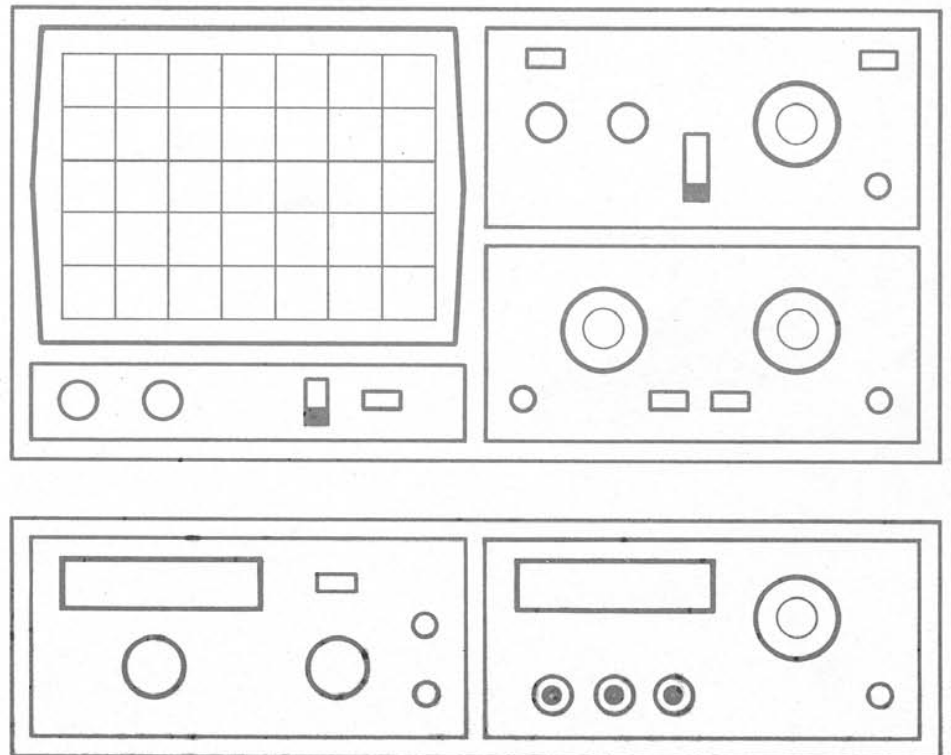


HAMEG

Instruments

MANUAL

**Oscilloscope
HM604-3**



Datenblatt HM604-3	4
Allgemeines	5
Symbole	5
Aufstellung des Gerätes	5
Sicherheit	5
Betriebsbedingungen	5
Garantie	5
Wartung	6
Schutzschaltung	6
Netzspannung	6
Art der Signalspannung	6
Größe der Signalspannung	7
Gesamtwert der Eingangsspannung	8
Zeitwerte der Signalspannung	8
Anlegen der Signalspannung	9
Bedienelemente	10
Zeitbasis	10
Inbetriebnahme und Voreinstellungen	11
Strahldrehung TR	11
Tastkopf-Abgleich und Anwendung	11
Abgleich 1kHz	11
Abgleich 1MHz	12
Betriebsarten der Vertikalverstärker	12
XY-Betrieb	13
Phasenvergleich mit Lissajous-Figur	13
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)	13
Messung einer Amplitudenmodulation	14
Triggerung und Zeitablenkung	14
Automatische Spitzenwert-Triggerung	15
Normaltriggerung	15
Flankenrichtung	15
Triggerkopplung	15
Bildsynchronimpuls-Triggerung	16
Zeilensynchronimpuls-Triggerung	16
Netztriggerung	17
Alternierende Triggerung	17
Externe Triggerung	17
Triggeranzeige	17
Holdoff-Zeiteinstellung	17
Ablenkverzögerung / After Delay Triggerung	18
AUTO SET	20
SAVE/RECALL	20
Komponenten-Test	20
Testbilder für die Anwendung des Komponenten-Testers	22
Testplan	23
Astigmatismuskontrolle	23
Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers	23
Kalibration des Vertikalverstärkers	23
Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers	23
Kontrolle Triggerung	24
Zeitablenkung	24
HOLDOFF-Zeit	25
Komponenten-Tester	25
Korrektur der Strahlage	25

Oszilloskop HM604-3

Service Hinweis	25
Öffnen des Gerätes	25
Warnung	25
Betriebsspannungen	26
Maximale und minimale Helligkeit	26
Astigmatismus	26
Triggerschwelle	26
Fehlersuche im Gerät	26
Austausch von Bauteilen	26
Abgleich	26
RS232-Interface - Fernsteuerung	27
Baudrateneinstellung	27
Datenübertragung	27
Zeichendefinition für Kommandos	27
Kommandotabelle	27
Gerätedatenfeld mit Einzelkommandos	28
Kurzanleitung HM604-3	29
Bedienelemente HM604-3 (Kurzbeschreibung - Frontbild)	30

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Meßgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

Die am Meßgerät notwendigerweise angeschlossenen Meß- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Meßbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Meßgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen zwischen Meßgerät und Computer eine Länge von 3 Metern aufweisen. Ist an einem Geräteinterface der Anschluß mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

2. Signalleitungen

Meßleitungen zur Signalübertragung zwischen Meßstelle und Meßgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen eine Länge von 3 Metern nicht erreichen.

Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel -RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muß Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Meßgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Meßaufbaues über die angeschlossenen Meßkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Meßgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Meßgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Meßgerätes.

Geringfügige Abweichungen des Meßwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

Dezember 1995

HAMEG GmbH

**KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE**



HAMEG[®]
Instruments

Name und Adresse des Herstellers
Manufacturer's name and address
Nom et adresse du fabricant

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

HAMEG S.a.r.l.
5, av de la République
F - 94800 Villejuif

Die HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation: Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope

Typ / Type / Type: **HM604-3**

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: -

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 50082-2: 1995 / VDE 0839 T82-2
ENV 50140: 1993 / IEC (CEI) 1004-4-3: 1995 / VDE 0847 T3
ENV 50141: 1993 / IEC (CEI) 1000-4-6 / VDE 0843 / 6
EN 61000-4-2: 1995 / IEC (CEI) 1000-4-2: 1995 / VDE 0847 T4-2: Prüfschärfe / Level / Niveau = 2

EN 61000-4-4: 1995 / IEC (CEI) 1000-4-4: 1995 / VDE 0847 T4-4: Prüfschärfe / Level / Niveau = 3

EN 50081-1: 1992 / EN 55011: 1991 / CISPR11: 1991 / VDE0875 T11: 1992
Gruppe / group / groupe = 1, Klasse / Class / Classe = B

Datum /Date /Date

14.12.1995

Unterschrift / Signature / Signatur

Dr. J. Herzog
Technical Manager
Directeur Technique

Technische Daten

Vertikal-Ablenkung

Betriebsarten: Kanal I oder Kanal II einzeln, Kanal I und Kanal II alternierend oder chop., (Chopperfrequenz ca. 0,5MHz)

Summe oder **Differenz** von KI und KII, (beide Kanäle invertierbar)

XY-Betrieb: über Kanal I und Kanal II

Frequenzbereich: 2x DC bis 60MHz (-3dB)

Anstiegszeit: <6ns. Überspringen: ≤1%

Ablenkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen

von **5mV/cm** bis **20V/cm** mit 1-2-5 Teilung,

Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: ±3%,

variabel 2,5:1 bis mindestens **50V/cm**

Ablenkoeffiz.: **1mV u. 2mV/cm** ±5% (kal.)

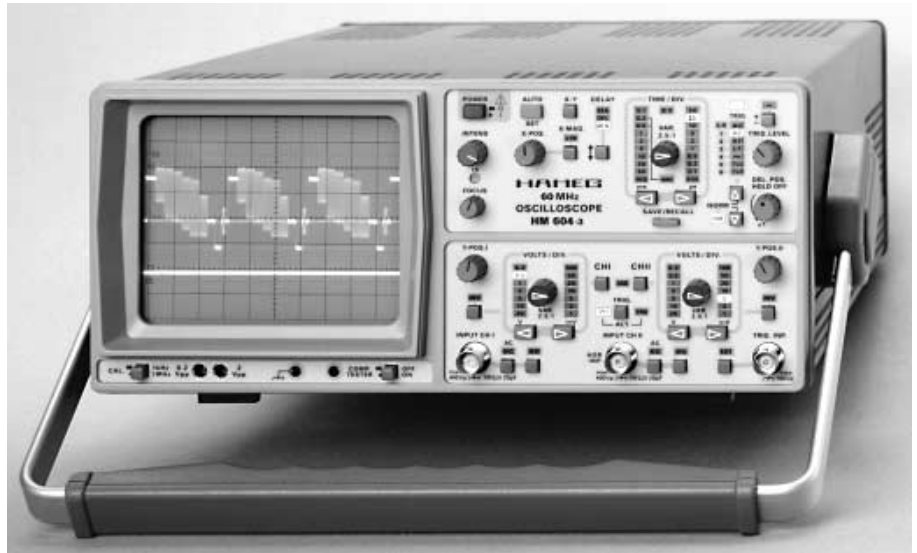
im Frequenzbereich 0 bis 10MHz (-3dB)

Eingangsimpedanz: 1MΩ || 20pF

Eingangskopplung: DC - AC - GD (Ground)

Eingangsspannung: max. 400V (DC + Spitze AC)

Verzögerungsleitung: ca. 90ns



Triggerung

Automatik (Spitzenwert): <20Hz-100MHz (≤5mm),

Normalmit Level-Einstellung: **DC->100MHz** (≤5mm)

Flankenrichtung: positiv oder negativ

ALT.-Triggerung: Triggeranzeige mit LED

Quellen: Kanal I, Kanal II, K I altern. K II,

Netz, extern

Kopplung: **AC** (10Hz - 100MHz), **DC** (0 - 100MHz),

HF (1,5kHz - 100MHz), **LF** (0 - 1,5kHz)

Triggerung ext.: ≥0,3V_{ss} von DC bis 100MHz

Aktiver TV-Sync-Separator für Bild und Zeile

2. Triggerung mit Level-Einstellung u. Flankenwahl

Horizontal-Ablenkung

Zeitkoeffizienten: 22 kalibrierte Stellungen

von 0,5s/cm bis 50ns/cm mit 1 - 2 - 5 Teilung,

Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: ±3%

variabel 2,5:1 bis maximal 1,25s/cm,

mit **X-Dehnung x10** bis **5ns/cm** ±5%

Ablenkverzögerung: 300ms - 100ns

Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1

Bandbreite X-Verstärker: 0-2,5MHz (-3dB)

Eingang X-Verstärker über Kanal II,

X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120kHz

Bedienung / Steuerung

Auto Set (automatische Parametereinstellung)

Save und Recall für 6 Einstellprogramme

Schnittstelle: **RS-232** (serienmäßig)

Exklusives Zubehör: Fernbedienung **HZ68**

Komponententester

Testspannung: ca. 8,5V_{eff} (Leerlauf)

Teststrom: max. 7mA_{eff} (Kurzschluß)

Testfrequenz: ca. 50Hz

Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

Röhre: D14-372GH, Rechteckform (8x10cm), Innenraster.

Beschleunigungsspannung: ca. 14kV.

Strahlendrehung auf Frontseite einstellbar

Kalibrator: Rechteckgenerator (t_a < 4ns),

≈1kHz / 1MHz; Ausgang: 0,2V ±1% und 2V

Netzanschluß: 100-240V~, ±10%, 50/60Hz

Leistungsaufnahme: ca. 30 Watt bei 50Hz

Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C

Schutzart: Schutzklasse I (IEC1010-1/VDE 0411)

Gewicht: ca. 5,5kg, Farbe: techno-braun

Gehäuse: **B** 285, **H** 125, **T** 380 mm

Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff

Änderungen vorbehalten

12/95

60MHz Analog-Oszilloskop HM 604-3 mit Auto-Set, Save / Recall u. RS-232 Interface

Vertikal: 2 Kanäle, 1mV – 50V/cm, Komp.-Tester, 1MHz Kalibrator

Zeitbasis: 0,5s - 5ns/cm, Delay mit 2. Triggerung, Altern. Trigger

Triggerung: DC-100MHz, autom. Spitzenwert, TV-Sync-Separator

Der neue **HM604-3** entspricht im Wesentlichen dem ebenfalls prozessor-gesteuerten HM304. Mit seiner größeren Bandbreite von mehr als **60MHz** ist er natürlich auch in höheren Frequenzbereichen einsetzbar. Außerdem besitzt er eine Verzögerungsleitung mit deren Hilfe auch die Triggerflanke aller Signale darzustellen ist.

Sein Mikroprozessor ermöglicht unter anderem die signalbezogene automatische Einstellung der Meßparameter im **AUTO SET** Betrieb. Mit jedem Tastendruck wird spätestens nach **0,5 Sekunden** ein am Oszilloskop-Eingang anliegendes Signal optimal dargestellt. Im Einkanal-Betrieb erfolgt die Aufzeichnung mit ca. 6 cm Bildhöhe, bzw. im Zweikanal-Betrieb mit jeweils ca. 4 cm und einem Zeitablenkkoeffizienten, der ca. 3 Signalperioden entspricht. Selbstverständlich ist die Einstellung aller Parameter auch manuell möglich. Die Anzeige aller Werte und Funktionen erfolgt mit **LED's**.

Für sich wiederholende Messungen und Oszilloskopeinstellungen stehen **6 Speicherplätze** zur Verfügung, die der Anwender mit Hilfe der **SAVE/RECALL-Taste** beliebig oft belegen oder abrufen kann. Dieses gilt auch für unkalibrierte Geräteeinstellungen. Über die **serienmäßig** eingebaute **RS-232 Schnittstelle** kann das Gerät auch mit einem **PC** gesteuert werden.

Obwohl die Bandbreite des **HM604-3** mit 60MHz angegeben wird, können **Signale** bis mindestens **100MHz** aufgezeichnet werden. Die hervorragende Triggerung dieses Oszilloskopes ermöglicht die einwandfreie Darstellung von Signalen ab nur 5mm Bildhöhe. In Verbindung mit dem **DELAY-Betrieb** wird auch die Aufzeichnung von Signalausschnitten mit bis zu **1000facher Dehnung** ermöglicht. Eine separate **2. Triggerung** mit **Flankenrichtungswahl** und **Leveleinstellung** gestattet auch die Darstellung asynchroner Anteile von Signalen. Die 14kV Strahlröhre des Gerätes mit ihrer hohen Helligkeitsreserve bewirkt, daß auch sehr schnelle Signalanteile noch gut sichtbar sind.

Zur Standardausrüstung des **HM604-3** gehört auch der bewährte **Komponententester**. Mit dem von **1kHz** auf **1MHz** umschaltbare **Rechteck-Kalibrator** ist eine ständige Kontrolle der Übertragungsgüte – von der Tastkopfspitze bis zum Bildschirm – möglich. Die komplette **Mu-Metall-Abschirmung** der Kathodenstrahlröhre gewährt eine hohe Sicherheit gegenüber magnetischen Einflüssen außerhalb des Gerätes. Das energiesparende Schaltnetzteil sorgt für geringe Eigen Erwärmung und eine Verlustleistung die ca. 30Watt nicht überschreitet. Das geringe Gewicht des **HM604-3** von nur 5,5kg ist ebenfalls sehr bemerkenswert.

Das neuartige Bedienungskonzept dieses Oszilloskopes ist nicht gewöhnungsbedürftig, daher ist für den Benutzer auch keine längere Einarbeitung erforderlich. Mit seiner exzellenten Technik und Ausstattung ist der **HM604-3** schon heute für Meßaufgaben der Zukunft gut vorbereitet.

Inkl. Zubehör: Netzkabel, Betriebsanleitung, 2 Tastköpfe 10:1

Allgemeines

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.

