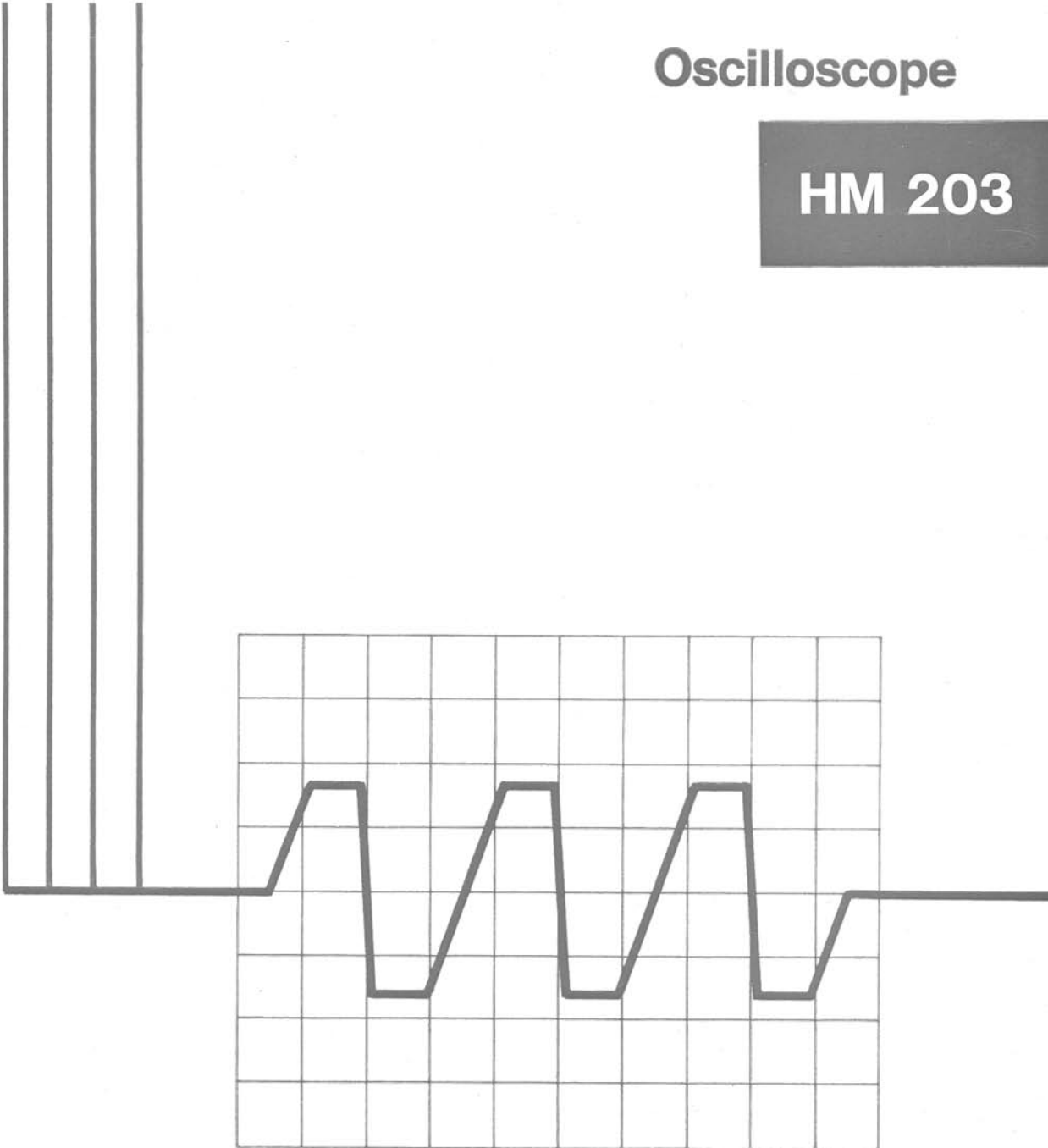


MANUAL

Oscilloscope

HM 203



HAMEG MESSTECHNIK

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und II.
Kanalumschaltung alt. und chop.
 (Chopperfrequenz ca. 120kHz).
XY-Darstellung, Verhältnis 1:1
 (X-Signal über Kanal I).

Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich beider Kanäle:
 0-20MHz (-3dB), 0-28MHz (-6dB).
 Anstiegszeit: ca. 17,5ns.
 Überspringen: maximal 1%.
Ablenkkoeffizienten: 12 calibr. Stellungen
 von 5mV/cm bis 20V/cm (1-2-5 Teilung).
 Genauigkeit der calibr. Stell. besser als 3%.
Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 25 pF.
 Eingangskopplung: DC-AC-GD.
 Eingangsspg.: max. 500V (DC + Sp. AC).

Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 18 calibr. Stellungen
 von 0,5 μ s/cm bis 0,2s/cm (1-2-5 Teilung),
 mit Feinregler bis ca. 200ns/cm,
 bei Dehnung x5 bis ca. 40ns/cm.
 Genauigkeit der calibr. Stell. besser als 3%.
 Ausgang für Kippspannung ca. 5V.
Triggerung autom. od. m. einstellb. Niveau,
 von K I, II, Netz oder ext., positiv od. negativ.
 Triggerkopplung: AC oder TV-Tiefpaß.
 Triggerempfindlichkeit: ca. 3mm, ext. 0,7V
 im Frequenzbereich 3Hz bis 30MHz.

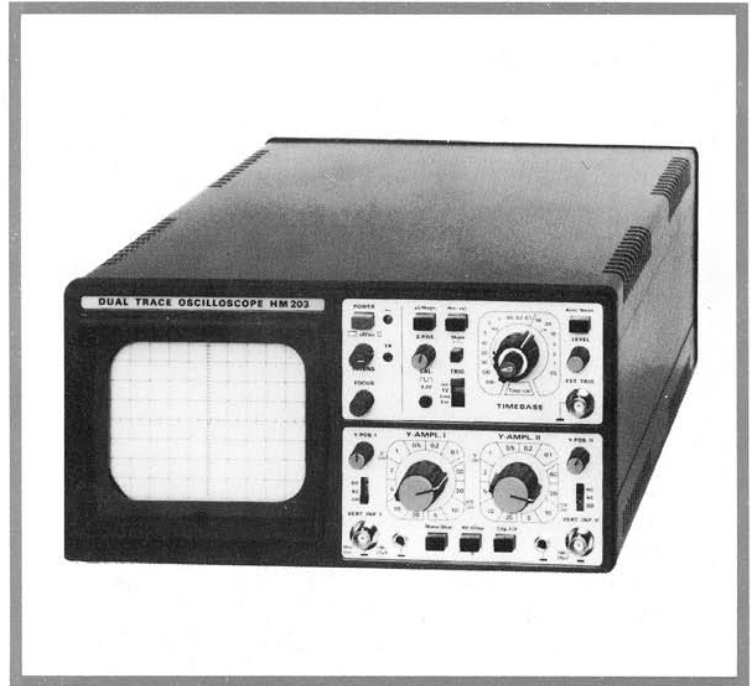
Horizontal-Verstärker (X)

Frequenzbereich: 0-2MHz (-3dB).
Ablenkkoeffizienten: 12 calibr. Stellungen
 von 5mV/cm bis 20V/cm (1-2-5 Teilung),
Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 25 pF.
 Eingangskopplung: DC-AC-GD.
 Phasendifferenz X-Y: <3° unter 100kHz.

