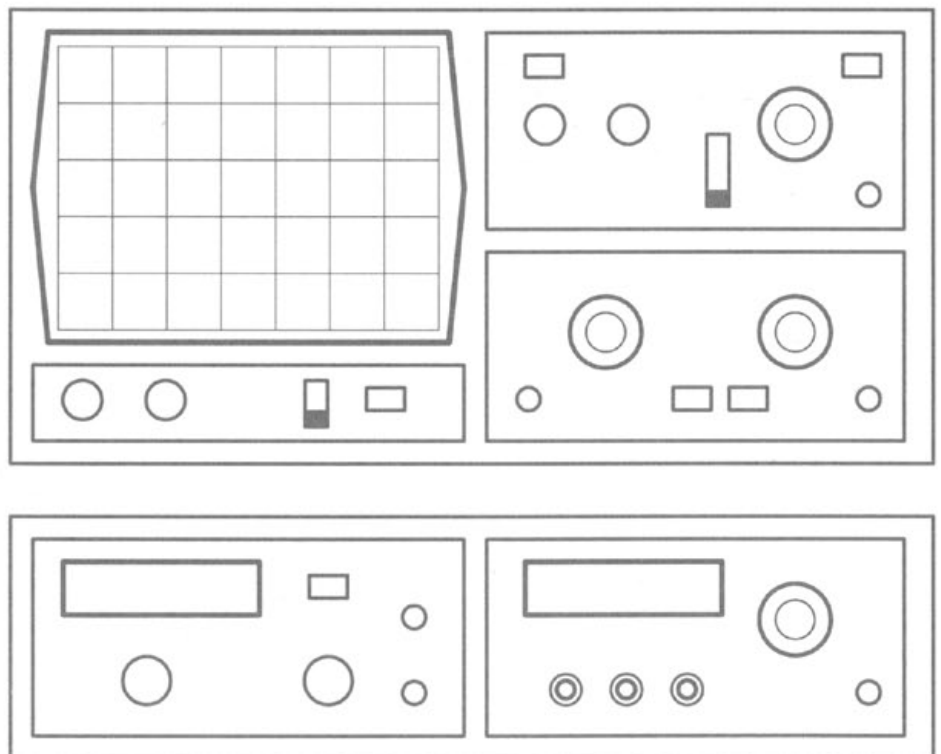


MANUAL

**Oszilloskop
HM1507-2**



Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung 2

Allgemeines 4

- Symbole 4
- Aufstellung des Gerätes 4
- Sicherheit 4
- Bestimmungsgemäßer Betrieb 4
- Garantie 5
- Wartung 5
- Schutzschaltung 5
- Netzspannung 5

Art der Signalspannung 6

- Größe der Signalspannung 6
- Spannungswerte an einer Sinuskurve 6
- Gesamtwert der Eingangsspannung 7
- Zeitwerte der Signalspannung 7
- Anlegen der Signalspannung 8
- Bedienelemente und Readout 10

Menü 26

- Inbetriebnahme und Voreinstellungen 27
- Strahldrehung TR 27
- Tastkopf-Abgleich und Anwendung 27
- Abgleich 1kHz 27
- Abgleich 1MHz 28

Betriebsarten der Vertikalverstärker 28

- XY-Betrieb 29
- Phasenvergleich mit Lissajous-Figur 29
- Phasendifferenz-Messung
im Zweikanal-Betrieb (Yt) 29
- Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb 30
- Messung einer Amplitudenmodulation 30

Triggerung und Zeitablenkung 30

- Automatische Spitzenwert-Triggerung 31
- Normaltriggerung 31
- Flankenrichtung 31
- Triggerkopplung 31
- TV (Videosignal) Triggerung 32
- Bildsynchronimpuls-Triggerung 32
- Zeilensynchronimpuls-Triggerung 32
- Netztriggerung 33
- Alternierende Triggerung 33
- Externe Triggerung 33
- Triggeranzeige 33
- Holdoff-Zeiteinstellung 33
- B-Zeitbasis (2. Zeitbasis) / Delay Triggerung 34

AUTO SET 34

SAVE/RECALL 35

Komponenten-Test 35

- Speicherbetrieb 37
- Signal-Erfassungsarten 37
- Speicherauflösung 38
- Vertikalauflösung 38
- Horizontalaufklärung 38
- Horizontalaufklärung mit X-Dehnung 38
- Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb 38
- Anzeige von Alias-Signalen 38
- Vertikalverstärker-Betriebsarten 38
- Testplan 39
- Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe,
Linearität, Rasterverzeichnung 39
- Astigmatismuskontrolle 39

Oszilloskop HM1507-2

- Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers 39
- Abgleich des Vertikalverstärkers 39
- Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers 39
- Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP.,
INVERT und XY-Betrieb 40
- Kontrolle Triggerung 40

Zeitablenkung 41

- HOLD OFF-Zeit 41
- Korrektur der Strahlage 41

Service Hinweis 41

- Öffnen des Gerätes 41
- Betriebsspannungen 42
- Minimale Helligkeit 42
- Astigmatismus 42
- Triggerschwelle 42
- Fehlersuche im Gerät 42
- Austausch von Bauteilen 42
- Abgleich 42

RS232-Interface - Fernsteuerung 43

- Sicherheitshinweis 43
- Beschreibung 43
- Baudrateneinstellung 43
- Datenübertragung 43

Bedienelemente HM1507-2 44

St.090798-Hüb/gcRR



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: **HM1507-2**

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: **HO79-6**

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
23.04.1998

Unterschrift / Signature / Signatur

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 Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