Symbole



Bedienungsanleitung beachten



Hochspannung



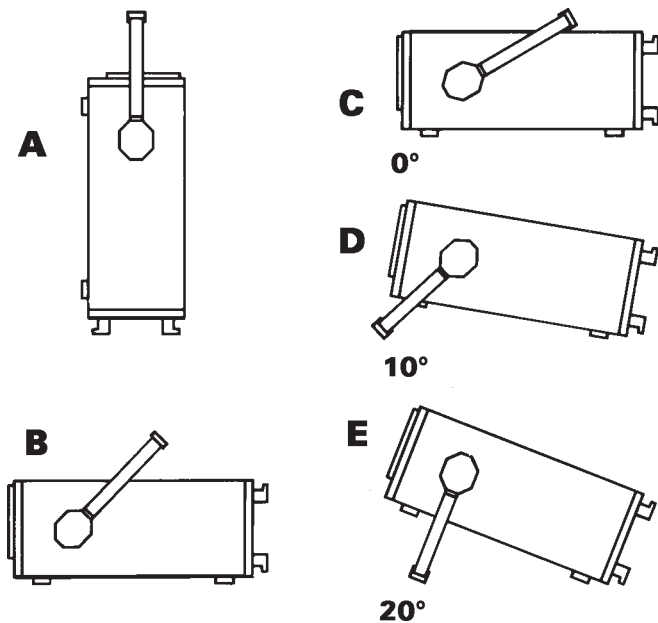
Erde

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 Tragstellung 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 Tragstellung 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, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Labor-

geräte, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Serviceanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I.

Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft.

Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II leicht zu vermeiden. Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden.

Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren g-Strahlen. Bei diesem Gerät bleibt die Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/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 entsprach).

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 Transports 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!

Neendaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmszeit von min. 20 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15°C und 30°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest mit 10-stündigem „burn-in“. Im intermit-

tierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dem folgt ein 100% Test jedes Gerätes, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden.

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 zu verwenden. Transport- oder sonstige Schäden, verursacht durch grobe Fahrlässigkeit, werden von der Garantie nicht erfaßt. Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes eine stichwortartige Fehlerbeschreibung anbringen. 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 SCOPE-TESTER HZ60, der trotz seines niedrigen Preises Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt. 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 nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fuselfreien Tuch nachzureiben. Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Schutzschaltung

Dieses Gerät ist mit einem Schaltnetzteil ausgerüstet, welches über Überstrom und -spannungs Schutzschaltungen verfügt. Im Fehlerfall kann ein, sich periodisch wiederholendes, tickendes Geräusch hörbar sein.

Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit Netzwechselfspannungen von 100V bis 240V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen. Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Der Sicherungshalter befindet sich über der 3poligen Netzstecker-Buchse. Ein Auswechseln der Sicherungen darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2mm) werden die, an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen, Kunststoffarretierungen nach Innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Jede Sicherung kann dann entnommen und ebenso ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, daß die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur mög-

lich, wenn der Führungssteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten. 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; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: träge (T) 0,8A.



ACHTUNG!

Im Inneren des Gerätes befindet sich im Bereich des Schaltnetztes eine Sicherung:

Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: flink (F) 0,5A.

Diese Sicherung darf nicht vom Anwender ersetzt werden!

Art der Signalspannung

Der HM604-3 erfaßt praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten, von Gleichspannung bis Wechselfspannungen mit einer Frequenz von mindestens 60MHz (-3dB).

Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. **25MHz** zunehmender Meßfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. **40MHz** beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Vertikalverstärker (**-3dB zwischen 60MHz und 75MHz**), ist der Meßfehler nicht so exakt definierbar. **Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die -6dB Grenze sogar bei 100MHz. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.** 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. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

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. eine Veränderung der **HOLD OFF**- Zeit bzw. **DELAY**-Betrieb erforderlich. **Fernseh-Video-Signale** (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des **aktiven TV-Sync-Separators** leicht triggerbar.

Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 100MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (5ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben.

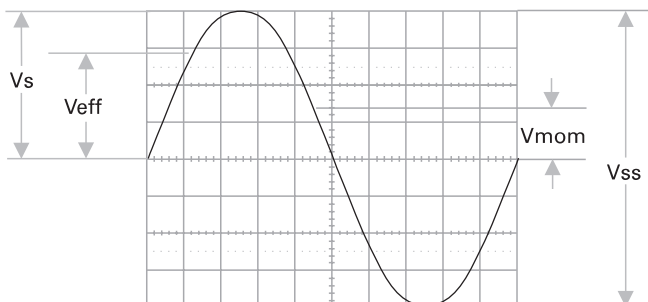
Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC**-Schalter (**DC** = direct current; **AC** = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet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

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz **ca. 1,6Hz für 3dB**). 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 Impulssignalen 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 (zeitabhängig)

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt $1mV_{ss}$ ($\pm 5\%$), wenn die $1mV$ Ablenkoeffizienten-Anzeige im VOLTS / DIV. - Feld leuchtet und der Feinstell-Knopf (VAR. 2.5:1) sich in seiner kalibrierten Stellung (Rechtsanschlag) befindet. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkoeffizienten sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. Der eingestellte Ablenkoeffizient wird mit einer Leuchtdiode (LED) angezeigt. **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 Eingangsteilschalter in seiner kalibrierten Stellung stehen** (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend). Wird der Feinstellknopf nach links gedreht, verringert sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5 und die zuvor konstant leuchtende LED blinkt. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind **Signale**

bis $400V_{ss}$ 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 (VOLTS / DIV.-Anzeige)

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

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

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM604-3 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

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

U zwischen $1mV_{ss}$ und $160V_{ss}$,

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

Beispiele:

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

Eingangsspannung $U = 5V_{ss}$,

eingestellter Ablenkoeffizient $A = 1V/cm$,

gesuchte Bildhöhe $H = 5:1 = 5cm$

Signalspannung $U = 230V_{eff} \times 2 \times \sqrt{2} = 651V_{ss}$

(Spannung $> 160V_{ss}$, mit Tastteiler 10:1 $U = 65,1V_{ss}$),

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

maximaler Ablenkoeffizient $A = 65,1:3,2 = 20,3V/cm$,

minimaler Ablenkoeffizient $A = 65,1:8 = 8,1V/cm$,

einzustellender Ablenkoeffizient $A = 10V/cm$

Die Spannung am Y-Eingang darf $400V$ (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten. Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. $-400V$ (siehe Abbildung). Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal $800V_{ss}$ betragen.

Beim Messen mit Tastteilern sind deren höhere Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt.

Für Gleichspannungsmessungen bei AC-Eingangskopplung gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs ($400V$). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem $1M\Omega$ Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangskopplungskondensator, für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, daß bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen $\geq 40Hz$ kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

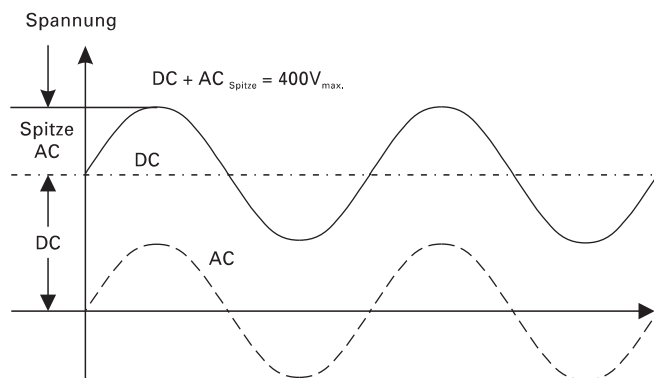
In Stellung **GD** wird der Signalweg direkt hinter dem Y-Eingang aufgetrennt; dadurch ist der Spannungsteiler auch in diesem Falle unwirksam. Dies gilt selbstverständlich für Gleich- und Wechselspannungen.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit **HAMEG-Tastteilern 10:1** Gleichspannungen bis

600V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200V_{ss} gemessen werden. Mit Spezialtasteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400V_{ss} messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tasteiler 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-Tasteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

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 beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen.

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 handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der **Zeitbasis-Einstellung (TIME/DIV.)** können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind im **TIME/DIV.-Feld** in **s/cm** (sec.), **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist in zwei Felder aufgeteilt (ms und µs). Eine LED signalisiert die aktuelle Einstellung. Der Sekundenbereich (s/cm) wird zusätzlich mit der sec-LED angezeigt.

Die Dauer einer Signalperiode, bzw. eines Teils davon, ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feinsteller in seiner kalibrierten Stellung stehen (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend). Wird der Feinstellknopf nach links gedreht, verringert sich die Zeitablenkgeschwindigkeit mindestens um den Faktor 2,5 und die zuvor konstant leuchtende LED blinkt. Damit kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden.

Mit den Bezeichnungen

L = Länge in cm einer Periode (Welle) auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Folgefrequenz in Hz,
Z = Zeitkoeffizient in s/cm (TIME / DIV.-Anzeige)
und der Beziehung $F = 1/T$ lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

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

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

Bei X-Dehnung x10 (X-MAG. x10 LED leuchtet) ist Z durch 10 zu teilen.

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM604-3 innerhalb folgender Grenzen liegen:

- L zwischen 0,2 und 10cm, möglichst 4 bis 10cm,
- T zwischen 0,05µs und 5s,
- F zwischen 0,5Hz und 30MHz,
- Z zwischen 0,05µs/cm und 0,5s/cm in 1-2-5 Teilung (ohne X-Dehnung x10), und
- Z zwischen 5ns/cm und 50ms/cm in 1-2-5 Teilung (bei X-Dehnung x10).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs (einer Periode) $L = 7\text{cm}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,1\mu\text{s/cm}$,
gesuchte Periodenzeit $T = 7 \times 0,1 \times 10^{-6} = 0,7\mu\text{s}$
gesuchte Folgefrequenz $F = 1:(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428\text{MHz}$.

Zeit einer Signalperiode $T = 1\text{s}$,
eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,2\text{s/cm}$,
gesuchte Länge $L = 1:0,2 = 5\text{cm}$.

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

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

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

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

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.

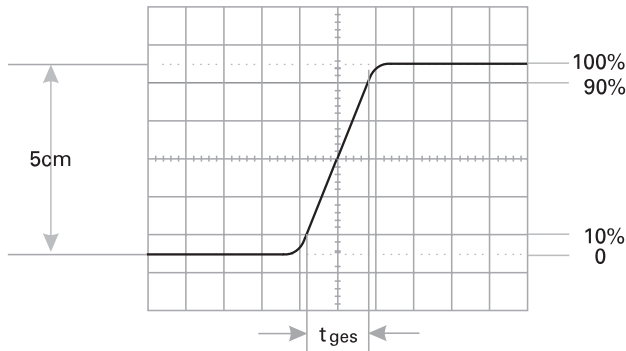
Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impuls-Anstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

Messung:

Die Flanke des betr. Impulses wird exakt auf 5cm Schreib-

höhe eingestellt (durch Y-Teiler und dessen Feineinstellung.) Die Flanke wird symmetrisch zur X- und Y-Mittellinie positioniert (mit X- und Y-Pos. Einsteller). Die Schnittpunkte der Signalfanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten ($T=L \cdot X_Z$).

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



Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von $0,05\mu\text{s}/\text{cm}$ und wirksamer X-Dehnung $\times 10$ (X-MAG. $\times 10$) ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6\text{cm} \times 0,05\mu\text{s}/\text{cm} : 10 = 8\text{ns}$$

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 HM604-3 ca. $5,8\text{ns}$) und t_t die des Tastteilers, z.B. = 2ns . Ist t_{ges} größer als 42ns , kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler $< 1\%$).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{8^2 - 5,8^2 - 2^2} = 5,1\text{ns}$$

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, darf 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! Es wird empfohlen, möglichst immer mit Tastteiler zu messen! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte als Signalkopplung zunächst immer **AC** und als Ablenkoeffizient **20V/cm** eingestellt sein. Es genügt aber auch ein kurzes Drücken der **AUTO SET**-Taste, um automatisch eine sinnvolle signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten. Ist, ohne Benutzung der **AUTO SET**-Funktion, 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. Dann ist der Ablenkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit). Dazu wird die im **VOLTS / DIV.**-Feld befindliche und mit dem nach links zeigenden Pfeil gekennzeichnete Drucktaste betätigt, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8cm hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als $160 V_{\text{ss}}$ großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Ist die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der im **TIME / DIV.**-Feld eingestellte Wert, verdunkelt sich der Strahl ebenfalls. Der Zeitkoeffizient muß dann durch konstantes oder mehrfaches Drücken der linken Pfeiltaste im **TIME / DIV.**-Feld vergrößert werden.

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 möglich. Die Verwendung der genannten Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen, sinusförmigen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meß-Spannungsquelle 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. Auch höherfrequente ($> 100\text{kHz}$) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit $10V_{\text{eff}}$ oder - bei Sinussignal - mit $28,3V_{\text{ss}}$ 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. $10\text{M}\Omega$ || 12pF bzw. $100\text{M}\Omega$ || 5pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „**Tastkopf-Abgleich**“).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite; sie 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 **Tastköpfe HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF)

und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1MHz umschaltbaren Kalibrators, z.B. HZ60-2, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM604-3 kaum merklich geändert und die Wiedergabe-Treue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.

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. 400V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC-Eingangskopplung** bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein **Kondensator entsprechender Kapazität** und Spannungsfestigkeit vor den Tastteiler geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern ist **die zulässige Eingangswechselspannung** 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. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

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

Bedienelemente

Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist am Ende des Anleitungstextes ein Frontbild mit Erläuterungspunkten vorhanden.

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- (**I**) und Aus-Stellung (**O**). Darunter sind die beiden Drehknöpfe für Helligkeit (**INTENS**) und Schärfe (**FOCUS**) angebracht. Die mit **TR** (= trace rotation) bezeichnete Öffnung (für Schraubendreher) dient zur Strahldrehung. Bis auf die rastende **1kHz/1MHz CAL.** (Kalibrator)-Drucktaste, den

DEL. POS.- bzw. **HOLD OFF**- Drehknopf und die zuvor beschriebenen Bedienelemente, werden alle anderen Bedienelemente des HM604-3 elektronisch abgefragt und können ebenso gesteuert werden. Rechts davon sind die Einstellelemente für die Zeitablenkung (**TIME/DIV.**), Triggerung, automatische Geräteeinstellung (**AUTO SET**) und Speicherung/Abufr der Geräteeinstellung (**SAVE/RECALL**) angeordnet. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

Zeitbasis:

Mit den Pfeiltasten am unteren Rand des **TIME / DIV.**-Feldes werden die Zeitkoeffizienten in der Folge 1-2-5 gewählt. Der gewählte Zeitkoeffizient wird durch eine LED der ms- bzw. μ s-Skala angezeigt. Im Sekunden-Zeitbereich leuchtet zusätzlich die rote sec-LED, die auf der Frontplatte durch eine Linie den Werten 0.2 und 0.5 verbunden ist. Ein kurzer Tastendruck auf eine Pfeiltaste bewirkt die Umschaltung des Zeitkoeffizienten auf den nächsten Wert der 1-2-5 Folge. Mit konstantem Tastendruck führt das Oszilloskop die Schritte in schneller Folge selbst aus, bis die Taste nicht mehr gedrückt wird, oder der minimale bzw. maximale Zeitkoeffizient erreicht wurde. Mit der linken Pfeiltaste erhöht sich der Zeitkoeffizient, bis die Anzeige 100ms leuchtet. Mit dem nächsten Betätigen der linken Taste wird die Zeitbasis auf 0,2s/cm geschaltet; auf der ms Skala leuchtet dann 0.2ms und zusätzlich die rote **SEC** (Sekunden)- Anzeige. Zwischenwerte sind mit dem mit VAR. 2.5:1 bezeichneten Feinststellknopf einstellbar. Er befindet sich am Rechtsanschlag in der Kalibrationsstellung. Linksdrehung vergrößert den Zeitkoeffizienten mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Wird die kalibrierte Stellung verlassen, blinkt die zuvor konstant leuchtende **TIME / DIV.** - Anzeige.

Mit der Taste **X-MAG. x10** wird die X-Dehnung aus- und eingeschaltet. Bei eingeschalteter X-Dehnung wird der Zeitkoeffizient um den Faktor 10 verringert und die rote **X-MAG. x10-LED** leuchtet. Der kleinste Zeitkoeffizient beträgt 5ns/cm.

Der **DEL. POS.** und **HOLD OFF** gekennzeichnete Knopf (wird nicht elektronisch abgefragt) hat eine Doppelfunktion. Ohne (Zeit)-Ablenkverzögerung (keine der Anzeigen **SEA - DEL - DTR** leuchtet) ist mit ihm die **HOLD OFF** -Zeit veränderbar (**HOLD OFF** = Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sägezahn-Starts).

