

### Technische Daten

#### Betriebsarten

Kanal I, Kanal I und II,  
**Kanalumschaltung** alt. und chop.  
 (Chopperfrequenz ca. 1 MHz).  
 Addition Kanal I+II,  
 Differenz mit invertiertem Kanal I.  
**XY-Darstellung**, Verhältnis 1:1,  
 (X-Signal über Kanal II).

#### Vertikal-Verstärker (Y)

**Frequenzbereich** beider Kanäle:  
 0-50MHz (-3dB), 0-65MHz (-6dB).  
 Anstiegszeit: ca. 7ns.  
 Überspringen: maximal 1%.  
**Ablenkkoeffizienten:** 12 calibr. Stellungen  
 von 5mV/cm bis 20V/cm (1-2-5 Teilung),  
 mit Feinregler uncalibriert bis 50V/cm.  
 Genauigkeit der cal. Stell. besser als  $\pm 3\%$ .  
**Eingangsimpedanz:** 1M $\Omega$ //25pF.  
 Eingangskopplung: DC-AC-GD.  
 Eingangsspann.: max. 500V (DC+Sp. AC).  
 Nichtlinearität kleiner als 2%.  
 Y-Überbereichsanzeige mit 2 LED's.  
 Verzögerungsleitung (95ns).

#### Zeitbasis

**Zeitkoeffizienten:** 23 calibr. Stellungen  
 von 2s/cm bis 100ns/cm (1-2-5 Teilung),  
 bei Dehnung x5 bis 20ns/cm,  
 mit Feinregler uncalibriert-bis ca. 5s/cm.  
 Genauigkeit der cal. Stell. besser als  $\pm 3\%$ .  
**Triggerung** autom. od. m. einstellb., Niveau  
 von K I, II, I/II od. extern (positiv u. negativ).  
 Triggerkopplung: AC, DC, HF- u. NF-Filter.  
**Triggerempfindlichkeit:** ca. 5mm  
 im Frequenzbereich 0 bis 70MHz.  
 Anzeige des Triggereinsatzes mit LED.  
 Einzelauslösung (Single-Reset mit LED).  
 Variable Hold-off-Zeit mind. 10:1.  
**Ablenkverzögerung:** 7 Stellungen  
 von 100ns bis 1s, mit Feinregler 10:1.  
 Funktionen: normal, suchen, verzögert.  
 Anzeige der Funktionsarten mit LED.  
**2. Triggerung:** „Free Run“ od. „After Delay“  
 mit einstellb. Niveau (positiv u. negativ).  
 AD-Triggerkopplung: AC, DC und extern.  
 Ausgang für Kippspannung: ca. 5V.

#### Horizontal-Verstärker (X)

**Frequenzbereich:** 0 bis 4MHz (-3dB).  
**Ablenkkoeffizienten:** 12 calibr. Stellungen  
 von 5mV/cm bis 20V/cm (1-2-5 Teilung),  
 mit Feinregler uncalibriert bis 50V/cm.  
 Eingangsimpedanz: 1M $\Omega$ //25pF.

#### Verschiedenes

**Strahlröhre:** D 13-650 mit 13cm  $\varnothing$ .  
 Gesamtbeschleunigungsspannung: 12kV.  
 Eingebauter Rechteckgenerator 1kHz  
 für Tastteiler-Abgleich (0,2V  $\pm$  1%).  
 Eingang für Z-Modulation (TTL-Pegel).  
 Rasterbeleuchtungsschalter vierstufig.  
 Strahldrehung von außen einstellbar.  
**Elektron. Stabilisierung** inkl. Hochspann.  
 Netzanschluß für 110, 127, 220, 237V $\sim$ ,  
 zul. Netzspannungsschwankung  $\pm 10\%$ .  
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60Hz.  
**Leistungsaufnahme:** ca. 40 Watt.  
 Gewicht: ca. 9,4kg.  
 Gehäuse: 212x237x380mm, anthrazit,  
 mit Griff und Aufstellbügel.

Änderungen vorbehalten.



- **Bandbreite 0-50MHz**    ■ **Verzögerbare Zeitbasis**
- **Verzögerungsleitung**    ■ **After-Delay-Triggerung**

Der **HM512** ist ein Universal-Oszilloskop für Labor und Service mit **großer Genauigkeit**. Mit der eingebauten **Verzögerungsleitung** wird die Triggerflanke des aufzuzeichnenden Signals sichtbar gemacht. Auch bei sehr kleinen Signalen arbeitet die Triggerung **bis mindestens 70MHz**. Die in einem großen Bereich verzögerbare Zeitbasis gestattet eine über **tausendfache Vergrößerung** kleinster Ausschnitte der Zeitablenkperiode. Zur Darstellung asynchroner Vorgänge in Signalgemischen ist eine komplette **zweite Triggermöglichkeit** vorhanden. Die Strahlröhre arbeitet mit einer Beschleunigungsspannung von **12kV**. Das Schirmbild ist daher besonders hell und scharf. **Optische Anzeigen** für Y-Überbereich, Triggereinsatz, Einzelauslösung und Delay-Betriebsart zeugen von der großzügigen Ausstattung des HM512. Auflösung und Bandbreite erlauben u. a. den Einsatz in der **Nachrichten- und Datentechnik**. Mit entsprechenden Wandlern ist auch die Aufzeichnung von nichtelektrischen Größen möglich.

#### Lieferbares Zubehör

**Tastteiler 10:1 und 100:1, Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Lichtschutztubus, Tragetasche, Vierkanal-Umschalter, Gerätewagen, Komponenten-Tester, Oszilloskop-Calibrator.**

## INHALTSVERZEICHNIS

HM 512 – 8

<b>Oszilloskop-Prospekt mit techn. Daten und Einzelheiten</b>	P 1-2
<b>Zubehör-Prospekte</b>	Z 1-6
<b>Bedienungsanleitung</b>	
Allgemeine Hinweise	M 1
Garantie	M 2
Betriebsbedingungen	M 2
Inbetriebnahme und Voreinstellungen	M 2
Korrektur der DC-Balance	M 2
Art der Signalspannung	M 3
Größe der Signalspannung	M 3
Zeitwerte der Signalspannung	M 4
Anlegen der Signalspannung	M 4
Y-Überbereichsanzeige	M 5
Abgleich des Tastteilers	M 6
Betriebsarten	M 6
Triggerung und Zeitablenkung	M 6
Trigger-Anzeige	M 8
Ablenkverzögerung	M 8
Delay-Anzeige	M 9
Sonstiges	M 9
Wartung	M 9
Zubehör	M 9
<b>Kurzanleitung mit herausklappbarem Frontbild</b>	K 1
Änderungsmitteilungen	K 2
<b>Testplan</b>	
Allgemeines	T 1
Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe	T 1
Astigmatismuskontrolle	T 1
Symmetrie und Drift des Meßverstärkers	T 1
Calibration des Meßverstärkers	T 2
Übertragungsgüte des Meßverstärkers	T 2
Betriebsarten: Mono/Dual, Alt/Chop, I + II und XY-Betrieb	T 2
Kontrolle Triggerung	T 3
Zeitablenkung	T 3
Ablenkverzögerung	T 4
Sonstiges	T 4
<b>Service-Anleitung</b>	
Allgemeines	S 1
Öffnen des Gerätes	S 1
Korrektur der Strahllage	S 1
Netzanschlußumschaltung	S 1
Betriebsspannungen	S 2
Maximale und minimale Helligkeit	S 2
Astigmatismus-Einstellung	S 2
Fehlersuche im Gerät	S 2
Spannungen an der Strahlröhrenfassung	S 3
Blockschaltbild	S 11
Schaltbilder	S 12 - 20
Abgleichplan	S 21

### Allgemeine Hinweise

Der neue HM 512 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie alle seine Vorgänger. Technologisch bietet er den neuesten Stand der Technik. Dies drückt sich besonders in der verstärkten Anwendung monolithisch integrierter Schaltkreise aus. 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 Organe für Inbetriebnahme, Strahlbeeinflussung und horizontale Position. Darunter liegt das umrahmte Bedienungsfeld der Ablenkverzögerung. Unterhalb der Bildröhre befindet sich die Bedienung für die beiden Ablenkrichtungen. Das linke Feld ist für die Wahl der Betriebsart des Meßverstärkers und die Anpassung an das Meßsignal vorgesehen. Rechts daneben befindet sich die Bedienung der Zeitbasis (Triggerung und Ablenkzeit).

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 liegt.

Der HM 512 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von min. 50 MHz. Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 80-100 MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirms auf ca. 6 cm begrenzt. Außerdem wird dann auch die zeitliche Auflösung problematisch. Beispielsweise wird bei ca. 50 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20 ns/cm) alle 1 cm ein Kurvenzug geschrieben. Die max. Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur  $\pm 3\%$ . Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist beim Vertikalverstärker zu berücksichtigen, daß sich ab ca. 20 MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall der Meßverstärker bedingt. Bei 30 MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher

bei dieser Frequenz dem gemessenen Spannungswert ca. 11% hinzuaddieren. Da jedoch die Bandbreiten der Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 50 und 60 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß – wie bereits erwähnt – oberhalb 60 MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirms stetig abnimmt. Der Meßverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überspringen beeinflusst wird.

Die Masse des Gerätes ist **nicht** mit dem Schutzleiter des Netzes verbunden. Das Auftreten von 50 Hz-Brummspannungen im Meßkreis durch die Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten ist daher nicht möglich. Trotzdem darf der HM 512 aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schukosteckdosen betrieben werden.

Bei der Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ist zu beachten, daß dieses auch am Gehäuse des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 40 V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

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

#### Achtung:

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage oft nicht ganz vermeiden. Manchmal kann sich aber auch durch starke Erschütterungen beim Transport die Bildröhre selbst etwas verdrehen. In beiden Fällen 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. Eine evtl. nötige Änderung der Bildröhrenlage ist der Service-Anleitung beschrieben.

werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung oberhalb des "Y-AMPL."-Schalters einführt, an dem etwa 30 mm dahinterliegenden Balance-Trimmer korrigiert. Es handelt sich dabei um einen Wendelpot-Trimmer, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient 5 mV/cm; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf "GD") wird der Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahl-lage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste "Mono/Dual" zu drücken.

## Art der Signalspannung

Mit dem HM 512 können praktisch alle Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 50 MHz liegt. Die Darstellung einmaliger Vorgänge von weniger als 1 Sekunde Dauer ist nur fotografisch möglich. Einfache elektrische Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder 50 Hz-Brummspannungen, sind in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Bandbreite des Meßverstärkers muß daher wesentlich höher sein als die Folgefrequenz des Signals. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM 512 ist deshalb nur bis ca. 5 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden 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 des "HOLD-OFF"-Reglers (zeitliche Verzögerung der Trigger-Freigabe) erforderlich. Fernseh-Video-Signale sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der obere Triggerwahlschalter in Stellung "LF" stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegel-einstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Betrieb des Meßverstärkers störende Dach-schrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signal-spannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der DC-Betrieb vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des 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

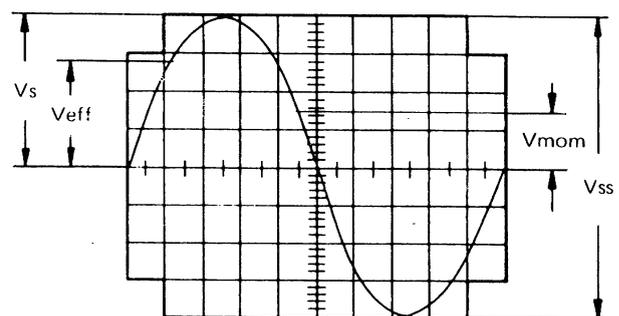
empfehlen; besonders dann, wenn sich dabei das Tastver-hältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf und ab bewegen. Gleichspannungen sind ebenfalls in Stellung "DC" zu messen.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schal-tungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle dargestellt. Auf diese Weise können z. B. Stör- oder Brummspannungen, die gleichphasig zwischen den Meßpunkten und Masse auftreten, eliminiert werden. Sind diese Störsignale jedoch nicht gleichphasig oder in ihrer Amplitude verschieden, ist die Differenz-Messung mehr oder weniger fehlerhaft.