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

1. Datenleitungen

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

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

2. Signalleitungen

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

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

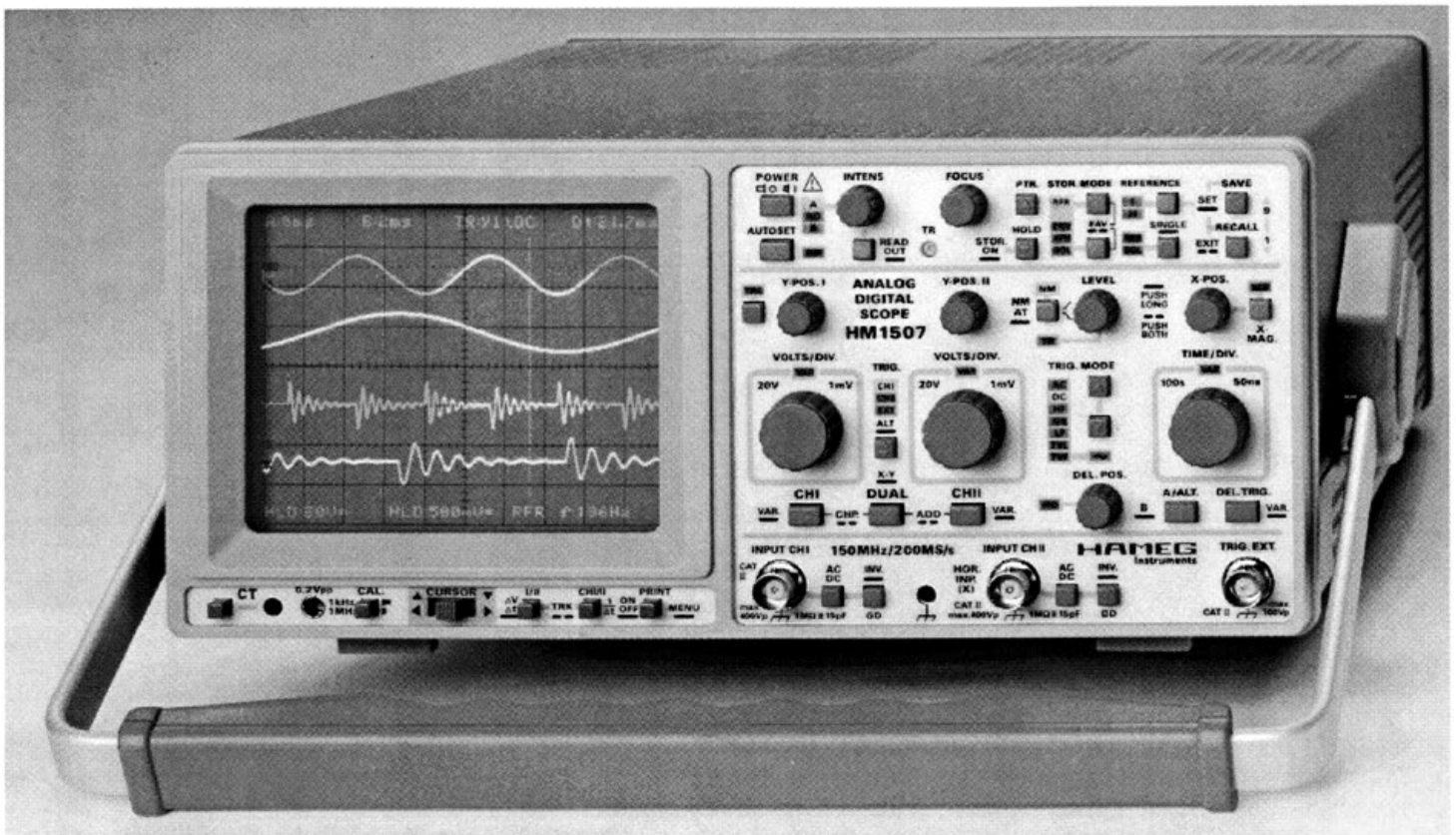
3. Auswirkungen auf die Meßgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Meßaufbaues über die angeschlossenen Meßkabel zu Einspeisung unerwünschter 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.

HAMEG GmbH

HM1507 (150MHz/200MS/s)



Technische Daten

Vertikal-Ablenkung

Betriebsarten: Kanal I oder Kanal II einzeln
Kanal I und Kanal II alternierend oder chop.
Summe oder Differenz: von KI und KII
XY-Betrieb: über KI (Y) und K II (X)
Invert: KI und KII
Bandbreite: 2x DC-150MHz (-3dB)
Anstiegszeit: <2,3ns
Überschwingen beider Geräte: max. 1%
Ablenkoeffizienten: 14 kal. Stellungen von
1mV - 2mV/cm: ±5% (0 bis 10MHz (-3dB))
5mV - 20V/cm: ±3% (1-2-5 Teilung)
variabel (uncalibriert) 2,5:1 bis 50V/cm
Eingänge: 1MΩ II 15pF
Kopplung: DC - AC - GD (Ground)
Max. Eingangsspg.: 400V (DC + Spitze AC)
Verzögerungsleitung: ca. 70ns

Triggerung

Automatik (Spitzenwert): ≤ 5mm Bildhöhe
Triggerbereich: 20Hz-250MHz
Normal mit Level-Einstellung: DC-250MHz
Flankenrichtung: positiv oder negativ
Quellen: Kanal I oder II
alternierend CHI/CHII, Netz und extern
Kopplung AC: (20Hz-250MHz)
DC: (0-250MHz)
HF: (50kHz-250MHz)
LF: (<1,5kHz)
NR (Noise reject ≤ 8mm): 0-50MHz
2. Triggerung: mit Level-Einst. u. Flankenwahl
ALT.-Triggerung: (≤ 8mm) KI / KII
Triggeranzeige: mit LED
Triggersignal extern: ≥ 0,3V_{SS} (0-250MHz)
Aktiver TV-Sync-Separator: Bild und Zeile

Horizontal-Ablenkung

Betriebsarten: A, ALT, B
Analog: (Genauigkeit ±3%) 1-2-5 Teilung
Zeitbasis (A): 0,5s-50ns/cm
Zeitbasis (B): 20ms-50ns/cm
Variabel (nur analog): 2,5:1 bis 1,25s/div. (uncal)
X-Dehnung x10 (±5%): 5ns/cm
Digital: (Genauigkeit ±3%) 1-2-5 Teilung
Zeitbasis (A): 100s-0,5µs/cm
Zeitbasis (B): 20ms-0,5µs/cm
X-Dehnung x10 (±5%): 50ns/cm
Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1
Bandbreite X-Verstärker: 0 - 3MHz (-3dB)
X-Y Phasendifferenz <3°: <220kHz

Digitale Speicherung

Betriebsarten: Refresh, Roll, Single, XY,
Envelope und Average
Dot Join Funktion: linear
Abtastrate (Echtzeit) 8bit flash max.: 200MS/s
Signalerfassungsrate: max. 180/s
Speicherung: je Kanal 2k x 8 bit
Referenzspeicher: je Kanal 2k x 8 bit
Auflösung (Punkte/cm): X 200/cm
Y 25/cm
XY 25/cm x 25/cm
XY Bandbreite: 50MHz (-3dB)
XY Phasendifferenz <3°: <20MHz
Pre-/Post-Trigger: 25, 50, 75, 100, -25, -50, -75%

Bedienung / Anzeigen

Auto Set: automatische Parametereinstellung
Save und Recall: für 9 kompl. Einstellungen

Readout: Anzeige diverser Meßparameter
Cursormessungen: von ΔU , Δt oder $1/\Delta t$ (Freq.)
Schnittstelle (serienmäßig): RS-232
Exclusives Zubehör:
Opto-Schnittstelle (mit Lichtleiterkabel) HZ70
Multifunktions-Interface HO79-6

Komponententester

Testspannung: ca. 7V_{eff} (Leerlauf) ca. 50Hz
Teststrom: max. 7mA_{eff} (Kurzschluß)
Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

Röhre: D14-375GH 8x10cm mit Innenraster
Beschleunigungsspannung: 14kV
Kalibrator: \square 0,2V ±1%, = 1kHz/1MHz (t_a <4ns)
Netzanschluß: 100-240V~ ±10%, 50/60Hz
Leistungsaufnahme: ca. 42 Watt bei 50Hz.
Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C
Schutzart: Schutzklasse I (IEC1010-1/VDE0411)
Gewicht: ca. 5,6kg, Farbe: techno-braun
Gehäuse: B 285, H 125, T 380 mm
Änderungen vorbehalten 5/98




