

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und II,
Kanalumschaltung: altern. und chop. (ca. 1 MHz).
 Summe und Differenz: $K II \pm K I$ (invertierbar).
XY-Betrieb: gleiche Empfindlichkeitsbereiche.

Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich beider Kanäle:
 0 bis 20 MHz (-3dB), 0 bis 28 MHz (-6dB).
 Anstiegszeit: 17,5 ns. Überschwinger: max. 1%.
Ablenkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen
 von 5 mV/cm bis 20 V/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens **2 mV/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 28 pF.
 Eingangskopplung: DC-AC-GND.
 Eingangsspannung: max. 500 V (DC + Spitze AC).
Y-Ausgang von K I oder K II: ca. 90 mV/cm.
 Y-Überbereichsanzeige: mit 2 LEDs.

Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 21 kalibrierte Stellungen
 von 0,5 μ s/cm bis 2 s/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens 200 ns/cm,
 mit Dehnung x10 ($\pm 5\%$) bis ca. **20 ns/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1.
 Sägezahn-Ausgang: ca. 5 V (positiv steigend).
Triggenung: automatisch auf Spitzenwert oder
 Normaltriggenung. Mit Trigger-LED-Anzeige.
Einzelablenkung: mit Single- und Reset-LED-Taste.
 Triggenflankenrichtung: positiv oder negativ.
 Triggenquelle: K I, K II, altern. K I/II, Netz, extern.
 Triggenkopplung: AC, DC, HF- und NF-Filter.
Triggen Schwelle: intern 5 mm, extern 0,3 V.
 Triggenbandbreite: 0 bis 50 MHz.
Ablenkverzögerung: 7 dekadische Stellungen
 von 100 ns bis 0,1 s, variabel ca. 10:1 bis 1 s.
 Funktionsarten: suchen, verzögert. LED-Anzeige.

Horizontal-Verstärker (X)

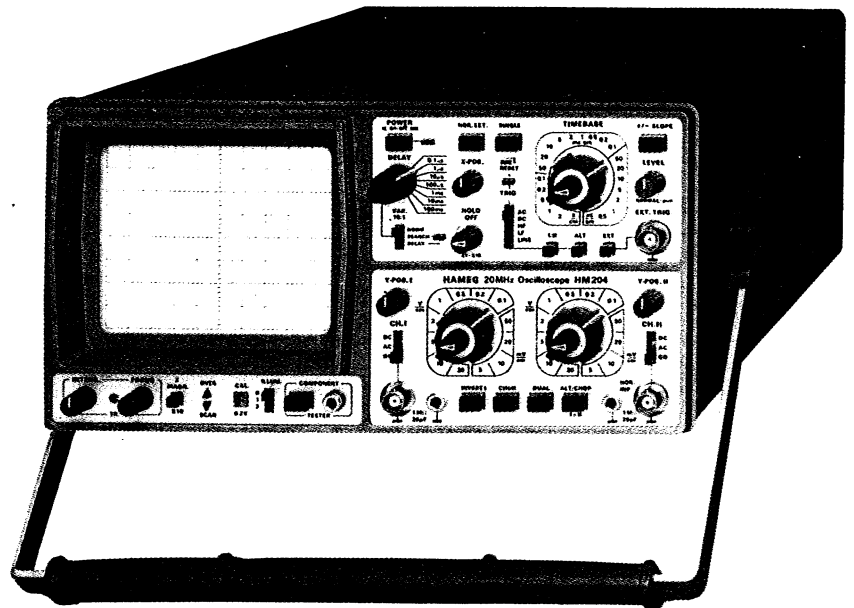
Frequenzbereich: 0 bis 1,8 MHz (-3dB).
 Eingang über K II (Daten wie Vertikal-Verstärker).
X-Y-Phasendifferenz: $< 3^\circ$ unterhalb 120 kHz.

Komponenten-Tester

Testspannung: max. 8,5 Veff (Leerlauf).
Teststrom: max. 24 mAeff (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz (Netzfrequenz).
 Prüfkreis liegt einseitig an Masse (Schutzleiter).

Verschiedenes

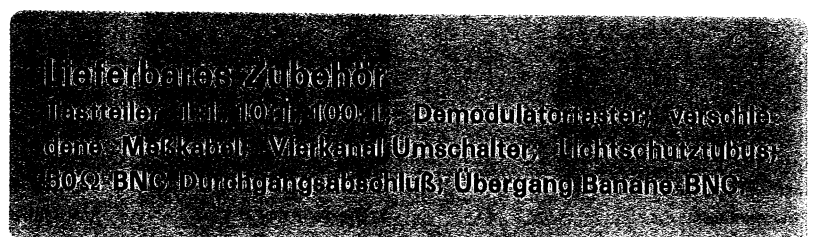
Strahlröhre: D14-362 GY/93, **8x10 cm**, 2 kV,
 (Nachleuchtröhre GM/93 gegen Aufpreis),
 Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
 Eingang für Z-Modulation: positiver TTL-Pegel.
 Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
 Rasterbeleuchtungsschalter: dreistufig.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz für
 Tastteiler-Abgleich. Ausgangsspann.: 0,2 V $\pm 1\%$.
Elektronische Regelung der Betriebsspannungen.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411, IEC 348)
 (Schutzklasse II gegen Aufpreis).
 Netzanschluß für 110, 125, 220, 240 V ~.
 Zulässige Netzspannungsschwankung: $\pm 10\%$.
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 38 Watt.
 Gewicht: ca. 7,5 kg. Farbe: techno-braun.
 Gehäuse (mm): **B** 285, **H** 145, **T** 380.



- **Y: 0-20MHz, max. 2mV/cm**
- **X: 20ns/cm bis 2s/cm**
- **Triggenung 0 bis 50MHz**
- **Komponenten-Tester**

Welchen Leistungsstandard **HAMEG**-Oszilloskope heute erreicht haben, demonstriert besonders der neue **HM204**. Ungewöhnlich in dieser Preisklasse sind vor allem die hohe **Auflösung** der Zeitbasis bis **max. 20 ns/cm** und außerdem die **verzögerbare Zeitablenkung**. Mit dieser können, wie bei Oszilloskopen mit zweiter Zeitbasis, auch kleinste Details durch **Ausschnittvergrößerung** dargestellt werden. Die Vielzahl der Triggenmöglichkeiten inklusive variable Hold-off-Zeit sowie die **bis etwa 50 MHz** noch einwandfrei arbeitende **Spitzenwert-Triggenung** lassen erkennen, was der **HM204** zu bieten hat. Für die Prüfung einzelner Bauelemente sowie für schnelle Tests „direkt in der Schaltung“ besitzt dieses Gerät auch einen **Komponenten-Tester** mit Einknopfbedienung.

Trotz der Vielzahl der Betriebsarten ist die Anordnung der Bedienelemente sehr übersichtlich. Der Bedienungskomfort wird noch erhöht durch **diverse LED-Anzeigen** für Overscan, Delay-Mode, Einzelablenkung und Triggenung. Rechteckröhre mit **beleuchtbarem Innenraster** und **Strahldrehung** sind Standard. Die Anwendung des **HM204** erstreckt sich auf alle Gebiete der Elektronik.



Änderungen vorbehalten.

Allgemeines

Eine **solide mechanische Konstruktion** und die sinnvolle Unterteilung der Schaltung auf **steckerverbundene Leiterplatten** mit wenigen Ein- und Ausgängen zeugen von der inneren Reife des **HM204**. Im Gegensatz zu anderen Flachgeräten kommt das Gerät mit einem **Minimum an Draht-Lötverbindungen** aus. Bedienungs- und Service-Hinweise werden ausführlich im beiliegenden Manual behandelt.

Betriebsarten

Der HM204 ist für **1- oder 2-Kanal-Betrieb** 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. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen algebraisch addiert werden. Bezeichnend für die Bedienung des Gerätes ist, daß alle angeführten Betriebsarten mit nur vier Tasten einzustellen sind. Bei externer Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) wird das **X-Signal über Kanal II** zugeführt. Eingangsimpedanz und maximale Empfindlichkeit sind dann für X- und Y-Ablenkung gleich.

Vertikalablenkung

Der HM204 besitzt zwei Vorverstärker mit **diodengeschützten FET-Eingängen**. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln, wechselweise oder zusammen an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit bistabil gesteuerten Diodengattern. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Die Eingangsstufen der Vorverstärker sind für **geringste Drift** mit **monolithisch integrierten Bausteinen** bestückt. Um auch höhere Frequenzen stabil triggern zu können, liegen die **Bandbreiten der Vorverstärker** bei etwa **50MHz**. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers hängt hauptsächlich von der Endstufe ab. Die angegebenen Werte beziehen sich auf **-3dB (70% von 80mm)**. Überschreibungen des Schirmrasters in Y-Richtung werden durch **zwei Leuchtdioden** angezeigt.

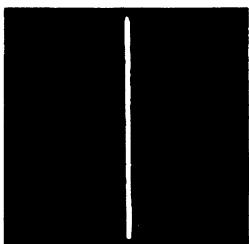
Zeitablenkung

Die Zeitbasis des HM204 arbeitet mit einem **monolithisch integrierten Spannungskomparator bis mind. 50MHz**. Der Triggereinsatz wird durch **LED** angezeigt. Bei der automatischen **Spitzenwert-Triggerung** erzeugt der Ablenkgenerator auch ohne Signal immer eine Zeitlinie. Die Einstellung auf den Spitzenwert erlaubt jetzt auch die automatische Triggerung von Rechtecksignalen mit extremen Tastverhältnissen. Bei besonders schwer triggerbaren Signalgemischen oder aperiodischen Signalen erhält man eine stabile Darstellung durch die **variable Hold-off-Zeit**. Mit der **Einzel-Zeitablenkung** lassen sich einmalige Vorgänge getriggert wiedergeben oder fotografieren. Der HM204 ist von Kanal I, Kanal II, sowie abwechselnd von KI und KII, vom Netz oder extern mit **AC-, DC-, HF- oder NF-Filter-Ankopplung** triggerbar. Für die stark gedehnte Aufzeichnung von Signalauschnitten besitzt der HM204 eine **Zeitablenkverzögerung**. Begrenzt durch die kürzeste Ablenkzeit können z.B. bis zum Ablenkbereich **10µs/cm** einzelne **Details 200fach vergrößert** dargestellt werden. Besonders interessant ist die verzögerbare Zeitbasis auch für die Analyse komplizierter Signalgemische. So kann unter anderem der Burst eines Farbfernsehsignals **über den ganzen Schirm gedehnt** dargestellt werden. Die Delay-Betriebsarten sind durch LED-Anzeige deutlich zu unterscheiden.

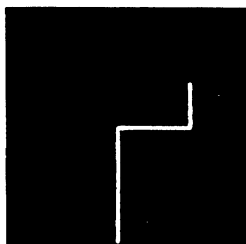
Komponenten-Tester

Durch **Drücken einer einzigen Taste** wird der HM204 auf Testbetrieb umgeschaltet. Das Testergebnis ist am Bildschirm abzulesen. Bildhöhe und Bildbreite sind fest eingestellt. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauelemente dadurch nicht zerstört werden können. Neben einzelnen Bauteilen können auch solche **direkt in der Schaltung** geprüft werden. Die Fehlerlokalisierung in komplexen Schaltkreisen ist an Hand einer funktionierenden Vergleichsschaltung ganz besonders **einfach und zeitsparend**. Weil die Oszilloskop-Einstellung nicht geändert wird, genügt **ein Tastendruck zur Fortsetzung des Oszilloskop-Betriebs**.

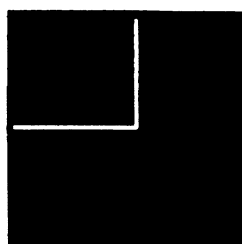
Beispiele von Testbildern



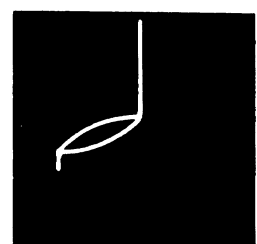
Kurzschluß



Z-Diode unter 8 Volt



Transistor Basis/Collector



Transistor Emitter/Basis
parallel mit 1µF + 680Ω

Allgemeine Hinweise

Der HM204 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie sein Vorgänger HM412. 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. Direkt unter dem Bildschirm befinden sich links die Einstellelemente für Helligkeit (**INTENS.**), Schärfe (**FOCUS**) und Strahldrehung (**TR** = trace rotation). Rechts ist das Komponenten-Tester-Feld mit Umschalttaste und Steckbuchse. Dazwischen liegen Dehnungstaste (**X-MAGN. X10** = X magnification x10), Y-Überbereichsanzeige (**OVERSCAN** = overscanning indication), Calibratorausgang (**CAL. 0.2V**) und Rasterbeleuchtungsschalter (**ILLUM.** = illumination).

Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netzstastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**). Weiter sind hier die Einstellelemente für Zeitbasis (**TIMEBASE**), Triggerung (**TRIG.** = triggering), horizontale Strahlage (**X-POS.** = X position) und Ablenkverzögerung (**DELAY**) angebracht. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

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

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall. Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Der HM204 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30-35MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirms auf ca. 4-5 cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblema-

tisch. Beispielsweise wird bei ca. 25MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20ns/cm) alle 2cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur $\pm 3\%$. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 6MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 20MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirms stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen 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 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 Warnver-

merke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. **Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der **Schutzklasse I**. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 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 HM204 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 HM204 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

Vor der ersten Inbetriebnahme muß der Netzspannungswähler kontrolliert werden!

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzschnurbuchse herausgezogen und nach Drehung um jeweils 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das auf dem Rückdeckel des Gerätes befindliche weiße Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Diese ist also immer an der **unteren** Kante des Sicherungshalters ablesbar. Die Netzsicherung muß der geänderten Netzspannung entsprechen und, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Typ und Nennstrom der Sicherung sind auf der Gehäuserückseite und in der Service-Anleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 4 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre kalibrierte Stellung C einzurasten. Die auf vier Knopfkappen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß der mit dem LEVEL-Knopf verbundene Ruck-Zug-Schalter für die Triggerart-Umschaltung in Stellung AT steht, also nicht gezogen ist und daß der DELAY-Schiebeschalter NORM.-SEARCH-DELAY in der obersten Stellung NORM. steht.

Mit der roten Netztaaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 10 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht, oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den **LEVEL**-Knopf zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser Knopf gedrückt in der **AT**-Stellung

(Automatische 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.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplungschiebeschalter **DC-AC-GD** für **CH.I** in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

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

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

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die thermischen Eigenschaften der Doppel-FETs in den Eingängen der beiden Vertikalverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich **beim Durchdrehen des Feinstellers** (kleiner Knopf mit roter Pfeilkappe) am **CH. I** bzw. **CH. II** Eingangsteiler die Strahlage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers mit einer Klingbreite von ca. 3mm korrigiert. Die Öffnungen hierzu befinden sich auf der Unterseite des Gehäusemantels (ca. 10cm von der Gehäuse-Vorderkante, ungefähr in Flucht mit dem Teilerschalter für Kanal I und II; Eintauchtiefe ca. 20mm). Die Klingenaufnahme der Balance-Einstellung hat Trichterform und Kreuzschlitz, so daß die Einführung des Schraubenziehers problemlos ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Ein-

gangskopplung auf **GD**) wird der Feinstellknopf ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die vertikale Strahlage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

Art der Signalspannung

Mit dem HM204 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 20MHz 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 Vertikalverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM204 ist deshalb nur bis ca. 2MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers und/oder der **HOLD-OFF**-Zeit-Einstellung erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der **TRIG.**-Wahlschalter in Stellung **LF** stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse durch ein Tiefpaß-Filter so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender PegelEinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

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

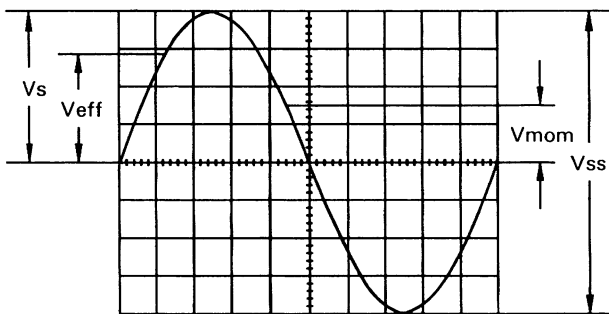
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Wechselstromkopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-

Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit DC-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

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

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



Spannungswerte an einer Sinuskurve
V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert; V_{mom} = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1cm hohes Bild beträgt ca. 2mV_{SS}, wenn der **Feinsteller** am auf **5mV/cm** eingestellten Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten am Eingangsteiler 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 Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. **Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung C stehen** (Pfeil waagrecht nach links zeigend). Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160V_{SS} aufzeichnen.

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,

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

A = Ablenkkoeffizient in V/cm am Teilerschalter läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H$$

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

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

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM204 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

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

U zwischen 2,5mV_{SS} und 160V_{SS},

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

Beispiele:

Eingest. Ablenkkoeffizient **A = 50mV/cm** $\hat{=}$ 0,05V/cm, abgelesene Bildhöhe **H = 4,6cm**,

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

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

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

gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = 5cm

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

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

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

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

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

einzustellender Ablenkkoeffizient A = 10V/cm

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselfpannung) 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).

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

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **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 einer blauen Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feinsteller in seiner calibrierten Stellung C** stehen (Pfeil waagrecht nach links zeigend).

Mit den Bezeichnungen

L = Länge in cm einer Welle auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Frequenz in Hz der Folgefrequenz des Signals,
Z = Zeitkoeffizient in s/cm am Zeitbasisschalter
 und der Beziehung $F = 1/T$ lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

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

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

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

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM204 innerhalb folgender Grenzen liegen:

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

T zwischen 0,05µs und 20s,

F zwischen 0,05Hz und 20MHz,

Z zwischen 0,5µs/cm und 2s/cm in 1-2-5 Teilung

(**bei ungedrückter Taste X MAGN. X10**), und

Z zwischen 0,05µs/cm und 0,2s/cm in 1-2-5 Teilung

(**bei gedrückter Taste X MAGN. X10**).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs **L** = 7 cm,
 eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5µs/cm,
gesuchte Periodenzeit T = $7 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 3,5 \mu s$
gesuchte Folgefrequenz F = $1 : (3,5 \cdot 10^{-6}) = 286 \text{ kHz}$.