## Größe der Signalspannung

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

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



### Spannungswerte an einer Sinuskurve

V<sub>eff</sub> = Effektivwert; V<sub>s</sub> = einfacher Spitzenwert  
V<sub>ss</sub> = Spitze-Spitze-Wert; V<sub>mom</sub> = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. 5 mV<sub>ss</sub>. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten an den Eingangsteilern, bezeichnet mit "Y-AMPL.", sind in mV<sub>ss</sub>/cm oder V<sub>ss</sub>/cm an-

Meßkabel wie z. B. HZ 32 und HZ 34 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 die Kabelimpedanz (in der Regel 50 Ohm) 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 Ohm-Kabels wie z. B. HZ 34 ist hierfür von HAMEG der 50 Ohm-Durchgangsabschluß HZ 22 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. Wird ein Taster 10 : 1 (z. B. HZ 30) 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 M Ohm // 10 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 Gerät vorgenommen werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Bei der Darstellung von Differenz-Signalen dürfen für die Entnahme der beiden Signalspannungen nur Taster absolut gleicher Impedanz und Teilung verwendet werden. Für manche Differenz-Messungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Taster **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuell Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden. Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Kanal einen "AC-DC"-Schalter. In Stellung "DC"

sollte nur bei sehr niederen Frequenzen gearbeitet werden oder dann, wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Auf jeden Fall sollten die Schalter für die Signalan- und -abkopplung zunächst immer auf "AC" 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. Der "Y-AMPL."-Schalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-5 cm hoch ist. Bei mehr als 400 Vss großer Signalamplitude ist unbedingt ein Taster vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellte Wert. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

## Y-Überbereichsanzeige

Diese zeigt an, wenn sich in Y-Richtung die Strahllinie oder Signalanteile von mehr als 100 ns Dauer außerhalb der sichtbaren Schirmfläche befinden. Die Anzeige erfolgt mit 2 Leuchtdioden, bezeichnet mit "Overdrive", welche oberhalb der Eingangsteiler 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 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-Positionen und der Schirmüberschreitung erfolgt auch, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird. Wie schon im Absatz "Voreinstellungen" bemerkt, sollte der "LEVEL"-Regler möglichst immer in der Position "AT" 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 Gleichspannung überlagert, kann im DC-Betrieb des Meßverstärkers auch bei kleineren Bildgrößen durch starke Positionsverschiebungen der Bildrand überschrieben werden. In diesem Fall ist der "AC"-Betrieb vorzuziehen.

## Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselfspannungen für Bildröhrenheizung und Rasterbeleuchtung werden im HM 512 acht Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+12V, -12V, +5V, +68V, +100V, -1,4kV, +10kV und 33V für die Hellast-Schaltung). Die max. zulässige Abweichung einer Spannung von ihrem Sollwert beträgt  $\pm 5\%$ . Bis auf die +68V (Y-Endstufe) und die Hochspannungen sind die anderen Betriebsspannungen nicht einstellbar. Für die Korrektur der einstellbaren Spannung +68V befindet sich auf der Z-Leiterplatte ein R-Trimmer 1kOhm. Zur Korrektur der Hochspannung -1400V ist auf der HV-Leiterplatte ein R-Trimmer 25kOhm angebracht, bei dessen Einstellung sich auch die Nachbeschleunigungsspannung +10kV im richtigen Verhältnis ändert. Mit den genannten Trimmern werden, gemessen an der Check-Leiste der Z-Platte, genau +68V bzw. -1400V gegen Masse eingestellt (siehe Abgleichplan). Zur Messung der Hochspannung 1,4kV und der 33V-Hellastversorgung (als Differenz zweier Spannungsmessungen gegen Masse) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter ( $\geq 10\text{ MOhm}$ ) 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 überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern in  $V_{ss}$  angegeben. Dabei ist darauf zu achten, daß der Brumm bzw. die Störspannung der Hochspannung nur mit einem bis mind. 1500V spannungssicheren Tastteiler (z. B. HZ 37) gemessen werden darf. Behelfsmäßig kann an der Checkleiste auch ein Kondensator (ca. 10-22nF 1600V) vor einen normalen Tastteiler 10:1 vorgeschaltet werden. Die gesamte Störspannung der Hochspannung setzt sich zusammen aus Brumm (ca. 38kHz) und Tasting. Letztere ist abhängig von der "INTENS."- und der "TIMEBASE"-Schalter-Einstellung. Angegeben ist der Maximalwert.

Zur Geometriekorrektur befindet sich am oberen Rand der Z-Leiterplatte ein R-Trimmer 25kOhm. Mit diesem kann die geometrische Verzeichnung der Röhre zwischen den beiden Extremen Kissen- bzw. Tonnenverzerrung verändert werden. Einzustellen ist eine möglichst gerade horizontale Zeitlinie in Rastermitte und, nach Verschiebung mit Y-POS.-Regler, am oberen und unteren Rasterand. Hierfür muß ein optimaler Kompromiß gesucht werden. Normalerweise ist die Geometriekorrektur nur bei Einbau einer neuen Strahlröhre erforderlich. Jede Neueinstellung bedingt auch eine neue Astigmatismus-Korrektur. Ferner ändert sich mit der Geometriekor-

rektur auch die Spannung an der Netzelektrode (MESH 12). Sie muß immer um 18V kleiner sein als die GEO-Spannung (14). Die individuelle Einstellung der Elektrodenspannungen an den Sockelpunkten 3 (WE), 5 (FOC), 6 und 9 (ACC und AST), 12 (MESH) und 14 (GEO) für die eingebaute Röhre bedingt größere Spannungstoleranzen. Deshalb können hier nur Spannungsbereiche bzw. typische Werte angegeben werden.

## Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Z-Leiterplatte zwei 500kOhm-Trimmer (siehe Abgleichplan). Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter "Hor. ext."-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

## Astigmatismus - Einstellung

Am oberen Rand der Z-Leiterplatte befindet sich ein 100kOhm-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. +42V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Während des Abgleichs muß 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 gegenseitig beeinflussen. Nach der Einstellung sollte möglichst entsprechend den Hinweisen im Testplan nochmals eine Rechteck-Kontrolle vorgenommen werden. Die letzte Einstellung muß immer am "FOCUS"-Regler erfolgen.

## Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen regeibaren 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 stabilisierten Hochspannungen sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen (max. ca. 110V) lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das

# HAMEG

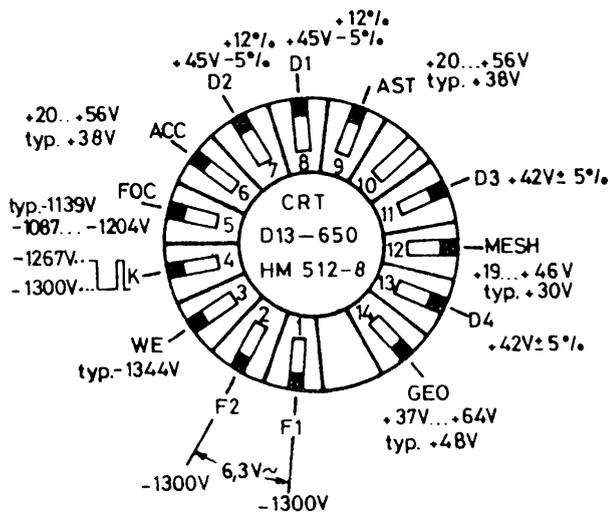
Gerät ist es daher ratsam, mit längeren vollisolierten Tastspitzen zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

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

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. Die Y-Ablenkeinrichtung
2. Die X-Ablenkeinrichtung
3. Der Bildröhrenkreis
4. Die Stromversorgung

Während der Messung müssen die Pos.-Regler der beiden Ablenkeinrichtungen möglichst genau in der Mitte ihres Regelbereiches stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y 40-44 V und X 42-48 V). Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenplatten Spannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.



### Allgemeines

Dieser Testplan soll dem Anwender des HM 512 helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen zu überprüfen. Für exakte Tests ist von HAMEG der Oszilloskop-Calibrator HZ 62 erhältlich. Er ist für Kontrolle und Abgleich aller handelsüblichen Oszilloskope verwendbar. Auch zur Wartung einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist dieses Gerät empfehlenswert. 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 entsprechenden Fachkenntnissen durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen ("LEVEL"-Regler auf "AT"). Keine der Tasten soll eingedrückt sein. Zu beachten ist, daß die erste Beschleunigungsspannung der Bildröhre ca. 1,4 kV beträgt. Solche Hochspannungspotentiale befinden sich an der Bildröhrenfassung, auf der vertikal stehenden Z-Leiterplatte und auf der HV-Leiterplatte. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

### Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe

Die Strahlröhre im HM 512 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann aber auch die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der stark vergrößerten Empfindlichkeit des Meßverstärkers. Der Regelbereich für max. und min. Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des "INTENS."-Reglers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auf keinen Fall darf schon 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).

### Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob waagerechte und senkrechte Schärfe auf dem gleichen Fokussierpunkt liegen. 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 gedrückte Taste "Hor. ext." wird mit dem "FOCUS"-Regler 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 100 kOhm (siehe Abgleichplan). Für optimale Schärfe muß der Astigmatismus-Abgleich und die Fokuseinstellung mehrmals abwechselnd wiederholt werden (bei mittlerer Helligkeitseinstellung).

### 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 5 mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1 cm. 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 - 100 kHz. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8 cm 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 1 cm 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 5 mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Daten der beiden FET's 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-AMPL."-Schalters über alle Stellungen die vertikale Strahlage insgesamt mehr als 0,5 mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf. Weitere Hinweise in der Service-Anleitung.

## Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM512 sollte sie bei etwa 3-5 mm liegen. Eine empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Störpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50 Hz und 1 MHz. Der "LEVEL"-Regler soll dabei in Stellung "AT" stehen. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit "LEVEL"-Einstellung vorhanden ist. Durch Drücken der "+/-"-Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM 512 muß bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm Sinussignale intern bis 70 MHz einwandfrei triggern.

Zur externen Triggerung sind bei den Triggerkopplungsarten "AC-DC-HF" etwa 0,5 V<sub>ss</sub> Triggerspannung erforderlich. Mit 0,7 V<sub>ss</sub> müssen sich Signale bis mindestens 100 MHz einwandfrei triggern lassen. In Stellung "LF" ist bei 100 Hz eine Triggerspannung von etwa 1 V<sub>ss</sub> erforderlich.

Die interne TV-Triggerung wird am besten mit einem Video-Signal beliebiger Polarität geprüft. In Stellung "HF" kann auf Zeilenfrequenz, in Stellung "LF" auf Bildfrequenz getriggert werden. Steht kein Video-Signal zur Verfügung, so kann die Funktion der beiden Triggerfilter "HF" und "LF" mit der Netz- und der Calibrationsfrequenz 1 kHz geprüft werden. Bei Netzfrequenztriggerung muß sich die Triggerschwelle in Stellung "HF" mehr als verdreifachen. Bei Calibratorfrequenz in Stellung "LF" erhöht sie sich etwa um den Faktor 2.

Wird mit einem Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil intern oder extern getriggert, darf sich beim Umschalten der Triggerkopplung von "AC" auf "DC" das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine korrekte DC-Balance-Einstellung am Meßverstärkereingang (siehe Bedienungsanleitung).

Im alternierenden Zweikanal-Betrieb müssen zwei verschiedene Signale (z. B. Netzfrequenz- und Calibrator-Signal) je nach Stellung des Triggerwahlschalters "I-II-I/II" einwandfrei (intern) getriggert werden. Nur in Stellung "I/II" ist der gleichzeitige Bildstillstand beider Signale möglich. Im gehoppten Zweikanal-Betrieb darf in der Stellung "I/II" nur eine Triggerung von Kanal I möglich sein. In keinem Fall dürfen bei Chopperbetrieb periodische Signallücken (Chopperfrequenz 1 MHz) sichtbar sein.

Werden beide Meßverstärker 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-I/II" oder beim Umschalten der Triggerkopplung von "AC" auf "DC" eine Bildänderung sichtbar sein.

## Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die Zeitlinie 10 cm lang ist. Andernfalls muß sie am R-Trimmer für die X-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei einer mittleren Timebase-Schalterstellung (50 µs/cm) erfolgen, wobei der "VARIABLE"-Feinregler nach rechts in Cal.-Stellung zu bringen ist und der "X-MAGN."-Knopf nicht gezogen sein darf. 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 ± 1% sein. Die Zeitwerte des HM512 werden zwar mit ± 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.

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

2 s/cm — 0,5 Hz	0,2 ms/cm — 5 kHz
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 — 5 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	

Zieht man den "Y-POS."-Reglerknopf ("X-MAGN.") heraus, dann erscheint nur alle 5 cm ein Kurvenzug. Dreht man den "VARIABLE"-Feinregler bis zum Anschlag nach links, müssen mindestens 5 Kurvenzüge alle 2 cm sichtbar werden.

# HAMEG

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

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrator HZ 62 empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quartzgenauen Markengeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit "LEVEL"-Einstellung gearbeitet wird.

## Ablenkverzögerung

Die Ablenkverzögerung darf in der Betriebsart "norm." keinerlei Einfluß auf die Bilddarstellung des Calibrator-Signals 1 kHz zeigen. Zunächst soll der "LEVEL"-Regler im DELAY-Feld auf "FR" stehen (Pfeil horizontal nach links zeigend). In der Schalterstellung "search" ist eine Kontrolle der Verzögerungszeit über eine Längenmessung des verdunkelten Strahls möglich. Beim Umschalten auf "delay" springt das Signalbild genau auf die übliche Strahlposition nach links; das Signalbild hat also wieder die volle horizontale Länge von 10 cm.

