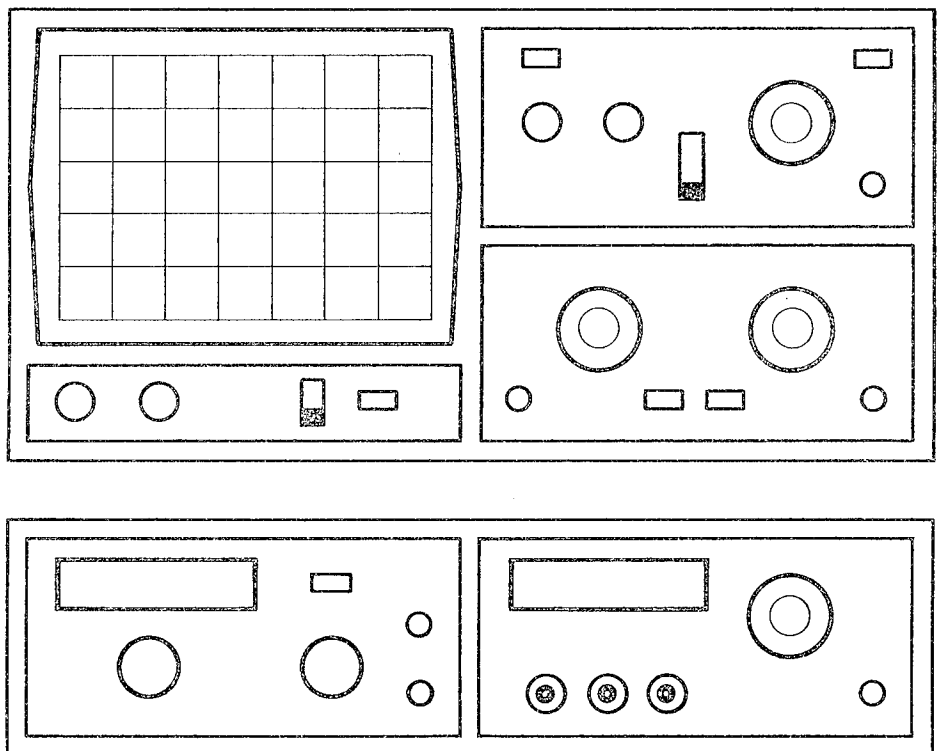


HAMEG

Instruments

MANUAL

Oszilloskop HM203-6



Oszilloskop-Datenblatt	
mit technischen Einzelheiten	P 1

Zubehör-Kurzdaten	Z 1
------------------------------------	-----

Betriebsanleitung

Allgemeine Hinweise	M 1
Aufstellung des Gerätes	M 1
Sicherheit	M 1
Betriebsbedingungen	M 1
Garantie	M 2
Wartung	M 2
Netzspannungsumschaltung	M 2
Art der Signalspannung	M 3
Größe der Signalspannung	M 3
Zeitwerte der Signalspannung	M 4
Anlegen der Signalspannung	M 6
Bedien-Elemente	M 7
Inbetriebnahme und Voreinstellung	M 8
Strahldrehung TR	M 8
Korrektur der DC-Balance	M 8
Tastkopf-Abgleich und Anwendung	M 8
Betriebsarten der Vertikalverstärker	M 9
XY-Betrieb	M10
Phasendifferenz-Messung im Zweikanalbetrieb	M10
Messung einer Amplitudenmodulation	M11
Triggerung und Zeitablenkung	M11
Holdoff-Zeit-Einstellung	M14
Komponenten-Test	M15
Testbilder	M17

Kurzanleitung	K 1,
----------------------	------

Bedienungselemente	
mit herausklappbarem Frontbild	K 2

Testplan

Allgemeines	T 1
Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe,	
Linearität, Rasterverzeichnung	T 1
Astigmatismuskontrolle	T 1
Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers	T 1
Calibration des Vertikalverstärkers	T 1
Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers	T 2
Betriebsarten: CH I/II, DUAL, ADD, CHOP.,	
INV. I und XY-Betrieb	T 2
Kontrolle Triggerung	T 3
Zeitablenkung	T 3
Hold-off-Zeit	T 4
Komponenten-Tester	T 4
Korrektur der Strahllage	T 4

Oscilloscope HM 203-6

Technische Daten

Betriebsarten

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

Vertikalablenkung (Y)

Frequenzbereich: 2x 0 bis 20 MHz (-3 dB).
 Anstiegszeit: ca. 17,5 ns. Überschwingen: $\leq 1\%$.
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 || 30 pF.
 Eingangskopplung: AC (-3 dB \triangleq max. 2 Hz) -
 DC - GROUND.
 Eingangsspannung: max. 400 V (DC + Spitze AC).

Zeitablenkung (T)

Zeitkoeffizienten: 18 kalibrierte Stellungen
 von 0,5 μ s/cm bis 0,2 s/cm mit 1-2-5 Teilung,
 variabel 1:2,5 bis mindestens 0,2 μ s/cm,
 mit **X-Dehnung x 10** ($\pm 5\%$) bis ca. **20 ns/cm**.
 Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$.
 Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1.
Triggerung: Automatik (≥ 10 Hz) oder Normal
 mit Pegelinstellung. **LED-Anz.** für Triggereinsatz.
 Bandbreite: **0 bis 40 MHz** ab 5 mm, ext. $\geq 0,25$ V.
 Flankenrichtung: positiv oder negativ.
 Quellen: K I, K II, Netz, extern.
 Kopplung: **AC** (≥ 10 Hz), **DC**, **LF** (0 bis ≤ 1 kHz),
HF ($\geq 1,5$ kHz bis 40 MHz).
Aktiver TV-Sync-Separator für Zeile und Bild.

Horizontalablenkung (X)

Frequenzbereich: 0 bis 2,5 MHz (-3 dB).
 Eingang über K II (siehe Vertikalablenkung).
X-Y-Phasendifferenz: $< 3^\circ$ unter 120 kHz.

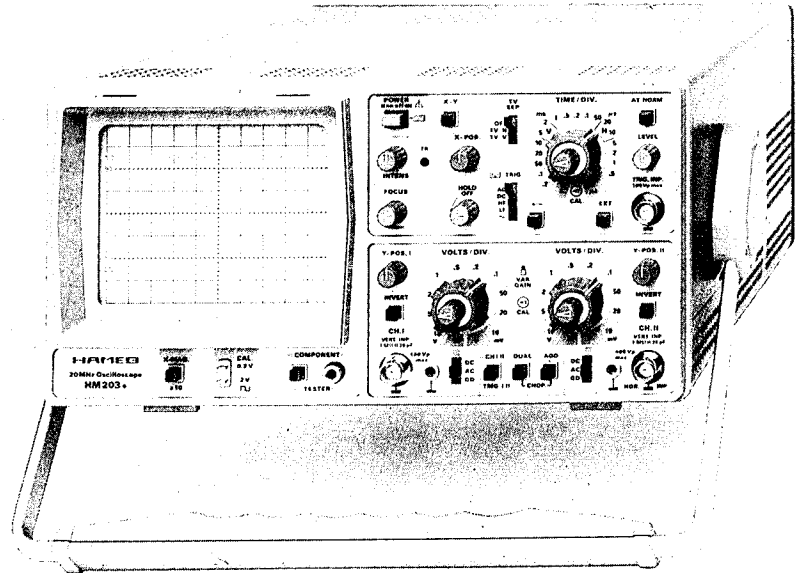
Component-Tester

Testspannung: max. 8,5 V_{eff} (Leerlauf).
Teststrom: max. 24 mA_{eff} (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz (Netzfrequenz).
 Testkabelanschluß: 2 Steckbuchsen 4 mm \varnothing .
 Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter).

Verschiedenes

Röhre: D14-364 GY/123, **8x10 cm**,
 Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
 Beschleunigungsspannung: 2000 V.
 Strahlendrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz für
 Tastkopfabgleich. Ausgang: 0,2 V u. 2 V $\pm 1\%$.
Netzanschluß: 110, 125, 220, 240 V ~.
 Zulässige Netzspannungsschwankung: $\pm 10\%$.
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 37 Watt.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411).
 (Schutzklasse II gegen Aufpreis.)
 Gewicht: ca. 7,5 kg. Farbe: techno-braun.
 Gehäusemaße: **B** 285, **H** 145, **T** 380 mm.
 Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.

Änderungen vorbehalten.



20 MHz Standard-Oszilloskop

Y: 2 Kanäle, max. Empfindlichkeit 2 mV/cm; Component-Tester.
X: 0,2s-20 ns/cm inkl. Dehnung x 10. Variable Hold-off-Zeit.
Triggerung DC bis 40 MHz; TV-Sync-Separator; Trigger-LED.

