelwerte enthalten. Besteht keine Phasenkonstanz, kann die Triggerung beim Umschalten von **Search** auf **Delay** oder bei Änderung des Zeitkoeffizienten aussetzen. Man muß dann bereits im Normalbetrieb (Darstellung der Grundperiode des Signals) versuchen, einen mit dem zu vergrößernden Signaltail phasenkonstanten Triggerpunkt zu finden. Bei komplizierten Signalgemischen ist es möglich, daß die Aufzeichnung der Grundperiode mit anderen Signalanteilen überlagert ist. Diese verschwinden in der Regel beim Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit. Andernfalls wird u. U. der Bildstand der gedehnten Darstellung mit Einstellung des **LEVEL-** und des **VAR.-**Reglers oder mit Hilfe der **after delay-**Triggerung erreicht. Mit Hilfe der **X-MAGN.-**Dehnung kann jeder Ausschnitt ohne Veränderungen an der Zeitbasis oder der Verzögerungszeit nochmals um den Faktor **10** vergrößert werden. Dies kann bei schwierig zu triggernden Signalen eine Hilfe sein.

After delay-Triggerung

Besonders dann, wenn **in komplizierten Signalgemischen** der interessierende Signalausschnitt keine Phasenkonstanz zur Signal-Folgefrequenz hat, hilft die zweite Triggerung **after delay**, also **nach Ablauf** der eingestellten Verzögerungszeit. Die erste Triggerung spricht auf eine geeignete Signalfanke an, die synchron ist mit der Folgefrequenz, während die zweite Triggerung — völlig unabhängig davon — auf eine Flanke des interessierenden Signalausschnitts eingestellt werden kann. Ein praktisches Beispiel für ein solches Signalgemisch ist der Farb-Synchronisierimpuls (alternierender Burst) im Farbfernsehsignal auf der hinteren Austastschulter des Zeilenimpulses, der von Zeile zu Zeile wechselnd um $\pm 45^\circ$ phasenverschoben ist. Dieser (HF-) Impuls läßt sich mit **after delay-Triggerung** ohne Schwierigkeit über die volle Bildschirmbreite ruhig stehend darstellen, ohne Störung durch die gleichzeitig vorhandenen anderen Signalteile wie Farbartsignal, Leuchtdichtesignal und Austastsignal im FBAS-Signal. Die **after delay-Triggerung** hilft aber auch — wie bereits erwähnt — bei starkem Jittern des Generators, das normalerweise große Dehnungen nicht zuläßt.

Nachdem alle Einstellungen für die Triggerung der Grundperiode — wie oben beschrieben — in Stellung

Norm. ausgeführt sind, wird in Stellung **Search** die Verzögerungszeit gewählt. Sie ist etwas kürzer als sonst einzustellen, weil die zweite Triggerung eine gewisse Ansprechzeit erfordert. Die Dunkelzone sollte bereits ca. 2mm vor dem zu triggernden Signalausschnitt enden. Intern erfolgt die Entnahme des zweiten Triggersignals AC-gekoppelt von der gleichen Signalquelle wie für die Grundperiode. Extern ist das Triggersignal DC-gekoppelt. Hierzu ist die Taste **Int./Ext.** im DELAY-Feld zu drücken. Das externe Triggersignal ist dann der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen, wie für externe Triggerung der Grundperiode. Die Wahl der Triggerflanke ist mit der **+ / —** Taste im DELAY-Feld möglich. Die Einstellung auf den gewünschten Triggerpunkt erfolgt mit dem zweiten **LEVEL-**Regler im DELAY-Feld. Ist dieser Regler in **FR-**Stellung („free run“), ist die **after delay-Triggerung abgeschaltet**. Außerhalb der **FR-**Stellung bleibt der Schirm ohne Einsatz der **after delay-Triggerung** immer dunkel (also z. B. auch bei Fehlen des Triggersignals). **Deshalb muß der zweite LEVEL-Regler ohne gewünschte after delay-Triggerung immer in FR-Position stehen.** Ist der gewünschte Signalausschnitt nun durch die Einstellung des zweiten **LEVEL-**Reglers exakt getriggert, ist der **MODE-**Schiebeschalter im DELAY-Feld auf **Delay** zu schalten. Wie bei der oben beschriebenen normalen verzögerten Darstellung beginnt dann die Zeitablenkung am linken Bildrand mit dem zu dehnenen Zeitabschnitt. Eine Verschiebung des Zeitabschnitts mit dem **DELAY-**Feinregler **x1-x10** ist nicht mehr möglich. Die **after delay-Triggerung** hält den mit dem zweiten **LEVEL-**Regler eingestellten Triggerpunkt fest. Die gewünschte Dehnung kann nun, wie oben beschrieben, durch Rechtsdrehung des **TIMEBASE-**Schalters und/oder Einschaltung der x10 Dehnung **X-MAGN.** erfolgen.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen vom Anfang an problemlos. Es ist zu empfehlen, immer in der beschriebenen **Reihenfolge Norm.-Search-Delay** vorzugehen, da sonst das Auffinden des gewünschten Zeitbereiches relativ schwierig sein kann. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanalbetrieb und bei der Summen- und Differenzdarstellung möglich.

Delay-Anzeige

Die Betriebsarten der Ablenkverzögerung werden mit der rechts vom **DELAY-MODE**-Schiebeschalter angeordneten LED-Lampe angezeigt. Schaltet man auf **Search**, beginnt die Leuchtdiode zu blinken. Dies soll ein besonderer Hinweis auf den nichtnormierten Zustand sein. Die Stellung **Delay** wird durch stetiges Leuchten angezeigt. Steht bei Normalbetrieb **ohne** Ablenkverzögerung der **Delay-Mode**-Schalter nicht auf **Norm.**, können Fehleinwirkungen, wie z. B. Strahlverdunklung oder partielle Ausblendung, entstehen. Daher ist die Anzeige dieser Leuchtdiode besonders zu beachten.

Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. 5V_{ss}) ist über eine mit **S** gekennzeichnete BNC-Buchse an der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als 10k Ω sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenschalten.

Die Dunkeltastung des Strahles erfolgt durch Low-TTL-Pegel an der mit **Z**-Modulation bezeichneten BNC-Buchse, die sich ebenfalls auf der Rückseite des Gerätes befindet. Es sind keine höheren Spannungen als TTL-Pegel (**5V_{ss}**) zur Strahlmodulation zulässig. Der zur Dunkeltastung erforderliche Sinus- oder Rechteck-Generator muß einen niederohmigen Ausgang (max. 50 Ω) besitzen. Ein Rechteckgenerator mit negativen Impulsen gegen Masse ist nicht verwendbar. Ebenso darf keine Offset-Gleichspannung an der **Z**-Buchse anliegen. Die Ausgangsspannung eines Sinusgenerators muß zur Einstellung des Tastverhältnisses regelbar sein. Eine Analogmodulation ist nicht möglich. Die Z-Modulation kann auch direkt an der **Z**-Buchse mit einem mechanischen Schalter (**ohne Stromquelle**) erfolgen:

Kontakt kurzgeschlossen \triangle dunkel
Kontakt offen \triangle hell

Dies vereinfacht z. B. Zeitmessungen und Prell-Untersuchungen an Schaltern (Relais). Bei periodischem Schalterbetrieb sollte die Antriebsvorrichtung zweckmäßig auch ein Triggersignal liefern. Nur bei synchronen Betrieb von Z-Modulation und Zeitbasis ergibt sich ein stehendes Schirmbild.

Für die fotografische Registrierung von Schirmbildern besitzt der HM705 eine Rasterbeleuchtung. Ohne diese ist das für eine Auswertung erforderliche Meßraster normalerweise nicht sichtbar. Eine Veränderung der Beleuchtung in zwei Stufen ist an dem mit **ILLUM.** bezeichneten Schiebeschalter möglich. In der obersten Stufe **Off** ist die Rasterbeleuchtung abgeschaltet. Die optimale Einstellung ist jedoch auch von der verwendeten Kamera und Filmempfindlichkeit abhängig. Eventuell sind erst mehrere Probeaufnahmen erforderlich, bis das Meßraster auf den Bildern klar zu sehen ist.

Wartung

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM705 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind.

Zubehör

Zur Grundausrüstung der HAMEG-Oszilloskope gehört nur die Bedienungsanleitung. Meßkabel, Tastteile und anderes Zubehör müssen dem jeweiligen Bedarf entsprechend beschafft werden (siehe HAMEG-Zubehörprospekte).

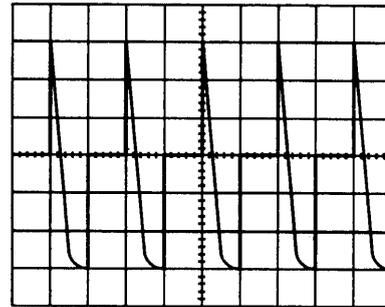
Zeitablenkung ab Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit (100ns bis max. 1s) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dann dem Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen. Vom **5µs/cm**-Bereich abwärts zu langsameren Ablenkgeschwindigkeiten hin ist mindestens **100fache** und einschließlich Dehnung **X-MAGN. x10** sogar **1000fache Dehnung** möglich. Bei Zeitkoeffizienten, die größer sind als 5µs/cm, erhöht sich die maximale Dehnung proportional. Jedoch verringert sich mit zunehmender Dehnung die Bildhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Regler weiter nach rechts drehen, **FOCUS**-Regler neu einstellen). In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztubus HZ47 erforderlich. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jitters. Dies erkennt man daran, daß — verursacht durch unregelmäßige Generator-Frequenzschwankungen — Doppelbilder mit verringerter Helligkeit und Schärfe entstehen. In diesem Fall ist die zweite Triggerung (**after delay**) zu verwenden, die weiter unten noch näher erläutert wird.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Bei Beginn ist immer darauf zu achten, daß der **LEVEL**-Regler im DELAY-Feld zunächst in der Pos. **FR** steht (Pfeil nach links zeigend = **after-delay-Triggerung** abgeschaltet) und die Taste **Int./Ext.** nicht eingedrückt ist. Für einen sicheren Betrieb der Ablenkverzögerung ist zu empfehlen, die nachstehend an einem bebilderten Beispiel erklärte Reihenfolge zu übernehmen.

Ausgehend vom normalen Oszilloskop-Betrieb (**MODE**-Schalter auf **Norm.**) wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Eine größere Anzahl verringert unnötig die Helligkeit eines stark gedehnten Bildes. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von **1 bis 3 Grundperioden** immer zwanglos mit dem **TIMEBASE**-Schalter einstellen. Hierbei soll-

te man die Dehnung **x10** abschalten (**X-MAGN.**-Knopf eingedrückt), den **HOLD-OFF**-Regler in Calibrationsstellung **x1** belassen und den Zeit-Feinregler **VAR.** auf **Cal.** stellen. Die LED-Anzeige im **DELAY**-Feld leuchtet dabei nicht. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

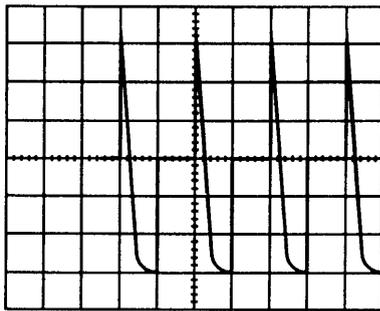
Figur 1



MODE : Norm.
TIMEBASE : 0.5ms/cm
LED : aus

Nun wird der **MODE**-Schalter in Stellung **Search** (suchen) gesetzt. Dabei verschiebt sich der (linke) Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Steht der **DELAY**-Zeitbereichsschalter auf **0.1µs**, ist es möglich, daß — abhängig von dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten — die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößern- den Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnitts erfolgt mit dem **DELAY**-Feinregler **x1-x10** im DELAY-Feld. Der Drehbereich desselben besitzt keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein gewisses Schnappgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der DELAY-Bedienungsfolge sollte er zweckmäßig in der linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten auf **Search** völlig, ist normalerweise der **DELAY**-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzögerungszeit eingestellt. Er ist dann so weit nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie links vor dem zu vergrößern- den Zeitabschnitt beginnt. In der **Search**-Betriebsart blinkt die Leuchtdiode im DELAY-Feld.