Im gesamten Regelbereich des "DELAY"-Feinreglers müssen die abgebildeten Kurvenzüge ohne Jittern, Springen oder momentane Strahlverdunklung verschiebbar sein. Dies kann mit dem Calibrator-Signal geprüft werden. Einstellung: Calibratorbuchse mit Vert. Input Kanal I verbinden, Eingangskopplung DC, Schalterstellung 50 mV/cm, Triggerschalter auf AC und Kanal I, LEVEL-Regler im TIMEBASE-Feld auf AT, TIMEBASE-Schalter auf 1 ms/cm, keine Taste drücken. Im DELAY-Feld wird der LEVEL-Regler auf "FR" und der obere Schiebeshalter auf "norm." gesetzt. Jetzt sieht man das Calibrator-Signal mit 4 cm Bildhöhe und etwa 1 Wellenzug pro cm. Nun wird auf "search" umgeschaltet, wobei die DELAY-Lampe blinkt. Der DELAY-Dreheschalter ist auf Bereich 1 ms zu stellen. Dann wird der DELAY-Feinregler gedreht, bis das halbe Bild links verdunkelt ist. Die Verzögerungszeit beträgt jetzt 5 ms. 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 1 ms/cm auf 5  $\mu$ s/cm nach rechts gedreht. Die Dehnung ist damit 200-fach. Mit dem DELAY-Feinregler kann die nächstliegende Flanke des Calibrator-Signals in Schirmmitte gebracht und auf die oben angegebenen Kriterien geprüft werden. Bei 200-facher Dehnung ist im allgemeinen die Bildhelligkeit zu erhöhen (mit INTENS.- und FOCUS-Regler).

Zwar sind durchaus noch größere Dehnungen möglich, aber dann macht sich das Jittern störend bemerkbar. Mit Hilfe der "after delay"-Triggerung kann es praktisch ausgeschaltet werden. Hierzu ist im DELAY-Feld der untere Schiebeshalter auf "AC" oder "DC" zu stellen und der LEVEL-Regler nach rechts zu drehen, bis das Signalbild wieder erscheint. Hat man in Stellung "FR" vorher die Signalflanke in Schirmmitte beobachtet, erscheint sie jetzt links am Bildanfang (Flankentriggerung). Mit dem "+/-"-Schalter kann die Triggerflanke gewählt werden. Eine Wahl des Bildausschnitts mit dem DELAY-Feinregler ist beim Calibrator-Signal nicht mehr möglich. Nun kann der TIMEBASE-Schalter noch weiter nach rechts gedreht werden. In Stellung 1  $\mu$ s/cm ist die Dehnung 1000-fach bei brauchbarer Helligkeit. In Stellung 0,1  $\mu$ s/cm ist sie 10 000-fach, das Bild aber nur im abgedunkelten Raum sichtbar. Aber selbst dabei ist der sichtbare Bildausschnitt jitterfrei.

Zweckmäßig prüft man die "after delay"-Triggerung damit, daß die TIMEBASE-Triggerung abgeschaltet wird. Hierzu sind im TIMEBASE-Feld die Triggerschalter auf "LF" und "ext." zu setzen. Damit ist die 1. Triggerung im TIMEBASE-Feld außer Betrieb. Jedoch muß unbedingt der LEVEL-Regler in Stellung "AT" stehen; ferner darf keine Störspannung an die Buchse "TRIG. EXT." gelangen. Das Calibrator-Signal muß nun mit dem LEVEL-Regler im Delay-Feld (wie bei Normaltriggerung) in jeder TIMEBASE-Dreheschalterstellung zwischen 1 ms/cm und 1  $\mu$ s/cm (evtl. 0,1  $\mu$ s/cm) triggerbar sein. Dabei kann im DELAY-Feld mit dem "+/-"-Schalter die Polarität der Triggerflanke und mit dem unteren Schiebeshalter "AC"- oder "DC"-Kopplung gewählt werden. In Stellung "FR" ist die "after delay"-Triggerung außer Betrieb.

## Sonstiges

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

## Calibration des Meßverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Minibuchse gibt eine Rechteckspannung von 200 mV<sub>ss</sub> ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Minibuchse und dem Eingang des Meßverstärkers her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung 50 mV/cm 4 cm hoch sein. Abweichungen von maximal 1,2 mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen Minibuchse und Meßeingang ein Taster (Ü = 10 : 1) geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung 5 mV/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 der zwischengeschaltete Taster fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein. Gegebenenfalls ist die Calibration des Meßverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (DC-Signalkopplung). Die Strahlage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkoeffizienten verändern. Eine Korrektur des Meßverstärkers oder der Calibratorspannung ist nur innerhalb des Gerätes möglich. Nach vorliegenden Erfahrungen ist sie jedoch nur selten erforderlich.

## Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5 ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am betreffenden Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z. B. HAMEG HZ 34 mit HZ 22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50 Hz, 500 Hz, 5 kHz, 50 kHz und 500 kHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 500 kHz und einer Bildhöhe von 4-5 cm, kein Überspringen 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 5 mV/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. 40 V<sub>ss</sub> 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 unter der Typenbezeichnung HZ 23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Dieser Vorteiler wird einerseits direkt an den Meßverstärker angeschlossen, andererseits über ein möglichst kurzes oder kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung 5 mV/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 0,5 mm 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 µs/cm; Tasten "Mono/Dual" und "Alt/Chop" drücken. Signalkopplungen auf "GD", "INTENS."-Regler auf Rechtsanschlag; "FOCUS"-Regler auf optimale Schärfe. Mit den beiden "Y-POS."-Reglern wird eine Zeitlinie auf + 2 cm, die andere auf - 2 cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (1 MHz) 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 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 Y-Feinregler auf Rechtsanschlag 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 4 cm ergeben (50 mV/cm-Stellung).

### Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM 512 auftretende Abweichungen von den Sollwerten 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.

### Öffnen des Gerätes

Löst man die beiden Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Dabei wird das Netzkabel durch das Steckerloch gezogen. Hält man den Gehäusmantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn herauschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusmantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

#### Wichtiger Hinweis

Bei Eingriffen in den HM 512 ist zu beachten, daß die erste Beschleunigungsspannung der Bildröhre ca. – 1400 V beträgt. Potentiale dieser Spannung befinden sich an der Röhrenfassung, auf der vertikal stehenden Z-Leiterplatte und auf der HV-Leiterplatte. Die zweite Beschleunigungsspannung +10kV wird ebenfalls auf der HV-Leiterplatte erzeugt, aber über Kabel dem Nachbeschleunigungsanschluß (Hohlkontakt) am konischen Teil der Bildröhre zugeführt. Beide Hochspannungen 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.

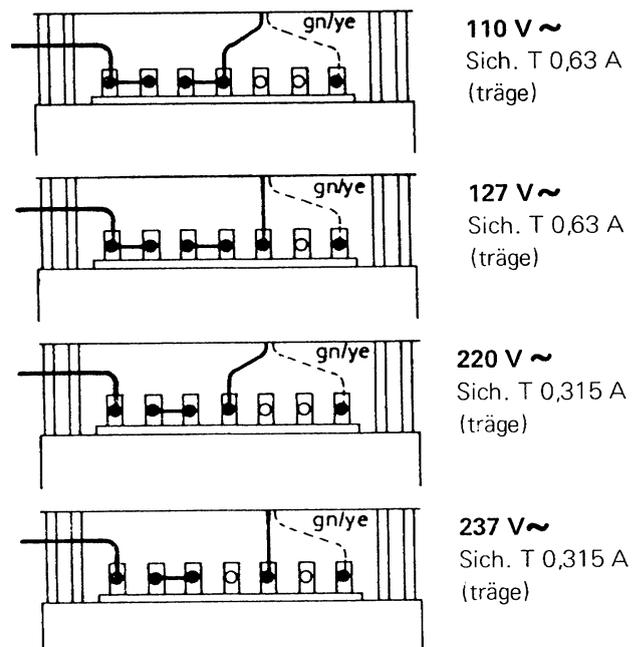
### Korrektur der Strahlage

Falls der Strahl in Mitte Bildschirm nicht exakt parallel zu den Rasterlinien verläuft, ist dies meist auf eine Ein-

wirkung des Erd-Magnetfeldes zurückzuführen. Solche kleinen Abweichungen, die von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz abhängen, lassen sich leicht an einem R-Trimmer mittels Schraubenziehers korrigieren. Dieser ist in die mit TR (Trace Rotation = Strahldrehung) gekennzeichnete Öffnung unterhalb des Knopfes "FOCUS" einzuführen. Eine größere Korrektur der Strahlage ist nur bei geöffnetem Gerät möglich. Vorher muß der TR-Trimmer unbedingt auf Bereichsmitte gestellt werden. Vor dem Drehen der Röhre ist die über dem Röhrenhals befindliche Schelle zu lösen. Da die greifbare Fläche der Röhre relativ klein ist, sollte zur Erleichterung der Drehbewegung dazu ein Stück reißfestes Klebeband benutzt werden. Wenn man die Mitte des Bandes ganz vorn oben auf den zwischen Rasterscheibe und Frontchassis sichtbaren Kolbenteil klebt, ist die Röhre durch Ziehen des Bandes relativ leicht zu verdrehen. Beim Befestigen der Schelle ist darauf zu achten, daß beide Muttern wechselseitig immer nur einige Umdrehungen angezogen werden. Andernfalls kann sich die Lage der Röhre wieder verändern.

### Netzanschlußumschaltung

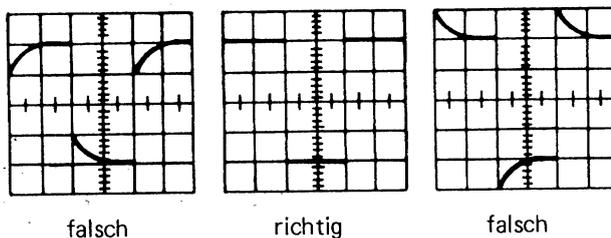
Bei Lieferung ist das Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netztrafo durch Umlöten von Drahtbrücken und/oder einer Zuleitung nach untenstehender Skizze.



Die Netzsicherung muß immer der Netzspannung entsprechen und – wenn erforderlich – ausgetauscht werden.

## Abgleich des Tastteilers

Für naturgetreue Aufzeichnungen der Signale muß der verwendete Tastteiler 10 : 1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM 512 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von 0,2 V<sub>ss</sub>. Die Toleranz beträgt nur  $\pm 1\%$ . Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit der Spitze einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Minibuchse gelegt und entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



Der "TIMEBASE"-Schalter soll sich dabei in Stellung "0,2 ms/cm" befinden. Steht der "Y-AMPL."-Schalter in der empfindlichsten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal 4 cm hoch. Da ein Tastteiler ständig größeren Bewegungen ausgesetzt ist, sollte man die Einstellung öfters kontrollieren.

## Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart der Meßverstärker wird mit den Tasten im Y-Feld gewählt. Bei "Mono"-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur Kanal I betriebsbereit. 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 (chopped 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 (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." 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. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind dann in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die mit "X-MAGN." bezeichnete Taste darf dabei nicht gedrückt sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 5 MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

## Triggenung 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 der "LEVEL"-Regler in Stellung "AT", wird die Zeitlinie auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30 Hz Folgefrequenz gut stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Mit "LEVEL"-Regelung kann die Auslösung bzw. Triggenung der Zeitablenkung an jeder Stelle des Kurvenverlaufes erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Flanke beginnen, muß die mit "+/-" bezeichnete Taste gedrückt werden. Der mit dem "LEVEL"-Regler erfaßbare Triggenbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Bei interner Triggenung und Einkanal-Betrieb muß der Schiebeshalter links vom "TIMEBASE"-Knopf in Stellung "I" stehen. Bei Zweikanal-Betrieb ist die Zuführung des internen Triggenersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. In der Stellung "I/II" kann bei alternierendem Betrieb auch von beiden Kanälen gleichzeitig getriggert werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggenart nicht möglich. In allen anderen Betriebsarten wird in Stellung "I/II" immer nur Kanal I durchgeschaltet.

Für externe Triggenung ist der Triggen-Wahlschalter auf "ext." umzuschalten und das Signal (0,5-5 V<sub>ss</sub>) der Buchse "TRIG. EXT." zuzuführen. Bei Einkanal-Betrieb

gegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der Bildhöhe in cm. Wird mit Taster 10 : 1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am "Y-AMPL."-Schalter in seiner kalibrierten Stellung stehen. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 400 Vss aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang  $\pm 500$  V nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Taster 10 : 1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000 Vss auswertbar sind. Mit Spezialtaster 100 : 1 (z. B. HZ 37) können Spannungen bis ca. 3000 Vss gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ 37). Mit einem normalen Taster 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-Taster. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

## 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 am "TIMEBASE"-Schalter sind in s/cm, ms/cm und  $\mu$ s/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 (in cm) mit dem am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit "VARIABLE" bezeichnete Zeit-Feinregler in seiner kalibrierten Stellung stehen (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend).

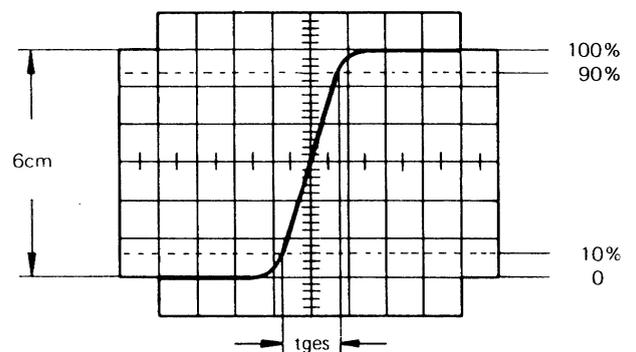
Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab ("X-MAGN." x5) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 5 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der 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 Vergrößerung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist u. U. auch noch 2000 fach möglich. Dies setzt jedoch voraus, daß der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode größer als 50  $\mu$ s/cm ist, da immer die kleinste 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 Bandbreite-Grenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10% und 90% der vertikalen Impulshöhe. Für 6 cm hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden sind beide Werte auf dem Bildschirm durch horizontale Punktlinien markiert. Der Zeitabschnitt zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die Punktlinien kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit der Signalspannung 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 512-8 ca: 7 ns). Liegen die Gesamtwerte über 50 ns, sind die Anstiegszeiten des Meßverstärkers vernachlässigbar. Die optimale Bildeinstellung und die Beziehung des Meßbereiches für die Anstiegszeit zur vollen Signalamplitude sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



## Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten

# HAMEG

## Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10-stündigen 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 oder Bahn wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von den genannten Behörden nicht ersetzt.