Mit der unterhalb der **DELAY** -Anzeigen befindlichen Taste wird die (Zeit)-Ablenkverzögerung (**DELAY**) gesteuert.

Der **X-POS.**-Knopf verändert die horizontale Strahlage. In Verbindung mit X-Dehnung x10 ist damit der gedehnt dargestellte Ausschnitt der Signaldarstellung wählbar.

Zur Triggerung gehören:

- **NORM.**-Tasten zur Umschaltung von automatischer Spitzenwert- auf Normal-Triggerung (**NM-LED** leuchtet), zur Wahl der Triggerkopplung und zur Wahl des Speicherplatzes, in den Geräteeinstellungen abgelegt bzw. von dem sie abgerufen werden,
- **TRIG. LEVEL**-Knopf zur Triggerpegel-einstellung,
- \pm -Taste zur Wahl der Triggerflankenrichtung (Slope) und Anzeige-LED (-),
- **TRIG.-LED** (leuchtet bei einsetzender Triggerung).
- Triggerkopplungs-Anzeige (**AC, DC, HF, LF, ~** (Netztriggerung), **TV-L** (TV Zeile) und **TV-F** (TV Bild) bzw. Speicherplatz-Anzeige (S/R 1 bis 6))

Im **X-Feld** befindet sich dann noch die **XY**-Taste, mit der vom Zeitbasisbetrieb (**Yt**) auf den **XY-Betrieb** des HM604-3 umgeschaltet wird; dann leuchtet nur die **XY-LED** im **TIME /**

DIV.-Feld. Unter dem **TIME / DIV.** -Feld befindet sich die **SAVE/RECALL** -Taste (SAVE = speichern, RECALL = abrufen). Die **AUTO SET** -Taste bewirkt die automatische signalabhängige Parametereinstellung, so daß eine sinnvolle Einstellung für das bzw. die Meßsignal(e) erfolgt.

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 Eingangskopplungstasten **DC-AC** sowie **GD**. Jedes Betätigen der **AC-DC** -Taste führt zum Umschalten auf die andere Eingangskopplungsart; bei **DC**-Kopplung leuchtet die **DC-LED**. Mit der **GD**-Taste wird zwischen abgeschaltetem und eingeschaltetem Eingang gewählt. Leuchtet die **GD-LED** ist der Eingang abgeschaltet. Mit den Stellknöpfen für die Y-Position (**Y-POS.** = vertikale Strahlage) ist die Y-Strahlposition beider Kanäle veränderbar. Ferner können beide Kanäle mit ihren **INV**-Tasten invertiert (umgepolt) werden, die jeweilige **INV-LED** leuchtet dann. Die Empfindlichkeitseinstellung der beiden Vertikalverstärker erfolgt durch die am unteren Rand der **VOLTS/DIV.**-Felder angeordneten Drucktasten. Sie steuern die im Oszilloskop befindlichen Teiler und die Ablenkoeffizienten-Anzeige. Mit der linken Pfeiltaste wird der Ablenkoeffizient erhöht (Empfindlichkeit verringert); sinngemäß wird mit der rechten Pfeiltaste der Ablenkoeffizient verringert. Die zwischen den Ablenkoeffizientenskalen befindlichen Pfeilknöpfe sind am Rechtsanschlag in Kalibrationsstellung und verringern die Empfindlichkeit bei maximaler Linksdrehung mehr als 2,5fach (unkalibriert blinkt die Ablenkoeffizient-LED). So ist jede Empfindlichkeits-Zwischenstellung wählbar. Die kleinsten Ablenkoeffizienten (1mV/cm und 2mV/cm) werden durch rote LED's angezeigt und signalisieren damit die reduzierte Meßverstärkerbandbreite (siehe Datenblatt). Außerdem befinden sich im Y-Feld noch zwei Tasten für die Betriebsart-Umschaltung der Vertikalverstärker; eine Taste mit welcher die (interne) Triggerquelle bestimmt wird, und der Eingang für externe Triggerung mit der zugehörigen Drucktaste sowie LED-Anzeige.

Direkt unter dem Bildschirm befindet sich links die Kalibratorfrequenz-Taste **CAL.** (wird nicht elektronisch abgefragt), mit der die Frequenz des Kalibratorsignals von ca. 1kHz auf ca. 1MHz umgeschaltet werden kann. Daneben liegen zwei Ausgangsbuchsen für den Kalibrator 0.2V_{pp} u. 2V_{pp} zum Abgleich von Tastteilern 10:1 und 100:1. Rechts sind die Buchsen für den **COMPONENT TESTER** mit der zugehörigen Drucktaste **ON** (Ein)/ **OFF** (Aus) angeordnet. Mit jedem Tastendruck wird zwischen der Oszilloskop- und der **COMPONENTEN TESTER**-Funktion umgeschaltet. Im Komponententester-Betrieb leuchtet im Y-Feld keine Anzeige, was nur in dieser Betriebsart möglich ist.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluß und dem Netz-Schutzleiter vor jeglichen anderen Verbindungen hergestellt sein (Netzstecker also vorher anschließen). Danach sollten die Meßkabel an die Eingänge angeschlossen werden und erst dann mit dem zunächst stromlosen Meßobjekt verbunden werden, das anschließend einzuschalten ist.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen auf Rechtsanschlag in ihre kalibrierte Stellung zu drehen und die **AUTO SET** - Taste zu drücken.

Mit der roten Netztaaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Dann übernimmt das Oszilloskop Einstellungen, welche beim vor-

hergehenden Ausschalten vorlagen. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizeit kein Strahl sichtbar, sollte die **AUTO SET** -Taste betätigt werden. Anschließend wäre noch zu prüfen, ob möglicherweise der **INTENS** - Einsteller nicht genügend aufgedreht ist. Er wird durch **AUTO SET** nicht beeinflusst. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS** - Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte die Eingangskopplung auf **GD** (ground = Masse) geschaltet sein. Der Eingang ist dann aufgetrennt, damit eventuell am Eingang anliegende Signalspannungen unbelastet bleiben; denn der sonst mit dem Eingang verbundene Vertikalverstärker wird kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Strahlintensität 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 Schraubendreher möglich.

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

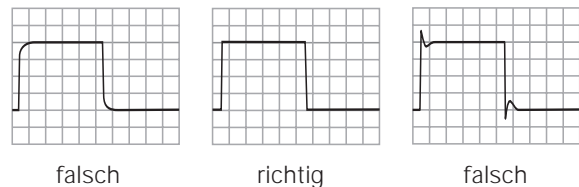
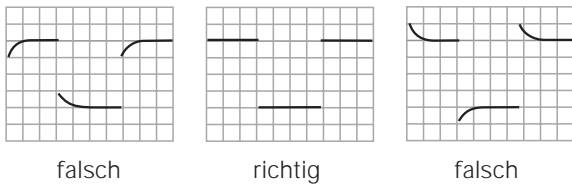
Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im HM604-3 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<4ns am 0,2V_{ss} Ausgang) und Frequenzen von ca. 1kHz oder 1MHz. Das Rechtecksignal kann den beiden konzentrischen Buchsen unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Eine Buchse liefert 0.2V_{ss} ±1% für Tastteiler 10:1, die andere 2V_{ss} für Tastteiler 100:1. Diese Spannungen entsprechen jeweils der Bildschirmamplitude von 4cm Höhe, wenn der **Eingangsteiler** auf den Ablenkoeffizienten 5mV/cm eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchsen beträgt 4,9mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

Abgleich 1kHz

Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilverhältnis 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 10:1 oder 100:1 an den **CH.I** -Eingang anschließen, dabei Oszilloskop auf Kanal I betreiben, Eingangskopplung auf DC stellen, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.**

auf 0.2ms/cm **schalten (beide Feinregler auf Rechtsanschlag in Kalibrationsstellung)**, Tastkopf in die entsprechende CAL.-Buchse einstecken (Teiler 10:1 in Buchse **0.2V_{pp}**, 100:1 in Buchse **2V_{pp}**).



Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist. Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1kHz). Dann sollte die Signalhöhe $4\text{cm} \pm 1,2\text{mm}$ ($\approx 3\%$) sein. Die Signalflanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. **Diese besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es 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 HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4 ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von $0,2V_{ss}$ bzw. $2V_{ss}$ abgibt. Der Kalibratorausgang des HM604-3 erfüllt diese Bedingungen, wenn die **CAL.**-Taste eingerastet ist (1MHz).

Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den **CH.I**-Eingang anschließen, nur Kalibrator-Taste 1MHz drücken, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV. auf $0,1\mu\text{s/cm}$ stellen (beide Feinregler auf Rechtsanschlag in Kalibrationsstellung)**. Tastkopf in Buchse $0,2V_{pp}$ einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten.

Auch die Lage der Abgleichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen.

Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:

- Kurze Anstiegszeit, also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überspringen mit möglichst geradlinigem Dach, somit ein linearer Frequenzgang.

Die HF-Kompensation sollte so vorgenommen werden, daß der Übergang von der Anstiegsflanke auf das Rechteckdach weder zu stark verrundet noch mit Überspringen erfolgt. Tastköpfe mit einem HF-Abgleichpunkt sind, im Gegensatz zu Tastköpfen mit mehreren Abgleichpunkten, naturgemäß einfacher abzugleichen. Dafür bieten mehrere HF-Abgleichpunkte den Vorteil, daß sie eine optimalere Anpassung zulassen. Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben wie oben beim 1kHz-Abgleich angegeben.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Reihenfolge erst 1kHz, dann 1MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muß, und daß die Kalibrator-Frequenzen 1kHz und 1MHz nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab.

Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer, kalibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 2 Tasten CH I bzw. CH II im Y-Feld gewählt. Die Betriebsart wird mit den VOLTS / DIV. -Anzeigen signalisiert. Leuchtet oder blinkt (unkalibriert) nur die Anzeige im Feld von Kanal I, ist nur Kanal I betriebsbereit.

Wird die **CHII**-Taste gedrückt, leuchtet auch eine Anzeige im Feld von Kanal II auf und es liegt **DUAL**-Betrieb vor. Mit einem Tastendruck auf **CHI** ist Kanal I dann abzuschalten, so daß nur noch Kanal II betrieben wird.

Werden die Tasten **CHI** und **CHII** gleichzeitig gedrückt, leuchtet die zwischen den Tasten befindliche **ADD**-Anzeige auf und das Oszilloskop befindet sich im Additions-Betrieb. Werden die **CHI**- und die **CHII**-Taste erneut gleichzeitig gedrückt, erfolgt die Umschaltung vom **ADD**- zurück in den **DUAL**-Betrieb. Es ist aber auch möglich, nur **CHI** oder **CHII** zu drücken, um in die entsprechende **MONO**-Betriebsart zu gelangen.

Mit der Umschaltung von Kanal I auf Kanal II bzw. umgekehrt (**MONO**-Betrieb), erfolgt gleichzeitig die interne Triggerquellenumschaltung. Sie wird mit den Anzeigen **TRI** (Triggerquelle **CHI**) oder **TRII** (Triggerquelle **CHII**) angezeigt. Im **DUAL**- bzw. **ADD**-Betrieb wird die Triggerquelle mit der **TRIG**-Taste gewählt. Bei externer Triggerung (**EXT**-Anzeige leuchtet) sind beide Anzeigen abgeschaltet.

Im **DUAL**-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden hängt, von der Zeitbasis ab. Bei Zeitkoeffizienten von $0,2\text{ms/cm}$ bis $0,05\mu\text{s/cm}$ werden die Signale beider Kanäle, abwechselnd mit jedem Zeitablenkvorgang (alternierend), einzeln dargestellt. Bedingt durch die schnelle Zeitablenkung werden beide Signale scheinbar gleichzeitig sichtbar.

Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten $\leq 0,5\text{ms/cm}$ ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Deshalb wird im Bereich von $0,5\text{ms/cm}$ bis $0,5\text{s/cm}$ automatisch auf eine andere Art der Kanalschaltung umgeschaltet. Dabei werden beide Kanäle innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet.

Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz, und entsprechend kleiner eingestellten Zeitkoeffizienten, ist diese Art der Kanalschaltung nicht sinnvoll. In Betriebsarten in denen nur alternierender **DUAL**-Betrieb möglich ist, wird automatisch auf alternierende Darstellung umgeschaltet.

Liegt ADD-Betrieb vor, 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 davon ab, ob eine Invertierung im Oszilloskop vorgenommen wurde. Mit Invertierung leuchtet die INV-LED; die zugeordnete Taste schaltet die Funktion ab oder an.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

- Beide Kanäle nicht invertiert = Summe.
- Beide Kanäle invertiert (INV) = Summe.
- Nur ein Kanal invertiert (INV) = Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

- Beide Kanäle nicht invertiert = Differenz.
- Beide Kanäle invertiert (INV) = Differenz.
- Nur ein Kanal invertiert (INV) = Summe.

In der **ADD**-Betriebsart ist die vertikale Strahlage von der **Y-POS.**-Einstellung beider Kanäle abhängig. Das heißt die **Y-POS.**-Einstellung wird addiert, kann aber nicht mit **INVERT** beeinflusst werden.

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 galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tasteteiler nicht mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

Für XY-Betrieb wird die Taste **XY** im **X**-Feld betätigt und die im **TIME / DIV.**-Feld befindliche **XY**-Anzeige leuchtet auf. Die übrigen im **X**-Feld befindlichen Anzeigen und Funktionen werden abgeschaltet. Wird die **XY**-Taste erneut betätigt, erlischt die **XY-LED** und das Oszilloskop schaltet sich in den Yt-Betrieb zurück.

Das X-Signal wird über den Eingang von Kanal II (**HOR. INP.** = Horizontal-Eingang) 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 praktisch unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. **Die X-Dehnung x10 ist unwirksam.** Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (-3dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

Eine Umpolung des X-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal II ist nicht möglich!

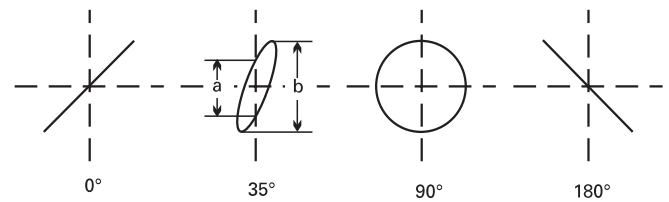
Der XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren erleichtert oder ermöglicht gewisse Meßaufgaben:

- 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. Die im XY-Betrieb benutzten Meßverstärker weisen mit zunehmender Frequenz eine gegenseitige Phasenverschiebung auf. Oberhalb der im Datenblatt angegebenen Frequenz wird der Phasenwinkel von 3° überschritten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachläuft. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1M\Omega$ -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 (Yt)

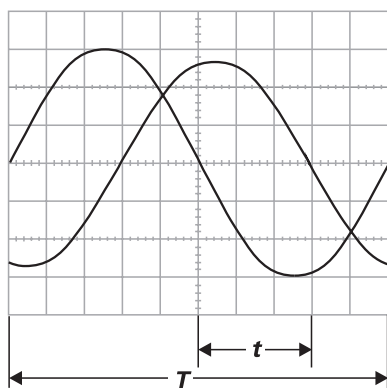
Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im **Yt-Zweikanalbetrieb** (in jeder VOLTS / DIV. Anzeige leuchtet eine LED) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage

0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nach-eilenden Phasenwinkel haben. 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 **TRIG. 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 geeignet. Ist ein Sinussignal 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 Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.

T = Horizontalabstand für eine Periode in cm.



Im Bildbeispiel ist $t = 3\text{cm}$ und $T = 10\text{cm}$. 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

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

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

Messung einer Amplitudenmodulation

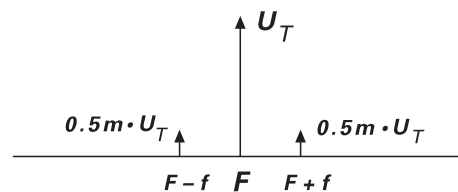
Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

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

Hierin ist

- U_T = unmodulierte Trägeramplitude,
- Ω = $2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,
- ω = $2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,
- m = Modulationsgrad (i.a. $\leq 1 \equiv 100\%$).