Figur 2



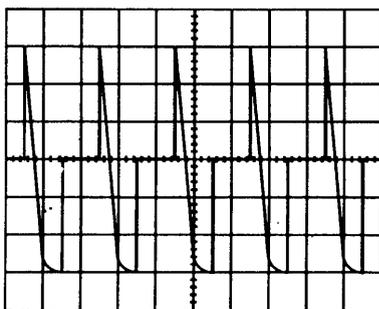
MODE : Search
 DELAY-Zeitbereich : 1 ms
 TIMEBASE : 0.5 ms/cm
 LED : blinkt

$$\text{Verzögerungszeit} = 2.5 \text{ cm} \cdot 0.5 \text{ ms/cm} = 1.25 \text{ ms}$$

Aus Figur 2 erkennt man, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlanfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation der horizontalen Verschiebung in cm mit dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten.

Nun kann der **MODE**-Schalter auf **Delay** (Verzögerung der Zeitablenkung) umgeschaltet werden. Dabei rückt der Anfang der Strahllinie, beginnend mit dem gewählten Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Stellung wie in der Betriebsart **Norm.**, also nach links. Die Anzeige im DELAY-Feld leuchtet jetzt stetig.

Figur 3

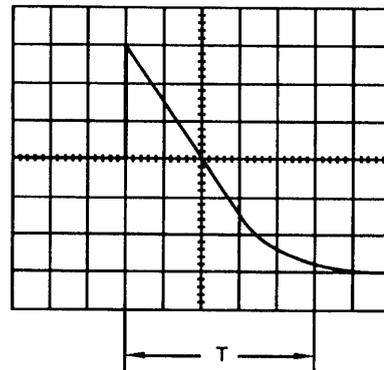


MODE : Delay
 DELAY-Zeitbereich : 1 ms
 TIMEBASE : 0.5 ms/cm
 LED : Dauerlicht

Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit der interessierende Zeitabschnitt stark gedehnt werden. Mit dem DELAY-Feinregler ist — auch

nachträglich — eine beliebige Verschiebung des gedehnten Abschnitts möglich. Im Beispiel der Figur 4 ist zu sehen, daß eine zehnfache Dehnung durch das Umschalten des **TIMEBASE**-Schalter von 0.5 ms/cm auf **50 µs/cm** erreicht wurde. Die Zeitmessung am gedehnten Signalabschnitt kann jetzt wegen der Dehnung mit erhöhter Genauigkeit erfolgen. Dabei wird die horizontale Länge in cm eines beliebigen Abschnitts multipliziert mit dem Zeitkoeffizienten, der am **TIMEBASE**-Schalter gerade eingestellt ist. Der Zeit-Feinregler **VAR.** muß in seiner kalibrierten Stellung **Cal.** stehen.

Figur 4



MODE : Delay
 DELAY-Zeitbereich : 1 ms
 TIMEBASE : 50 µs/cm
 LED : Dauerlicht
 Dehnung : $0.5 \cdot 10^{-3} : 50 \cdot 10^{-6} = 10$
 $T = 5 \text{ cm} \cdot 50 \mu\text{s/cm} = 250 \mu\text{s}$

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 10 begrenzt. Wie bereits erwähnt, sind erheblich größere Dehnungen möglich, wenn der **TIMEBASE**-Schalter noch weiter nach rechts gedreht werden kann. Eine Grenze bildet die mit steigender Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit. Ferner kann Jittern des Signals (unregelmäßige Frequenzschwankungen des Generators) die Anwendung erschweren. In diesem Fall ist die weiter unten beschriebene **after delay**-Triggenung anzuwenden.

Wesentlich für das einwandfreie Arbeiten mit der Ablenkverzögerung ist das Halten des Triggerpunkts. Alle Signalarten, in denen der vergrößert darzustellende Signalabschnitt eine konstante Phasenverschiebung zum Triggerpunkt hat, sind problemlos. Gemeint sind damit alle elektrischen Signalformen,

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM705 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll eingedrückt sein (insbesondere **Auto/Norm.**-Taste ungedrückt). Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM705 hat normalerweise eine sehr gute Helligkeit und Schärfe. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Meßverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auch bei gedrückter Taste **Hor. ext.** muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen. Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein "Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die R-Trimmer für Hochspannung, min. und max. Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenher-

steller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Ausschauen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob die Scharfeinstellung waagerechter und senkrechter Linien auf dem gleichen Fokussierpunkt liegt. Man erkennt dies sehr gut bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschalteten Y-Eingängen (Stellung **GD**) und gedrückter Taste **Hor. ext.** wird mit dem **FOCUS**-Einsteller mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleich bleiben. Für die Astigmatismus-Korrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein R-Trimmer von 100k Ω (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Meßverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bedienungsanleitung beschrieben. Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie von Kanal I und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **Invert I** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahlage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Meßverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Regelbereich der **Y-POS.**-Regler möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der **Y-POS.**-Regler nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1cm sind noch zulässig (Signalankopplung dabei auf **AC**). Mögliche Ursachen und Korrekturen der

Symmetrie sind in der Service-Anleitung beschrieben. Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa **10 Minuten Einschaltzeit** wird der Strahl exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die Strahlage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Daten der beiden FETs im Eingang des Meßverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des entsprechenden Y-Eingangsteilerschalters über alle Stellungen die vertikale Strahlage insgesamt mehr als 0,5mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längere Betriebszeit des Gerätes auf. Weitere Hinweise in der Service-Anleitung.

Calibration des Meßverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Ausgangs-Öse gibt eine Rechteckspannung von **200mVss** ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur **1%**. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Ausgangs-Öse und dem Eingang des Meßverstärkers her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm 4cm hoch** sein, wenn der Feinregler des betreffenden Kanals in der Calibrationsstellung **C** ist. Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen Ausgangs-Öse und Meßeingang ein **Tastteiler 10:1** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung **5mV/cm** ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Meßverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben.

Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am betreffenden Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z. B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50Hz,

500Hz, 5kHz, 50kHz, 500kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkoeffizient **5mV/cm**; Signalkopplung auf **DC**; Y-Feinregler in **Cal.**-Stellung. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann. Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Die vor dem Verstärker sitzenden **Eingangsteiler sind in jeder Stellung frequenzkompensiert**. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z. B. 1 kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40Vss zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Service-Anleitung). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter **2:1-Vorteiler** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1M Ω -Widerstand ($\pm 1\%$) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt an den Vertikaleingang **I** bzw. **II** angeschlossen, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Signalkopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: Mono/Dual, Alt/Chop, I + II und XY-Betrieb

Wird die Taste **Mono/Dual** gedrückt, müssen sofort

zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Regler sollten sich die Strahlagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei max. nur 0,5mm verändern. Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIMEBASE**-Schalter dabei auf $1\mu\text{s}/\text{cm}$; Tasten **Mono/Dual** und **Alt/Chop** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Regler auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Regler auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Reglern wird eine Zeitlinie auf +2cm, die andere auf -2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (1MHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **Alt/Chop** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar klein sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** oder **-I+II**-Betrieb (Taste **Invert I** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit beiden **Y-POS.**-Reglern. Bei XY-Betrieb (**Hor. ext.**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinregler auf Linksanschlag (**C**) stehen und der mit dem **X-POS.**-Reglerknopf verbundene Dehnungsschalter eingedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von **4cm** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CH I/CH II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM705 sollte sie bei 3 bis 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Vertikaleingangs mit dem Feinregler auf Rechtsanschlag erhöht wurde. Dabei kön-

nen phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz. Die **Auto**-Taste soll dabei ungedrückt bleiben. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**Auto/Norm.**-Taste gedrückt) vorhanden ist. Bei beiden Triggerarten muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **+/-**-Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM705 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 120MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Triggerwahlschalter auf **Ext.**) sind frequenzabhängig etwa 1-10V_{ss} Signalspannung an der Buchse **EXT. TRIG.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur in Schalterstellung **LF** ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur in Stellung **AC** (evtl. **DC**) auf die Zeilenfrequenz getriggert werden. Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die TV-Triggerung mit der Netz- und der Calibrationfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung **LF** keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

Wird mit einem Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des Triggerwahlschalters das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine **korrekte DC-Balance-Einstellung** des Meßverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

Im alternierenden Zweikanal-Betrieb müssen zwei verschiedene Signale (z. B. Netzfrequenz und Calibratorsignal) je nach Stellung des Triggerwahlschalters **I-II-I/II** einwandfrei (intern) getriggert werden. Bei Chopper-Zweikanal-Betrieb darf in der Stellung **I/II** nur eine Triggerung von Kanal **I** möglich sein und keine Darstellung der Chopperfrequenz erfolgen.

Werden beide Meßverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung des Triggerwahlschalters **I-II-III** oder beim Umschalten des Triggerwahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die **Zeitlinie 10cm lang** ist. Andernfalls kann sie am R-Trimmer für die X-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIMEBASE**-Schalterstellung **50µs/cm**, erfolgen. Vor Beginn der Arbeit sind der **VAR.**- auf **Cal.** und der **HOLDOFF**-Regler auf **x1** einzurasten. Der **X-MAGN. x10**-Knopf muß eingedrückt sein. Dies gilt, bis deren einzelne Änderungsbereiche kontrolliert werden. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit **X-POS.**-Regler auf horizontale Rastermitte zentrieren und **TIMEBASE**-Schalter auf **1s/cm** stellen. (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!)

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als $\pm 1\%$ sein. Die Zeitwerte des HM705 werden zwar mit $\pm 3\%$ angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d. h. **alle cm ein Kurvenzug** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe des **X-POS.**-Reglers die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche **20** und **10ms/cm** mit Netzfrequenz **50Hz** kontrollieren. Es wird dann bei **20ms/cm** alle cm und bei **10ms/cm** alle 2cm ein Kurvenzug abgebildet.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators empfehlenswert.

Dieser besitzt auch einen quarzgenauen Markengeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßigig mit Normaltriggerung (Taste **Auto/Norm.** gedrückt) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

1 s/cm —	1 Hz	0,1 ms/cm —	10 kHz
0,5 s/cm —	2 Hz	50 µs/cm —	20 kHz
0,2 s/cm —	2 Hz	20 µs/cm —	50 kHz
0,1 s/cm —	10 Hz	10 µs/cm —	100 kHz
50 ms/cm —	20 Hz	5 µs/cm —	200 kHz
20 ms/cm —	50 Hz	2 µs/cm —	500 kHz
10 ms/cm —	100 Hz	1 µs/cm —	1 MHz
5 ms/cm —	200 Hz	0,5 µs/cm —	2 MHz
2 ms/cm —	500 Hz	0,2 µs/cm —	5 MHz
1 ms/cm —	1 kHz	0,1 µs/cm —	10 MHz
0,5 ms/cm —	2 kHz	0,05 µs/cm —	20 MHz
0,2 ms/cm —	5 kHz		

Dreht man den Zeit-Feinregler **VAR.** bis zum Anschlag nach links, müssen mindestens 2,5 Kurvenzüge pro cm dargestellt sein (**X-MAGN.**-Knopf eingedrückt; Messung bei **50µs/cm**).

Zieht man den **X-POS.**-Reglerknopf (**X-MAGN.**) heraus, dann erscheint nur alle 10cm ein Kurvenzug (**VAR.**-Regler in **Cal.**-Stellung; Messung bei **50µs/cm**).