Inklusives Zubehör:

Netzkabel,
Manual,
Software,
2 Tastköpfe 10:1

Allgemeines

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

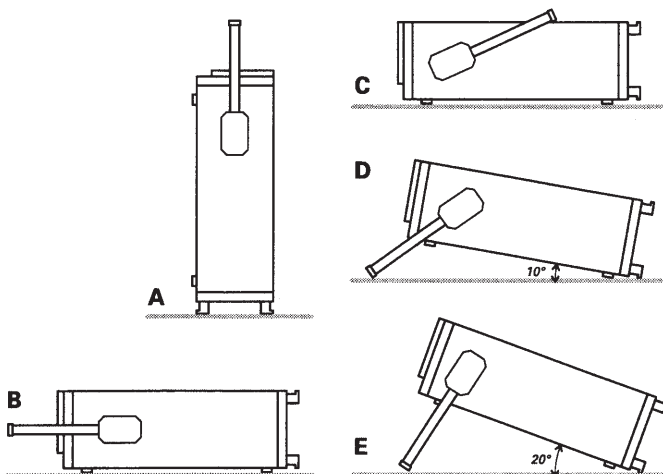
Symbole

-  Bedienungsanleitung beachten
-  Hochspannung
-  Erde

Aufstellung des Gerätes

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

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



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, 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 Warn-

vermerke 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 γ -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).

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Das Oszilloskop ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe.

Aus Sicherheitsgründen darf das Oszilloskop nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

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!

Neendaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von min. 20 Minuten, im Umgebungstemperaturbereich von 15°C bis 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 Brennspiritus 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 Überspannungs-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.

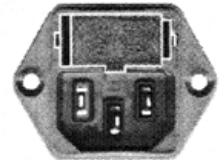
Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit.

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. Die Sicherungen sind dann zugänglich und können ggf. 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.

Sicherungstyp:
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: träge (T) 0,8A.



ACHTUNG!

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

Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: flink (F) 0,8A.

Diese Sicherung darf nicht vom Anwender ersetzt werden!

Art der Signalspannung

Die folgende Beschreibung des **HM1507-2** bezieht sich auf den Analog-Oszilloskop-Betrieb. Siehe auch "Speicherbetrieb".

Das Oszilloskop **HM1507-2** erfaßt im analogen Echtzeitbetrieb praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 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. **70MHz** zunehmender Meßfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei 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 150MHz und 170MHz**) ist der Meßfehler nicht so exakt definierbar.

Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die -6dB Grenze für den HM1507-2 sogar 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 Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der **HOLD OFF**-Zeit 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 Impuls-

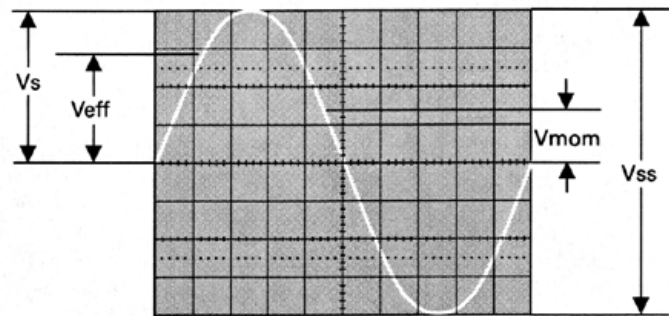
signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

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

Für Amplitudenmessungen muß sich die Feineinstellung 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 (Ablenkkoeffizient 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** = Ablenkkoeffizient 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. Ablenkkoeffizient $A = 50\text{mV/cm}$ (0,05V/cm),
 abgelesene Bildhöhe $H = 4,6\text{cm}$,
 gesuchte Spannung $U = 0,05 \times 4,6 = 0,23\text{V}_{SS}$

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

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

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 Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. -400V (siehe Abbildung). Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 800V_{SS} betragen.

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

Liegt eine Gleichspannung am Eingang an und ist die Eingangskopplung auf AC geschaltet, gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1M Ω Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangskopplungskondensator, für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, daß bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch

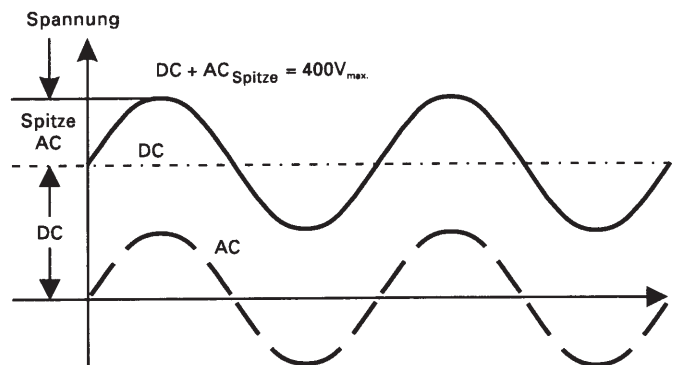
den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen $\geq 40\text{Hz}$ kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen, können mit **HAMEG** 10:1 Tastteilern Gleichspannungen bis 600V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200V_{SS} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400V_{SS} messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen 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 Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der **Zeitbasis-Einstellung (TIME/DIV.)** können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten werden mit dem **READOUT** (Schirmbild) angezeigt und in **ms/cm, $\mu\text{s/cm}$ 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 Zeitablenkoeffizienten 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) $L = 7\text{cm}$,
 eingestellter Zeitkoeffizient $Z = 0,1\mu\text{s/cm}$,
 gesuchte Periodenzeit $T = 7 \times 0,1 \times 10^{-6} = 0,7\mu\text{s}$
 gesuchte Folgefrequenz $F = 1:(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428\text{MHz}$.

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

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

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

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

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

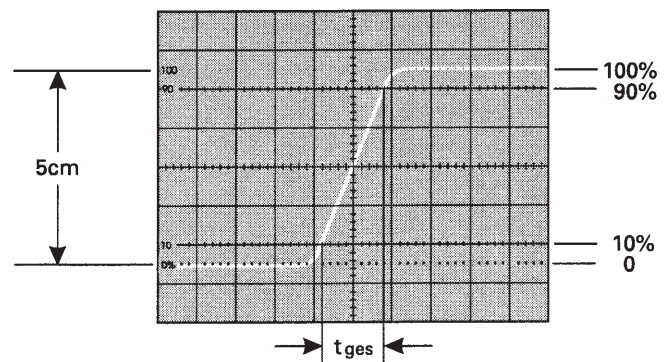
Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG. x10) arbeiten.

