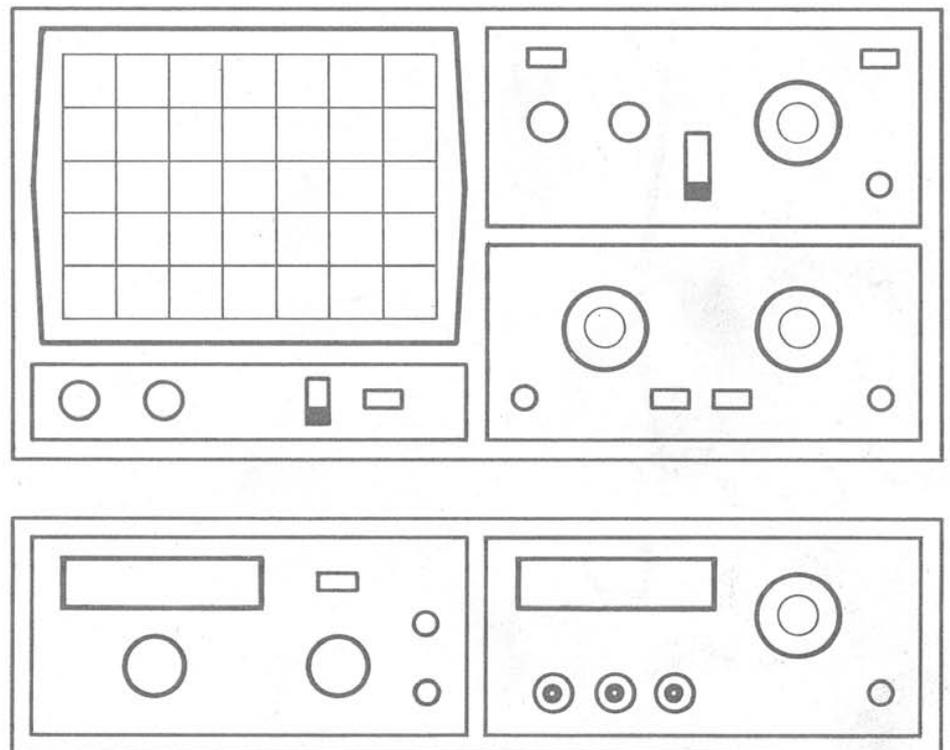


HAMEG

Instruments

MANUAL

Oszilloskop
HM1004/HM1505



Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung 2

Bedienungsanleitung

Allgemeines 5

Symbole 5

Aufstellung des Gerätes 5

Sicherheit 5

Betriebsbedingungen 5

Garantie 5

Wartung 6

Schutzschaltung 6

Netzspannung 6

Art der Signalspannung 7

Größe der Signalspannung 7

Gesamtwert der Eingangsspannung 8

Zeitwerte der Signalspannung 8

Anlegen der Signalspannung 9

Bedienelemente und Readout 10

Inbetriebnahme und Voreinstellungen 16

Strahldrehung TR 16

Tastkopf-Abgleich und Anwendung 16

Abgleich 1kHz 17

Abgleich 1MHz 17

Betriebsarten der Vertikalverstärker 17

XY-Betrieb 18

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur 18

Phasendifferenz-Messung
im Zweikanal-Betrieb (Yt) 19

Messung einer Amplitudenmodulation 19

Triggerung und Zeitablenkung 19

Automatische Spitzenwert-Triggerung 20

Normaltriggerung 20

Flankenrichtung 20

Triggerkopplung 20

TV (Videosignal-Triggerung) 21

Bildsynchronimpuls-Triggerung 21

Zeilensynchronimpuls-Triggerung 21

Netztriggerung 22

Alternierende Triggerung 22

Externe Triggerung 22

Triggeranzeige 22

Holdoff-Zeiteinstellung 22

B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung 23

AUTO SET 23

SAVE/RECALL 23

Testplan 24

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, 24

Linearität, Rasterverzeichnung 24

Astigmatismuskontrolle 24

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers 24

Abgleich des Vertikalverstärkers 24

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers 24

Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP.,
INVERT und XY-Betrieb 25

Kontrolle Triggerung 25

Zeitablenkung 25

HOLDOFF-Zeit 26

Korrektur der Strahlage 26

Oszilloskop HM1004/HM1505

Service Hinweis 26

Betriebsspannungen 26

Maximale und minimale Helligkeit 27

Astigmatismus 27

Triggerschwelle 27

Fehlersuche im Gerät 27

Austausch von Bauteilen 27

Abgleich 27

RS232-Interface - Fernsteuerung 29

Baudrateneinstellung 29

Datenübertragung 29

Zeichendefinition für Kommandos 29

Kommandotabelle HM 1004 29

Gerätedatenfeld (DDF) mit Einzelkommandos 30

READOUTdatenfeld (RODDF) 30

Gerätedatenfeld 1 (DDF1) mit Einzelkommandos 30

Bedienelemente HM1505 (HM1004) 31

Kurzanleitung HM1004/HM1505 32

Inbetriebnahme und Voreinstellungen 32

Betriebsart Vertikalverstärker 32

Betriebsart Triggerung 32

Messung 32



Herstellers
Manufacturer
Fabricant

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG[®]
Instruments

Bezeichnung / Product name / Designation:

Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope

Typ / Type / Type: HM1505

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

Unterschrift / Signature /Signature

Dr. J. Herzog
Technical Manager/Directeur Technique



Herstellers
Manufacturer
Fabricant

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG[®]
Instruments

Bezeichnung / Product name / Designation:

Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope

Typ / Type / Type: HM1004

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
18.06.1996

Unterschrift / Signature /Signature

Dr. J. Herzog
Technical Manager/Directeur Technique

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 Geschäftsbereich 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 Signale 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

Technische Daten

Vertikal-Ablenkung

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

Summe oder **Differenz** von K I und K II (beide Kanäle invertierbar)

XY-Betrieb: über Kanal I und Kanal II

Bandbreite: **HM1004** 2x 0-100MHz (-3dB)
HM1505 2x 0-150MHz (-3dB)

Anstiegszeiten: HM1004 <3,5ns, HM1505 <2,3ns

Überschwingen: max. 1%

Ablenkkoeffizienten: 14 kalibrierte Stellungen von **1mV/cm** bis **20V/cm** mit 1-2-5 Teilung variabel 2,5:1 bis mindestens **50V/cm**

Genauigkeit der kal. Stellungen:

1mV/cm - 2mV/cm: $\pm 5\%$ (0 bis 10MHz (-3dB))

5mV/cm - 20V/cm: $\pm 3\%$

Eingangsimpedanz: 1M Ω || 15pF

Eingangskopplung: DC-AC-GD

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

Verzögerungsleitung: ca. 70ns

Triggenung

Automatik(Spitzenwert): <20Hz-200MHz ($\leq 0,5$ cm)

Normal mit Level-Einstellung: **DC-250MHz** ($\leq 0,5$ cm)

Flankenrichtung: positiv oder negativ

ALT.-Triggenung: Triggenanzeige mit LED

Quellen: Kanal I oder II, K I alternierend K II,

Netz und extern. **Kopplung:** **AC** (10Hz-200MHz),

DC (0-200MHz), **HF** (1,5kHz-250MHz), **LF** (0-

1,5kHz). **NR** (Noise reject): DC-50MHz (≤ 8 mm)

Aktiver TV-Sync-Separator für Bild und Zeile

Triggenung extern: $\geq 0,3V_{SS}$ von DC bis 100MHz

Triggenung Zeitbasis B: mit Level-Einstellung

und Flankenwahl. DC-250MHz.

Horizontal-Ablenkung

Zeitbasis A: 22 kalibrierte Stellungen

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

Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: $\pm 3\%$

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

mit **X-Dehnung x10** bis **5ns/cm $\pm 5\%$**

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

Zeitbasis B: 18 kalibrierte Stellungen

von 20ms/cm bis 50ns/cm mit 1-2-5 Teilung,

Betriebsarten: **A / ALT / B, (Single nur 1505)**

Bandbreite X-Verstärker: 0-3MHz (-3dB).

Eingang X-Verstärker über Kanal II,

Ablenkkoeffizienten wie Kanal II,

X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120kHz.

Bedienung / Steuerung

Manuell über Bedienungsknöpfe

Auto Set(automatische Parametereinstellung)

Save und **Recall** für 10 Einstellprogramme

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

Fernbedienung HZ68 (optional).

Readout / Cursors

Anzeige der Meßparameter und diverser

Funktionen auf dem Bildschirm.

Cursormessungen von ΔU , Δt oder $1/\Delta t$ (Frequenz),

(Einzel oder im Tracking-Betrieb).

Separate Einstellung der Readout-Helligkeit

Verschiedenes

Röhre: D14-375GH, 8x10cm, Innenraster.

Beschleunigungsspannung: ca. 14kV

Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar

Kalibrator: Rechteckgenerator ($t_s < 4$ ns),

≈ 1 kHz/1MHz; 0,2V $\pm 1\%$

Netzanschluß: 100-240V $\pm 10\%$, 50/60Hz

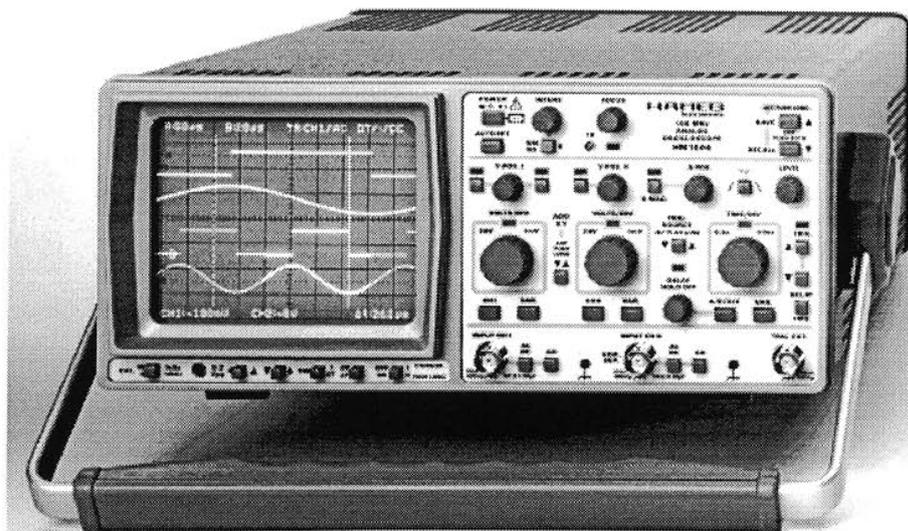
Leistungsaufnahme: ca. 35 Watt bei 50Hz

Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C

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

Gewicht: ca. 5,6kg. Farbe: techno-braun

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



100MHz Analog-Oszilloskop HM1004 & 150MHz Analog-Oszilloskop HM1505 mit Auto-Set, Save / Recall, Readout und Cursor

2 Kanäle, 1mV - 50V/cm mit Verzögerungsleitung, 1MHz Kalibrator

2 Zeitbasen bis 5ns/cm, alternierend und mit 2. Triggenung

Triggenung: DC -250MHz, TV-Sync. Separator. RS232-Schnittstelle

Die mit modernster Technik ausgestatteten Oszilloskope **HM1004** und **HM1505** verfügen über ein **prozessorgesteuertes System**, das vor allem die Bedienung weitgehend automatisiert. Dominierend sind dabei die "**Autoset**"- und "**Save/Recall**"-Funktionen, mit welchen auch ungeübte Personen die Geräte sehr leicht bedienen können. Selbstverständlich sind alle über "**Autoset**" gesetzten Meßparameter danach noch manuell veränderbar. Mit Hilfe der "**Save/Recall**"-Funktionen können **10 komplette Einstellprogramme inclusive Cursor** gespeichert und jederzeit wieder aufgerufen werden. Der Abruf ist auch über die Fernbedienung **HZ68** möglich.

Alle kalibrierten Werte und diverse Funktionen werden mit Hilfe der "**Readout**"-Funktion auf dem Bildschirm angezeigt. Für die genaue Ermittlung der Zeit-, Frequenz- und Amplitudenwerte stehen **2 Cursors** zur Verfügung.

Die hohe Übertragungsgüte der Meßverstärker mit **Verzögerungsleitung** erlaubt sowohl die **naturgetreue Darstellung** von impulsartigen Signalen, wie auch Aufzeichnungen mit dem **HM1004** bis in den Frequenzbereich um **200MHz** und dem **HM1505** bis über **250MHz**. Ebenso exzellent ist die Triggenung beider Geräte. Bereits ab 5mm Bildhöhe werden einwandfrei stehende Bilder dargestellt. Ferner gestattet die echte **2. Zeitbasis** mit Hilfe der **2. Triggenung** die Aufzeichnung stark gedehnter Signalauschnitte, auch wenn sie asynchron sind.

Als High-Tech-Geräte verfügen die Oszilloskope **HM1004** und **HM1505** selbstverständlich über ein Kalibrier-Menü. Mit diesem werden verschiedene Funktionen durch Tastendruck automatisch kalibriert. Für die Verwendung als Systemgeräte sind beide Typen mit einer **RS-232** Schnittstelle ausgerüstet. Als Zubehör werden Betriebsanleitung, Netzkabel und 2 Tastköpfe mitgeliefert.