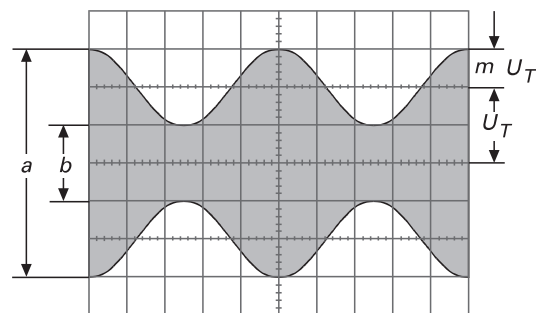
Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz $F-f$ und die obere Seitenfrequenz $F+f$.



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 Triggerrung ist unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers oft möglich.



Figur 2

Amplitudenmodulierte Schwingung: $F = 1\text{MHz}$; $f = 1\text{kHz}$; $m = 50\%$; $U_T = 28,3\text{mVeff}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:

Kanal I-Betrieb: Y: CH.I; 20mV/cm ; AC.

TIME/DIV.: $0,2\text{ms/cm}$.

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

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

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

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.

Triggerrung und Zeitablenkung

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Meßsignal den Elektronenstrahl in Y-Richtung ab, während der Zeitablenkgenerator den Elektronenstrahl mit einer konstanten, aber wählbaren Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm bewegt (Zeitablenkung). Im allgemeinen werden sich periodisch wiederholende Spannungsverläufe mit sich periodisch wiederholender Zeitablenkung dargestellt. Um eine „stehende“ auswertbare Darstellung zu erhalten, darf der jeweils nächste Start der Zeitablenkung nur dann erfolgen, wenn die gleiche Position (Spannungshöhe und Flankenrichtung) des Signalverlaufes vorliegt, an dem die Zeitablenkung auch zuvor ausgelöst (getriggert) wurde.

Eine Gleichspannung kann folglich nicht getriggert dargestellt werden, was aber auch nicht erforderlich ist, da eine zeitliche Änderung nicht erfolgt.

Die Triggerung kann durch das Meßsignal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte, mit dem Meßsignal synchrone, Spannung erfolgen (externe Triggerung).

Die Triggerspannung muß eine gewisse Mindestamplitude haben, damit die Triggerung überhaupt einsetzt. Diesen Wert nennt man Triggerschwelle. Sie wird mit einem 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 **TR-LED** zu leuchten beginnt. Die interne Triggerschwelle beim HM 604-3 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 HM604-3 hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Die Triggerung ist auf automatische Spitzenwert-Triggerung geschaltet, wenn die im X-Feld befindliche NM-Anzeige nicht leuchtet. Die Umschaltung zwischen normal Triggerung (**NM**-Anzeige leuchtet) und automatischer Spitzenwert-Triggerung erfolgt durch gleichzeitiges Drücken der beiden mit **NORM** gekennzeichneten Drucktasten. Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann periodisch ausgelöst, wenn keine Meßwechselspannung oder externe Triggerwechselspannung anliegt. Ohne Meßwechselspannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann.

Bei anliegender Meßspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl.

Der TRIG. LEVEL (Triggerpegel)-Einsteller ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Sein Einstellbereich stellt sich automatisch auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form.

Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und 100 : 1 ändern, ohne daß die Triggerung ausfällt.

Es ist dabei unter Umständen erforderlich, daß der **TRIG. LEVEL-Einsteller** fast an den Anschlag zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den **TRIG. LEVEL-Einsteller** auf die Bereichsmitte zu stellen.

Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Spitzenwert-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. **Daher wird beim Betätigen der AUTO SET-Taste auf diese Triggerart umgeschaltet.**

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und ist sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 20Hz.

In Kombination mit alternierender Triggerung (Anzeigen TRI und TRII im Y-Feld leuchten) wird die Spitzenwertfassung abgeschaltet, während die Triggerautomatik erhalten bleibt.

Der TRIG. LEVEL-Einsteller bleibt wirksam. Bei falscher TRIG. LEVEL-Einstellung erfolgt die Darstellung ungetriggert.

Normaltriggerung

Mit Normaltriggerung (beide NORM-Tasten im X-Feld gleichzeitig drücken, bis NM-Anzeige leuchtet) und passender TRIG. LEVEL-Einstellung kann die Auslösung, bzw. Triggerung der Zeitablenkung, an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Der mit dem TRIG. 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 TRIG. LEVEL-Einstellung und bei fehlendem Triggersignal bleibt 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 (**VAR. 2.5:1**), die HOLDOFF-Zeiteinstellung und der DELAY-Betrieb. Sie werden weiter unten besprochen.

Flankenrichtung

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Die Flankenrichtung ist mit der im X-Feld befindlichen \bar{n} -Taste (SLOPE) einstellbar. Leuchtet die oberhalb der \bar{n} -Taste mit einem Minuszeichen (-) gekennzeichnete Anzeige nicht auf, können nur ansteigende (+) Flanken, die vom negativen Potential kommend zum positiven Potential ansteigen, die Triggerung auslösen. 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 leuchtet) löst die Triggerung sinngemäß aus. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung. Mit jedem Tastendruck wird die Flankenrichtung in den jeweils anderen Zustand umgeschaltet. Die Flankenrichtungseinstellung wird durch **AUTO SET** nicht beeinflußt.

Triggerkopplung

Die Ankopplungsart und der Durchlaß-Frequenzbereich des Triggersignals können mit den **NORM**-Tasten bestimmt werden. Die Anzeige erfolgt auf der oberhalb der Tasten angeordneten Triggerkopplung-Skala. Ein einmaliges kurzes Betätigen einer der Tasten schaltet einen Schritt nach oben (obere **NORM**-Taste) oder nach unten (untere **NORM**-Taste). Mit konstantem Tastendruck wird ein automatisches Weiterschalten in die gewählte Richtung ausgelöst, bis die obere oder untere Endstellung der Triggerkopplungs-Anzeige erreicht ist.

AC: Triggerbereich <20Hz bis 100MHz.

Dies ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb 20Hz und oberhalb 100 MHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an. **AUTO SET** schaltet immer auf AC-Triggerkopplung.

DC: Triggerbereich **0** bis **100MHz**.
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- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und LEVEL-Einstellung gearbeitet werden.

Bei automatischer Triggerung wird die automatische Spitzenwerterfassung bei DC-Triggerkopplung abgeschaltet.

HF: Triggerbereich **1,5kHz** bis **100MHz** (Hochpaß).
HF-Triggerkopplung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Stabilität des Triggerpunktes auswirkt. Unterhalb 1,5 kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

LF: Triggerbereich **0** bis **1,5kHz** (Tiefpaß).
Die LF-Stellung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Stellung, weil Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb 1,5kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

~ (Netztriggerung) : siehe Absatz Netztriggerung

TV-L (TV-Zeile): siehe folgenden Absatz, TV (Videosignal-Triggerung)

TV-F (TV-Bild): siehe folgenden Absatz, TV (Videosignal-Triggerung)

TV (Videosignal-Triggerung)

Mit der Umschaltung auf TV-L und TV-F, wird der TV-Synchronimpuls-Separator wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen.

Abhängig vom Meßpunkt, sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der \pm -Taste (Flankenrichtung) werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung (\pm) maßgebend; dabei darf die Signaldarstellung nicht invertiert (**INV**) sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Meßpunkt positiver als der Bildinhalt, muß die Flankenrichtung (+) vorliegen. Die oberhalb der \pm -Taste befindliche Anzeige (-) leuchtet dann nicht. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend (negativ). Dann muß die negative Flankenrichtung gewählt werden, so daß die - Anzeige leuchtet. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung instabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst.

Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer Spitzenwert-Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muß die Signalthöhe der Synchronimpulse mindestens 5mm betragen.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unterscheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5µs von 64µs für eine Zeile. Bildsynchronimpulse bestehen

aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

Die Umschaltung zwischen Bild- (**TV-F**) und Zeilen- (**TV-L**) Synchronimpuls-Triggerung erfolgt mit der oberen oder unteren **NORM**-Taste.

Bildsynchronimpuls-Triggerung

Zur Bildsynchronimpuls-Triggerung ist auf **TV-F** zu schalten. Achtung: Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit **DUAL**-Betrieb, schaltet das Oszilloskop intern automatisch in jeder Zeitbasisstellung auf alternierenden **DUAL**-Betrieb. Damit ist der sonst bei Zeitkoeffizienten von 0,5ms/cm bis 0,5s/cm gechoppte **DUAL**-Betrieb abgeschaltet, um Interferenzstörungen zu vermeiden.

Es ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeitkoeffizient im TIME / DIV.-Feld zu wählen. In der 2ms/div.-Stellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt. Am linken Bildrand ist der auslösende Bildsynchronimpuls und am rechten Bildschirmrand der aus mehreren Pulsen bestehende Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. **Bei Linksanschlag (x1) des HOLD OFF-Einstellers wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt.** Auf welches Halbbild getriggert wird, unterliegt dem Zufall.

Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden.

Eine X-Dehnung der Darstellung kann mit X-Dehnung x10 (**X-MAG. x10** leuchtet) erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend, kann eine X-Dehnung auch durch einen kleineren X-Ablenkoeffizienten erfolgen. Allerdings ergibt sich dadurch eine scheinbar ungetriggerte Darstellung, weil dann jedes Halbbild zu sehen ist. Dies ist durch den Versatz der Zeilensynchronimpulse bedingt, der zwischen den beiden Halbbildern eine halbe Zeilenlänge beträgt.

Für die Darstellung von in den Zeilen vorkommenden asynchronen Signalanteilen siehe Abschnitt: Ablenkverzögerung/ After Delay Triggerung. Die dort beschriebenen Funktionen erlauben ebenfalls eine X-Dehnung von Signalanteilen.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Zur Zeilentriggung ist auf **TV-L** (line = Zeile) zu schalten. Die Triggerung kann dann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die **TIME/ DIV.**-Einstellung von 10µs/div. empfehlenswert. Es werden dann ca. 1½ Zeilen sichtbar.

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.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung, wenn im Y-Feld die EXT-Anzeige leuchtet. Selbstverständlich muß der Spannungsbereich ($0,3V_{SS}$ bis $3V_{SS}$) für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die ja bei externer Triggerung nicht unbedingt mit der Richtung des (am Y-Eingang anliegenden) Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Netztriggerung

Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60Hz) genutzt, wenn das ~ Symbol der Triggerkopplungs-Skala leuchtet.

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 Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichten oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungstaste (\pm) zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen). Der Triggerpunkt kann mit dem **TRIG. LEVEL**-Einsteller über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulensonde nach Richtung (Ort) 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 100Ω 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.

Alternierende Triggerung

Die alternierende Triggerung ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn die getriggerte Darstellung von zwei Signalen, die asynchron zueinander sind, erfolgen soll. Auf alternierende Triggerung kann nur geschaltet werden, wenn **DUAL**-Betrieb mit interner Triggerung vorliegt; also beide **VOLTS / DIV.**-Skalen einen Ablenkkoeffizienten anzeigen und die **EXT** (externe Triggerung)-Anzeige nicht leuchtet. Die Umschaltung auf alternierende Triggerung wird mit der **TRIG.**-Taste vorgenommen. Sie ist solange zu drücken, bis beide Triggeranzeigen **TRI** und **TRII** leuchten. Mit dem Aufdruck **ALT.** im Y-Feld, der **TRI** und **TRII** verbindet, wird dies symbolisiert. Die alternierende Triggerung kann nur dann richtig arbeiten, wenn die Kanalschaltung alternierend erfolgt. Daher wird auch bei Zeitkoeffizienten zwischen $0,5\text{ms/cm}$ und $0,5\text{s/cm}$ (**TIME / DIV.**) automatisch von gechoppten auf alternierenden **DUAL**-Betrieb umgeschaltet. Mit alternierender Triggerung kann die Phasendifferenz zwischen beiden Eingangssignalen nicht mehr ermittelt werden. Zur Vermeidung von Triggerproblemen, bedingt durch Gleichspannungsanteile, ist AC-Eingangskopplung für beide Kanäle empfehlenswert.

Die interne Triggerquelle wird bei alternierender Triggerung

entsprechend der alternierenden Kanalschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Externe Triggerung

Durch Drücken der Taste **EXT** im Y-Feld wird die interne Triggerung abgeschaltet, wenn die EXT-Anzeige leuchtet. Über die BNC-Buchse **TRIG. INP.** kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von $0,3V_{SS}$ bis $3V_{SS}$ 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; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, daß Meßsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, daß trotz positiver (+) Flankenwahl (- Anzeige leuchtet nicht) die Darstellung des Meßsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

Die Eingangsimpedanz der Buchse **TRIG. INP.** liegt bei etwa $1\text{M}\Omega$ || 20pF . Die maximale Eingangsspannung ist 100V (DC+Spitze AC).

Triggeranzeige

Im X-Feld (Zeitbasis) befindet sich oberhalb der Triggerkopplungs-Skala eine mit **TRIG.** bezeichnete LED. Sie leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muß in ausreichender Amplitude am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpunkt) muß es ermöglichen, daß Signalflanken den Triggerpunkt unter- und überschreiten.

Dann stehen Triggerimpulse am Komparatorausgang für den Start der Zeitbasis und für die Triggeranzeige zur Verfügung.

Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen.

Die triggerauslösenden Impulse werden durch die Triggeranzeige ca. 100ms lang gespeichert und angezeigt. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern - bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm - bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeiteinstellung

Der im X-Feld befindliche mit **DEL. POS.** und **HOLD OFF** gekennzeichnete Knopf hat eine Doppelfunktion. Wenn keine **DELAY**-Betriebsart vorliegt, also auch keine der Anzeigen **SEA, DEL** bzw. **DTR** aufleuchtet, dient er der Einstellung der Holdoff-Zeit. Mit der Umschaltung auf eine **DELAY**-Betriebsart wird automatisch auf minimale Holdoff-Zeit umgeschaltet. Dies ist sinnvoll, weil aus der Delay-Positionseinstellung sowieso eine Holdoff-Zeit resultiert. Wird der **DELAY**-Betrieb verlassen, bleibt die minimale Holdoffzeit erhalten bis die Knopfeinstellung geändert wird. Dann stellt sich die Holdoff-Zeit Einstellung auf die mechanische Einstellung ein. Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **TRIG. 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 Zeit-Ablenkperioden im Verhältnis von ca. 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Triggerimpulse die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können den Start der Zeitbasis nicht auslösen. 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 TRIG. 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 **TRIG. 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.

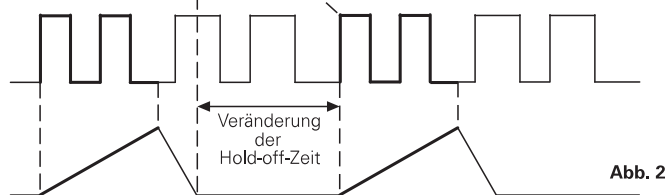
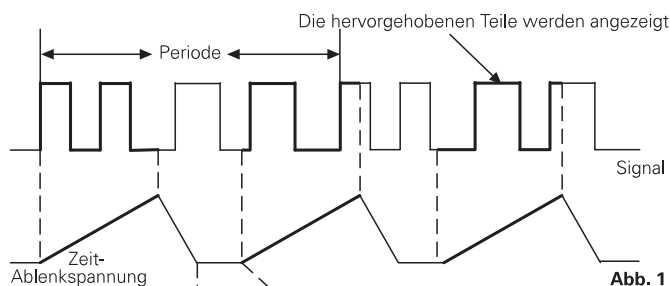


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei Linksanschlag des **HOLD OFF**-Einstellknopfes (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

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.

Ablenkverzögerung / After Delay Triggerung

Wie im Absatz „**Triggerung und Zeitablenkung**“ beschrieben, löst die Triggerung den Start der Zeitablenkung aus. Der zuvor nicht sichtbare Elektronenstrahl wird hellgetastet (sichtbar) und von links nach rechts abgelenkt, bis die maximale Ablenkung erfolgte. Danach wird der Strahl dunkelgetastet

und es erfolgt der Strahlrücklauf (zurück in die Strahlstartposition). Nach Ablauf der **Holdoff-Zeit** kann dann die Zeitablenkung erneut durch die Triggerautomatik bzw. ein Triggersignal gestartet werden.