Trotz der vorschriftsmäßigen, zugelassenen Verpackung von HAMEG ist es leider nicht vermeidbar, daß durch unsachgemäße Behandlung während des Transports gelegentlich Schäden auftreten. In solchen Fällen ist die betreffende Behörde oder der Spediteur unverzüglich zu benachrichtigen. Andernfalls werden evtl. Ersatzansprüche möglicherweise abgelehnt.

## 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.

## Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt am Netztrafo. Die Netzsicherung muß selbstverständlich der geänderten Netzspannung entsprechen und – wenn erforderlich – ausgetauscht werden. Art der Umschaltung und Sicherungsstärken sind in der Service-Anleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken. Alle blauen Bedienungsknöpfe mit Pfeilen haben eine calibrierte Stellung. Sie sollen zunächst in der rechten Anschlagstellung stehen, ausgenommen der "LEVEL"-Regler, der nach links auf "AT" eingerastet wird. Die Striche der grauen Knopfkapfen sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß sich der "Delay"-Schiebeschalter im Bedienungsfeld für die Ablenkverzögerung in Stellung "norm." befindet. Ferner müssen beide links vom "TIMEBASE"-Schalter angebrachten Schiebeschalter in der obersten Stellung stehen.

Mit der rechts neben der Schirmblende sitzenden Netz-taste wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Die aufleuchtende Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an. Wird nach einer Minute 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 den "LEVEL"-Regler zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser am linken Anschlag (Stellung "AT") 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 "AC-DC"-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.

## 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 1 mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen

### Allgemeines

Im **HM512** sind viele technische Besonderheiten verwirklicht, die wegen ihres Aufwandes bei Geräten tieferer Preisklasse nicht realisierbar sind. Im Vordergrund steht dabei jedoch immer ein **günstiges Preis-Leistungsverhältnis**. Der Aufbau ist übersichtlich. Die verschiedenen Baugruppen sind auf insgesamt 9 Leiterplatten untergebracht. Durch gemischte Anwendung **monolithisch integrierter Schaltkreise** und diskreter Elemente und durch Selektion datenbestimmender Bauteile wird ein **hoher Qualitätsstandard** erreicht. Bedienungs- und Service-Hinweise sind ausführlich im beiliegenden Manual behandelt. Für die Aufzeichnung sehr langsam verlaufender Vorgänge ist der HM512 auch **mit Nachleuchtröhre** lieferbar.

### Betriebsarten

Der HM512 ist für **1- oder 2-Kanalbetrieb verwendbar**. Die Aufzeichnung zweier in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (alternate mode) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode (chopped mode) erfolgen. Im alternierenden Betrieb ist es möglich, das interne **Triggersignal** den zwei **Kanälen wechselweise zu entnehmen**. Dann können beide Eingangssignale auch asynchron sein oder sich gegenseitig gleitend ändern. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen addiert werden. In Verbindung mit invertiertem Kanal I ist auch die **Darstellung der Differenz** möglich. Alle angeführten Betriebsarten sind mit nur wenigen Tasten einzustellen. Bei externer Horizontal-Ablenkung (**XY-Betrieb**) wird das X-Signal über Kanal II zugeführt. Eingangsimpedanz und Ablenkoeffizient sind dann in beiden Richtungen gleich.

### Vertikalablenkung

Der HM512 hat **diodengeschützte FET-Eingänge** in beiden Vorverstärkern. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln, wechselweise oder zusammen an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit **bistabil gesteuerten Diodengattern**. Als Steuersignal wird für altern. Betrieb der Hellstimpuls des Ablenkgenerators und bei Chopperbetrieb ein **1MHz-Signal** benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Zwischen den Diodengattern und dem Y-Endverstärker liegt eine **symmetrische Verzögerungsleitung**, welche das Y-Signal etwa um die dreifache Ansprechzeit der Zeitbasis verzögert. Zur einwandfreien Triggerung höherer Frequenzen sind die Bandbreiten der Vorverstärker relativ groß. Die **Bandbreite** des gesamten Y-Verstärkers wird im wesentlichen **von der Y-Endstufe bestimmt**. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (70% von 60mm).

Überschreibungen des Schirmrasters in Y-Richtung werden durch **2 Leuchtdioden** angezeigt. Gegenüber dem herkömmlichen „Beam Finder“ ist sofort erkennbar, in welcher Richtung der Strahl den Schirm verlassen hat. Diese Einrichtung registriert auch **Überschreibungen durch Nadelimpulse** (Spikes) von mehr als 100ns Dauer. Besonders bei niedrigen Wiederholungsfrequenzen dürfte dies von großem Vorteil sein. Bei totaler Übersteuerung des Bildschirms leuchten beide Lampen auf.

### Zeitablenkung

Durch Verwendung schneller monolithisch integrierter Bausteine sind Signale **ab 5mm Bildhöhe** bis min. **70MHz** noch einwandfrei triggerbar. In Stellung „HF“ des Triggerfilters liegt die obere Grenze sogar **über 100MHz**. Kernstück der Triggerraufbereitung ist ein **Spannungskomparator** mit extrem kurzer Anstiegszeit und TTL-Ausgang. Ankopplung und Entnahme der Triggerung sind in vielen Varianten möglich, so daß auch die Darstellung sehr komplizierter Vorgänge relativ problemlos ist. Bei besonders schwer triggerbaren Signalgemischen kann mit Hilfe der im Verhältnis 10:1 **variablen „HOLD-OFF“-Zeit** die Wirkung störender Triggerphasen unterdrückt werden.

Die Zeitbasis verfügt über **23 Ablenkbereiche**, die jeweils noch **x5** gedehnt werden können. Größere Dehnungen bzw. Ausschnitt-Vergrößerungen sind mit der **verzögerbaren Zeitablenkung** möglich. Begrenzt durch die kürzeste Ablenkzeit (20ns/cm) können z. B. bis zum Zeitkoeffizienten **20µs/cm** Signalausschnitte zeitlich **über 1000-fach gedehnt** dargestellt und gemessen werden. In den darunter liegenden Bereichen sind noch größere Dehnungen möglich. Der Einsatzpunkt derselben ist vorwählbar oder läßt sich kontinuierlich über die Signalperiode verschieben. Besonders für die **Analyse von komplexen Signalarten** ist dies sehr vorteilhaft. Enthält ein Signalgemisch, wie z. B. das Farbfernsehsignal, asynchron verlaufende Signalanteile, können diese nur mit einer **2. Triggerung**, wie sie auch im HM512 vorhanden ist, ruhig stehend aufgezeichnet werden. Die Anpassung an den Triggerpegel erfolgt ebenfalls mit einem „LEVEL“-Regler. Der getriggerte Zustand der Zeitbasis und die Delay-Betriebsarten werden mit **Leuchtdioden** angezeigt.

Einmalige Vorgänge werden im „Single“-Betrieb dargestellt. Die Helltastung der Bildröhre wird über einen **hochspannungsfesten Opto-Koppler** bewirkt.

### Sonstiges

Für die **Strahlmodulation mit TTL-Pegel** und zur Entnahme der Sägezahnspannung sind an der Rückseite zwei BNC-Buchsen angebracht. Ein **Calibrator** für die Kontrolle der Ablenkoeffizienten und den Abgleich von Tasteilern ist eingebaut.

## KURZANLEITUNG für HM 512 · 8

## Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaсте (rechts neben Bildschirm) ein-drücken. Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. Die Masse des Gerätes ist ertfrei (erste Netztrafo-Schutzwicklung liegt am Netzschutzleiter). Keine andere Taste drücken und "LEVEL"-Regler auf "AT" (Automa-tische Triggerung) stellen.

"DELAY"-Schalter in Stell. "norm.", "HOLD-OFF" in calibr. Stellung

Am Knopf "INTENS." mittlere Helligkeit einstellen, mit "Y-POS." und "X-POS." Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen, Strahl fokussieren.

## Betriebsart Meßverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.

Kanal I und II: Taste "Mono/Dual" gedrückt.

Kanalschaltung alt. oder chop. wahlweise mit Taste "Alt/Chop", Signal < 1 kHz mit "Chop".

Kanäle I + II (Addition): Nur Taste "Alt/Chop" drücken.

Kanäle - I + II (Differenz): Tasten "Alt/Chop" und "Invert I" drücken.

## Betriebsart Zeitbasis

Triggenwahl mit Schalter "I - II - I/II - ext." und "AC-DC-HF-LF".

Stellung "I/II" für interne alternierende Triggerung von K I und K II.

Triggenflanke und Polarität mit Taste "+/-" wählen.

Einzelbildauslösung mit Tasten "Single" und "Reset".

## Messung

Meßsignal der Buchse "VERT. INP." zuführen.

Evtl. Tastteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen.

Meßsignal-Ankopplung auf "AC" oder "DC" schalten.

Mit Schalter "Y-AMPL." Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.

Amplitudenmessung mit Y-Feinregler auf Rechtsanschlag.

Am "TIMEBASE"-Schalter Ablenkoeffizienten wählen.

Zeitmessung mit "VARIABLE"-Regler auf Rechtsanschlag.

Bei komplizierten Signalen evtl. mit "LEVEL"-Einstellung, Triggerfilter

und "HOLD-OFF"-Regler arbeiten.

Bei externer Triggerung Signal (0,5-5 Vss) auf Buchse "TRIG.EXT.".

Ext. Horizontalablenkung (XY-Betr.) mit Taste "Hor. ext." (X-Eing. K II).

Zeit-Dehnung "x5" mit Knopf "X-MAGN." gezogen.

Ausschnittvergrößerungen mit Ablenkverzögerung.

Stellung "norm." = Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung.

Stellung "search": mit "DELAY"-Schalter und Feinregler Beginn des

Bildausschnitts suchen.

Stellung "delay": mit "TIMEBASE"-Schalter Ausschnittlänge wählen.

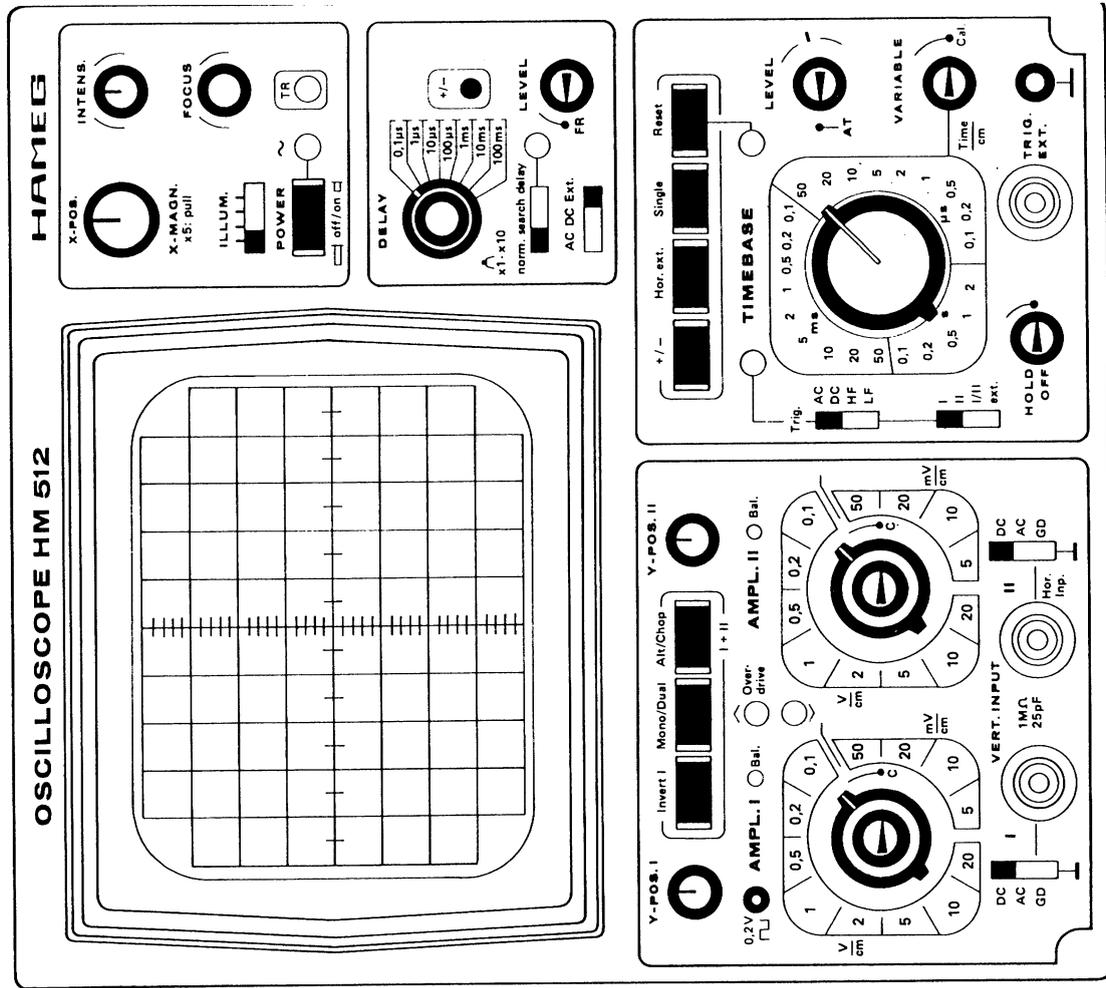
Für "after delay"-Triggerung vorher mit "AC-DC-ext."-Schalter und

Taste "+/-" im Delay-Feld Triggerart wählen.