Foto mit 1MHz Rechteck- und 200MHz Sinus-Signal, alternierend getriggert

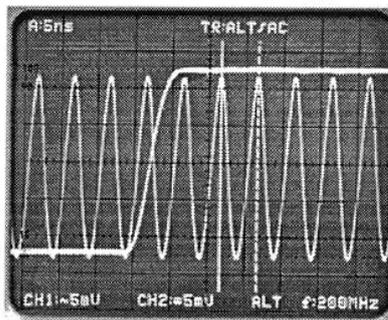
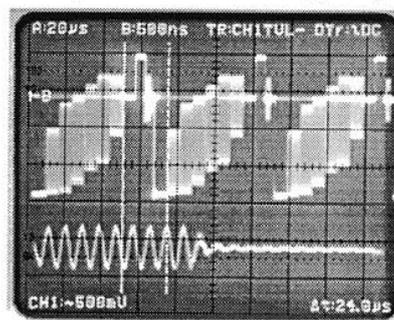


Foto eines FBAS-Signals mit Burst-Darstellung über Zeitbasis B u. 2. Triggenung

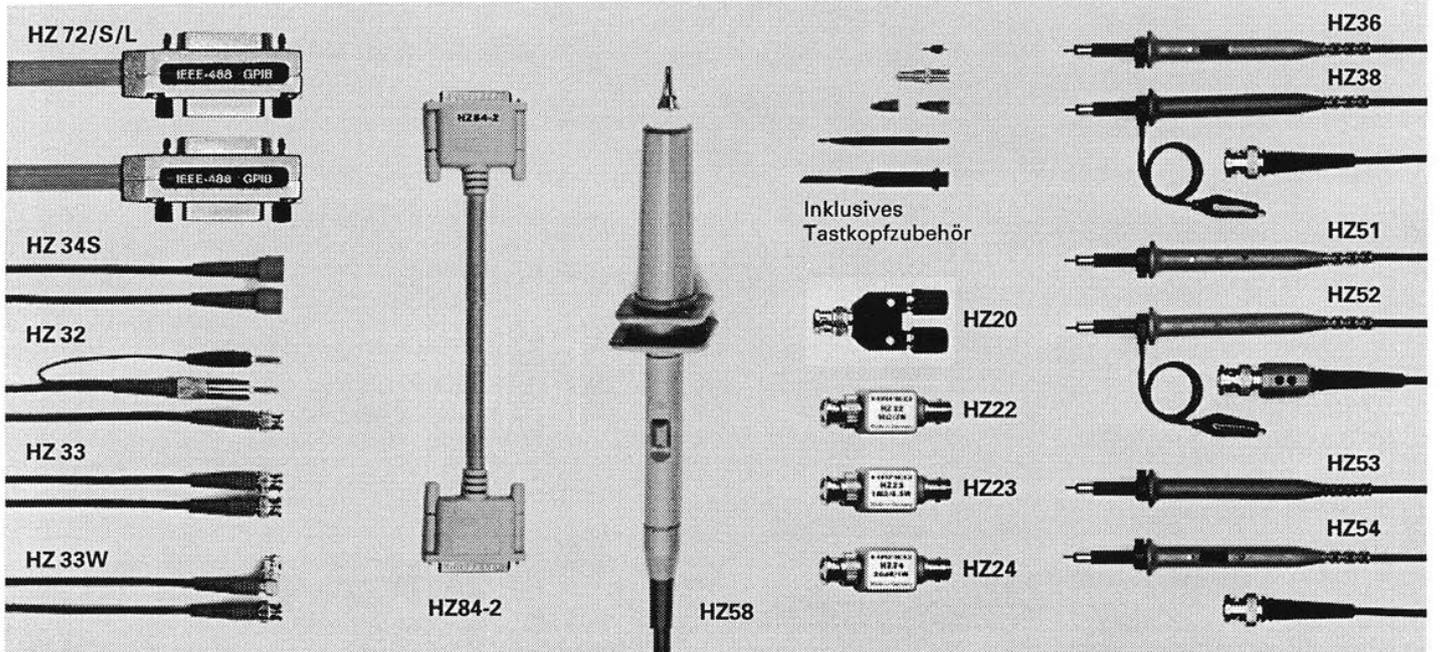
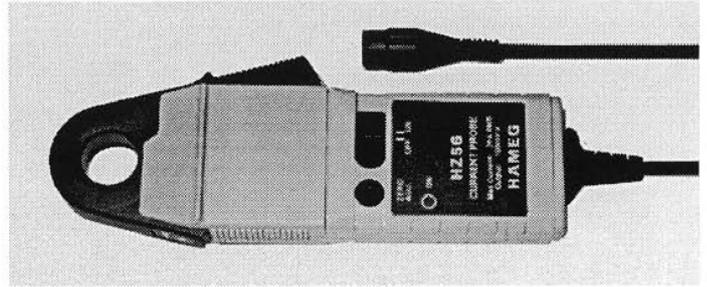


HZ 56 Gleich-/Wechselstrom-Meßzange

Das Prinzip dieser Gleich-/Wechselstrom-Meßzange basiert auf einem Halleffekt-Sensor. Über einen weiten Frequenzbereich sind Ströme von 1mA bis 30A Spitzenwert messbar. Auch bei komplexen Kurvenformen wird eine hohe Meßgenauigkeit erreicht. Die Spannung am Ausgang ist proportional zum gemessenen Strom und ideal zur Darstellung auf einem Oszilloskop geeignet. Die Sicherheitsnormen nach IEC 1010 werden eingehalten.

Technische Daten:

Strombereich: 20A DC / 30A AC
Genauigkeit: ±1% ±2mA
Spg.-Festigkeit: 3.7 kV, 50Hz, 1min.
Ausgabebereich: 100mV/A
Frequenzbereich: DC-100kHz
Auflösung: 1mA
Lastimpedanz: >100kΩ
Sonstiges: BNC-Kabel, 2m

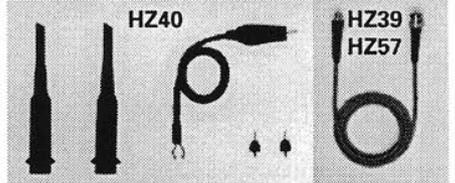


HZ20	Übergang BNC - Stecker auf 4mm Buchsen
HZ22	50Ω-Durchgangsabschluß 1GHz, 1W
HZ23	2:1 Vorteiler, BNC-Stecker/BNC-Buchse (nur für Servicezwecke)
HZ24	Dämpfungsglieder 50Ω; 3/6/10/20dB; 1GHz, 1W (4Stück) inkl. 1Stck. HZ22

HZ39 Ersatzkabel für HZ36
HZ57 Ersatzkabel für HZ51, 53, u. 54
 Diese Ersatzteile sind nur für ältere Modular-Tastköpfe
HZ40 Ersatzteilkit

Meßkabel

HZ32	Meßkabel BNC/Banane, 1m
HZ33	Meßkabel BNC/BNC, 50Ω, 0.5m
HZ33S	Meßkabel BNC/BNC, isoliert, 50Ω, 0.5m
HZ33W	Meßkabel BNC/BNC-Winkelstecker, 50Ω, 0.5m
HZ34	Meßkabel BNC/BNC, 50Ω, 1m
HZ34S	Meßkabel BNC/BNC, isoliert, 50Ω, 1m
HZ72S	IIEEE-488-Bus-Kabel, Länge 1m. Doppelt geschirmt
HZ72L	IIEEE-488-Bus-Kabel, Länge 1,5m. Doppelt geschirmt
HZ84	Drucker-Anschlußkabel (HD148) für HM205, HM408 und HM1007 bis 12/95
HZ84-2	Drucker-Anschlußkabel (HD148) für HM305, HM1007 (CE-Zeichen)
HZ84-3	Drucker-Anschlußkabel (HD148) 25pol. D-SUB-Stecker/ 26pol. Pfostenbuchse



Tasteteiler mit HF-Abgleich

Typ	Teiler- verhältnis	Bandbreite	Anstiegszeit	Eingangsimpedanz	Maximale Eingangsspannung
HZ36	1:1/10:1	10/100MHz	<35/3.5ns	1/10MΩ 57/12pF	(10:1) 600V (DC+peak AC)
HZ51	10:1	150MHz	<2.4ns	10MΩ 12pF	600V (DC+peak AC)
HZ52	10:1	250MHz	<1.4ns	10MΩ 10pF	600V (DC+peak AC)
HZ53	100:1	100MHz	<3.5ns	100MΩ 4.5pF	1200V (DC+peak AC)
HZ54	1:1/10:1	10/150MHz	<35/2.4ns	1/10MΩ 57/12pF	(10:1) 600V (DC+peak AC)

Spezial-Tastköpfe

HZ38	Demodulator-Tastkopf	0.1 - 500MHz	max. 200V (DC)
HZ58	HV-Tastteiler, 1000:1; R _i ca. 500MΩ; DC - 1MHz		max. 15kV (DC+peak AC)
HZ47	Lichtschutztubus für Oszilloskope HM205, 408, 604, 1005 und 1007		
HZ48	Lichtschutztubus für Oszilloskope HM303/4/5 und 1004/5-2		

HZ96 Oszilloskop-Tragetasche für HM203, 205, 408, 604, 1005, 1007, 2008

HZ97 Tragetasche für HM303, 304, 305, 1004, 1005-2 und HM5005 /6 /10

Für den Transport von Oszilloskopen oder Spektrumanalysen ist diese allseitig schützende Tragetasche stets empfehlenswert.



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

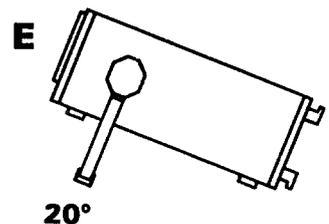
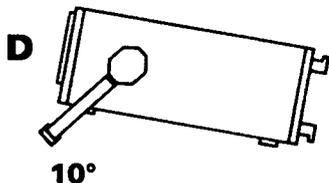
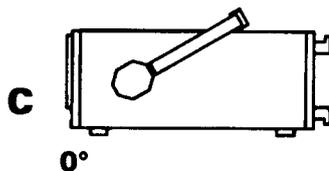
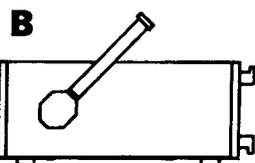
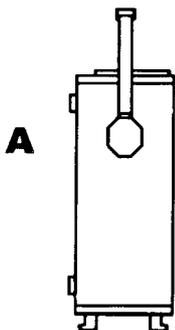


Erde

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 Laborgeräte, 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 entspricht).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von 0°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!

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit 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 intermittierenden 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

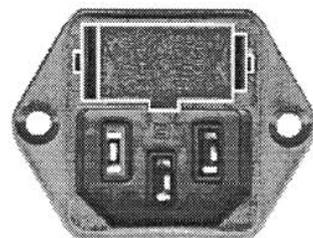
Das Gerät arbeitet mit Netzwechselfspannungen von 100V bis 240V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

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 möglich, 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.

Sicherungstypen:
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.



Art der Signalspannung

Die Oszilloskope HM1004 und 1505 erfassen praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 100MHz (-3dB) beim HM1004 (HM1505: 150MHz (-3dB)) und Gleichspannungen.

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. **40MHz** (HM1505: **ca. 70MHz**) zunehmender Meßfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. **80MHz** (HM1505: **ca. 110MHz**) 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 100MHz und 140MHz; HM1505: -3dB zwischen 150MHz und 170MHz**), ist der Meßfehler nicht so exakt definierbar.

Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die -6dB Grenze für den HM1004 sogar bei 160MHz, bzw. beim HM1505 bei 220MHz. 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 Oszillioskopieren 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 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 jeder Vertikalverstärker-Eingang eine **AC/DC**-Taste (**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

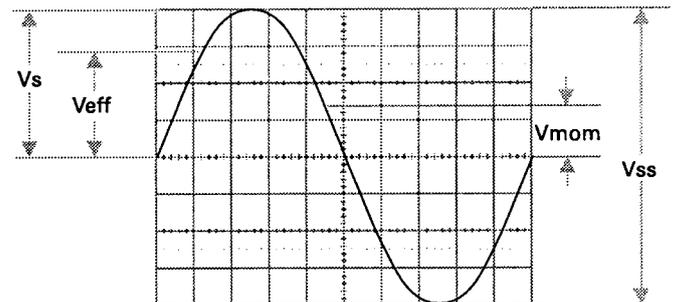
das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Die mit der **AC/DC**-Taste gewählte Eingangskopplung wird mit dem **READOUT** (Schirmbild) angezeigt. Das **=**-Symbol zeigt **DC**-Kopplung an, während **AC**-Kopplung mit dem **~**-Symbol angezeigt wird (siehe „**Bedienelemente und Readout**“).

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 mit dem **READOUT** (Schirmbild) der Ablenkoeffizient **1mV** angezeigt wird und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkoeffizienten sind in **mV_{ss}/cm** oder **V_{ss}/cm** angegeben. **Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren.

Für Amplitudenmessungen muß sich die Fein-Einstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit mindestens bis zum Faktor 2,5:1 verringert werden (siehe „**Bedienelemente und Readout**“). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit **Signale bis 400V_{ss}** darstellbar (Ablenkoeffizient auf **20V/cm**, Feineinstellung 2,5:1).

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 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.

Beispiel:

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

Eingangsspannung $U = 5\text{V}_{\text{ss}}$,
 eingestellter Ablenkoeffizient $A = 1\text{V/cm}$,
 gesuchte Bildhöhe $H = 5:1 = 5\text{cm}$

Signalspannung $U = 230\text{V}_{\text{eff}} \times 2\sqrt{2} = 651\text{V}_{\text{ss}}$
 (Spannung $>160\text{V}_{\text{ss}}$, mit Tastteiler 10:1 $U = 65,1\text{V}_{\text{ss}}$),
 gewünschte Bildhöhe $H = \text{mind. } 3,2\text{cm, max. } 8\text{cm}$,
 maximaler Ablenkoeffizient $A = 65,1:3,2 = 20,3\text{V/cm}$,
 minimaler Ablenkoeffizient $A = 65,1:8 = 8,1\text{V/cm}$,
einzustellender Ablenkoeffizient $A = 10\text{V/cm}$

Die vorherigen Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf ΔV -Messung geschalteten Cursors ermittelt werden (siehe „Bedienelemente und Readout“).

Die Spannung am Y-Eingang darf 400V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.

Ist das zu messende Signal eine Wechselfpannung die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselfpannung) ebenfalls + bzw. -400V (siehe Abbildung). Wechselfpannungen, 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 $1\text{M}\Omega$ Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator, 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 Wechselfpannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen $\geq 40\text{Hz}$ kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

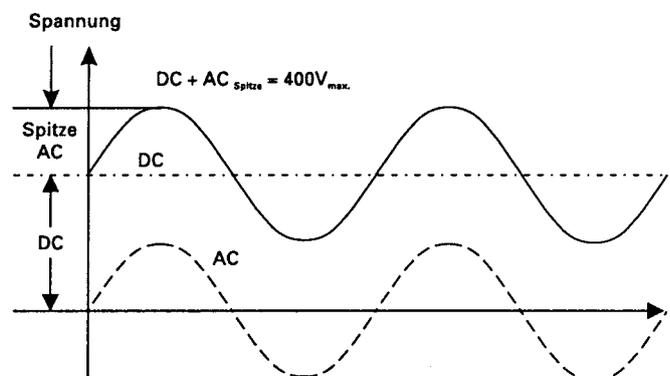
Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit HAMEG-Tastteilern 10:1 Gleichspannungen bis 600V bzw. Wechselfpannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200V_{ss} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselfpannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400V_{ss}

messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann.

Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

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 Wechselfpannung, 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 werden mit dem READOUT (Schirmbild) angezeigt und in **ms/cm, µs/cm** und **ns/cm** angegeben.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf ΔT - bzw. $1/\Delta T$ - (Frequenz) Messung geschalteten Cursors ermittelt werden (siehe „Bedienelemente und Readout“).