Da sich der Triggerpunkt immer am Strahlstart befindet, kann eine X-Dehnung der Signaldarstellung durch eine höhere Zeitablenkgeschwindigkeit (kleiner Zeit-Ablenkoeffizient - **TIME / DIV.**) - nur von diesem Punkt beginnend - vorgenommen werden. Bestimmte Signalanteile, die zuvor weiter rechts dargestellt wurden, sind dann in vielen Fällen nicht mehr darstellbar. Die Ablenkverzögerung löst derartige Probleme.

Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dem verzögerten Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen (Zeit-Ablenkoeffizient verringern). Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Bildhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Regler weiter nach rechts drehen). In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztubus **HZ48** erforderlich.

Wird das dargestellte Signal in X-Richtung unruhig dargestellt (jittern), besteht die Möglichkeit, dies durch nochmaliges Triggern nach Ablauf der **Delay-Zeit** zu verhindern.

Bei der Darstellung von Videosignalen besteht die Möglichkeit auf **Bildsynchronimpulse** zu triggern (**TV-F**). Nach Ablauf der vom Benutzer eingestellten **Delay-Zeit**, kann anschließend auf eine dann folgende Zeile (nach)getriggert werden (**DTR**). Damit sind z.B. Prüf- oder Datenzeilen einzeln darstellbar.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend vom normalen Betrieb, ohne Ablenkverzögerung (keine **DELAY**-Anzeige im X-Feld leuchtet), wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von 1 bis 3 Grundperioden immer zwanglos mit den **TIME / DIV.**-Tasten einstellen. Hierbei sollte man die X-Dehnung x 10 abschalten und den Zeit-Feinsteller auf Rechtsanschlag stellen. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggerrnde Flanke eingestellt sein.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, zunächst keine **DELAY**-Anzeige leuchtet und die X-Dehnung x10 abgeschaltet ist.

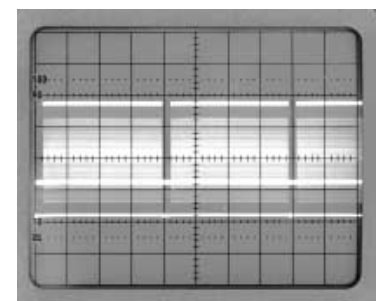


Bild 1 (FBAS-Signal)

MODE: kein Delay
 TIME / DIV. : 5ms/cm
 Triggerkopplung: TV-F
 Triggerflanke: fallend (-)

Wird die **DELAY**-Taste einmal kurz gedrückt, leuchtet die **SEA** (**SEARCH** = suchen)-Anzeige und die evtl. zuvor verlängerte **Holdoff-Zeit** Einstellung wird automatisch auf Minimum gesetzt (siehe **Holdoff-Zeit**einstellung). Nun kann die Verzögerungszeit mit den Pfeiltasten im **TIME / DIV.**-Feld schrittweise von 50ms bis 0.1µs und dem **DEL. POS.**-Knopf feineingestellt werden.

Dabei wird der Strahlstart noch nicht verzögert, sondern die Verzögerungszeit durch das Abschalten des Elektronenstrahls sichtbar gemacht; d.h. die sichtbare Strahllänge wird verkürzt. Befindet sich der **DEL. POS.**-Knopf am Linksanschlag (**x1**), wird der Strahl auf dem ersten Zentimeter am linken Rand dunkel. Dieser Bereich vergrößert sich auf ca. 6cm, wenn der **DEL. POS.**-Einsteller **ganz nach rechts** gedreht wird. Die Verzögerungszeit ist so einzustellen, daß die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Ist die Verzögerungszeit (maximal 6cm x Ablenkoeffizient) nicht ausreichend, um bis zu dem zu vergrößernden Signalteil zu gelangen, kann der Ablenkoeffizient vergrößert werden. Mit anliegendem Signal wird dabei sichtbar, daß daraus ein größerer Ablenkoeffizient resultiert; d.h. die Ablengeschwindigkeit wird verringert. Die Verzögerungseinstellung erfolgt relativ, d.h. bezogen auf den Ablenkoeffizienten (*siehe Bild 2*)

Um von einer der DELAY-Betriebsarten zurück auf den Normal-Betrieb zu schalten, genügt ein langer Tastendruck auf die **DELAY**-Taste und die Anzeige der DELAY-Skala erlischt. Dabei bleibt die minimale Holdoff-Zeit Einstellung erhalten, bis die Einstellung des **HOLD OFF** Knopfes verändert wird.

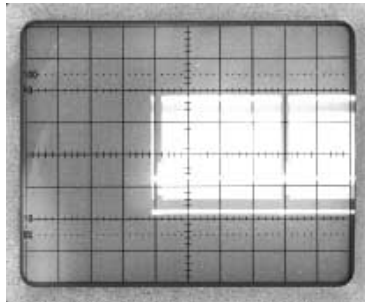


Bild 2

MODE: SEA
(SEARCH = suchen)
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

Bild 2 zeigt, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlansfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation der horizontalen Verschiebung in cm mit dem auf der **TIME/DIV.**-Skala eingestellten Zeitkoeffizienten.

Wird die DELAY-Taste erneut betätigt, erfolgt die Umschaltung von **SEA** (SEARCH) auf **DEL** (DELAY = Verzögerung der Zeitablenkung). Dann wird wieder die gesamte Strahllänge, beginnend mit dem zuvor gewählten Zeitabschnitt, sichtbar, wenn der jetzt aus dem Speicher aufgerufene Ablenkoeffizient nicht zu klein ist. Ist wegen zu großer Dehnung (zu kleinem Ablenkoeffizienten) der Strahl kaum oder gar nicht sichtbar, muß der Ablenkoeffizient mit der im **TIME / DIV.**-Feld befindlichen linken Pfeiltaste vergrößert werden. Ein größerer Ablenkoeffizient als der zuvor im **SEARCH**-Betrieb gewählte Wert kann nicht eingestellt werden.

*Beispiel: Der in Bild 2 in der **SEARCH**-Einstellung gewählte Wert beträgt 5ms/cm. Im **DEL**-Betrieb mit ebenfalls 5ms/cm erfolgt deshalb eine verzögerte aber ungedehnte 1:1 Darstellung. Eine weitere Erhöhung des Ablenkoeffizienten auf z.B. 10ms/cm wäre sinnlos und wird daher automatisch verhindert.*

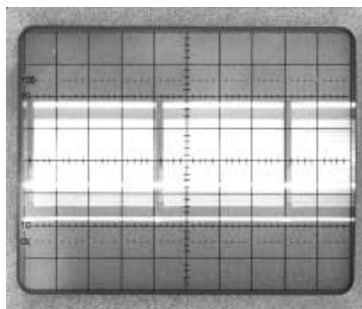


Bild 3

MODE: DEL
(DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

Die Dehnung läßt sich nun mit der Einstellung des Ablenkoeffizienten verändern. Mit dem **DEL. POS.**-Einsteller ist auch nachträglich eine Veränderung der Verzögerungszeit und damit eine Verschiebung des gedehnten Abschnitts in horizontaler Richtung möglich. Bild 4 zeigt, daß eine fünfzigfache Dehnung durch das Umschalten des Ablenkoeffizienten (**TIME / DIV.**) von 5ms/cm auf 0.1ms/cm erreicht wurde. Mit der Dehnung erhöht sich die Ablesegenauigkeit bei Zeitmessungen. Der Zeit-Feinregler (**VAR. 2.5:1**) im **TIME/DIV.**-Feld muß in seiner kalibrierten Stellung (Rechtsanschlag) stehen.

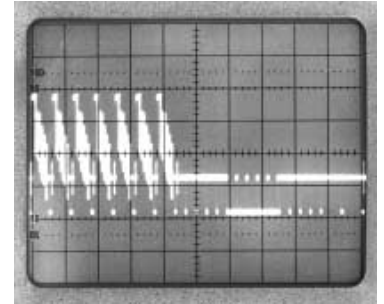


Bild 4

MODE: DEL
(DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 0.1ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

Die verzögerte und gedehnte Signaldarstellung kann nachgetriggert werden, wenn nach der Verzögerungszeit eine zum Triggern geeignete Signalfanke vorkommt. Dazu ist auf DTR (2. Triggerrung nach Ablauf der Verzögerungszeit - After Delay Triggerrung) zu schalten. Die vor dem Umschalten auf DTR bestehenden Einstellungen der Triggerart (automatische Spitzenwert-Triggerrung / Normal-Triggerrung), Triggerkopplung, der **TRIG. LEVEL**-Einstellung und der Flankenrichtung bleiben erhalten und lösen den Start der Verzögerungszeit aus. Bei „After Delay“ Triggerrung (**DTR**) wird automatisch auf Normal-Triggerrung (**NM**) und **DC**-Triggerrkopplung (beide Anzeigen leuchten) geschaltet. Diese vorgegebenen Einstellungen können nicht verändert werden. Demgegenüber können der Triggerpegel (**TRIG. LEVEL**) und die Flankenrichtung (\pm) verändert werden, um auf den gewünschten Signalanteil triggern zu können. Bei nicht zur Triggerrung ausreichender Signalamplitude bzw. ungeeigneter **TRIG. LEVEL**-Einstellung erfolgt kein Strahlstart und der Bildschirm ist dunkel.

Bei geeigneten Einstellungen kann auch jetzt mit dem DELAY-Positions (**DEL. POS.**)-Einsteller eine Verschiebung des gedehnten Signals vorgenommen werden. Dies erfolgt aber nicht, wie in der Stellung **DEL**, kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend und bei den meisten Signalen nicht erkennbar. Im Falle der TV-Triggerrung bedeutet dies, daß nicht nur auf Zeilensynchronimpulse, sondern auch auf im „Zeileninhalt“ vorkommende Flanken getriggert werden kann.

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 50 begrenzt. Eine Grenze bildet die mit steigender Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen von Anfang an problemlos. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanalbetrieb und bei der Summen- und Differenzdarstellung möglich.

Achtung: Erfolgt die gedehnte ungetriggerte (**DEL**) oder getriggerte (**DTR**) Darstellung im **DUAL**-Betrieb, kann es sein, daß die Darstellung im gechoppten **DUAL**-Betrieb vorgenommen wird. Die ist der Fall, wenn zuvor bei **SEA** (SEARCH = suchen) ein Zeitkoeffizient zwischen 50ms/cm und 0,5ms/cm eingestellt war. Bei **DEL** und **DTR** liegt dann auch im Bereich der Zeitkoeffizienten von 0,2ms/cm bis 0,05µs der gechoppte **DUAL**-Betrieb vor. Bei stark gedehnten Darstel-

lungen kann dann die Kanalumschaltung während der Strahl-
ablenkung sichtbar werden. Mit gleichzeitigem Drücken bei-
der Pfeiltasten im **TIME / DIV.**-Feld kann auf alternierenden
DUAL-Betrieb umgeschaltet werden. Eine nachfolgende Än-
derung des Zeitkoeffizienten bewirkt wieder die gepochpte
Darstellung, die aber wieder aufgehoben werden kann.

AUTO SET

Wie bereits im Abschnitt „Bedienelemente“ erwähnt, wer-
den bis auf wenige Ausnahmen (**POWER**-Taste, **DEL. POS./**
HOLD OFF-Einsteller, Kalibratorfrequenz-Taste, sowie
Intensitäts-, Focus- und **TR** (Strahldrehungs)-Einsteller) alle
Bedienelemente elektronisch abgefragt und steuern die je-
weiligen Baugruppen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer
automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt
(Zeitbasis)-Betrieb, so daß in den meisten Fällen keine wei-
tere manuelle Bedienung erforderlich ist.

Mit dem Betätigen der **AUTO SET**-Taste bleibt die zuvor ge-
wählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono **CHI-**, **CHII-**
oder **DUAL**-Betrieb vorlag; bei Additionsbetrieb wird auf **DUAL**
geschaltet. Der bzw. die Y-Ablenkoeffizienten (**VOLTS / DIV.**)
werden automatisch so gewählt, daß die Signalamplitude im
Mono (Einkanal)-Betrieb ca. 6cm nicht überschreitet, wäh-
rend im **DUAL**-Betrieb jedes Signal mit ca. 4cm Höhe darge-
stellt wird. Dieses, wie auch die Erläuterungen für die auto-
matische Zeitkoeffizienten (**TIME / DIV.**)-Einstellung, gilt für
Signale, die nicht zu stark vom Tastverhältnis 1:1 abweichen.

Die automatische Zeitkoeffizienten-Einstellung sorgt für eine
Darstellung von ca. 2 Signalperioden. Bei Signalen mit unter-
schiedlichen Frequenzanteilen wie z.B. Videosignalen, erfolgt
die Einstellung zufällig.

Durch die Betätigung der **AUTO SET**-Taste werden folgende
Betriebsbedingungen vorgegeben:

- **AC**-Eingangskopplung
- interne (vom Meßsignal abgeleitete) Triggerung
- automatische Spitzenwert-Triggerung
- Trigger **LEVEL**-Einstellung auf Bereichsmittle
(auch bei abweichender mechanischer Einstellung)
- Y-Ablenkoeffizient(en) kalibriert
(auch bei abweichender mechanischer Einstellung)
- Zeit-Ablenkoeffizient kalibriert
(auch bei abweichender mechanischer Einstellung)
- AC-Triggerkopplung
- **kein DELAY**-Betrieb
- **keine X-Dehnung x10**
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
(auch bei abweichender mechanischer Einstellung)

Die mit **AUTO SET** vorgegebenen Betriebsbedingungen über-
schreiben die mechanische Einstellung der betroffenen Dreh-
Knöpfe. Feinsteller (VAR. 2.5:1), die sich in unkalibrierter Stel-
lung befanden, werden durch **AUTO SET** elektrisch kalibriert.
Mit einer nachfolgend durchgeführten Knopfeinstellung wird
wieder der mechanische Wert wirksam.

Die Ablenkoeffizienten 1mV/cm und 2mV/cm werden, we-
gen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, im **AUTO**
SET-Betrieb nicht gewählt.

SAVE/RECALL

Der HM604-3 enthält einen nichtflüchtigen Speicherbaustein,
in dem die vor dem Ausschalten vorliegenden, Geräteein-
stellungen gespeichert werden. Mit erneutem Einschalten
des Oszilloskops werden diese Einstellungen wieder wirk-
sam, wenn die Prüfroutine abgelaufen ist.
Mit **SAVE** und **RECALL** können 6 Geräteeinstellungen vom

Benutzer abgespeichert bzw. aufgerufen werden. Es wer-
den dabei alle Betriebsarten und elektronisch gesteuerten
Funktionen erfaßt. Wie bereits erläutert, betrifft dies die
Intensitäts-, Focus-, Strahldrehung (TR)-, DEL. POS./
HOLD OFF- und Kalibratorfrequenz-Bedienelemente
nicht.

Um eine Geräteeinstellung in den Speicher abzulegen bzw.
abzurufen, ist die im X-Feld unter der **TIME / DIV.**-Skala be-
findliche **SAVE/RECALL**-Taste kurz zu betätigen. Dadurch wird
die Triggerkopplungs-Anzeige zur Speicherstellen-Anzeige. Das
ist daran erkennbar, daß die Anzeige auf Speicherplatz 1 (DC)
gesetzt wird und blinkt; es gilt dann die Speicherplatzziffer auf
der S/R-Skala links von der blinkenden Anzeige. Ein anderer
Speicherplatz kann anschließend mit der unteren bzw. oberen
NORM-Taste bestimmt werden. Wurde die **SAVE/RECALL**-
Funktion versehentlich aufgerufen, führt ein Tastendruck auf
eine beliebige Taste (außer **SAVE/RECALL** bzw. eine der
NORM-Tasten) zum Verlassen der Funktion und es stellt sich
wieder die Triggerkopplungsanzeige mit der vorhergehenden
Einstellung ein.