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. Impulsanstiegs-/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

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

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

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osc} die vom Oszilloskop (beim HM1507-2 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

$$t_a = \sqrt{8^2 - 2,3^2 - 2^2} = 7,4\text{ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalfanke in voller Länge, bei nicht zu großer Steilheit, sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, darf man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker

mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit t_a (in ns) und Bandbreite B (in MHz):

Anlegen der Signalspannung

Ein kurzes Drücken der **AUTOSET**-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten (**siehe "AUTOSET"**). 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 160V_{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 Impuls-signalen 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 10V_{eff} 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 Gleichspannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden.

Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt - belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator.

Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC-Eingangskopplung** bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200V (DC + Spitze AC) hat.

Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein **Kondensator entsprechender Kapazität** und Spannungsfestigkeit vor den Tastteiler geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung). Bei allen Tastteilern ist **die zulässige Eingangswechselspannung** oberhalb von 20kHz **frequenzabhängig begrenzt**. Deshalb muß die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteilertyps 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 Y-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

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß die Betriebsart "KOMponenten Test" abgeschaltet ist.

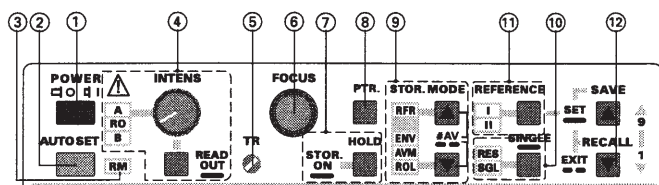
Bei eingeschaltetem Oszilloskop werden alle wichtigen Meßparameter-Einstellungen im Schirmbild angezeigt (Readout).

Die auf der großen Frontplatte befindlichen Leuchtdiodenanzeigen erleichtern die Bedienung und geben zusätzliche Informationen. Endstellungen von Drehbereichen werden durch ein akustisches Signal signalisiert.

Bis auf die Netztaaste (**POWER**), die Kalibratorfrequenz-Taste (**CAL. 1kHz/1MHz**), den **FOCUS**-Einsteller und den Strahldrehungs-Einsteller (**TR**), werden alle anderen Bedienelemente elektronisch abgefragt. Alle elektronisch erfassten Bedienfunktionen und ihre aktuellen Einstellungen können daher gespeichert bzw. gesteuert werden. Einige Bedienelemente sind nur im Digital-Betrieb wirksam oder haben dann eine andere Wirkung. Erläuterungen dazu sind mit dem Hinweis "Nur im Digital-Betrieb" gekennzeichnet.

Die große 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 mit Symbolen für Ein- (I) und Aus-Stellung (O).

Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Während dieser Zeit werden das HAMEG- Logo und die Softwareversion auf dem Bildschirm sichtbar. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, geht das Oszilloskop in den Normalbetrieb über und das Logo ist nicht mehr sichtbar. Im Normalbetrieb werden dann die vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen und eine der LED's zeigt den Einschaltzustand an.

Es besteht die Möglichkeit, bestimmte Betriebsfunktionen (**SETUP**) zu ändern bzw. automatische Abgleichprozeduren (**CALIBRATE**) aufzurufen. Diesbezügliche Informationen können dem Abschnitt "Menü" entnommen werden.

(2) AUTO SET - Drucktaste bewirkt dann eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (siehe "AUTO SET"), wenn das Meßsignal die für die automatische Triggerung (**AT**) vorgegebenen Bedingungen bezüglich Signalfrequenz und -amplitude erfüllt.

Sind **KOMponenten Test** oder **XY**-Betrieb eingeschaltet, schaltet AUTO SET in die zuletzt benutzte **Yt**-Betriebsart (CH I, CH II oder DUAL). Sofern vorher alternierender Zeitbasis- (**ALT**) bzw. **B-Zeitbasis**betrieb vorlag, wird automatisch auf die **A-Zeitbasis** geschaltet.

Automatische CURSOR-Spannungsmessung

Liegt CURSOR-Spannungsmessung vor und wird **AUTO SET** betätigt, stellen sich die Cursorlinien automatisch auf den positiven und negativen Scheitelwert des Signals. Die Genauigkeit dieser Funktion nimmt mit zunehmender Signalfrequenz ab und wird auch durch das Tastverhältnis des Signals beeinflusst.

Bei **DUAL**-Betrieb beziehen sich die Cursorlinien auf das Signal, welches zur internen Triggerung benutzt wird.

Ist die Signalspannung zu gering, ändert sich die Position der Cursorlinien nicht.

Nur im Digitalbetrieb

Mit **AUTO SET** wird automatisch auf die Signalerfassungsart **Refresh (RFR)** geschaltet, wenn **SINGLE (SGL)**- oder **ROLL (ROL)**-Betrieb vorliegen.

Automatische CURSOR-Messung

Im Gegensatz zum Analogbetrieb ist die automatische **CURSOR**-Messung auch wirksam, wenn die CURSOR auf Zeit- bzw. Frequenzmessung geschaltet sind. Wird die **AUTO SET**-Taste betätigt und mindestens eine vollständige Signalperiode angezeigt, erfolgt die CURSOR-Linieneinstellung automatisch. Bei CURSOR-Spannungsmessung ist die Positioniergenauigkeit unabhängig von der Signalfrequenz.

(3) RM - Fernbedienungs- (= remote control) LED leuchtet, wenn das Gerät über die 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.

Der Fernbedienungs-Betrieb wird nach dem Ausschalten des Oszilloskops nicht gespeichert und liegt somit nicht vor, wenn das Oszilloskop wieder eingeschaltet wird.

Nur im Digital-Betrieb

Findet eine Signaldatenübertragung über die RS-232 Schnittstelle statt, leuchtet die **RM**-LED. In dieser Zeit ist das Oszilloskop nicht bedienbar.

(4) INTENS - Drehknopf mit zugeordneter Leuchtdioden-Anzeige und darunter befindlicher Drucktaste.

Mit dem **INTENS**-Drehknopf läßt sich die Strahl-Intensität (Helligkeit) für die Signaldarstellung(en) und das Readout einstellen. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit der gerade gewählten Funktion (**A, RO** bzw. **B**).

Die Funktion des **INTENS**-Drehknopfes läßt sich durch kurzes Betätigen der **READOUT**-Drucktaste bestimmen. Ein langer Tastendruck schaltet das Readout ein oder aus. Durch das Abschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, so wie sie auch beim gehoppten **DUAL**-Betrieb auftreten können, vermeiden.