Die Dauer einer Signalperiode, bzw. eines Teils davon, ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß die Zeit-Feineinstellung kalibriert sein. Unkalibriert kann die Zeitablenkgeschwindigkeit mindestens um den Faktor 2,5:1 verringert werden. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung der Zeit-Ablenkoeffizienten 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:

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

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

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

- L** zwischen 0,2 und 10cm, möglichst 4 bis 10cm,
- T** zwischen 5ns und 5s,
- F** zwischen 0,5Hz und 100MHz,
- Z** zwischen 50ns/cm und 500ms/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** = 7cm, eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,1µs/cm, gesuchte Periodenzeit **T** = $7 \times 0,1 \times 10^{-6} = 0,7\mu s$ gesuchte Folgefrequenz **F** = $1:(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428\text{MHz}$.

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

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

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

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

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

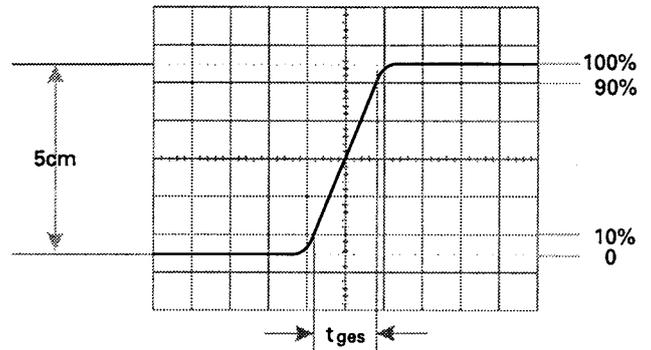
Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG. x10) arbeiten. Durch Drehen des X-POS.-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

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 Schreibhöhe 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 ($T=L \cdot Z$).
- Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von 5ns/cm ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{ges} = 1,6\text{cm} \times 5\text{ns/cm} = 8\text{ns}$$

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

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM1004 ca. 3,5ns; HM 1505 ca. 2,3ns) und t_t die des Tastteilers, z.B. = 2ns. Ist t_{ges} größer als 34ns, kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{8^2 - 3,5^2 - 2^2} = 6,9\text{ns}$$

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 Überschwüngen, 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

Ein kurzes Drücken der AUTO SET-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräte-einstellung zu erhalten (siehe „AUTO SET“). Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf spezielle Anwendungen, die eine manuelle Bedienung erfordern. Die Funktion der Bedienelemente wird im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ beschrieben.

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. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert. Dann ist der Ablenkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8cm hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Ist die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Zeit-Ablenkoeffizient, verdunkelt sich der Strahl. Dann sollte der Zeit-Ablenkoeffizient 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 geteilt 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 (>100kHz) 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 10Veff oder - bei Sinussignal - mit 28,3V_{ss} erreicht. Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ || 12pF bzw. 100MΩ || 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 Oszilloskops 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 Eingangswchselspannung** 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 und Readout

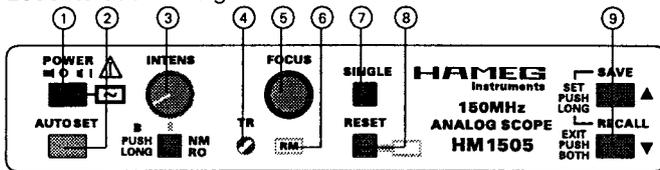
Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist am Ende des Anleitungstextes ein Frontbild vorhanden.

Bei eingeschaltetem Oszilloskop werden alle wichtigen Meßparameter-Einstellungen im Schirmbild angezeigt (Readout). Die auf der großen Frontplatte befindlichen Leuchtdiodenanzeigen beziehen sich auf Hilfsfunktionen mit geringerer Bedeutung. Fehlbedienungen und Endstellungen von Drehbereichen werden durch ein akustisches Signal angezeigt.

Bis auf die Netztaste (POWER), die Kalibratorfrequenz-Taste (CAL. 1kHz/1MHz), den FOCUS-Einsteller und den Strahldrehungs-Einsteller (TR), werden alle anderen Bedienelemente elektronisch abgefragt. Diese Funktionen und ihre Einstellungen können daher gespeichert bzw. gesteuert werden.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, in Felder aufgeteilt.

Oben rechts neben dem Bildschirm befinden sich, oberhalb der horizontalen Linie, folgende Bedienelemente und Leuchtdiodenanzeigen:



① **POWER** - Netz-Tastenschalter (wirkt nur mechanisch) mit Symbolen für Ein- (I) und Aus-Stellung (O). Eingerastet ist das Oszilloskop eingeschaltet und die ~ - LED leuchtet.

Das Oszilloskop enthält einen nichtflüchtigen Speicherbaustein, in dem die vor dem Ausschalten vorliegenden Geräteeinstellungen gespeichert werden. Mit dem erneuten Einschalten des Oszilloskops werden diese Einstellung wieder wirksam, wenn die Prüfroutine abgelaufen ist.

② **AUTO SET** - Drucktaste bewirkt automatische Geräteeinstellung (siehe „AUTO SET“). Die letzte vom Benutzer gewählte Yt-Betriebsart (CH I, CH II oder DUAL) wird nicht verändert. Sofern vorher alternierender Zeitbasis- (ALT) bzw. B-Zeitbasis-Betrieb vorlag, wird automatisch auf die A-Zeitbasis geschaltet.

③ **INTENS** - Drehknopf und darunter befindlicher Drucktaster. Mit dem INTENS-Drehknopf wird die Strahlhelligkeit und die Readouthelligkeit eingestellt. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Mit dem Drucktaster wird bestimmt, auf welche Funktion (Strahl der A-Zeitbasis, B-Zeitbasis oder Readout) der INTENS-Drehknopf wirkt.

Wird nur die A-Zeitbasis dargestellt, wirkt INTENS zunächst auf das Signal. Ein kurzes Betätigen der Drucktaste schaltet auf Readout-INTENS und links oben wird auf dem Schirmbild „INT RO“ eingeblendet. Ein nochmaliger kurzer Tastendruck schaltet zurück von Readout auf Signal. Wird bei Readout-INTENS der Knopf nach links gedreht, bis ein akustisches Signal ertönt, ist das Readout abgeschaltet. Damit können Interferenzen auf der Signaldarstellung, die wie beim gepchoppten DUAL-Betrieb auftreten können, vermieden werden.

Bei alternierendem Zeitbasis-Betrieb (A alternierend B) schaltet ein kurzer Tastendruck erneut auf Readout-INTENS. Ein langer Tastendruck schaltet die Strahlhelligkeitseinstellung für die Signaldarstellung der B-Zeitbasis ein und das Readout zeigt „INT B“ an. Um auf die Strahlhelligkeitseinstellung für die A-Zeitbasis umzuschalten, muß die Drucktaste kurz gedrückt werden. Liegt (nur) B-Zeitbasis-Betrieb vor, wirkt INTENS nur auf diese Darstellung. Erneut kann mit kurzem Tastendruck auf Readout-INTENS geschaltet werden.

Wenn Readout- oder B-INTENS aufgerufen wurden, aber keine Änderung am INTENS-Knopf erfolgte, schaltet sich die Funktion nach ca. 10 Sekunden automatisch auf A-Zeitbasis Signaldarstellung zurück.

④ **TR** - Strahldrehung (= trace rotation) mit Schraubenzieher (siehe „Strahldrehung TR“).

⑤ **FOCUS** - Strahlschärfereinstellung durch Drehknopf wirkt gleichzeitig auf Signaldarstellung und Readout.

⑥ **RM** - Fernbedienungs- (= remote control) LED leuchtet,

wenn das Gerät über RS232-Schnittstelle auf Fernbedienungs-Betrieb geschaltet wurde. Dann ist das Oszilloskop mit den elektronisch abgefragten Bedienelementen nicht mehr bedienbar. Dieser Zustand kann durch Drücken der AUTO SET-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS232-Schnittstelle verriegelt wurde.

⑦ **SINGLE** (nicht bei HM 1004)- Mit einmaligem Betätigen dieser Taste wird auf Einzel-Zeitablenkbetrieb geschaltet und das Readout zeigt oben rechts „SINGLE“. Befindet sich das Oszilloskop im XY-Betrieb, ist die SINGLE-Taste ohne Wirkung und es erfolgt der Warnton. Zusammen mit der RESET- (Taste) Funktion werden einmalige Zeitablenkvorgänge, wie sie z. B. für Schirmbildfotografien benötigt werden, ermöglicht.

Diese Funktion steht nur im A-Zeitbasis Betrieb zur Verfügung und schaltet daher aus A- alternierend B-Zeitbasis bzw. B-Zeitbasis automatisch auf nur A-Zeitbasis zurück.

Ist das Oszilloskop auf SINGLE geschaltet, bewirkt der nächste Tastendruck von SINGLE, daß diese Betriebsart verlassen wird.

⑧ **RESET** (nicht bei HM 1004)- Mit dieser Drucktaste wird, wenn SINGLE wirksam ist, die Triggerung aktiviert. Dann leuchtet die der RESET-Taste zugeordnete LED. Bei geeigneter Trigger-LEVEL- Einstellung löst das nächste Triggerereignis einen einmaligen Zeit-Ablenkvorgang aus und die RESET-LED erlischt. Danach kann mit der RESET-Taste die Triggerung erneut aktiviert werden.

Ist das Oszilloskop infolge der Zeitablenkkoeffizienten-Einstellung auf alternierenden DUAL-Betrieb geschaltet, ist es sinnvoll, auf gepchoppten DUAL-Betrieb zu schalten um beide Signale zeitgleich darzustellen.

⑨ **SAVE / RECALL** - Drucktasten für Geräteeinstellungen-Speicher.

Das Oszilloskop verfügt über 10 Speicherplätze. In diesen können alle elektronisch erfaßten Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen aufgerufen werden.

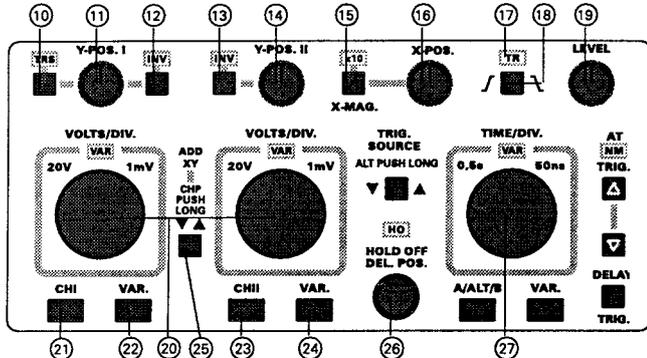
Um einen Speichervorgang einzuleiten, ist die SAVE-Taste zunächst einmal kurz zu betätigen. Im Readout oben rechts wird dann S für SAVE (= speichern) und eine Speicherplatzziffer zwischen 0 und 9 angezeigt. Danach sind die SAVE- und die RECALL-Taste zur Wahl des Speicherplatzes einzusetzen. Mit jedem kurzen Tastendruck auf SAVE (Pfeilsymbol nach oben zeigend) wird die aktuelle Ziffer schrittweise erhöht, bis die „Endstellung“ 9 erreicht wird. Sinngemäß wird mit jedem kurzen Tastendruck auf RECALL (Pfeil nach unten zeigend) die aktuelle Platzziffer schrittweise verringert, bis die „Endstellung“ 0 erreicht ist. Die Geräteeinstellung wird unter der gewählten Ziffer gespeichert, wenn anschließend die SAVE-Taste lang gedrückt wird.

Beim Aufruf von zuvor gespeicherten Geräteeinstellungen, ist zunächst die RECALL-Taste kurz zu drücken, und dann der gewünschte Speicherplatz zu bestimmen. Mit einem langen Tastendruck auf RECALL werden dann die früher gespeicherten Bedienelemente-Einstellungen vom Oszilloskop übernommen.

Achtung: Es ist darauf zu achten, daß das darzustellende Signal mit dem identisch ist, welches beim Speichern anlag. Liegt ein anderes Signal an (Frequenz, Amplitude) als beim Abspeichern, können Darstellungen erfolgen, die fehlerhaft sind.

Wurde SAVE oder RECALL versehentlich aufgerufen, schaltet das gleichzeitige Drücken beider Tasten die Funktion ab. Es kann aber auch ca. 10 Sekunden gewartet werden und die Abschaltung erfolgt automatisch.

Unterhalb des zuvor beschriebenen Feldes befinden sich die Bedien- und Anzeigeelemente für die Y-Meßverstärker, die Betriebsarten, die Triggerrichtung und die Zeitbasen.



⑩ **TRS** - Mit dem Drücken der Strahltrennung (= trace separation) -Taste leuchtet die zugeordnete LED, wenn alternierender Zeitbasisbetrieb (A alternierend B) vorliegt. Damit wirkt der Y-POS. I -Drehknopf als Y-Positionseinsteller für die B-Zeitbasis-Signaldarstellung. Ohne diese Funktion würden beide Signaldarstellungen (A und B) in der selben Y-Position gezeigt und die B-Zeitbasis-Signaldarstellung wäre nicht erkennbar. Die maximale Y-Positionsverschiebung beträgt ca. +/- 4 cm. Ein erneuter Tastendruck auf TRS schaltet die Funktion ab. Ohne Veränderung des Y-POS. I -Drehknopfs wird TRS nach ca. 10 Sekunden automatisch abgeschaltet.

⑪ **Y-POS. I** - Dieser Drehknopf dient dazu, die vertikale Strahlposition für Kanal I zu bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS. I und -II) wirksam.

⑫ **INV** - Mit Betätigen dieser Taste, die dem Y-POS. I -Drehknopf und somit Kanal I zugeordnet ist, leuchtet die LED auf und im Readout wird ein Strich über die Kanalangabe gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal I. Um diese Funktion zu verlassen, muß die Taste erneut betätigt werden; dann erlischt die LED und es erfolgt die Originaldarstellung. Wird nur Kanal II betrieben, ist die Taste wirkungslos.

⑬ **INV** - Mit Betätigen dieser Taste, die dem Y-POS. II -Drehknopf und somit Kanal II zugeordnet ist, leuchtet die LED auf und im Readout wird ein Strich über die Kanalangabe gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal II. Um diese Funktion zu verlassen, muß die Taste erneut betätigt werden; dann erlischt die LED und es erfolgt die Originaldarstellung. Wird nur Kanal I betrieben, oder liegt XY-Betrieb vor, ist die Taste wirkungslos.

⑭ **Y-POS. II** - Dieser Drehknopf dient dazu die vertikale Strahlposition für Kanal II zu bestimmen. Im Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS. I und Y-POS. II wirksam). Im XY-Betrieb ist dieser Drehknopf ohne Wirkung, für X-Positionsverschiebungen ist dann der X-POS. Drehknopf zu benutzen.