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5s,
 eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2s/cm,
gesuchte Wellenlänge L = $0,5 : 0,2 = 2,5 \text{ cm}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1 cm,
 eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10ms/cm,
gesuchte Brummfrequenz F = $1 : (1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$.

TV-Zeilensfrequenz **F** = 15 625Hz,
 eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10µs/cm,
gesuchte Wellenlänge L = $1 : (15 \cdot 625 \cdot 10^{-5}) = 6,4 \text{ cm}$.

Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4cm, max. 10cm,
 Frequenz **F** = 1 kHz,
 max. Zeitkoeffizient **Z** = $1 : (4 \cdot 10^3) = 0,2 \text{ ms/cm}$,
 min. Zeitkoeffizient **Z** = $1 : (10 \cdot 10^3) = 0,1 \text{ ms/cm}$,
einzustellender Zeitkoeffizient Z = **0,2 ms/cm**,
dargestellte Wellenlänge L = $1 : (10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}) = 5 \text{ cm}$.

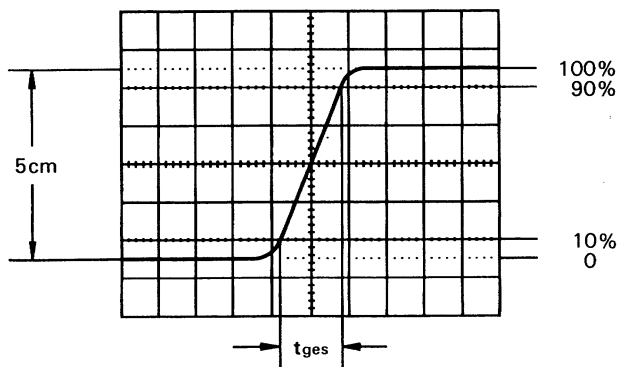
Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 0,8cm,
 eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5µs/cm,
gedrückte Dehnungstaste x10: Z = 0,05µs/cm,
gesuchte Folgefrequenz F = $1 : (0,8 \cdot 0,05 \cdot 10^{-6}) = 25 \text{ MHz}$,
gesuchte Periodenzeit T = $1 : (25 \cdot 10^6) = 40 \text{ ns}$.

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 200fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist unter Umständen auch noch mehr möglich. Dies setzt jedoch immer voraus, daß der am **TIMEBASE**-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode gleich oder größer 50µs/cm ist (bei eingeschalteter Dehnung x10), 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 **5cm** hohe und symmetrisch zur Mittellinie

eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in $\pm 2,5\text{cm}$ Mittenabstand. **Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien mit $\pm 2\text{cm}$ Mittenabstand und 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 einem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von $0,5\mu\text{s}/\text{cm}$ und gedrückter Dehnungstaste $\times 10$ ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6\text{cm} \cdot 0,5\mu\text{s}/\text{cm} : 10 = \mathbf{80\text{ns}}$$

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

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM204 ca. $17,5\text{ns}$). Ist t_{ges} größer als 100ns , dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden.

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t_a = \sqrt{80^2 - 17,5^2} = \mathbf{78\text{ns}}$$

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 Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung

der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d. h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) 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 50Ω -Kabels wie z. B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω -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 10V_{eff} oder — bei Sinussignal — mit $28,3\text{V}_{\text{ss}}$ erreicht. Wird ein Tastteiler 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 Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. $10\text{M}\Omega \parallel 12\text{pF}$). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Abgleich des Tastteilers“, Seite M7).

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

Beim 100:1 Tastteiler HZ37 ist die zulässige Eingangswchelspannung frequenzabhängig begrenzt:

unterhalb 20kHz (TV-Zeilenfrequenz!) auf
 $\text{max. } 1500\text{Vs} \triangleq 3000\text{V}_{\text{ss}} \triangleq 1061\text{V}_{\text{eff}}$;
oberhalb 20kHz (mit f in MHz) auf

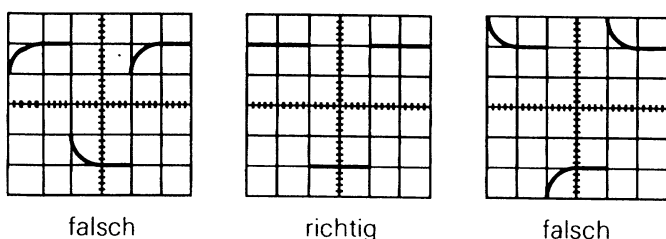
$$\frac{212}{\sqrt{f}} \text{Vs} \triangleq \frac{424}{\sqrt{f}} \text{V}_{\text{ss}} \triangleq \frac{150}{\sqrt{f}} \text{V}_{\text{eff}}$$

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

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

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers abgestimmt werden. Der HM204 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von $0,2V_{SS} \pm 1\%$. 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 (Feinsteller 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 Zeit-Eichung 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 Ablenkkoeffizienten-Kontrolle) wie horizontale Impulsdächer, calibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach.

Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 4 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei **Mono**-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur **Kanal I** betriebsbereit. Bei **Mono**-Betrieb mit **Kanal II** ist die Taste **CH I/II** zu drücken. Die Triggerung im Timebase-Feld ist durch Drücken der kleinen Taste **I/II** entsprechend umzuschalten. Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Darstellung 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 Ablenkeperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopped mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei dargestellt. Für Signale mit höherer Folgefrequenz als 1 kHz ist die Art der Kanalschaltung weniger wichtig. Ist die Taste **ALT/CHOP (I + II)** allein 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 der **Y-POS.**-Einstellung **beider** Kanäle abhängig.

Für **XY-Betrieb** wird die Taste **HOR. EXT.** betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang (**HOR. INP.**) von **Kanal II** zugeführt. **Eingangsteiler und Feineinstellung von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt.** Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Knopf zu benutzen. Die Positionseinstellung von Kanal II ist bei XY-Betrieb abgeschaltet. Maximale Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X MAGN. X10** für die Dehnung der Zeitlinie darf dabei nicht gedrückt werden. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 1,8 MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

Signalspannung zwischen zwei hochliegenden Schaltpunkten werden oft im **Differenzbetrieb** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem

bekanntem 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 Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und der 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 Vertikalverstärker total übersteuert (siehe unten: „Y-Überbereichsanzeige“). Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8cm hoch ist. Bei mehr als 160Vss 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 im Bedienungsfeld direkt unter dem Bildschirm übereinander angeordnet sind. Leuchtet eine der Lampen ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten **Y-POS.**-Knopf 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.**-Knöpfe verstellbar 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 möglichst oft mit Automatischer Triggerung **AT (LEVEL-Knopf gedrückt)** gearbeitet 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 die Rasterfläche in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal mit einer relativ hohen Gleichspannung überlagert, kann bei **DC-Kopplung** des Vertikalverstärkers 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 10MHz, weil dort naturgemäß die Reserve immer kleiner wird.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst, also 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-Knopf** gedrückt in Stellung **AT (Automatische Spitzenwert-Triggerung)**, 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 aufgezeichnet werden, wenn die auf dem Bildschirm dargestellte Signalarhöhe **mindestens 5mm** beträgt (Triggerschwelle bei interner Triggerung). Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Der Triggerpunkt auf der Signalkurve wird mit der **LEVEL-Einstellung** gewählt. Mit „level“ bezeichnet man den Pegel der Triggerkomparator-Gleichspannung, deren Amplitude und Vorzeichen mit dem **LEVEL-Knopf** einstellbar sind. Bei momentaner Übereinstimmung dieser Vergleichsspannung mit einem Punkt auf der Triggersignalkurve gibt der Komparatorausgang einen positiven Spannungssprung (TTL-Pegel) ab, der nach Freigabe einen erneuten Hinlauf der Zeitablenkung auslöst. Bei automatischer Spitzenwert-Triggerung stellt sich der Fangbereich immer auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein. Vorteilhaft bei dieser Trig-

gerat 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**-Knopf fast an den Anschlag gestellt wurde. Dann fällt u. U. bei der folgenden Messung wegen extrem anderer Bildhöhe und/oder Signalform die Triggerung aus. Eine kleine Drehung am **LEVEL**-Knopf zur Bereichsmittle hin ergibt aber wieder eine stabile Bilddarstellung. **Diese automatische Spitzenwert-Triggerung gilt prinzipiell auch für externe Triggerung über die BNC-Buchse EXT. TRIG.** im X-Feld.

Mit **Normaltriggerung** (gezogener **LEVEL**-Knopf) und **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung auch für sehr komplexe Signalformen an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Bei Normaltriggerung ist der mit der **LEVEL**-Einstellung erfaßbare Triggerbereich stark abhängig von der Bildhöhe des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Das Signalbild wird etwa ab Triggerpunkt dargestellt; es beginnt (links) normalerweise mit einer positiv steigenden Signalflanke. Soll die Darstellung eines Signals mit einer negativen, also fallenden Flanke beginnen, muß die mit **+/- SLOPE** (= Flankenneigung) bezeichnete Taste gedrückt werden. Besonders wichtig ist die richtige Flankenwahl, wenn nur ein Teil einer Signalperiode dargestellt werden soll.

Bei **interner Triggerung** und Einkanalbetrieb muß die Triggertaste **I/II** (unter dem **TIMEBASE**-Schalter) ungedrückt in Stellung **I** oder gedrückt in Stellung **II** stehen, je nach dem gewählten Vertikaleingang. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. Dabei sollte die einfachere Signalform zum Triggern bevorzugt werden. Mit **alternierender Triggerung** (gedrückte Taste **ALT.** im X-Feld) kann auch von beiden Kanälen gleichzeitig intern getriggert werden. Hierzu sollte mit Normaltriggerung gearbeitet werden. **Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein.** Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierender Kanalumschaltung (nur Taste **DUAL** gedrückt) mit dieser Triggerart nicht möglich. Auch in den anderen Betriebsarten wird bei gedrückter Taste **ALT.** immer nur Kanal I durchgeschaltet.

Zur **Netztriggerung** in Stellung **LINE** des **TRIG.**-Wahlschalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungs-spannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals

und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchro sind. Dies gilt ebenfalls — in gewissen Grenzen — für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u. a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung. Je nach Polung des Oszilloskop-Netzsteckers ist es möglich, daß mit ungedrückter Taste **+/- SLOPE** die Signaldarstellung mit einer negativen, also fallenden Flanke beginnt. Zur Korrektur genügt die Umpolung des Netzsteckers.

Für **externe Triggerung** ist die Taste **EXT.** unterhalb des **TIMEBASE**-Schalters zu drücken und das Synchron-Signal (**0,3 Vss bis 3 Vss**) der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen. Bei Einkanalbetrieb kann die **externe Zuführung auch über den Eingang von Kanal II** erfolgen (Taste **I/II** gedrückt). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 0,3 und 3 Vss liegt oder von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem Teilerschalter von Kanal II (**CH. II**) in einem Bereich von 5 mVss bis ca. 160 Vss 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 2-6 cm einstellt. Hierfür ist die Taste **CHI/II** zu drücken. Danach wird auf **CHI** zurückgeschaltet, wobei aber die Triggertaste **I/II** gedrückt bleibt.

Die Ankopplungsart des Triggersignals ist intern wie extern mit dem Triggerwahlschalter **TRIG.** (links neben **TIMEBASE**-Schalter) umschaltbar auf **AC** oder **DC**. DC-Triggerung ist jedoch 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 Tastenverhältnissen dargestellt werden müssen. Bei interner DC-Triggerung ist es empfehlenswert, immer mit Normaltriggerung (**LEVEL**-Knopf gezogen) zu arbeiten. In Stellung **AT** besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter **DC-Balance** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden.

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

Video-Signale mit Zeilenfrequenz sind dagegen mit **AC-** (evtl. auch **DC-**) Triggerkopplung darstellbar.

Für hochfrequente Signale empfiehlt sich die Stellung **HF**, bei der ein Hochpaß in der Triggerspannungszuführung Gleichspannungsschwankungen oder tieffrequente Störungen unterdrückt.

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

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung der **HOLD-OFF**-Zeit-Einstellung 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**-Knopf unbedingt wieder auf Linksanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u. U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Einmalige Vorgänge, z. B. Einschaltstromstöße oder das Bild der abklingenden Schwingung eines Resonanzkreises nach Stoßerregung, lassen sich mit einmaliger Zeitablenkung darstellen. Hierfür ist die Taste **SINGLE** zu drücken. Die darunter befindliche, mit **RESET** bezeichnete Leuchtdiode zeigt die Startbereitschaft der Zeitablenkung an. Leuchtet sie nicht, muß diese auch als Taste benutzbare Leuchtdiode kurz gedrückt werden. In manchen Fällen kann zwar bei der Darstellung 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 der **LEVEL**-Einstellung 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 **RESET** bezeichnete Leuchtdiode. Für eine Wiederholung des Vorgangs ist die **RESET**-Leuchttaste 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 linke Anschlagstellung **C** des Feinstellknopfes auf dem **TIMEBASE**-Schalter und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei Rechtsanschlag wird die Ablenkzeit um mindestens das 2,5fache verkürzt. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Bei 10facher Dehnung der Zeitachse (Taste **X MAGN. X10** gedrückt) ergibt sich dann in der obersten Stellung des **TIMEBASE**-Schalters zusammen mit der Rechtsdrehung des Feinstellknopfes eine **maximale Auflösung von ca. 20ns/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 automatischer Spitzenwert-Triggerung wie auch bei Normaltriggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die über dem **TRIG.**-Wahlschalter angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühligere **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. 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.

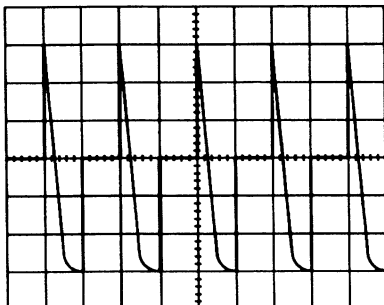
Ablenkverzögerung

Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der 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 **50µs/cm**-Bereich abwärts zu langsameren Ablenkgeschwindigkeiten hin ist **mindestens 100fache Dehnung** möglich. Bei Zeitkoeffizienten, die größer sind als 50µs/cm, erhöht sich zwar die maximale mögliche Dehnung proportional. Jedoch verringert sich mit zunehmender Dehnung die Bildhelligkeit. Sie kann in gewissen Grenzen erhöht werden (**INTENS.**

Knopf weiter nach rechts drehen, **FOCUS**-Knopf neu einstellen). In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines sehr stark gedehnten Bildes ein Lichtschutz-tubus HZ47 erforderlich. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jittert. Dies erkennt man daran, daß — verursacht durch Generator-Frequenzschwankungen — unscharfe breite Doppellinien mit verringerter Helligkeit entstehen.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend vom normalen Oszilloskop-Betrieb (**DELAY**-Schiebeschalter 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 sollte man die Dehnung x10 abschalten (**X MAGN.**-Taste herausstehend), den **HOLD-OFF**-Knopf in Calibrationsstellung **X1** belassen und den Zeit-Feinsteller auf **C** stellen. Die LED-Anzeige neben dem **DELAY**-Schiebeschalter leuchtet dabei nicht. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

Figur 1

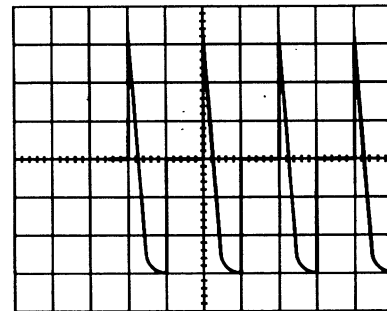


ART: **NORM.**
TIMEBASE: **0.5ms/cm**
LED: aus

Nun wird der **DELAY**-Schiebeschalter in Stellung **SEARCH** (= suchen) gesetzt. Dabei verschiebt sich der (linke) Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Diese Verschiebung soll nicht mit dem **X-POS.**-Knopf aufgehoben werden. 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 Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnitts erfolgt mit dem **DELAY**-Feinstellknopf **VAR. 10:1** auf dem Bereichsschalter. Der Drehbereich des **VAR.**-

Knopfes hat 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 Zeitabschnitt beginnt. In der **SEARCH**-Betriebsart blinkt die Leuchtdiode im **DELAY**-Feld.

Figur 2



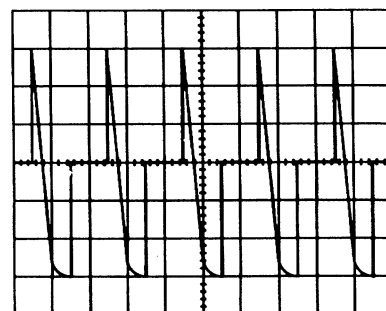
ART: **SEARCH**
DELAY-Zeitbereich: **1ms**
TIMEBASE: **0.5ms/cm**
LED: blinkt

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

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 **DELAY**-Schiebeschalter 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.

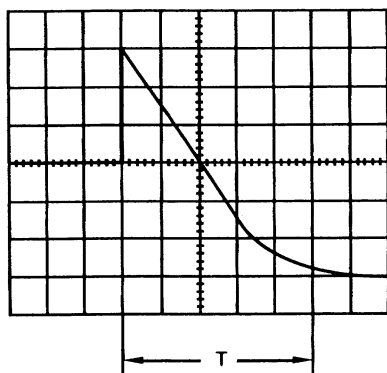
Figur 3



ART: **DELAY**
DELAY-Zeitbereich: **1ms**
TIMEBASE: **0.5ms/cm**
LED: Dauerlicht

Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit der interessierende Zeitabschnitt stark gedehnt werden. Mit dem DELAY-Feinsteller **VAR.** 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 0.5ms/cm auf **50µs/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-Feinsteller auf dem **TIMEBASE**-Schalter muß dabei in seiner kalibrierten Stellung **C** stehen.