Wurde nicht abgebrochen, kann nun mit einem erneuten
Betätigen der **SAVE/RECALL**-Taste bestimmt werden, ob die
Geräteeinstellungen des gewählten Speicherplatzes abgeru-
fen (zurückgerufen) werden soll, oder die aktuellen Geräte-
einstellungen dort gespeichert werden sollen. Ein **kurzer Ta-**
stendruck bewirkt **RECALL** (abrufen - zurückrufen) und das
Oszilloskop übernimmt die gespeicherten Einstellungen des
gewählten Speicherplatzes. Die zuvor blinkende Anzeige
leuchtet anschließend konstant und zeigt die alte
Triggerkopplung an. Um die aktuellen Geräteeinstellungen zu
speichern, ist die **SAVE/RECALL**-Taste solange zu drücken,
bis die Anzeige nicht mehr blinkt und die vorherige
Triggerkopplungseinstellung angezeigt.

Beim Aufrufen einer Geräteeinstellung werden die mechani-
schen Einstellungen der betroffenen Drehknöpfe von der
gespeicherten elektrischen Einstellung überschrieben. Die
Änderung einer Knopfeinstellung bewirkt, daß dann wieder
die mechanische Einstellung wirksam wird.

Komponenten-Test

Der HM604-3 hat einen eingebauten Komponenten-Tester,
der durch Drücken der im Feld unterhalb der Strahlröhre be-
findlichen **COMP. TESTER**-Taste sofort betriebsbereit ist. Die-
se Betriebsart ist daran zu erkennen, daß keine LED im X-
und Y-Feld leuchtet. Eine Ausnahme ist **X-MAG. x10 LED**,
sie leuchtet weiter, wenn sie auch schon vor dem Umschal-
ten auf Komponententester leuchtete. Dann wird die X-Ach-
se auch in dieser Betriebsart 10fach gedehnt dargestellt. Die
folgende Beschreibung bezieht sich auf den Normalfall, der
in X-Richtung ungedehnten Darstellung mit nichtleuchtender
X-MAG. x10 Anzeige. Mit einem erneuten **COMP. TESTER**-
Tastendruck kann diese Betriebsart verlassen und in die vor-
hergehende Betriebsart zurückgeschaltet werden.

Der Komponenten-Test Betrieb und die dabei vorliegenden
Einstellungen der X-Dehnung (**X-MAG. x10**), sowie des X-
Positionsknopfes (**X-POS.**), können mit **SAVE** abgespeichert
und später mit **RECALL** abgerufen werden (**siehe Abschnitt**
„SAVE/RECALL“).

Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes
erfolgt über die zugeordneten Buchsen. Im **COMP. TESTER**-
Betrieb sind sowohl die Y-Vorverstärker, als auch der Zeit-
basisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannun-
gen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen, wenn
einzelne, nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzel-
bauteile), getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die
Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (sie-

he „Tests direkt in der Schaltung“). Außer den INTENS-, FOCUS-, TR, X-POS.-Einstellern und der X-MAG.-Taste haben die übrigen Bedienelemente keinen Einfluß auf diesen Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den COMP. TESTER-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch erneutes Betätigen der COMP. TESTER-Taste der normale Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Wie im Abschnitt **SICHERHEIT** beschrieben, sind alle Meßanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die COMP. TESTER-Buchsen. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.

Sollen Bauteile getestet werden die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt ist auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, daß eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im HM604-3 befindlicher Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50Hz ($\pm 10\%$) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebauten Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

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

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50Hz. Kondensatoren werden im Bereich $0,1\mu F$ bis $1000\mu F$ angezeigt.

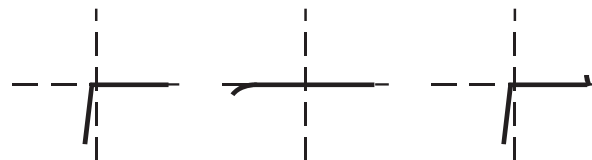
Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

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

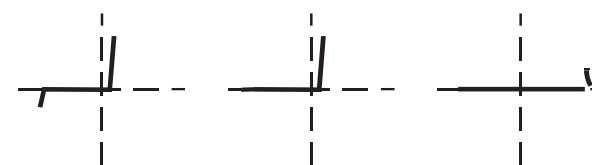
Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknickbe 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 der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung $>12V$ ist nicht möglich. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

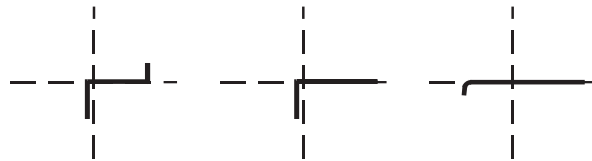
Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekanntem Transistortyps schnell ermitteln.



Typ:	Normale Diode	Hochspann.-Diode	Z-Diode 12V
Pole:	Kathode-Anode	Kathode-Anode	Kathode-Anode
Anschlüsse:	(CT - Masse)	(CT - Masse)	(CT - Masse)



Pole:	B-E	B-C	E-C
Anschlüsse:	(CT - Masse)	(CT - Masse)	(CT - Masse)



Pole:	B-E	B-C	E-C
Anschlüsse:	(CT - Masse)	(CT - Masse)	(CT - Masse)

Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die Anschlußumpolung eines Halbleiters (Vertauschen von COMP. TESTER-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 einer Frequenz von 50Hz 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 COMP. TESTER-Prüfbuchse ohne Massezeichen verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-

Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich. Die Testbilder zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Testbilder für die Anwendung des Komponenten-Testers

Testbilder Bauteile einzeln



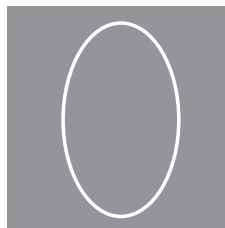
Kurzschluß



Widerstand 510Ω



Netztrafo primär



Kondensator 33µF

Testbilder Transistoren einzeln



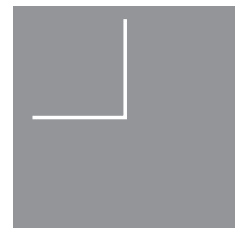
Strecke B-C



Strecke B-E



Strecke E-C



FET

Testbilder Dioden einzeln



Z-Diode unter 7V



Z-Diode über 7V



Siliziumdiode



Germaniumdiode

Testbilder Halbleiter in der Schaltung



Diode parallel 680Ω



2 Dioden antiparallel



Siliziumdiode



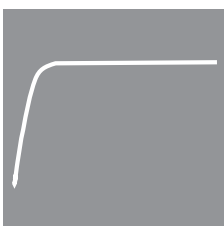
Germaniumdiode



Diode in Reihe mit 51Ω



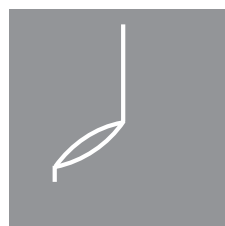
B-E parallel 680Ω



Gleichrichter



Thyristor, G u. A verbunden



Strecke B-E mit 1µF+680Ω



Si.-Diode paral. mit 10µF

Testplan

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM604-3 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 Knöpfe mit Pfeilen in Kalibrierstellung (**Rechtsanschlag**) stehen. **Dabei soll Mono Kanal I Betrieb mit AC-Triggerkopplung vorliegen.** Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 20 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM604-3 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 verläßt 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 XY-Betrieb 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 minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich.

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Ausschauen einer toleranzfreien 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 Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1MHz). 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 47k Ω .

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt.

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie beider Kanäle und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **INV** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahl-

lage 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 1cm sind noch zulässig.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa 20 Minuten Einschaltzeit wird die Zeitlinie exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahl-lage um nicht mehr als 5 mm verändern.

Kalibration des Vertikalverstärkers

Die Ausgangsbuchsen des Kalibrators geben eine Rechteckspannung von 0,2V_{ss} ($\pm 1\%$) bzw. 2V_{ss} ab. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen der 0,2V-Ausgangs-Buchse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her (Tastkopf 1:1), muß das aufgezeichnete Signal bei 50mV/cm 4cm hoch sein (**Feineinstellknopf auf Rechtsanschlag; Signalkopplung DC**). Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Vertikalverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Gegebenenfalls ist die Kalibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC-Signalkopplung!**). Die vertikale Strahl-lage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feineinstellknopf vermindert am Linksanschlag die Eingangsempfindlichkeit mindestens um den Faktor 2,5. Bei 50mV/cm, soll sich die Kalibratorsignal-Höhe von 4cm auf mindestens 1,6cm 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 Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient 5mV/cm; Signalkopplung auf DC; **Y-Feinsteller am Rechtsanschlag.**

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.

Hierfür ist jedoch noch ein kompensierter 2:1-Vorteiler erforderlich, der auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen werden muß. Wichtig ist, daß der Teiler abgeschirmt ist.

Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen $1\text{M}\Omega$ -Widerstand ($\pm 1\%$) und, parallel dazu, einen C-Trimmer $3/15\text{pF}$ parallel mit etwa 10pF . Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang I bzw. II, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. **Der Vorteiler wird bei $5\text{mV}/\text{cm}$ auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feineinstellknopf auf Rechtsanschlag;** Signalkopplung auf DC; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach sollte die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP, INVERT und XY-Betrieb

Im DUAL-Betrieb 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 $0,5\text{mm}$ verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIME/DIV.**-Einstellung dabei auf $0,5\text{ms}/\text{cm}$. Signalkopplung auf GD; INTENS-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf $+2\text{cm}$, die andere auf -2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht mit dem Zeit-Feinsteller auf die Chopperfrequenz (ca. 500kHz) synchronisieren!

Wesentliches Merkmal bei I+II (**Additions-Betrieb - ADD -**) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit beiden Y-POS.-Drehknöpfen.

Bei XY-Betrieb (**XY-LED** leuchtet) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Rechtsanschlag stehen. 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 ($50\text{mV}/\text{cm}$ -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 HM604-3 sollte sie zwischen 3 und 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. (Hier sollte mit dem LF Triggerfilter gearbeitet werden).

Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz bei automatischer **Spitzenwert-Triggerung**

(**NM-Anzeige leuchtet nicht**) und **Mittenstellung des TRIG. LEVEL-Einstellers**. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**NM-Anzeige leuchtet**) vorhanden ist. Hierbei muß eine LEVEL-Einstellung vorgenommen werden. **Durch Drücken der \rangle -Taste (SLOPE)** muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM604-3 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5mm und AC- bzw. DC-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 100MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (EXT.-Anzeige leuchtet) sind mindestens $0,3 V_{\text{ss}}$ Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse TRIG. INP. erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Dabei ist die Triggerkopplung auf **TV-L oder TV-F zu schalten und ein geeigneter Zeit-Ablenkoeffizient einzustellen**. Die Flankenrichtung muß mit der SLOPE-Taste richtig gewählt sein. Sie gilt 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 60mm bei stabiler Darstellung geändert werden kann.

Wird mit einem Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil intern mit Normal-Triggerung (**NM** leuchtet) oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von AC auf DC Triggerkopplung keine wesentliche Verschiebung des Signalstartpunktes ergeben.

Werden beide Vertikal-Verstärkereingänge AC-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb ($0,2\text{ms}/\text{cm}$ bis $5\text{ns}/\text{cm}$) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf beim Umschalten der internen Triggerquelle von TRI auf TRII oder beim Umschalten der Triggerkopplung (TRIG.) von AC auf DC keine wesentliche Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der Netztriggerung ($50\text{-}60\text{Hz}$) in Stellung ~ der Triggerkopplung ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Verändern des Ablenkoeffizienten (auch mit dem Feinsteller) läßt sich die dargestellte Signalthöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die Zeitlinie mindestens 10cm lang ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer $X \times 1$ korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei einem mittleren Zeit-Ablenkoeffizienten (TIME / DIV.) von $20\mu\text{s}/\text{cm}$ erfolgen. Vor Beginn der Arbeit ist der Zeit-Feinsteller auf Rechtsanschlag zu drehen. Die X-Dehnung $\times 10$ muß unwirksam sein. Dies gilt solange, bis die einzelnen Zeitbereiche kontrolliert wurden.

Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit X-POS.-Einsteller auf horizontale Rastermitte zentrieren und **Ablenkoeffizient (TIME / DIV.) auf $.2\text{s}/\text{div}$** stellen (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!).

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau kalibrierten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als $\pm 0,1\%$ sein. Die Zeitwerte des HM604-3

werden zwar mit $\pm 3\%$ angegeben; sie sind jedoch besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mindestens 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.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Kalibrators empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quazgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Impulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (**NM** leuchtet) und **TRIG. LEVEL**-Einstellung gearbeitet werden sollte.

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

0.5s/cm	-	2Hz	0.1ms/cm	-	10kHz
0.2s/cm	-	5Hz	50 μ s/cm	-	20kHz
0.1s/cm	-	10Hz	20 μ s/cm	-	50kHz
50ms/cm	-	20Hz	10 μ s/cm	-	100kHz
20ms/cm	-	50Hz	5 μ s/cm	-	200kHz
10ms/cm	-	100Hz	2 μ s/cm	-	500kHz
5ms/cm	-	200Hz	1 μ s/cm	-	1MHz
2ms/cm	-	500Hz	0.5 μ s/cm	-	2MHz
1ms/cm	-	1kHz	0.2 μ s/cm	-	5MHz
0.5ms/cm	-	2kHz	0.1 μ s/cm	-	10MHz
0.2ms/cm	-	5kHz	0.05 μ s/cm	-	20MHz

Mit X-Dehnung x10 (X-MAG. x10) erscheint nur alle 10cm ($\pm 5\%$) ein Kurvenzug (Zeit-Feinsteller auf Rechtsanschlag; Messung bei 5 μ s/cm). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung 50 μ s/cm erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

HOLDOFF-Zeit

Die Änderung der HOLD OFF-Zeit beim Drehen des betr. Knopfes ist ohne Eingriff in den HM604-3 nicht zu kontrollieren. Immerhin kann die Strahlverdunklung (ohne Eingangssignal bei automatischer Triggerung) geprüft werden. Hierzu ist die TIME/DIV.-Einstellung 0.05 μ s/cm zu wählen und der Feinregler auf Rechtsanschlag einzustellen. Dann soll am Linksanschlag des Knopfes HOLDOFF der Strahl hell, am Rechtsanschlag dagegen merklich dunkler sein.

Der DEL. POS. - HOLD OFF- Einsteller hat die Holdoff-Funktion wenn keine DELAY-Anzeige leuchtet.

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die COMP-TESTER-Taste muß bei offener COMP. TESTER-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von ca. 8cm Länge erscheinen, wenn die X-MAG. x10 -Anzeige nicht leuchtet. Verbindet man die COMP. TESTER-Buchse mit der Masse-Buchse, muß sich eine vertikale Linie von ca. 6 cm Höhe zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas.

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) nach-

gestellt 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 HM604-3 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahlänge) zur Erdfeldkompensation.

Service Hinweis

Die folgenden Hinweise sollen dem Service-Techniker helfen, am HM604-3 auftretende Abweichungen von den Soll-daten zu korrigieren. Dabei werden anhand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Anspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 069/6780520 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch „Garantie“).

Öffnen des Gerätes

Entfernt man die **Kreuzschlitzschraube** am Bodenblech und zwei **Hutmuttern** am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Vorher ist der Netzkabel-Stecker aus der eingebauten Kaltgerätedose herauszuziehen. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

Warnung

Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses, bei einer Instandsetzung oder bei einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein. Wenn danach eine Messung, eine Fehlersuche oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Bei Eingriffen in den HM604-3 ist zu beachten, daß die Betriebsspannungen der Bildröhre ca. -2kV, sowie +12kV und die der Endstufen etwa +115V bzw. +65V betragen. **Diese Potentiale befinden sich an der Röhrenfassung, der Netzteilleiterplatte, dem Mainboard und der Y-Endstufenleiterplatte.** Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Achtung
Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde.

Größte Vorsicht ist beim Umgang mit der Strahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gefährten Werkzeugen berührt oder örtlich überhitzt (LötKolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Nach jedem Eingriff ist das komplette Gerät (mit geschlossenem Gehäuse und gedrückter Netztaсте POWER) einer Spannungsprüfung mit 2200V Gleichspannung zu unterziehen (berührbare Metallteile gegen beide Netzpole). Diese

Prüfung ist gefährlich und bedingt eine entsprechend ausgebildete Fachkraft. Außerdem ist die Impedanz zwischen dem Schutzleiteranschluß an der Netzsteckerbuchse und jedem berührbaren Metallteil des Oszilloskops zu prüfen. Sie darf 0,1 nicht überschreiten.