⑮ **X-MAG. x10** - Jeder Tastendruck schaltet die zugeordnete LED an bzw. ab. Leuchtet die x10 LED, erfolgt eine 10fache X-Dehnung. Die dann gültigen Zeit-Ablenkkoeffizienten werden oben links im Readout angezeigt. X x10 wirkt auf die A- und die B-Zeitbasis, also auch im alternierenden Zeitbasis-Betrieb. Bei eingeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende

Signalauschnitt mit dem X-POS. bestimmt werden. Je nach Einstellung, ist im alternierenden Zeitbasis-Betrieb der Hellsektor nicht sichtbar.

Im XY-Betrieb ist diese Taste wirkungslos.

⑯ **X-POS.** - Dieser Drehknopf bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung und ermöglicht es insbesondere, jeden Signalteil bei X x10 Dehnung darzustellen.

⑰ **TR** - Diese LED leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab.

⑱ **↗** - Die Flankenwahl-Taste bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalflanke die Triggerrichtung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird oben im Readout unter „TR: Triggerquelle, Flankenrichtung, Triggerkopplung“ angezeigt. Mit Umschalten auf alternierenden Zeitbasis- oder B-Zeitbasis-Betrieb bleibt die letzte Einstellung unter A-Zeitbasis-Bedingungen gespeichert und die Taste kann zur Triggerflankenwahl für die B-Zeitbasis benutzt werden.

⑲ **LEVEL** - Mit dem LEVEL-Drehknopf kann der Triggerpunkt, also die Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muß (abhängig von der Flankenrichtung) um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeleuchtet, welches den Triggerpegel anzeigt.

Die letzte A-Zeitbasis-bezogene Einstellung bleibt erhalten, wenn im alternierenden Zeitbasis- bzw. B-Zeitbasis-Betrieb auf getriggerten B-Zeitbasis-Betrieb geschaltet wird. Dann kann mit dem LEVEL-Einsteller der Triggerpegel, bezogen auf die B-Zeitbasis, eingestellt werden.

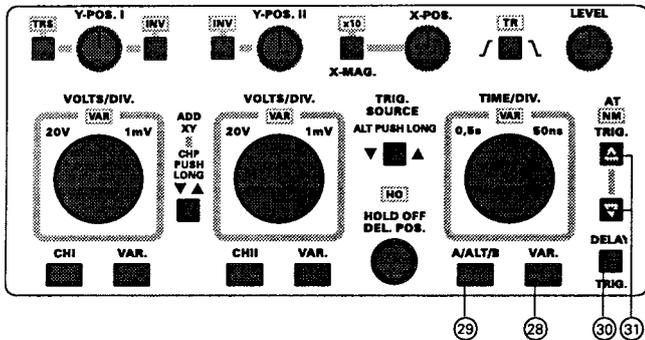
Befindet sich der Triggerpegel außerhalb des Schirmbildes bzw. würde er andere Readout-Informationen überschreiben, ändert sich das Symbol in einen Pfeil. Die Abschaltung des Triggerpegel-Symbols erfolgt in den Betriebsarten, in denen keine direkte Beziehung zwischen Triggersignal und Triggerpegel vorliegt.

⑳ **VOLTS/DIV.** - Für jeden Kanal steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, mit dem die Ablenkkoeffizienten-Einstellung vorgenommen wird. Selbstverständlich ist der Drehknopf nur wirksam, wenn der zugehörige Kanal aktiv geschaltet und der Eingang nicht abgeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. eingestellt werden, wenn die VAR-LED nicht leuchtet. In diesem Falle steuert der Drehknopf den Teilerschalter. Die Funktion als Feinsteller wird unter Punkt (22) VAR. beschrieben.

Der Ablenkkoeffizient des eingeschalteten Kanals wird unten im Readout angezeigt. Bei DUAL-, ADD- (Additionsbetrieb) und XY-Betrieb sind es beide Ablenkkoeffizienten. Die Anzeige des jeweiligen Kanals beginnt mit „CH1: Ablenkkoeffizient, Eingangskopplung“ bzw. „CH2: Ablenkkoeffizient, Eingangskopplung“. Nur im XY-Betrieb wird „CHY: ...“ bzw. „CHX: ...“ und damit die Wirkung angezeigt. Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „..“ ein „>“ Symbol angezeigt.

㉑ **CHI** - Mit dieser Drucktaste wird der Kanal I eingeschaltet und kann nur im DUAL-Betrieb, wenn beide Kanäle eingeschaltet sind, mit dieser Taste abgeschaltet werden.

DUAL (Zweikanal)-Darstellung umgeschaltet. In den Zeitbasisbereichen von 500ms/div. bis 500µs/div. wird die Kanalumschaltung während eines Zeit-Ablenkvorgangs ständig vorgenommen. Alternierende Kanalumschaltung erfolgt automatisch in den Zeitbasisbereichen von 200µs/div. bis 50ns/div.. Dabei wird während eines Zeit-Ablenkvorgangs nur ein Kanal dargestellt und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal. Ein langer Tastendruck auf die ADD -XY -Taste schaltet in die jeweils andere Zweikanal-Darstellungsart.



28) **VAR.** - Diese Drucktaste unter dem TIME/DIV.-Feld dient der Umschaltung der Drehknopffunktion in diesem Feld. Die folgende Beschreibung bezieht sich sowohl auf die A-Zeitbasis, als auch auf die B-Zeitbasis.

Die Drucktaste schaltet den TIME/DIV.-Drehknopf in seiner Funktion zwischen Zeit-Ablenkoeffizienten-Schalter und -Feinsteller um. Angezeigt wird dies mit der VAR -LED. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller, der zunächst noch kalibriert ist. Mit einem Rastschritt nach links erfolgt die Zeitablenkung unkalibriert. Im Readout wird dann anstelle „A:...“ nun „A>...“, bzw. statt „B:...“ nun „B>...“ angezeigt. Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verringerung des Ablenkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das „>“ Symbol wird durch das „:“ Symbol ersetzt.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges Drücken der VAR. -Taste - auf kalibrierte Zeitbasischalterfunktion umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED.

29) **A/ALT/B** - Das Oszilloskop verfügt über 2 Zeitbasen (A und B). Mit der B-Zeitbasis lassen sich Teile der A-Zeitbasis- Signaldarstellung vergrößert und, wenn eine geeignete Signalflanke vorliegt, auch getriggert darstellen. Das Verhältnis Zeit-Ablenkoeffizient A zu Zeitablenkoeffizient B bestimmt die Vergrößerung. Mit zunehmender Vergrößerung nimmt die Strahlhelligkeit der B-Darstellung ab.

Die A/ALT/B-Drucktaste bewirkt mit jedem Tastendruck das Umschalten der Zeitbasis-Betriebsart:

Von A-Zeitbasis auf ALT (alternierend A- und B-Zeitbasis) und B-Zeitbasis. Der alternierende Zeitbasis-Betrieb als Hilfsfunktion des B-Zeitbasisbetriebs anzusehen.

Der nächste Tastendruck schaltet wieder auf A-Zeitbasis-Betrieb zurück. Falls eine oder beide Zeitbasen unkalibriert betrieben werden, bleiben auch die unkalibrierten Einstellungen erhalten, wenn auf die nächste Zeitbasisbetriebsart umgeschaltet wird. Die VAR.-Funktion (Feineinstellung) wird nicht gespeichert und muß, falls

erforderlich, erneut gewählt werden. Andernfalls wirkt der TIME/DIV.-Drehknopf als Zeit-Ablenkoeffizientenschalter und kalibriert die nächste Einstellung.

Die aktuelle Zeitbasis-Betriebsart wird durch das Readout sichtbar gemacht. Ist nur die A-Zeitbasis in Betrieb, wird oben links auch nur „A.....“ angezeigt. Der TIME/DIV.-Drehknopf und die -VAR-Taste beeinflussen dann nur die A-Zeitbasis.

Bei ALT (alternierendem) -Zeitbasis-Betrieb zeigt das Readout die Zeit-Ablenkoeffizienten beider Zeitbasen („A.....“ und rechts daneben „B.....“) an. Der TIME/DIV.-Drehknopf und die -VAR-Taste beeinflussen dann nur die B-Zeitbasis. Bei ALT-Zeitbasisbetrieb wird ein Teil der A-Zeitbasis aufgehellt dargestellt (siehe „INTENS“). Die horizontale Position des aufgehellten Sektors ist mit dem DEL. POS.-Drehknopf kontinuierlich veränderbar, wenn die B-Zeitbasis im Freilauf-Betrieb arbeitet (siehe „HOLD OFF - DEL. POS.“). Der Zeit-Ablenkoeffizient der B-Zeitbasis bestimmt die Breite des aufgehellten Sektors. Nur der aufgehellte Signalteil wird mit der B-Zeitbasis dargestellt. Die vertikale Strahlposition der B-Zeitbasis kann in dieser Zeitbasis-Betriebsart verändert werden (siehe „TRS“).

Bei B-Zeitbasis-Betrieb erfolgt keine Darstellung der A-Zeitbasis, deren Zeit-Ablenkoeffizient dann auch nicht im Readout angezeigt wird. Die Signaldarstellung erfolgt in der Y-Position, die im A-Zeitbasis-Betrieb vorlag. Der TIME/DIV.-Drehknopf und die -VAR.-Taste beeinflussen in dieser Zeitbasisbetriebsart nur die B-Zeitbasis. Die Strahlhelligkeitseinstellung (INTENS) ist auf B geschaltet, kann aber mit einem kurzen Tastendruck auf das Readout umgeschaltet werden (siehe „INTENS“).

In beiden Varianten des B-Zeitbasisbetriebs (ALT und B) wird, wenn die B-Zeitbasis sich im Freilauf (ungetriggert) befindet, oben rechts im Readout die Verzögerungszeit (z.B. „Dt:400ns“) angezeigt (siehe „ DEL. POS.“). Sie bezieht sich auf die A-Zeitbasis und endet mit dem Beginn der Aufhellung. Ist die A-Zeitbasis unkalibriert, zeigt das Readout z.B. „Dt>400ns“.

In Verbindung mit SINGLE ist nur die A-Zeitbasis zu betreiben.

30) **DELAY TRIG.** - In den Zeitbasisbetriebsarten ALT und B kann die B-Zeitbasis Signaldarstellung auch getriggert erfolgen. Mit jedem Tastendruck auf die DELAY TRIG.-Taste wird zwischen Freilauf- und getriggertem B-Zeitbasis-Betrieb umgeschaltet.

Die Betriebsart wird oben rechts im Readout angezeigt. Im Freilaufbetrieb wird die Verzögerungszeit („Dt:...“) angezeigt. Mit Betätigen der DELAY TRIG.-Taste wird statt dessen „DTr: Triggerflankenrichtung, DC (Triggerkopplung)“ angezeigt. Die für die A-Zeitbasis gewählten Trigger-Parameter (LEVEL-Einstellung, Flankenrichtung und Kopplung) werden gespeichert und bleiben erhalten. Der Trigger-LEVEL und die -Flankenrichtung können nun, unabhängig von den vorherigen Einstellungen, für die B-Zeitbasis mit den selben Bedienelementen eingestellt werden. Normal-Triggerung und DC-Triggerkopplung sind für die Triggereinrichtung der B-Zeitbasis fest vorgegeben.

Bei geeigneter Einstellung wird auf die nächste geeignete Signalflanke, die nach Ablauf der im Freilauf eingestellten Verzögerungszeit (Anfang des Hellsektors) auftritt, getriggert. Bei mehreren Triggerflanken in der A-Zeitbasis Darstellung, erfolgt beim Drehen am DEL. POS.-Knopf nun die Verschiebung des Hellsektors nicht mehr

Damit wird verhindert, daß kein Kanal eingeschaltet ist. Wenn mit interner Triggerung und Triggerquelle „TR:CH1...“ gemessen wurde und Kanal I abgeschaltet wird, schaltet sich die Triggerquelle automatisch auf Kanal II um („TR:CH2...“). Im DUAL-Betrieb kann mit der TRIG. SOURCE- (Triggerquelle)-Taste bestimmt werden, welcher Kanal für die interne Triggerung benutzt werden soll.

- ②② **VAR.** - Da diese Drucktaste für jeden Kanal vorhanden ist und gleich wirkt, wird sie nur bezogen auf Kanal I beschrieben. Die Drucktaste schaltet den VOLTS/DIV. Drehknopf in seiner Funktion zwischen Teilerschalter und Feinsteller um. Angezeigt wird dies mit der **VAR** -LED. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller, der zunächst noch kalibriert ist.

Mit einem Rastschritt nach links ist die Signalamplitudendarstellung unkalibriert („CH1>...“). Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Ablenkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum durch ein akustisches Signal angezeigt wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht erfolgt die Verringerung des Ablenkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges Drücken der VAR. -Taste - auf kalibrierte Teilerschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das „CH1>...“ Symbol wird durch „CH1:...“ ersetzt.

- ②③ **CH II** - Mit dieser Drucktaste wird der Kanal II eingeschaltet und kann nur im DUAL-Betrieb, wenn beide Kanäle eingeschaltet sind, mit dieser Taste abgeschaltet werden. Damit wird verhindert, daß kein Kanal eingeschaltet ist. Wenn bei DUAL-Betrieb mit interner Triggerung und Triggerquelle „TR:CH2...“ gemessen wurde und Kanal II abgeschaltet wird, schaltet sich die Triggerquelle automatisch auf Kanal I um („TR:CH1...“). Im DUAL-Betrieb kann mit der TRIG. SOURCE (Triggerquelle)-Taste bestimmt werden, welcher Kanal für die interne Triggerung benutzt werden soll.

- ②④ **ADD XY** - Drucktaste schaltet, wenn DUAL-Betrieb vorliegt, mit kurzem Tastendruck auf Additionsbetrieb (ADD), dann auf XY-Betrieb (XY) und wieder auf DUAL-Betrieb. Bei DUAL-Betrieb wird, abhängig vom Zeit-Ablenkoeffizienten, alternierende (ALT) oder geschaltete (Chopper = CHP) Zweikanal-Darstellung vorgegeben. Unten im Readout wird dann „ALT“ oder „CHP“ angezeigt. Jeder lange Tastendruck schaltet zwischen „ALT“ und „CHP“ um. Auf Aditionsbetrieb (ADD) kann nur geschaltet werden, wenn zuvor DUAL-Betrieb vorlag. Im Additionsbetrieb wird das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet.

Liegt Einkanal-Betrieb CHI oder CHII vor, wird mit einem Tastendruck sofort auf XY-Betrieb geschaltet. Der nächste kurze Tastendruck schaltet auf den Einkanal-Betrieb zurück. Bei XY-Betrieb sind die gesamte obere Readoutzeile und das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet.

- ②⑤ **TRIG. SOURCE** - Die Anzeige der mit dieser Drucktaste gewählten Triggerquelle erfolgt oben im Readout unter „TR:Triggerquelle,.....“.