Figur 4



ART:	DELAY
DELAY-Zeitbereich:	1 ms
TIMEBASE:	50µs/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.

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, 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 Signalteil phasenkonstanten Triggerpunkt zu finden. Bei kompli-

zierten 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**-, des Zeit-Feinstellers oder der **HOLD-OFF**-Zeiteinstellung erreicht. Mit Hilfe der **X MAGN. X10** 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.

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 wird empfohlen, 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-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-Schiebeschalter nicht auf **NORM.**, können Fehleinwirkungen, wie z. B. Strahlverdunklung oder partielle Ausblendung, entstehen. Daher ist die Anzeige dieser Leuchtdiode besonders zu beachten.

Komponenten-Test

Der HM204 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der CT-Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die Isolierbuchse im umrahmten **Component-Tester**-Feld (rechts unter dem Bildschirm) und über eine der Masse-Buchsen im Y-Feld. Bei gedrückter **Component-Tester**-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen. Deren Zuleitungen müssen also nicht gelöst werden (siehe aber unten „Tests direkt in der Schaltung“). Außer den **INTENS.**-, **FOCUS**- und **X-POS.**-Kontrollen haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf den Testbe-

trieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Wenn nötig, sind diese unter Bezeichnung HZ21 von HAMEG zu beziehen. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der CT-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des HM204 und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Massezeichen versehene Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist das für den Test einzelner Bauelemente ohne Belang.

Bei Tests in der Schaltung muß letztere unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Bei schutzgeerdeter Netzanschluß-Schaltung ist es dazu erforderlich, den Netzstecker der zu testenden Schaltung zu ziehen, damit auch deren Schutzleiterverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im HM204 liefert eine netzfrequente Sinusspannung, die die Reihenschaltung aus Prüfobjekt und einem eingebauten Widerstand speist. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z. B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmsche Widerstände zwischen 20Ω und $4,7k\Omega$ testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. **Schrägstellung und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei Netzfrequenz.** Kondensatoren werden im Bereich $0,1\mu F$ bis $1000\mu F$ angezeigt.

Bei **Halbleitern** erkennt man die **spannungsabhängigen Kennlinienknicke** beim Übergang von der leitenden in die nichtleitende Zone. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden **Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik** dargestellt (z. B. bei einer Z-Diode unter 8V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z. B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergän-

ge B-C, B-E, C-E. Da die am Testobjekt anliegende Spannung nur einige Volt beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller **Halbleiter zerstörungsfrei geprüft** werden. Andererseits ist deshalb ein Test der Durchbruch- oder Sperrspannung an Halbleitern für hohe Speisespannung ausgeschlossen. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Recht genaue Ergebnisse erhält man beim **Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen** des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere auch für Halbleiter. Man kann damit z. B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekanntenen Transistortyps schnell ermitteln. Wichtiger noch ist die einfache Gut-Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. — Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen — besonders wenn diese bei Netzfrequenz relativ niederohmig sind — ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein **Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung**. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z. B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der **Prüfbuchse ohne Massezeichen** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des HM204 angeschlossenen Meßkabel- und Taster-Verbindungen zur Schaltung hin

zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abtastung (doppelte Masseverbindung).

Die Testbilder auf Seite M15 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenggenerators (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 zwischenzuschalten.

Die Dunkelastung des Strahles erfolgt durch Low-TTL-Pegel (positive Logik) 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 Dunkelastung erforderliche Sinus- oder Rechteck-Generator sollte einen relativ niederohmigen Ausgang (max. 600 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. Die Strahlmodulation erfolgt in Hell-Dunkel-Sprüngen; Analogmodulation mit Helligkeitsabstufung ist nicht möglich. Der Modulationsgenerator muß synchronisierbar oder wenigstens in seiner Frequenz sehr fein verstellbar sein, wenn eine Auswertung der Z-Modulation (Tastlücken als Zeitmarken) erforderlich ist. Im allgemeinen ist es zweckmäßig, die Z-Modulationsfrequenz durch Vervielfachung der Meßfrequenz zu erzeugen. Dann ergeben sich stillstehende Zeitmarken.

Die Z-Modulation kann auch direkt an der **Z**-Buchse mit einem mechanischen Schalter (**ohne Stromquelle**) erfolgen:

Kontakt kurzgeschlossen $\hat{=}$ dunkel
Kontakt offen $\hat{=}$ 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-Triggerung ergibt sich ein stehendes Schirmbild.

Der HM204 besitzt auch einen **Y**-Ausgang mit BNC-Buchse auf der Gerät-Rückseite. Die Ausgangsspannung beträgt ca. 0,1V_{ss} pro cm Schirmbildhöhe. Die Y-Spannung wird dem Vertikalverstärker — wie das Triggersignal — entnommen und ist ebenso umschaltbar. Kanal I oder II wird mit der Triggertaste **I/II** im X-Feld ge-

wählt. Bei alternierender Kanalumschaltung (im Y-Feld nur Taste **DUAL** gedrückt) und alternierender Triggerung (im X-Feld die Taste **ALT.** gedrückt) wird der Y-Ausgang abwechselnd (im Takt der Zeitablenkung) von Kanal I und Kanal II gesteuert. Der Y-Ausgang ist unabhängig von der Y-Strahlage. Er reagiert also nicht auf Verstellung von **Y-POS. I** oder **Y-POS. II**, ebenso nicht auf die Invertierungstaste **INVERT I**. Der Y-Ausgang ist gleichstromgekoppelt und liegt ungefähr auf Nullpotential. Seine Bandbreite (ca. 20MHz bei Taster-Anschluß) hängt stark von der kapazitiven Belastung ab.

Für die fotografische Registrierung von Schirmbildern besitzt der HM204 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 **0** 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.

Aufstell-Tragegriff

Damit die Frontseite des Gerätes bei Tischaufstellung genau in Blickrichtung liegt, ist die Schräglage mit Hilfe des Tragegriffs in zwei Stellungen (\sphericalangle 10° und 21° gegen die Horizontale) einrastbar. Außerdem kann der Tragegriff an die Gehäuse-Oberseite oder Unterseite angelegt werden. Beim Tragen des Gerätes rastet der Griff automatisch in Frontstellung ein. **Der U-Winkel des Griffs hat zwei Endlagen, die durch leichtes Ziehen oder Drücken des Griffs beidseitig einrasten. In der Mittelstellung ist der Griff beliebig schwenkbar.**

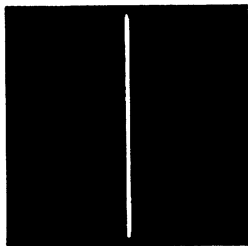
Wartung

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM204 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind.

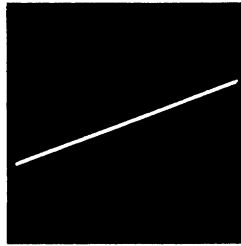
Zubehör

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

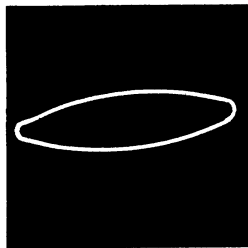
Testbilder Bauteile einzeln



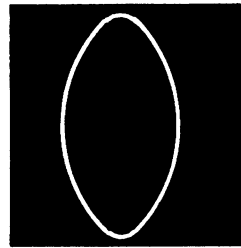
Kurzschluß



Widerstand 510Ω

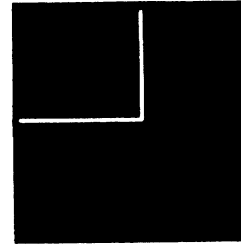


Netztrafo prim.

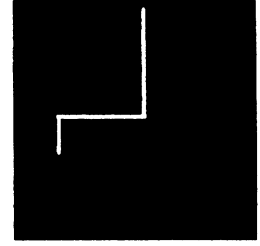


Kondensator 33μF

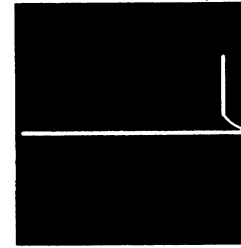
Testbilder Transistoren einzeln



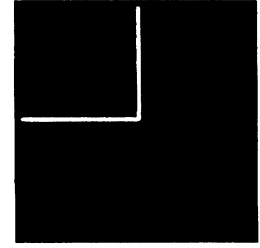
Strecke B-C



Strecke B-E

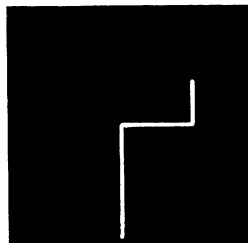


Strecke E-C

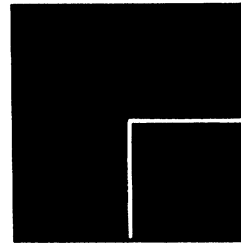


FET

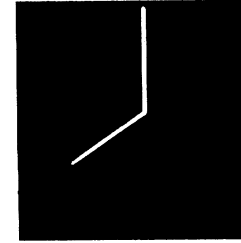
Testbilder Dioden einzeln



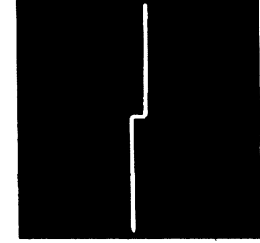
Z-Diode unter 8V



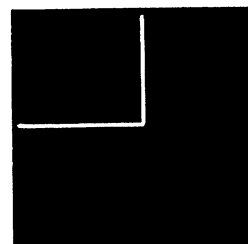
Z-Diode über 12V



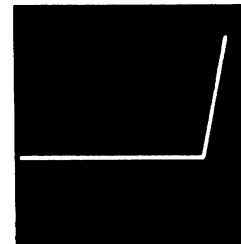
Diode parallel 680Ω



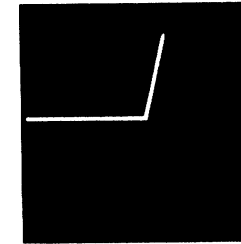
2 Dioden antiparallel



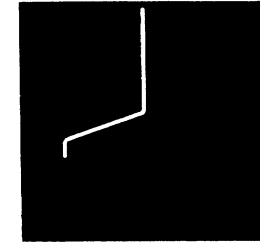
Siliziumdiode



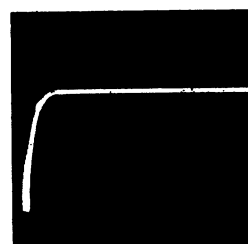
Germaniumdiode



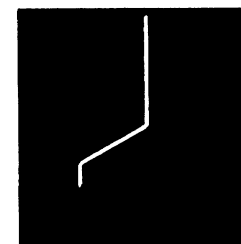
Diode in Reihe mit 51Ω



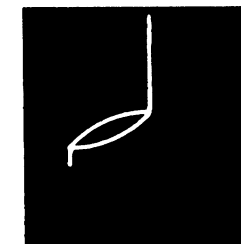
B-E parallel 680Ω



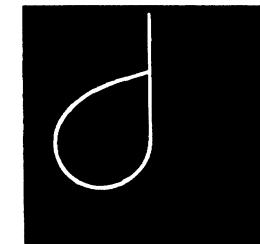
Gleichrichter



Thyristor G u. A. verb.



Strecke B-E mit 1μ + 680Ω



Si.-Diode mit 10μF

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM204 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 vier Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll gedrückt sein, **LEVEL**-Knopf auf **AT** (gedrückt), **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**, **DELAY**-Schiebeschalter auf **NORM.**. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM204 hat normalerweise eine gute Helligkeit. 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 Vertikalverstärkers. 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 und Strahlbreite noch akzeptabel sind. **Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste HOR. EXT. muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen.** 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 Potentiometer für Hochspannung, minimale und maximale 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 Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Ausschauen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei der selben **FOCUS**-Knopfeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschaltetem Y-Eingang (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 Potentiometer von 50k Ω (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

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 Strahllage um etwa 5 mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1 cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Vertikalverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Stellbereich der **Y-POS.**-Einstellung 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.I**-Knopf 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**).

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 Strahllage um nicht mehr als 5 mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten des Doppel-FET's im Eingang des Y-Vorverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des betreffenden Teilerschalters über alle Stellungen ohne Signal die vertikale Strahllage insgesamt mehr als 0,5 mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

Calibration des Vertikalverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Ausgangs-Öse gibt eine Rechteckspannung von **200mV_{ss}** ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur **1%**. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Ausgangs-Öse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm 4cm hoch** sein (Feinstellknopf des Teilerschalter auf Linksanschlag **C**; Signalkopplung **DC**). 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 Vertikalverstärker 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. Gegebenenfalls ist die Calibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalkopplung!). Die Strahlage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feinstellknopf am Teilerschalter erhöht am Rechtsanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **100mV/cm**, soll sich die Calibratorsignalhöhe von 2cm auf mindestens 5cm ändern.

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am 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 und 500kHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 500kHz 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: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalkopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Calibrationsstellung **C**. 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. Der vor den Verstärker geschaltete **Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert**. Bereits kleine kapazitive Verände-

rungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z. B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40V_{ss} zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). 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-Trimмер 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang **I** bzw. **II**, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feinstellknopf auf **C**; 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 **DUAL** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Knöpfe 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 um maximal 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 μ s/cm**; Tasten **DUAL** und **ALT/CHOP** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen 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 Spurbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar klein sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** (nur Taste **ALT/CHOP** gedrückt) oder **-I+II**-Betrieb (Taste **INVERT I** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit **beiden Y-POS.**-Knöpfen.

Bei XY-Betrieb (**HOR. EXT.**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Linksanschlag (**C**) stehen und die Dehnungstaste **X MAGN. X10** nicht gedrückt 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 **CHI/CHII** 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 HM204 sollte sie bei 3 bis 5 mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Vertikal-eingangs mit dem Feinregler auf Rechtsanschlag erhöht wurde. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1 MHz, bei automatischer Triggerung (**LEVEL**-Knopf gedrückt). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**LEVEL**-Knopf gezogen) vorhanden ist. Bei beiden Triggerarten muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **+/-**-Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM204 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 50MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **EXT.** gedrückt) sind ca. 0,3Vss Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **EXT. TRIG.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur in der **TRIG.**-Wahlschalterstellung **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 Calibrationsfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung **LF** keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1 kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

Wird mit einem **Sinussignal ohne Gleichspannungs-**

anteil intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des **TRIG.**-Wahlschalters das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine **korrekte DC-Balance-Einstellung** des Vertikalverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

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

Werden beide Vertikalverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb (nur Taste **DUAL** gedrückt) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung der Tasten **I/II** und **ALT.** oder beim Umschalten des **TRIG.**-Wahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der **Netztriggerung (50-60Hz)** in Stellung **LINE** des **TRIG.**-Wahlschalters ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinsteller) läßt sich die dargestellte Signalthöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die **Zeitlinie 10cm lang** ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer für die Sweep-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIMEBASE**-Schalterstellung **50µs/cm** erfolgen. Vor Beginn der Arbeit sind der Zeit-Feinsteller auf **C** und der **HOLD-OFF**-Zeit-Einsteller auf **x1** einzurasten. Die Taste **X-MAGN. X10** soll nicht gedrückt 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.**-Einsteller 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 HM204 werden zwar mit $\pm 3\%$ angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleich-

zeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d. h. **alle cm ein Kurvenzug** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe der **X-POS.**-Einstellung 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 quartzgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (**LEVEL**-Knopf gezogen) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

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

2s/cm — 0.5Hz	0.5ms/cm — 2kHz
1s/cm — 1Hz	0.2ms/cm — 5kHz
0.5s/cm — 2Hz	0.1ms/cm — 10kHz
0.2s/cm — 2Hz	50µs/cm — 20kHz
0.1s/cm — 10Hz	20µs/cm — 50kHz
50ms/cm — 20Hz	10µs/cm — 100kHz
20ms/cm — 50Hz	5µs/cm — 200kHz
10ms/cm — 100Hz	2µs/cm — 500kHz
5ms/cm — 200Hz	1µs/cm — 1MHz
2ms/cm — 500kHz	0.5µs/cm — 2MHz
1ms/cm — 1kHz	

Dreht man den Zeit-Feinsteller bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug **mindestens 2,5cm** horizontaler Länge (Taste **X MAGN. X10** ungedrückt; Messung bei **50µs/cm**).

Drückt man die Taste **X MAGN. X10**, dann erscheint nur alle **10cm** ($\pm 5\%$) ein Kurvenzug (Zeit-Feinsteller auf **C**; Messung bei **50µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **0.5ms/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

Die Sägezahnausgangsspannung 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 Kontroll-

schirm sehen können. Dabei sollte dem zu prüfenden Oszilloskop keine Eingangsspannung (und keine Trigger-Spannung) zugeführt werden. Die Sägezahnspeisung wird dem Kontroll-Oszilloskop mit einem **nicht abgeschlossenen** 50Ω-BNC-BNC-Kabel zugeführt. Gleichzeitig kann die Wirkung der **HOLD-OFF**-Zeiteinstellung **X1-X10** kontrolliert werden. Eine quantitative Messung der Hold-Off-Zeit-Variation ist ohne Eingriff in das Gerät nicht möglich (Hellstimpuls ist kürzer als Vorlauflänge des Sägezahns).