Die Sägezahnspannung an der mit **S** bezeichneten BNC-Buchse auf der Geräterückseite läßt sich mit einem Kontroll-Oszilloskop überprüfen. Dieses wird auf einen Ablenkoeffizienten von 1V/cm und auf einen Zeitkoeffizienten, der um eine Stufe langsamer ist als der am zu testenden Oszilloskop, eingestellt. Man sollte dann 2 bzw. 2,5 Wellen eines positiv ansteigenden Sägezahn mit einer Amplitude von etwa **5Vss** auf dem Kontrollschirm sehen können. Dabei darf dem zu prüfenden Oszilloskop keine Eingangsspannung (und keine Triggerspannung) zugeführt werden. Die Sägezahnspannung wird an das Kontroll-Oszilloskop mit einem **nicht abgeschlossenen** 50Ω-BNC-BNC-Kabel angeschlossen. Gleichzeitig kann die Wirkung des **HOLDOFF**-Reglers **x1-x10** kontrolliert werden. Eine Messung der Holdoff-Zeit-

Variation ist ohne Eingriff in das Gerät nicht möglich (Hellstimpuls ist kürzer als Vorlauflänge des Sägezahns).

Ablenkverzögerung

Die Ablenkverzögerung darf in der **MODE**-Stellung **Norm.** (DELAY-Feld) keinerlei Einfluß auf die Bilddarstellung des Calibratorsignals zeigen. In der Schalterstellung **Search** ist eine Kontrolle der Verzögerungszeit über die Länge des verdunkelten Strahles möglich. Beim Umschalten auf **Delay** springt das Bild genau auf die übliche Strahlposition nach links; das Signalbild hat also wieder die volle horizontale Länge von 10cm.

Im gesamten Regelbereich des DELAY-Feinreglers x1-x10 müssen die abgebildeten Kurvenzüge ohne Jittern, Springen oder momentane Strahlverdunklung verschiebbar sein. Dies kann mit dem Calibrator-Signal geprüft werden. **Einstellung:** Calibrator-Öse mit **Vert. Input** Kanal **I** verbinden, Eingangskopplung **DC**, Schalterstellung **50mV/cm**, **Trigger-Selector**-Schalter auf **AC** und Kanal **I**, **Auto/Norm.**-Taste ungedrückt, **TIMEBASE**-Schalter auf **1ms/cm**, keine Taste drücken. Im DELAY-Feld wird der Schiebeschalter auf **Norm.** und der zweite **LEVEL**-Regler auf **FR** gesetzt. Jetzt sieht man das Calibrator-Signal mit 4cm Bildhöhe und etwa 1 Wellenzug pro cm. Nun wird auf **Search** umgeschaltet, wobei die DELAY-Lampe blinkt. Der **DELAY**-Drehschalter ist auf Bereich **1ms** zu stellen. Dann wird der **DELAY**-Feinregler gedreht, bis das halbe Bild links verdunkelt ist. Die Verzögerungszeit beträgt jetzt 5ms. Nach Umschalten auf **Delay** ist das Signalbild wieder voll sichtbar; die DELAY-Lampe zeigt Dauerlicht. Jetzt kann das Bild gedehnt werden. Hierzu wird der **TIMEBASE**-Schalter von 1ms/cm auf **5µs/cm** nach rechts gedreht. Die Dehnung ist damit 200fach. Mit dem **DELAY**-Feinregler kann die nächstliegende Flanke des Calibrator-Signals in Schirmmitte gebracht und auf die oben angegebenen Kriterien geprüft werden. Bei 200facher Dehnung ist im allgemeinen die Bildhelligkeit zu erhöhen (mit **INTENS.**- und **FOCUS**-Regler). Größere Dehnungen sind durchaus möglich; die Grenzen werden durch Helligkeitsverringern und Generator-Jittern bestimmt.

After-delay-Triggerung

Eine eingehende Kontrolle der after-delay-Triggerung ist nur mit einem speziellen Signalgemisch (z. B. FBAS-Signal) möglich. Solche Signale sind nicht immer verfügbar und oft auch recht unterschiedlich. Immerhin kann der Einsatz der after-delay-Triggerung mit dem Calibrator-Signal bei abgeschalteter erster Triggerung geprüft werden. Oszilloskop-Einstellung wie oben, aber **TIMEBASE**-Schalter auf **0.1ms/cm**, **Trigger-Selector**-Schalter auf **LF** und **Ext.** setzen. Dabei darf keine Störspannung auf die Buchse **EXT. TRIG.** gelangen. In Stellung **Search** kann z. B. auch das halbe Bild verdunkelt werden, jedoch wird das Signal nicht getriggert; es „läuft durch“. In **Delay**-Stellung des **MODE**-Schalters rückt zwar der Strahl anfang nach links, aber wieder ohne Triggerung. Dreht man jetzt den zweiten **LEVEL**-Regler aus der **FR**-Stellung nach rechts, dann muß die after-delay-Triggerung einsetzen. Es wird etwa ein einzelner Wellenzug des Calibrator-Signals dargestellt. Durch Rechtsdrehen des **TIMEBASE**-Schalters auf **0.05µs/cm** kann die — sehr steile — Anstiegs- oder Abfallflanke (+/— Taste im DELAY-Feld) voll sichtbar gemacht werden (**INTENS.**-Regler auf Rechtsanschlag, Schärfe mit **FOCUS**-Regler korrigiert, Betrachtung im nicht zu hellen Raum). Die Dehnung beträgt jetzt $0.1\text{ms/cm} : 0.05\mu\text{s/cm} = 2000$. Betätigt man noch die Dehnung x10, kann im dunklen Raum die Signalfanke 20000fach gedehnt werden — ohne störendes Jittern.

Korrektur der Strahlage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von $\pm 5^\circ$ zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit **TR** bezeichnete R-Trimmer auf dem oberen rechten Bedienfeld nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Trimmer etwas schräg **nach beiden Seiten** um die Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM 705 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Sonstiges

Die Prüfung der Dunkeltastung an der mit **Z** bezeichneten Z-Modulationsbuchse auf der Geräterückseite erfordert einen niederohmigen Generator (max. 50Ω , max. 5Vss). Ein Rechteckgenerator mit **negativen** Impulsen gegen Masse ist nicht verwendbar, wohl aber ein Sinusgenerator. Hilfsweise kann eine klein einstellbare (fremde) Netztrafo-Sinusspannung verwendet werden. **TIMEBASE**-Einstellung dann z. B. **10ms/cm**. Mit dem **VAR.**-Regler können die Lücken in der Zeitlinie einigermaßen zum Stillstand gebracht werden. Besser ist Netztriggerung (z. B. über den Eingang von Kanal **II**, **Trigger-Selector**-Schalter auf **AC** und **II**). Das Längenverhältnis von hell- zu dunkelgetasteten Linien ist bei Sinusspannung von der Amplitude abhängig. Grob kann die Funktion der Z-Modulation dadurch kontrolliert werden, daß die **Z**-Buchse kurzgeschlossen wird. Dann verdunkelt sich die Zeitlinie in voller Länge.

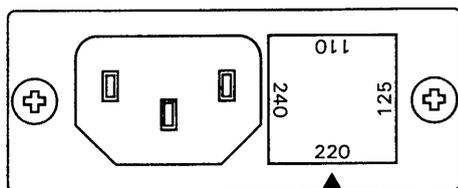
Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 200V und 240V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM705 auftretende Abweichungen von den Solldaten zu korrigieren. Dabei werden an Hand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Anspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 0611/679900 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch "Garantie", Seite M2.)

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzkabel-Steckdose herausgezogen und nach Drehung um 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das eingeprägte Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen.



G-Sicherungsersatz: Größe **5x20mm**, 250 V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41662 (evtl. DIN 41571, Bl. 3).
Abschaltung: **träge (T)**

Netzspannung	Sich. - Nennstrom
110 V~ ±10%:	T 0,63 A
125 V~ ±10%:	T 0,63 A
220 V~ ±10%:	T 0,315 A
240 V~ ±10%:	T 0,315 A

Die Netzsicherung muß immer der Netzspannung

entsprechen und — wenn erforderlich — ausgetauscht werden. Es ist sicherzustellen, daß nur Sicherungen vom angegebenen Typ und der angegebenen Nennstromstärke als Ersatz verwendet werden. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig.

Öffnen des Gerätes

Löst man die drei Hutmuttern am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Vorher ist die Netzkabel-Steckdose aus dem eingebauten Kaltgerätestecker herauszuziehen. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. 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 HM705 ist zu beachten, daß für die erste Beschleunigungsspannung der Bildröhre ca. 1350V und für die zweite ca. 13500V im Gerät erzeugt werden. Potentiale dieser Spannungen befinden sich an der Röhrenfassung, am Nachbeschleunigungsanschluß der Bildröhre, auf der Wandler-Leiterplatte sowie auf der vertikal stehenden Z-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, sollten nach dem Abschalten der Reihe nach alle 10 Anschlüsse der Check-Leiste auf der Z-Leiterplatte 1 Sekunde lang über $1k\Omega$ mit Masse (Chassis) verbunden 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 Hohlkontakt 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.

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 Bildröhrenheizung und Rasterbeleuchtung (bzw. Netztrigge- rung) werden im HM705 acht Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+12V, +5V, -12V, +68V, +140V, -1350V, +13,5kV und 33V für die Hellstast-Schaltung). Bis auf die +68V (Y-Endstufe) und die Hochspannung sind die anderen Betriebsspannungen nicht einstellbar. Im Falle einer größeren Abweichung als $\pm 5\%$ vom Sollwert muß ein Defekt vorliegen. Für die Korrektur der beiden einstellbaren Spannungen befinden sich auf der Z-Leiterplatte ein R-Trim- mer $1k\Omega$ und auf der Wandler-Leiterplatte ein R-Trim- mer $22k\Omega$. Mit diesen werden, gemessen an der Check-Leiste,

genau +68V bzw. -1250V gegen Masse ein- gestellt (siehe Abgleichplan). Für die Messung der Hochspannung und der 33V-Hellstastversorgung (letztere liegt auf Hochspannungspotential -1250V und sollte als Differenz zweier Spannungen gegen Masse gemessen werden) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter ($>10M\Omega$) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm- bzw. Störspannungen zu über- prüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern angegeben.

Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Z-Leiterplatte zwei $500k\Omega$ -Trimmer (siehe Abgleich- plan). Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schrau- benzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wie- derholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollie- ren, ob der Strahl auch bei gedrückter **Hor. ext.**- Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Am oberen Rand der Z-Leiterplatte befindet sich ein $100k\Omega$ -Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann (siehe Abgleichplan). Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +35V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Unter Beach- tung der Testplan-Hinweise muß während des Ab- gleichs (bei mittlerer Strahlhelligkeit) der **FOCUS**- Regler ständig hin und her gedreht werden, bis sich die Punktform rechts und links vom Fokuspunkt nicht mehr verändert. Dabei ist zu beachten, daß sich Fokuseinstellung und Astigmatismuskorrektur gegen- seitig beeinflussen. Die letzte Einstellung muß immer am **FOCUS**-Regler erfolgen. Nach der Korrektur soll- te möglichst entsprechend den Hinweisen im Test- plan nochmals eine Rechteck-Kontrolle vorgenom- men werden.

Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen regelbaren Netz-Trenntrafo (Schutzklasse II), einen Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, sind die stabilisierte Hochspannung sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen (max. ca. 160V) lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, **mit längeren vollisolierten Tastspitzen** zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

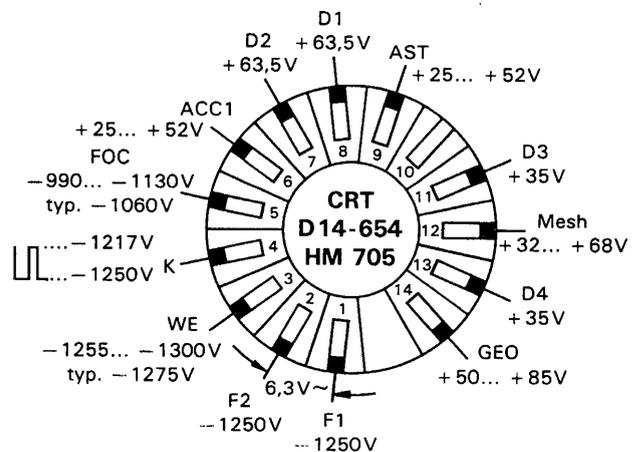
Selbstverständlich können in dieser Anleitung nicht alle möglichen Fehler eingehend erörtert werden. Etwas Kombinationsgabe ist bei schwierigen Fehlern schon erforderlich.

Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten die Enden aller Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zum Netztransformator, zu Frontchassisteilen (**DC-AC-GD**-Schiebeschalter, Leuchtdioden, Calibratorausgang-Öse, Rasterbeleuchtung), zu Rückchassisteilen (Kaltgerätestecker mit Sicherung, **S**- und **Z**-Buchse), zur Trace-Rotation-Spule (innerhalb Röhrenabschirmung), zur Röhrenfassung, zum Netzschalter, zur Verzögerungsleitung und zu Reglern und Schaltern oberhalb und unterhalb der Leiterplatten inspiziert werden. Außerdem empfiehlt sich eine Überprüfung der Masseverbindungen (fester Sitz der Schrauben oder Lötflächen). Schließlich sollte noch der feste Sitz des Nachbeschleunigungsanschlusses der Bildröhre kontrolliert werden. Diese visuelle Inspektion kann u. U. viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

Die erste und wichtigste Maßnahme bei einem völligen Versagen des Gerätes ist das Messen der Plattenspannungen an der Bildröhre. In 90% aller Fälle kann dabei festgestellt werden, welches Hauptteil fehlerhaft ist. Als Hauptteile sind anzusehen:

1. Y-Ablenkeinrichtung
2. X-Ablenkeinrichtung
3. Bildröhrenkreis
4. Stromversorgung

Während der Messung müssen die **POS.**-Einsteller der beiden Ablenkeinrichtungen möglichst genau in der Mitte ihres Stellbereiches stehen. Bei funktions-tüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y 33-37V und X 60-67V). Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenklattenspannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.



Spannungen an der Strahlröhrenfassung

Austausch von Bauteilen

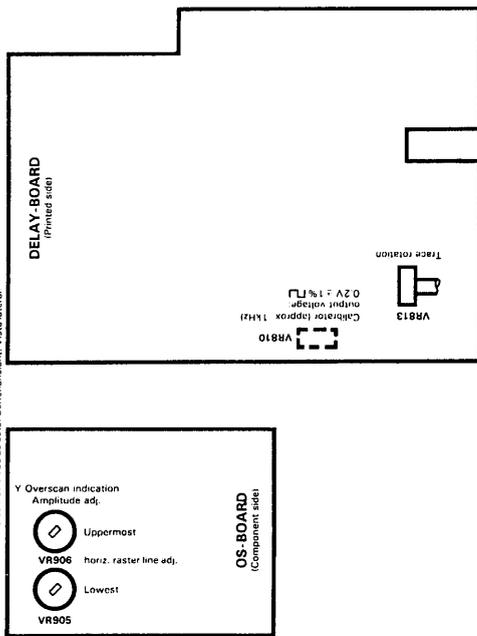
Beim Austausch von Bauteilen dürfen nur Teile gleichen oder gleichwertigen Typs eingebaut werden. Widerstände ohne besondere Angabe in den Schaltbildern haben eine Belastbarkeit von 0,25W und eine Toleranz von 2%. Widerstände im Hochspannungskreis müssen entsprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Dies trifft insbesondere für alle Gate-Dioden 1N4154 und alle im Gegentakt geschalteten Verstärker-Transistoren (einschließlich der FETs) zu. Fällt ein selektierter Halbleiter aus, soll-

ten gleich alle Gate-Dioden bzw. beide Gegentakt-Transistoren einer Stufe durch selektierte ersetzt werden, weil sich sonst Abweichungen der spezifizierten Daten oder Funktionen ergeben können. Der HAMEG-Service berät Sie gern und beschafft selektierte oder Spezialteile, die nicht ohne weiteres im Handel erhältlich sind (z. B. Bildröhre, Netztrafo, Potentiometer, Drösseln usw.).

Abgleich

Gemäß vielen Hinweisen in der Bedienungsanleitung, in den Schaltplänen, im Testplan und auf dem **Abgleichplan** lassen sich kleine Korrekturen und Abgleicharbeiten zwar ohne weiteres durchführen; es ist aber nicht gerade einfach, einen vollständigen Neuabgleich des Oszilloskops selbst vorzunehmen. Hierzu sind Sachverstand, Erfahrung, Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge und mehrere Präzisionsmeßgeräte mit Kabeln und Adaptern erforderlich. Deshalb sollten R- und C-Trimmer im Inneren des Gerätes nur dann verstellt werden, wenn die dadurch verursachte Änderung an der richtigen Stelle genau gemessen bzw. beurteilt werden kann, nämlich in der passenden Betriebsart, mit optimaler Schalter- und Potentiometer-Einstellung, mit oder ohne Sinus- oder Rechtecksignal entsprechender Frequenz, Amplitude, Anstiegszeit und Tastverhältnis.

Side view. Vue de côté. Seitenansicht. Vista lateral.



HM 705-1 ADJUSTING PLAN PLAN D'AJUSTAGE ABGLEICHPLAN PLAN DE AJUSTES

Switch on the instrument **15 minutes** prior to the commencement of any check or adjustment. Center the trace on both channels without input signal with Y-POS. I, Y-POS. II and X-POS. controls and int. Auto triggering using sweep length in 5µs/cm position.

Check of the Unblanking Pulse on CH2

Pulse amplitude $33V_{pp} \pm 8\%$ added with $-1250V$ (Caution!). Check with Control Oscilloscope by means of a X10 probe with $10nF$ 2kV capacitor between CH2 and probe input tip.

Test Scope settings: Input coupling to **GD** (no input signal), 5µs/cm, int. Auto triggering (free running), **HOLD-OFF XT1**. Control Scope settings: **1V/cm (DC)**, **20µs/cm, internal automatic triggering**.

Display on Control Scope:

Negative pulse tops exactly horizontal (forward sweep = bright trace on Test Scope). Positive pulse tops approx. horizontal (flyback = blanked trace).

Adjustment of VR829:

Adjust the forward current of the optocoupler diode in the middle of the following points:
 a) bright spot on left side of the trace (Test Scope's screen),
 b) shortening on right side of the trace (Test Scope's screen).
 Between these two points is a wide range (needed for int. temperature variation). With correct adjustment the edges of the square-wave should not be visible on the Control Scope. Then change both **TIMEBASE** settings to **0.05µs/cm** and **0.2µs/cm** resp. Now steep square-wave edges must be visible on the screen of the Control Scope.

Preampifier Symmetry Adjustments

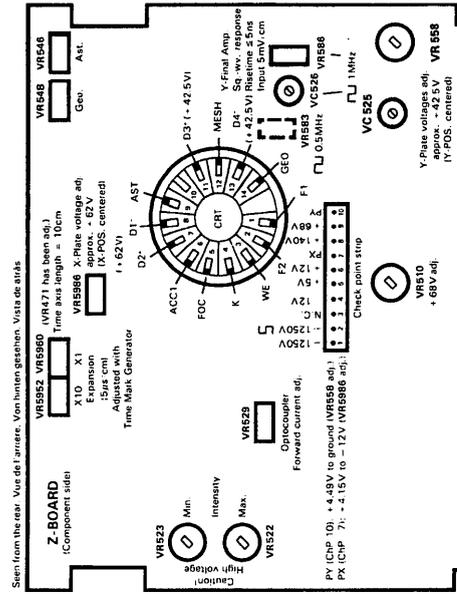
Adjust VR104 (CH. I) and VR108 (CH. II) in the 5mV/cm range as described in the Test Instructions, page T1: "Symmetry and Drift of the Vertical Amplifier", using the **INVERT I** button and the Y-POS. controls.

Trigger Adjustments

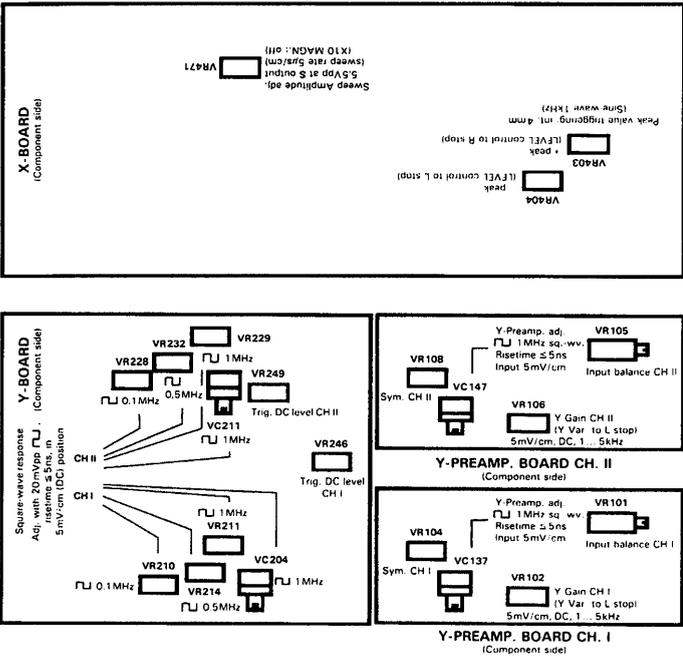
1. Auto triggering: int. 4mm.
 (VR104 and VR108 adjusted previously.)
 Sine-wave 1kHz; AC input, AC trig. coupling.
 Adjust VR403 and VR404.
 2. Norm. triggering: int. 4mm.
 Sine-wave 1kHz; AC input, AC trig. coupling.
 Adjust LEVEL control.
 Norm. triggering: int. 4mm.
 Sine-wave 1kHz; DC input, DC trig. coupling.
 Adjust VR246 (CH. I) and VR249 (CH. II).
 Repeat this adjustments, because of interaction!



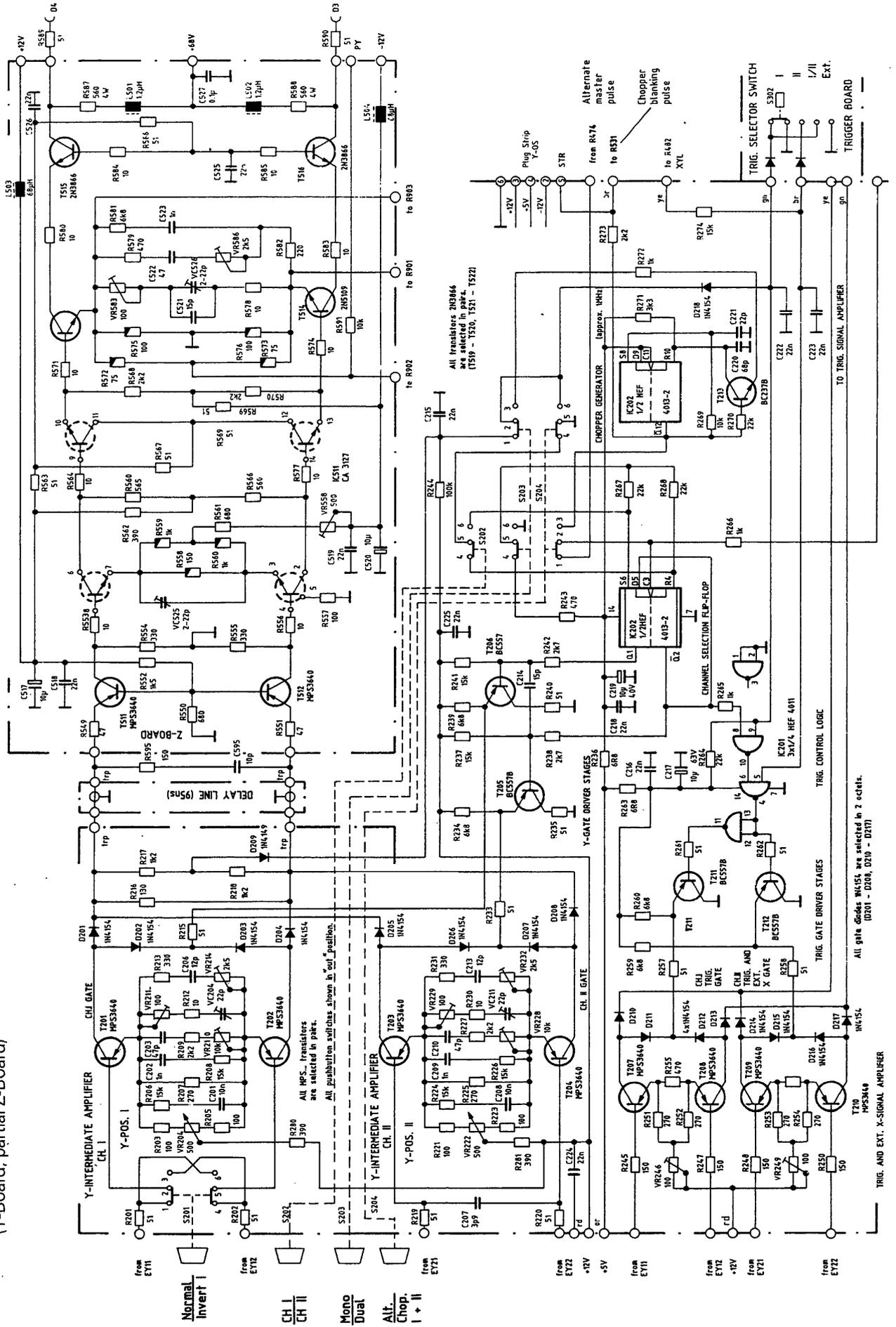
Front Panel



Top view. Vue de dessus. Von oben gesehen. Vista de arriba.