Bei eingeschaltetem **READOUT** erfolgt die Umschaltung der **INTENS**-Funktion wie nachstehend beschrieben. Die Umschaltfolge ist abhängig von der Betriebsart:

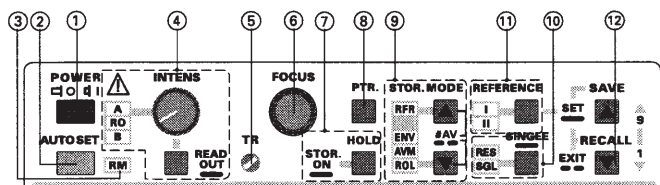
Betriebsart:	Umschaltfolge:
Yt mit A-Zeitbasis	A – RO – A
Yt mit A- und B-Zeitbasis	A – RO – B – A
Yt mit B-Zeitbasis	B – RO – B
XY-Betrieb	A – RO – A
CT (Komponententester)	A – RO – A

Ist das Readout abgeschaltet, kann nicht auf **RO** geschaltet werden:

Betriebsart:	Umschaltfolge:
Yt mit A-Zeitbasis	A – A
Yt mit A- und B-Zeitbasis	A – B – A
Yt mit B-Zeitbasis	B – B
XY-Betrieb	A – A
CT (Komponententester)	A – A

Die Strahlhelligkeit der jeweils gewählten Funktion wird auch bei ausgeschaltetem Gerät gespeichert. Beim Wiedereinschalten des Oszilloskops liegen somit die letzten Einstellungen vor.

Mit Betätigen der **AUTO SET**-Taste wird die Strahlhelligkeit auf einen mittleren Wert gesetzt, wenn sie zuvor unterhalb dieses Wertes eingestellt war.



- (5) **TR** - Strahldrehung (= trace rotation). Einstellung mit Schraubenzieher (siehe "Strahldrehung TR").
- (6) **FOCUS** - Strahlschärfeeinstellung durch Drehknopf; wirkt gleichzeitig auf die Signaldarstellung und das Readout.
- (7) **STOR. ON / HOLD** - Drucktaste mit zwei Funktionen.

STOR. ON

Mit einem langen Tastendruck auf diese Drucktaste wird zwischen Analog- und Digitalbetrieb umgeschaltet. Eine Änderung der Betriebsart (Yt bzw. XY) erfolgt nicht. Liegt Komponententester-Betrieb vor (nur im Analogbetrieb möglich), schaltet das Oszilloskop mit der Umschaltung auf Digitalbetrieb automatisch die zuletzt benutzte Betriebsart (Yt bzw. XY) ein und den Komponententester ab.

Analog-Betrieb liegt vor, wenn keine der den "STOR MODE" (9) Drucktasten zugeordneten LED's (RFR - ENV - AVM - ROL) leuchtet und/oder mit dem Readout kein PRE- oder POST-Triggerwert (PT...%) angezeigt wird.

Digital-Betrieb wird durch eine "STOR MODE" (9) LED (RFR - ENV - AVM - ROL) angezeigt oder wenn im Einzereigniserfassungsbetrieb (SGL) keine "STOR MODE" (9) LED leuchtet, durch die PRE- oder POST-Triggeranzeige (PT...%) im Readout. Liegt XY-Digital-Betrieb vor, leuchtet die RFR-LED und das Readout zeigt XY an.

Achtung!

Die Einstellbereiche der Zeit-Koeffizienten (Zeitbasis) sind abhängig von der Betriebsart. Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Darstellung ohne X-Dehnung x10. Im alternierenden- oder B-Zeitbasis-

betrieb wird automatisch verhindert, daß der B-Zeitkoeffizient größer als der A-Zeitkoeffizient ist.

Analogbetrieb:

A-Zeitbasis von 500ms/cm bis 50ns/cm.
B-Zeitbasis von 20ms/cm bis 50ns/cm.

Digitalbetrieb:

A-Zeitbasis von 100s/cm bis 500ns/cm.
B-Zeitbasis von 20ms/cm bis 500ns/cm.

Daraus resultiert beim Umschalten von Analog- auf Digital-Betrieb bzw. umgekehrt folgendes Verhalten:

1. Ist der Zeitkoeffizient im Analogbetrieb auf Werte von 200ns/cm bis 50ns/cm eingestellt und wird auf Digital-Betrieb geschaltet, stellt sich automatisch der niedrigste Zeitkoeffizient dieser Betriebsart ein; er beträgt 500ns/cm. Wird anschließend wieder auf Analogbetrieb geschaltet, ohne daß im Digitalbetrieb eine Änderung des Zeitkoeffizienten vorgenommen wurde, ist die letzte Analog-Zeitkoeffizienteneinstellung wieder wirksam (z.B. 200ns/cm).

Anders verhält es sich, wenn der Zeitkoeffizient nach der Umschaltung von Analog- auf Digital-Betrieb geändert wurde (z.B. auf 1µs/cm). Wird danach auf Analog-Betrieb zurückgeschaltet, übernimmt die Analog-Zeitbasis den Zeitkoeffizienten der Digital-Zeitbasis (z.B. 1µs/cm).

2. Liegen im Digitalbetrieb Ablenkoeffizienten von 100s/cm bis 1s/cm vor und wird auf den Analog-Betrieb umgeschaltet, stellt sich die Analog-Zeitbasis automatisch auf 500ms/cm. Das übrige Verhalten entspricht dem zuvor Beschriebenen.

Die X-MAG x10 Einstellung bleibt unverändert, wenn von Analog- auf Digital-Betrieb bzw. umgekehrt geschaltet wird.

Nur im Digital-Betrieb

Wird durch langes Drücken der **STOR. ON / HOLD**-Taste auf Digital-Betrieb geschaltet, leuchtet eine der **STOR. MODE (9) LED's** auf. Welche LED dies ist hängt davon ab, welche Digital-Betriebsart vor dem Umschalten von Digital- auf Analog-Betrieb benutzt wurde.

Ausnahme:

Liegt Analog-SINGLE-Betrieb (SGL) vor und wird auf Digital-Betrieb umgeschaltet, stellt sich automatisch Digital-SINGLE-Betrieb ein.

Zusätzliche, den Digital-Betrieb betreffende Informationen, sind dem Abschnitt „Speicherbetrieb“ zu entnehmen.

HOLD

Nur wenn Digital-Betrieb vorliegt, kann mit einem kurzen Tastendruck zwischen ein- oder ausgeschalteter **HOLD**-Funktion gewählt werden.

Wenn die Anzeige „HLD“ (HOLD) statt der Kanalangabe(n) („Y1“, „Y2“ bzw. „Y“ und „X“ bei XY-Betrieb) sichtbar ist, wird der aktuelle Speicher sofort vor weiterem Überschreiben geschützt. Die Tasten für die Y-Betriebsartumschaltung **CHI (22)**, **CH II (26)** und **DUAL (23)** sind dann unwirksam. Nur wenn vor dem **HOLD** Betätigen **DUAL**-Betrieb vorlag, kann mit einem

langen Tastendruck von **DUAL** (Yt) auf **XY**-Darstellung umgeschaltet werden.