Verschiedenes

Strahlröhre: 130 BXB31 mit 13cm \varnothing .
 Beschleunigungsspannung: 2kV.
 Eingebauter Rechteckgenerator ca. 1kHz
 für Tastteiler-Abgleich (0,2V \pm 1%).
 Strahldrehung von außen einstellbar.
Elektron. Stabilisierung der Betriebsspann.
 einschließlich der Hochspannung.
 Netzanschluß für 110, 125, 220, 240V \sim ,
 Netzspannungsschwankung: max. \pm 10%.
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 36 Watt.
 Gewicht: ca. 6kg.
 Gehäuse (mm): B 285, H 145, L 380.
 Farbe: dunkelgrau (anthrazit).
 Mit Aufstellbügel, Griff und Aufwickelhaken.

Änderungen vorbehalten.



- Bandbreite 0-20MHz
- Zweikanalgerät
- Bildschirm 8x10cm
- Triggerung bis 30MHz

Der **neue HM203** ist ein Zweikanal-Oszilloskop für allgemeine Anwendungen **bis 20MHz**. Besonders eindrucksvoll sind die **stabile Triggerung** (bis 30MHz) und seine relativ **hohe Meßgenauigkeit** (\pm 3%). Die maximal nutzbare Schirmfläche ist ca. 8x10cm groß. Mit Hilfe der **elektronischen Stabilisierung** aller Betriebsspannungen sowie der wärmetechnisch günstigen Anordnung driftempfindlicher Bauelemente wird eine **ausgezeichnete Bild-Stabilität** erreicht. Helligkeit und Schärfe der verwendeten Kathodenstrahl-Röhre sind exzellent.

Dem Trend der Zeit folgend, ist dieses Oszilloskop das erste Gerät einer neuen HAMEG-Serie im **kompakten Flachformat**. Vor allem für den gestapelten Aufbau auf Meßplätzen sowie als Portable im externen Service ist dieses Konzept sehr vorteilhaft. Die logische Aufteilung der Bedienungselemente auf zwei, für X und Y **abgegrenzte Bedienfelder** erleichtert die Handhabung des HM203. Auch für den Erstanwender wird das Arbeiten mit diesem Gerät schon nach kurzer Zeit problemlos sein.

Lieferbares Zubehör

Tastteiler 10:1 und 100:1, Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Vierkanal-Vorsatz, Lichtschutztubus, Tragetasche, Component-Tester.

Diesen kompensierten Taster sollte man verwenden, wenn das Meßobjekt nur wenig belastet werden darf oder die Signalspannung größer als 100 V_{ss} ist. Durch die Teilung wird die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops um den Faktor 10 reduziert. Mit dem aufsteckbaren isolierten Federhaken kann der Teiler direkt in die Schaltung eingehängt werden. Für die Befestigung des Massekabels in Meßpunktnähe besitzt dieses eine Krokodilklemme.

Technische Daten:

Teilungsverhältnis 10 : 1 (x 10). Bandbreite 0-100 MHz. Anstiegszeit 3,5 ns. Max. Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 10 Megohm. Eingangskapazität 10,3... 13,6 pF innerhalb des Kompensationsbereichs (10 ... 60 pF). Kabellänge 1,5 m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, Trimmerschlüssel.



Oszilloskop-Tasteiler 10 : 1 HZ 30

Das HZ 35 ist ein Meßkabel mit Tastkopf ohne Spannungsteilung. Es erlaubt die volle Ausnutzung der max. Empfindlichkeit des verwendeten Oszilloskops. Wegen der Belastung des Meßobjekts durch die Kabelkapazität ist es jedoch nur für relativ niederohmige Meßobjekte oder niederfrequente Meßspannungen geeignet. Am Massekabel des Tastkopfes ist ebenfalls eine Krokodilklemme angebracht.

Technische Daten:

Bandbreite 0-10 MHz. Maximale Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand gleich Oszilloskop-Eingangswiderstand. Eingangskapazität 47 pF + Osz.-Eingangs-C. Kabellänge 1,5 m. Kopf-Massekabel mit Krokodilklemme.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, BNC-Adapter.



Meßkabel mit Tastkopf 1 : 1 HZ 35

Die Eigenschaften des umschaltbaren Taster HZ 36 entsprechen beim Teilverhältnis 10 : 1 dem Typ HZ 30. In Stellung 1 : 1 kann die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops voll genutzt werden, wobei allerdings die Meßobjektbelastung durch die Kabelkapazität größer ist. In der Referenzstellung des Umschalters ist nur der Oszilloskopeingang, aber nicht das Signal kurzgeschlossen.

Technische Daten:

Bei Teilung 10 : 1 (x 10) siehe **HZ 30**. Bei Teilung 1 : 1 (x 1): Bandbreite 0-10 MHz. Maximale Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand gleich Oszilloskop-Eingangswiderstand. Eingangskapazität 40 pF + Osz.-Eingangs-C. In Referenzstellung (Ausgang an Masse) ist der Eingangswiderstand 9 Megohm. Kabellänge 1,5 m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Isolierhülse für Tastkopfspitze, Isolierhülse für Messungen an IC's.



Osz.-Tasteiler 10:1/1:1 HZ 36

Für die Aufzeichnung von Signalen über 500V bis max. 1500V ist ein Tastteiler HZ37 erforderlich. Das Teilverhältnis beträgt 100:1, wodurch die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops um den Faktor 100 reduziert wird. Damit ist eine Messung von Hochspannungssignalen (z.B. Fernsehempfänger) kurvenformgetreu mit geringster Belastung möglich. Oberhalb 20kHz verringert sich die zulässige Eingangswchenspannung. Zum Schutz des Osz.-Kopplungskondensators muß die Osz.-Eingangskopplung auf "DC" geschaltet sein.

Technische Daten:

Teilungsverhältnis 100:1 (x100). Bandbreite DC-100MHz. Anstiegszeit 3,5ns. Max. Eingangsspannung 1500V (DC + Spitze AC). Oberhalb 20kHz: Spitze AC = $212:\sqrt{f}$ in Volt (f in MHz). Eingangswiderstand 100M Ω . Eingangskapazität 4pF im Kompensationsbereich 12-48pF. Kabellänge 1,5m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Isolierhülsen für Tastkopfspitze und IC-Messungen, Massekabel.



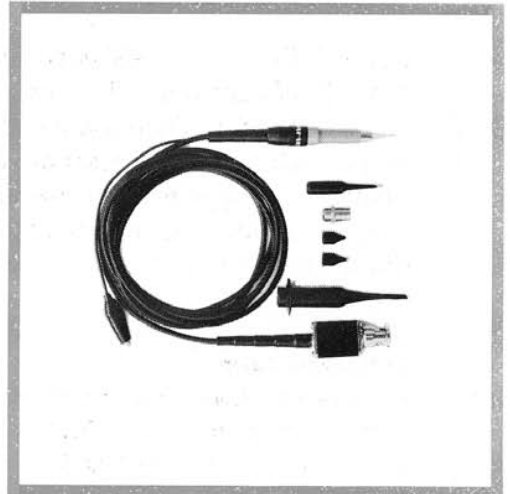
Oszilloskop-Tastteiler 100 : 1 HZ 37

Der Tastteiler HZ 38 eignet sich besonders für Signale, die höhere Frequenzspektren beinhalten. Da sich die Anstiegszeit des Tastteilers zu der des Oszilloskops geometrisch hinzuaddiert, sollte erstere möglichst nicht größer als 20% der Oszilloskop-Anstiegszeit sein. Für Oszilloskope mit mehr als 40MHz Bandbreite empfiehlt sich die Verwendung des HZ 38, weil damit die nutzbare Bandbreite nicht wesentlich reduziert wird.

Technische Daten:

Teilungsverhältnis 10:1 (x10). Bandbreite 0-200MHz. Anstiegszeit 1,7 ns. Max. Eingangsspannung 500V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 10 Megohm. Eingangskapazität ca. 13pF im Kompensationsbereich 12...48 pF. Kabellänge 1,5m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, BNC-Adapter, 2 Massekabel.



Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 38

Der Demodulatortaster HZ 39 eignet sich zur Aufzeichnung der Amplitudenmodulation von HF-Signalen und als Detektor von Wobbelspannungen. Die Schaltung beinhaltet im wesentlichen einen Spitze-Spitze-Gleichrichter mit Kondensatoreingang. Zur Unterdrückung der HF-Spannung wird das Ausgangssignal über einen Tiefpaß entnommen. Der Ausgang muß mit 1 Megohm abgeschlossen sein, was sich bei DC-Betrieb des Oszilloskops automatisch ergibt.

Technische Daten:

Bandbreite ca. 35 kHz bis 250 MHz. HF-Eingangsspannungsbereich 0,25 Veff. bis 40 Veff. Maximale Eingangsspannung 200V (DC + Spitze AC). Ausgangspolarität: positiv. Kabellänge 1,5m.

Mitgeliefertes Zubehör: Federhaken, BNC-Adapter.



Demodulatortaster HZ 39

Für den Übergang von Bananenstecker-Anschlußleitungen auf BNC-Buchse ist der HZ 20-Adapter zu empfehlen. Die beiden Schraubklemmbuchsen für die Bananenstecker sind über einen Bügel mit dem BNC-Stecker starr verbunden. Der Bügel ist über letzteren drehbar angeordnet, so daß er immer in der günstigsten Lage stehen kann. Besonders wo in Verbindung mit Oszilloskopen Kabel mit Bananensteckern verwendet werden, sollte der HZ 20 immer vorhanden sein.

Technische Daten:

Länge 42, Breite 35, Tiefe 18 mm. Buchsendurchmesser 4 mm mit Querloch 2 mm ϕ . Buchsenabstand 19 mm. Genormter BNC-Stecker. Maximale Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



Übergang Banane-BNC HZ 20

Der 50 Ohm-Durchgangsabschlußwiderstand ist auf der einen Seite mit einer BNC-Buchse, auf der anderen mit einem BNC-Stecker versehen. Der HZ 22 dient zum Abschließen von Koax-Kabeln mit 50 Ohm-Wellenwiderstand und Generatoren mit 50 Ohm-Ausgang. Er muß am Kabelende (z. B. am Oszilloskop-Eingang) angebracht werden, wenn das Signal von der reinen Sinusform abweicht (z. B. bei Rechteck- oder Nadelimpulsen), damit die Kurvenform unverfälscht erhalten bleibt. Er ist aber auch für genaue Spannungsmessungen von Sinus-Signalen im HF-Bereich notwendig (Stehwellen!). Tasteteiler erfordern keinen Abschluß.

Technische Daten:

Maße: 14 x 20 x 62 mm. Max. Belastung 2 W. Max. Spannung 10 Veff.



50 Ohm-Durchgangsabschluß HZ 22

Für den Abgleich von Oszilloskop-Eingangsteilern mit 1 Megohm-Eingangswiderstand ist ein abgeschirmter 2:1-Vorteiler erforderlich. Der HZ 23 ist einerseits mit seinem BNC-Stecker direkt an den Vertikaleingang, andererseits mit der BNC-Buchse an das Kabel vom Rechteckgenerator anzuschließen. In Serie mit den Innenleitern von Stecker und Buchse liegt eine Parallelschaltung aus Widerstand und Keramiktrimmer. Letzterer ist auf die Eingangskapazität des Osz.-Vertikaleingangs abgleichbar. In diesem Fall sind Oszilloskop- und Vorteiler-Impedanz gleich.

Technische Daten:

Maße 62 x 21 x 15 mm. Festwiderstand 1 Megohm. Kompensationskapazität 12... 48 pF. Maximale Spannung 250 V (DC + Spitze AC).



Vorteiler 2 : 1 HZ 23

HAMEG

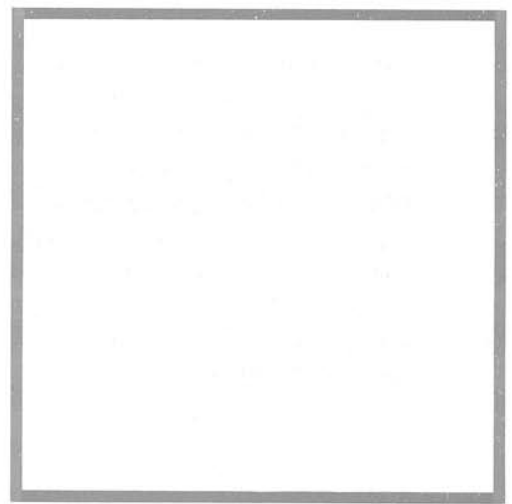
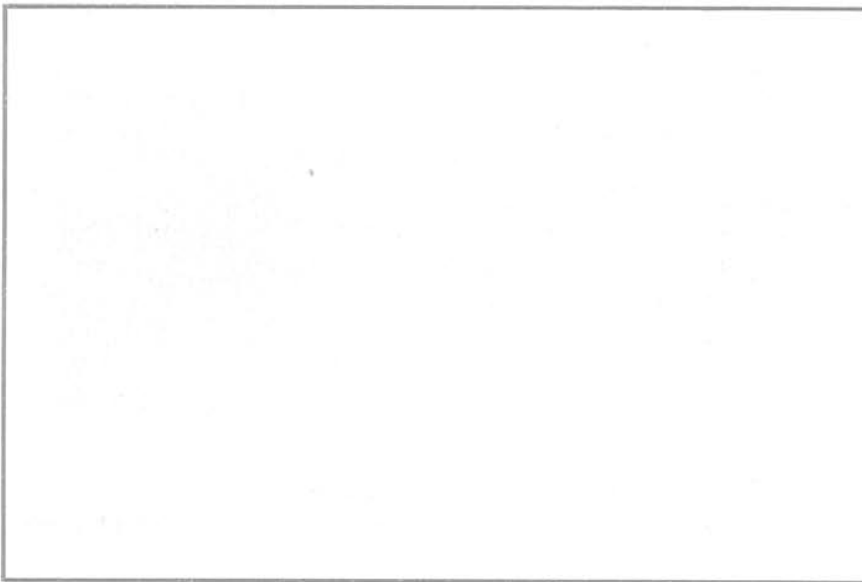
Gedacht ist das Meßkabel HZ 32 für die Verbindung zwischen Oszilloskopen und Geräten mit Bananensteckerbuchsen. Die Kombination BNC-Banane erlaubt jedoch noch viele andere Anwendungen. Besonders bei hochohmigen NF-Signalen reduziert der abgeschirmte 4mm-Stecker mit herausgeführter Masseleitung die Gefahr von Brummeinstreuungen. Zur Vermeidung von frühzeitigen Kabelbrüchen sind beide Stecker mit Knickschutztüllen versehen. Aus dem gleichen Grunde ist das Massekabel mit Bananenstecker sehr feindrätig ausgeführt.

Technische Daten:

Kabellänge 1,15 m. Kabelkapazität 120 pF. Wellenwiderstand 50 Ohm. Max. Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



Meßkabel Banane-BNC HZ 32



Das abgeschirmte koaxiale Meßkabel HZ 34 besitzt an beiden Enden BNC-Normstecker. In der hier vorliegenden Ausführung ist es das in der kommerziellen Elektronik am häufigsten benutzte Verbindungskabel überhaupt. Zur Vermeidung frühzeitiger Kabelbrüche sind an den BNC-Steckern griffige Knickschutztüllen aus Kunststoff-Formteilen fest angebracht.