Dann in Stellung "search" Verzögerungszeit einstellen.

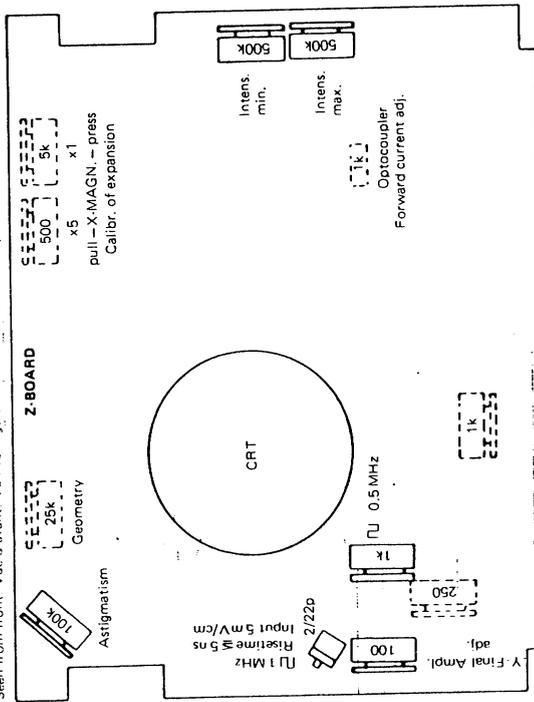
(2 mm vor gewünschten Ausschnitt) und Triggenpunkt suchen.

Anschließend in Stellung "delay" Ausschnittlänge wählen.



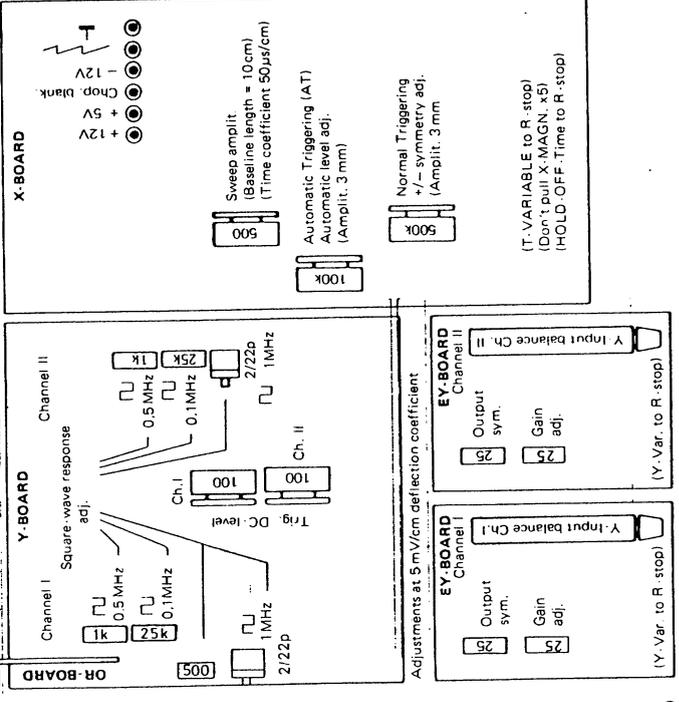


Seen from front. Vue d'avant. Von vorn gesehen.



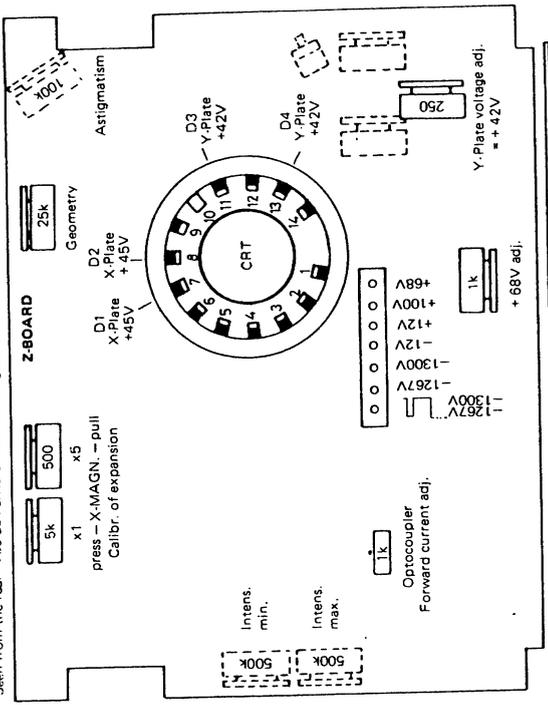
Overscan adj.  
with Dual (Alternate) Mode.  
Set both baselines to the highest  
resp. lowest horiz. graticule line.  
Adj. H and L so far that concerned  
LED just lights up.

Top view. Vue de dessus. Von oben gesehen.

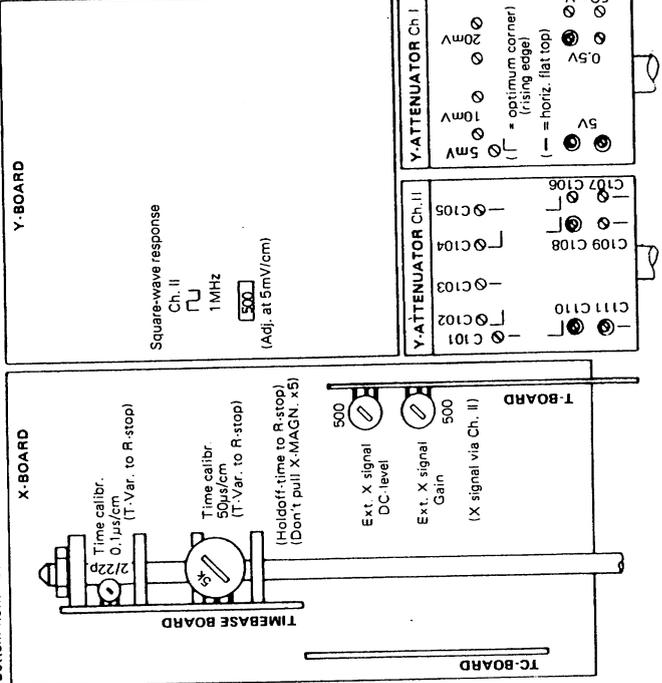


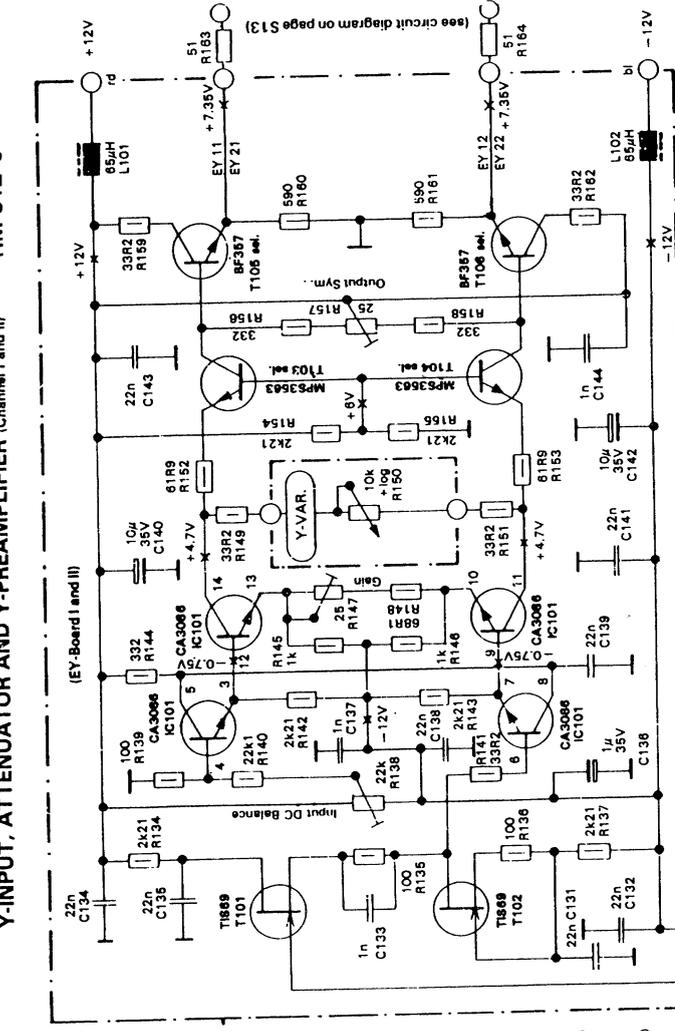
**HM 512-8  
ADJUSTING PLAN  
PLAN D'AJUSTAGE  
ABGLEICHPLAN**

Seen from the rear. Vue de l'arrière. Von hinten gesehen.

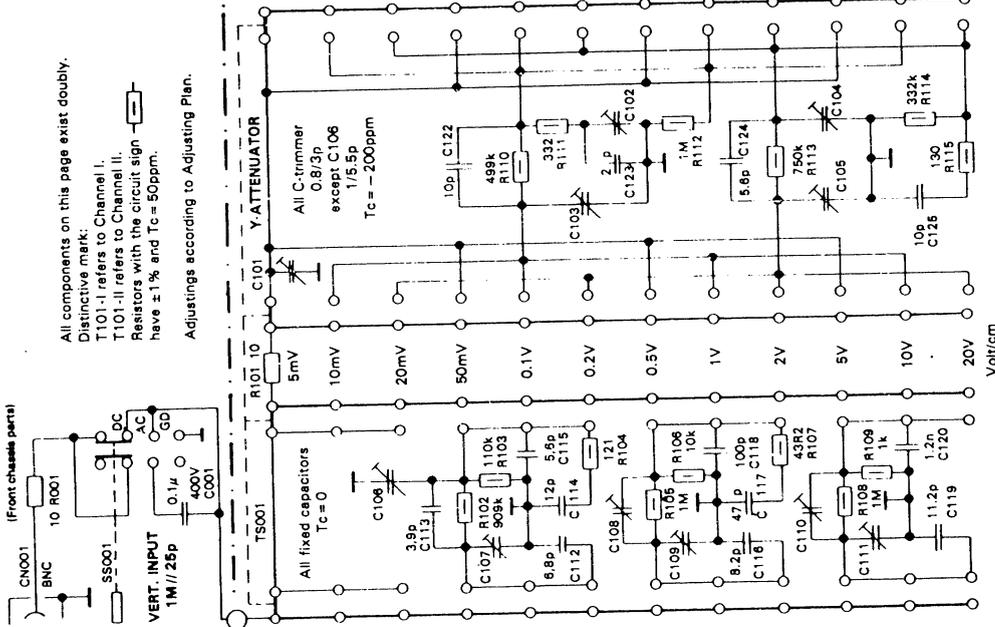
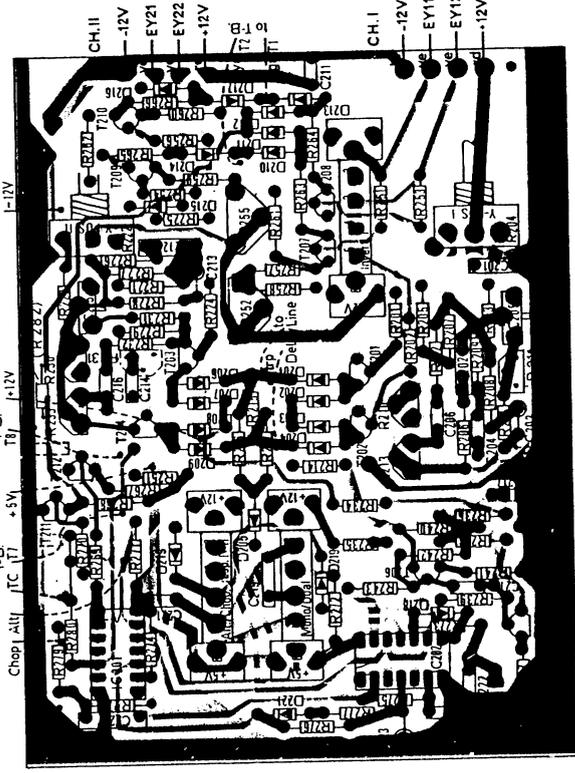


Bottom view. Vue de dessous. Von unten gesehen.