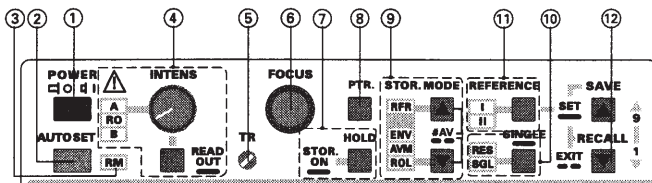
Insbesondere bei großen Zeitkoeffizienten-Einstellungen ist in den Refresh-Betriebsarten (**RFR - ENV - AVM**) zu sehen, wie der alte aktuelle Speicherinhalt durch neue Daten überschrieben wird. Das Sichern mit **HOLD** innerhalb eines Signalerfassungsvorgangs kann einen Übergang (Stoßstelle) zwischen den neuen Daten und den alten Daten erkennbar machen. Dies läßt sich vermeiden, in dem man, obwohl ein repetierendes Signal aufzeichnet wird, eine Einzelereigniserfassung (**SGL**) vornimmt. Anschließend kann mit **HOLD** verhindert werden, daß ein versehentliches Einschalten der **RESET**-Funktion ein erneutes Überschreiben bewirkt.

Das im jeweiligen aktuellen Speicher befindliche Signal läßt sich, wenn **HOLD** wirksam ist, mit dem zugehörigen **Y-POS.** Drehknopf in vertikaler Richtung verschieben (+/- 4 cm).

Mit einer Verschiebung in vertikaler Richtung geht die originale Strahlposition verloren, kann aber wieder ermittelt werden. Dazu muß der betreffende **Y-POS.**-Knopf zügig gedreht werden. Ist die Originalposition erreicht, findet keine weitere vertikale Verschiebung statt, obwohl der Knopf weitergedreht wird. Gleichzeitig ertönt ein Signalton. Um erneut eine vertikale Verschiebung vornehmen zu können, muß das Drehen des Knopfes für ca. 2 Sekunden unterbrochen werden.

Achtung:

Die Aussteuerbereichsgrenzen des A/D-Wandlers können sichtbar werden, wenn nach dem Speichern eine Y-Positionsverschiebung vorgenommen wird. Signaltteile, die sich zuvor außerhalb des vertikalen Rasters befanden, können davon betroffen sein.



- (8) **PTR** - Drucktaster (im Analog-Betrieb unwirksam) für die Wahl der Signal-Vorgeschichte (**Pre-Trigger**) bzw. Nachgeschichte (**Post-Trigger**) bezogen auf das Triggerereignis. Wegen der Abhängigkeit von einem Triggerereignis, steht diese Funktion in den triggerunabhängigen Signalerfassungsarten **ROL** und **XY** nicht zur Verfügung.

Der aktuelle Pre- bzw. Post-Triggerwert wird durch das Readout angezeigt und ändert sich mit jedem Tastendruck. Die Sequenz lautet:

PT0% - PT25% - PT50% - PT75% - PT100% - PT-75% - PT-50% - PT-25% - und wieder **PT0%**. Die Prozentangaben der Pre- und Post-Triggerwerte beziehen sich auf das Meßraster der Röhre (X-Richtung).

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß die X-Dehnung (**X-MAG. x10**) abgeschaltet ist und die Strahldarstellung am linken Meßrasterrand beginnt. Es wird außerdem vorausgesetzt, daß eine Triggerart (Quelle, Kopplung) vorliegt, in welcher der Triggerpunkt durch ein Symbol angezeigt wird. Der Begriff Triggerpunkt beinhaltet bei Digital-Betrieb den Triggerpegel und den auf das Meßraster bezogenen Triggerzeitpunkt.

Pre-Triggerung

0% Pre-Triggerung (Readout: **PT0%**) bedeutet, daß die Signaldarstellung mit dem Triggerereignis am linken Rasterrand beginnt. Daher wird dort auch das Triggerpunkt-Symbol angezeigt. Wird zusätzlich ein nach links zeigender Pfeil angezeigt, befindet sich der Triggerpunkt links vom Rasterrand (z.B. durch die X-Positionseinstellung).

25% Pre-Triggerung (Readout: **PT25%**) liegt vor, wenn ausgehend von 0% die **PTR**-Taste einmal betätigt wurde. Dann werden 25% (Trigger-)Signalvorgeschichte auf den ersten 2,5 cm der Signaldarstellung dargestellt. Entsprechend erfolgt die Anzeige des Triggerpunkt-Symbols.

Jeder weitere Tastendruck erhöht den Pre-Triggerwert und die erfaßte Vorgeschichte um 25%, bis der Pre-Triggerwert 100% erreicht wurde. Die Anzeige im Readout und das Triggerpunkt-Symbol zeigen die Einstellung an. Wird zusätzlich ein nach rechts zeigender Pfeil angezeigt, ist der Triggerpunkt nach rechts verschoben (X-Positionseinstellung).

Die Zeitdauer der Vorgeschichte wird durch Multiplizieren des Zeitablenkkoeffizienten mit dem in Zentimetern (Division) angegebenen Pre-Triggerwert ermittelt (z.B. 20ms/cm x 7,5 (75% Pre-Trigger) = 150ms).

Post-Triggerung

Bei Post-Triggerung befindet sich der Trigger(zeit)punkt und das die Triggerung auslösende Signal, immer links vom Rasterrand. Das wird mit einem nach links zeigenden Pfeil signalisiert. Das die Triggerung auslösende Signal kann nicht angezeigt werden. Die Anzeige zeigt in allen Post-Triggerbedingungen daher nur den Triggerpegel an. Post-Triggerbedingungen werden durch ein Minuszeichen (-) vor der Prozentangabe kenntlich gemacht (z.B. **PT-50%**).

Liegt 100% Pre-Triggerung vor und wird die **PTR**-Taste einmal gedrückt, zeigt das Readout anschließend „**PT-75%**“ an. Dann erfolgt die Signalerfassung mit Post-Triggerung. Der Trigger(zeit)punkt liegt dabei 75% = 7,5cm vor dem linken Rasterrand. Jeder weitere Tastendruck schaltet auf **PT-50%** und über **PT-25%** zurück auf **PT0%**.

Achtung!

Pre- und Post-Triggerung werden automatisch abgeschaltet („PT0%“), wenn die Zeitbasis im REFRESH-(RFR), ENVELOPE- (ENV) und AVERAGE (AVM)-Betrieb auf Werte zwischen 100s/cm bis 50ms/cm eingestellt ist. Damit wird verhindert, daß die Aufnahme-wiederholrate extrem niedrig wird.

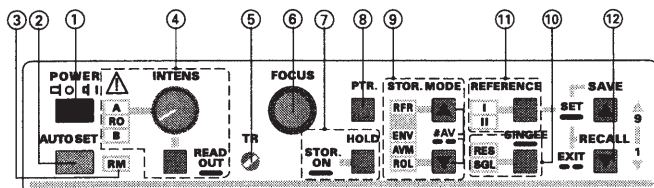
Pre- und Post-Triggerung stehen im Zeit-Ablenkkoeffizientenbereich 100s/cm bis 50ms/cm zur Verfügung, wenn Einzelereigniserfassung gewählt wird. Siehe **SINGLE** (10).

- (9) **STOR. MODE** - Drucktasten (im Analog-Betrieb unwirksam) mit zugeordneter LED-Skala.

Mit kurzem Tastendruck auf die obere oder untere **STOR. MODE** -Taste kann im **Yt-Digitalbetrieb** (**CH I, CH II, DUAL** und **ADD**) die gewünschte Signalerfassungsart gewählt werden.