Ablenkverzögerung

Die Ablenkverzögerung darf in der DELAY-Schiebeschalterstellung **NORM.** 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-Feinstellers VAR. 10:1 müssen die abgebildeten Kurvenzüge ohne Jittern, Springen oder momentane Strahlverdunklung verschiebbar sein. Dies kann mit dem Calibrator-Signal geprüft werden. **Einstellung:** Calibrator-Öse mit Vertikal-Eingangsbuchse **CH. I** verbinden, Eingangskopplung **DC**, Schalterstellung **50mV/cm**, **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**, **LEVEL**-Knopf gedrückt (automatische Triggerung), **TIMEBASE**-Schalter auf **1ms/cm**, keine Taste drücken. Der DELAY-Schiebeschalter wird zuerst auf **NORM.** gestellt. 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**-Dreheschalter ist auf Bereich **1ms** zu stellen. Dann wird der DELAY-Feinsteller **VAR. 10:1** 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-Feinsteller 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**-Einstellung). Größere Dehnungen sind durchaus möglich; die Grenzen werden durch Helligkeitsverringern und Generator-Jittern bestimmt.

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **Component-Tester**-Taste muß bei

offener CT-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von **ca. 8cm Länge (50Hz)** bzw. **7,4cm Länge (60Hz)** erscheinen. Verbindet man die CT-Buchse mit einer der Masse-Buchsen, muß sich eine vertikale Linie von **ca. 6cm Höhe** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas. Sie sind u. a. abhängig von der Netzspannung und Netzfrequenz (50 oder 60Hz).

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 das mit **TR** bezeichnete Potentiometer (links unter dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Potentiometer etwas schräg **nach beiden Seiten** um die horizontale Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM204 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1 mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Sonstiges

Die Prüfung der **Z-Modulation** an der mit **Z** bezeichneten Buchse auf der Gerät-Rückseite erfordert einen relativ niederohmigen Rechteckgenerator (max. 600Ω , max. 5Vss). Ein Rechteckgenerator mit **negativen** Impulsen gegen Masse ist **nicht** verwendbar. Auch darf der Generator keine Offset-Gleichspannung abgeben; zumindest sollte er null-abgleichbar sein. Ein Sinusgenerator ist verwendbar, wenn er eine — möglichst einstellbare — Ausgangsspannung von max. $10V_{eff} = 28V_{ss}$ abgibt. Bei ungefähr $8V_{eff} = 23V_{ss}$ ergibt sich ein Hell-Dunkel-Tastverhältnis 1:1. Hilfsweise kann eine einstellbare (fremde) Netztrafo-Sinusspannung zur Z-Modulation der Zeitlinie benutzt werden (ohne Signal am Y-Eingang). **Einstellung:** Zeitkoeffizient **10ms/cm**, **TRIG.**-Wahlschalter auf **LINE**, automatische Triggerung (**LEVEL**-Knopf gedrückt), keine Taste gedrückt, Eingangskopplung **GD**. Bei 50Hz Netzfrequenz sieht man jetzt 5 horizontale Linien von je 1 cm Länge, die von 5 gleichlangen Dunkelastungen unterbrochen sind. Bei 60Hz Netzfrequenz verkürzen sich die Abstände auf 8,3mm; die Zahl der Linien und Lücken erhöht sich auf je 6. Sehr grob kann die Funktion der Z-Modulation dadurch kontrolliert werden, daß die **Z**-Buchse kurzgeschlossen wird. Dann soll sich die Zeitlinie in voller Länge verdunkeln.

Die Prüfung des **Y-Ausgangs** (**Y**-Buchse auf der Gerät-Rückseite) kann am Bildschirm im 2Kanal-Betrieb mit

Hilfe des Calibrator-Signals erfolgen. Hierzu wird die Calibrator-Öse direkt an den Vertikaleingang von **CH.I** und der Y-Ausgang mit einem BNC-Kabel an den Vertikaleingang von **CH.II** angeschlossen. **Einstellung:** Teilerschalter **CH.I** auf **50mV/cm**, Teilerschalter **CH.II** auf **0.1V/cm**, Eingangskopplungen von **CH.I** auf **DC** und von **CH.II** auf **GD**, Zeitkoeffizient **0.5ms/cm**, automatische Triggerung (**LEVEL**-Knopf gedrückt), **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**, keine Taste gedrückt. Jetzt sieht man das Rechtecksignal mit **4cm** Bildhöhe. Mit **Y-POS.I** werden die Rechteckdächer auf ± 2 cm von der horizontalen Raster-Mittellinie eingestellt. Dann drückt man die Taste **DUAL**. Die nun erscheinende zweite Zeitlinie (ohne Signal) wird mit **Y-POS.II** auf -2 cm eingestellt. Nun kann die Eingangskopplung von **CH.II** auf **DC** umgeschaltet werden. Jetzt erscheint das Signal des Y-Ausgangs mit gleicher Phasenlage wie das Calibrator-Signal von Kanal **I**. Sowohl der DC-Offset (z. B. $+0,6\text{mm} = +60\text{mV}$) wie auch die Amplitude (z. B. $3,6\text{cm} = 0,36V_{ss}$) des Y-Ausgangs können gemessen werden. Die Empfindlichkeit würde sich zu $0,36V : 4\text{cm} = 90\text{mV/cm}$ errechnen.

Steht ein kontinuierlich einstellbarer Netztrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das **Verhalten bei Netzspannungsänderungen** überprüft werden. Innerhalb einer Schwankung von $\pm 10\%$ bezogen auf die am Spannungswähler (Rückwand) eingestellte Netzspannung dürfen sich im normalen Oszilloskop-Betrieb weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

KURZANLEITUNG für HM 204

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaaste (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. **Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).**
Keine weitere Taste drücken. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC. LEVEL**-Knopf drücken.
DELAY-Schiebeschalter in Stellung **NORM.**, **HOLD-OFF**-Knopf auf Linksanschlag.
Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.
Mit den Knöpfen **Y-POS. I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.
Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal II: Taste **CHI/II** gedrückt.
Kanal I und II: Taste **DUAL** gedrückt.
Kanalumschaltung altern. oder chop. wahlweise mit Taste **ALT/CHOP.**
Signale < 1 kHz mit gedrückter Taste **ALT/CHOP.**
Kanäle I + II (Summe): Nur Taste **I + II (ALT/CHOP)** drücken.
Kanäle -I + II (Differenz): Nur Tasten **I + II (ALT/CHOP)** und **INVERT I** drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit **LEVEL**-Knopf wählen (drücken bzw. ziehen):
AT = Automatische Spitzenwert-Triggerung. **NORMAL** = Normaltriggerung.
Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **+/- SLOPE** wählen.
Interne Triggerung: Kanal mit Taste **I/II** wählen.
Interne alternierende Triggerung: Taste **ALT.** drücken.
Externe Triggerung: Taste **EXT.** drücken; Synchron-Signal (0,3-3V) auf Buchse **EXT. TRIG.**
Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf **LINE.**
Triggerkopplung mit **TRIG.**-Wahlschalter **AC-DC-HF-LF** wählen.
Trigger-Frequenzbereich: **AC** und **DC** bis 1 MHz, **HF** oberhalb 1 MHz, **LF** unterhalb 1 kHz.
Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC** (evtl. **DC**).
Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TRIG.**-Wahlschalter auf **LF.**
Triggeranzeige beachten: Lampe oberhalb **TRIG.**-Wahlschalter.
Einzelbildauslösung: mit Tasten **SINGLE** und **RESET.** Bereitschaftsanzeige: **RESET**-Leuchttaste.

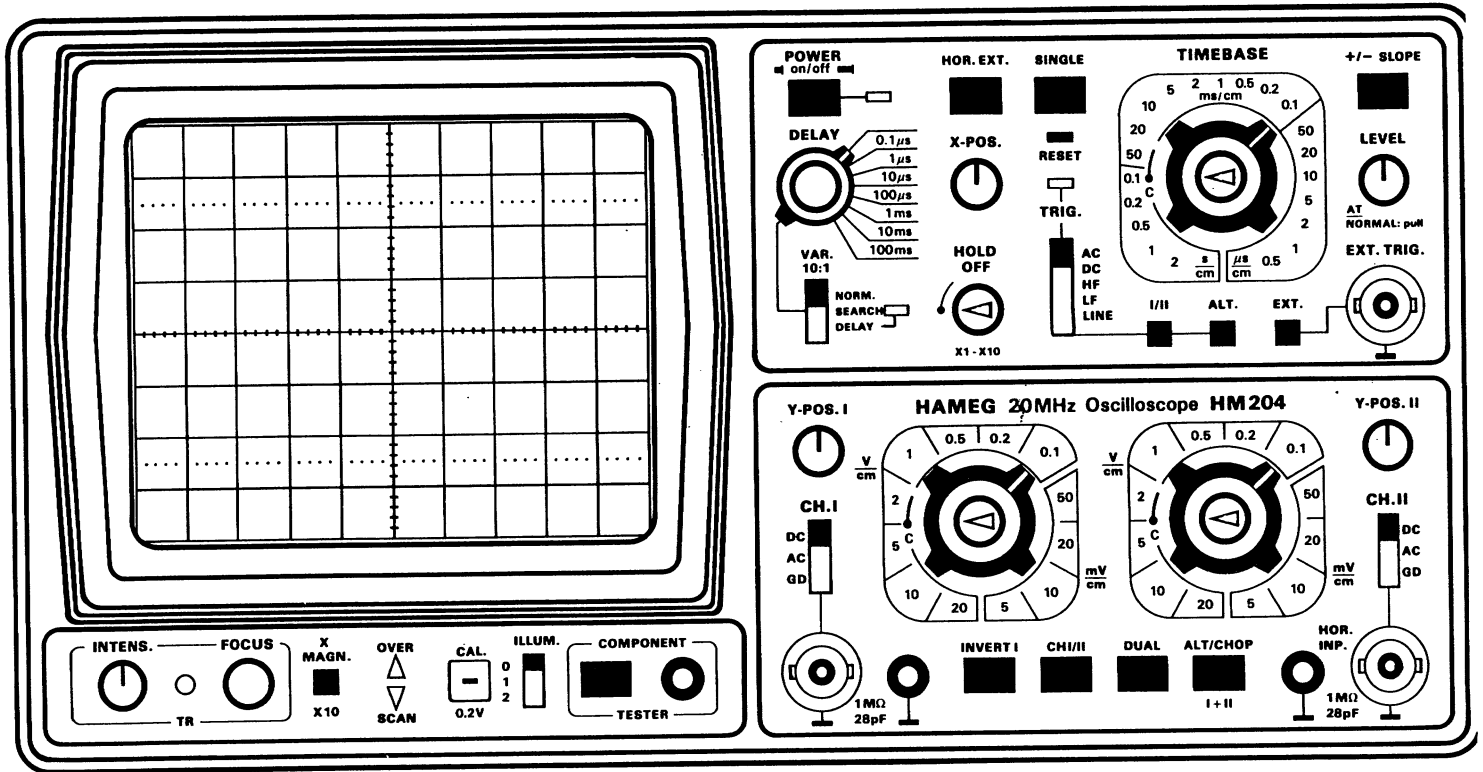
Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CH. I** und/oder **CH. II** zuführen.
Tasteteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Y-Überbereichsanzeige (**OVERSCAN**) beachten.
Am **TIMEBASE**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Triggerpunkt mit **LEVEL**-Knopf einstellen.
Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF**-Zeit triggern.
Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Linksanschlag **C.**
Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Linksanschlag **C.**
Dehnung x10: Taste **X MAGN. X10** drücken.
Externe Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) mit gedrückter Taste **HOR. EXT.** (X-Eingang: **CH. II**).
Ausschnittvergrößerung mit **Ablenkverzögerung:**
Stellung **NORM.:** Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung (DELAY-Lampe dunkel).
Stellung **SEARCH:** mit **DELAY**-Zeitbereichsschalter und DELAY-Zeit-Feinsteller **VAR. 10:1** den Beginn des Bildausschnitts einstellen (DELAY-Lampe blinkt).
Stellung **DELAY:** durch Rechtsdrehen des **TIMEBASE**-Schalters die Ausschnittlänge bzw. Dehnung wählen (DELAY-Lampe leuchtet ständig).

Komponenten-Test

Component-Tester-Taste drücken. Bauteil zweipolig an CT-Buchse und Masse-Buchse anschließen.
Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen.
Netzstecker ziehen, Verbindungen mit HM204 lösen (Kabel, Tasteteiler), dann erst testen.

Frontbild

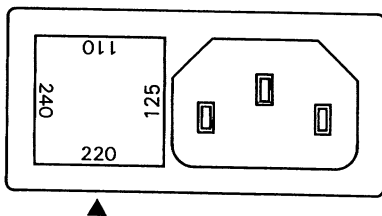


Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM204 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 M1.)

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 nach Entfernung der Netzkabel-Steckdose mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) herausgezogen und nach Drehung um jeweils 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das auf dem Rückdeckel des Gerätes befindliche erhabene Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Diese ist also immer an der **unteren** Kante des Sicherungshalter ablesbar.



G-Sicherungseinsatz: 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 zwei Schrauben 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 HM204 ist zu beachten, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 2000V und die der Endstufen zusammen etwa 220V beträgt. Potentiale dieser Spannungen befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der oberen, der unteren und der direkt neben dem Röhrenhals befindlichen seitlichen Leiterplatte. Hochspannung von max. 2000V liegt auch an den Potentiometern für INTENS. und FOCUS (linke untere Ecke auf Frontchassis-Rückseite). Solche Potentiale sind ferner an den Check-Leisten auf der oberen und der unteren Leiterplatte (7 bzw. 5polig) vorhanden. 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 7 bzw. 5 Anschlüsse der Check-Leisten oben und unten auf den Haupt-Leiterplatten 1 Sekunde lang über 1kΩ mit Masse (Chassis) verbunden werden.

Größte Vorsicht ist beim Umgang mit der Strahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gehärteten Werkzeugen berührt oder örtlich über-

hitzt (LötKolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselspannungen für Bildröhrenheizung (6,3V) und Rasterbeleuchtung (12V) (bzw. Komponenten-Tester und Netztriggerung) werden im HM204 neun Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+24V, 2x +12V, +5V, -12V, +140V, +220V, -1900V und 22V für die Hellast-Schaltung). Bis auf die +140V (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 im Gerät zwei Potentiometer 2,5k Ω und 5k Ω . Mit diesen werden, gemessen an der Check-Leiste, genau +140V bzw. -1900V gegen Masse eingestellt (siehe Abgleichplan). Für die Messung der Hochspannung und der 22V-Hellastversorgung (als Differenz zweier Spannungsmessungen gegen Masse) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter (>10M Ω) 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 angegeben.

Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der oberen Leiterplatte zwei 500k Ω -Potentiometer (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

Auf der unteren Leiterplatte befindet sich ein 50k Ω -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. +88... +90V). Man sollte diese daher vorsichtshalber

vorher kontrollieren. Unter Beachtung der Testplan-Hinweise muß während des Abgleichs (bei mittlerer Strahlhelligkeit) der **FOCUS**-Einsteller 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. Die letzte Einstellung muß immer am **FOCUS**-Einsteller erfolgen. Nach der Korrektur sollte möglichst entsprechend den Hinweisen im Testplan nochmals eine Rechteck-Kontrolle vorgenommen werden.

Triggerempfindlichkeit

Die interne Triggerschwelle sollte bei 3 bis 5mm Bildhöhe liegen. Sie hängt stark vom Komparator-IC NE529 ab. Falls aus zwingenden Gründen dieser Komparator ausgewechselt werden muß, kann es toleranzbedingt vorkommen, daß die Triggerung zu empfindlich oder zu unempfindlich ist (siehe Testplan: „Kontrolle Triggerung“, T3): Dann muß der Widerstand 3,3k Ω zwischen den IC-Anschlußpunkten 6 und 9 verändert werden. Dies kann durch Auswechseln oder evtl. durch Parallelschalten eines zweiten Widerstandes erfolgen. Der richtige Wert ist zu erproben. Im allgemeinen liegt der optimale Wert dann zwischen 3k Ω und 4,7k Ω .

Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen kontinuierlich einstellbaren 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, ist die stabilisierte Hochspannung sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen (max. ca. 220V) 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.

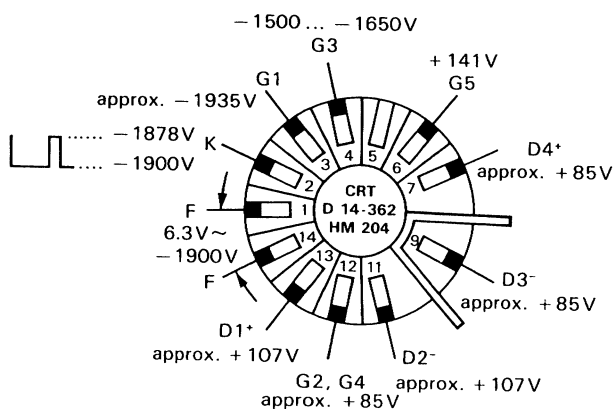
Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zum Netztransformator, zu

Frontchassisteilen, zu den drei BNC-Buchsen auf der Gerät-Rückseite, zur Röhrenfassung und zur Trace-Rotation-Spule innerhalb der Röhrenabschirmung inspiziert werden. Ferner sind die Lötanschlüsse der Transistoren und Festspannungsregler am unteren Rand des Rückchassis zu kontrollieren. Diese visuelle Inspektion kann unter Umständen viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

Die erste und wichtigste Maßnahme bei einem völligen Versagen des Gerätes ist — abgesehen von der Netzspannungs- und Sicherungskontrolle — 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 funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y 88-90V und X 95-100V). 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 Ablenkplattenspannungen 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 ent-

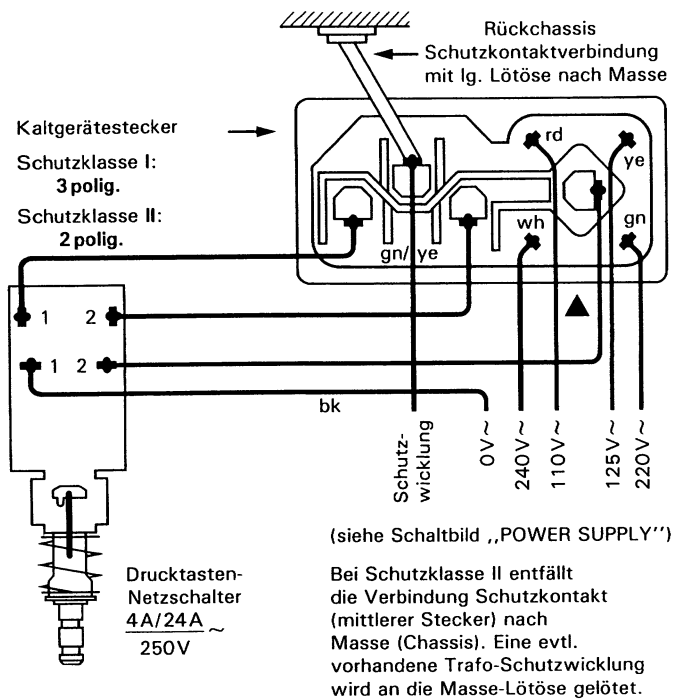
sprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Dies trifft insbesondere für alle Gate-Dioden 1N4154 und alle im Gegentakt geschalteten Verstärker-Transistoren (einschließlich der FETs) zu. Fällt ein selektierter Halbleiter aus, sollten 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, Drosseln usw.).