Auch die neueste Version dieses nach wie vor in Europa meistverkauften **Oszilloskops** entspricht in jeder Hinsicht der Forderung nach guter Leistung, verbunden mit einfacher Bedienbarkeit. Besonderes Qualitätsmerkmal ist unter anderem das **exzellente Impulsverhalten** des Meßverstärkers. Vor allem bei der Darstellung von Rechtecksignalen mit geringer Anstiegszeit zeigt sich, daß man die Übertragungsqualität des **HM 203-6** ohne weiteres mit der von teuren Laboroszilloskopen vergleichen kann. Um in jedem Fall bei **Summen-, Differenz- oder Video-Signalen** eine vorzeichen- oder lagerichtige Darstellung zu ermöglichen, sind jetzt **beide Kanäle invertierbar**. Einmalig in dieser Preisklasse ist die Vielzahl der vorhandenen Triggermöglichkeiten. Obwohl nur bis 40 MHz angegeben, triggern normalerweise alle Geräte ab 5 mm Bildhöhe von **DC bis über 60 MHz**. Störende Triggerphasen, wie sie z.B. bei komplizierten Signalgemischen auftreten, können mit Hilfe des „**Hold-off**“-Reglers unterdrückt werden. Für die einwandfreie Triggerung von TV-Signalen für Zeile und Bild besitzt der **HM 203-6** einen aktiven **TV-Sync-Separator**. Der Triggerzustand der Zeitablenkung wird mittels einer **LED** angezeigt.

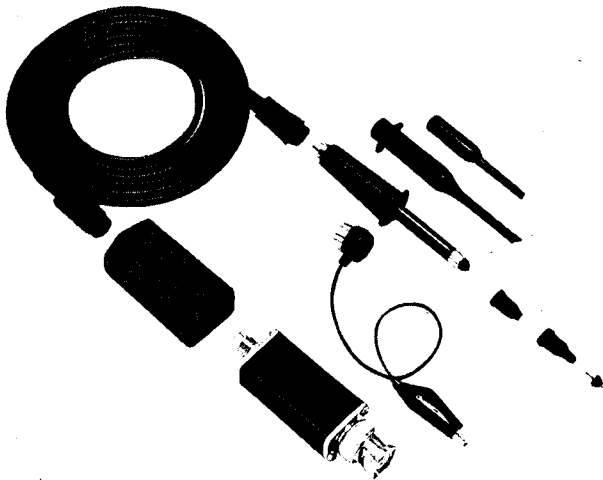
Das 8x10 cm große **Innenraster** der verwendeten Strahlröhre gestattet eine **parallaxfreie Betrachtung** des Schirmbildes auch **aus seitlicher Sicht**. Die horizontale Strahlage ist zur Kompensation des erdmagnetischen Feldes von außen einstellbar.

Besonders für den Service wurde der **HM 203-6** ebenfalls mit dem bewährten **Component-Tester** ausgestattet. Dieser ermöglicht unter anderem den **Test von Halbleitern** direkt in der Schaltung. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauteile dabei nicht zerstört werden können. Das Testergebnis wird auf dem Schirm dargestellt.

Der **HM 203-6** wurde für allgemeine Anwendungen in Industrie und Service entwickelt. Die **Vielzahl seiner Betriebsarten**, die klare Gliederung der drei Frontplatten und die einfache Bedienung empfehlen ihn auch für die **Ausbildung von Ingenieuren und Technikern**.

Mitgeliefertes Zubehör

**2 umschaltbare Tastköpfe 10:1, 1:1; Abgleichschlüssel für
 Tastköpfe u. DC-Balance; Netzkabel, Bedienungsanleitung.**



Modulare Tastköpfe

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

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

Demodulator Tastkopf

HZ55

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

Standard Tastköpfe

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

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

Meßkabel Banane–BNC

HZ32

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

Meßkabel BNC–BNC

HZ34

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

Übergangsadapter Banane–BNC

HZ20

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

50 Ω -Durchgangsabschluß

HZ22

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

Tragetaschen

Für HM203-1 und HM203-3

HZ42

Für HM312, HM412, HM512 und HM705

HZ43

Für HM307, HZ62 und HZ64

HZ44

Für HM103

HZ45

Für HM203-4, HM203-5, HM204, HM204-2, HM208 und HM605

HZ46

Lichtschutztubus

HZ47

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

Scope-Tester

HZ60

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

Component-Tester

HZ65

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

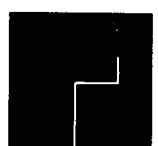
Beispiele von Testbildern:

Kurzschluß

Kondensator 33 μF

Strecke E-C

Z-Diode $<8\text{V}$



Bedienungsanleitung

Allgemeine Hinweise

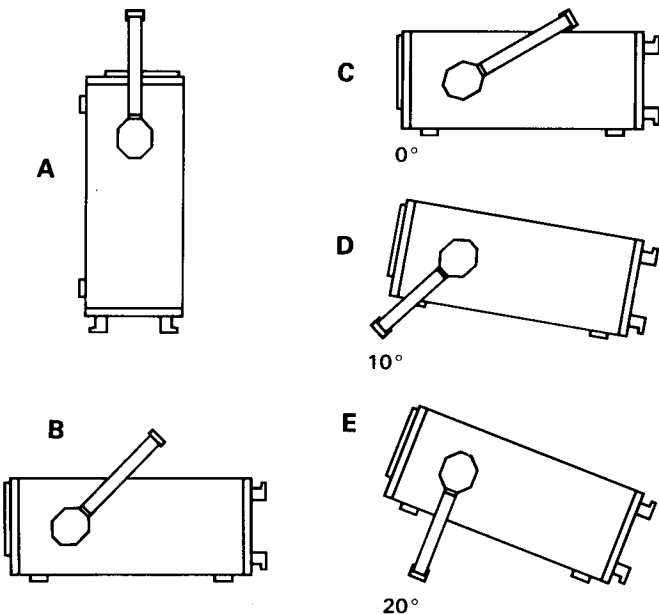
Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

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

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirms kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.

Will man das Gerät waagrecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Oszilloskops gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirms erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung). Der Griff läßt sich auch in eine Position für waagrechtes Tragen bringen. Hierfür muß man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muß das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. **Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der **Schutzklasse I**. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2000 V 50 Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem Oszilloskop leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. **Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.** Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

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

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ -Strahlen. Diese bleiben **weit unter der zulässigen Ionendosisleistung von 36 μ A/kg**.

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

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entspricht).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +10 °C... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -40 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Trans-

ports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nennwerten mit Toleranzen oder Grenzwerten gelten nach einer Anwärmzeit von 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Geräts.

Garantie

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

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

Wartung

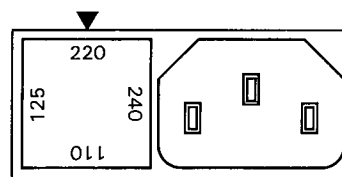
Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden. Die im **Testplan** dieses Manuals beschriebenen Prüfmethode sind ohne großen Aufwand an Meßgeräten durchführbar. Sehr empfehlenswert ist jedoch ein HAMEG **SCOPE-TESTER HZ 60**, der trotz sei-

nes niedrigen Preises Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt (siehe Zubehörseite Z1).

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

Netzspannungsumschaltung

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



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

Netzspannung

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

Sich.-Nennstrom

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

Art der Signalspannung

Mit dem HM203-6 können praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten oszilloskopiert werden, deren **Frequenzspektrum unter 20 MHz** 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 HM203-6 ist deshalb nur bis ca. 2 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. die Zuhilfenahme des **HOLD OFF-** und/oder des Zeit-Feinstellers erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des **aktiven TV-Sync-Separator** (TV SEP.-Schalter) leicht triggerbar.

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

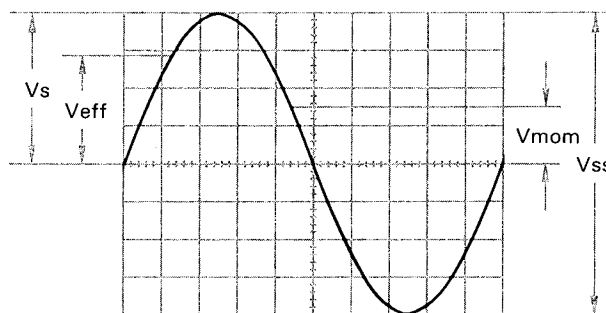
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC-Wechselstromkopplung** des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC-Grenzfrequenz** ca. 1,6 Hz für -3 dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC-Kopplung**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

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{SS} -Wert (Volt-Spitze-

Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

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



Spannungswerte an einer Sinuskurve

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

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. **$2mV_{SS}$** , wenn der **Feinstellknopf** am auf **$5mV/cm$** eingestellten Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach **rechts** gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkoeffizienten am Eingangsteiler sind in mV_{SS}/cm oder V_{SS}/cm angegeben. **Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. **Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung CAL. stehen** (Pfeil waagrecht nach links zeigend). Wird der Feinstellknopf nach rechts gedreht, erhöht sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind **Signale bis $160V_{SS}$** darstellbar (Teilerschalter auf **$20V/cm$** , Feinsteller auf Linksanschlag).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,

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

A = Ablenkoeffizient in V/cm am Teilerschalter

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H$$

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

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

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM203-6 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

- H** zwischen 0,5 und 8 cm, möglichst 3,2 und 8 cm,
- U** zwischen 2,5 mV_{SS} und 160 V_{SS},
- A** zwischen 5 mV/cm und 20 V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:

Eingest. Ablenkoeffizient **A** = 50 mV/cm \cong 0,05 V/cm,
 abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6 cm,
gesuchte Spannung U = 0,05 · 4,6 = **0,23 V_{SS}**