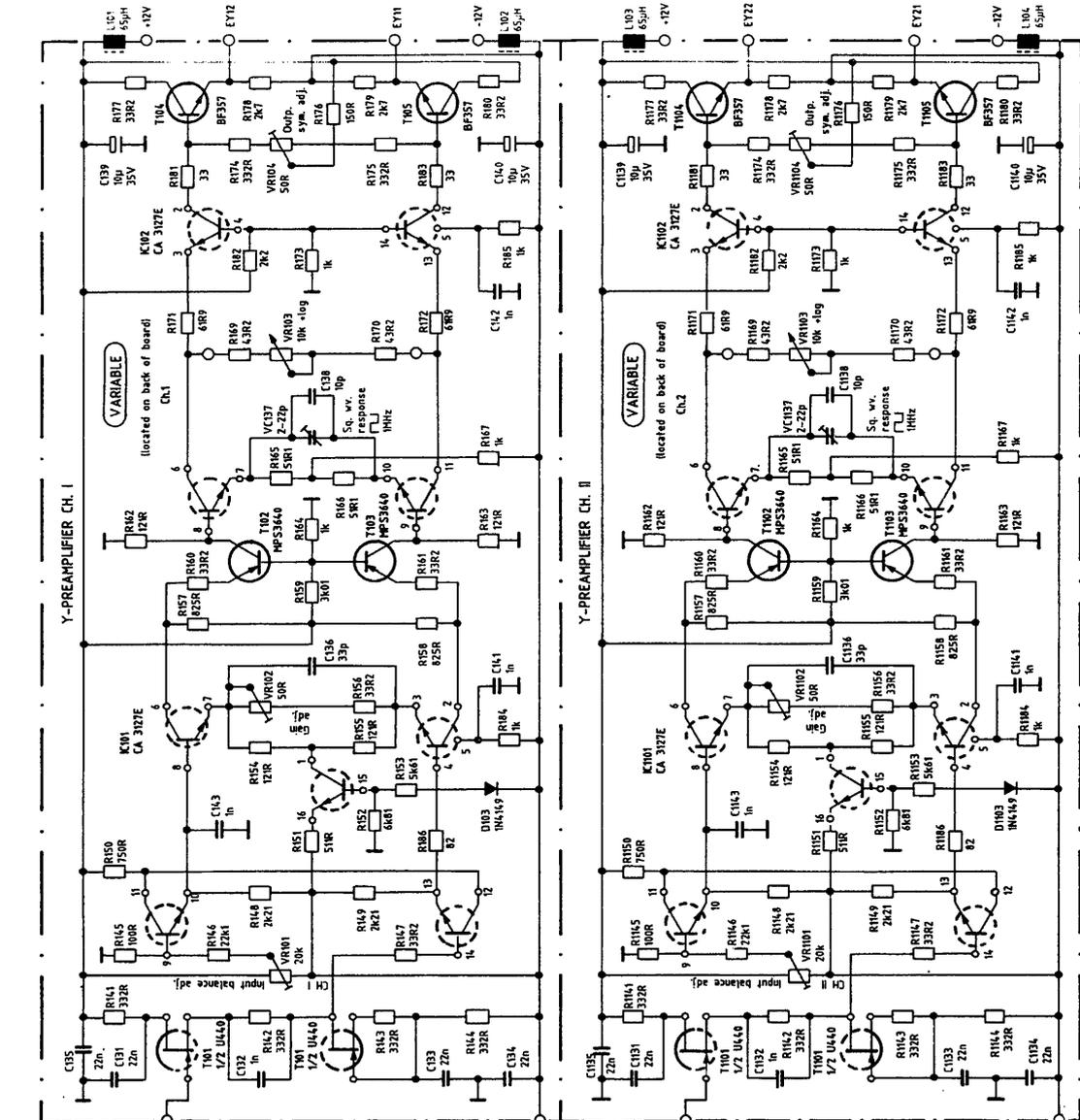
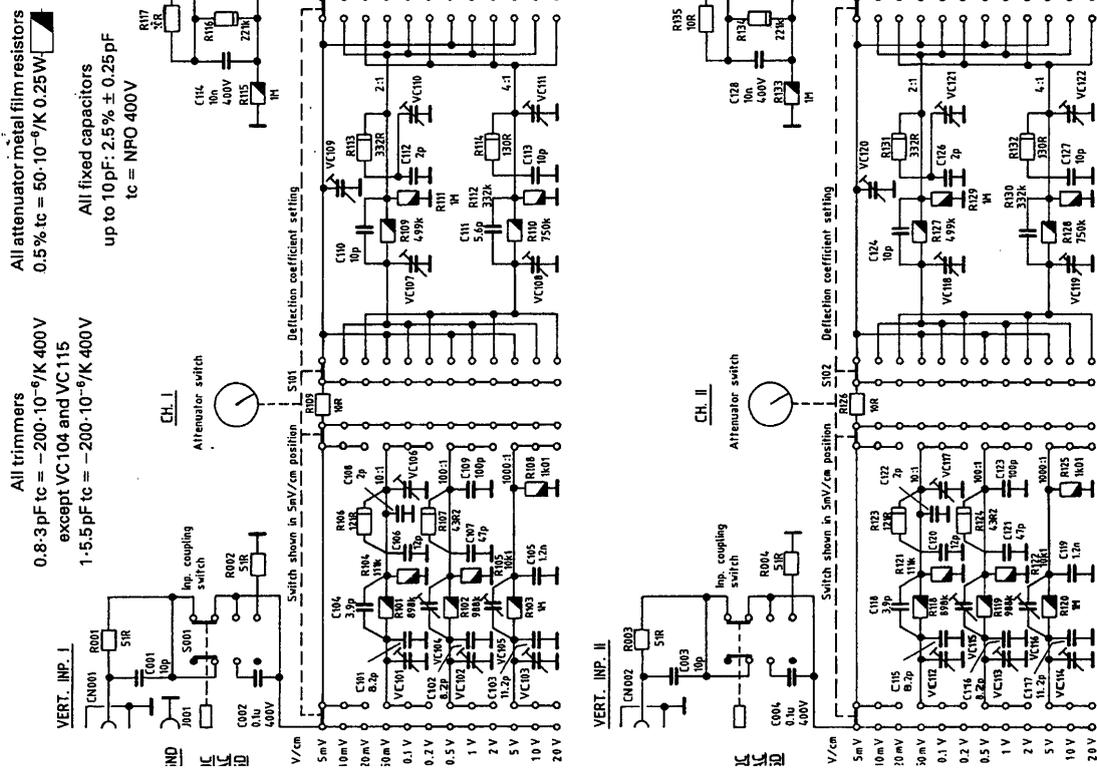


Y-SIGNAL (AMPLIFIERS, DELAY LINE, CHANNEL SWITCHING, CH. FLIP-FLOP, GATES, CHOPPER GENERATOR, TRIGGER AND EXT. X-SIGNAL (PICK-OFF, CHANNEL SWITCHING, TRIGGERING CONTROL LOGIC)) (Y-Board, partial Z-Board)