Technische Daten:

Kabellänge 1,2 m. Kabelkapazität 126 pF. Wellenwiderstand 50 Ohm. Maximale Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



Meßkabel BNC-BNC HZ 34

HAMEG

Für den Transport von Oszilloskopen ist die Tragetasche besonders empfehlenswert. Zwischen Gerät und Taschenboden befindet sich eine dickere Zwischenplatte, die auch bei härterem Aufsetzen alle Stöße weich auffängt. An einer Seite befindet sich noch ein Fach für die Aufnahme von Werkzeug und Zubehör. Größe der Tasche etwa 260 x 210 x 460 mm. Größe des Faches für Werkzeug und Zubehör 260 x 210 x 50 mm. Zum Tragen wird der Griff des Gerätes benutzt, so daß die Tasche dabei keinerlei Beanspruchung ausgesetzt ist. Das Material derselben ist besonders strapazierfähig und entspricht allen Anforderungen für den Außendienst.

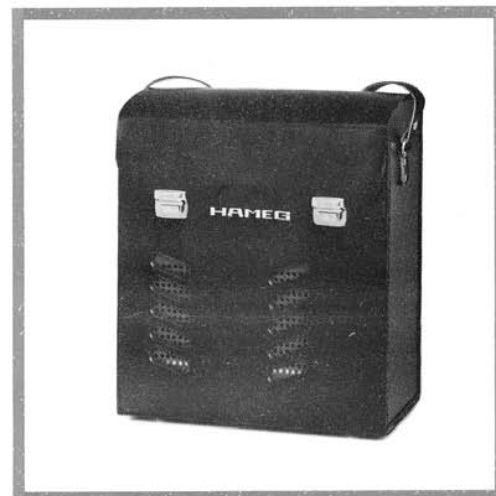
Verwendbar ist die Tasche für die Oszilloskope HM 312, HM 412 und HM 512. Sonderausführung für Oszilloskop HM 812 auf Anfrage.



Tragetasche HZ 43

Diese Tasche ist speziell für kleinere Geräte vorgesehen. Sie enthält ebenfalls ein Fach für Werkzeug und Zubehör. Außerdem sind an den Seitenflächen Tragriemen befestigt, so daß man die Tasche auch umhängen kann. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn man gleichzeitig noch ein anderes Gerät tragen muß. An der Vorder- und Rückseite sind Belüftungslöcher angebracht. Daher können Geräte bis zu 30 Watt Leistungsaufnahme auch während des Betriebes in der Tasche bleiben. Gesamtgröße ca. 300 x 125 x 300 mm. Fach für Werkzeug und Zubehör etwa 120 x 40 x 280 mm.

Verwendbar ist sie für die Geräte HM 307, HZ 62 und HZ 64 sowie für andere Geräte mit gleicher Gehäusegröße.



Tragetasche HZ 44

HAMEG

Wenn in sehr hellen Räumen der Kontrast des aufgezeichneten Bildes zu schwach ist, wird empfohlen, einen Lichtschutztubus zu verwenden. Der HZ 47 dunkelt in den meisten Fällen die Schirmfläche gegen alle Lichteinwirkungen genügend ab, wodurch der Kontrast erheblich gesteigert wird. Für die Befestigung befinden sich oben und unten vier leicht veränderbare Laschen. Diese lassen sich schnell an die Form der Schirmblende anpassen.

Verwendbar ist der Lichtschutztubus HZ 47 für die Oszilloskope HM 312, HM 412, HM 512 und HM 812.



Lichtschutztubus HZ 47

Allgemeine Hinweise

Der neue HM203 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie alle seine Vorgänger. Technologisch bietet er den neuesten Stand der Technik. Dies drückt sich besonders in der verstärkten Anwendung monolithisch integrierter Schaltkreise aus. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß man bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene sollten die vorliegende Anleitung gründlich durchlesen, um vor allem beim späteren Gebrauch auch die Kriterien des Gerätes genau zu kennen.

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Serviceanleitung enthalten sind. **Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.** Das Gerät entspricht den Bestimmungen für die **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 HM203 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 HM203 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 er-

forderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern.

Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage oft nicht ganz vermeiden. Manchmal kann sich aber auch durch starke Erschütterungen beim Transport die Bildröhre selbst etwas verdrehen. In beiden Fällen verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist am Trimmer hinter der mit TR bezeichneten Öffnung möglich. Eine evtl. nötige Änderung der Bildröhrenlage ist in der Service-Anleitung beschrieben.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den Hauptfunktionen in zwei Felder aufgeteilt. Rechts oben, direkt neben dem Bildschirm, befinden sich die Bedienungselemente für Inbetriebnahme (Netztaaste **POWER**, Netzanzeige \sim), Helligkeits- und Schärfereinstellung (**INTENS.**, **FOCUS**) und Strahldrehung (**TR** = Trace Rotation). Rechts daneben, durch Vertikalstrich getrennt, befinden sich die Bedienungselemente der Zeitbasis (**TIMEBASE**-Schalter mit Feineinstellung) und der Triggerung. Weiter kann hier die horizontale Strahlposition (**X-POS.**) eingestellt und mit Drucktasten auf Dehnung (**X-Magn. x5**) und externe Horizontalablenkung (**Hor. ext.**) umgeschaltet werden. Schließlich befindet sich noch der Calibrator-Ausgang (**CAL.**) in diesem Feld. Das untere Feld ist für die Wahl der Vertikalverstärker-Betriebsart und die Anpassung an das Meßsignal vorgesehen.

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

funktionen. 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 HM203 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. 3-4cm begrenzt. Außerdem wird dann auch die zeitliche Auflösung problematisch. Beispielsweise wird bei ca. 25MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (40ns/cm) alle 1cm 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 Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25MHz), 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 Meßverstärker 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 HAMEG-Geräte eine Funktionsgarantie von 12 Monaten gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird

empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung empfehlen wir, am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung. Wir weisen darauf hin, daß wir im Garantiefall auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegennehmen.

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 entspricht).

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

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

Zu Beginn der Arbeit sollte, wie bereits erwähnt, keine der Tasten (außer der Netztaste **POWER) eingedrückt sein. Die Bedienungsknöpfe mit Pfeil auf blauer Knopfkappe sollen zunächst in der linken Anschlagstellung stehen (Pfeile waagrecht nach links zeigend: **TIMEBASE**-Feineinstellung auf **C**; **LEVEL**-Einstellung auf **AT**). Die Striche der grauen Knopfkappen sollten etwa senkrecht nach oben zeigen. Diese Knöpfe stehen dann ungefähr in der Mitte des Einstellbereiches. Der Trigger-Wahlschalter **TRIG.** sollte in der obersten Stellung **Int.** stehen.**

Mit der rechts oben neben der Schirmblende angebrachten Netztaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach einer Minute Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Regler nicht genügend aufgedreht, oder der Kippgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Regler verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe, Tasten und Schalter in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den **LEVEL**-Regler zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser am linken Anschlag (Stellung **AT**) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **Hor. ext.** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **IN-**

TENS.-Regler eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollten die **DC-AC-GD**-Schalter der Y-Eingänge in Masstellung (**GD**) stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell an den Y-Eingängen anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

Art der Signalspannung

Mit dem HM203 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 50Hz-Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren **Oberwellenanteile** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Meßverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM203 ist deshalb nur bis ca. 2MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinreglers erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der **TRIG.**-Wahlschalter in Stellung **TV** (eingebautes Tiefpaß-Filter) stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegel^einstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

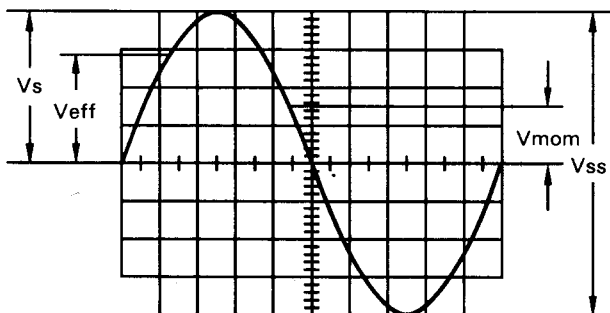
Für wahlweisen Betrieb als Gleich- oder Wechselspannungsverstärker hat jeder Kanaleingang **DC-AC**-Schalter. In Stellung **DC** sollte nur mit Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich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

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Betrieb des Meßverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der **DC**-Betrieb vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Betrieb ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- und abwärts bewegen. Gleichspannungen sind ebenfalls in Stellung **DC** zu messen.