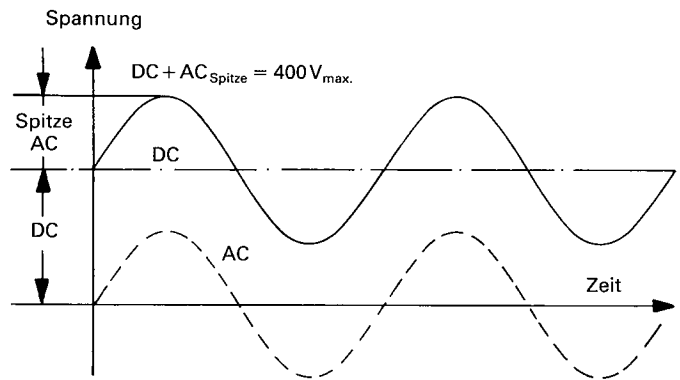
Eingangsspannung **U** = 5 V_{SS},
 eingestellter Ablenkoeffizient **A** = 1 V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = **5 cm**

Signalspannung $U = 220 V_{eff} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 622 V_{SS}$
 (Spannung > 160 V_{SS}, mit Taster 10:1 **U** = 62,2 V_{SS}),
 gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2 cm, max. 8 cm,
 maximaler Ablenkoeffizient $A = 62,2 : 3,2 = 19,4 V/cm$,
 minimaler Ablenkoeffizient $A = 62,2 : 8 = 7,8 V/cm$,
 einzustellender Ablenkoeffizient A = 10 V/cm

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang $\pm 400 V$ nicht überschreiten (siehe Abbildung). Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000 V_{SS} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z.B. HZ53) können Spannungen bis ca. 3000 V_{SS} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

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

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



Gesamtwert der Eingangsspannung

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

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIME/DIV.**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIME/DIV.**-Schalter in **ms/cm** und **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 TIME/DIV.-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feineinsteller in seiner kalibrierten Stellung CAL.** 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-MAG. x10 ist Z durch 10 zu teilen.

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM203-6 innerhalb folgender Grenzen liegen:

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

T zwischen 0,05 µs und 2 s,

F zwischen 0,5 Hz und 20 MHz,

Z zwischen 0,5 µs/cm und 0,2 s/cm in 1-2-5 Teilung (**bei ungedrückter Taste X-MAG. x10**), und

Z zwischen 50 ns/cm und 20 ms/cm in 1-2-5 Teilung (**bei gedrückter Taste X-MAG. x10**).

Beispiele:

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

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

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

TV-Zeilenfrequenz $F = 15 \text{ 625 Hz}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 10 \text{ } \mu\text{s/cm}$,
gesuchte Länge $L = 1:(15 \text{ 625} \cdot 10^{-5}) = 6,4 \text{ cm}$.

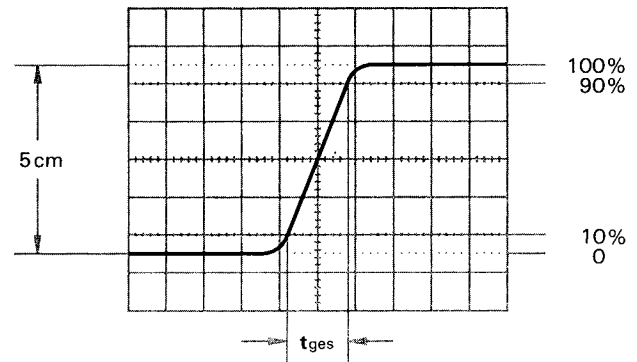
Länge einer Sinuswelle $L = \text{min. } 4 \text{ cm, max. } 10 \text{ cm}$,
Frequenz $F = 1 \text{ kHz}$,
max. Zeitkoeffizient $Z = 1:(4 \cdot 10^3) = 0,25 \text{ ms/cm}$,
min. Zeitkoeffizient $Z = 1:(10 \cdot 10^3) = 0,1 \text{ ms/cm}$,
einzustellender Zeitkoeffizient $Z = 0,2 \text{ ms/cm}$,
dargestellte Länge $L = 1:(10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}) = 5 \text{ cm}$.

Länge eines HF-Wellenzugs $L = 1 \text{ cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,5 \text{ } \mu\text{s/cm}$,
gedrückte Dehnungstaste x 10: $Z = 50 \text{ ns/cm}$,
gesuchte Signalfrequenz $F = 1:(1 \cdot 50 \cdot 10^{-9}) = 20 \text{ MHz}$,
gesuchte Periodenzeit $T = 1:(20 \cdot 10^6) = 50 \text{ ns}$.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. x10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Durch Drehen des **X-POS**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

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

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



Bei einem am **TIME/DIV**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von $0,5 \text{ } \mu\text{s/cm}$ und gedrückter Dehnungstaste x10 ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

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

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

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM203-6 ca. $17,5 \text{ ns}$) und t_t die des Tastteilers, z.B. $= 2 \text{ ns}$. Ist t_{ges} größer als 100 ns , dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler $< 1 \%$).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t_a = \sqrt{80^2 - 17,5^2 - 2^2} = \mathbf{78,04 \text{ ns}}$$

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

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

Anlegen der Signalspannung

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

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 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 werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Manchmal empfiehlt sich die Verwendung eines Abschlußwiderstandes auch bei Sinussignalen. Gewisse Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer halten die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihr Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen ist. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ || 16 pF bzw. 100MΩ || 7pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außer-

dem 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 „Tastkopf-Abgleich“, Seite M 8).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite und erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die **Modularen Tastköpfe HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen (siehe OSCILLOSCOPE-Zubehör Z1). Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, daß defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1 MHz umschaltbaren Calibrators, z.B. HZ60, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM 203-6 kaum merklich geändert und die Kurvenform-Wiedergabetreue u.U. sogar noch verbessert, weil eine Anpassung an die individuelle Rechteckwiedergabe des Oszilloskops möglich ist.

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

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

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

des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen 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).

Bedien-Elemente

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

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netz-Tastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**) und die Netz-Anzeigelampe. Darunter sind die beiden Drehknöpfe für Helligkeit (**INTENS.**) und Schärfe (**FOCUS**) angebracht. Die mit **TR** (= trace rotation) bezeichnete Öffnung (für Schraubenzieher) dient zur Strahldrehung. Rechts davon sind die Einstellelemente für Zeitablenkung (**TIME/DIV.**) und Triggerung angeordnet. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

Mit dem **TIME/DIV.**-Zeitbasisschalter werden die Zeitkoeffizienten in der Folge 1-2-5 gewählt. Zwischenwerte sind mit dem dort aufgesetzten, kleinen Pfeilknopf einstellbar. Er rastet am Linksanschlag in der Calibrationsstellung ein. Rechtsdrehung verkleinert den Zeitkoeffizienten 2,5fach.

Zur Triggerung gehören:

- **AT/NORM.**-Taste zur Umschaltung von automatischer auf Normaltriggerung,
- **LEVEL**-Knopf zur Triggerpegeleinstellung (nur) bei Normaltriggerung,
- **+/-** Taste zur Wahl der Triggerflankenrichtung (slope),
- **TRIG.**-Kopplungsschalter **AC-DC-HF-LF** mit Netztriggerstellung \sim ,
- **TRIG.**-Lampe (leuchtet bei einsetzender Triggerung).
- **EXT.**-Taste zur Umschaltung von interner auf externe Triggerung,
- **TRIG.INP.**-BNC-Buchse für das Anlegen einer Spannung zur externen Triggerung.

Über dem **TRIG.**-Kopplungsschalter liegt der **TV SEP.**-Schalter (Television Separator = Fernseh-Synchronsignal-Trennstufe) mit den 3 Stellungen: **OFF** (aus), **TV: H** (Horizontal = Zeilenfrequenz) und **TV: V** (Vertikal = Bildwechselfrequenz). Der **TV SEP.**-Schalter hat gegenüber dem

TRIG.-Kopplungsschalter Vorrang, muß also – außer bei TV-Signalen – im Normalfall auf **OFF** stehen, weil sonst der **TRIG.**-Kopplungsschalter abgeschaltet ist.

Im X-Feld findet sich dann noch die **X-Y**-Taste, die den XY-Betrieb des HM 203-6 über Kanal II und Kanal I einleitet (und gleichzeitig die Zeitbasis abschaltet). Ferner finden sich hier die Stellknöpfe für die X-Position (**X-POS.** = horizontale Strahlage) und die Holdoff-Zeit (**HOLDOFF** = Sperrzeit für die Triggerung zwischen zwei aufeinanderfolgende Sägezahn-Starts).

Unten rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I (**CH.I** = Channel I) und Kanal II (**CH.II** = Channel II) mit den zugehörigen Eingangskopplungsschaltern **DC-AC-GD** und den Stellknöpfen für die Y-Position (**Y-POS.** = vertikale Strahlage) beider Kanäle. Ferner kann jeder Kanal mit der entsprechenden **INVERT**-Taste invertiert (umgepolt) werden. Zur Empfindlichkeitseinstellung der beiden Vertikalverstärker dienen die in **VOLTS/DIV.** geeichten Teilerschalter. Die dort aufgesetzten kleinen Pfeilköpfe rasten am Linksanschlag in Calibrationsstellung **CAL.** ein und erhöhen die Empfindlichkeit bei Rechtsdrehung 2,5fach. So ist jede Empfindlichkeitszwischenstellung (bei voller Bandbreite) einstellbar. Schließlich liegen im Y-Feld noch die drei Tasten für die Betriebsartumschaltung der Vertikalverstärker. Sie werden nachstehend noch näher beschrieben.