Im Einkanal-Betrieb kann mit jedem kurzen Tastendruck zwischen dem aktiven Kanal oder dem externen Triggereingang (TRIG.EXT.-Buchse) gewählt werden.

Bei DUAL- und ADD- (Additions) Betrieb wird mit jedem kurzen Tastendruck die Triggerquelle in der Reihenfolge CH1, CH2, EXT, CH1.. umgeschaltet.

Nur wenn DUAL-Betrieb vorliegt und weder alternierender Zeitbasis- (ALT) noch B-Zeitbasis-Betrieb vorliegt, kann mit einem langen Tastendruck auf alternierende Triggerung umgeschaltet werden. In dieser Betriebsart erfolgt die Triggerquellenumschaltung (CH1, CH2) synchron mit der Kanalumschaltung. Das Readout zeigt dann „TR:ALT....“.

Da die alternierende Triggerung auch alternierenden DUAL-Betrieb voraussetzt, wird diese Betriebsart automatisch eingeschaltet. Mit einem langen Tastendruck auf die Taste ADD XY kann zwar wieder auf gepochten DUAL-Betrieb geschaltet werden, doch dann wird die alternierende Triggerung zwangsweise abgeschaltet.

Bei alternierender und externer Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht angezeigt.

- ②⑥ **HOLD OFF DEL.POS.** - Dieser Drehknopf hat zwei vom Zeitbasisbetrieb abhängige Funktionen.

Wird nur die A-Zeitbasis betrieben, wirkt der Drehknopf als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei geringster Holdoff-Zeit leuchtet die oberhalb befindliche **HO**-LED nicht. Mit Rechtsdrehen leuchtet die HO-LED und die Holdoff-Zeit vergrößert sich, bis das Maximum erreicht wird und ein Signal ertönt. (Siehe „Holdoff-Zeiteinstellung“)

Im alternierenden A- und B-Zeitbasis-Betrieb, sowie im B-Zeitbasis-Betrieb, wirkt der Drehknopf als Verzögerungszeit-Einsteller. Die Verzögerungszeit wird im alternierenden A- und B-Zeitbasis-Betrieb auf dem Strahl der A-Zeitbasis durch den Anfang (links) eines Hellspektors sichtbar gemacht. Wenn die B-Zeitbasis im Freilauf (ungetriggert) arbeitet, wird die Verzögerungszeit oben rechts im Readout mit „Dt:...“ (Delay time = Verzögerungszeit) angezeigt. Sie bezieht sich auf den Zeit-Ablenkoeffizienten der A-Zeitbasis und dient lediglich als Hilfe zum Auffinden des z.T. sehr schmalen Hellspektors.

- ②⑦ **TIME/DIV.** - Mit dem, im TIME/DIV. Feld befindlichen, Drehknopf wird der Zeit-Ablenkoeffizient eingestellt und oben links im Readout angezeigt. Linksdrehen vergrößert, Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkoeffizienten. Die Einstellung erfolgt in 1-2-5 Folge und ist kalibriert, wenn die oberhalb des Drehknopfes befindliche VAR-LED nicht leuchtet (Zeitbasischalter-Funktion). Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeitbasischalter.

Bei A-Zeitbasis-Betrieb verändert der Drehknopf nur diese Zeitbasis. Ohne X Dehnung x10 können Zeit-Ablenkoeffizienten zwischen 500ms/div. und 50ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden.

In den Zeitbasisbetriebsarten ALT (A alternierend mit B) und B, ist mit dem Drehknopf der B-Zeit-Ablenkoeffizient von B zu bestimmen. Der Einstellbereich der B-Zeitbasis reicht von 20ms/div. bis 50ns/div., ist aber abhängig von der A-Zeitbasis. Es wird verhindert, daß der B-Zeit-Ablenkoeffizient größer als der A-Zeit-Ablenkoeffizient werden kann, da ein derartiger Betrieb keinen Sinn ergeben würde. Ist z.B. die A-Zeitbasis auf z.B. 200µs/div. geschaltet, läßt die B-Zeitbasis sich nicht auf 500µs/div. schalten. Beide Zeit-Ablenkoeffizienten würden 200µs/div. betragen. Mit einer Verringerung des Zeit-Ablenkoeffizienten der A-Zeitbasis auf z.B. 100µs/div. würde der B-Zeit-Ablenkoeffizient automatisch auch auf 100µs/div. geschaltet.

Wie unter ADD - XY bereits erwähnt, wird mit der Zeitbasis automatisch zwischen alternierender oder gepochter

kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend.

Wenn vor dem Umschalten auf Delay-Trigger das Triggerpegelsymbol am linken Bildrand mit dem Readout dargestellt wurde, wird es um den Buchstaben „B“ ergänzt und kann mit dem LEVEL-Knopf in seiner vertikalen Position verändert werden. Befindet sich das Triggerpegelsymbol im ALT-Zeitbasis-Betrieb außerhalb der Signal Darstellung der A-Zeitbasis, wird die B-Zeitbasis nicht getriggert. Deshalb erfolgt dann keine Darstellung der B-Zeitbasis. Im B-Zeitbasis-Betrieb verhält es sich nicht anders, nur wird dann entsprechend der Betriebsart, auch die A-Zeitbasis nicht dargestellt.

31 AT NM

TRIG. - Oberhalb der beiden mit TRIG. (Triggerung) gekennzeichneten Drucktasten befindet sich die NM-LED. Sie leuchtet, wenn mit dem gleichzeitigen Betätigen beider darunter befindlichen Drucktasten auf Normal-Triggerung geschaltet wurde. Mit dem nochmaligen gleichzeitigen Drücken beider Tasten wird auf automatische (Spitzenwert) -Triggerung zurückgeschaltet.

Wird nur eine der beiden TRIG.-Tasten betätigt, wird die Triggerkopplung (Signalankopplung an die Triggereinrichtung) umgeschaltet. Die Triggerkopplung wird oben im Readout angezeigt (TR:....., AC“).

Ausgehend von AC-Triggerkopplung bewirkt jeder Tastendruck auf die untere TRIG.-Taste ein Weiterschalten in der Folge:

- AC** - Wechsellspannungsankopplung
- DC** - Gleichspannungsankopplung (Spitzenwerterfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- NR** - Hochfrequenz-Rauschunterdrückung
- HF** - Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile
- LF** - Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile
- ~** - Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol), wird bei externer Triggerquelle nicht ermöglicht.

TVL - TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)

TVF - TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)

Die „Endstellungen“ AC bzw. TVF können nicht überschritten werden. Das Datenblatt enthält Angaben über das Frequenzverhalten der einzelnen Triggerkopplungsarten (AC bis LF).

In einigen Betriebsarten wie z.B bei alternierender Triggerung stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und sind daher nicht einschaltbar.

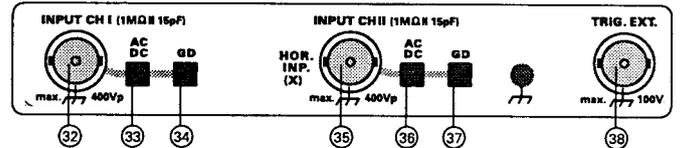
Die Spitzenwert-Erfassung (-Triggerung) wird bei automatischer Triggerung abhängig von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung zu- oder abgeschaltet. Der jeweilige Zustand wird durch das Verhalten des Triggerpegel-Symbols beim Ändern des LEVEL-Knopfes erkennbar:

1. Wird eine in Y-Richtung nicht abgelenkte Strahllinie geschrieben und bewirkt die Änderung des LEVEL-Drehknopfes praktisch keine Verschiebung des Triggerpegel-Symbols, liegt Spitzenwert-Triggerung vor.

2. Läßt sich das Triggerpegel-Symbol mit dem LEVEL-Drehknopf nur innerhalb der Grenzen der Signalamplitude verschieben, liegt ebenfalls Spitzenwert-Triggerung vor.

3. Die Spitzenwert-Triggerung ist abgeschaltet, wenn eine ungetriggerte Darstellung erfolgt, nachdem sich das Triggerpegel-Symbol außerhalb der Signal Darstellung befindet.

Im untersten Feld der großen Frontplatte befinden sich BNC-Buchsen und vier Drucktasten.



32 INPUT CH I - BNC-Buchse dient als Signaleingang für Kanal I. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden. Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den Y-Meßverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

33 AC DC - Drucktaste schaltet mit jedem Tastendruck von AC- (Wechsellspannung) auf DC- (Gleichspannung) Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~“ bzw. dem „=“ Symbol angezeigt.

34 GD - Wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt, ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt.

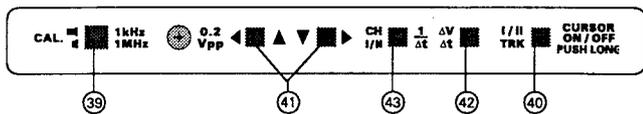
35 INPUT CH II - BNC-Buchse dient als Signaleingang für Kanal II. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden. Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den X-Meßverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

36 AC DC - Drucktaste schaltet mit jedem Tastendruck von AC- (Wechsellspannung) auf DC- (Gleichspannung) Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~“ bzw. dem „=“ Symbol angezeigt.

37 GD - Wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt, ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt.

38 TRIG. EXT. - BNC-Buchse dient als Signaleingang für externe Triggersignale. Die Trigger-Signalankopplung wird mit den beiden TRIG.-Drucktasten bestimmt. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

Unter der Strahlröhre befinden sich die Bedienelemente für Cursor-Messungen, sowie den Rechteckkalibrator und seine Buchse.



39 **CAL.** - Drucktaste mit zugeordneter Buchse. Entsprechend der Symbolik auf der Frontplatte, kann bei ausgerasteter Taste ein Rechtecksignal von ca. 1kHz mit einer Amplitude von 0,2V_{ss} entnommen werden. Mit eingerasteter Taste ändert sich die Frequenz auf ca. 1MHz. Beide Signale dienen der Frequenzkompensation von 10:1 Tastteilern.

40 **CURSOR ON/OFF I/II TRK** - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen. Wird die Drucktaste lang gedrückt, werden die Meß-Cursoren aus- oder eingeschaltet.

Bei eingeschalteten Cursoren bewirkt jeder kurze Tastendruck die Umschaltung des aktiven Cursors (I - II - TRK). Er ist daran erkennbar, daß er als durchgehende, punktierte Linie dargestellt wird. Der nicht aktive Cursor wird durch eine unterbrochene, punktierte Linie dargestellt. Im Falle dessen, daß beide Cursoren als durchgehende, punktierte Linien angezeigt werden, liegt TRK (Track = Spur) -Betrieb vor.

41 ◀▶▶▼ Pfeilsymbol-Drucktasten steuern die vertikale bzw. horizontale Position des aktiven Cursors. Die Bewegungsrichtung entspricht dem jeweiligen Symbol.

Sind beide Cursor aktiv (TRK), werden sie gleichzeitig bewegt. Die aus der Cursormessung resultierenden Ergebnisse werden unten rechts im Readout angezeigt.

42 **ΔV Δt** - Mit dieser Drucktaste werden die Cursoren zwischen Spannungs- und Zeit- bzw. Frequenz-Messung umgeschaltet. Bei Spannungsmessung werden die Cursoren im Readout als waagerechte Linien dargestellt. Werden die Cursoren als senkrechte Linien angezeigt, erfolgt eine Zeit- oder Frequenz-Messung. Die Umschaltung zwischen Zeit- und Frequenz-Messung kann mit der Taste „CHI/II / 1/Δ t“ vorgenommen werden. Im Readout unten rechts wird dann entweder „Δ t...“, oder „f...“ angezeigt.

Bei Additionsbetrieb (ADD) müssen beide Kanäle mit dem selben Ablenkkoeffizienten betrieben werden. Da, bedingt durch die Addition nur ein Signal dargestellt wird, entfällt die Möglichkeit, die Cursoren zwischen Kanal I und II umzuschalten. Bei Spannungsmessung wird deshalb „ΔV...“ angezeigt. Sind die Ablenkkoeffizienten unterschiedlich (z.B. ein Kanal unkalibriert), zeigt das Readout „CH1 < > CH2“ an.

43 **CHI/II - 1/Δ t** - Schaltet wenn DUAL-Betrieb in Kombination mit „ΔV“ (Spannungsmessung) zwischen den Ablenkkoeffizienten von Kanal I und II um. Das Meßergebnis wird unten rechts im Readout mit „ΔV1...“ oder „ΔV2...“ sichtbar gemacht. Dabei müssen die Cursoren natürlich auf das Signal des gewählten Kanals gestellt werden. Die angezeigte Spannung bezieht sich auf ungeteilt am Signal-Eingang anliegende Signale.

Bei Messungen mit einem Tastteiler, muß die angezeigte Spannung mit dem dem Teilungsverhältnis multipliziert werden.

Bei XY-Betrieb und „ΔV“ (Spannungsmessung) werden die

Cursoren beim Umschalten von CHI auf CHII von horizontal auf vertikal verlaufende Linien umgeschaltet. Gleichzeitig wird im Readout „ΔVY...“ und „ΔVX...“ angezeigt.

Nur wenn zuvor mit der Drucktaste ΔV - Δt auf Zeitmessung geschaltet wurde, kann mit der **CHI/II - 1/Δ t**-Taste zwischen Zeit- und Frequenz-Messung gewählt werden.

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 dann 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 vorhergehenden Ausschalten vorlagen. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizzeit kein Strahl bzw. das Readout sichtbar, sollte die **AUTO SET** -Taste betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS** - Knopf eine mittlere Helligkeit und am **FOCUS-Knopf** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte die Eingangskopplung auf **GD** (ground = Masse) geschaltet sein. Der Eingang ist dann abgeschaltet. 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 Mumetal-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit **TR** (4) bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubendreher möglich.

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

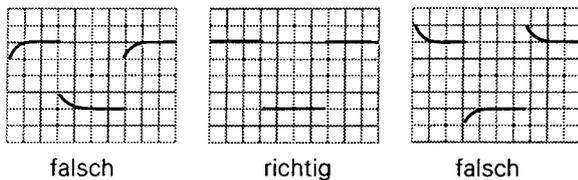
Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im Oszilloskop eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<4ns am 0,2V_{ss} Ausgang) und Frequenzen von ca. 1kHz oder 1MHz. Das Rechtecksignal kann der konzentrischen Buchse unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Sie liefert 0,2V_{ss} ±1% für Tastteiler 10:1. Die Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von 4cm Höhe, wenn der **Eingangsteiler** auf den Ablenkkoeffizienten 5mV/cm eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchse 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 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 kalibriert)**, Tastkopf (Teiler 10:1) in die **CAL.**-Buchse einstecken.



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 4cm \pm 1,2mm (= 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 Überschwängen, 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. 50 Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von 0,2V_{ss} abgibt. Der Kalibratorausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen, wenn die **CAL.**-Taste eingerastet ist (1MHz).