Größe der Signalspannung

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

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2,83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen 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. 5mV_{ss}. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten an den Eingangsteilern, bezeichnet mit **Y-AMPL.**, 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 Taster 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160V_{ss} aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang **±500V** nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Taster 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000V_{ss} auswertbar sind. Mit Spezialtaster 100:1 (z. B. HZ37) können Spannungen bis ca. 3000V_{ss} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe "Anlegen der Signalspannung" Seite M5). Mit einem normalen Taster 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Taster. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68nF) vorzuschalten.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Taster an höhere Spannungen als 500V gelegt werden (siehe "Anlegen der Signalspannung" Seite M5).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Einstellung des **TIMEBASE**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIMEBASE**-Schalter in **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die

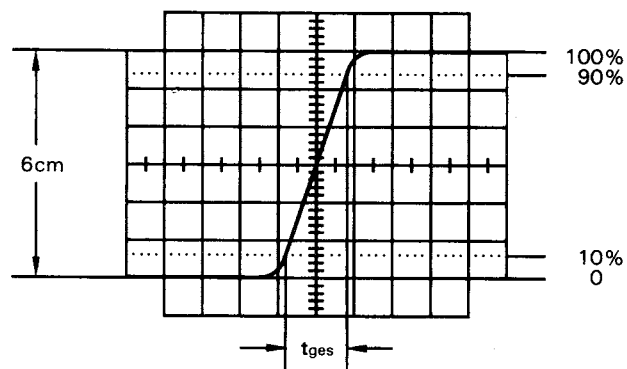
Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt. **Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIMEBASE-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der Zeit-Feinregler in seiner kalibrierten Stellung C stehen** (Pfeil waagrecht nach links zeigend).

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (gedrückte Taste **x5 Magn.**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 5 zu dividieren.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreite-Grenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10% und 90% der vertikalen Impulshöhe. Für 6cm hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden sind beide Werte auf dem Bildschirm durch horizontale Punktlinien markiert. Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die Punktlinien kreuzt, ist mit dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten zu multiplizieren und ergibt die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit der Signalspannung ist dann

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (bei HM203 ca. 17,5ns). Ist t_{ges} größer als 100ns, dann kann die Anstiegszeit des Meßverstärkers vernachlässigt werden. Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



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 Tasteriler 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 50 Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50 Ω -Kabels wie z. B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50 Ω -Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10Veff. oder — bei Sinussignal — mit 28,3Vss erreicht. Wird ein Tasteriler 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 Tasteriler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10M Ω || 11 pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Tasteriler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen

Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe "Abgleich des Tastteilers" Seite M6).

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei AC-Kopplung 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 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 Eingangswchselspannung frequenzabhängig begrenzt: **unterhalb 20kHz** (TV-Zeilenfrequenz!) auf

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

oberhalb 20kHz (mit f in MHz) auf

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

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

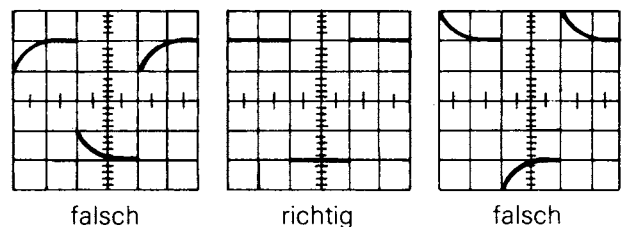
Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen von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

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an

den Meßeingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollten die Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und die Eingangsteilerschalter auf **20V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker total übersteuert. Der **Y-AMPL.**-Schalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-6cm 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.

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM203 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1kHz und einer Ausgangsspannung von $0,2 \text{Vss} \pm 1\%$. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit **CAL.** und 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 **Y-AMPL.**-Schalter in der empfindlichsten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal **4cm** hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

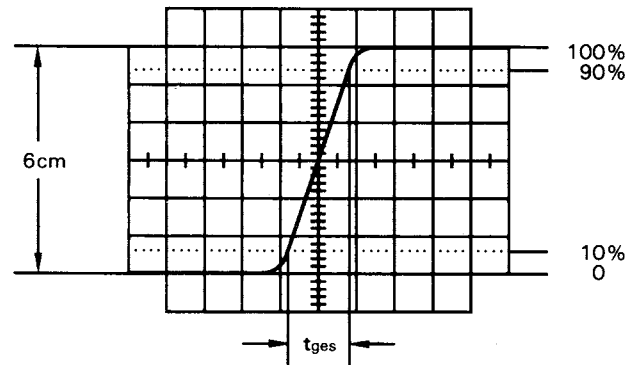
Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt. **Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIMEBASE-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der Zeit-Feinregler in seiner kalibrierten Stellung C stehen** (Pfeil waagrecht nach links zeigend).

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (gedrückte Taste **x5 Magn.**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 5 zu dividieren.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreite-Grenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10% und 90% der vertikalen Impulshöhe. Für 6cm hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden sind beide Werte auf dem Bildschirm durch horizontale Punktlinien markiert. Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die Punktlinien kreuzt, ist mit dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten zu multiplizieren und ergibt die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit der Signalspannung ist dann

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (bei HM203 ca. 17,5ns). Ist t_{ges} größer als 100ns, dann kann die Anstiegszeit des Meßverstärkers vernachlässigt werden. Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z. B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Taster 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 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 10Veff. oder — bei Sinussignal — mit 28,3Vss erreicht. Wird ein Taster 10:1 (z. B. HZ30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Taster werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ || 11 pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Taster auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen

Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genaues Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe "Abgleich des Tastteilers" Seite M6).

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei **AC**-Kopplung 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 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 Eingangswechselspannung frequenzabhängig begrenzt: **unterhalb 20kHz** (TV-Zeilenfrequenz!) auf

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

oberhalb 20kHz (mit f in MHz) auf

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

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

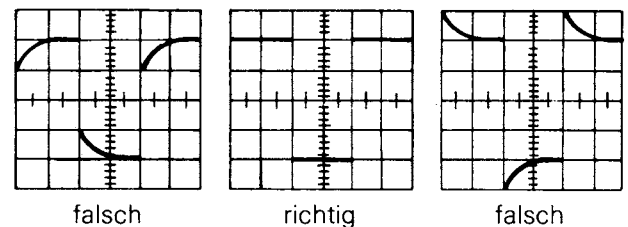
Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen von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

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an

den Meßeingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollten die Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und die Eingangsteilerschalter auf **20V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker total übersteuert. Der **Y-AMPL.**-Schalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-6cm 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.

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM203 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1kHz und einer Ausgangsspannung von $0,2\text{Vss} \pm 1\%$. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit **CAL.** und 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 **Y-AMPL.**-Schalter in der empfindlichsten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal **4cm** hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

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

Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart des Meßverstärkers wird mit den Tasten im unteren Y-Feld gewählt. Für den Betrieb von Kanal I stehen alle heraus. Soll nur Kanal II benutzt werden, ist die Taste **Alt/Chop** allein einzudrücken. Sie ist deshalb unter der Taste mit **II** gekennzeichnet. Wenn man gleichzeitig die daneben befindliche Taste **Trig. I/II** drückt, wird dadurch die interne Triggerung auch auf Kanal II umgeschaltet. Für Zweikanal-Betrieb ist die Taste **Mono/Dual** zu benutzen. Die Art der Kanalschaltung ist von der Stellung der **Alt/Chop**-Taste abhängig. Steht sie heraus, erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Diese Betriebsart sollte man bei allen schnelleren Signalen (> 1 kHz) bevorzugen. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge ist sie nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. In diesem Fall ist noch die Taste **Alt/Chop** zu drücken. Beide Kanäle werden dann innerhalb einer Ablenkperiode mit einer relativ hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopped mode). Hierdurch werden auch Signale mit niedriger Folgefrequenz flimmerfrei dargestellt.