Auswechslung des Netztransformators

Sollte es einmal notwendig sein, den Netztrafo auszutauschen, ist nicht nur auf die richtige Anschlußfolge (Farbkennzeichnung) für Primär- und Sekundärwicklungen zu achten (siehe Netztrafo-Schaltplan). Es sind auch die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen (VDE 0100, VDE 0411) einzuhalten. Wir verweisen hier nur auf die folgenden, die sich insbesondere auf die Primärseite beziehen:

- Das Gerät muß so gebaut sein, daß ein Überbrücken der Isolierung zwischen Teilen und Stromkreisen, die mit dem Versorgungsnetz verbunden sind, und den berührbaren Metallteilen durch zufälliges Lösen von Leitungen, Schrauben usw. verhindert ist.
- Die Verdrahtungsfestigkeit darf nicht nur auf Lötverbindungen beruhen. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn die Drahtenden der Primärwicklung (und der Draht zwischen Netzschalter und Kaltgerätestecker) durch eine Lötöse geführt, danach umgebogen (mit Zange) und dann erst verlötet werden.
- Schutzleiteranschluß: Verbindungsquerschnitt zwischen Kaltgerätestecker und Rückchassis mindestens 0,75mm². Rückchassis-Lötöse gegen Verdrehung und Lösen gesichert (z. B. mit Fächerscheibe).

Nach dem Netztrafo-Austausch müssen Drahtabschnitte, Lötinnreste und andere Fremdkörper aus dem offenen Gerät und vor allem aus dem offenen Isoliergehäuse des Kaltgerätesteckers durch Schütteln, Pinseln und Ausblasen entfernt werden. Danach wird der Schiebedeckel des Isoliergehäuses eingeschoben. Vor dem Anschluß an das Netz sollte der Isolationszustand zwischen den einzelnen Netzpole des Kaltgerätesteckers und dem Chassis (= Schutzleiteranschluß) geprüft werden. Dazu muß eine evtl. defekte Sicherung ausgetauscht und die Netztaaste eingedrückt sein. Erst nach beendeter Isolationsprüfung darf eine Funktionskontrolle mit Netzspannung unter den notwendigen Vorsichtsmaßnahmen am offenen Chassis erfolgen.



Rückansicht Netzschalter und Kaltgerätestecker
 mit Sicherung-Spannungswähler

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 Potentiometer und 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.

ADJUSTING ADVICES **HM204**

(see Adjusting Plan on page A1)

Check of the Unblanking Pulse on ChP 7

Pulse amplitude $22V_{pp} \pm 5\%$ added with $-1900V$ (**Caution!**).

Check with **test oscilloscope** by means of a **10X probe with 10nF 2kV capacitor between ChP 7 and probe input tip.**

HM204 settings: Input coupling to **GD** (no input signal), **50 μ s/cm**, int. **Auto** triggering (free running), Input attenuator 5mV/cm (unless otherwise specified).

Test scope settings: 1V/cm (DC), 0.1 ms/cm, internal automatic triggering.

Display on test scope:

Negative pulse tops exactly horizontal (forward sweep = bright trace on HM204).

Positive pulse tops approx. horizontal (fly back = blanked trace).

Readjustment of VR3104

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

a) bright spot on the left side of the trace (screen of the HM204),

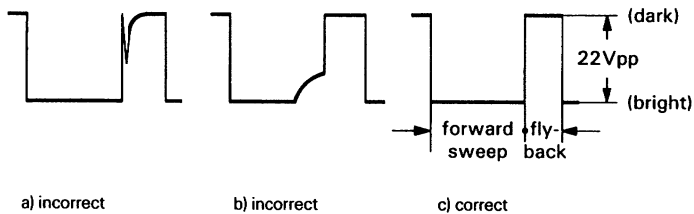
b) shortening on right side of the trace (screen of the HM204).

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 test scope.

Then change both **TIMEBASE** settings to **0.5 μ s/cm** (HM204) and **1 μ s/cm** (test scope).

Now steep square-wave edges must be visible on the test scope screen.

Unblanking pulse on ChP 7
(triggering: free run),
seen on test oscilloscope.



Baseline on HM204 screen:



Sequence for important adjustments

Balance CH.I: Adj. **VR100** (see page M3).

Adj. **VR103** using **INVERT I** button (see page T1).

Balance CH.II: Adj. **VR150** (see page M3).

Adj. **VR153** using **Y-POS. II** control (see page T1).

Gain CH.II: Normally, **VR151** is adj. If not, 20mV_{pp} 1kHz sq.-wv. to **CH.II** input, **DC**, depress **CH.I/II** button. Check preamp. output on EY21 (PII-2/1-1) with test scope via 10X probe. Adj. **VR151** for approx. 360mV_{pp} on EY21. Then adj. **VR212** for a display of 4cm on HM204 screen.

X gain (CH.II): Set **AC** input coupling, release all buttons in the Y-section, depress **HOR. EXT.** button with same input signal. Two points are visible in the horizontal axis. Adj. **VR222** for 4cm spacing.

Gain GH.I: If necessary, adj. **VR101** (in same way as CH.II) for approx. 360mV_{pp} on EY11 (PI-2/1-1). Then adj. **VR202** for 4cm display height on HM204 screen.

Automatic Triggering: Set **CH.I** attenuator to 10mV/cm, input 30mV 50kHz sine (3cm display height). Set attenuator to 0.1V/cm (3mm display height). Adj. **VR320** (**AT/NORM.** button out) for just triggering. Attenuator to 0.2V/cm: No triggering must be possible. Depress **+/-** button, attenuator to 0.1V/cm, adj. **VR321** for same trigger threshold. Repeat triggering adjustments.

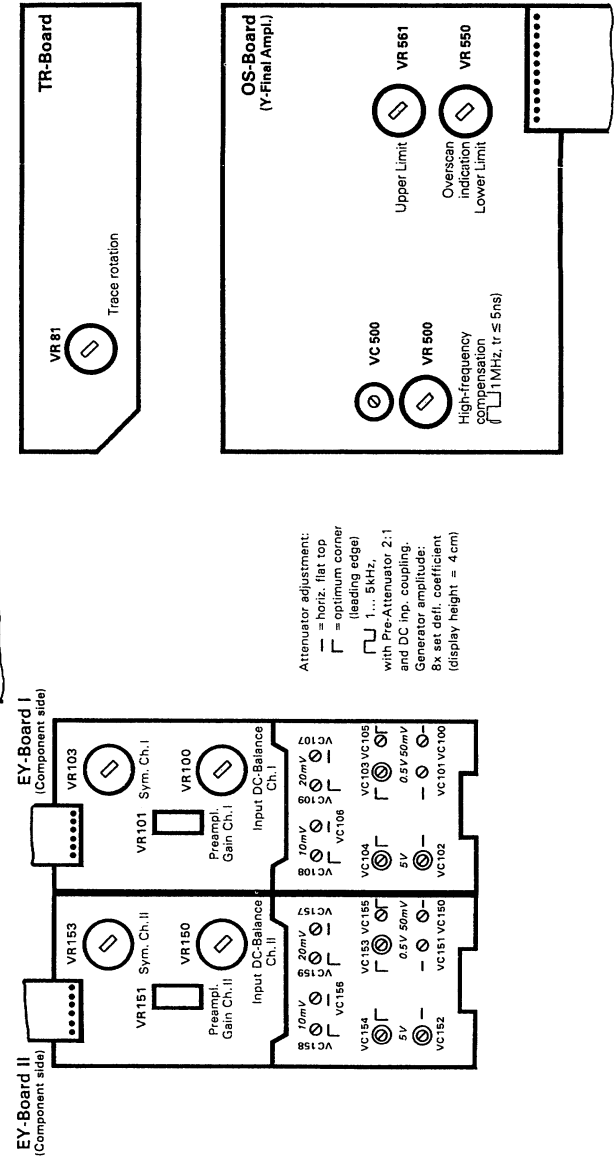
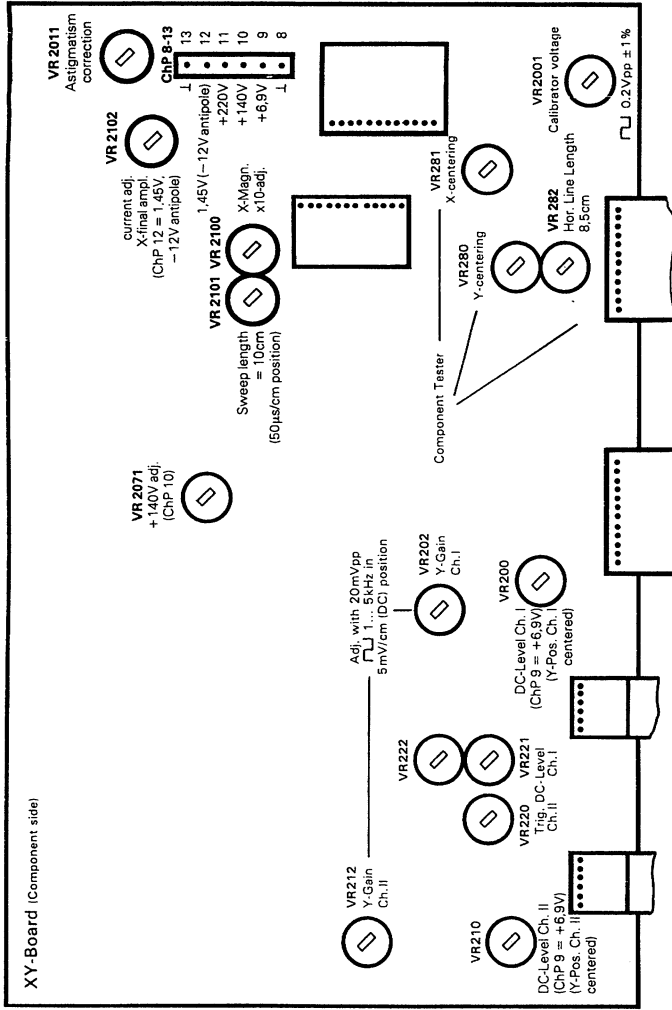
Normal Triggering: Depress **AT/NORM.** button, adj. **LEVEL** control.

Check normal trigger mode using **LEVEL** control with **+/-** button depressed and released.

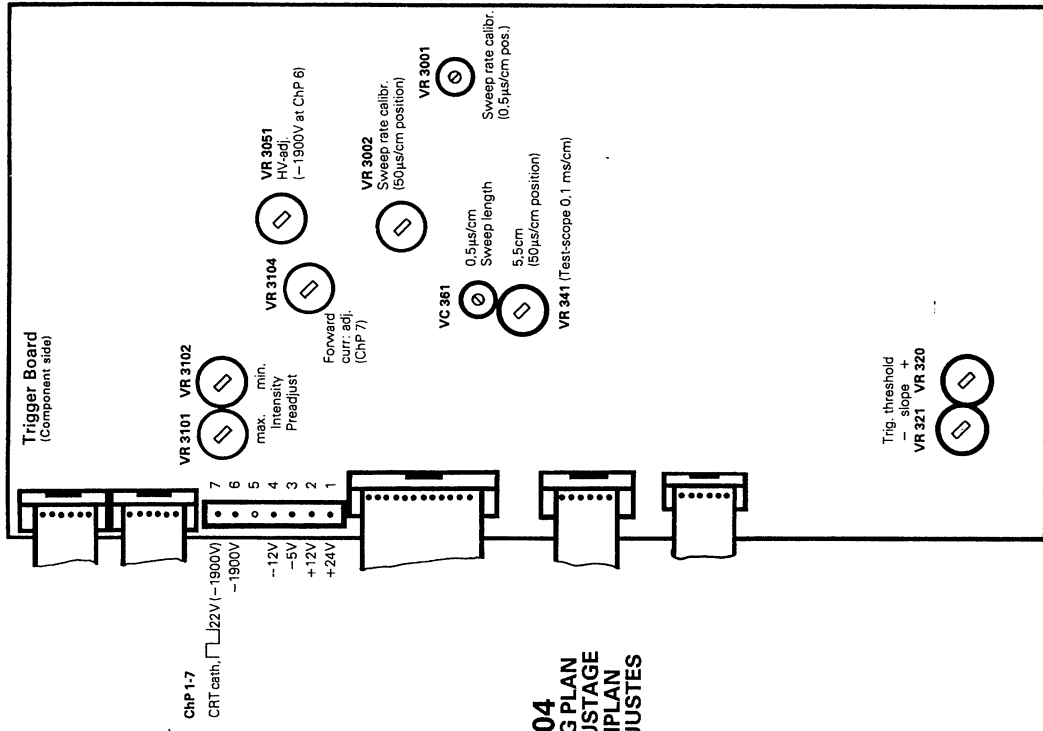
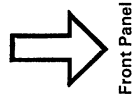
Check triggering at 20MHz in same way.

DC triggering: TRIGGER SELECTOR to **AC**, depress **AT/NORM.** button, **CH.I** with **DC** input coupling, input signal 50kHz sine 3mm display height (see above Automatic Triggering), adj. **LEVEL** control. Then TRIGGER SELECTOR to **DC**, adj. **VR221**. Repeat this adj. sequence for **CH.II**, adj. **VR220**.

X-Y sensitivity: Depress **CH.I/II** button, set **CH.II** input coupl. to **AC**, attenuator to **5mV/cm**, apply 50kHz sine for 6cm display height. Depress **DUAL, ALT/CHOP, X-Y** buttons. Now display shows a horizontal and a crossing sloping line. Adj. **X-POS.** and **Y-POS.I** and **II** controls so that the horizontal and the sloping line are centered. Length of horizontal line and (projected) height of sloping line should be 6cm. The point of intersection should be approx. in center of graticule.



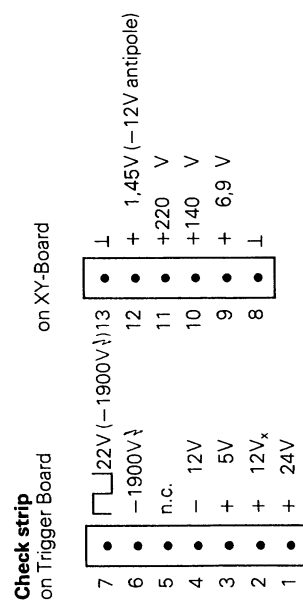
HM204
ADJUSTING PLAN
PLAN D'AJUSTAGE
ABGLEICHPLAN
PLAN DE AJUSTES



IDENTIFICATION OF ELECTRICAL COMPONENTS HM204

Electrical components on certain parts of the HM204 are marked such that the first numeral is on:

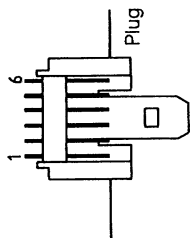
- Chassis**
Y-inputs, Trig. ext. input, Component tester connector, Eyelet (Calibrator), Trace rotation coil, LED, Appliance inlet, Power switch, Power transformer
- EY-Board I+II**
Attenuator and Preampifier Ch.I + II
- XY-Board**
Y-Intermediate amplifier Ch.I + II, Channel selection flip-flop, Y-Gate driver stages, Chopper generator, Trig. and ext. X-Signal amplifier, Trig. gate driver stages, X-Signal amplifier, X-Final amplifier, LV-Power, Calibrator, Check point strip 8-13
- Trigger Board (TB-Board)**
Trigger circuit, Timebase circuit, Unblanking circuit, HV-Power, LV-Power 12V_x, Check point strip 1-7
- SY-Board**
Trigger sign. final ampli.
- YF-Board**
Y-Final amplifier, overscan circuit
- CRT-Board**
CRT
- DEL-Board**
Trigger selector
- TR-Board**
- IF-Board**
- Resistor Identification**
 - Resistor 0.25W 2% (carbon film)
 - Resistor 0.25W 1% tc = 50·10⁶/K (metal film)
 - Resistor 0.25W 0.5% tc = 50·10⁶/K (metal film)
 - Resistor 0.5W 2% (or for HV) (carbon film)
 - Resistor 4W 2% tc = 400·10⁶/K (metal oxide film)



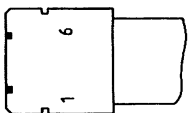
Abbreviations

- Al... Applicane inlet
- 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
- P... Plug
- R... Resistor (fixed)
- S... Switch
- T... Transistor (Silicium)
- TR... Transformer
- VC... Variable capacitor
- VR... Variable resistor
- W... Wire
- Z... Z-Diode