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß die **HOLD**-Funktion (7) nicht eingeschaltet ist. Die Trigger-

bedingungen müssen im Refresh- (**RFR**), Envelope- (**ENV**) und Average- (**AVM**) Betrieb erfüllt werden.



- (9) **RFR** - steht für Refresh-Betrieb. In dieser Betriebsart können, wie im Analog-Betrieb, sich periodisch wiederholende Signale erfasst und dargestellt werden.

Die Signalerfassung wird durch Triggern der Digitalzeitbasis ausgelöst. Dann werden die vorher erfassten und angezeigten aktuellen Signalwerten überschrieben. Sie werden so lange angezeigt, bis die Digital-Zeitbasis erneut getriggert wird. Demgegenüber würde der Bildschirm im Analog-Betrieb dunkel bleiben, wenn keine Triggerrung der Zeitbasis erfolgt.

Beim Refresh-Betrieb kann die Signalerfassung mit Pre- und Post-Triggerung erfolgen, wenn die Zeitbasis auf Zeitkoeffizienten von 20ms/cm bis 500ns/cm geschaltet ist. Bei größeren Zeitkoeffizienten (100s/cm bis 50ms/cm) wird die Pre- bzw. Post-Triggerung automatisch abgeschaltet („PT0%“), um zu lange Wartezeiten zu vermeiden. Soll in diesem Zeitbasisbereich trotzdem mit Pre- oder Post-Triggerung gemessen werden, ist auf Einzelereigniserfassung (**SINGLE (10)**) zu schalten.

XY-Digital-Betrieb wird durch die Readoutanzeige „XY“ und die leuchtende **RFR**-LED angezeigt. RFR zeigt an, daß eine kontinuierliche, aber triggerunabhängige Signalerfassung erfolgt. Die Triggereinrichtung ist dann abgeschaltet.

- (9) **ENV** - ist die Abkürzung für ENVELOPE (Hüllkurven)-Betrieb.

Diese Betriebsart liegt vor, wenn die **ENV**-LED leuchtet und das Readout „ENV“ anzeigt.

Im ENVELOPE-Betrieb (Readout: **ENV**) werden Änderungen des Meßsignals als Hüllkurve sichtbar gemacht; das gilt sowohl für Amplituden- als auch für Frequenz-Änderungen (Jitter). Dabei werden die Minimum- und Maximum-Abweichungen des Signals mit mehreren Signalerfassungsvorgängen ermittelt und dargestellt. Bis auf die Darstellung entspricht der ENVELOPE-Betrieb dem Refresh-Betrieb.

Die ENVELOPE-Erfassung wird zurückgesetzt und beginnt von vorn, wenn die **SINGLE**-Taste (**10**) kurz betätigt wird (**RESET**-Funktion).

Achtung:

Im Zeitkoeffizientenbereich von 100s/cm bis 50ms/cm werden der Pre- bzw. Post-Trigger automatisch abgeschaltet („PT0%“).

- (9) **AVM** - kennzeichnet die Betriebsart Average (Durchschnitt, Mittelwert). Sie liegt vor, wenn die **AVM**-LED leuchtet und das Readout „AV...“ anzeigt.

Auch in dieser Betriebsart werden mehrere Signalerfassungsvorgänge benötigt; sie entspricht somit dem Refresh-Betrieb. Aus den Signalerfassungen wird ein

Mittelwert gebildet. Damit werden Amplitudenänderungen (z.B. Rauschen) und Frequenzänderungen (Jitter) in der Darstellung verringert bzw. beseitigt.

Die Genauigkeit der Mittelwertbildung ist um so größer, je höher die Zahl der Signalerfassungsvorgänge ist, aus denen der Mittelwert gebildet wird. Es kann zwischen 2 und 512 Signalerfassungen gewählt werden; die Anzeige erfolgt durch das Readout. Mit der Genauigkeit erhöht sich aber auch die dafür benötigte Zeit.

Um einen anderen Wert zu wählen, müssen beide **STOR. MODE** Drucktasten gleichzeitig mit einem kurzen Tastendruck betätigt werden. Dann blinkt die „AV...“-Anzeige im Readout und signalisiert damit den Einstellmodus. Anschließend kann mit kurzem Betätigen der oberen oder unteren **STOR. MODE**-Taste der Wert verändert werden. Der Einstellmodus kann durch nochmaliges kurzes Drücken beider Tasten verlassen werden. Wird ca. 10 Sekunden lang keine der beiden Tasten betätigt, schaltet sich der Einstellmodus automatisch ab.

Die AVERAGE-Erfassung wird zurückgesetzt und beginnt von vorn, wenn die **SINGLE**-Taste (**10**) kurz betätigt wird (**RESET**-Funktion).

Achtung:

Im Zeitkoeffizientenbereich von 100s/cm bis 50ms/cm werden der Pre- bzw. Post-Trigger automatisch abgeschaltet („PT0%“).

- (9) **ROL** - signalisiert den ROLL-Betrieb.

Leuchtet die **ROL**-LED, wird auch im Readout „ROL“ angezeigt. Dann erfolgt eine von der Triggerung unabhängige kontinuierliche Signalerfassung. Alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente, LED's und Readoutinformationen sind im ROLL-Betrieb abgeschaltet.

Bei **ROLL**-Betrieb wird das Ergebnis der letzten Abtastung am rechten Rand der Signaldarstellung angezeigt. Alle zuvor aufgenommenen Signalwerte werden mit jeder Abtastung um eine Adresse nach links verschoben. Dadurch geht der vorher am linken Rand angezeigte Wert verloren. Im Gegensatz zum Refresh-Betrieb, erfolgt beim **ROLL**-Betrieb eine kontinuierliche Signalerfassung ohne triggerbedingte Wartezeiten (Holdoff-Zeit). Die aktuelle Signaldarstellung kann jederzeit mit der **HOLD**-Funktion vor weiterem Überschreiben geschützt werden.

Der im **ROL**-Betrieb mögliche **Zeitkoeffizientenbereich** ist eingeschränkt; er reicht von **100s/cm** bis **50ms/cm**. Noch kleinere Zeitkoeffizienten wie z.B. 1µs/cm sind nicht sinnvoll. Eine Beobachtung des Signals wäre dann nicht mehr möglich.

Wird auf **ROL**-Betrieb geschaltet und die Zeitbasis war zuvor auf einen Wert von 20ms/cm bis 1µs/cm eingestellt, wird die Zeitbasis automatisch auf 50ms/cm gesetzt. Die Zeitbasiseinstellung, die vor dem Umschalten auf **ROL** vorlag (z.B. 20ms/cm), wird intern gespeichert. Sie liegt wieder vor, wenn, ohne das am **TIME/DIV**-Knopf gedreht wurde, auf **AVM** zurückgeschaltet wird.

- (10) **SINGLE** - Drucktaste mit zwei Funktionen und zugeordneten LED's.