Direkt unter dem Bildschirm befindet sich links die Dehnungstaste **X-MAG. x10** (X-Magnifier = X-Richtung-Lupe mit 10facher Dehnung). Daneben liegen zwei Ausgangsklemmen für den Calibrator **CAL. 0.2V** u. **2V** zum Abgleich von Tastteilern 10:1 und 100:1 mit 1 kHz-Rechtecksignal. Rechts ist das **COMPONENT TESTER**-Feld mit Drucktaste und Steckbuchse angeordnet.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall.

Der HM 203-6 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20 MHz (–3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30 MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung auf ca. 4-5 cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.

Beispielsweise wird bei ca. 25 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20 ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur $\pm 3\%$. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 6 MHz der Meßfehler in Y-Richtung mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungs-

abfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12 MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß – wie bereits erwähnt – oberhalb 20 MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die am Netzspannungswähler des HM203-6 eingestellte Spannung mit der vorliegenden Netzspannung verglichen werden! (Einstellung siehe Seite M 2).

Die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluß und dem Netz-Schutzleiter ist vor jeglichen anderen Verbindungen herzustellen (Netzstecker also vorher anschließen).

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung CAL. einzurasten. Die auf fünf Knopfkapfen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Die Schalter TV SEP. und TRIG. sollen in der obersten Stellung stehen.

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 die Taste **AT/NORM.** zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **AT**-Stellung (Automatische Triggierung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenn-gefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **X-Y** 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 Eingangskopplung-Schiebeschalter **DC-AC-GD (CH.I)** in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

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

Strahldrehung TR

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

Korrektur der DC-Balance

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

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

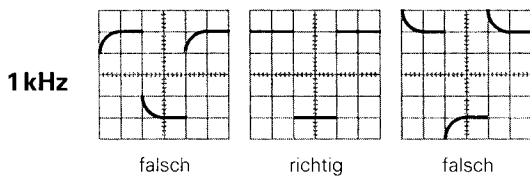
Damit der verwendete Taster die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im HM203-6 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5 ns) und der Frequenz von 1 kHz. Das Rechtecksignal kann den beiden Ausgangs-Ösen unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Eine Öse liefert **0.2V_{ss} ±1%** für Taster 10:1, die andere **2V_{ss} ±1%** für Taster 100:1. Diese Spannungen

entsprechen jeweils der Bildschirmamplitude von **4cm Höhe**, wenn der Eingangsteilerschalter auf den Ablenkkoeffizienten **5mV/cm** eingestellt ist.

Abgleich 1 kHz

Dieser C-Trimmerabgleich kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs (ca. 30pF). Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilerverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe „Strahldrehung **TR**“).

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



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

Abgleich 1 MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. Diese besitzen Resonanz-Entzerrungsglieder (R-Trimmer in Kombination mit Spulen und Kondensatoren), mit denen es erstmals möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überspringen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen

diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 3ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1 MHz eine Spannung von 0,25V bzw. 2,5V abgibt. Der **Scope-Tester HZ60** erfüllt diese Bedingungen und ermöglicht noch andere Kontrollmessungen.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 3 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. Diese Taste trägt unten die Bezeichnung **TRIG. I/II**, weil damit gleichzeitig die Kanalumschaltung der Triggung erfolgt.

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Die Signalbilder aus beiden Kanälen werden zwar nur **abwechselnd einzeln** dargestellt, sind aber bei schneller Zeitablenkung scheinbar beide gleichzeitig sichtbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten $\geq 1\text{ms/cm}$ ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste **CHOP.**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalumschaltung weniger wichtig.

Ist nur die Taste **ADD** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert ($\pm I \pm II$). Ob sich hierbei die **Summe** oder die **Differenz** der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst **und** von den Stellungen der beiden **INVERT**-Tasten ab.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

Beide **INVERT**-Tasten ungedrückt = Summe.

Beide **INVERT**-Tasten gedrückt = Summe.

Nur eine **INVERT**-Taste gedrückt = Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

Beide **INVERT**-Tasten ungedrückt = Differenz.

Beide **INVERT**-Tasten gedrückt = Differenz.

Nur eine **INVERT**-Taste gedrückt = Summe.

In der **ADD**-Betriebsart ist die vertikale Strahlage von der **Y-POS.**-Einstellung **beider** Kanäle abhängig.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im **Differenzbetrieb** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei

hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit 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 verringert werden.

XY-Betrieb

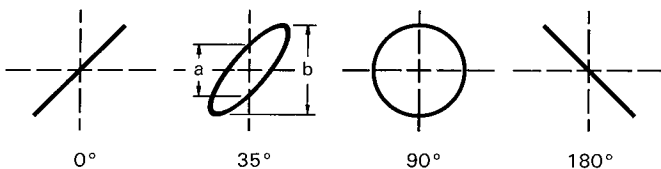
Für **XY-Betrieb** wird die Taste **X-Y** im X-Feld betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal II** zugeführt. **Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt.** Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist im XY-Betrieb abgeschaltet. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X-MAG. x10** für die Dehnung der Zeitlinie sollte dabei nicht gedrückt sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung ist ca. 2,5 MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt. Das Y-Signal kann mit Taste **INVERT** umgepolt werden. Dagegen ist die Umpolung des X-Signals mit der **INVERT**-Taste von Kanal II nicht möglich!

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

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

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

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



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

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

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

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Hierbei muß beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Oberhalb 120 kHz kann die gegenseitige Phasenverschiebung der beiden Oszilloskop-Verstärker des HM203-6 im XY-Betrieb einen Winkel von 3° überschreiten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachsteilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1 \text{ M}\Omega$ -Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

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

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Zweikanalbetrieb (Taste **DUAL** gedrückt) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Für Frequenzen $\geq 1 \text{ kHz}$ wird alternierende Kanalschaltung gewählt; für Frequenzen $< 1 \text{ kHz}$ ist der Chopper-Betrieb geeigneter (weniger Flackern). Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können – ohne Einfluß auf das Ergebnis – auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-

Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger genau. Ist ein Sinus-signal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich **AC-Kopplung** für **beide** Kanäle. Handelt es sich um Impuls-signale gleicher Form, liest man ab an steilen Flanken.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.

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

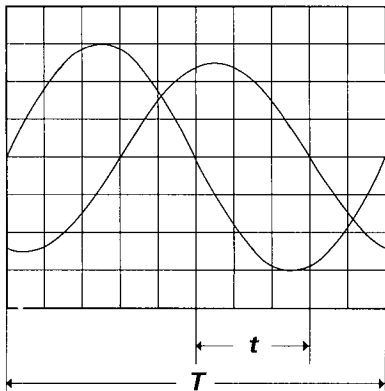
Im Bildbeispiel ist $t = 3$ cm und $T = 10$ cm. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

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

oder in Bogengrad ausgedrückt

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

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



Messung einer Amplitudenmodulation

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

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

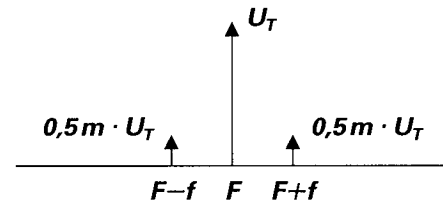
Hierin ist U_T = unmodulierte Trägeramplitude,

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

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

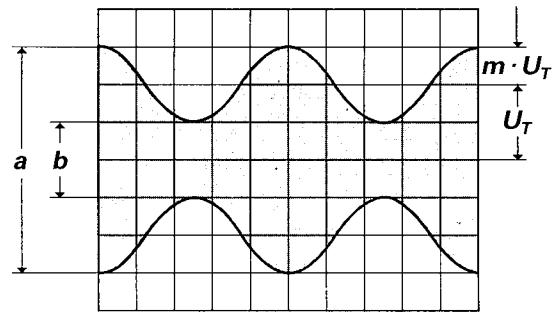
m = Modulationsgrad (i. a. $\leq 1 \triangleq 100\%$).

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



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

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden). Interne Triggerung ist aber oft möglich mit Normaltriggerung unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers.



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

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:

Keine Taste drücken. **Y: CH. I; 20mV/cm; AC.**

TIME/DIV.: 0.2ms/cm.

Triggerung: **NORMAL; AC;** int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggerung).

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

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

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

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

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber eben-

falls synchrone Signalspannung.

Die Triggerspannung muß eine gewisse Mindestamplitude haben, damit die Triggerung überhaupt einsetzt. Diesen Wert nennt man **Triggerschwelle**. Sie wird mit Sinussignal bestimmt. Wird die Triggerspannung **intern** dem Meßsignal entnommen, kann als Triggerschwelle die vertikale **Bildschirmhöhe in mm** angegeben werden, bei der die Triggerung gerade einsetzt, das Signalbild stabil steht und die **TRIG.**-Lampe zu leuchten beginnt. Die interne Triggerschwelle beim HM 203-6 ist mit ≤ 5 mm spezifiziert. Wird die Triggerspannung **extern** zugeführt, ist sie an der **TRIG. INP.**-Buchse in V_{ss} zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

Der HM 203-6 hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Triggerung

Steht die Taste **AT/NORM.** ungedrückt in Stellung **AT** (Automatic Triggering), wird die Zeitablenkung periodisch ausgelöst, auch ohne angelegte Meßspannung oder externe Triggerspannung. Ohne Meßspannung sieht man nur eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung). Bei anliegender Meßspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl. Eine **LEVEL**-Einstellung ist bei automatischer Triggerung weder nötig noch möglich. Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Triggerung für alle unkomplizierten Meßaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den „Einstieg“ bei diffizilen Meßproblemen, nämlich dann, wenn das Meßsignal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist. Mit automatischer Triggerung werden alle Parameter voreingestellt, dann kann der Übergang auf Normaltriggerung erfolgen.