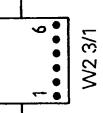
Trigger Board 3..
P2-3/1



Socket



Wire



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

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

Trigger Board 3..
P2-3/1-



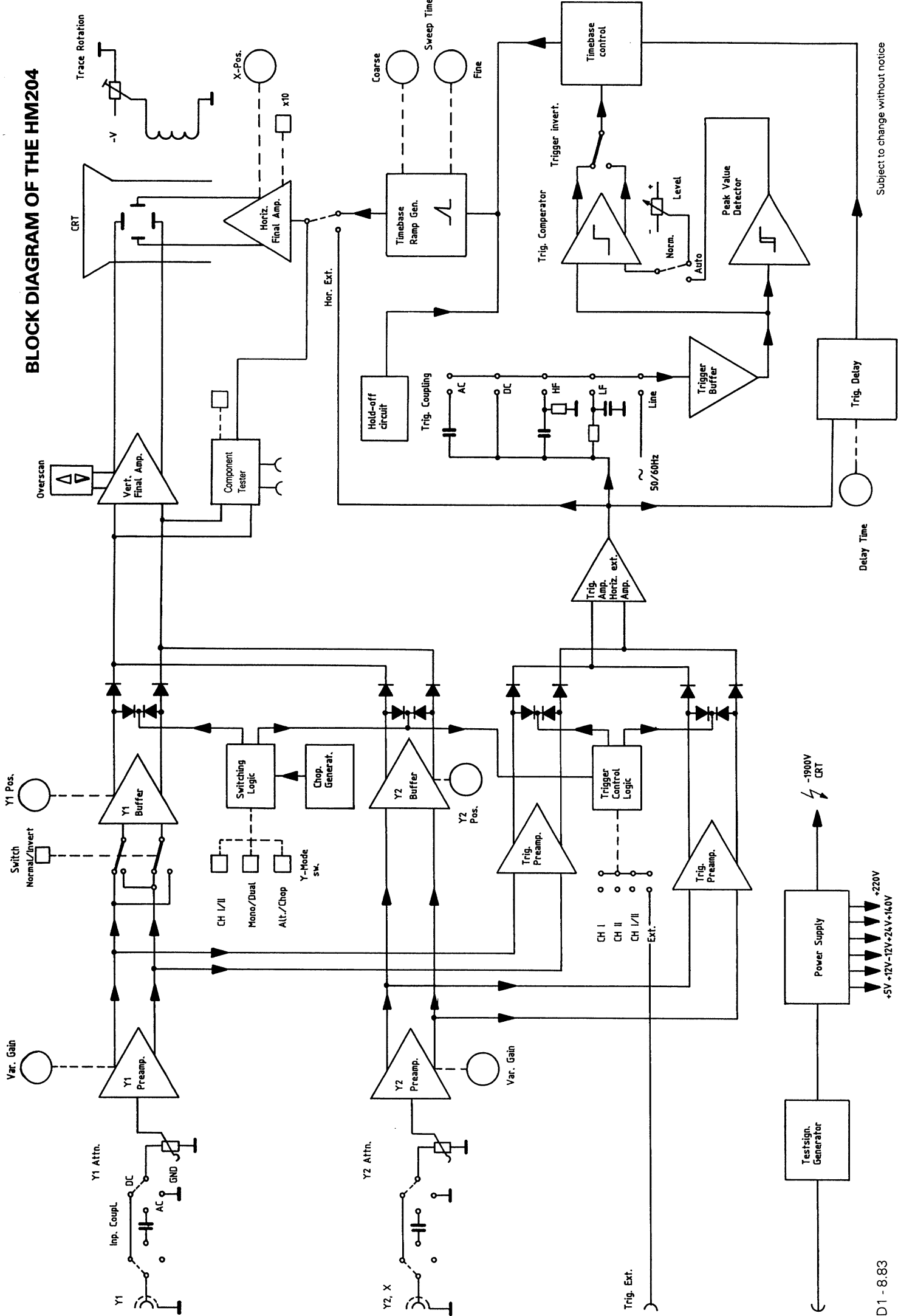
W2-3/1-XY-Board 2..

Color-Abbreviations for insulated wire

- bk = black
- bn = brown
- rd = red
- or = orange
- ye = yellow
- gn = green
- bl = blue
- vi = violet
- gr = grey
- wh = white
- trp = transparent
- gn/ye = green/yellow stripe

Types and Terminals of Transistors and some ICs	BF 199 BF 440	BF 422 BF 423	BF 458 BF 459 BUX86/87 BD 232	BSX 19	U 440	78XXCU
Bottom View						
Top View						

BLOCK DIAGRAM OF THE HM204

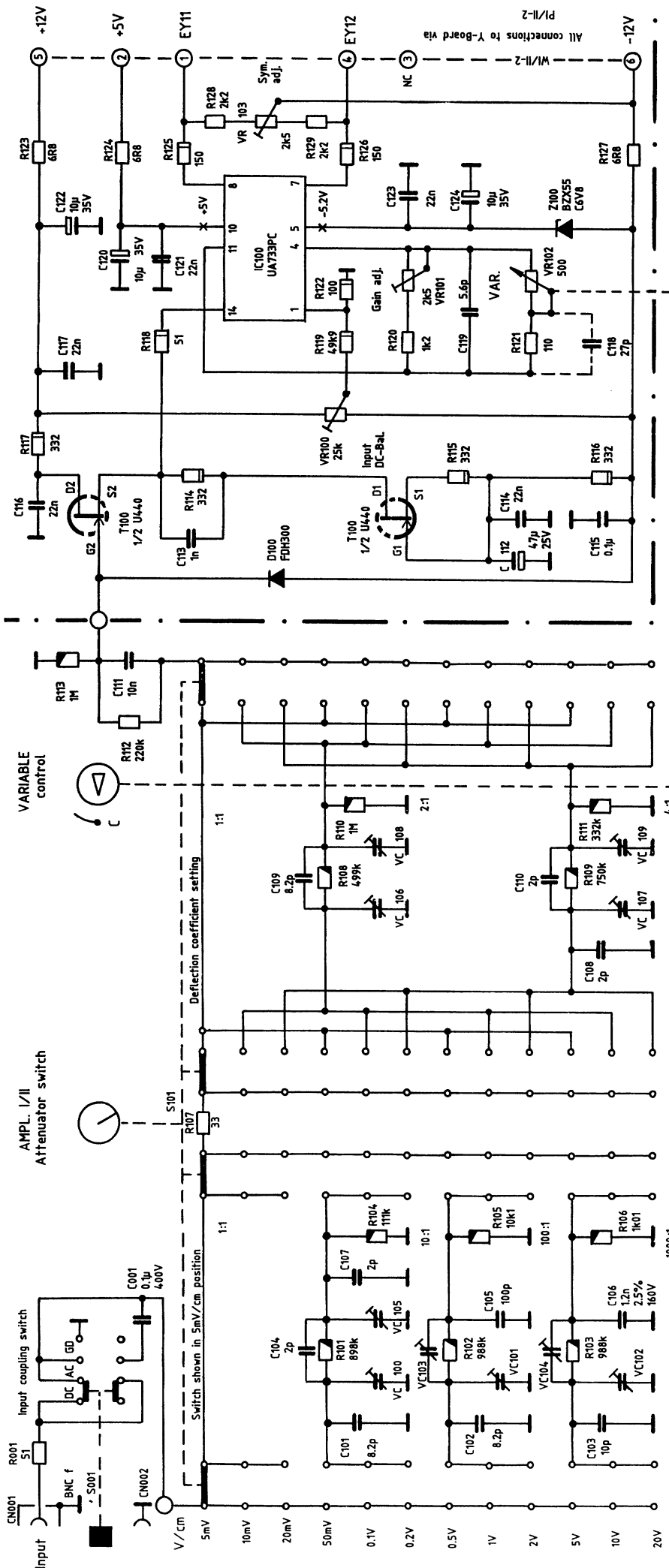


Subject to change without notice

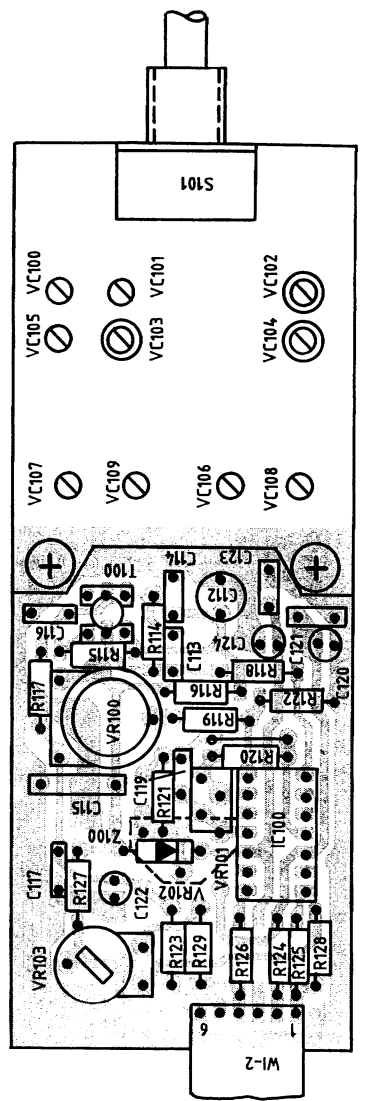
Y-INPUT AND ATTENUATOR CH.I AND CH.II

HM204

Y-PREAMPLIFIER CH.I AND CH.II
(Preamp. Board)

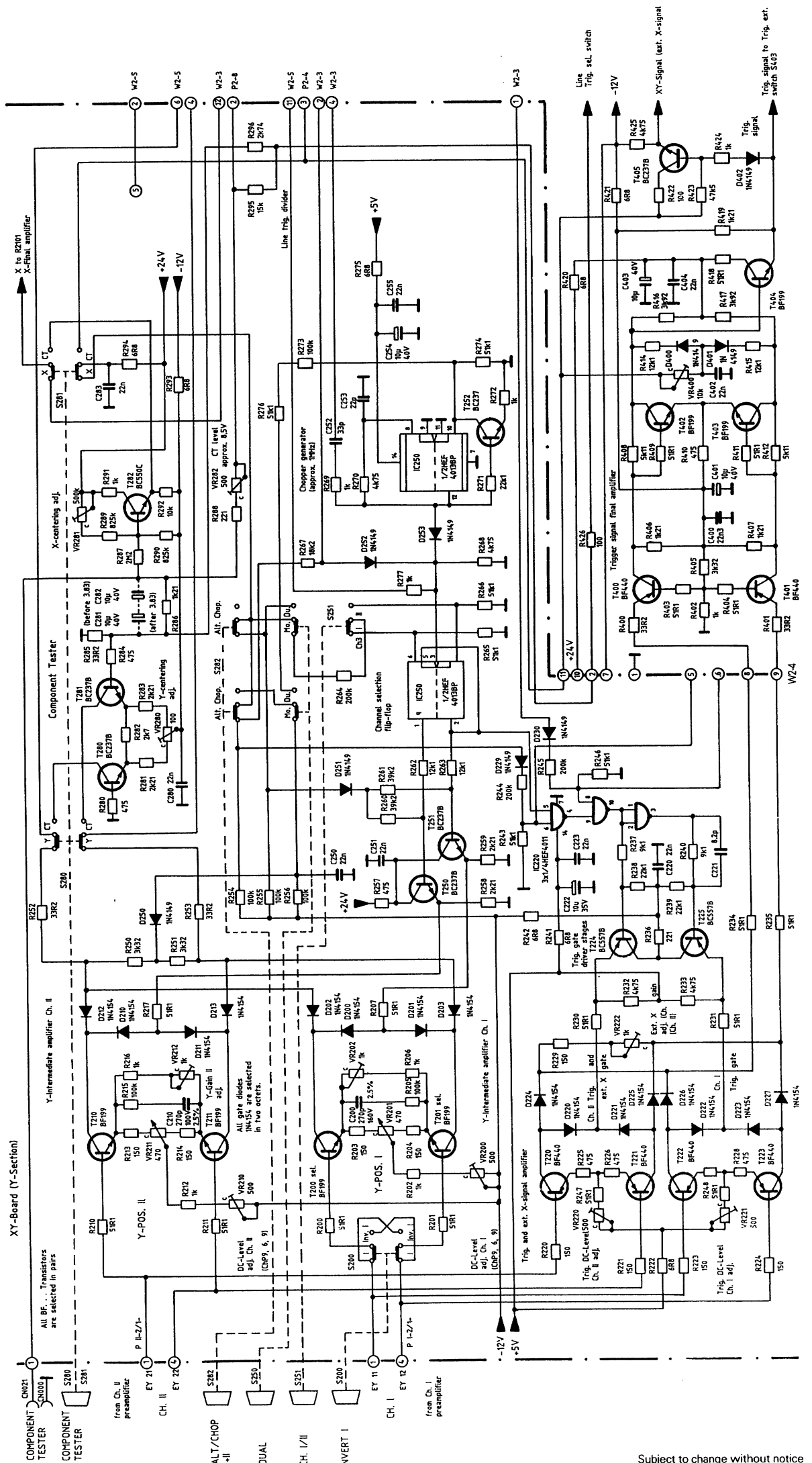


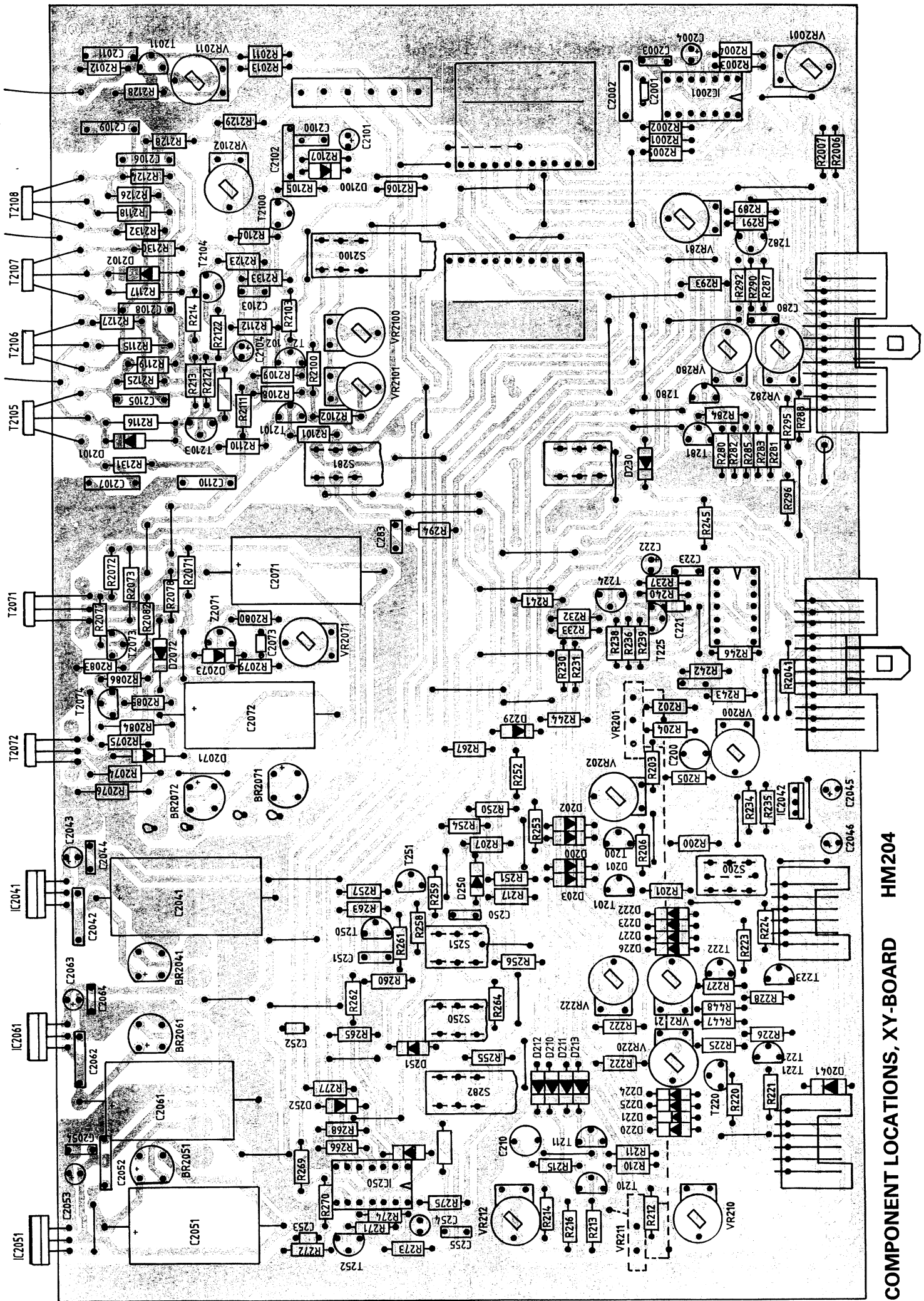
Component Locations Preamp. Board and Unit



All components on this page exist in both vertical input units.
 Distinctive mark (example):
 T 100-I refers to CH I
 T 100-II refers to CH II
 All attenuator trimmers
 0.8-3pF tc = -200 · 10⁻⁶/K 400V
 except VC105
 1-5.5pF tc = -300 · 10⁻⁶/K 400V
 All attenuator metal film resistors
 0.5% tc = 50 · 10⁻⁶/K 0.25W
 All fixed capacitors
 up to 10pF: 2.5% ± 0.25pF
 tc = NPO 400V