Für XY-Betrieb wird die Taste **Hor. ext.** betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal I** zugeführt (**Hor. Inp.**). Der **Eingangsteiler von Kanal I wird bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt**. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal I ist bei XY-Betrieb abgeschaltet. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpe-

danz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **x5 Magn.** für die Dehnung der Zeitlinie darf dabei nicht eingedrückt sein. Die obere Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 2MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht der **LEVEL**-Regler in Stellung **AT (Automatische Triggerung)**, wird die Zeitlinie auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz gut stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Mit **LEVEL**-Einstellung (**Normaltriggerung**) kann die Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Signalfanke beginnen, muß die mit **Slope + /—** bezeichnete Taste gedrückt werden. Bei interner Normaltriggerung ist der mit dem **LEVEL**-Regler 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.

Bei **Mono-Betrieb** ist das **interne** Triggersignal von dem jeweils benutzten Kanal zu entnehmen. Hierfür ist die mit **Trig. I/II** bezeichnete Taste zu drücken bzw. auszulösen. Im **Zweikanal-Betrieb** ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise möglich. Bei herausstehender Taste **Trig. I/II** wird es von Kanal I entnommen.

Für **externe Triggerung** wird der **TRIG.**-Wahlschalter in die Stellung **Ext.** umgeschaltet und das Triggersignal (0,7-7Vss) der Buchse **EXT. TRIG.** zugeführt. Wird nur Kanal I benutzt, kann die Zuführung auch über den Eingang von Kanal II erfolgen (Taste **Trig.**

I/II dabei eingedrückt; **TRIG.**-Wahlschalter auf **Int.**). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 0,7 und 7V_{ss} liegt, bzw. von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem **Y-AMPL. II**-Schalter in einem Bereich von 5mV bis ca. 150V_{ss} an den Triggeringang der Zeitbasis optimal angepaßt werden. Dabei ist auch die Benutzung eines Tastteilers mit hoher Eingangsimpedanz möglich. Von Vorteil ist es, wenn man das externe Triggersignal selbst erst einmal aufzeichnet und auf eine Amplitude von 2-6cm einstellt. Hierfür ist die Taste **Mono/Dual** zu drücken und eventuell der **DC-AC-GD**-Schalter von Kanal I auf **GD** zu schalten.

Die Kopplungsart des Triggersignals ist intern wie extern Wechselspannungskopplung (AC). Bei externer Normaltriggerung mit **LEVEL**-Einstellung können noch Signale mit Folgefrequenzen unter 5Hz stabil getriggert werden.

Soll das **Video-Signal** eines Fernsehempfängers **mit Bildfrequenz** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den **TRIG.**-Wahlschalter in Stellung **TV** bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden. Für die Darstellung eines **Video-Signals mit Zeilenfrequenz** muß dagegen die **Int.** (oder evtl. **Ext.**) -Stellung des **TRIG.**-Wahlschalters benutzt werden. In beiden Fällen sollte dabei immer **Normaltriggerung mit LEVEL-Einstellung** zur Anwendung kommen.

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

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Reglers bei **Normaltriggerung** kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch **Betätigung des Zeit-Feinreglers** erreicht werden. Besonders bei Burst-Signalen und Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Start der Triggerung dann auf den jeweils günstigsten Zeitpunkt eingestellt werden.

Für die **Triggerung mit Netzfrequenz** (50-60Hz) ist der **TRIG.**-Wahlschalter in die Stellung **Line** zu setzen. Diese Triggerart empfiehlt sich für alle Signale, die netz-synchron sind (z. B. Brummspannung hinter einem Netzgleichrichter), weil die Triggerung damit von der Signalamplitude unabhängig ist und so eine Aufzeichnung unterhalb der Triggerschwelle erlaubt.

Alle am **TIMEBASE**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die linke Anschlagstellung des Zeit-Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei Rechtsanschlag wird die Ablenkzeit etwa um das 2,5fache verkürzt. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Bei 5facher Dehnung der Zeitachse (Taste **x5 Magn.** gedrückt) ergibt sich dann in der obersten Stellung des **TIMEBASE**-Schalters eine maximale Auflösung von ca. 40ns/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, also mit einer Drehung des **TIMEBASE**-Schalters nach links.

Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. 5V_{ss}) ist über zwei Bananensteckbuchsen (4mm Ø) an der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als 10kΩ sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenzuschalten.

Wartung

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM203 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen.

HAMEG

Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind. Für exakte Tests ist von HAMEG der Oszilloskop-Calibrator HZ62 erhältlich. Er ist für Kontrolle und Abgleich aller handelsüblichen Oszilloskope verwendbar. Auch zur Wartung einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist dieses Gerät empfehlenswert.

Zubehör

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

KURZANLEITUNG für HM 203

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netzaste **POWER** drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. **Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).**
Keine weitere Taste drücken. **LEVEL**-Regler auf **AT** stellen.
Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.
Mit den Reglern **Y-POS.** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.
Anschließend mit **FOCUS**-Regler Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Meßverstärker

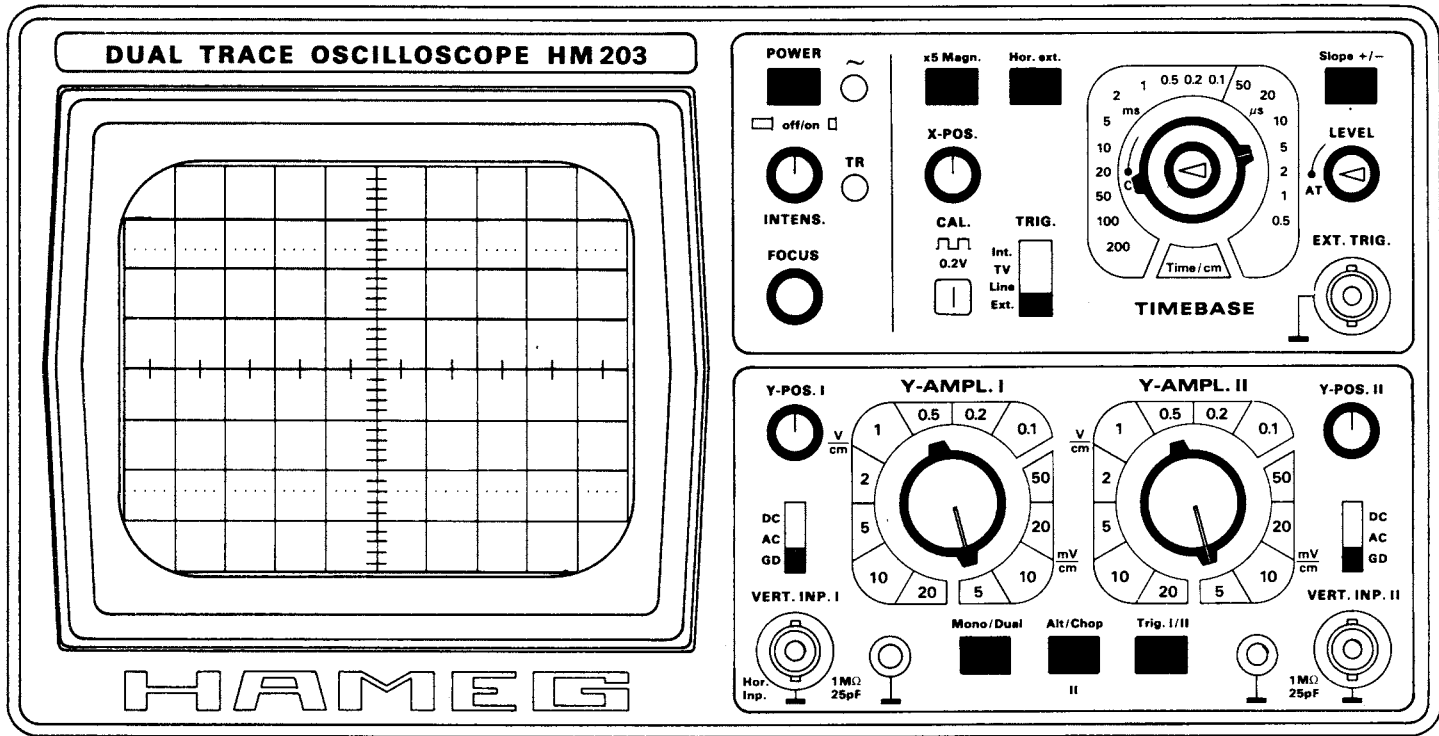
Kanal I: Alle Tasten im (unteren) Y-Feld herausstehend.
Kanal II: Taste **II** (= **Alt/Chop**) gedrückt.
Kanal I und II: Taste **Mono/Dual** gedrückt.
Alternierende Kanalumschaltung: Taste **Alt/Chop** nicht drücken.
Chopper-Kanalumschaltung: Taste **Alt/Chop** drücken.
Signale < 1 kHz mit gedrückter Taste **Alt/Chop**.