Die automatische Triggerung arbeitet oberhalb von **10 Hz bis 40 MHz**. Der Übergang bis zum Aussetzen der automatischen Triggerung bei Frequenzen unter 10 Hz ist unvermittelt, kann aber nicht mit Hilfe des **TRIG.**-Lämpchen beurteilt werden, weil dieses weiter aufblitzt. Das Aussetzen der Triggerung erkennt man am besten am linken Schirmand (Strahleinsatz dann in unterschiedlicher Bildhöhe).

Die automatische Triggerung folgt oberhalb 10 Hz allen Änderungen oder Schwankungen des Meßsignals sofort. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die automatische Triggerung aussetzen. Bei automatischer Triggerung liegt der Triggerpunkt nämlich etwa im Nulldurchgang des Triggersignals. Bei steilem Signal-Nulldurchgang kann die Zeit zum Auslö-

sen der Zeitbasis zu kurz werden. Dann muß auf Normaltriggerung umgeschaltet werden. Die automatische Triggerung ist sowohl bei interner wie bei externer Triggerung anwendbar.

Normaltriggerung

Mit Normaltriggerung (gedrückte Taste **AT/NORM.**) und passender **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Der mit dem **LEVEL**-Knopf erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals. Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl.

Bei falscher **LEVEL**-Einstellung ist der Bildschirm dunkel. Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u.U. erst bei gefühlvollem Drehen des **LEVEL**-Knopfes gefunden werden. Weitere Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind der Zeit-Feinstellknopf und die **HOLD OFF**-Zeiteinstellung, die weiter unten besprochen wird.

Flankenrichtung

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Die gewählte Flankenrichtung (slope) ist mit der Taste **+/-** einstellbar. Das Pluszeichen (ungedrückte Taste) bedeutet eine Flanke, die vom negativen Potential kommend zum positiven Potential ansteigt. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke (Minuszeichen) löst die Triggerung sinngemäß aus, wenn die Taste **+/-** gedrückt ist. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung. Jedoch kann der Triggerpunkt bei Normaltriggerung mit dem **LEVEL**-Knopf auf der betreffenden Flanke in gewissen Grenzen beliebig verschoben werden.

Triggerkopplung

Die Ankopplungsart und dementsprechend der Frequenzbereich des Triggersignals kann am **TRIG.**-Umschalter gewählt werden. Dies ist aber nur möglich, wenn der **TV SEP.**-Umschalter in Stellung **OFF** steht.

AC: Triggerbereich ≥ 10 Hz bis 20 MHz.

Dies ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb 10 Hz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Triggerbereich **0 bis 20MHz**.

DC-Triggerung ist 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 Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

Bei interner DC-Triggerung muß immer mit Normaltriggerung und LEVEL-Einstellung gearbeitet werden.

Bei automatischer Triggerung besteht die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter **DC-Balance** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang (z.B. mit DC-Offset) die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden (siehe „Korrektur der DC-Balance“, Seite M 8).

HF: Triggerbereich **1,5kHz bis 40MHz** (Hochpaß).

Die HF-Stellung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Bildstabilität auswirkt. Unterhalb 1,5kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

LF: Triggerbereich **0 bis 1kHz** (Tiefpaß).

Die LF-Stellung ist häufig für tieffrequente Signale besser geeignet als die DC-Stellung, weil das (weiße) Rauschen in der Triggerspannung stark unterdrückt wird. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb 1kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

Netztriggerung

Zur Triggerung mit Netzfrequenz in Stellung \sim des **TRIG.**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung 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 netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls – in gewissen Grenzen – für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signal-darstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Bei Netztriggerung ist es möglich, daß anscheinend die entgegengesetzte Triggerflankenrichtung als an der Taste **+/-** eingestellt abgebildet wird. Dann ist einfach der Netzstecker des Oszilloskops umzupolen.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schal-

tung können mit einer Spulensonde nach Richtung und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden. Zwischen Stecker und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100 Ω einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlußwindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Meßort feststellen.

Videosignal-Triggerung

Der eingebaute aktive **TV-Sync-Separator** (Abtrennung der Synchronimpulse vom Videosignal und nachfolgende Verstärkung) erlaubt sogar noch die Darstellung verrauschter, gestörter oder in der Amplitude schwankender Videosignale, nach Zeilen- oder nach Bildfrequenz aufgelöst. Hierzu ist der Schalter **TV SEP.** aus der **OFF**-Stellung (aus) in die Stellung **TV: H** (horizontal \triangleq Zeile) oder **TV: V** (vertikal \triangleq Bild) zu legen. In beiden Stellungen ist der **TRIG.**-Kopplungsschalter jetzt außer Betrieb. Für die Triggerung mit Bildfrequenz ist in der Stellung **TV: V** ein Tiefpaß bzw. Integrationskondensator eingeschaltet, der aus den abgetrennten Vertikalsynchronimpulsen (mit Vor- und Nachtrabanten) eine Triggerimpulsfolge mit Bildfrequenz formt.

Damit die Sync-Separator-Schaltung richtig arbeitet, muß die **Flankenrichtung der Synchronimpulse** mit der Taste **+/-** der Lage der Synchronimpulse im kompletten Video-(FBAS-) Signal angepaßt sein. Liegen die Synchronimpulse oberhalb des Bildinhalts, muß die Taste **+/-** ungedrückt bleiben. Die Triggerung erfolgt dann an der steigenden (positiven) Vorderflanke des Synchronimpulses. Liegen dagegen die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, muß die Taste **+/-** gedrückt werden. Die Triggerung erfolgt hier an der fallenden (negativen) Vorderflanke des Synchronimpulses. Die Einstellung der Flankenrichtung gilt gleichermaßen für zeilen- oder bildfrequente Auflösung. Eine falsch eingestellte Flankenrichtung ergibt eine un-stabile (ungetriggerte) Darstellung. Die Triggerflankenrichtung läßt sich durch Drücken der **INVERT**-Taste nicht ändern; sie ist bei interner Triggerung immer auf das Eingangssignal bezogen!

Die Videosignaltriggerung erfolgt im **Automatikbetrieb**. So wird eine Triggerpunkteinstellung mit dem **LEVEL**-Knopf unnötig. Die interne Triggerung ist praktisch ganz unabhängig von der Signalthöhe am Bildschirm, die zwischen 8 und 80mm liegen oder schwanken kann. Wird die Taste **AT/NORM.** gedrückt, so ergibt sich gegenüber der automatischen Triggerung nur der Unterschied, daß der Bildschirm ohne Triggersignal dunkel ist (Drehen am **LEVEL**-Knopf ist wirkungslos).

Abgesehen von der Einstellung des **TV SEP.**-Schalters und der Taste **+/-** muß natürlich noch ein dem Meßzweck entsprechender Zeitkoeffizient am **TIME/DIV.**-Schalter gewählt werden. Die Grundstellungen für **H** (horizontal \triangle Zeile) und **V** (vertikal \triangle Bild) sind auf der Skala des **TIME/DIV.**-Schalters markiert. Der **TIME/DIV.**-Knopf kann aber durchaus weiter nach rechts gedreht werden, ohne daß die Triggerung ausfällt, wenn durch diese Dehnung weitere Einzelheiten im Videosignal erkennbar werden sollen. Vorteilhafter, weil ein Halbbild unterdrückt wird, ist die Nutzung der 10fachen Dehnung mit der Taste **X-MAG. x10** und die **HOLD-OFF**-Zeiteinstellung. Unterbricht man die Triggerung (z.B. durch kurzes Drücken und Auslösen der Taste **EXT.**), kann auch das andere Halbbild getriggert werden.

Einstellung: **TV: V, 2ms/cm, HOLD-OFF**-Knopf Rechtsanschlag, Taste **X-MAG. x10** gedrückt, Bildeinzelheit mit **X-POS.**-Knopf suchen, weitere X-Dehnung (x2,5) mit Zeitfeinsteller möglich. Damit wird z.B. die **Signalbelegung in der vertikalen Austastlücke** (Videotext und Prüfzeilen) mit 25facher Dehnung voll sichtbar.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei **externer** Triggerung. Selbstverständlich muß der Spannungsbereich ($0,25V_{ss}$ bis $5V_{ss}$) für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die ja bei externer Triggerung nicht mit der Richtung des Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch **AC**-Eingangskopplung des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden. Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber **DC**-Eingangskopplung, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem **Y-POS.**-Knopf kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, daß das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt. Das komplette Videosignal darf dann bei DC-Kopplung eine vertikale Höhe von 6cm nicht überschreiten.

Externe Triggerung

Durch Drücken der Taste **EXT.** wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die BNC-Buchse **TRIG. INP.** kann jetzt **extern** getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von **$0,25V_{ss}$ bis $5V_{ss}$** zur Verfügung steht, die synchron zum Meßsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Meßsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Meßfrequenz möglich; Phasenshifting ist allerdings Bedingung.

Die Eingangsimpedanz der Buchse **TRIG. INP.** liegt bei

etwa $200k\Omega$. Die maximale Eingangsspannung ist $100V$ (DC + Spitze AC). Zur einwandfreien externen Triggerung sollten aber nicht mehr als $5V_{ss}$ angelegt werden.