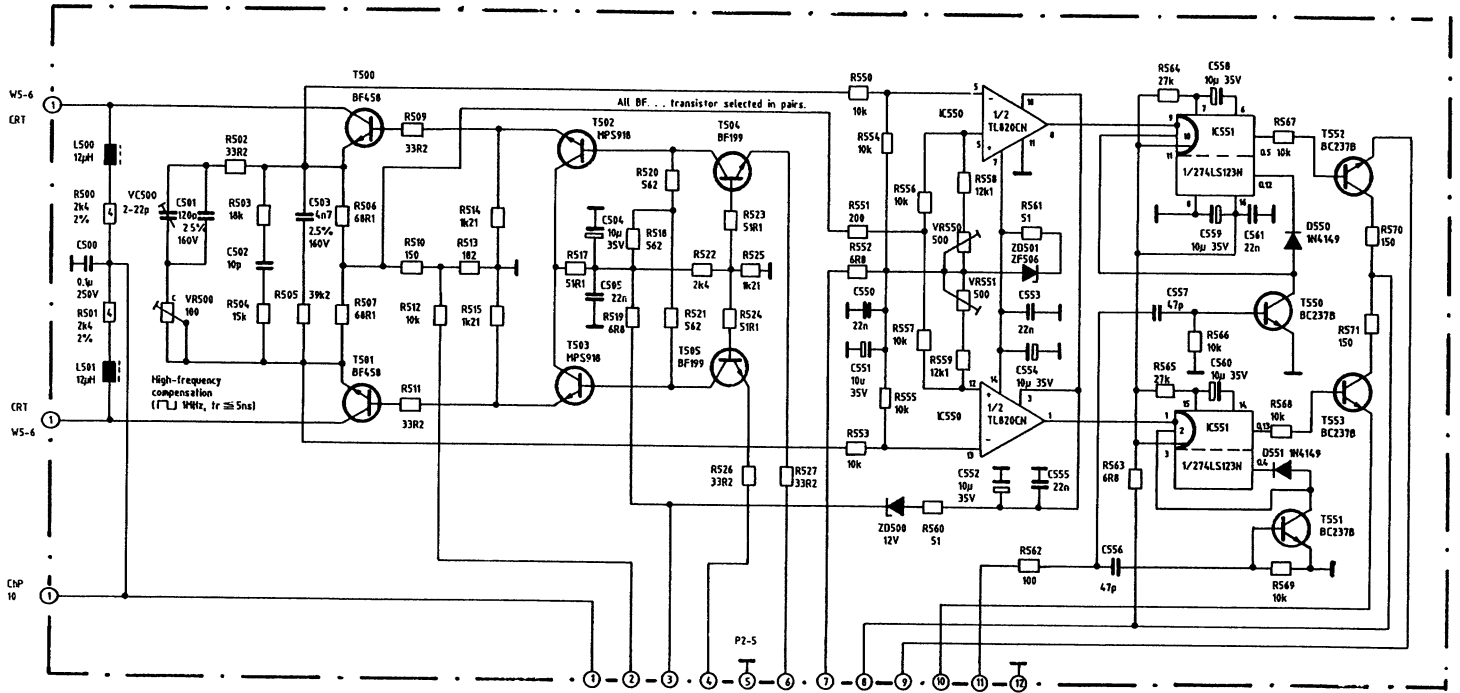
Y-INTERMEDIATE AMPLIFIER CH.I + CH.II, CHANNEL FLIP-FLOP, CHOPPER GENERATOR, GATES, HM204 TRIG. AND X-SIGN. AMPLIFIER, TRIG. SIGNAL FINAL AMPL., COMPONENT TESTER





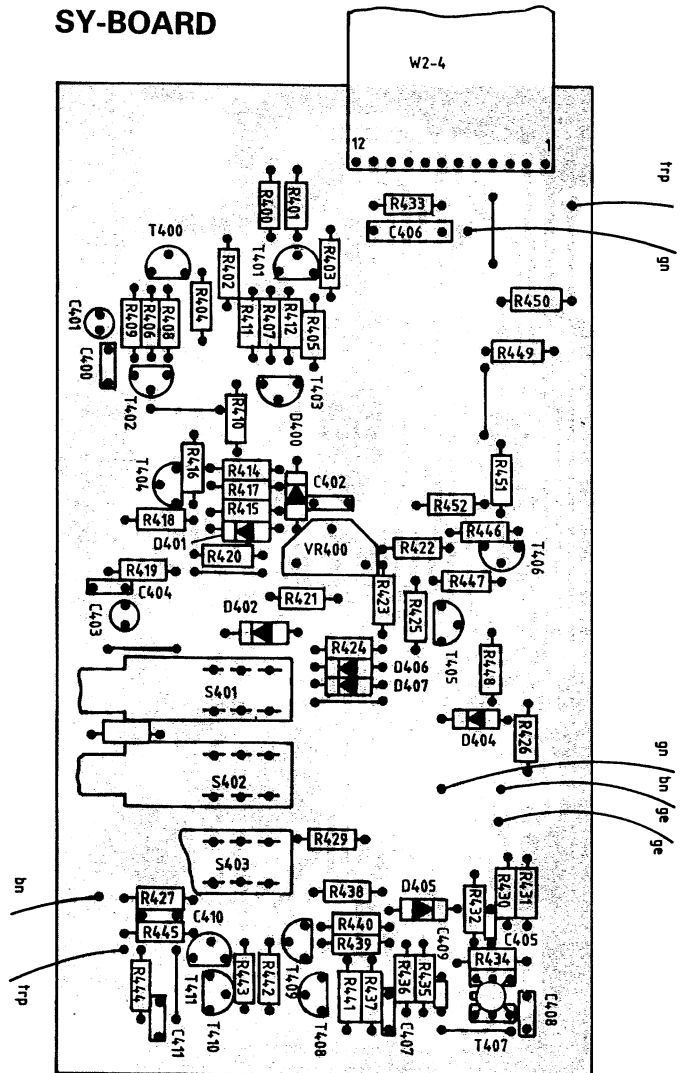
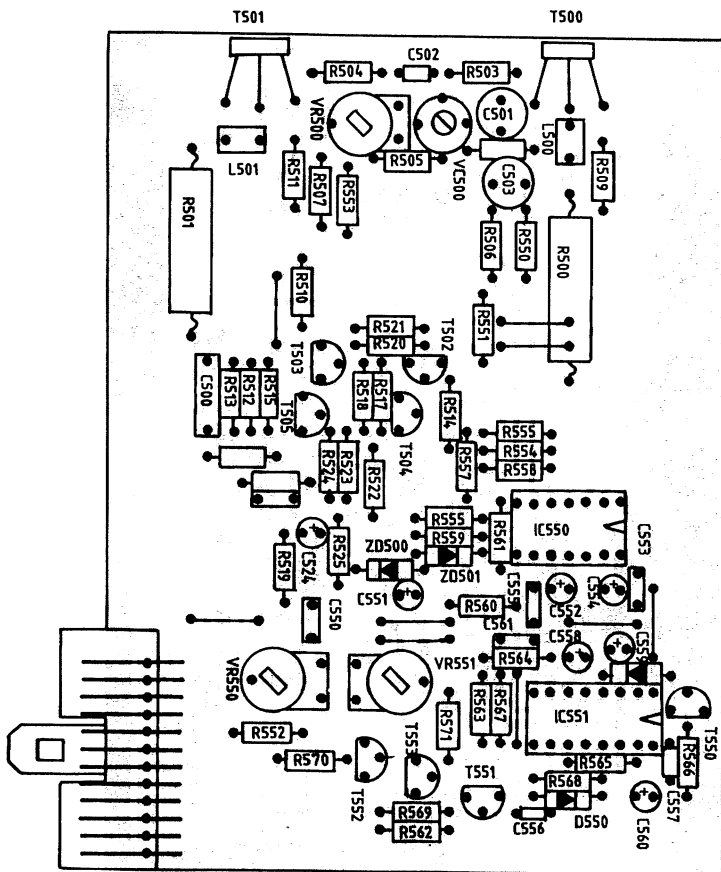
COMPONENT LOCATIONS, XY-BOARD HM204