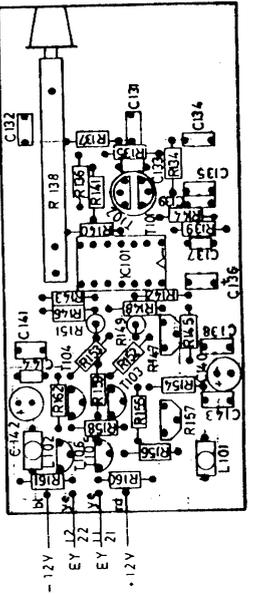




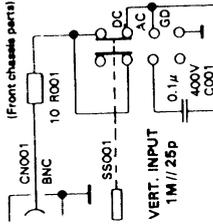
COMPONENT LOCATIONS Y-BOARD



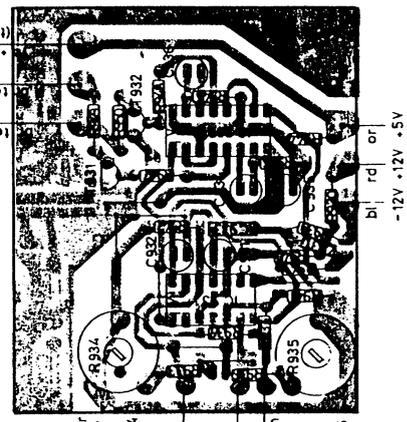
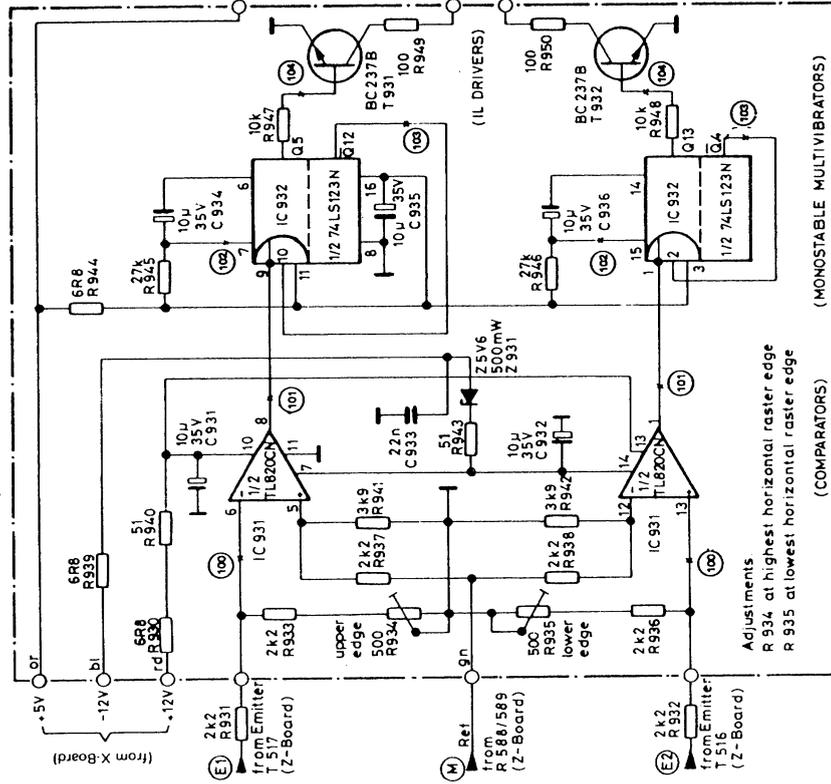
COMPONENT LOCATIONS EY-BOARD



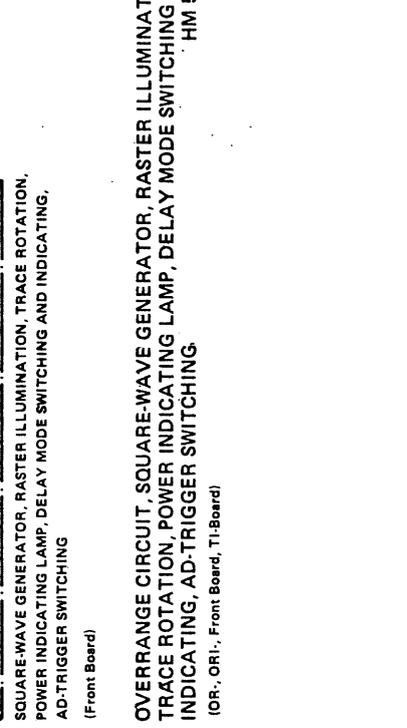
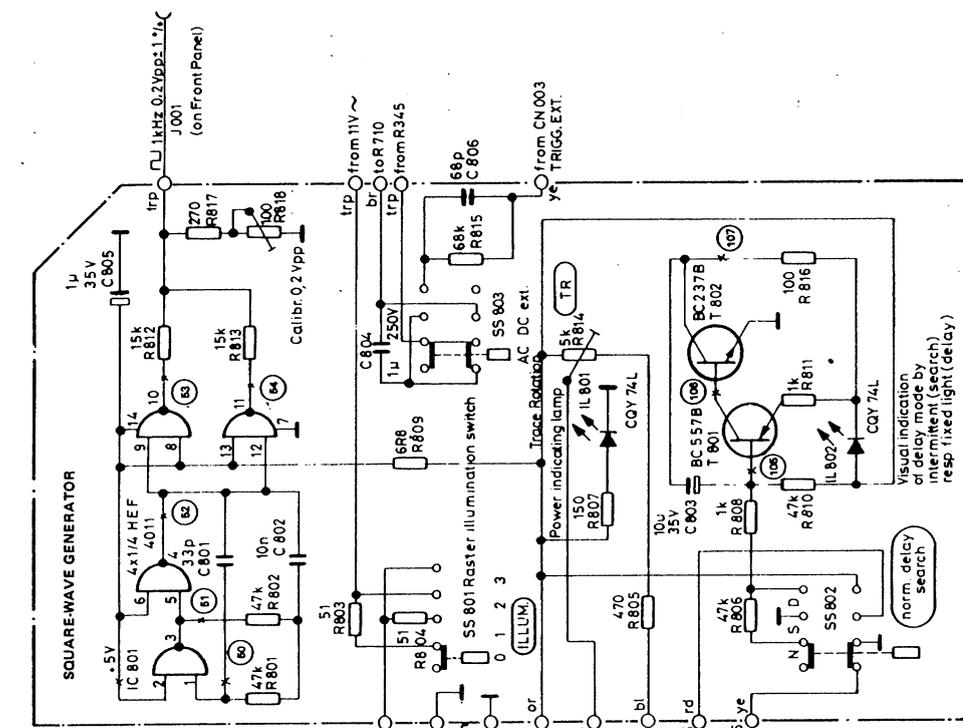
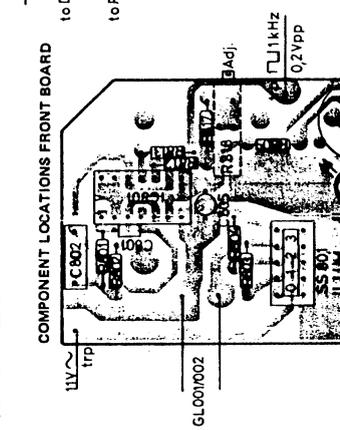
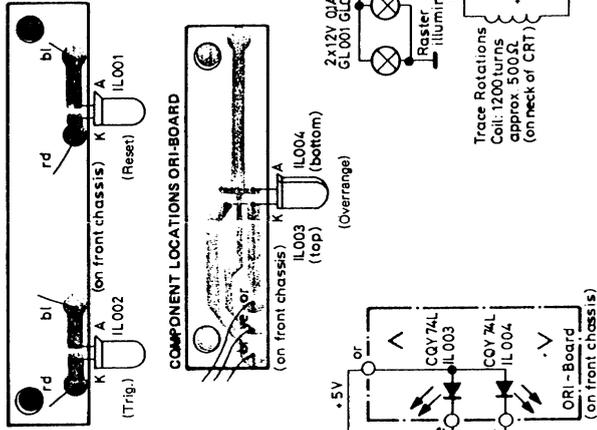
All components on this page exist doubly.  
Distinctive mark:  
T101-I refers to Channel I.  
T101-II refers to Channel II.  
Resistors with the circuit sign have  $\pm 1\%$  and  $T_c = 50\text{ppm}$ .  
Adjustings according to Adjusting Plan.



**OVERRRANGE CIRCUIT**



**COMPONENT LOCATIONS TI-BOARD**



**OVERRRANGE CIRCUIT, SQUARE-WAVE GENERATOR, RASTER ILLUMINATION TRACE ROTATION, POWER INDICATING LAMP, DELAY MODE SWITCHING AND INDICATING, AD-TRIGGER SWITCHING**  
(OR., ORI., Front Board, TI-Board)

Electrical components on certain parts of the instrument are marked such that the first numeral is at:

- Chassis (with OR1- and T1-Boards) 0
- EY-Preamplifier Unit. (EY-Board) 1

Electrical components on certain parts of the instrument are marked such that the first numeral is at:

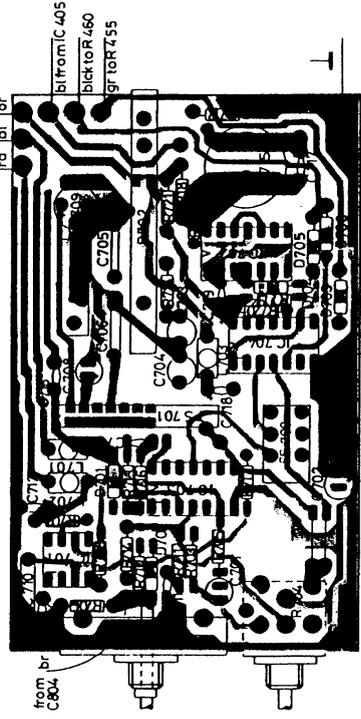
- Chassis (with OR1- and T1-Boards) 0
- EY-Preamplifier Unit. (EY-Board, Attenuator) 1
- Y-Amplifier, Channel Switching, Trig. Pick-off. (Y-Board) 2
- Trigger and Ext. X-Amplifier. (Trigger Board) 3
- Timebase and Trigger Circuits. (X-Board, IC Board) 4
- Power Supply and CRT Circuit. (Z-Board) 5
- Timebase Switch Unit. (TB-Board) 6
- Sweep Delay with After Delay Triggering. (Delay Board) 7
- Square-Wave Generator, Graticule Illum., Trace Rotation, Power Indicating, Delay Mode Switching and Indicating, After Delay Switching. (Front Board) 8
- HV-Converter, Overrange Circuit. (HV-Board, OR-Board) 9

All components of the Y-inputs, attenuators and Y-pre-amplifiers exist doubly for channel I and II.

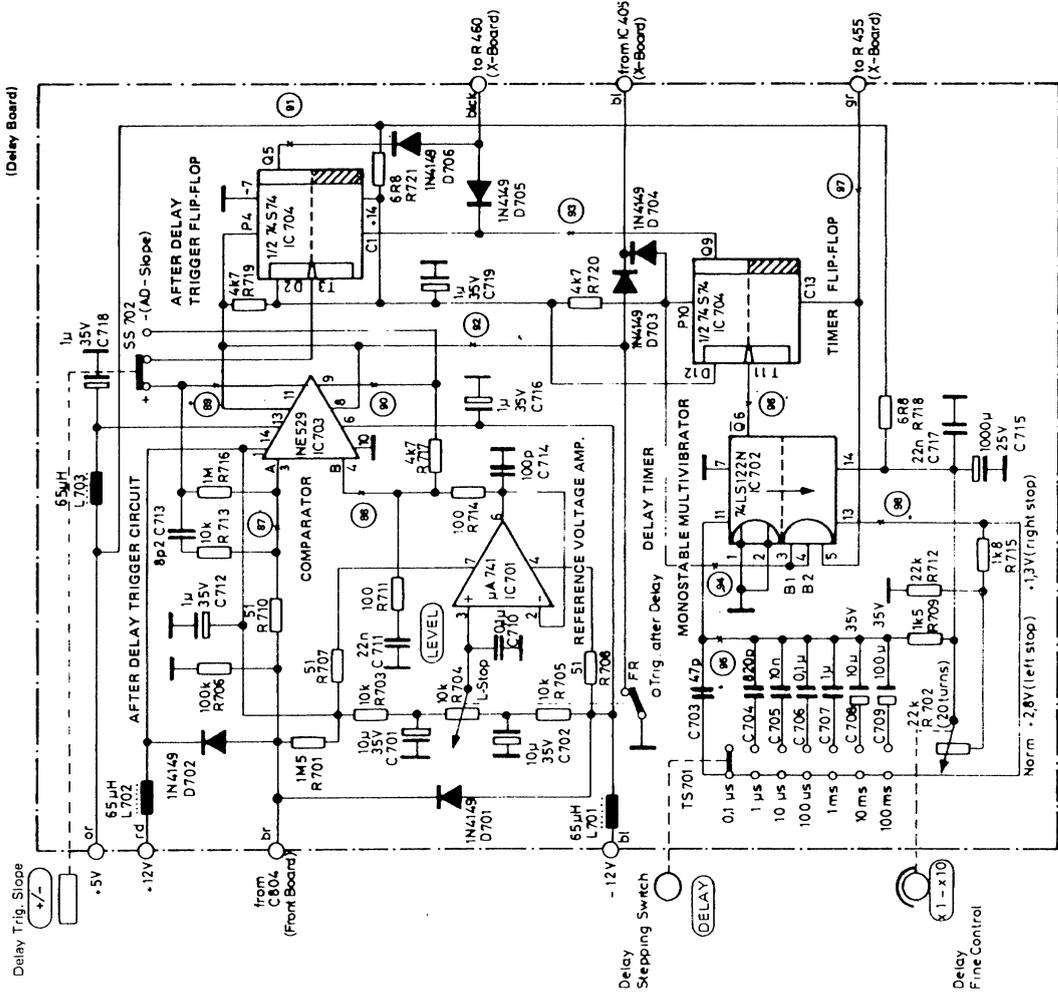
Distinctive marks:

- T 101 - I refers to Ch. I
- T 101 - II refers to Ch. II

COMPONENT LOCATIONS DELAY BOARD

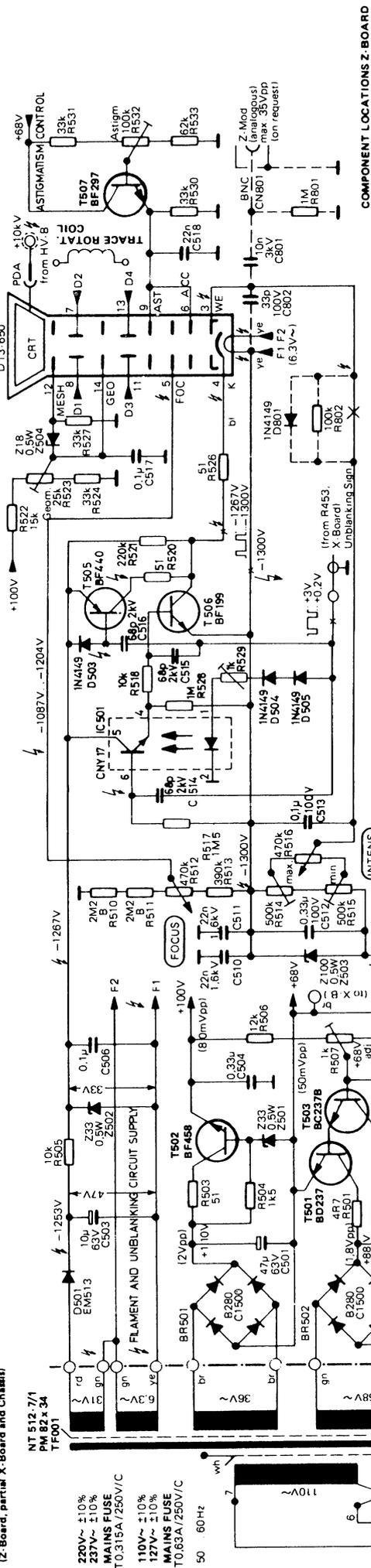


HM 512-8  
SWEEP DELAY with AFTER DELAY TRIGGERING  
(Delay Board)



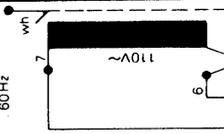
**POWER SUPPLY AND CRT CIRCUIT HM 512 - 8**

(Z-Board, partial X-Board and Chassis)

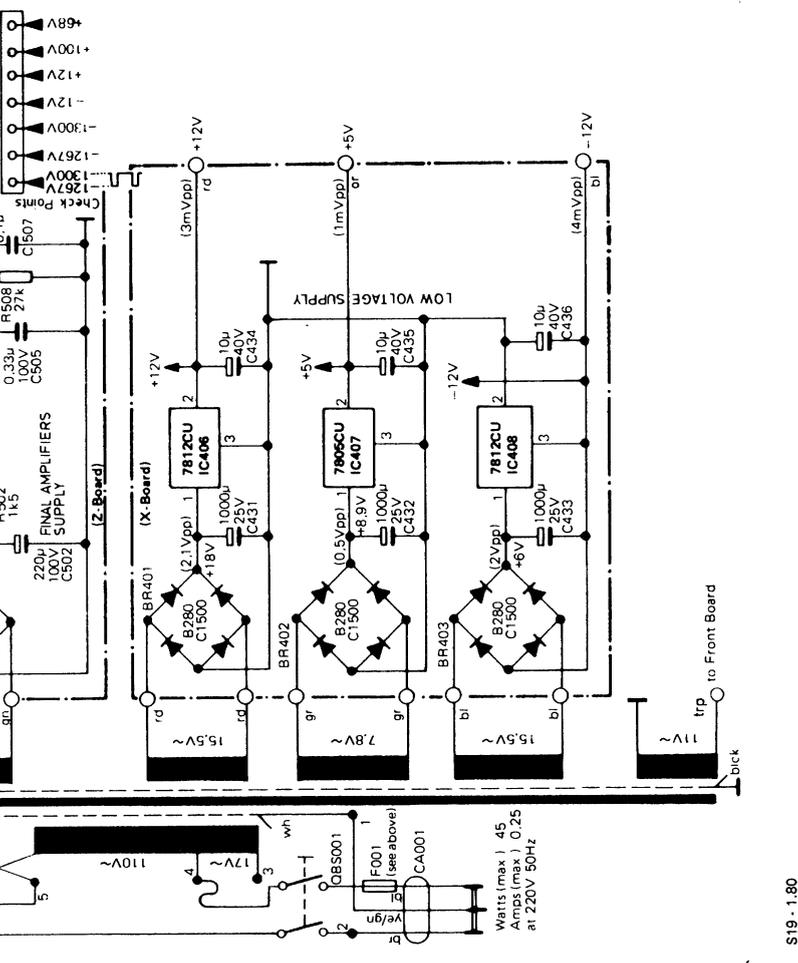
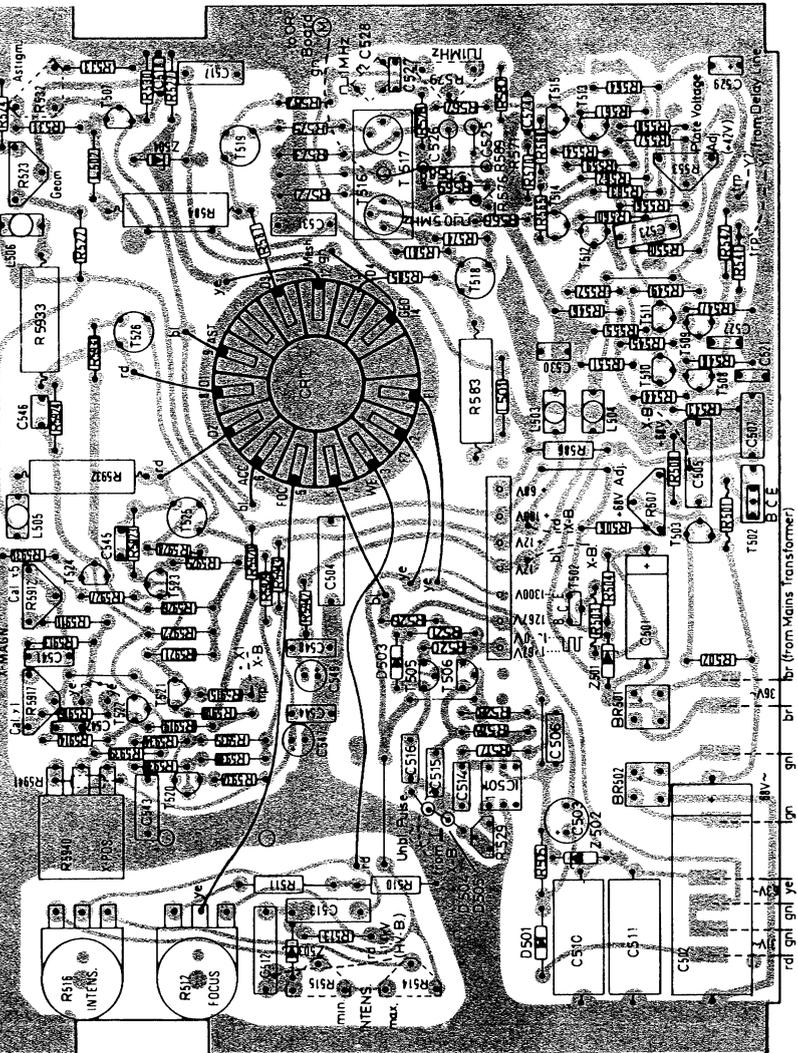


NT 512-7/1  
PM 82 x 34  
TF001

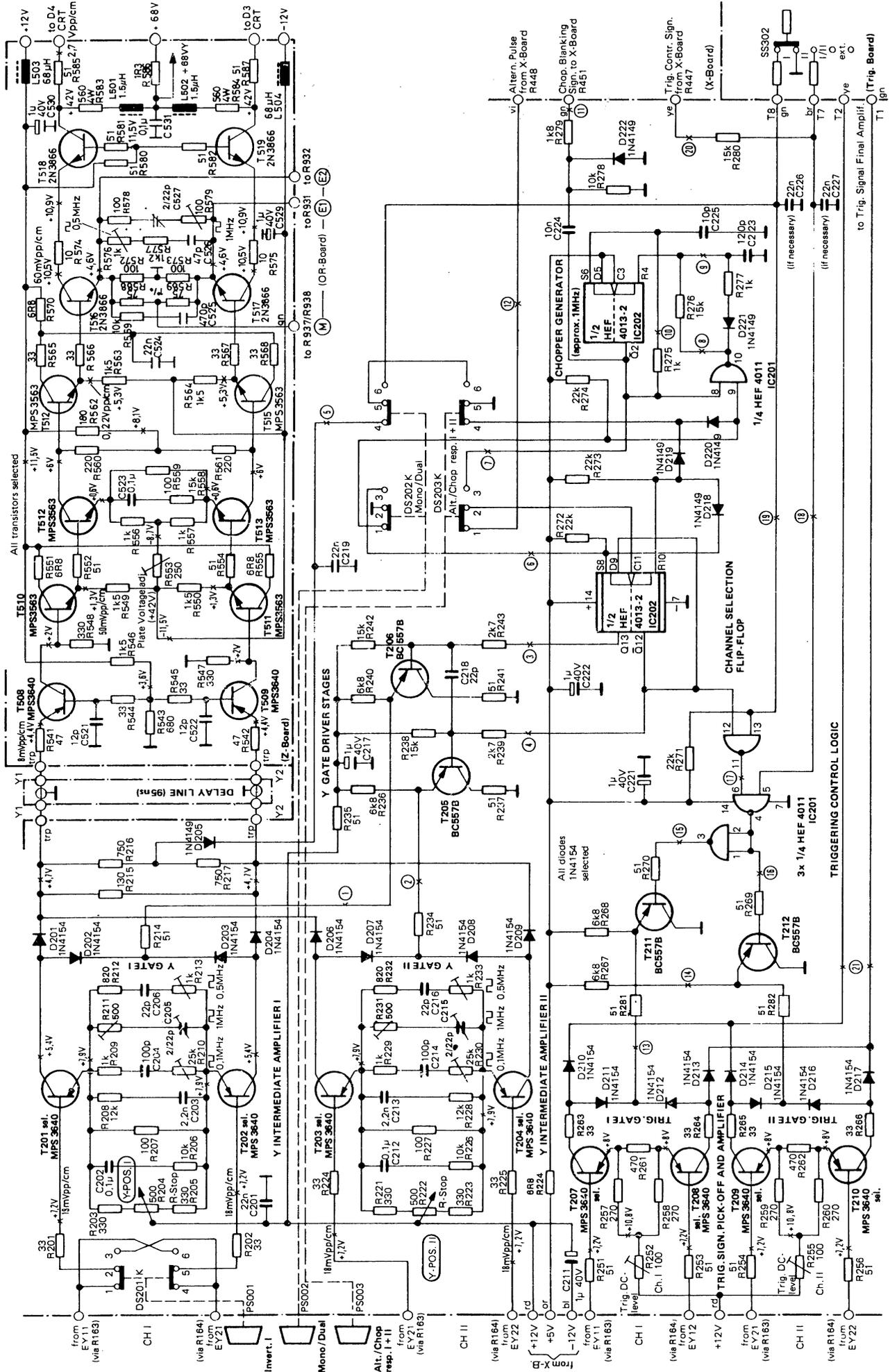
- 220V ~ ±10%
- 237V ~ ±10%
- MAINS FUSE**  
T.O.315A/250V/C
- 110V ~ ±10%
- 127V ~ ±10%
- MAINS FUSE**  
T.O.63A/250V/C
- 50 . 60Hz



**COMPONENT LOCATIONS Z-BOARD**

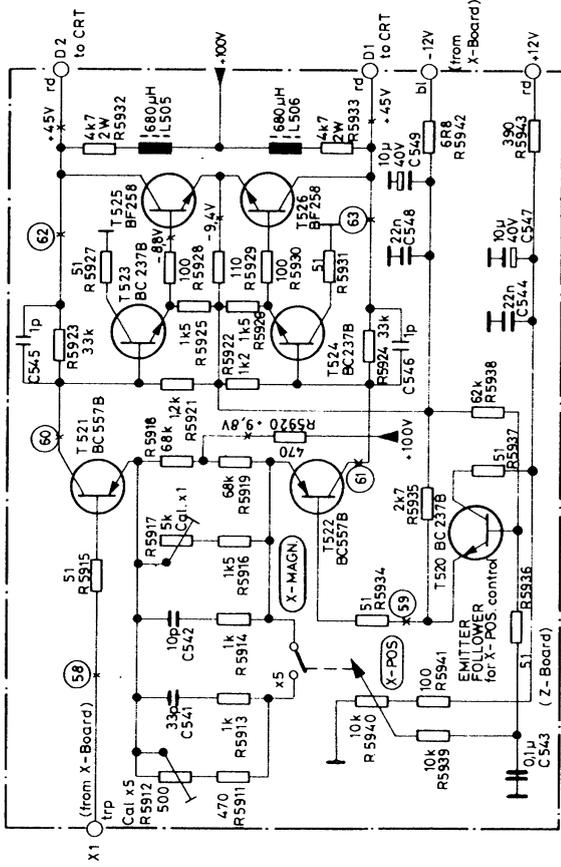


Y SIGNAL (AMPLIFIERS, DELAY LINE, CHANNEL SWITCHING, GATES, CHANNEL FLIP-FLOP, CHOPPER GENERATOR) HM 512 - 8  
 TRIGGER AND EXT. X SIGNAL (PICK-OFF, CHANNEL SWITCHING, TRIGGERING CONTROL LOGIC)  
 (Y-Board, partial 2-Board)