Trigger-Anzeige

Sowohl bei **automatischer** wie auch bei **Normaltriggerung** wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die links neben dem **TRIG.**-Schalter angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühligere **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100 ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Lampe nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern – bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm – bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeit-Einstellung

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollem Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des **HOLD-OFF**-Knopfes 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.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen läßt sich mit der LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD-OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist der HOLD-OFF-Knopf langsam nach rechts zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue **LEVEL**-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des **HOLD-OFF**-Knopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD-OFF**-Regler unbedingt wieder auf Linksanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist. Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

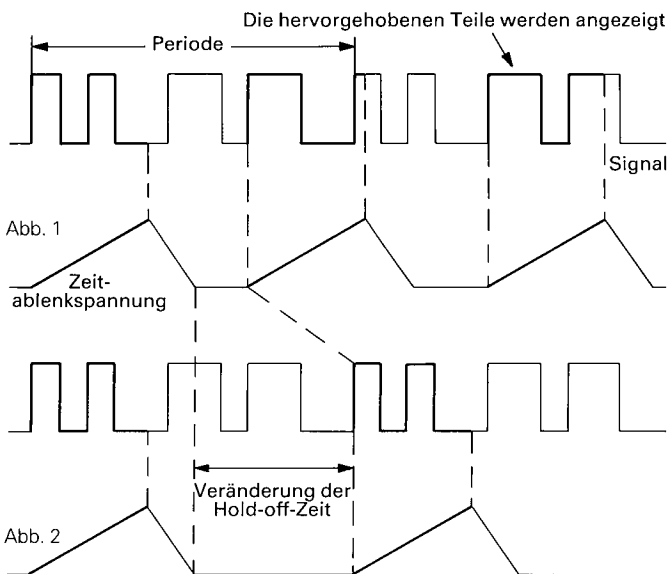


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei Rechtsanschlag des **HOLD-OFF**-Einstellknopfes (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die Hold-off-Zeit so eingestellt, daß immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

Komponenten-Test

Der HM 203-6 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 Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der CT-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des HM203-6 und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Masseezeichen versehene Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist das für den Test einzelner Bauteile 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 Schal-

tung zu ziehen, damit auch deren Schutzerdverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Zum Schutz des Komponententesters und des Oszilloskops ist in Reihe mit der CT-Buchse eine Feinsicherung geschaltet. Bei Fehlbedienung, z.B. zu prüfendes Gerät nicht vom Netz getrennt, schmilzt sie durch. Sie darf nur durch eine Sicherung gleichen Typs ersetzt werden. Dazu muß das Oszilloskop geöffnet sein (siehe Service-Anleitung S1, „Öffnen des Gerätes“). Die Sicherung befindet sich auf der Unterseite des Gerätes (Nähe CT-Tastenschalter).

G-Sicherungseinsatz: Größe **5x20 mm**, 250V~; C nach IEC 127, Bl.II; DIN 41 661. Abschaltung: **flik (F), 50 mA**.

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im HM203-6 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 **20 Ω** und **4,7 kΩ** testen.

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

Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

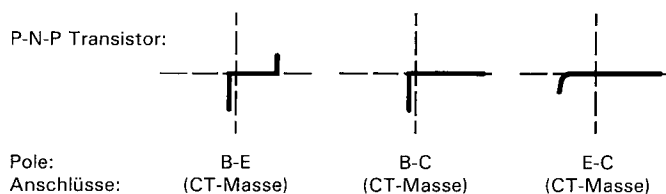
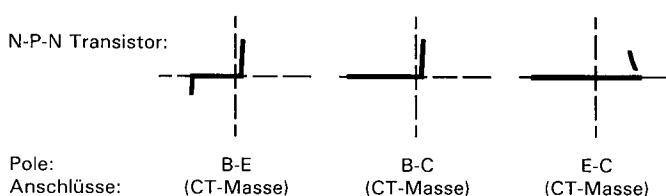
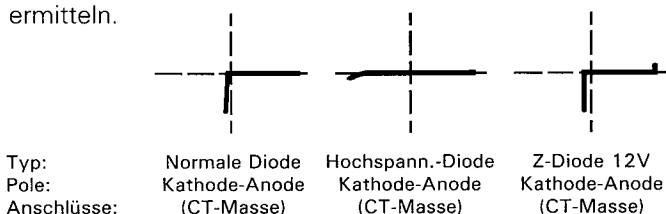
Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).

Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die **spannungsabhängigen Kennlinienknicke** beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden **Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik** dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 12V). Es handelt

sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge 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 unbekanntens Transistortyps schnell ermitteln.



Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die **Anschlußumpolung eines Halbleiters** (Vertauschen von CT-Buchse mit Masse-Buchse) eine **Drehung des Testbilds um 180°** um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

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

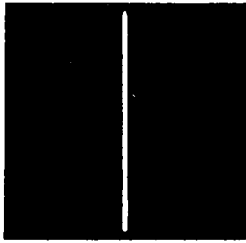
offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

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 **CT-Prüfbuchse ohne Massezeichen** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

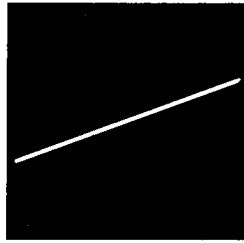
Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des HM203-6 angeschlossenen Meßkabel- und Tasterleiter-Verbindungen zur Schaltung hin zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abtastung (doppelte Masseverbindung).

Die Testbilder auf Seite M17 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

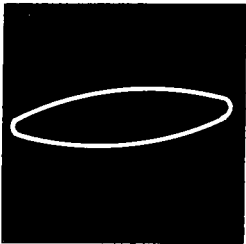
Testbilder Bauteile einzeln



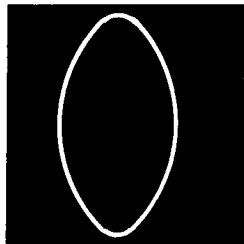
Kurzschluß



Widerstand 510 Ω

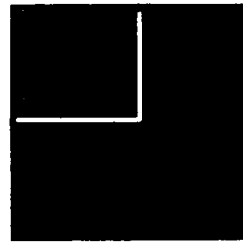


Netztrafo prim.

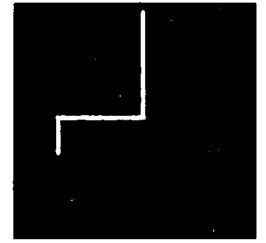


Kondensator 33 μ F

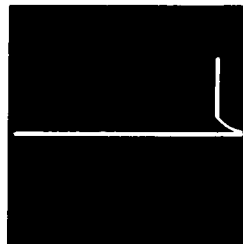
Testbilder Transistoren einzeln



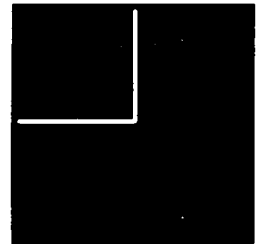
Strecke B-C



Strecke B-E

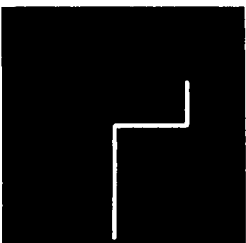


Strecke E-C

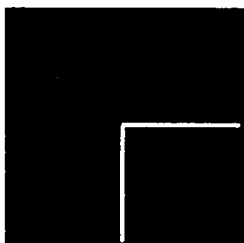


FET

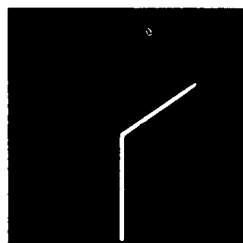
Testbilder Dioden einzeln



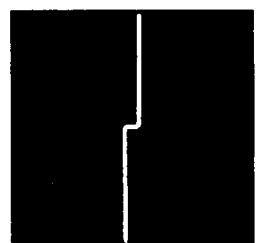
Z-Diode unter 8V



Z-Diode über 12V



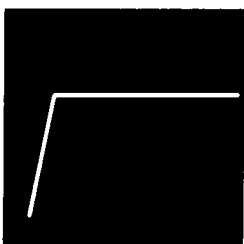
Diode parallel 680 Ω



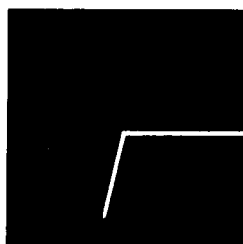
2 Dioden antiparallel



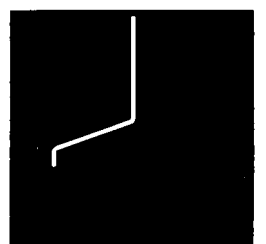
Siliziumdiode



Germaniumdiode



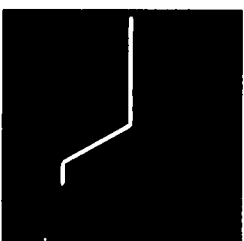
Diode in Reihe mit 51 Ω



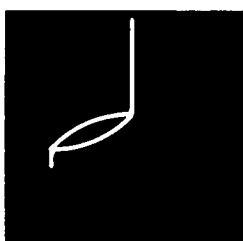
B-E parallel 680 Ω



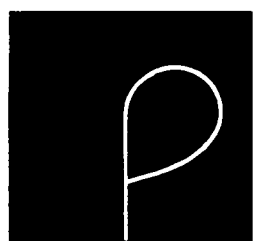
Gleichrichter



Thyrister G u. A verb.