Y-FINAL AMPLIFIER, OVERSCAN CIRCUIT HM204

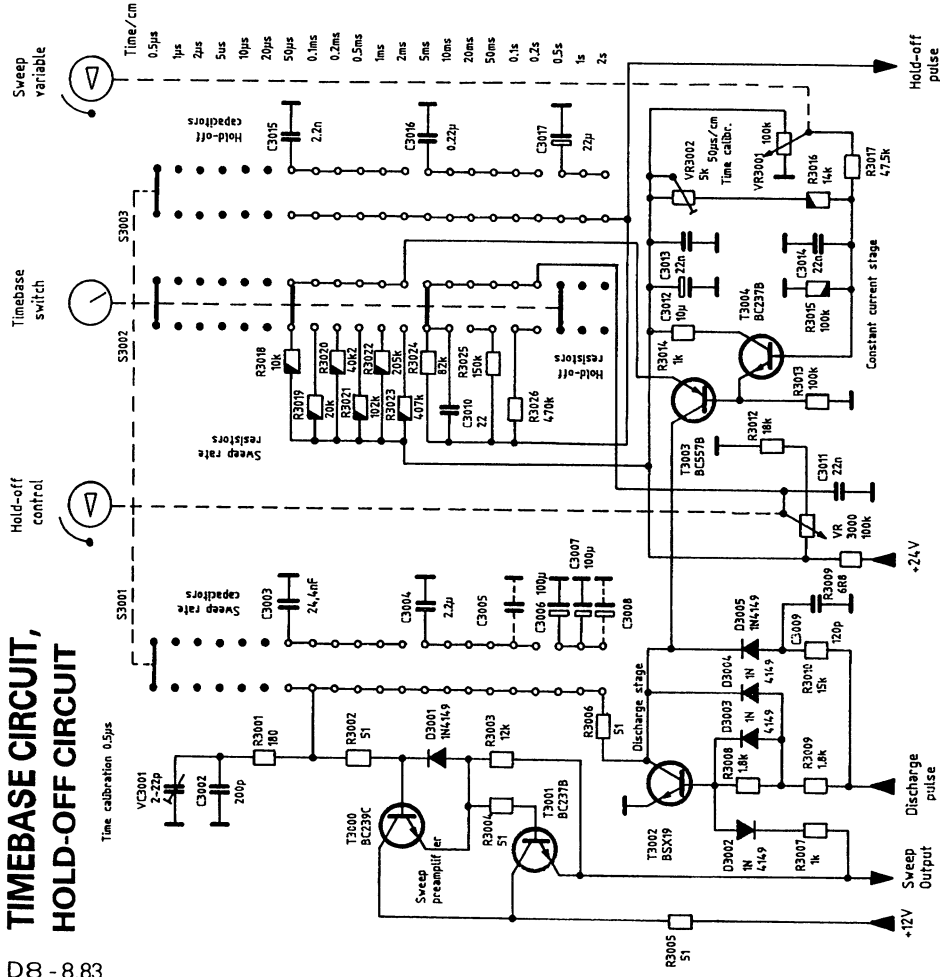


COMPONENT LOCATIONS YF-BOARD

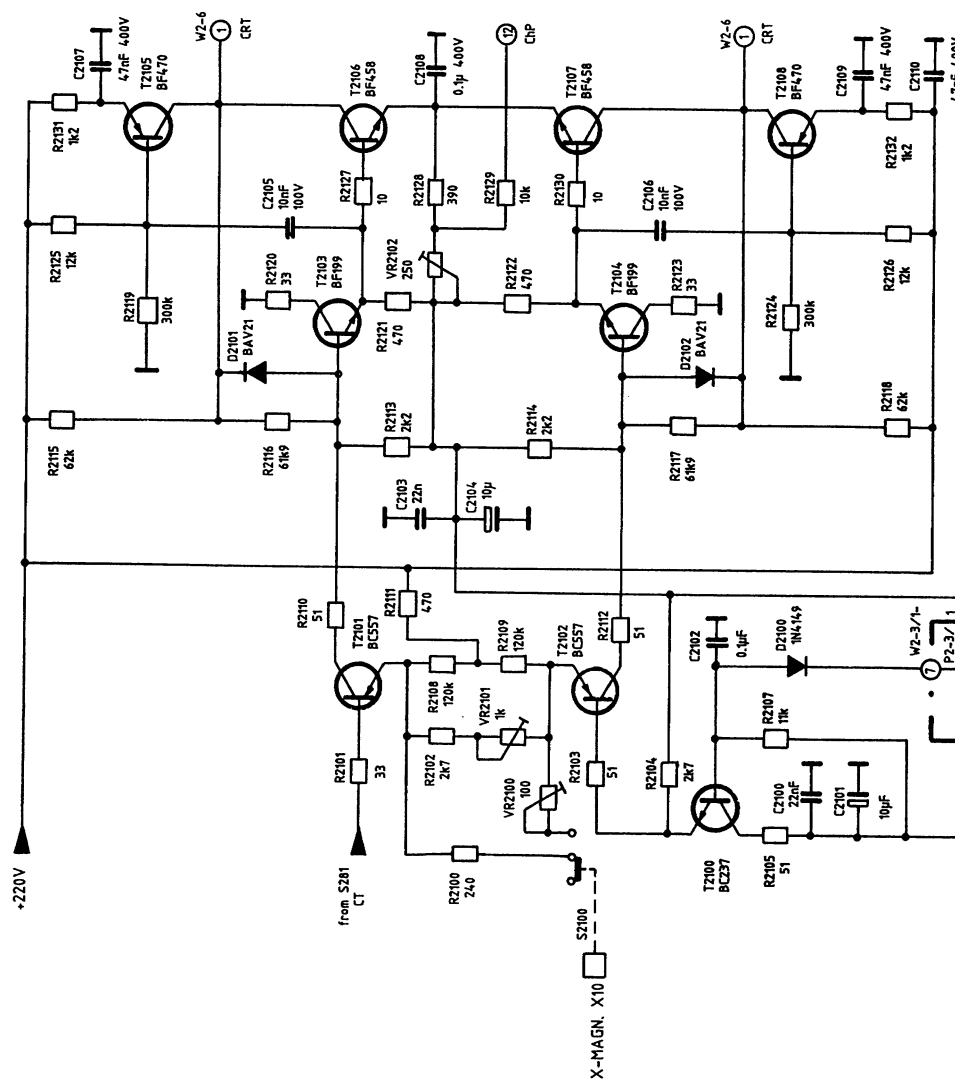
SY-BOARD



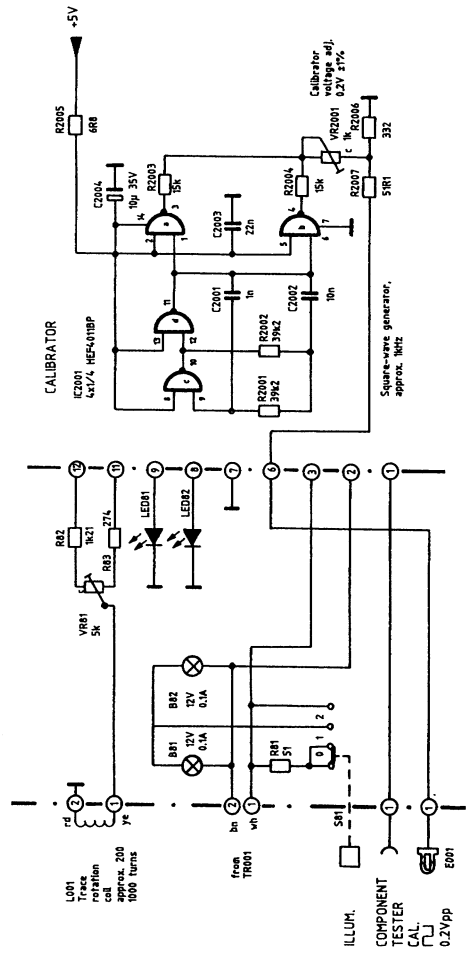
TIMEBASE CIRCUIT, HOLD-OFF CIRCUIT

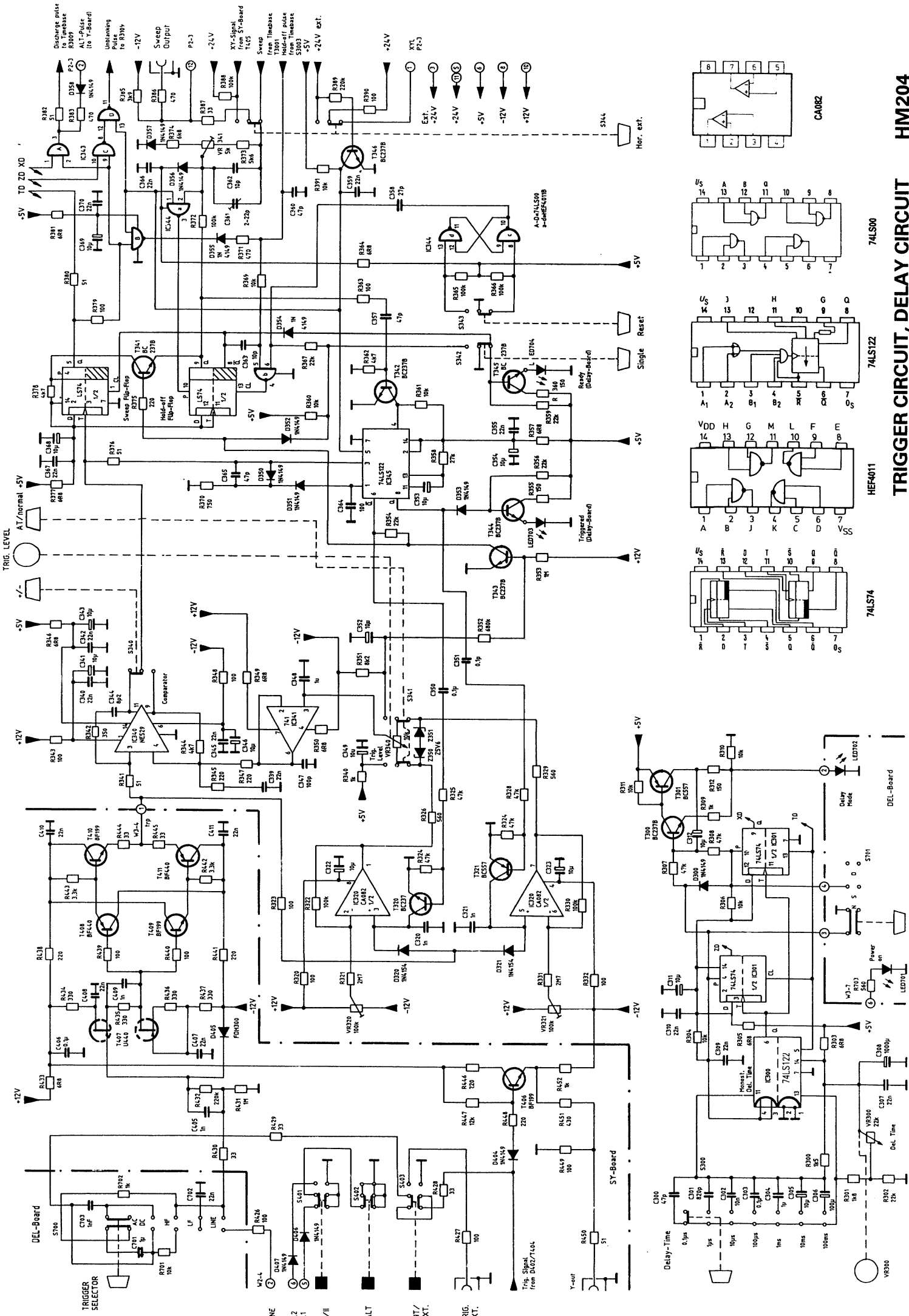


X-FINAL AMPLIFIER HM204



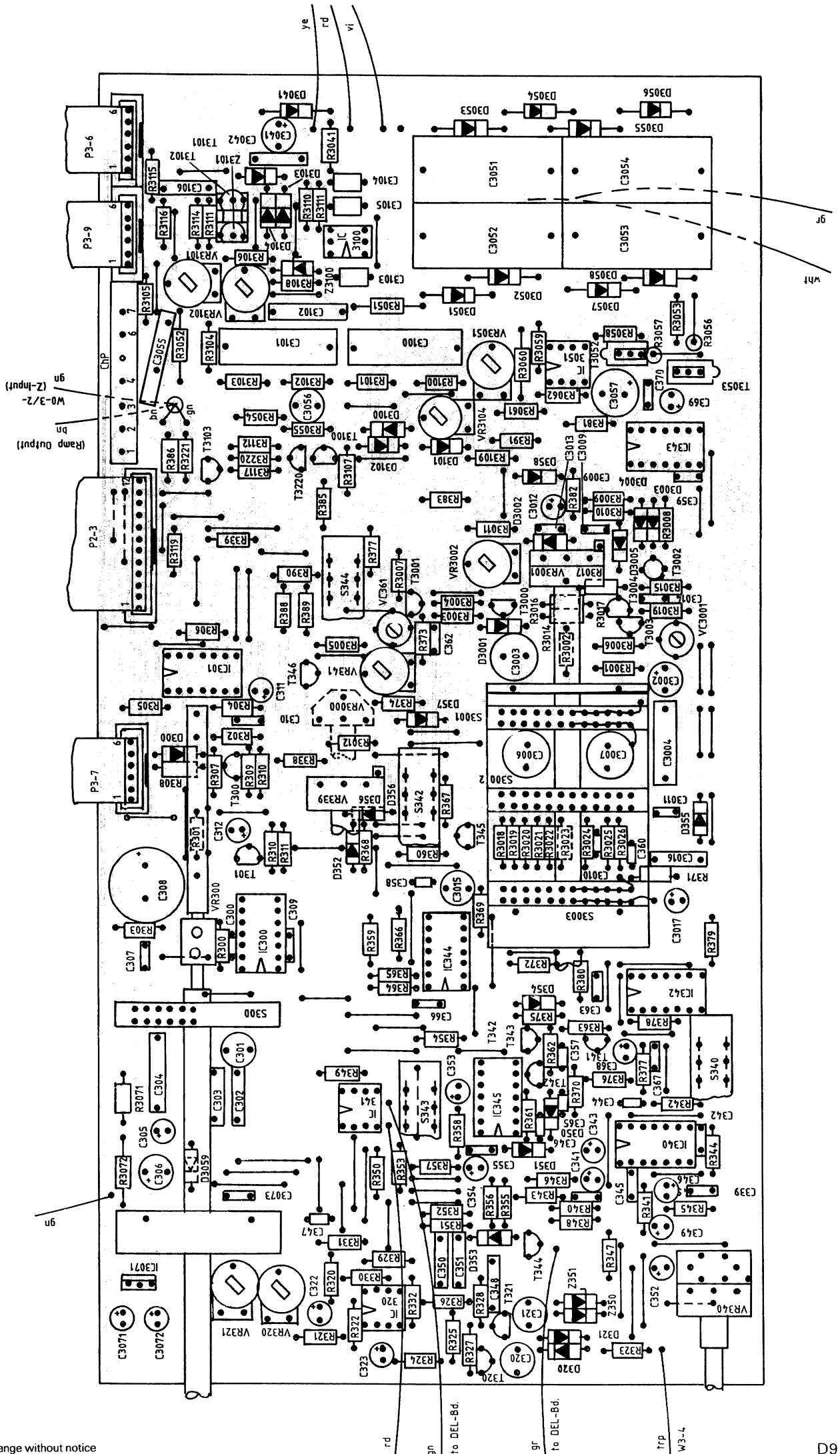
CALIBRATOR, TRACE ROTATION





Subject to change without notice

COMPONENT LOCATIONS TB-BOARD HM204



IDENTIFICATION OF ELECTRICAL COMPONENTS HM204

Electrical components on certain parts of the HM204 are marked such that the first numeral is on:

0.. Chassis
Y-inputs, Trig. ext. input, Component tester connector, Eyelet (Calibrator), Trace rotation coil, LED, Appliance inlet, Power switch, Power transformer

1.. XY-Board I + II
Attenuator and Pre-amplifier Ch. I + II

2.. XY-Board
Y-Intermediate amplifier Ch. I + II, Channel selection flip-flop, Y-Gate driver stages, Chopper generator, Trig. and ext. X-Signal amplifier, Trig. gate driver stages, Component tester, X-Final amplifier, LV-Power, Calibrator, Check point strip 8-13

3.. Trigger Board (TB-Board)
Trigger circuit, Timebase circuit, Unblinking circuit, HV-Power, LV-Power 12V_x, Check point strip 1-7

4.. SY-Board
Trigger sign. final ampl.,

5.. YF-Board
Y-Final amplifier, overscan circuit

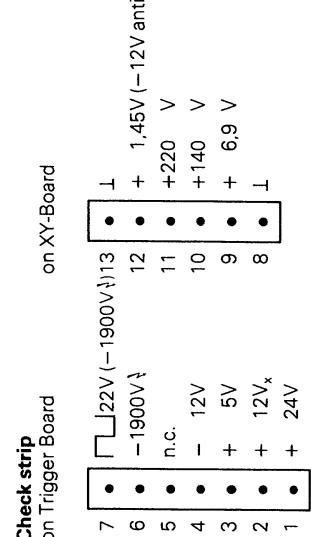
6.. CRT-Board
CRT

7.. DEL-Board
Trigger selector

8.. TR-Board

9.. IF-Board

- Resistor Identification**
- Resistor 0.25W 2% (carbon film)
 - Resistor 0.25W 1% tc = 50·10⁶/K (metal film)
 - Resistor 0.25W 0.5% tc = 50·10⁶/K (metal film)
 - Resistor 0.5W 2% (or for HV) (carbon film)
 - Resistor 4W 2% tc = 400·10⁶/K (metal oxide film)

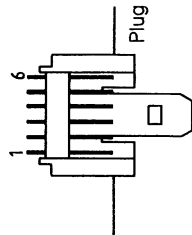


Front

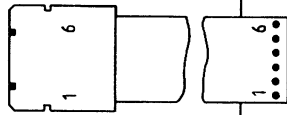
Abbreviations

- Al... Appliance inlet
- 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
- P... Plug
- R... Resistor (fixed)
- S... Switch
- T... Transistor (Silicium)
- TR... Transformer
- VC... Variable capacitor
- VR... Variable resistor
- W... Wire
- Z... Z-Diode

Trigger Board 3..
P2-3/1



Socket

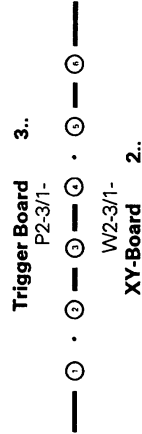


Wire



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

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

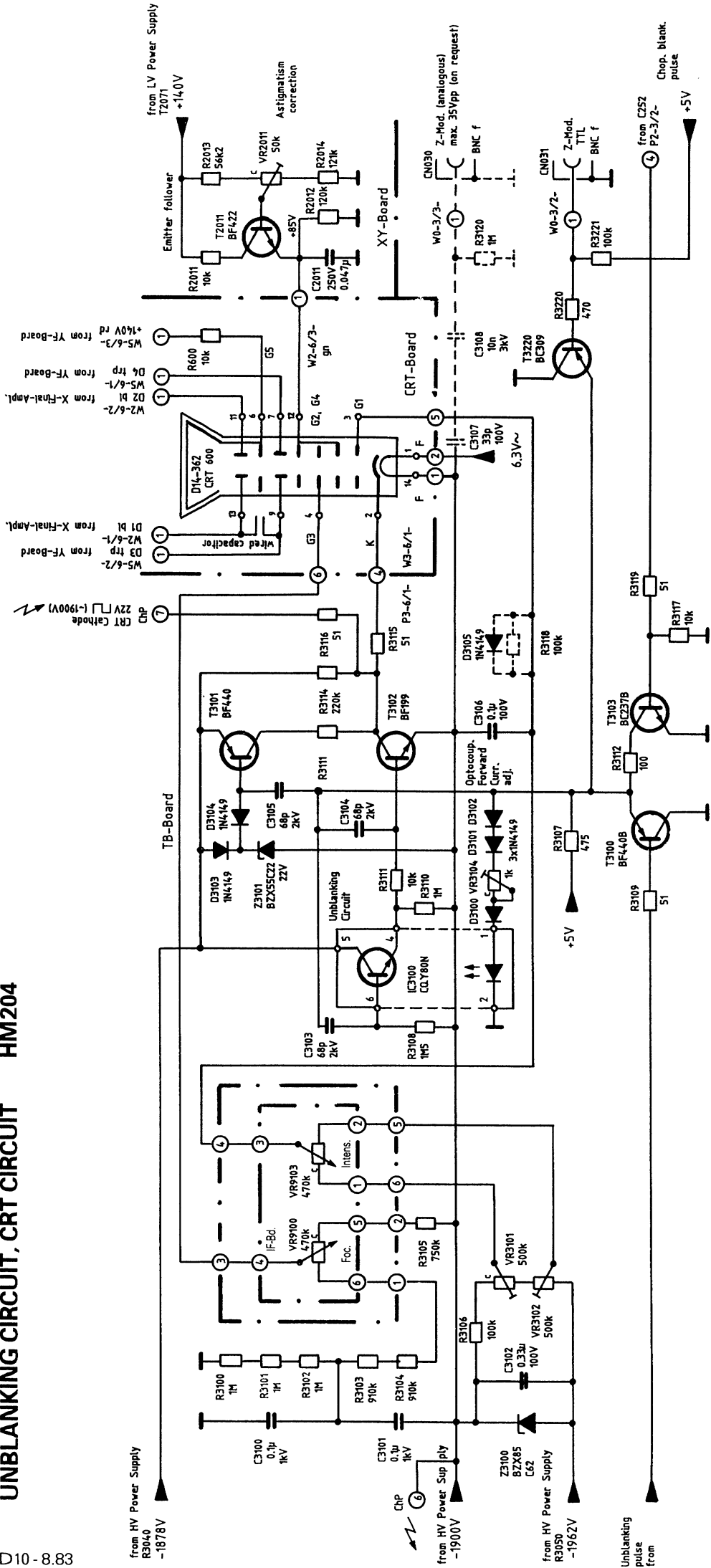


Color-Abbreviations for insulated wire

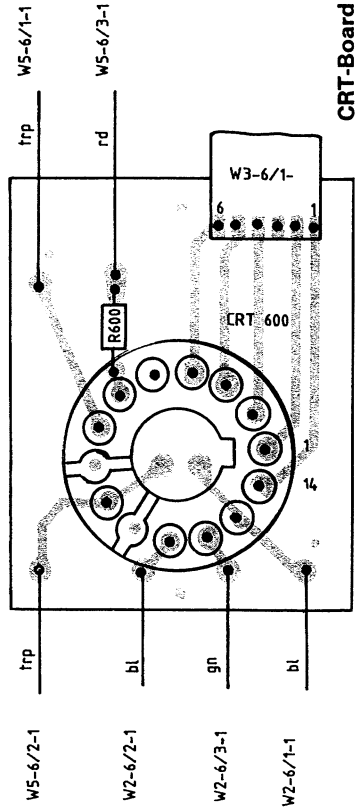
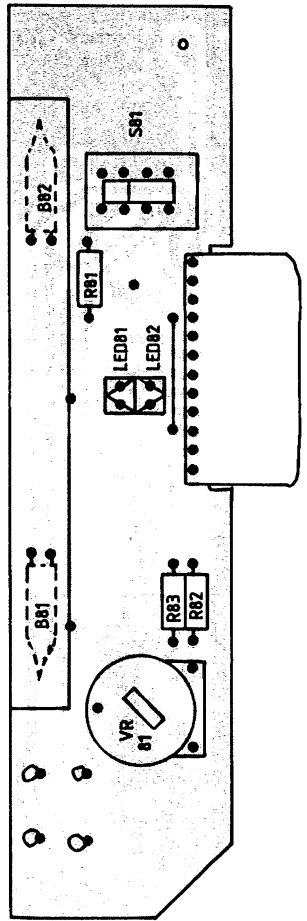
- bk = black
- bn = brown
- rd = red
- or = orange
- ye = yellow
- gn = green
- bl = blue
- vi = violet
- gr = grey
- wh = white
- trp = transparent
- gn/ye = green/yellow stripe

Types and Terminals of Transistors and some ICs	Bottom View	Top View
BC237B BC550C BC557B BF297		
BF199 BF440		
BF422 BF423		
BF458 BF459 BUX86/87 BD232		
BSX19		
U440		
78XXCU The -12V Regulator requires an insulation for package and screw to the chassis.		

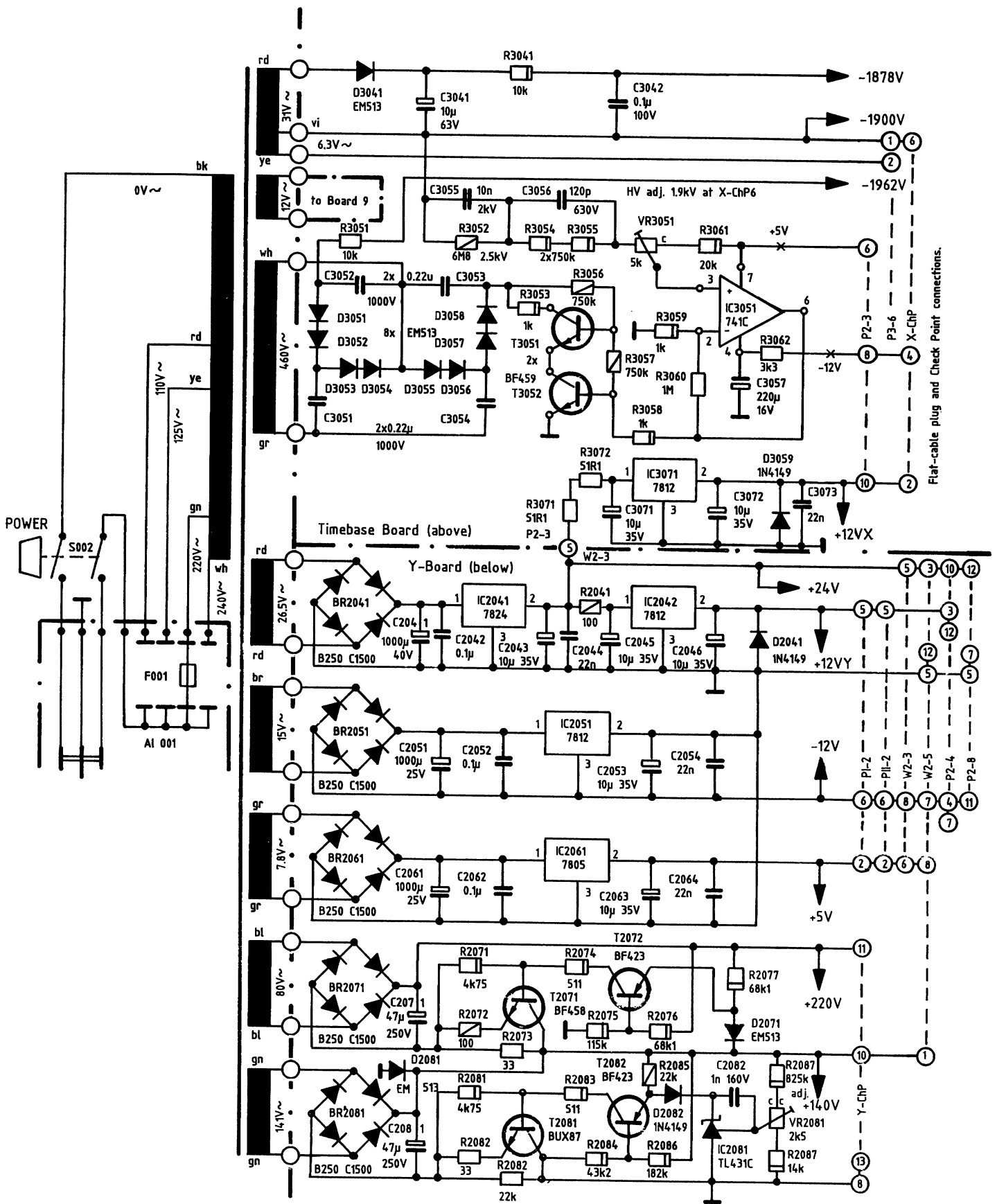
UNBLANKING CIRCUIT, CRT CIRCUIT HM204



COMP. LOCATIONS: TR BOARD



POWER SUPPLY HM204



Flat-cable plug and Check Point connections.