Betriebsspannungen

Alle Betriebsgleichspannungen im HM604-3 werden bereits durch das Schaltnetzteil elektronisch stabilisiert. Die nochmals stabilisierte Spannung +12V ist einstellbar. Sie dient als Referenzspannung für die Stabilisierung der -12V und -2025V Gleichspannungen. Wenn eine der Gleichspannungen 5% vom Sollwert abweicht, muß ein Fehler vorliegen.

Für die Messung der Hochspannung darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter ($>10M\Omega$) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm- bzw. Störspannungen zu überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern angegeben.

Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Netzteil-Leiterplatte zwei Trimm-Potentiometer. Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubendreher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch im X-Y-Betrieb verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Auf der CRT-Leiterplatte (Strahlröhrenhals) befindet sich ein $47k\Omega$ -Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann. Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +42V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Die Astigmatismuskorrektur erfolgt am besten mit einem hochfrequenten Rechtecksignal (z.B. 1MHz). Dabei werden mit dem FOCUS-Knopf zuerst die waagerechten Rechtecklinien scharf eingestellt. Dann wird am Astigm.-Pot. $47k\Omega$ die Schärfe der senkrechten Linien korrigiert. In dieser Reihenfolge wird die Korrektur mehrmals wiederholt. Der Abgleich ist beendet, wenn sich mit dem FOCUS-Knopf allein keine Verbesserung der Schärfe in beiden Richtungen mehr erzielen läßt.

Triggerschwelle

Die interne Triggerschwelle sollte bei 3 bis 5mm Bildhöhe liegen.

Fehlersuche im Gerät

Aus Gründen der Sicherheit darf das geöffnete Oszilloskop nur über einen Schutz-Trenntransformator (Schutzklasse II) betrieben werden.

Für die Fehlersuche werden ein Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop benötigt. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, ist die stabilisierte Hochspannung (**-2025V und +12kV**) sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, mit längeren vollisolierten Tastspitzen zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

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

Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen, bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zu Frontchassisteilen, zur Röhrenfassung und zur Trace-Rotation-Spule innerhalb der Röhrenabschirmung inspiziert werden. Diese visuelle Inspektion kann unter Umständen viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

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

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

Während der Messung müssen die POS.-Einsteller der beiden Ablenkrichtungen möglichst genau in der Mitte ihres Stellbereiches stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares Y ca. 42V und X ca. 60V. Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenkeplattenspannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.

Austausch von Bauteilen

Beim Austausch von Bauteilen dürfen nur Teile gleichen oder gleichwertigen Typs eingebaut werden. Widerstände ohne besondere Angabe in den Schaltbildern haben (mit wenigen Ausnahmen) eine Belastbarkeit von 1/5W (Melf) bzw. 1/8W (chip) und eine Toleranz von 1%. Widerstände im Hochspannungskreis müssen entsprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Sie sind im Schaltbild entsprechend gekennzeichnet. Fällt ein selektierter Halbleiter aus, sollte auch der intakte Halbleiter des anderen Signalwegs erneuert werden. Beide Bauteile sind durch selektierte zu ersetzen, weil sich sonst Abweichungen der spezifischen Daten oder Funktionen ergeben können. Der HAMEG-Service berät Sie gern und beschafft selektierte oder Spezialteile, die nicht ohne weiteres im Handel erhältlich sind (z.B. Bildröhre, Potentiometer, Drosseln usw.).

Abgleich

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

RS232-Interface - Fernsteuerung

Das Oszilloskop verfügt auf der Geräterückseite über eine RS232 Schnittstelle, die als 9polige D-SUB Kupplung ausgeführt ist. Über die bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter vom PC zum Oszilloskop gesendet werden, bzw. durch den PC abgerufen und zum PC gesendet werden. Die beigefügte Diskette enthält Demonstrationsprogramme.

PC und Interface sind über ein 9poliges Kabel (1:1 beschaltet) zu verbinden. Die maximale Länge beträgt 3m. Die Steckerbelegung für das RS232-Interface (9polige D-Subminiatur Buchse) ist folgendermaßen festgelegt:

Pin

- 2 Tx Data (Daten vom Oszilloskop zum externen Gerät)
- 3 Rx Data (Daten vom externen Gerät zum Oszilloskop)
- 5 Ground (Bezugspotential, über Oszilloskop (Schutzklasse I) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden).

Der maximal zulässige Spannungshub an Pin 2 bzw. 3 beträgt ± 12Volt. Die RS232-Parameter für die Schnittstelle lauten:

N-8-2 (kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 2 Stopbits, XON/OFF-Protokoll).

Baudrateneinstellung

Die Baudrateneinstellung erfolgt automatisch im Bereich von 110 Baud bis 19200 Baud.

Mit dem ersten nach POWER-UP (Einschalten des Oszilloskops) vom Computer gesendeten CR (0Dhex) wird die Baudrate vom Oszilloskop erkannt und eingestellt. Anschließend sendet das Oszilloskop den RETURNCODE: 0 CR LF an den PC. Damit befindet sich das Oszilloskop im REMOTE (Fernbedienungsbetrieb) und kann, bis auf die im zweiten Absatz von BEDIENELEMENTE erwähnten Einsteller, praktisch nur noch über die Schnittstelle bedient werden. Dieser Zustand bleibt erhalten bis das Oszilloskop ausgeschaltet wird (POWER-DOWN), die AUTO SET -Taste gedrückt wird, oder vom Oszilloskop das Kommandos RM=0 empfangen wird. Erkennt das Oszilloskop kein CR als erstes Zeichen wird TxD für ca. 0.2ms auf Low gezogen und erzeugt damit einen Rahmenfehler.

Datenübertragung

Nach erfolgreicher Baudrateneinstellung befindet sich das Scope im Remote-Zustand und ist zur Entgegennahme von Kommandos bereit. Folgende Kommandos stehen zur Verfügung.

Anfrage	?	fragt Parameter an
Zuordnung	=	setzt Parameter
Zustand	:	gibt aktuelle Parameter an
Binärdaten	[b]	Datenfeld sind Binärdaten 1Byte
ASCII-Daten	[a]	Datenfeld sind ASCII-Daten
ASCII-Zahl	[n]	Ganzzahliger ASCII Parameter
Binärdaten	[array]	Datenfeld sind Binärdaten
Endezeichen	(CR LF)	Carriage Return und/oder Linefeed
Returncode	[R]	ASCII Parameter

Zeichendefinition für Kommandos

Kommando: PC→Scope	Rückgabe Scope→PC	Beschreibung
ID?	ID:Daten(CR LF)	Daten beinhalten: Gerätenamen;Hersteller
(CR)	[R](CR LF)	Remote-Zustand einnehmen, Baudrate Einstellung.
TRSTA?	TRSTA:[b](CR LF)	Abfrage Triggerstatus DO
TRSTA=[b]	[R](CR LF)	Reset Trigger
RM?	RM:[a](CR LF)	REMOTE-Zustand abfragen
RM=[a](CR LF)	[R](CR LF)	REMOTE-Zustand ändern
LK?	LK=[a](CR LF)	verriegelung Local Taste abfragen LK:1→verriegelt LK:0→frei
LK=[a](CR LF)	[R](CR LF)	Verriegelung Local (Auto Set) Taste einstellen
VER?	VER:[a](CR LF)	Softwareversion abfragen
HELP?	HELP:[a](CR LF)	gibt Liste der unterstützten Befehle aus
DDF?	DDF:[array]	fordert Geräte-Datenfeld an
DDF=[array]	[R](CR LF)	neues Datenfeld zum Scope
SAVEDF=[n]	[R](CR LF)	Speichert Gerätedatenfeld auf Speicherplatz n (1-6)
RECDF=[nl]	[R](CR LF)	liest Gerätedatenfeld von Speicherplatz n (1-6)
POSY 1?	POSY1: [b]	Abfrage CH1 Position
POSY1=[b]	[R](CR LF)	Einstellung CH1 Position
POSY2?	POSY2: [b]	Abfrage CH2 Position
POSY2=[b]	[R](CR LF)	Einstellung CH2 Position
VARY1?	VARY1: [b]	Abfrage CH1 VARI-GAIN
VARY1=[b]	[R](CR LF)	Einstellung CH1 VARI-GAIN
VARY2?	VARY2: [b]	Abfrage CH2 VARI-GAIN
VARY2=[b]	[R](CR LF)	Einstellung CH2 VARI-GAIN
VARTBA	VARTBV[b]	Abfrage TB1 TIME-VAR
VARTB1=[b]	[R](CR LF)	Einstellung TBI TIME-VAR
TRLEV?	TRLEV:[b]	Abfrage Trigger-Level
TRLEV=[b]	[R](CR LF)	Einstellung Trigger-Level
XPOS?	XPOS:[b]	Abfrage X-Position
XPOS=[b]	[R](CR LF)	Einstellung X-Position
CH1?	CH1:[b]	Abfrage CH1-Einstellungen
CH1=[b]	[R](CR LF)	Einstellungen - CH1
CH2?	CH2:[b]	Abfrage CH2-Einstellungen
CH2=[b]	[R](CR LF)	Einstellungen - CH2
MODE?	MODE:[b]	Abfrage Scope-Betriebsart
MODE=[b]	1[R](CR LF)	Scope-Betriebsart einstellen
TB1?	TB1:[b]	Abfrage Zeitbasiseinstellug
TB1=[b]	[R](CR LF)	Zeitbasis einstellen
TB2?	TB2:[b]	Abfrage Zeitbasis bei Verzögerung (DEL, DTR)
TB2=[b]	[R](CR LF)	Zeitbasis einstellen (DEL, DTR)
TRIG?	TRIG: [b]	Abfrage Trigger-Parameter
TRIG=[b]	[R](CR LF)	Einstellung der Trigger- Parameter
TRVAL	TRVAL: [array]	fragt Signalamplitude am Aus- gang Triggervverstärker ab.16Bit INTEGER 1.WORD pos. Spitzenwert 2.WORD neg. Spitzenwert 3.WORD Spitze - Spitze Wert 4.WORD Ref. Potential für pos. u. neg. Spitzenwert Bewertung:ca.20mV/LSB und 250mV/DIV

Kommandotabelle :

Kommandos bringen entweder Parameter zurück oder einen RETURNCODE. Dieser muß abgewartet werden bevor ein neues Kommando zum Scope geschickt wird, andernfalls kann es zum Pufferüberlauf kommen. Die Einstellung des Scopes erfolgt über das Geräte-Daten-Feld (DeviceDataField DDF) als binary array. Jedes Byte dieses Datenfeldes kann aber auch über Einzelkommandos erreicht werden. Den Aufbau des Gerätedatenfeldes und die zugehörigen Einzelkommandos zeigt folgende Tabelle.

Gerätedatenfeld mit Einzelkommandos

Kommando:	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CH1	GND	AC	INV1	ON	VALUE Zaehler 0-13			
CH2	GND	AC	INV2	ON	VALUE Zaehler 0-13 mv/DIV = 0000 20V/DIV = 1101			
MODE	CT	XY	A-TR	CHOP	ADD	0	TR-SOURCE 00=Y1 01=Y2 1x=EXT	
TB1	x10	0	0	TB-A	TIME Zaehler 1-26 50ns/DIV = 00 bis 0,5s/DIV = 15hex			
TB2	0	DEL-MODE off = 00 SEA = 01 DEL = 10 DTR = 11		TB-B	TIME Zaehler 1-26 50ns/DIV = 00 bis 50ms/DIV = 12hex			
TRIG	±	0	P-P	NORM	0	COUPLING 0-6 AC=00, DC=01 HF=02, LF=03 LINE=04 TV-F =05 TV-L =06		
TRLEV			8-BIT					
VARTB1			8-BIT					
VARY2			8-BIT					
VARY1			8-BIT					
XPOS			B-BIT					
POSY2			8-BIT					
POSY1			8-BIT					

Das Datenfeld wird intern auf Widerspruchsfreiheit überprüft und im RETURNCODE protokolliert. Folgende RETURN-CODES sind Implementiert:

- 0 = kein Fehler
- 1 = syntax error
- 2 = data error
- 3 = buffer overflow
- 4 = bad data set

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).
Gerät an Netz anschließen, Netztaсте (**POWER**) - oben rechts neben dem Bildschirm - drücken. Symbol: **I = EIN**.
Gerät übernimmt die Einstellungen, welche beim Ausschalten vorlagen.
Betriebszustand wird durch LED(s) angezeigt.
Zeitlinie(n) mit Knopf **INTENS** auf mittlere Helligkeit einstellen.
Falls keine Zeitlinie sichtbar, mit **AUTO SET** drücken auf Zeitbasis (Yt) -Betrieb schalten.
Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie(n) scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I (Mono I): Taste **CHI** betätigen, damit ein Ablenkkoeffizient auf der linken **VOLTS / DIV**-Skala leuchtet. Ist auch Kanal II eingeschaltet, zum Abschalten einmal Taste **CHII** betätigen.
Kanal II (Mono II): Taste **CHII** betätigen, damit ein Ablenkkoeffizient auf der rechten **VOLTS / DIV**-Skala leuchtet. Ist auch Kanal I eingeschaltet, zum Abschalten einmal Taste **CHI** betätigen.
DUAL (Kanal I und Kanal II): Tasten **CHI** und **CHII** so betätigen, daß auf beiden **VOLTS / DIV**-Skalen ein Ablenkkoeffizient angezeigt wird.
Addition:
Kanäle I+II oder -I-II (Summe): Bei **DUAL**-Betrieb Tasten **CHI** und **CHII** gleichzeitig drücken, bis **ADD**-Anzeige leuchtet. **INV**-Tasten beider Kanäle so betätigen, daß beide **INV** (Invertierungs)-Anzeigen aus- oder eingeschaltet sind.
Kanäle -I+II oder +I-II (Differenz): Bei **DUAL**-Betrieb Tasten **CHI** und **CHII** gleichzeitig drücken, bis **ADD**-Anzeige leuchtet. **INV**-Tasten so betätigen, daß nur die **INV**-Anzeige von Kanal I oder Kanal II leuchtet.
Verlassen des Additionsbetriebs durch gleichzeitiges Betätigen der **CHI**- und **CHII**-Taste. **ADD**-Anzeige erlischt und es liegt **DUAL**-Betrieb vor.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit beiden **NORM**-Tasten wählen:
NM-Anzeige dunkel = Automatische Spitzenwert-Triggerung <20Hz - 100MHz.
NM-Anzeige leuchtet = Normaltriggerung.
Trigger-Flankenrichtung: mit \pm Taste wählen. - Anzeige dunkel = steigende Flanke, leuchtet - Anzeige = fallende Flanke.
Interne Triggerung: Im Einkanal-Betrieb (Mono) automatisch dem gewählten Kanal entsprechend und durch **TRI**- bzw. **TRII**-Anzeige signalisiert.
Bei **DUAL**- und Additions (**ADD**)-Betrieb mit kurzem Tastendruck auf **TRIG**. zwischen **TRI** (interne Triggerquelle = Kanal I) und **TRII** (interne Triggerquelle = Kanal II) umschaltend.
Interne alternierende Triggerung: Bei **DUAL**-Betrieb mit langem Tastendruck auf **TRIG**. beide Anzeigen **TRI** und **TRII** einschalten. Kanalschaltung erfolgt automatisch alternierend. Abschalten der alternierenden Triggerung durch erneutes Betätigen von **TRIG**.
Externe Triggerung: **EXT**-Anzeige mit Taste einschalten; Trigger-Signal (0,3V_{ss} - 3V_{ss}) an Buchse **TRIG. INP.** legen.
Netztriggerung: Mit oberer oder unterer **NORM**-Taste das ~ Symbol wählen.
Triggerkopplung mit oberer oder unterer **NORM**-Taste **AC** - **DC** - **HF** - **LF** - **TV-L** - **TV-F** wählen.
Frequenzbereiche der Triggerkopplung: **AC** von 10Hz bis 100MHz; **DC** von 0 bis 100MHz;
HF von 1,5kHz bis 100MHz; **LF** von 0 bis 1,5kHz.
TV-L zum Triggern mit Zeilen-Synchronimpulsen von Videosignalen
TV-F zum Triggern mit aufbereiteten Bild-Synchronimpulsen von Videosignalen.
Dabei richtige Flankenrichtung mit \pm (**SLOPE**) -Taste wählen
(Synchronimpuls oben entspricht + (- Anzeige dunkel), unten entspricht - (-Anzeige leuchtet).
Triggeranzeige beachten: **LED** über **TRIG**.