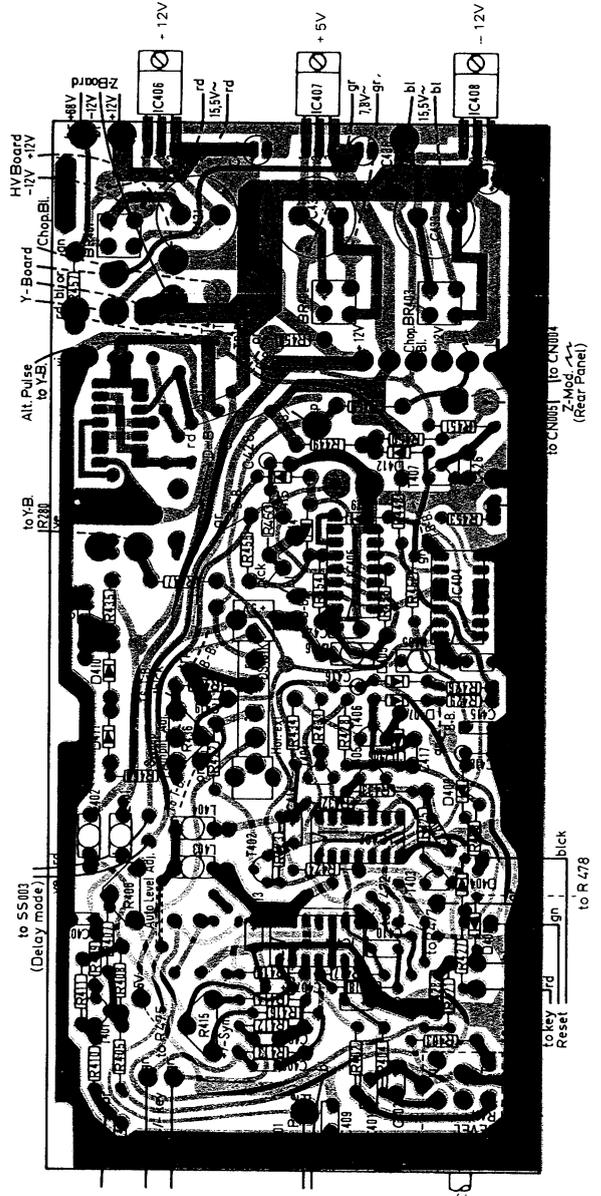


**X FINAL AMPLIFIER**  
(Z-Board)

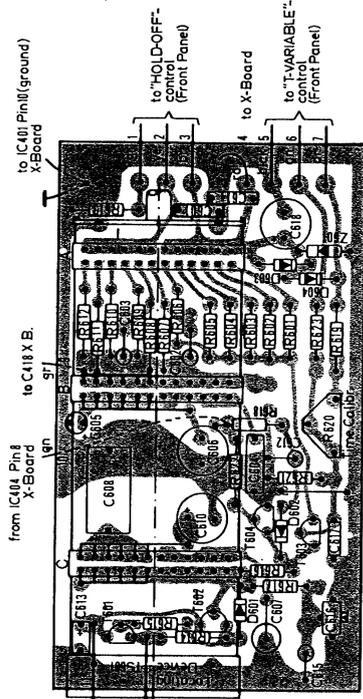
HM 512 - 8



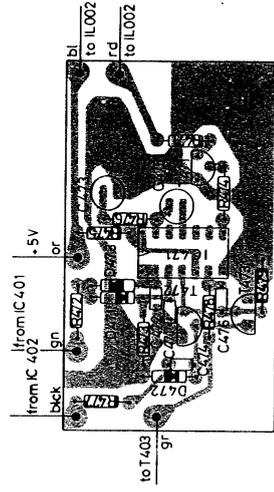
**COMPONENT LOCATIONS X-BOARD**



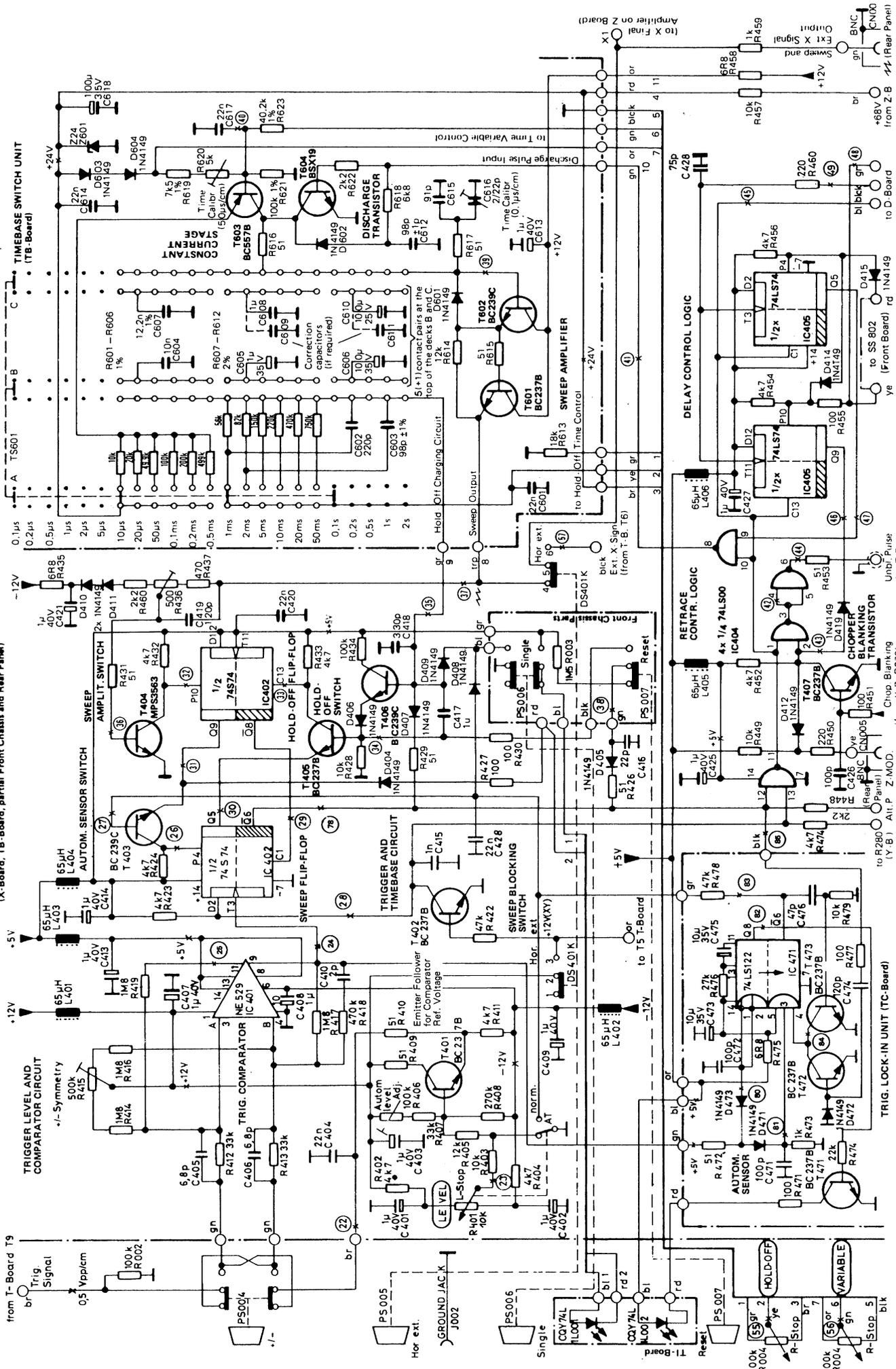
**COMPONENT LOCATIONS TB-BOARD**



**COMPONENT LOCATIONS TC-BOARD**

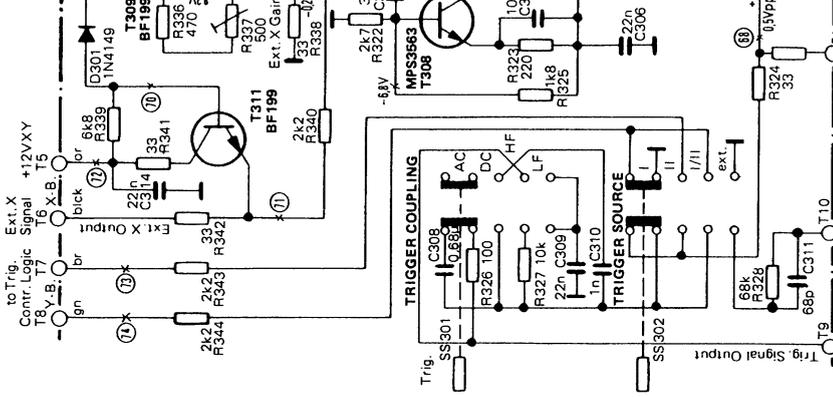


**TIMEBASE AND TRIGGER CIRCUITS SWEEP AMPLIFIER, RETRACE AND DELAY CONTROL, TRIG. LOCK-IN UNIT HM 512-8**  
 (X-Board, TB-Board, partial Front Chassis and Rear Panel)

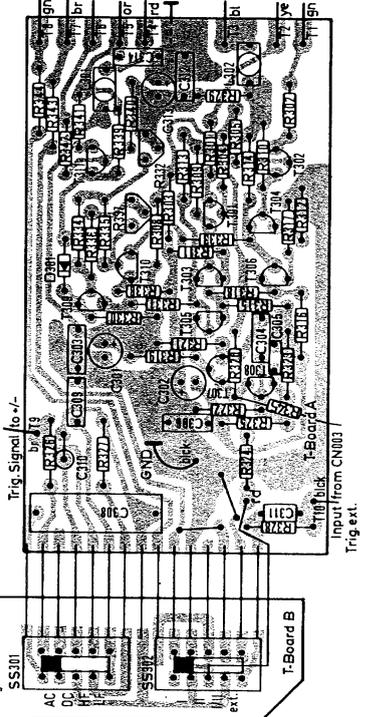


**TRIGGER AND EXT. X AMPLIFIER** HM 512 - 8

(T-Board)

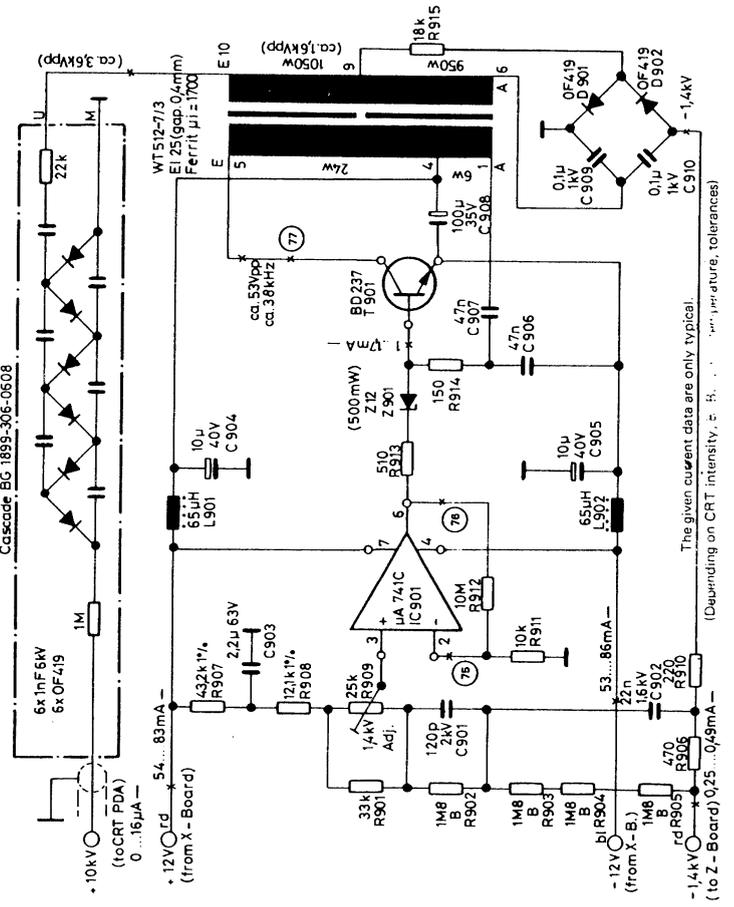


**COMPONENT LOCATIONS T-BOARD (A + B)**



**HIGH VOLTAGE CONVERTER** HM 512 - 8

(HV-Board)



**COMPONENT LOCATIONS HV-BOARD**