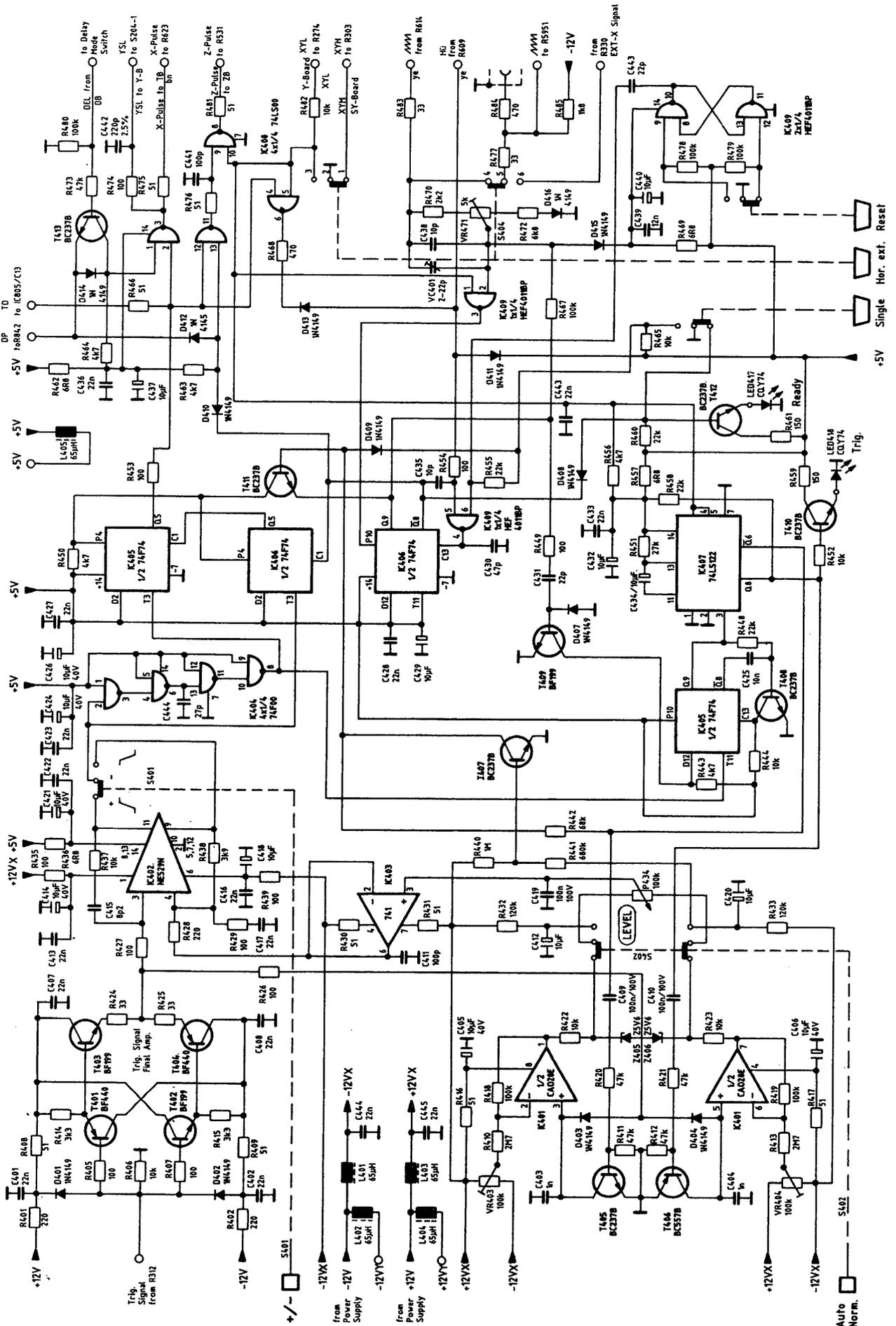


Y-INPUT, ATTENUATOR AND Y-PREAMPLIFIER HM705-2

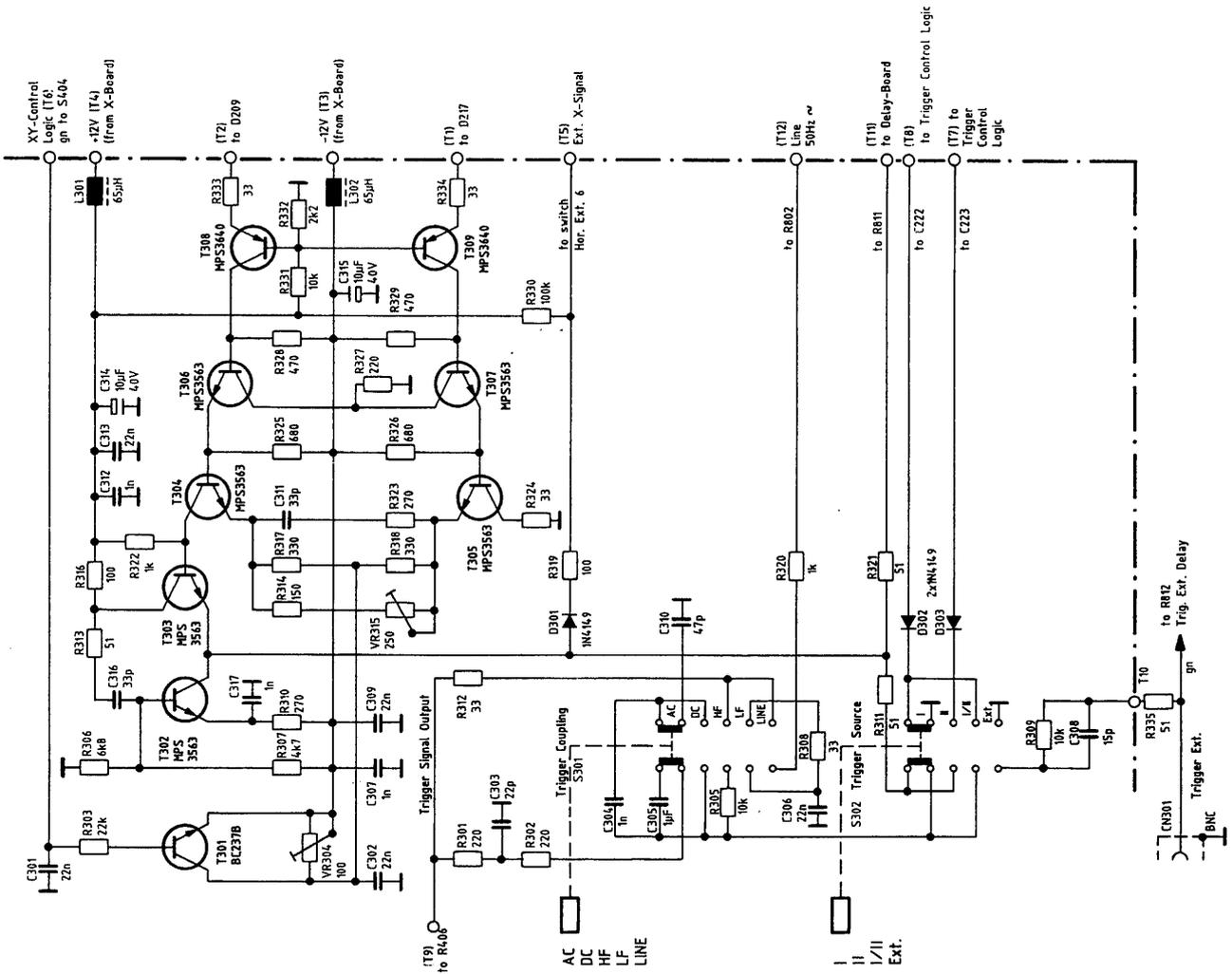
(EY-Board I+II, Chassis)



TRIGGER IMPEDANCE CONVERTER WITH PEAK VALUE LIMITER AND COMPARATOR, HM705-2 TIMEBASE CONTROL CIRCUIT (X-Board)

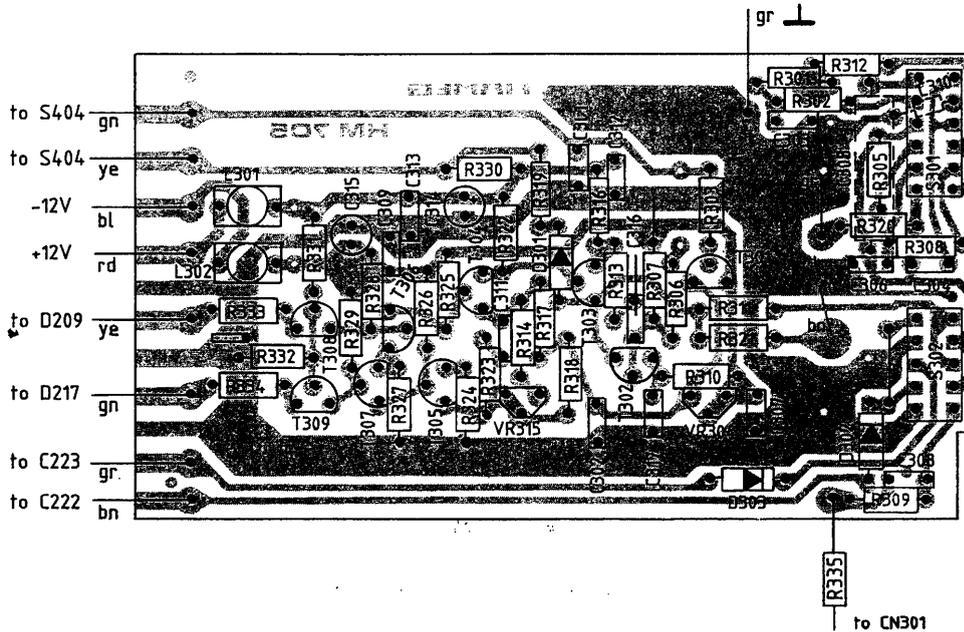


HM705-2
TRIGGER AND EXT. X
(AMPLIFIER, SELECTOR SWITCHES) (SY-Board)