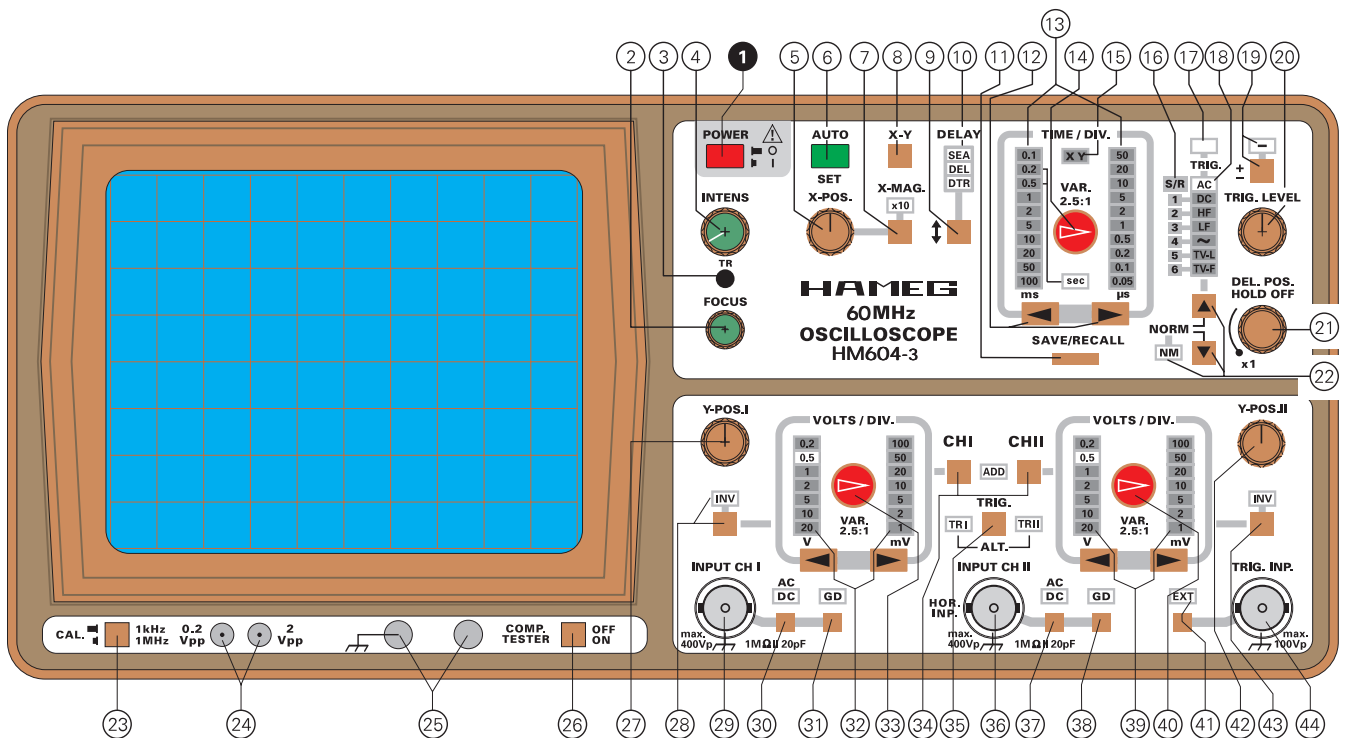
Messung

Meßsignal den Eingangsbuchsen **INPUT CHI** und /oder **INPUT CHII** zuführen.
Tastenteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.
Automatische Geräteeinstellung mit **AUTO SET** aufrufen oder:
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** (leuchtet) schalten,
Signal mit - im **VOLTS / DIV.** -Feld befindlichen - Pfeiltasten < oder > auf gewünschte Bildhöhe einstellen,
Zeitkoeffizienten mit - im **TIME / DIV.** -Feld befindlichen - Pfeiltasten < oder > wählen.
Triggerpunkt mit **TRIG. LEVEL** -Knopf einstellen (insbesondere bei Normaltriggerung).
Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit verlängerter **HOLD OFF**-Zeit oder After Delay triggern.
Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Rechtsanschlag (kalibriert).
Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Rechtsanschlag (kalibriert).
X-Dehnung x10: Taste **X-MAG. x10** betätigen, so daß x10 leuchtet.
Ausschnittvergrößerung mit Ablenkverzögerung und evtl. Nachtriggerung:
Keine **DELAY**-Anzeige leuchtet: bedeutet Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung. Jeder Tastendruck schaltet in die nächste Stellung.
Stellung SEA: **SEARCH** (suchen) zeigt den Beginn des Bildausschnitts. Anfangsposition mit **DEL. POS.**-Feinsteller bzw. **TIME / DIV.** Pfeiltasten (< >) bestimmen.
Stellung DEL: **DELAY** (verzögern) zeigt die Signaldarstellung, ausgehend von der **SEARCH** Anfangsposition.
Die Dehnung mit der Zeitkoeffizienteneinstellung (**TIME / DIV.**) bestimmen.
Stellung DTR: **DELAY** und **TRIGGER** bewirkt den Start der Signaldarstellung nach Ablauf der Verzögerungszeit und dem nachfolgenden Auslösen der (Normal)-Triggerung. Flankenrichtung und **TRIG. LEVEL**-Einstellung sind wirksam.

Bedienungselemente HM604-3 (Kurzbeschreibung - Frontbild)

Element	Funktion	Element	Funktion
① POWER (Taste)	Netz Ein/Aus I = Ein / O = Aus (mechanisch)	⑲ ± (SLOPE) (Drucktaster + Anzeige)	Wahl der Triggerflanke und Flankenrichtungsan- zeige. Bei fallender Flanke leuchtet „ - „, sonst steigende Flanke.
② FOCUS (Drehknopf)	Schärfereinstellung für den Kathodenstrahl (mechanisch)	⑳ TRIG. LEVEL (Drehknopf)	Einstellen des Triggerpunktes bei autom. Spitzen- wert- und Normal-Triggerung.
③ TR (Einstellung mit Schraubenzie- her)	Trimpotentiometer, Trace Rotation (Strahl- drehung). Dient zur Kompensation des Erd- magnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit waagrecht gestellt. (mechanisch)	㉑ DEL. POS. HOLD OFF (Drehknopf)	Verlängerung der Holdoff-Zeit zwischen den Ablenk- perioden. Minimale Holdoff-Zeit bei Linksanschlag (x1). Im DELAY- Betrieb zur Verzögerungszeit-Fein- einstellung.
④ INTENS (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl. (mechanisch)	㉒ NORM (Anzeige) (Drucktasten + Anzeige)	Umschaltung von automatischer Spitzenwert- Triggerung (LED dunkel) auf Normaltriggerung (NM leuchtet) und zurück. Dazu beide Tasten gleichzei- tig drücken. Einzeltastendruck schaltet Triggerkopplung bzw. Speicherplatz um.
⑤ X-POS. (Drehknopf)	Zur Strahlverschiebung in horizontaler Richtung. (Drehknopf)	㉓ 1kHz / 1MHz (Drucktaste)	Frequenz des Kalibrator-Signals (24). Taste heraus- stehend ca. 1kHz; gedrückt ca. 1MHz. (mechanisch)
⑥ AUTO SET (Drucktaster)	(RS232/Local) Automatische signalbezogene Ein- stellung diverser Gerätefunktionen.	㉔ 0,2 bzw. 2 Vss (Testbuchsen)	Kalibrator-Rechteckausgang, Frequenzeinstellung (23).
⑦ X-MAG. x10 (Drucktaster + Anzeige)	Umschaltung zur Dehnung der X-Achse um den Faktor 10 (x10 leuchtet). Max. Auflösung 5ns/cm.	㉕ COMPTESTER (4mm Buchsen)	Zu prüfendes Bauteil mit Test- und Masse-Buchse verbinden.
⑧ X-Y (Drucktaster)	Umschaltung von Yt- auf XY-Betrieb - (15) leuchtet - und zurück. Im XY-Betrieb erfolgt externe Horizontalablenkung über INPUT CH II (36). Anzei- ge der Triggerquelle wird abgeschaltet (XY erfolgt ungetriggert).	㉖ COMPTESTER (Drucktaster)	Schaltet auf Komponententester-Betrieb (dabei leuchtet keine Anzeige im TIME / DIV.-Feld) und zu- rück auf Yt-Betrieb.
⑨ DELAY (Drucktaster)	Zur Wahl der Ablenkverzögerungs-Betriebsart. Anzeige durch (10). Nur wirksam bei SEA (Search), DEL (Delay) und DTR (Delay mit Triggerung). Verzögerungszeiteinstellung mit DEL. POS. (21) und Zeitkoeffizienten (12).	㉗ Y-POS.I (Drehknopf)	Mechanische Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I.
⑩ DELAY (Anzeigen)	Anzeige der DELAY-Betriebsart: Keine Anzeige = aus, SEA = Verzögerungszeit wählen, DEL = ver- zögerte Darstellung und DTR = verz. Darstellung mit Nachtriggerung.	㉘ INV (Drucktaster+ Anzeige)	Mit jedem Tastendruck umschaltende Polarität von Kanal I. Bei leuchtender INV- Anzeige erfolgt Signal- darstellung mit umgedrehter Polarität. In Verbindung mit ADD = Differenzdarstellung. Triggerung bleibt unbeeinflusst.
⑪ SAVE/RECALL (Drucktaster)	Aufrufen des Geräteeinstellungsspeichers mit Tas- tendruck. Speicherplatzanzeige durch Blinken ein- er LED (18) zugeordnet zur Skala (16). Wahl des Speicherplatzes mit NORM-Tasten (22). Kurzer Tastendruck auf SAVE/RECALL = abrufen, langer Tastendruck = speichern.	㉙ INPUT CH I (BNC-Buchse)	Signaleingang Kanal I.
⑫ TIME / DIV. (Drucktaster)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwin- digkeit). Linke Pfeiltaste betätigen = Geschwindig- keit verringern. Rechte Pfeiltaste betätigen = Ge- schwindigkeit vergrößern. Zeitbasisbereich 0,5 s/ cm bis 0,05 µs/cm. Bei DELAY in Betriebsart Search „SEA“ als Verzögerungszeiteinstellung wirksam. Anzeige siehe (13).	㉚ AC / DC (Drucktaster + Anzeige)	Eingangssignalankopplung für Kanal I. Mit jedem Tastendruck umschaltend. DC (leuchtet) = direkte Ankopplung. AC (dunkel) = Ankopplung über Kon- densator.
⑬ TIME / DIV. (Anzeigeskala)	Anzeige des Zeitkoeffizienten. In den Sekunden- bereichen leuchtet zusätzlich die „sec“-Anzeige. Blinken der Anzeige = unkalibriert.	㉛ GD (Drucktaster + Anzeige)	Mit jedem Tastendruck umschaltend. GD (leuch- tet) = Signalweg aufgetrennt und Meßverstärker kurzgeschlossen. GD dunkel = Signal gelangt auf Meßverstärker.
⑭ VAR. 2.5:1 (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Vermindert Zeit- ablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 bei Links- anschlag. Für Zeitmessung auf Rechtsanschlag = kalibriert.	㉜ VOLTS / DIV. (Drucktaster und Anzeige)	Bestimmen des Ablenkoeffizienten für Kanal I (Ablenkempfindlichkeit). Linke Pfeiltaste betätigen = Empfindlichkeit verringern, Rechte Pfeiltaste betä- tigen = Empfindlichkeit vergrößern. Bereich von 20V/ cm bis 1mV/cm in 1-2-5 Schritten. Blinken der An- zeige = unkalibriert.
⑮ XY (Anzeige)	Leuchten der XY-Anzeige signalisiert XY-Betrieb, dabei keine Zeitkoeffizientenanzeige.	㉝ VAR. 2.5:1 (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Ver- mindert die Amplitude bei Linksanschlag um Fak- tor 2,5. Für Amplitudenmessung auf Rechtsan- schlag = kalibriert.
⑯ S/R 1-6 (Skala)	Speicherplatz-Anzeige wird mit Blinken einer Triggerkopplungsanzeige signalisiert.	㉞ CHI & CHII (Drucktaster + ADD-Anzei- ge)	Tasten zur Betriebsartbestimmung: Mono Kanal I, Mono Kanal II, DUAL und ADD (Algebr. Addition / Subtraktion). Betriebsartanzeige durch VOLTS / DIV.- und ADD-Anzeige. Im Yt leuchtet mindestens ein Ablenkoeffizient. Umschaltung von Mono I auf Mono II: CHII-Taste betätigen (ergibt DUAL), dann CHI drücken (schaltet Kanal I ab). Bei Mono und interner Triggerung folgt die Triggerquelle der Kanal- wahl. Additions-Betrieb aufrufen: CHI und CHII gleichzeitig drücken (ADD leuchtet); wieder beide Tasten gleichzeitig drücken schaltet ADD ab.
⑰ TRIG. (Anzeige)	Triggersignalanzeige leuchtet bei vorhandenem Triggersignal.		
⑱ Triggerkopplung (Anzeige)	Zeigt durch konstantes Leuchten die mit einer NORM-Taste (22) gewählte Triggerkopplung an: AC < 20 Hz bis 100 MHz, DC 0 bis 100MHz, HF 1,5 kHz bis 100 MHz, LF 0 bis 1,5 kHz, ~:Triggerung mit Netzfrequenz, Videosignaltriggerung pos. und neg. für TV-L (Zeile) und TV-F (Bild).		

Element	Funktion	Element	Funktion
35) TRIG. (Drucktaster + Anzeigen)	Triggerquellenumschaltung bei interner Triggerung. Bei DUAL-Betrieb mit jedem kurzen Tastendruck zwischen TRI (Kanal I = Triggerquelle) und TRII (Kanal II = Triggerquelle) umschaltend; langer Tastendruck = alternierende Triggerung (TRI und TRII leuchten). Erneuter Tastendruck schaltet alt. Triggerung ab. Bei externer Triggerung, XY- und COMP. TESTER-Betrieb unwirksam.	39) VOLTS / DIV. (Drucktaster)	Bestimmen des Ablenkkoeffizienten für Kanal II (Ablenkempfindlichkeit). Sonst wie (32).
36) INPUT CH II (BNC-Buchse)	Signaleingang Kanal II.	40) VAR. 2.5:1 (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Sonst wie (33)
37) AC / DC (Drucktaster + Anzeige)	Eingangssignalankopplung für Kanal II. Sonst wie (30).	41) EXT (Drucktaster + Anzeige)	Mit jedem Tastendruck zwischen interner und externer Triggerung umschaltend. Leuchtet die EXT-Anzeige, wird mit externem Signal an Buchse (44) getriggert.
38) GD (Drucktaster + Anzeige)	Mit jedem Tastendruck umschaltend. GD (leuchtet) = Signalweg aufgetrennt und Meßverstärker kurzgeschlossen. GD dunkel = Signal gelangt auf den Meßverstärker.	42) Y-POS.II (Drehknopf)	Mechanische Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal II.
		43) INV (Drucktaster + Anzeige)	Mit jedem Tastendruck umschaltende Polarität von Kanal II (nicht im XY-Betrieb). Sonst wie (28).
		44) TRIG. INP. (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal, wenn EXT-Anzeige leuchtet.



HAMEG[®]

Instruments

Oscilloscopes
Multimeters
Counters
Frequency
Synthesizers
Generators
R- and LC-
Meters
Spectrum
Analyzers
Power Supplies
Curve Tracers
Time Standards

Germany

HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 0
Telefax (069) 6780513

France

HAMEG S.a.r.l

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (9) 3 4301597
Telefax (9) 3 3212201

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582)413174
Telefax (01582)456416

United States of America

HAMEG, Inc.

1939 Plaza Real
OCEANSIDE, CA 92056
Phone (619) 630 4080
Telefax (619) 630 6507

HAMEG, Inc.

266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855

Hong Kong

HAMEG LTD

Flat 1, 4/F.
Crown Industrial Building
106 How Ming St., Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236