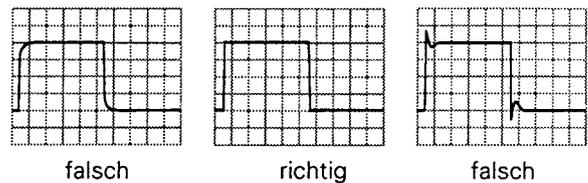
Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den **CH.I**-Eingang anschließen, nur Kalibrator-Taste 1MHz drücken, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.** auf **0.1 μ s/cm** stellen (beide kalibriert). Tastkopf in Buchse 0.2V_{pp} einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impulsdachecke 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 Überschwängen 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 Überschwängen 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 für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Drucktasten: CHI(21), CHII(23) und ADD - XY(24).

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ beschrieben.

Die gebräuchlichste Art der mit Oszilloskopen vorgenommenen Signaldarstellung ist der Yt-Betrieb. In dieser Betriebsart lenkt die Amplitude des zu messenden Signals (bzw. der Signale) den Strahl in Y-Richtung ab. Gleichzeitig wird der Strahl von links nach rechts abgelenkt (Zeitbasis).

Der bzw. die Vertikalverstärker bietet dabei folgende Möglichkeiten:

- Die Darstellung nur eines Signales im Kanal I-Betrieb.
- Die Darstellung nur eines Signales im Kanal II-Betrieb.
- Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL (Zweikanal)-Betrieb.

Beim ADD (Additions) -Betrieb werden zwei Signale addiert und die Summe (bzw. Differenz) als ein „Signal“ angezeigt.

Bei **DUAL**-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden hängt, von der Zeitbasis ab (siehe „Bedienelemente und Readout“). Die Kanalumschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten \geq 0.5ms/cm ist die alternierende Betriebsart

meistens nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen.

Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz, und entsprechend kleiner eingestellten Zeitkoeffizienten, ist die gepochte Art der Kanalschaltung meist nicht sinnvoll.

Liegt ADD-Betrieb vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert ($\pm 1 \pm 1$). 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.

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 Tasterteile nicht mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit **ADD - XY** bezeichnete Drucktaste (24).

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal II (**HOR. INP.** = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. 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!

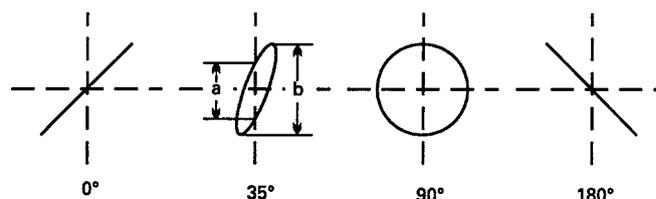
Der **XY**-Betrieb mit Lissajous-Figuren erleichtert oder

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:

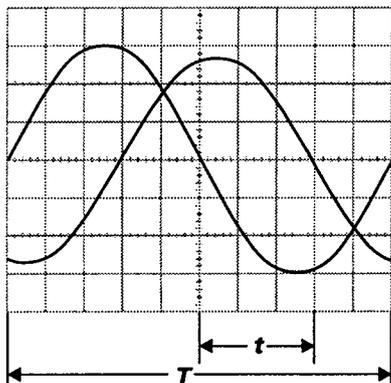
- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Die im **XY**-Betrieb benutzten Meßverstärker weisen mit zunehmender Frequenz eine gegenseitige 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 nachteilig. 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** (DUAL) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können ohne Einfluß auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger 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

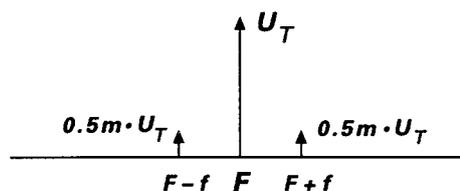
$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega) t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega) t$$

Hierin ist

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

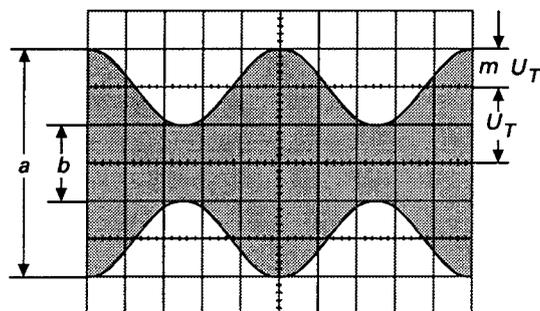
Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation

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

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:

- Kanal I-Betrieb. Y: CH.1; 20mV/cm; AC.
- TIME/DIV.: 0.2ms/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 für diese Funktionen wichtigsten Bedienelemente befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ beschrieben.

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 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 und das Signalbild stabil steht. Die interne Triggerschwelle ist mit $\leq 5\text{mm}$ spezifiziert. Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der entsprechenden 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.

Das Oszilloskop hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **AT - NM - TRIG.** (31) und **LEVEL** (19) unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Mit dem Betätigen der **AUTO SET** -Taste wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung und bei alternierender Triggerung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet, während die Trigger-Automatik erhalten bleibt.

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 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 ca. 100 : 1 ändern, ohne daß die Triggerung ausfällt.

Es ist dabei unter Umständen erforderlich, daß der **Triggerpegel-Einsteller** fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den **Triggerpegel-Einsteller** anders einzustellen.

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.

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

Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **AT - NM - TRIG.** (31) und **LEVEL** (19) unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinstellung (**VAR.**), die **HOLDOFF**-Zeiteinstellung und der **B-Zeitbasis**-Betrieb.

Mit Normaltriggerung und passender Triggerpegel-Einstellung kann die Auslösung, bzw. Triggerung der Zeitablenkung, an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Der mit dem Triggerpegel-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 Triggerpegel-Einstellung und/oder bei fehlendem Triggersignal wird die Zeitbasis nicht gestartet und es erfolgt keine Strahldarstellung.

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 Triggerpegel-Einstellers gefunden werden.

Flankenrichtung

Die mit der Drucktaste (18) eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird im Readout angezeigt. Siehe auch „Bedienelemente und Readout“. Die Flankenrichtungseinstellung wird durch **AUTO SET** nicht beeinflußt.

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Steigende Flanken liegen vor, wenn Spannungen vom negativen Potential kommend zum positiven Potential ansteigen. 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.

Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **AT - NM - TRIG.** (31) und **LEVEL** (19) unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Mit **AUTO SET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet. Die Durchlaß-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem „Datenblatt“ entnehmbar. Bei interner DC- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Triggerpegel-Einstellung gearbeitet werden.

Die Ankopplungsart und der daraus resultierende Durchlaß-Frequenzbereich des Triggersignals können mit der Triggerkopplung bestimmt werden.

AC: Ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb und oberhalb des Durchlaß-

Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Bei DC-Triggerung gibt es keinen unteren Durchlaß-Frequenzbereich, da das Triggersignal galvanisch an die Triggereinrichtung angekoppelt wird. Diese Triggerkopplung 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.

NR: Diese Triggerkopplungsart weist keinen unteren Durchlaß-Frequenzbereich auf. Sehr hochfrequente Triggersignale werden unterdrückt bzw. verringert. Damit werden, aus derartigen Signalanteilen resultierende, Störungen unterdrückt oder vermindert.

HF: Der Durchlaß-Frequenzbereich in dieser Triggerkopplungsart entspricht einem Hochpaß. HF-Triggerkopplung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Stabilität der Triggerung auswirkt.

LF: Mit LF-Triggerkopplung liegt Tiefpaßverhalten vor. Die LF-Triggerkopplung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Triggerkopplung, weil Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb des Durchlaß-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

~ (Netztriggerung) : siehe Absatz „Netztriggerung“

TVL (TV-Zeile): siehe folgenden Absatz, TV (Zeilensynchronimpuls-Triggerung)

TVF (TV-Bild): siehe folgenden Absatz, TV (Bildsynchronimpuls-Triggerung)

TV (Videosignal-Triggerung)

Mit der Umschaltung auf TVL und TVF, 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 (Trigger-) Flankenrichtung werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung maßgebend; dabei darf die Signal-darstellung nicht invertiert sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Meßpunkt positiver als der Bildinhalt, muß steigende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muß die fallende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung instabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst.

Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer 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 im zeitlichen Abstand von 64µs. 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.

Bildsynchronimpuls-Triggerung

Achtung: Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (gechoppten) **DUAL**-Betrieb, können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Es sollte dann auf alternierende DUAL-Betrieb umgeschaltet werden. Unter Umständen sollte auch das Readout abgeschaltet werden.

Es ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeit-Ablenkkoeffizient im TIME / DIV.-Feld zu wählen.

Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt. Am linken Bildrand ist ein Teil der auslösenden Bildsynchronimpulsfolge 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. Ist die kleinste HOLDOFF-Zeit eingestellt, **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.

Es können aber auch bei geeigneter Zeit-Ablenkkoeffizienteneinstellung zwei Halbbilder dargestellt werden. Dann kann im ALT-Zeitbasisbetrieb jede beliebige Zeile gewählt und mit der B-Zeitbasis gedehnt dargestellt werden. Damit lassen sich auch in den Zeilen vorkommende asynchrone Signalanteile darstellen.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann 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-Positionseinsteller** 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 (**siehe „Datenblatt“**) für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die 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

Diese Triggerart liegt vor wenn oben im Readout „TR:~“ angezeigt wird. Die Flankenrichtungstaste bewirkt eine Drehung des ~ -Symbols um 180°.

Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60Hz) genutzt.

Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Der Triggerpegel kann mit dem dafür vorgesehenen 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

Diese Triggerart kann mit der **TRIG. SOURCE** -Taste (25) eingeschaltet werden, wenn die Vorbedingungen erfüllt sind. Siehe „Bedienelemente und Readout“.

Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. Die alternierende Triggerung ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn die getriggerte Darstellung von zwei Signalen, die asynchron zueinander sind, erfolgen soll. Die alternierende Triggerung kann nur dann richtig arbeiten, wenn die Kanalumschaltung alternierend erfolgt. 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 Kanalumschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der **TRIG. SOURCE** -Taste (25) eingeschaltet. Mit der Umschaltung auf diese Triggerart, wird das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet.

Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die entsprechende BNC-Buchse kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung

von 0,3V_{ss} bis 3V_{ss} zur Verfügung steht, die synchron zum Meßsignal_{ss} 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; Phasensartigkeit 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 (Trigger) Flankenwahl die Darstellung des Meßsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt 100V (DC+Spitze AC).

Triggeranzeige

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die LED-Anzeige, die unter Punkt (17) im Absatz „Bedienelemente und Readout“ aufgeführt ist.

Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muß in ausreichender Amplitude (Triggerschwelle) am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpegel) muß es ermöglichen, daß Signalfanken den Triggerpegel 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

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **HOLD OFF / DEL.POS.** (26) unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen.

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 eine stabile Triggerung 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 Triggerpegel-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 die HOLD OFF-Zeit langsam zu erhöhen, 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 **Triggerpegel**-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des HOLD OFF-Einstellers vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte die HOLD OFF-Zeit unbedingt wieder auf Minimum zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

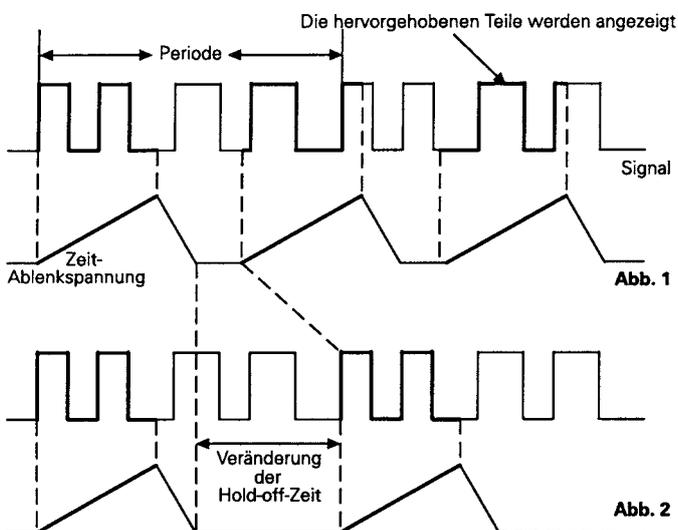


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

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.

B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen A/ALT/B (29), TIME/DIV. (27), HOLD OFF / DEL.POS. (26) und DELAY TRIG. (30) unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. 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 ablenkverzögerten B-Zeitbasis kann die

mit dieser Zeitbasis erfolgende Zeitablenkung ab dem Triggerpunkt der A-Zeitbasis um eine vorwählbare Zeit verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dem, gegenüber der A-Zeitbasis, verzögerten Start der B-Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen (Zeit-Ablenkoeffizient verringern). Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Bildhelligkeit. Wird das dargestellte Signal in X-Richtung unruhig dargestellt (jittern), besteht die Möglichkeit, dies durch nochmaliges Triggern nach Ablauf der Delay-Zeit zu verhindern.

AUTO SET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **AUTO SET** (2) unter „Bedienelemente und Readout“ zu entnehmen. Wie bereits im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ erwähnt, werden bis auf wenige Ausnahmen (**POWER**-Taste, Kalibratorfrequenz-Taste, sowie Focus- und **TR** (Strahlrehungs)-Einsteller) alle Bedienelemente elektronisch abgefragt und steuern die jeweiligen Baugruppen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt (Zeitbasis)-Betrieb, so daß in den meisten Fällen keine weitere manuelle Bedienung erforderlich ist.

Mit dem Betätigen der **AUTO SET**-Taste bleibt die zuvor gewählte 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, während im DUAL-Betrieb jedes Signal mit ca. 4cm Höhe dargestellt wird. Dieses, wie auch die Erläuterungen für die automatische 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 unterschiedlichen 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
- **Triggerpegel**-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkoeffizient(en) kalibriert
- A-Zeitbasis-Ablenkoeffizient kalibriert
- AC-Triggerkopplung
- B-Zeitbasis abgeschaltet
- **keine X-Dehnung x10**
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung

Die mit **AUTO SET** vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch **AUTO SET** elektrisch automatisch in die kalibrierte Einstellung geschaltet. Anschließend kann die Bedienung wieder manuell erfolgen. Die Ablenkoeffizienten 1mV/cm und 2mV/cm werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, im **AUTO SET**-Betrieb nicht gewählt.

SAVE/RECALL

Die genaue Beschreibung der Bedienelemente ist unter Punkt (9) im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ beschrieben. Mit **SAVE** und **RECALL** können 10 Geräteeinstellungen vom Benutzer abgespeichert bzw. aufgerufen werden. Es werden dabei alle Betriebsarten und elektronisch gesteuerten Funktionen erfaßt.

Testplan

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des Oszilloskops 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.