Strecke B-E mit 1 μ F + 680 Ω



Si.-Diode mit 10 μ F

Testbilder Halbleiter in der Schaltung

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaсте (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**. **TV SEP.**-Schalter auf **OFF**.

AT/NORM.-Taste nicht gedrückt. Eingangskopplungsschalter **CH.I** auf **GD**.

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

Chopper-Kanalumschaltung: Taste **CHOP.** drücken.

Signale < 1 kHz oder Zeitkoeffizienten ≥ 1 ms/cm mit gedrückter Taste **CHOP.**

Kanäle I+II oder -I-II (Summe): Nur Taste **ADD** drücken.

Kanäle -I+II oder +I-II (Differenz): Taste **ADD** und **eine** der Tasten **INVERT** drücken.

Betriebsart Triggerung

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

AT = Automatische Triggerung ≥ 10 Hz – 40 MHz (ungedrückt). **NORM.** = Normaltriggerung (gedrückt).

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

Interne Triggerung: Kanal wird mit Taste **TRIG.I/II (CH.I/II)** gewählt.

Externe Triggerung: Taste **EXT.** drücken; Synchron-Signal ($0,25V_{ss} - 5V_{ss}$) auf Buchse **TRIG. INP.**

Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf \sim .

Triggerkopplung mit **TRIG.**-Wahlschalter **AC-DC-HF-LF** wählen. Frequenzbereiche der Triggerkopplung:

AC: ≥ 10 Hz bis 20 MHz; **DC**: 0 bis 20 MHz;

HF: 1,5 kHz bis 40 MHz; **LF**: 0 bis 1 kHz.

Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TV SEP.**-Schalter auf **TV: H.**

Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TV SEP.**-Schalter auf **TV: V.**

Dabei richtige Flankenrichtung mit Taste **+/-** wählen (Synchronimpuls oben $\triangle +$, unten $\triangle -$).

Triggeranzeige beachten: Lampe neben **TRIG.**-Wahlschalter.

Messung

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

Tastenteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.

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

Mit Teilerschalter Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.

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

Triggerpunkt mit **LEVEL**-Knopf einstellen (bei Normaltriggerung).

Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF**-Zeit triggern.

Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Linksanschlag **CAL.**

Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Linksanschlag **CAL.**

X-Dehnung $\times 10$: Taste **X-MAG. $\times 10$** drücken.

Externe Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) mit gedrückter Taste **X-Y** (X-Eingang: **CH.II**).

Komponenten-Test

Component-Tester-Taste drücken. Bauteil zweipolig an CT-Buchse und Masse-Buchse anschließen.

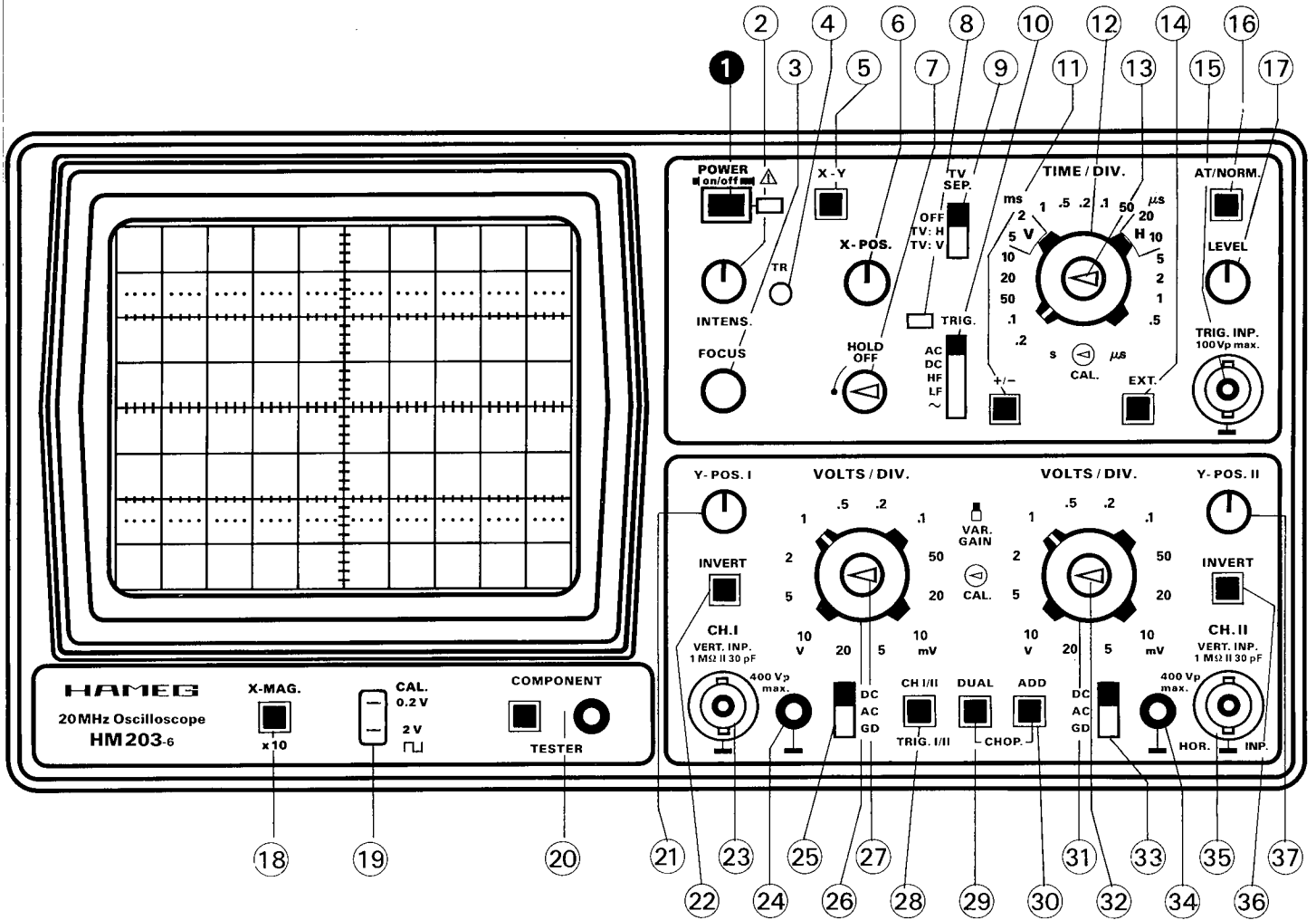
Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen. Netzstecker der zu testenden Schaltung ziehen, Verbindungen mit HM203-6 lösen (Kabel, Tastenteiler), dann erst testen.

Bedienungselemente HM 203-6 (Kurzbeschreibung – Frontbild)