Betriebsart Triggerung

Automatische Triggerung: **LEVEL**-Regler auf **AT** stellen.
Normaltriggerung: Mit **LEVEL**-Regler Triggereinsatzpunkt wählen.
Interne Triggerung von Kanal I: Taste **Trig. I/II** nicht drücken.
Interne Triggerung von Kanal II: Taste **Trig. I/II** drücken.
Interne Triggerung von Kanal I im Zweikanalbetrieb: **Trig. I/II** nicht drücken.
Interne Triggerung von Kanal II im Zweikanalbetrieb: **Trig. I/II** drücken.
Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf **Line**.
Externe Triggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf **Ext.**;
Synchronsignal (0,7-7V_{ss}) auf Buchse **TRIG. EXT.**
Trigger-Flankenrichtung mit Taste **Slope + / -** wählen.
Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TRIG.**-Wahlschalter auf **Int.** (oder evtl. **Ext.**).
Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TRIG.**-Wahlschalter auf **TV**.

Messung

Meßsignale den **VERT. INP.**-Buchsen **I** und/oder **II** zuführen.
Tastteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Schalter **Y-AMPL.** Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Am **TIMEBASE**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Bei Zeitmessung Zeit-Feinregler auf Linksanschlag **C**.
Für 5fache Zeitdehnung Taste **x5 Magn.** drücken.
Ext. Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) mit gedrückter Taste **Hor. ext.**;
X-Signal auf Buchse **VERT. INP. I**; X-Position mit Regler **X-POS.** einstellen.



Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM203 zu überprüfen. Für exakte Tests ist von HAMEG der Oszilloskop-Calibrator HZ62 erhältlich. Er ist für Kontrolle und Abgleich aller handelsüblichen Oszilloskope verwendbar. Auch zur Wartung einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist dieses Gerät empfehlenswert. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll eingedrückt sein, **LEVEL**-Regler auf **AT** stellen. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM203 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 Meßverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auch bei gedrückter Taste **Hor. ext.** muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen. Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein "Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die R-Trimmer für Hochspannung, min. und max. Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Ausschuchen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob die Schärfen waagerechter und senkrechter Linien auf dem gleichen Fokussierpunkt liegen. Man erkennt dies sehr gut bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschalteten Y-Eingängen (Stellung **GD**) und gedrückter Taste **Hor. ext.** wird mit dem **FOCUS**-Einsteller mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleich bleiben. Für die Astigmatismus-Korrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein R-Trimmer von 50k Ω (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Meßverstärkers

Eine Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Regelbereich der **Y-POS.**-Regler möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der **Y-POS.**-Regler nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1cm sind noch zulässig (Signalankopplung dabei auf **AC**). Mögliche Ursachen und Korrekturen der Symmetrie sind in der Service-Anleitung beschrieben. Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa **10 Minuten Einschaltzeit** wird der Strahl exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die Strahlage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Daten der beiden FET's im Eingang des Meßverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen

Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des entsprechenden **Y-AMPL.**-Schalters über alle Stellungen die vertikale Strahllage insgesamt mehr als 0,5mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längere Betriebszeit des Gerätes auf. Weitere Hinweise in der Service-Anleitung.

Calibration des Meßverstärkers

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

Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am betreffenden Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z. B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50Hz, 500Hz, 5kHz, 50kHz 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: Ablenkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann. Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Die vor dem Verstärker sitzenden **Eingangsteiler sind in jeder Stellung frequenzkompensiert**. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z. B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40Vss zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Service-Anleitung). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter **2:1-Vorteiler** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1M Ω -Widerstand ($\pm 1\%$) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Signalkopplung auf **DC**; Rechteckdach exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

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

Wird die Taste **Mono/Dual** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Regler sollten sich die Strahllagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei max. nur 0,5mm verändern. Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im obe-

ren oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIMEBASE**-Schalter dabei auf $20\mu\text{s}/\text{cm}$; Tasten **Mono/Dual** und **Alt/Chop** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Regler auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Regler auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Reglern wird eine Zeitlinie auf $+2\text{cm}$, die andere auf -2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht mittels Zeit-Feinregler auf die Chopperfrequenz (120kHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **Alt/Chop** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar klein sein.

Bei **XY-Betrieb** (**Hor. ext.**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Die Taste **x5 Magn.** darf dabei nicht eingedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal I, muß sich horizontal, wie bei Kanal II in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von **4cm** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzel-Darstellung von Kanal I und Kanal II erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM203 sollte sie bei 3 bis 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Störpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz. Der **LEVEL**-Regler kann dabei in Stellung **AT** stehen. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit **LEVEL**-Einstellung vorhanden ist. Durch Drücken der **+/-**-Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM203 muß bei einer Bildhöhe von etwa 5mm Sinussignale bis 30MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (**TRIG.**-Wahlschalter auf **Ext.**) sind frequenzabhängig etwa 0,2 bis 1Vss Signalspannung an der Buchse **TRIG. EXT.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur in Schalterstellung **TV** ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur in Stellung **Int.** (evtl. **Ext.**) 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 **TV** keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die **Zeitlinie 10cm lang** ist. Andernfalls kann sie am R-Trimмер für die X-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei einer mittleren **Timebase**-Schalterstellung (**50 $\mu\text{s}/\text{cm}$**) erfolgen. 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 HM203 werden zwar mit $\pm 3\%$ angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d. h. **alle cm ein Kurvenzug** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe des **X-POS.**-Reglers die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar. Dabei muß der Zeit-Feinregler in **C**-Stellung stehen.

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

200ms/cm —	5Hz	0,2ms/cm —	5kHz
100ms/cm —	10Hz	0,1ms/cm —	10kHz
50ms/cm —	20Hz	50 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	20kHz
20ms/cm —	50Hz	20 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	50kHz
10ms/cm —	100Hz	10 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	100kHz
5ms/cm —	200Hz	5 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	200kHz
2ms/cm —	500Hz	2 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	500kHz
1ms/cm —	1kHz	1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	1MHz
0,5ms/cm —	2kHz	0,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$ —	2MHz

Dreht man den Zeit-Feinregler bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug mindestens 2,5cm horizontaler Länge (**x5 Magn.**-Taste nicht eingedrückt; Messung bei **50 μ s/cm**).

Drückt man die Taste **x5 Magn.**, dann erscheint nur alle 5cm ein Kurvenzug (Zeit-Feinregler in **C**-Stellung; Messung bei **50 μ s/cm**).