Die Service-Anleitung beschreibt in englischer Sprache den Abgleich des Oszilloskops und enthält die Schaltbilder und Bestückungspläne. Sie ist gegen eine Schutzgebühr von DM 25,- zuzüglich Mehrwertsteuer bei HAMEG erhältlich.

Es ist zunächst darauf zu achten, daß alle Ablenkoeffizienten kalibriert sind. **Dabei soll Mono-Kanal I-Betrieb mit AC-Triggerekopplung vorliegen.** Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 20 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre 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 der Vertikalverstärker. Die Intensitäts-Grundeinstellung (Arbeitspunkt) der Strahlröhre muß so eingestellt sein, daß kurz vor der Minimum-Stellung des **INTENS**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht. Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Strahlrücklauf 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. Das Trimm-Potentiometer (100k Ω für die Intensitäts-Grundeinstellung ist 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**-Knopfeinstellung 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 Astigmatismuskorrektur erforderlich. Hierfür befindet sich im Gerät ein Trimm-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 Strahlage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1cm. 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 Strahlage um nicht mehr als 5 mm verändern.

Abgleich des Vertikalverstärkers

Achtung: Eine auf nationale Normale rückführbare Kalibration ist nicht Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung. Wird eine derartige Kalibration gewünscht, ist das Oszilloskop an HAMEG einzusenden. Die Kalibration wird mit einem Werks-Kalibrierschein bestätigt und ist kostenpflichtig.

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß der Ablenkoeffizient kalibriert ist (VAR-LED dunkel) und DC-Eingangskopplung vorliegt.

Die Ausgangsbuchse des Kalibrators gibt eine Rechteckspannung von 0,2V_{ss} ($\pm 1\%$) 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. Abweichungen von maximal 0,2mm (2%) 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. Die vertikale Strahlage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkoeffizienten verändern.

In der Feineinstell-Funktion (VAR-LED leuchtet) läßt sich die Eingangsempfindlichkeit mindestens um den Faktor 2,5 verringern. 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: Ablenkoeffizient 5mV/cm (kalibriert); Signalkopplung auf DC.

Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. 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 1M Ω -Widerstand ($\pm 1\%$) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa **6,8pF**. 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 5mV/cm (kalibriert) auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen**; 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 0,5mm verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIME/DIV.-Einstellung** dabei auf **0.5ms/cm**. Signalkopplung auf GD; INTENS-Knopf auf maximale Strahlhelligkeit; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf +2cm, die andere auf -2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben.

Nicht mit dem Zeit-Feinsteller auf die Chopperfrequenz (ca. 500kHz) synchronisieren!

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

Bei XY-Betrieb muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von 4cm ergeben (50mV/cm-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung 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. Sie sollte 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)**. Dabei soll die **Triggerpegel-Einstellung so erfolgen, daß die Zeitbasis mit dem Nulldurchgang des Sinussignals gestartet wird**. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**NM-Anzeige leuchtet**) vorhanden ist. Hierbei muß eine **Triggerpegel-Einstellung** vorgenommen werden. **Durch Drücken der Flankenrichtungstaste** muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Das Oszilloskop muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5mm und AC- bzw. DC-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 200MHz einwandfrei intern triggern.

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

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Dabei ist die Triggerkopplung auf **TVL oder TVF zu schalten und ein geeigneter Zeit-Ablenkoeffizient einzustellen**. Die Flankenrichtung muß richtig gewählt sein. Sie gilt für beide Darstellungen (TVL und TVF).

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 beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf beim Umschalten der internen Triggerquelle von CHI auf CHII oder beim Umschalten der Triggerkopplung (TRIG.) von AC auf DC keine wesentliche Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der Netztriggerung (50-60Hz) in Stellung \sim 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.

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 100ms/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 Oszilloskops werden zwar mit $\pm 3\%$ angegeben; sie sind jedoch besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mindestens 10 Schwingungen, d.h. je 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 quartzgenauen 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 **Triggerpegel**-Einstellung gearbeitet werden sollte.

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

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

Mit X-Dehnung x10 (X-MAG. x10) erscheint nur alle 10cm ($\pm 5\%$) ein Kurvenzug (Zeit-Ablenkkoeffizient kalibriert; Messung 5µs/cm).

HOLDOFF-Zeit

Die Änderung der HOLD OFF-Zeit beim Drehen des betr. Knopfes ist ohne Eingriff in das Oszilloskop nicht zu kontrollieren. Immerhin kann die Strahlverdunklung (ohne Eingangssignal bei automatischer Triggerung) geprüft werden. Hierzu ist die kalibrierte TIME/DIV.-Einstellung 50ns/cm zu wählen. Dann soll bei minimaler HOLDOFF-Zeit der Strahl hell, bei maximaler HOLDOFF-Zeit dagegen merklich dunkler sein. Der HOLD OFF - DEL.POS.-Einsteller hat die Holdoff-Funktion wenn nur die A-Zeitbasis in Betrieb ist.

Korrektur der Strahlage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von $\pm 5^\circ$ zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 / D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß das mit TR bezeichnete Potentiometer (rechts neben dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem TR-Potentiometer etwas schräg nach beiden Seiten um die horizontale Rastermittellinie einstellen läßt. Bei geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Service Hinweis

Die folgenden Hinweise sollen dem Service-Techniker helfen, am Oszilloskop auftretende Abweichungen von den Sollwerten 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 zwei **Hutmutter** 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 das Oszilloskop 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 Netzleiterplatte, 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 gehärteten 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 Netztaaste 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 0,1Ω nicht überschreiten.

Betriebsspannungen

Alle Betriebsgleichspannungen im Oszilloskop werden bereits durch das Schaltnetzteil elektronisch stabilisiert. Die nochmals stabilisierte Spannung +12V ist einstellbar. Sie dient als Referenzspannung für die Stabilisierung der -6V und -2000V 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 befindet sich auf der CRT-Leiterplatte (Strahlröhrenhals) ein 100k Ω Trimm-Potentiometer. Es darf nur mit einem gut isolierten Schraubendreher betätigt werden. Der Abgleich muß so erfolgen, daß der unabgelenkte punktförmige Strahl mit dem INTENS.-Einsteller im X-Y-Betrieb gerade verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Auf der CRT-Leiterplatte (Strahlröhrenhals) befindet sich ein 47k Ω -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 Ω 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 kollaborierten 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. 52V. Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenkplattenspannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.

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

Das Oszilloskop verfügt über ein Kalibrations-Menü, das teilweise von Anwendern genutzt werden kann, die nicht über Präzisionsmeßgeräte bzw. -Generatoren verfügen.

Nach dem Einschalten des Oszilloskops und einer geringen Wartezeit, bis die Emission der Strahlröhren-Katode einsetzt, erscheint das „HAMEG Instruments“-Logo auf dem Leuchtschirm. Dann ist die AUTO SET-Taste so lange zu drücken, bis diverse Softwaretests beendet sind, in deren Verlauf auch die Softwareversion „Rel. xx“ angezeigt wird. Anschließend erscheint „CALIBRATION MENU“ auf dem Leuchtschirm und das Drücken der AUTO SET-Taste kann beendet werden.

Mit den Pfeilsymbol-Drucktasten (41) kann zwischen den einzelnen Menüpunkten gewählt werden. Das gewählte Menü wird durch eine höhere Strahlhelligkeit signalisiert und wird durch Drücken der CURSOR ON/OFF-Taste eingeschaltet (Anzeige auf dem Schirmbild: ON = ENTER). Das Menü kann mit einem kurzen Tastendruck auf die AUTO SET-Taste verlassen werden.

Folgende Menüpunkte können ohne spezielle Meß- und Prüfgeräte bzw. vorhergehende Abgleicharbeiten benutzt werden:

1. CH1 AMP (Meßverstärker Kanal I).
2. CH2 AMP (Meßverstärker Kanal II).
3. TRIGGER-AMP (Triggerverstärker).

Unter jedem der drei Menüpunkte werden Sollwertabweichungen der Verstärker korrigiert und die Korrekturwerte gespeichert. Bezüglich der Y-Meßverstärker sind dies die Arbeitspunkte der Feldeffekttransistoren, sowie die Invertierungs- und variable Verstärkungs-Balance. Beim Triggerverstärker werden die Gleichspannungsarbeitspunkte und die Triggerschwelle erfaßt. Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß auch diese automatisch durchgeführten Abgleicharbeiten nur erfolgen sollten, wenn das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht hat und die Betriebsspannungen offensichtlich fehlerfrei sind. Während des automatischen Abgleichs wird im Readout der Begriff „Working“ angezeigt.

Da zuvor einige andere, manuell durchzuführende Abgleicharbeiten erforderlich sind, wird dringend davon abgeraten, die Menüpunkte SWEEP-GENERATOR (Zeitbasisabgleich), Y1/2-GAIN (Verstärkungsabgleich) und Y1/2 POSITION (Strahlpositionsabgleich) zu benutzen.

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 Bedienelemente- 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. BEREICH: 110 Baud bis 19200 Baud (keine Parität, Datenlänge 8 Bit, 2 Stopbits). Mit dem ersten nach POWER-UP (Einschalten des Oszilloskops) gesendeten SPACE CR (20hex, ODhex) wird die Baudrate eingestellt. Diese bleibt bis zum POWER-DOWN (Ausmachen des Oszilloskops) oder bis zum Aufheben des Remote-Zustandes durch das Kommando RM=O, bzw. die Taste LOCAL (Auto-Range-Taste), wenn diese vorher freigegeben wurde, erhalten.

Nach Aufheben des Remote-Zustandes (RM-LED (6) dunkel) kann die Datenübertragung nur mit Senden von SPACE CR wieder aufgenommen werden.

Erkennt das Scope kein SPACE CR als erste Zeichen wird TxD für ca. 0.2ms auf Low gezogen und erzeugt damit einen Rahmenfehler.

Hat das Scope SPACE CR erkannt und seine Baudrate eingestellt antwortet es mit dem RETURNCODE O CR LF. Die Tastatur des Scopes ist danach gesperrt. Die Zeit zwischen Remote OFF und Remote ON muß mindestens

$$t_{\min} = 2 \cdot (1/\text{Baudrate}) + 60\mu\text{s}$$

Datenübertragung

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

Zeichendefinition für Kommandos

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

Kommandotabelle HM 1004

Kommando: PC→Scope	Rückgabe Scope→PC	Beschreibung
ID?	ID: Daten(CR LF)	Daten beinhalten: Gerätenamen; Hersteller
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
DDF?	DDF:[array]	fordert Geräte-Datenfeld an
DDF=[array]	[R](CR LF)	neues Datenfeld zum Scope
DDF1?	DDF1:[array]	fordert Geräte-Datenfeld 1 an
DDF1=[array]	[R](CR LF)	neues Datenfeld zum Scope
RODDF?	RODDF:[array]	fordert Read-Out-Geräte-Datenfeld an
RODDF=[array]	[R](CR LF)	neues RO-Datenfeld zum Scope
SAVEDF=[n]	[R](CR LF)	Speichert Gerätedatenfeld auf Speicherplatz n (0-9)
RECDF=[nl]	[R](CR LF)	liest Gerätedatenfeld von Speicherplatz n (0-9)
POSY 1?	POSY1:[array]	Abfrage CH1 Position 2 Byte (10 Bit)
POSY1=[array]	[R](CR LF)	Einstellung CH1 Position
POSY2?	POSY2:[array]	Abfrage CH2 Position 2 Byte (10 Bit)
POSY2=[array]	[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
VARTB1	VARTB1:[array]	Abfrage TB1 TIME-VAR 2 Byte (10 Bit)
VARTB1=[array]	[R](CR LF)	Einstellung TBI TIME-VAR
TRLEV?	TRLEV:[array]	Abfrage Trigger-Level 2 Byte (10 Bit)
TRLEV=[array]	[R](CR LF)	Einstellung Trigger-Level
XPOS?	XPOS:[array]	Abfrage X-Position 2 Byte (10 Bit)
XPOS=[array]	[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
HOMODE?	HOMODE:[b]	Abfrage Scope-Grundeinstellung horizontal
HOMODE=[b]	[R](CR LF)	Scope-Grundeinstellung
VEMODE?	VEMODE:[b]	Abfrage Scope-Grundeinstellung vertikal
VEMODE=[b]	[R](CR LF)	Scope-Grundeinstellung
TB1?	TB1:[b]	Abfrage Zeitbasis-Grundeinstellung
TB1=[b]	[R](CR LF)	Zeitbasis einstellen
TB2?	TB2:[b]	Abfrage Zeitbasis bei Verzögerung (DEL, DTR)
TB2=[b]	[R](CR LF)	Zeitbasis einstellen
TRIG?	TRIG:[b]	Abfrage Trigger-Parameter
TRIG=[b]	[R](CR LF)	Einstellung der Trigger-Parameter
TRVAL	TRVAL:[array]	liefert Spitzenwerte am Triggerverstärker, 16 Bit
TRVAL	TRVAL:[array]	fragt Signalamplitude am Ausgang Triggerverstärker 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

Kommando: PC→Scope	Rückgabe Scope→PC	Beschreibung
BELL=[a]	[R] (CF LF)	Tonausgabe 0 = Tasten OK Ton 1 = Tasten ERROR Ton 2 = ERROR (langer Ton) 3 = 2 kurze Töne 4 = 3 kurze Töne 5 = 6 kurze Töne

Kommandos bringen entweder Parameter zurück oder einen RETURNCODE im ASCII Format. 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 (DDF) 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 1mv/DIV = 0000 20V/DIV = 1101		
VEMODE	A-TR	0	CHOP	ADD	0	TR-SOURCE 00=Y1 01=Y2 1x=EXT	
TB1	0	RES	SING	TB-A	TIME Zähler 1-26 50ns/DIV = 00 bis 0,5s/DIV = 15hex		
TB2	B +/-	B-TR		TB-B	TIME Zaehler 1-26 50ns/DIV = 00 bis 20ms/DIV = 12hex		
HOMODE	0	XY	x10	0	0	DEL-MODE norm=00 search=01 del=10 deltr=11	
TRIG	± 1=INV	0	P-P	NORM	0	COUPLING 0-6 AC=00, DC=01 HF=02, LF=03 LINE=04 TV Bild=05 TV Zeile=06	
Y2 VAR	8 - Bit						
Y1 VAR	8 - Bit						
TRACE SEP	8 - Bit						
HOLD OFF	8 - Bit						
INTENS A	8 - Bit						
INTENS B	8 - Bit						
DREHGEB. MODE 1	POS1	POS2	TRIL	DEL	Y1-VAR	Y2-VAR	TB 00=TBA GROB 01=TBA FEIN 10=TBB GROB 11=TBB FEIN
DREHGEB. MODE 2	0	ERROR BELL 1=aus	Tasten BELL 1=aus	0	0	0	INTEN 00=INT A 01=INT RO 1x=INT B