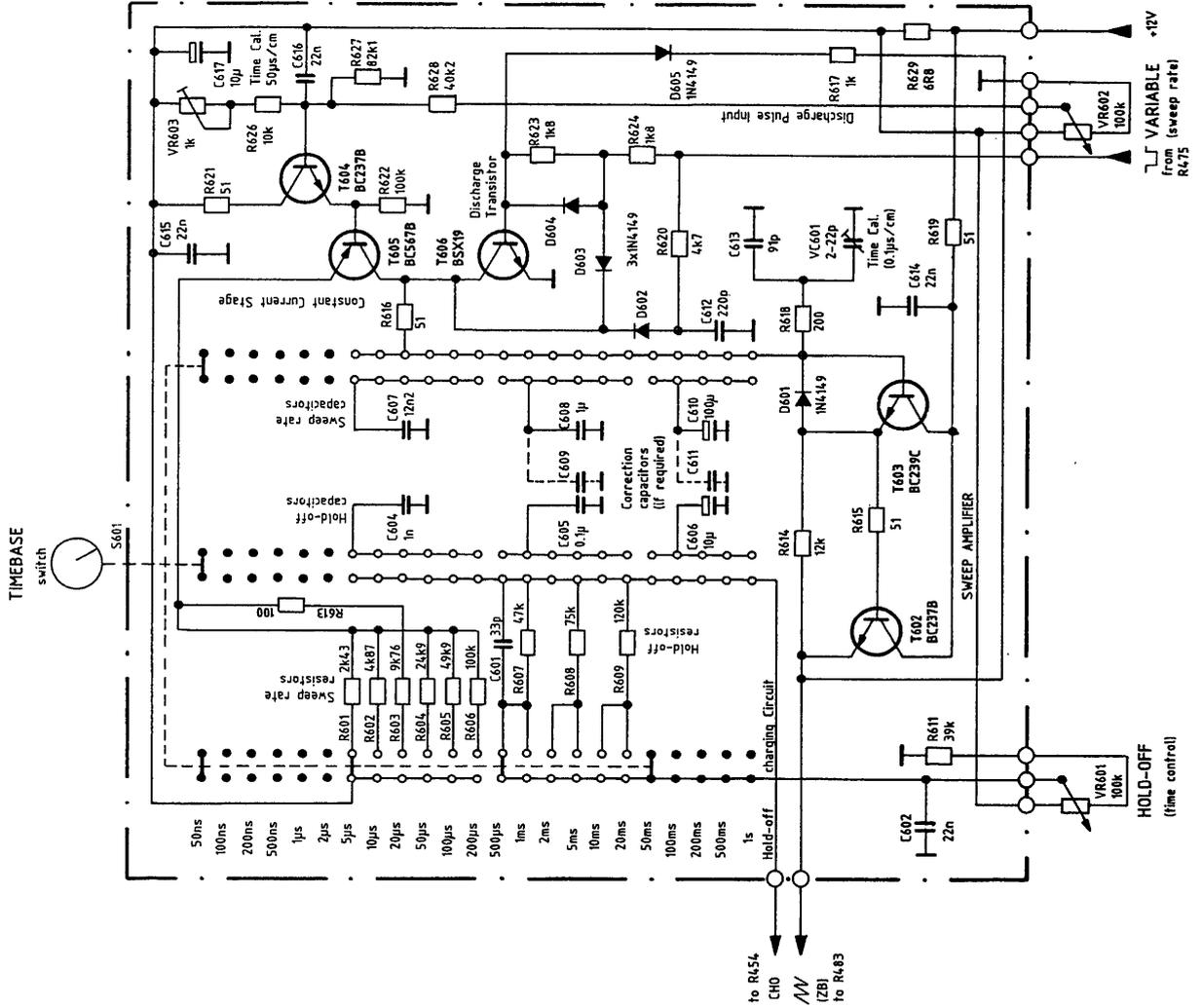
COMPONENT LOCATIONS SY-BOARD

HM705-2

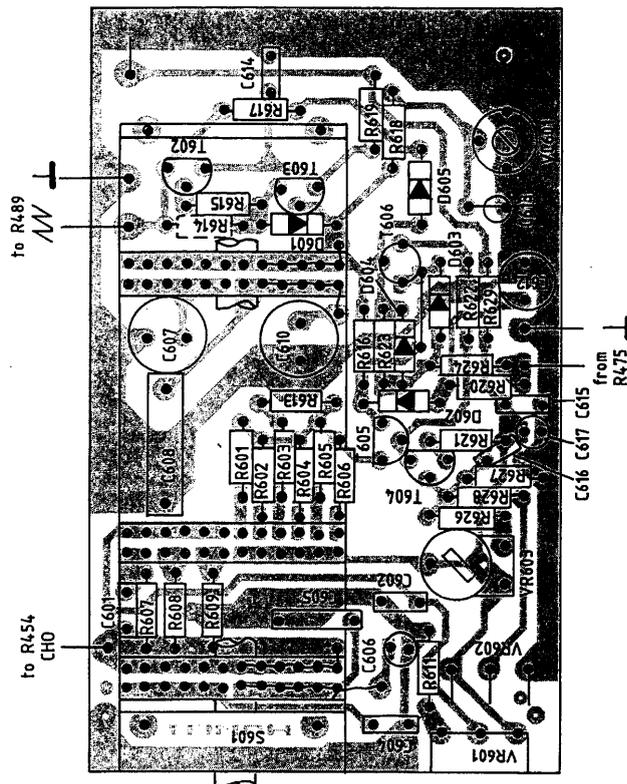


HM 705-2

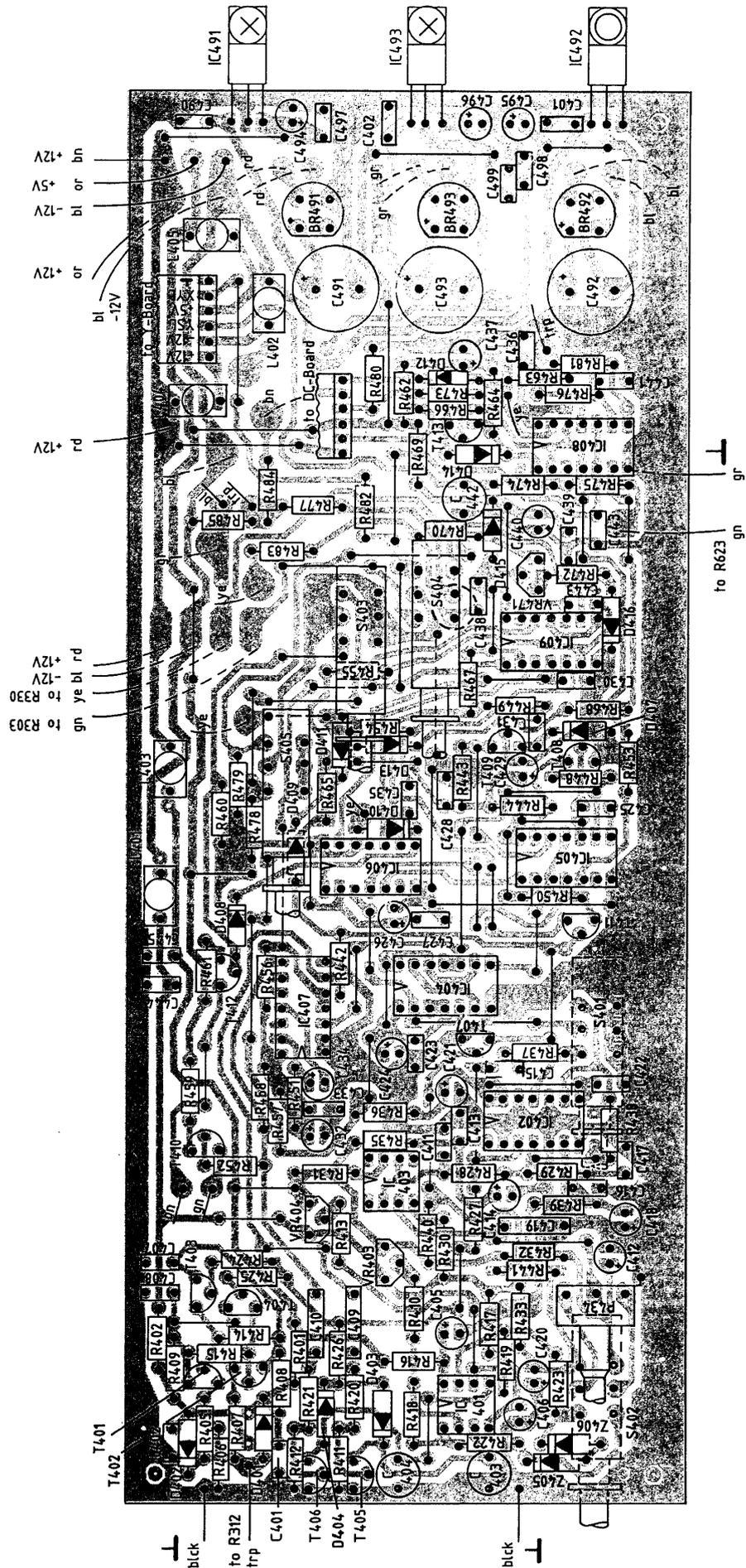
TIMEBASE SWITCH UNIT
(TB-Board, partial Chassis)



COMPONENT LOCATIONS TB-BOARD HM 705-2



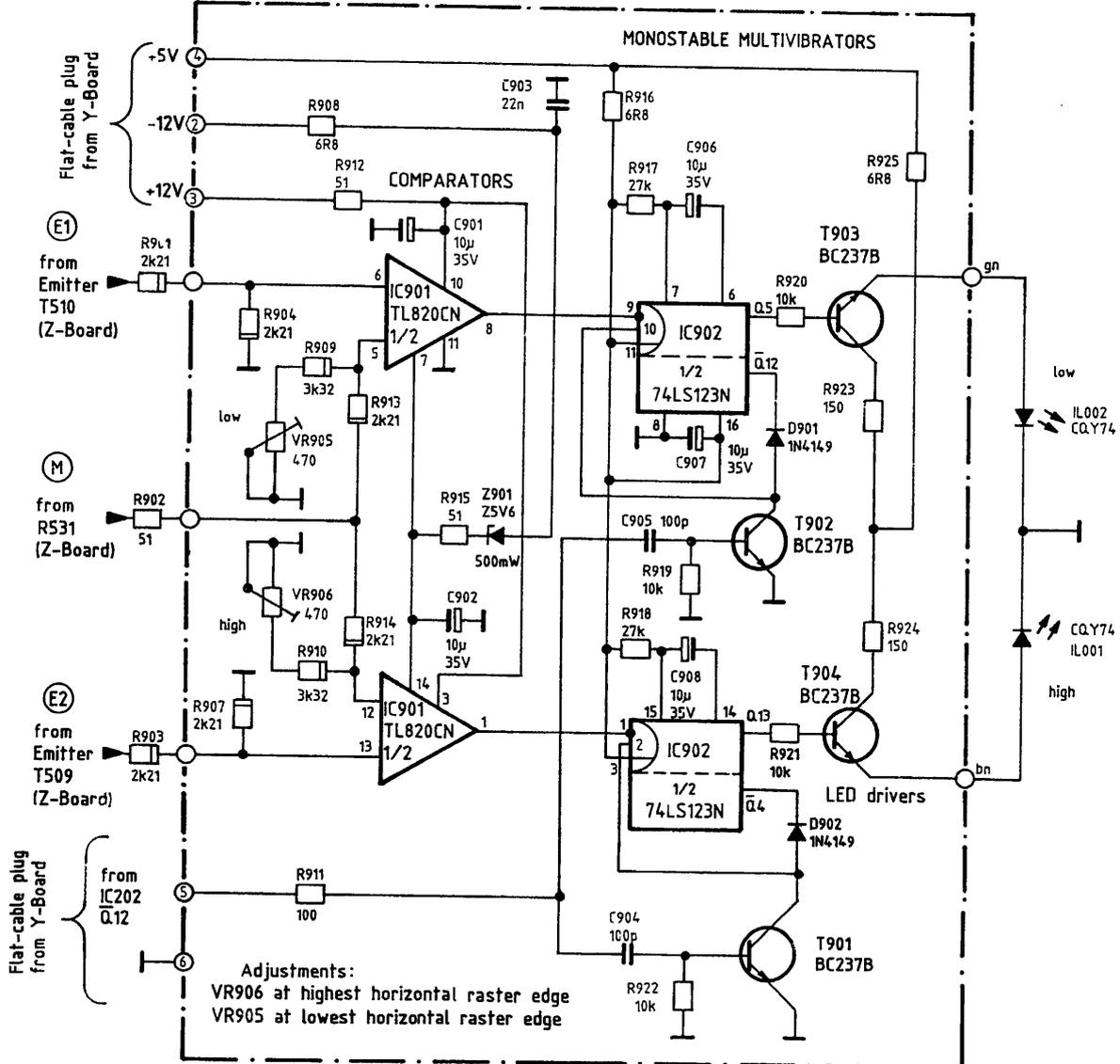
COMPONENT LOCATIONS X-BOARD HM705-2



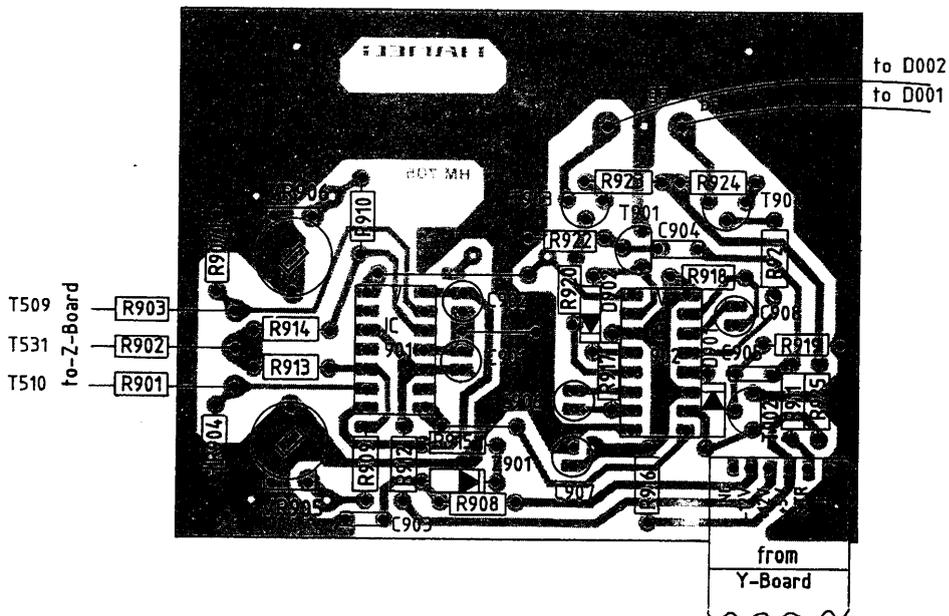
OVERSCANNING INDICATION CIRCUIT

HM 705-2

(OS-Board)