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

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators HZ62 empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quartzgenauen Markengeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

Korrektur der Strahlage

Zur Korrektur einer Abweichung der Zeitlinie von der horizontalen Mittellinie des Rasters infolge einer von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit **TR** bezeichnete R-Trimmer auf dem oberen Bedienfeld nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Trimmer etwas schräg **nach beiden Seiten** um die Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM203 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation. Bei größeren Abweichungen muß die Strahlröhre etwas gedreht werden (siehe Service-Anleitung: "Korrektur der Strahlage" Seite S1).

Sonstiges

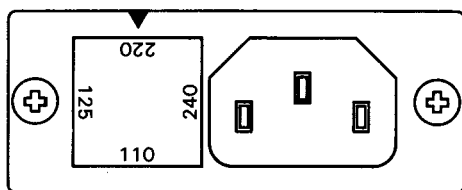
Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 200V und 240V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM203 auftretende Abweichungen von den Solldaten zu korrigieren. Dabei werden an Hand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Anspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 0611/679900 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch "Garantie", Seite M2.)

Netzspannungsumschaltung

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



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 0,5 A
125 V~ ±10%:	T 0,5 A
220 V~ ±10%:	T 0,25 A
240 V~ ±10%:	T 0,25 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 Gehäusmantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusmantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

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 HM203 ist zu beachten, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 2000V und die der Endstufen zusammen über 300V beträgt. Potentiale dieser Spannungen befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der oberen und der unteren Leiterplatte. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungs-

quellen getrennt wurde. Normalerweise sind die Kondensatoren 6 Sekunden nach dem Abschalten entladen. Da aber bei defektem Gerät eine Belastungsunterbrechung nicht auszuschließen ist, sollten nach dem Abschalten der Reihe nach alle 10 Anschlüsse der Check-Leiste direkt neben der Bildröhre auf der oberen X-Leiterplatte 1 Sekunde lang über 1k Ω 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 überhitzt (LötKolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Korrektur der Strahlage

Falls der Strahl in Mitte Bildschirm nicht exakt parallel zu den Rasterlinien verläuft, ist dies meist auf eine Einwirkung des Erd-Magnetfeldes zurückzuführen. Solche kleinen Abweichungen, die von der Aufstellung des Oszilloskops am Arbeitsplatz abhängen, lassen sich leicht an einem R-Trimmer mittels Schraubenziehers korrigieren. Dieser ist in die mit **TR** (Trace Rotation = Strahldrehung) gekennzeichnete Öffnung unterhalb des Knopfes **FOCUS** einzuführen. Eine größere Korrektur der Strahlage ist nur bei geöffnetem Gerät möglich. Vorher muß der **TR**-Trimmer unbedingt auf Bereichsmittle gestellt werden. Vor dem Drehen der Röhre ist der Netzstecker zu ziehen und die über dem Röhrenhals befindliche Schelle zu lösen. Da die greifbare Fläche der Röhre relativ klein ist, sollte zur Erleichterung der Drehbewegung dazu ein Stück reißfestes Klebeband benutzt werden. Wenn man die Mitte des Bandes ganz vorn oben auf den zwischen Rasterscheibe und Frontchassis sichtbaren Kolbenteil klebt, ist die Röhre durch Ziehen des Bandes relativ leicht zu verdrehen. Danach kann die Strahlage kontrolliert und die Schelle festgezogen werden.

Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechsellspannungen für Bildröhrenheizung und Rasterbeleuchtung (bzw. Netztrigge-

runge) werden im HM203 sieben Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+24V, +5V, -12V, +140V, +260V, -1900V und 33V für die Hellstast-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 auf den Leiterplatten je ein R-Trimmer 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 33V-Hellstastversorgung (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 X-Leiterplatte zwei 500k Ω -Trimmer (siehe Abgleichplan). Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter **Hor. ext.**-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Auf der unteren Y-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. +90V). Man sollte diese daher

vorsichtshalber vorher kontrollieren. Unter Beachtung der Testplan-Hinweise muß während des Abgleichs (bei mittlerer Strahlhelligkeit) der **FOCUS**-Regler ständig hin und her gedreht werden, bis sich die Punktform rechts und links vom Fokuspunkt nicht mehr verändert. Dabei ist zu beachten, daß sich Fokuseinstellung und Astigmatismuskorrektur gegenseitig beeinflussen. Die letzte Einstellung muß immer am **FOCUS**-Regler erfolgen. Nach der Korrektur sollte möglichst entsprechend den Hinweisen im Testplan nochmals eine Rechteck-Kontrolle vorgenommen werden.

Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen regelbaren Netz-Trenntrafo (Schutzklasse II), einen Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, ist die stabilisierte Hochspannung ebenso wie die Versorgungsspannung für die Endstufen (max. ca. 300V) 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.

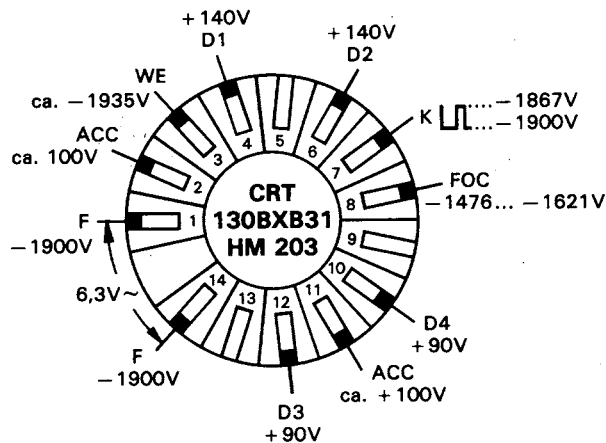
Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zum Netztransformator, zu Frontchassisteilen (**DC-AC-GD**-Schiebeschalter; Leuchtdiode; **CAL.**-Ausgangs-Öse), zur Röhrenfassung, zur Trace-Rotation-Spule (innerhalb der Röhrenabschirmung), zum Sägezahn-Ausgang (Rückchassis) und zu Reglern und Schaltern über und unter den beiden Leiterplatten inspiziert werden. Außerdem empfiehlt sich eine Überprüfung der 4 Masseverbindungen zwischen den

Teilerschalter-Winkelblechen und der anliegenden Y-Leiterplatte. Ferner sind die Lötanschlüsse der 7 Transistoren bzw. Festspannungsregler am unteren Rand des Rückchassis zu kontrollieren. Diese visuelle Inspektion kann u. U. viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

Die erste und wichtigste Maßnahme bei einem völligen Versagen des Gerätes ist — 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 funktions-tüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y 85-95V und X 133-147V). 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 Ablenkplatten-spannungen 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 $1/3W$ und eine Toleranz von 2%. Widerstände im Hochspannungskreis müssen entsprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Dies trifft insbesondere für alle Gate-Dioden 1N4154 und alle im Gegentakt geschalteten Verstärker-Transistoren (einschließlich der FET's) 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.).

Abgleich

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

HAMEG

West Germany **G. m. b. H.**
Kelsterbacher Str. 15-19 — 6 FRANKFURT/M. 71
Tel. (0611) 676017-19 — Telex 0413866

HAMEG

France **S. A. R. L.**
5-9, avenue de la République — 94800 VILLEJUIF
Tél. (1) 678.09.98 — Télex 270705

HAMEG

España **IBERICA S.A.**
Villarroel 172-174 — BARCELONA-36
Tel. 230.15.97

HAMEG

United Kingdom **LTD**
74-78 Collingdon Street — LUTON, LU1 1RX
Tel. (0582) 413.174 — Telex 825.484

HAMEG

U.S.A. **INC.**
88-90 Harbor Road — PORT WASHINGTON
N. Y. 11050
Tel. 516.883.3837 — TWX 510.223.0889