READOUTdatenfeld (RODDF)

Kommando:D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
INT RO	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
RO MODE	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
CURSOR X1	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
CURSOR X2	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
CURSOR Y1	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
CURSOR Y2	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							

Gerätedatenfeld 1 (DDF1) mit Einzelkommandos

Kommando:D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
TR A LEV	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
TR A VAR	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
X POS	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
Y2 POS	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
Y1 POS	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
TR B LEV	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
TR B VAR	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							
DEL POS	0	0	0	0	0	0	H BYTE
L BYTE							

Das Datenfeld wird intern auf Widerspruchsfreiheit überprüft und im RETURNCODE protokolliert. Folgende RETURN-CODES (ASCII Zeichen) sind implementiert:

0 = no error 3 = buffer overflow
1 = syntax error 4 = bad data set
2 = data error 5 = adjust error

Des weiteren werden folgende Errormeldungen im Readout dargestellt:

0A = ERROR Abgleich Invertsymmetrie CH1

- ermittelt optimale Invertsymmetrie
- Wertebereich an IC3009B überschritten
- Einstellung an R2263 im Abschwächer

0B = ERROR Abgleich Invertsymmetrie CH2

- ermittelt optimale Invertsymmetrie
- Wertebereich an IC3009B überschritten
- Einstellung an R2268 im Abschwächer

0C = ERROR Abgleich Triggerarbeitspunkt CH1

- ermittelt Triggerarbeitspunkt bei HF und regelt diesen bei AC auf gleichen Wert
- Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
- Einstellung an T4023

0D = ERROR Abgleich Triggerarbeitspunkt CH2

- ermittelt Triggerarbeitspunkt bei HF und regelt diesen bei AC auf gleichen Wert
- Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
- Einstellung an T4023

0E = ERROR Abgleich Triggerarbeitspunkt bei XY

- stellt Triggerarbeitspunkt bei XY auf 2,5V
- Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
- Einstellung an T4023

0F = ERROR Abgleich Abschwächer DC Arbeitspunkt CH1

- ermittelt Abschwächer Arbeitspunkt bei GND = ON und regelt diesen bei GND = OFF auf gleichen Wert
- Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
- Einstellung an R2261

10 = ERROR Abgleich Abschwächer DC Arbeitspunkt CH2

- ermittelt Abschwächer Arbeitspunkt bei GND = ON und regelt diesen bei GND = OFF auf gleichen Wert
- Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
- Einstellung an R2270

11 = ERROR Abgleich Variable Gain Balance CH1

- ermittelt optimale Var. Gain Balance
- Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
- Einstellung an R2057

- 12 = ERROR Abgleich Variable Gain Balance CH2**
 - ermittelt optimale Var. Gain Balance
 - Wertebereich an TRGMP (R4041) überschritten
 - Einstellung an R2165

- 13 = ERROR PP Spannung**
 - PP Spannung ungleich 0 Volt

- 14 = ERROR Abgleich CH1/2 Strahlposition**
 - Strahlposition überschreitet Wertebereich

- 15 = ERROR Arbeitspunkt Y Dif. OV (IC3009B)**
 - Wertebereich am IC3009B.7 ist überschritten

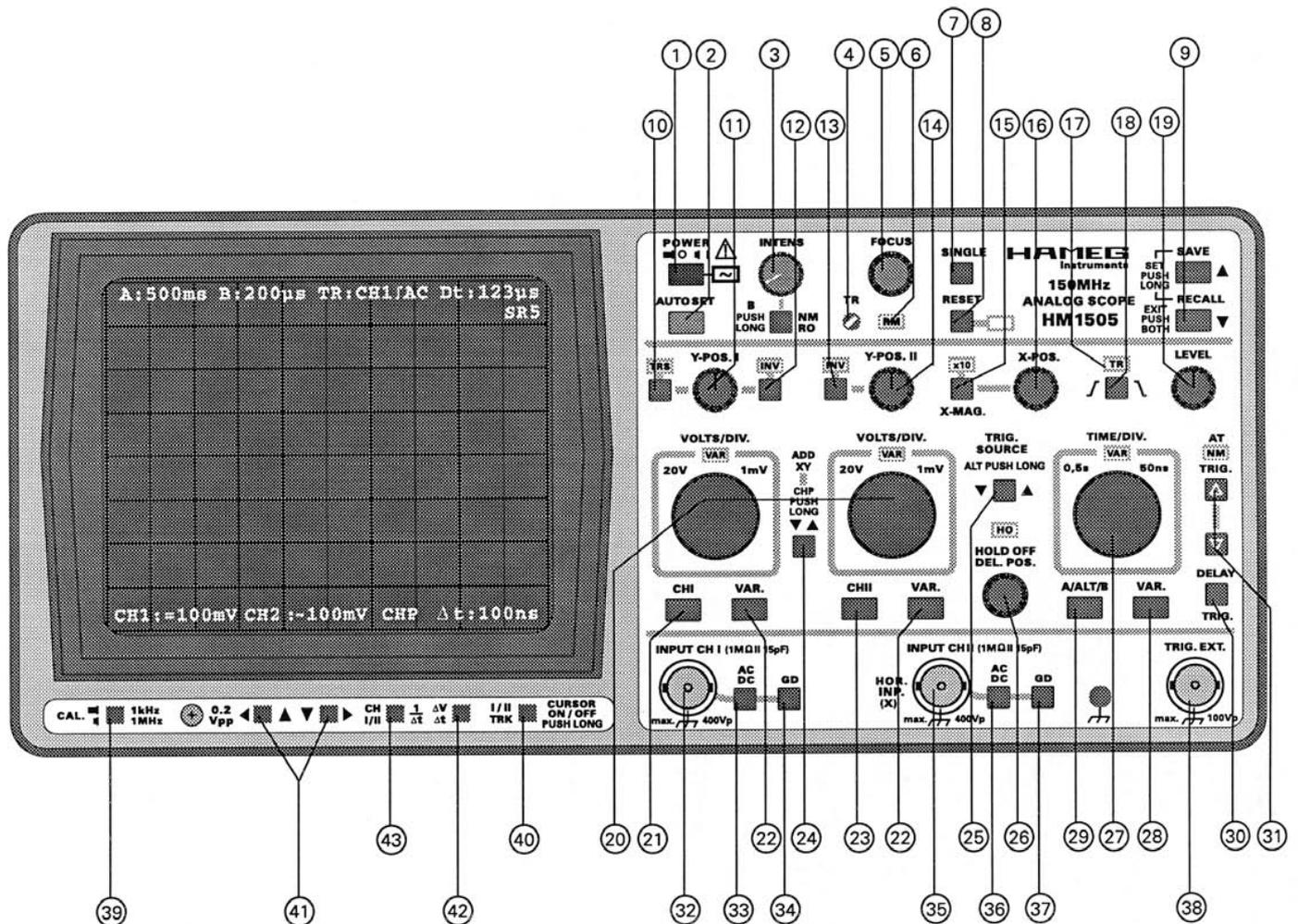
- 17 = ERROR Trigger Offsetabgleich**
 - Triggerkomparator kippt nicht

Bedienungselemente HM1505 (HM1004)



Achtung:

Pos. ⑦ und ⑧ sind nicht im HM1004 enthalten!



Kurzanleitung HM1004/HM1505

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).

Gerät an Netz anschließen, Netztaaste (**POWER**) - oben rechts neben dem Bildschirm - drücken. Symbol: **I = EIN**.

Gerät übernimmt die Einstellungen, welche beim Ausschalten vorlagen.

Betriebszustand wird durch Readout und LED(s) angezeigt.

Zeitlinie(n) mit Knopf **INTENS** auf mittlere Helligkeit einstellen.

Falls keine Zeitlinie sichtbar, durch **AUTO SET** drücken auf Zeitbasis (**Yt**)-Betrieb schalten. **AUTO SET** schaltet auf: AC-Eingangskopplung, interne Triggerung mit AC-Triggerkopplung, A-Zeitbasis, mittlere Strahl- und Readout-Intensität.

INTENS-Taste bestimmt Wirkung des INTENS-Knopfes (Signal A- oder B-Zeitbasis bzw. Readout).

Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie(n) scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I (**Mono I**): Taste **CHI** betätigen, damit im Readout „CH1...“ angezeigt wird. Ist auch Kanal II eingeschaltet (Readout: „CH2...“), zum Abschalten einmal Taste **CHII** betätigen.

Kanal II (**Mono II**): Taste **CHII** betätigen, damit im Readout „CH2...“ angezeigt wird. Ist auch Kanal I eingeschaltet (Readout: „CH1...“), zum Abschalten einmal Taste **CHI** betätigen.

DUAL (Kanal I und Kanal II): Tasten **CHI** und **CHII** so betätigen, daß beide Kanäle im Readout angezeigt werden. Zusätzlich wird **ALT** (alternierend) oder **CHP** (geschaltet = Chopper) signalisiert. Langer Tastendruck auf **ADD-XY** schaltet von **ALT** auf **CHP** bzw. umgekehrt.

Addition:

Kanäle **I+II** oder **-I-II** (Summe): Bei **DUAL**-Betrieb Taste **ADD-XY** einmal kurz drücken (Readout unten: **ADD**). **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 Taste **ADD-XY** einmal kurz drücken (Readout unten: **ADD**). **INV**-Tasten so betätigen, daß nur die **INV**-Anzeige von Kanal I oder Kanal II leuchtet.

Verlassen des Additionsbetriebes mit kurzem Betätigen der Taste **ADD-XY**, schaltet auf **XY**-Betrieb (Readout unten: **XY**).

Der nächste kurze Tastendruck auf **ADD-XY** schaltet auf **DUAL**-Betrieb.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit beiden **TRIG**-Tasten wählen:

NM-Anzeige dunkel = Automatische (Spitzenwert-) Triggerung <20Hz - 100MHz.

NM-Anzeige leuchtet = Normaltriggerung.

Trigger-Flankenrichtung: mit \nearrow / \searrow -Taste wählen. Anzeige oben im Readout unter „TR...“ / = steigende Flanke, \searrow = fallende Flanke.

Interne Triggerung: Im Einkanal-Betrieb (Mono) automatisch dem gewählten Kanal entsprechend und durch

„TR:CH1...“ bzw. „TR:CH2...“-Anzeige signalisiert.

Bei **DUAL**- und Additions (**ADD**)-Betrieb mit kurzem Tastendruck auf **TRIG. SOURCE** zwischen „TR:CH1...“ (interne Triggerquelle = Kanal I) und **TRII** (interne Triggerquelle = Kanal II) umschaltend. Dann „TR:EXT...“ (externe Triggerquelle) und danach wieder „TR:CH1...“.

Interne alternierende Triggerung: Bei **DUAL**-Betrieb mit langem Tastendruck auf **TRIG. SOURCE** auf Anzeige „TR:ALT...“ schalten.

Kanalumschaltung erfolgt automatisch alternierend (Readout unten: **ALT**). Abschalten der alternierenden

Triggerung durch erneutes langes Betätigen von **TRIG. SOURCE**.

Externe Triggerung: **TRIG. SOURCE**-Taste kurz betätigen, bis Readout oben „TR:EXT...“ anzeigt; Trigger-Signal (0,3Vss - 3Vss) an Buchse **TRIG. EXT.** legen.

Netztriggerung: Mit oberer oder unterer **TRIG**-Taste das \sim Symbol (Readout oben „TR:~“) wählen. Die **TRIG. SOURCE** ist dann unwirksam.

Triggerkopplung mit oberer oder unterer **TRIG**-Taste AC - DC - NR - HF - LF - \sim - TVL - TVF wählen.

Frequenzbereiche der Triggerkopplung: **AC** von 10Hz bis 200MHz; **DC** von 0 bis 200MHz;

NR (Noise reject = Rauschunterdrückung) 0 bis 50MHz; **HF** von 1,5kHz bis 200MHz; **LF** von 0 bis 1,5kHz.

TVL zum Triggern mit Zeilen-Synchronimpulsen von Videosignalen.

TVF zum Triggern mit aufbereiteten Bild-Synchronimpulsen von Videosignalen.

Dabei richtige Flankenrichtung mit \nearrow / \searrow (Flankenrichtungs)-Taste wählen.

Synchronimpuls oben entspricht „TVL+“ bzw. „TVF+“, unten entspricht „TVL-“ bzw. „TVF-“.

Triggeranzeige beachten: **TR-LED** über \nearrow / \searrow -Taste.

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** (\sim) oder **DC** (=) schalten (z.B. CH1:5mV=),

Signal mit - im **VOLTS / DIV.**-Feld befindlichem - Drehknopf auf gewünschte Bildhöhe einstellen (**VAR-LED** mit **VAR**-Taste abschalten),

Zeitkoeffizienten mit - im **TIME / DIV.**-Feld befindlichem - Drehknopf wählen (**VAR-LED** mit **VAR**-Taste abschalten).

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

Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit verlängerter **HOLD OFF**-Zeit oder B-Zeitbasis triggern.

Amplitudenmessung mit abgeschalteter Y-Feinstellerfunktion (**VAR-LED** mit **VAR**-Taste abschalten = kalibriert).

Zeitmessung mit abgeschalteter Zeit-Feinstellerfunktion (**VAR-LED** mit **VAR**-Taste abgeschaltet = kalibriert).

X-Dehnung x10: Taste **X-MAG.** betätigen, so daß x10 leuchtet.

Ausschnittvergrößerung mit Ablenkverzögerung und evtl. Nachtriggerung:

Nur „A:...“ oben links im Readout: bedeutet A-Zeitbasis-Betrieb.

Jeder Tastendruck auf die **A/ALT/B**-Taste schaltet in die nächste Zeitbasis-Betriebsart und zurück auf A.

Beide Zeitbasisanzeigen (A: und B:) im Readout bedeutet: alternierender Betrieb beider Zeitbasen. Strahltrennung (**TRS**) von A und

B erfolgt automatisch. Auch manuell mit **Y-POS.** I veränderbar, wenn **TRS-LED** leuchtet.

Mit **DEL. POS.** Hellsektorposition auf A-Darstellung bestimmen. B-Darstellung zeigt diesen Ausschnitt gedehnt.

DELAY TRIG.-Taste schaltet zwischen B-Freilauf („Dt...“) und getriggelter B-Zeitbasis („DTr...“), dann Trigger **LEVEL** und \nearrow / \searrow (Flankenrichtung) für B einstellbar.

TIME/DIV.-Drehknopf wirkt bei alt. Zeitbasisbetrieb auf B.

Nächster Tastendruck auf **A/ALT/B**-Taste schaltet A-Zeitbasis und **TRS** ab und Signal in die richtige Y-Position. Readout zeigt nur noch „B:...“

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
Téléf. (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