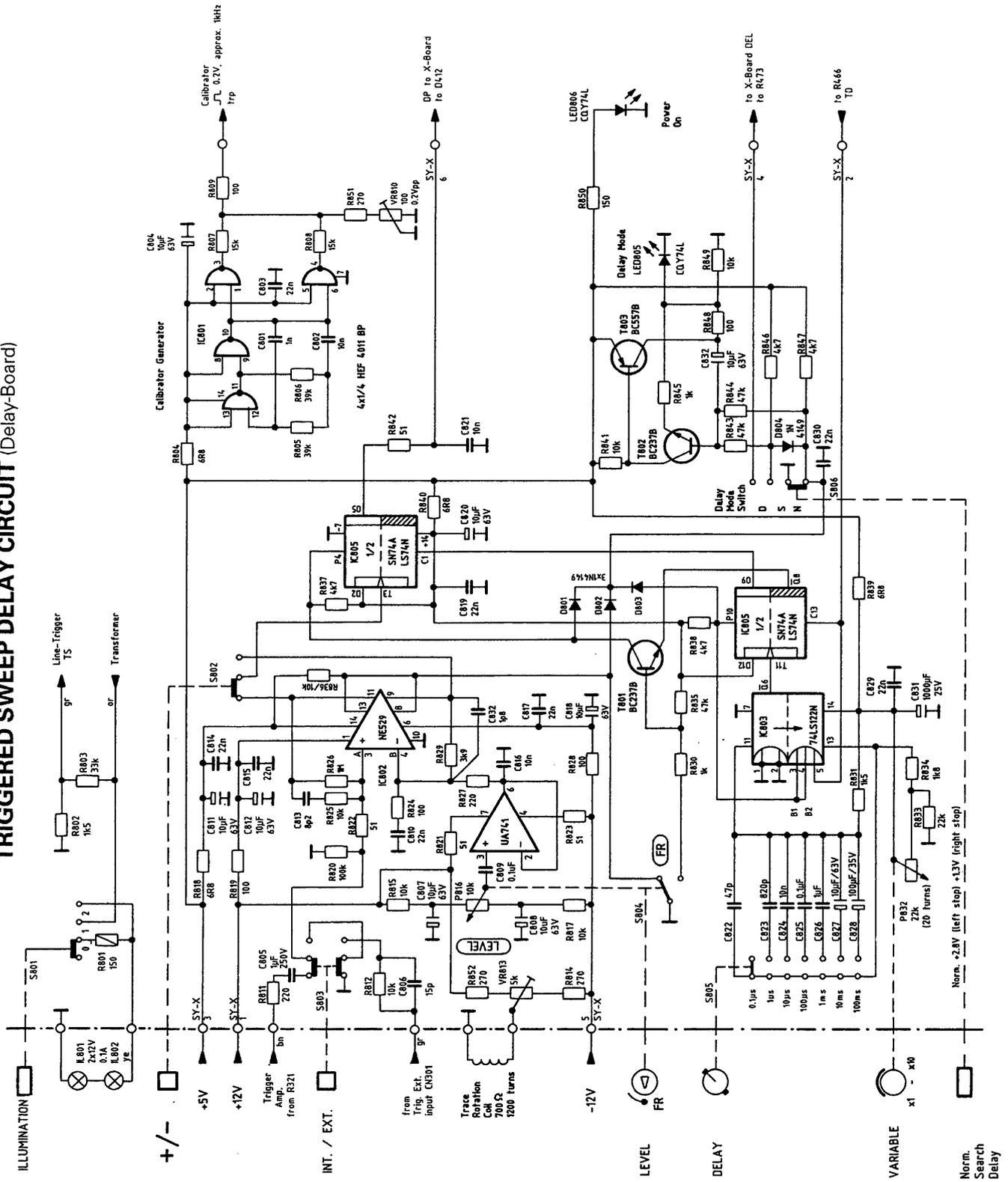


COMPONENT LOCATIONS OS-BOARD HM 705-2



HM705-2

GRATICULE ILLUMINATION, CALIBRATOR, TRACE ROTATION, TRIGGERD SWEEP DELAY CIRCUIT (Delay-Board)

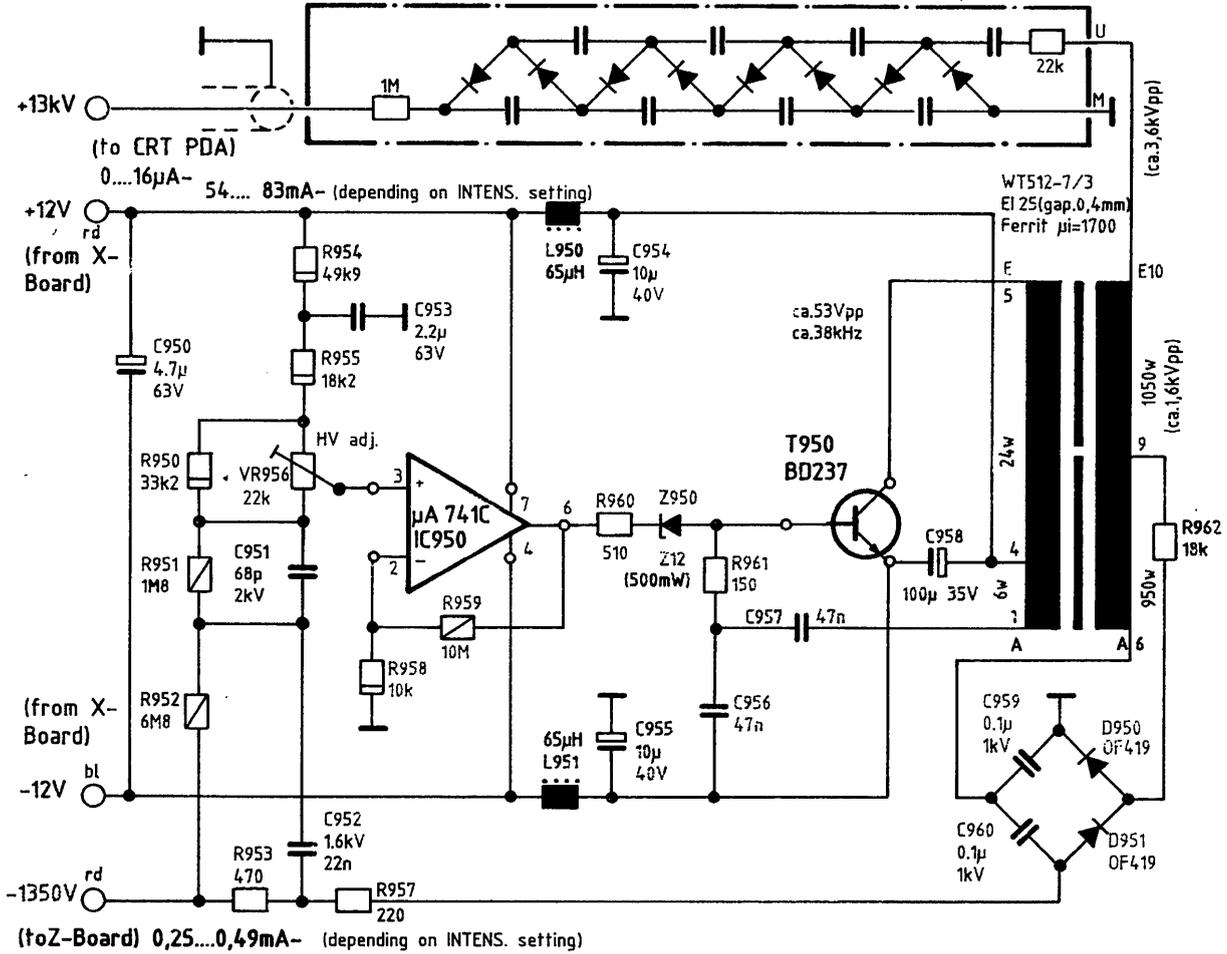


HIGH VOLTAGE CONVERTER

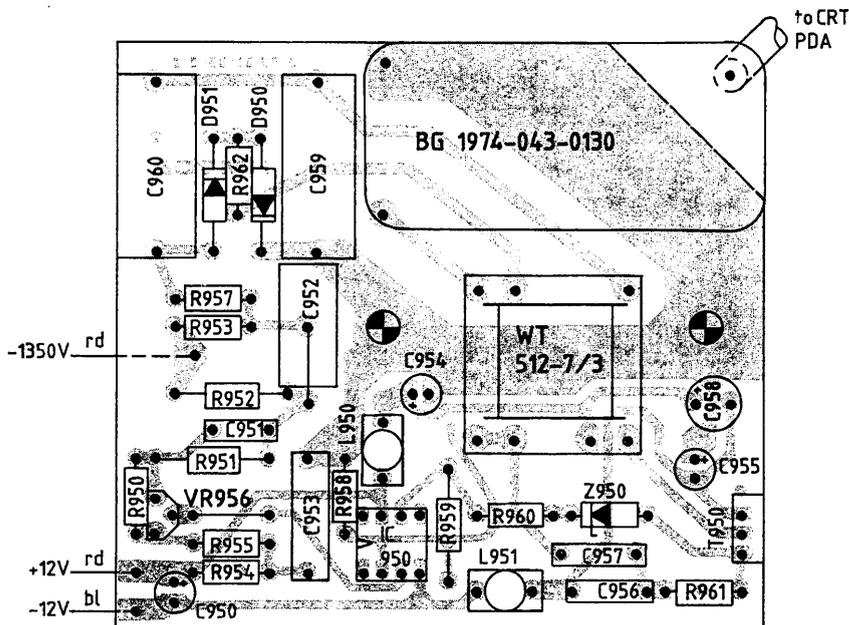
HM705-2

(HV-Board)

Cascade BG 1974-043-0130 (BG 1899-306-0608 at start of production run)



COMPONENT LOCATIONS HV-BOARD HM705-2



Identification of Electrical Components

Electrical components on certain parts of the HM 705-1 are marked such that the first numeral is on:

- 0.. Chassis
Y-inputs, ext. Trig. Input, Trig. and Ready LED, Overscan LEDs, Variable Sweep Rate and Holdoff Controls, Graticule Illumination Bulbs, Trace Rotation Coil, Rear Panel Connectors, Power Switch, Power Transformer, Power Plugs + Fuse-Attachment, CRT

- 1.. **EY-Board I+II**
Attenuator and Pre-amplifier Ch.I+II
- 2.. **XY-Board: Y-Section**
Y-Amplifier, Channel Switching, Trig. and ext. X-Pre-amplifier with Control Logic

- 3.. **Trigger Board**
Trigger and ext. X-Signal Amplifier
- 4.. **XY-Board: X-Section**
Trigger Final Amplifier, Limiter, Comparator, Timebase Control Circuit, LV-Power Supply.
- 5.. **Z-Board**
X- and Y-Final Amplifiers, HV-Power Supply, Unblanking and CRT Circuit

- 6.. **TSU-Board**
Timebase Switch Unit
- 8.. **Delay Board**
Graticule Illumination, Calibrator, Trace Rotation, Sweep Delay Circuit
- 9.. **OS-Board**
Overscanning Indication Circuit

- Abbreviations**
- B... Incandescent bulb (Illum.)
 - BR... Bridge rectifier (Silicium)
 - C... Capacitor (fixed)
 - ChP... Check point
 - CN... Connector
 - CRT... Cathode-ray tube
 - D... Diode (Silicium)
 - E... Eyelet (Calibrator)
 - F... Fuse
 - IC... Integrated Circuit
 - L... Inductor, Coil
 - LED... Light emitting diode
 - PPF... Power Plugs + Fuse-Attachm.
 - R... Resistor (fixed)
 - S... Switch
 - T... Transistor (Silicium)
 - TR... Transformer
 - VC... Variable capacitor
 - VR... Variable resistor
 - Z... Z-Diode

- ① HV -1.25kV. VR956 adj.
- ② Unblanking square pulse: 33Vpp ±5% added to -1.25kV
- ⑦ 4.49V between ⑦ and ④. VR5986 adj.
- ⑩ +4.15V between ⑩ and ground VR558 adj.

Check of the Unblanking Pulse on ChP2

Pulse amplitude **33Vpp** ±5% added with **-1.25kV (Caution!)**. Check with Control Oscilloscope by means of a X10 attenuator probe with 10nF 3kV capacitor between ChP2 and probe input tip. **Test Scope settings:** Input coupling to GND (no input signal), 50µs/cm, intern., automatic triggering (free running). **Control Scope settings:** 1V/cm (DC), 0.2ms/cm, intern., automatic triggering.

Display on Control Scope:

Negative pulse tops exactly horizontal (forward sweep = bright trace on Test Scope). Positive pulse tops approx. horizontal (flyback = dark trace).

Adjustment of VR529:

Adjust the forward current of the optocoupler diode in the middle of the following points:

- a) glitch in the positive top (bright trailing edge),
- b) shortening of the negative top or reaching the right stop of VR529 respectively. Between these two points is a wide range (needed for int. temperature variation). With correct adjustment the edges of the square-wave should not be visible on the Control Scope. Then change both TIMEBASE settings to 0.5µs/cm and 2µs/cm resp. Now steep square-wave edges must be visible.

Resistor Identification

-  Resistor 0.25W 2% (carbon film)
-  Resistor 0.25W 1% tc = 50 · 10⁻⁶/K (metal film)
-  Resistor 0.25W 0.5% tc = 50 · 10⁻⁶/K (metal film)
-  Resistor 0.5W 2% (or for HV) (carbon film)
-  Resistor 4W 2% tc = 400 · 10⁻⁶/K (metal oxide film)

Types and Terminals of Transistors and some ICs	BC237B BC239C BC308 BC309C BC557B BF297 BF357	BF199 BF440	MPS918 MPS3640 MPS3563 BF914	BF423	BF458 BF470 BD232	BSX19 2N3866	U440	78XXCU
Bottom View								
Top View								