Element	Funktion	Element	Funktion
❶ POWER on/off (Taste + LED-Anzeige)	Netz Ein/Aus; Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.	❷③ CH. I (BNC-Buchse)	Signaleingang – Kanal I. Eingangsimpedanz 1MΩ 30pF.
❷ INTENS. (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl.	❷④ Masse (4mm-Buchse)	Separate Massebuchse.
❸ FOCUS (Drehknopf)	Schärfereinstellung für den Kathodenstrahl. Ist bei stark veränderter Helligkeit nachzustellen.	❷⑤ DC–AC–GD (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignal- ankopplung von Kanal I. DC = direkte Ankopplung, AC = An- kopplung über einen Kondensator, GD = Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
❹ TR Trimpotentiometer (Einstellung mit Schraubenzieher)	Trace Rotation (Strahldrehung). Dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit parallel zum Raster gestellt.	❷⑥ VOLTS/DIV. (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler für Kanal I. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
❺ X-Y (Drucktaste)	Umschaltung auf XY-Betrieb. Zuführung der horiz. Ablenkspannung über den Eingang von Kanal II.	❷⑦ VAR. GAIN (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I). Erhöht die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Calibrierung am Linksanschlag (Pfeil nach links zeigend).
Achtung! Bei fehlender Zeitablenkung Einbrenngefahr.		❷⑧ CH I/II-TRIG. I/II (Drucktaste)	Keine Taste gedrückt: Kanal I-Betrieb und Triggerung von Kanal I. Taste gedrückt: Kanal II-Betrieb und Triggerung von Kanal II. (Triggerwahl bei DUAL- u. ADD-Betr.).
❻ X-POS. (Drehknopf)	Strahlverschiebung in horizontaler Richtung.	❷⑨ DUAL (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Einkanalbetrieb. Taste DUAL gedrückt: Zeikanalbetrieb mit alternierender Umschaltung. DUAL und ADD gedrückt: Zweikanalbetrieb mit Chopper-Umschaltung.
❼ HOLD OFF (Drehknopf)	Verlängerung der Holdoff-Zeit zwischen den Ablenkperioden. Grundstellung = Linksanschlag.	❷⑩ ADD. (Drucktaste)	ADD allein gedrückt: Algebr. Addition. In Kombination mit INVERT: Differenz.
❽ TRIG. (LED-Anzeige)	Anzeige leuchtet, wenn Zeitbasis getriggert wird.	❷⑪ VOLTS/DIV. Y-Verstärkung (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler Kanal II. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
❾ TV SEP. (Hebelschalter)	Schalter für den TV-Sync.-Separator. OFF = normale Triggerung, TV: H = Triggerung für Zeile, TV: V = Triggerung für Bild.	❷⑫ VAR. GAIN Y-Verstärkung (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Erhöht die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Calibrierung am Linksanschlag (Pfeil nach links zeigend).
❿ TRIG. AC-DC-HF-LF-~ (Hebelschalter)	Wahl der Triggerankopplung: AC: 10 Hz – 20 MHz. DC: 0 – 20 MHz. HF: 1,5 kHz – 40 MHz. LF: 0 – 1 kHz. ~: Triggerung mit Netzfrequenz.	❷⑬ DC–AC–GD (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignal- ankopplung von Kanal II. DC = direkte Ankopplung, AC = An- kopplung über einen Kondensator, GD = Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
⓫ +/- (Drucktaste)	Wahl der Triggerflanke. Taste nicht gedrückt: positiv, Taste gedrückt: negativ.	❷⑭ Masse (4mm-Buchse)	Separate Massebuchse.
⓬ TIME/DIV. (18stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von 0,5 μs/cm bis 0,2 s/cm.	❷⑮ CH. II (BNC-Buchse)	Signaleingang – Kanal II. Eingangsimpedanz 1MΩ 30pF.
⓬ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Erhöht Zeitablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 (Rechtsanschlag). Cal. Stellung nur am Linksanschlag (Pfeil nach links).	❷⑯ INVERT (CH II) (Drucktaste)	Invertierung von Kanal II. In Verbindung mit gedrückter ADD- Taste ❸⑩ = Differenzdarstellung.
⓬ EXT. (Drucktaste)	Umschaltung auf externe Triggerung. Signalführung über BNC-Buchse TRIG. INP. ❶⑮	❷⑰ Y-POS. II (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal II. Im XY-Betrieb außer Funktion.
❶⑮ TRIG. INP. (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste ❶⑭ gedrückt.		
❶⑯ AT/NORM. (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Zeitlinie auch ohne Signal sichtbar, Triggerung autom. Taste gedrückt: Zeitlinie nur mit Signal, Normaltriggerung mit LEVEL ❶⑰		
❶⑰ LEVEL (Drehknopf)	Einstellen des Triggerpunktes bei gedrückter Taste AT/NORM ❶⑯		
❶⑱ X-MAG. x10 (Drucktaste)	10fach Dehnung in X-Richtung. Max. Auflösung (inkl. ❶⑱) 20 ns/cm.		
❶⑲ CALIBRATOR 0.2V-2V	Ausgänge des Calibrators 0,2 V _{ss} und 2 V _{ss}		
❶⑳ COMPONENT TESTER (Drucktaste und 4mm-Buchse)	Einschaltung des Komponententesters. Testkabel an Test- und Massebuchse.		
❶㉑ Y-POS. I (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I.		
❶㉒ INVERT (CH I) (Drucktaste)	Invertierung von Kanal I. In Verbindung mit gedrückter ADD- Taste ❸⑩ = Differenzdarstellung.		

Einstellungen an der Unterseite des Gerätes:

CH. I DC-Balance **CH. II** Zur Korrektur der DC-Balance.
(Trimpotentiometer) Einstellungen mit Schraubenzieher.
(Nicht einstellen, bevor Anleitung Kapitel „Korrektur DC-Balance“ gelesen).



Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM203-6 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Innern 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. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**; **TV SEP.**-Schalter auf **OFF**. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM203-6 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 X-Y muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen.** Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsveränderungen 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 Aussuchen einer toleranzfreien Bildröhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben **FOCUS**-Knopfstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbil-

dung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Bei normaler Helligkeit werden mit dem **FOCUS**-Regler die waagerechten Linien des Rechtecks auf die bestmögliche Schärfe eingestellt. Die senkrechten Linien müssen jetzt auch die maximale Schärfe haben. Wenn sich diese jedoch durch die Betätigung des **FOCUS**-Reglers verbessern läßt, ist eine Astigmatismus-Korrektur erforderlich. Hierfür 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 beider Kanäle und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **INVERT** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahlage um etwa 5mm 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 10-100kHz (Signalkopplung dabei auf **AC**). Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm 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.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa **10 Minuten Einschaltzeit** wird die Zeitlinie exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahlage um nicht mehr als 5mm 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 Strahlage insgesamt mehr als 0,5mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

Calibration des Vertikalverstärkers

Die Ausgangsbuchsen des Calibrators geben eine Rechteckspannung von **0,2V_{ss}** bzw. **2V_{ss}** ab. Sie haben normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen der 0,2V-Ausgangs-Öse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her (Tastkopf 1:1), muß

das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm 4cm hoch** sein (Feineinstellknopf des Teilerschalter auf Linksanschlag **CAL.**; Signalankopplung **DC**). Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen der 2V-Ausgangs-Buchse und Meßeingang ein **Tasterteiler 10:1** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe 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 Tasterteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben. Gegebenenfalls ist die Calibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalankopplung!). Die vertikale Strahlage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feineinstellknopf am Teilerschalter erhöht am Rechtsanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **0.1V/cm**, soll sich die Calibratorsignal-Höhe 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 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überspringen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Calibrationsstellung **CAL.** 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 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. 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-Trimmer 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 (Feineinstellknopf auf **CAL.**; Signalankopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: CH. I/II, DUAL, ADD, CHOP., INV. I 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. **TIME/DIV.**-Schalter dabei auf **2 μ s/cm**; Tasten **DUAL** und **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 mit dem Zeit-Feinsteller auf die Chopperfrequenz (500kHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **CHOP.** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar sein.

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

Bei XY-Betrieb (**X-Y**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Linksanschlag (**CAL.**) stehen und die Dehnungstaste **X-MAG. 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/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 HM203-6 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 Vertikaleingangs 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 50 Hz und 1 MHz bei automatischer Triggerung (**AT/NORM.**-Taste nicht gedrückt). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**AT/NORM.**-Taste gedrückt) vorhanden ist. Hierbei muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **+/-** Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM203-6 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 40 MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **EXT.** gedrückt) sind mindestens 0,25V_{ss} Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **TRIG. INP.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Eine zeilenfrequente Darstellung erhält man mit **TV SEP.**-Schalter auf **TV: H** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **20** oder **10 µs/cm**. Die bildfrequente Darstellung ergibt sich bei **TV: V** und bei **5** oder **2 ms/cm**. Die Flankenrichtung muß mit Taste **+/-** richtig gewählt sein. Sie gilt dann für beide Darstellungen.

Die TV-Triggerung ist dann einwandfrei, wenn bei zeilen- und bei bildfrequenter Darstellung die Amplitude des kompletten Videosignals (vom Weißwert bis zum Dach des Zeilenimpulses) zwischen 8 und 80 mm bei stabiler Darstellung geändert werden kann.

Wird mit einem **Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil** 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).

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 Taste **CH.I/II-TRIG.I/II** oder beim Umschalten des **TRIG.**-Wahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der **Netztriggerung (50-60 Hz)** in Stellung ~ 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. 1 V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinregler) läßt sich die dargestellte Signalthöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die **Zeitlinie 10 cm lang** ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer für die Sweep-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIME/DIV.**-Schalterstellung **5 µs/cm** erfolgen. Vor Beginn der Arbeit ist der Zeit-Feinregler auf **CAL.** einzurasten. Die Taste **X-MAG. 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 **TIME/DIV.**-Schalter auf **0,2 s/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 HM203-6 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 der **X-POS.**-Einstellung die Spitze des ersten Kurvenzuges 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 **10 ms/cm** mit Netzfrequenz **50 Hz** kontrollieren. Es wird dann bei **20 ms/cm** alle cm und bei **10 ms/cm** alle 2 cm ein Kurvenzug abgebildet.

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

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

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

Dreht man den Zeit-Feineinsteller bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug **mindestens 2,5 cm** horizontaler Länge (Taste **X-MAG. x10** ungedrückt; Messung bei **50 µs/cm**).

Drückt man die Taste **X-MAG. x10**, dann erscheint nur alle **10 cm** ($\pm 5\%$) ein Kurvenzug (Zeit-Feineinsteller auf **CAL.**; Messung bei **5 µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **50 µs/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

HOLD-OFF-Zeit

Die Änderung der **HOLD-OFF**-Zeit beim Drehen des Knopfes ist ohne Eingriff in den HM 203-6 nicht zu kontrollieren. Immerhin kann die Strahlverdunklung (ohne Eingangssignal bei automatischer Triggerung) geprüft werden. Hierzu sind der **TIME/DIV.**-Schalter und sein Feinregler auf **Rechtsanschlag** einzustellen. Dann soll am Linksanschlag des Knopfes **HOLD-OFF** der Strahl hell, am Rechtsanschlag dagegen merklich dunkler sein.

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **Component-Tester**-Taste muß bei offener CT-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von **ca. 8 cm Länge** erscheinen. Verbindet man die CT-Buchse mit einer der Masse-Buchsen, muß sich eine vertikale Linie von **ca. 6 cm Höhe** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas. Sie sind u.a. abhängig von der Netzspannung.

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 (rechts neben 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 HM 203-6 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1 mm Höhenunterschied auf 10 cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

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.

HAMEG[®] **Instruments**

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

HM203-6

HAMEG GmbH

Industriestraße 6

D-63533 Mainhausen

Telefon: +49 (0) 6182 / 800-0

Telefax: +49 (0) 6182 / 800-100

E-mail: sales@hameg.de

service@hameg.de

Internet:

www.hameg.de

Printed in Germany