SINGLE

Mit einem langen Tastendruck wird **SINGLE** (Einzel-

ereigniserfassung) ein- oder ausgeschaltet. Die mit **SGL** bezeichnete LED leuchtet, wenn SINGLE eingeschaltet ist.

Die Betriebsart SINGLE kann sowohl im Digital- als auch im Analog-Betrieb eingeschaltet werden. Liegt SINGLE vor und wird von Analog- auf Digitalbetrieb bzw. Digital- auf Analogbetrieb umgeschaltet, bleibt die Betriebsart SINGLE bestehen. Der Hauptanwendungsfall im SINGLE-Betrieb ist die Einzelereigniserfassung. Es ist aber auch möglich sich ständig wiederholende (repetierende) Signale in Form einer Einmalaufzeichnung zu erfassen.

Bei **SINGLE** im **Digitalbetrieb** leuchtet **keine STOR.-MODE LED (9)**, aber die **PRE-** bzw. **POST-**Triggereinstellung wird mit dem Readout angezeigt. Liegt **Analogbetrieb** vor und ist **SINGLE** eingeschaltet, zeigt das Readout "**SGL**" anstelle des **PRE-** bzw. **POST-**Triggerwertes an.

In dieser Betriebsart kann ein einzelner Zeitablenk- bzw. Signalerfassungsvorgang durch die Triggerung ausgelöst werden, wenn die Triggereinrichtung mit **RESET** aktiviert wurde. Mit dem Umschalten auf **SGL** wird die Einzelereignis-Erfassung eingeschaltet und der Zeitablenk- bzw. Signalerfassungsvorgang wird abgebrochen. Bei Analogbetrieb ist dann der Strahl nicht mehr sichtbar, während er im Digitalbetrieb weiterhin sichtbar bleibt und das zuletzt erfaßte Signal anzeigt.

Mit dem Einschalten des SINGLE-Betriebs wird **automatisch** auf **Normal-Triggerung (NM-LED leuchtet)** umgeschaltet. Andernfalls würde die Triggerautomatik auch ohne anliegendes Meßsignal Signalerfassungs- bzw. Zeitablenkvorgänge auslösen.

Nur im Digitalbetrieb

Achtung!

Nur wenn die Kombination von SINGLE- und DUAL-Betrieb vorliegt, beträgt der kleinstmögliche Zeitablenkoeffizient $2\mu\text{s}/\text{div}$. anstelle von $500\text{ns}/\text{div}$. Bei eingeschalteter X-MAG. x10 Funktion folglich $200\text{ns}/\text{div}$. statt $50\text{ns}/\text{div}$.

RESET

Ein kurzes Betätigen der SINGLE-Taste löst die RESET-Funktion aus. Die Wirkung ist abhängig von der Signalerfassungsart.

Nur im Digitalbetrieb

1. RESET in Verbindung mit **SINGLE**-Betrieb (Einzelereigniserfassung):

In dieser Betriebsart leuchtet die **SGL**-LED (SINGLE) und das **Readout** zeigt die **PRE-** oder **POST-**Triggereinstellung an. Wird die **SINGLE**-Taste kurz gedrückt, leuchtet die **RES**-LED zusätzlich zur **SGL**-LED. Ob die **RES**-LED nur kurz aufleuchtet oder länger leuchtet hängt davon ab, ob:

- sofort ein die Triggerung auslösendes Signal (**Trigger-signal**) vorliegt oder nicht,
- welcher **Zeitablenkoeffizient** eingestellt ist und
- welche **PRE-** bzw. **POST-**Triggereinstellung gewählt wurde.

Mit dem Aufleuchten der **RES**-LED beginnt sofort die Aufzeichnung des bzw. der Signale, wenn die **HOLD**-Funktion abgeschaltet ist.

Achtung!

Im Zeitkoeffizientenbereich von $100\text{s}/\text{cm}$ bis $50\text{ms}/\text{cm}$ wird die Signalerfassung sofort sichtbar. Sie erfolgt als ROLL-Darstellung, hat aber sonst keine Gemeinsamkeit mit dem ROLL-Betrieb.

Triggerereignisse lösen nur dann die Triggerung aus, wenn die für die Vorgeschichte benötigte Erfassungszeit (PRE-Triggereinstellung) abgelaufen ist. Andernfalls wäre eine fehlerhafte Signaldarstellung die Folge.

Nach erfolgter Triggerung und beendeter Aufnahme erlischt die **RESET**-LED.

Mit Umschalten auf XY-Betrieb können im DUAL-Betrieb erfaßte Einzelereignisse und danach mit HOLD gesicherte Einzelereignisse auch als XY-Darstellung angezeigt werden.

2. RESET in Verbindung mit **ENVELOPE (ENV)-** oder **AVERAGE (AVM)-**Betrieb.

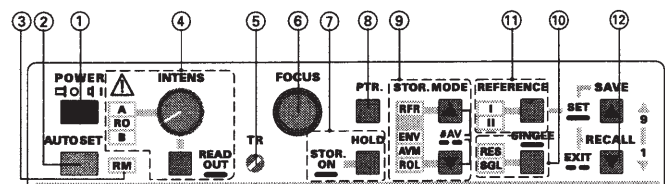
Liegt eine dieser Signalerfassungsarten vor und wird die SINGLE-Taste kurz gedrückt (**RESET**-Funktion), wird die Signalerfassung zurückgesetzt. Anschließend beginnt die Mittelwertbildung bzw. die Hüllkurvendarstellung von vorn.

Nur im Analog-Betrieb

Auch im Analog-Betrieb kann die Erfassung (z.B. fotografisch) von Einzelereignissen bzw. einmal dargestellten periodischen Signalen erfolgen.

Tritt ein Triggerereignis auf, nachdem im **SINGLE**-Betrieb die Triggereinrichtung mit **RESET** aktiviert wurde (**RES**-LED leuchtet), löst dies einen Zeitablenkvorgang aus; während dieses Vorgangs wird der Strahl sichtbar (helligetastet).

Zwei Signale können mit einem Zeitablenkvorgang nur dargestellt werden, wenn ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet wird (Chopper-Darstellung). Siehe **DUAL (23)**.



(11) REFERENCE - Drucktaste mit zwei Funktionen und 2 LED's (nur im Digitalbetrieb).

Das Oszilloskop verfügt über 2 nichtflüchtige Referenz-Speicher. Die dort gespeicherten Signale können einzeln oder gemeinsam zusätzlich zur aktuellen Anzeige dargestellt werden. Der Referenzspeicherinhalt bleibt nach dem Ausschalten des Oszilloskops erhalten.

Die der Drucktaste zugeordneten LED-Anzeigen **I** und **II** signalisieren, ob ein Referenzspeicher zusätzlich zur aktuellen Signaldarstellung angezeigt wird und um welchen Referenzspeicher es sich dabei handelt. Eine feste Zuordnung der Referenzspeicher zu den Signaleingängen besteht nur bei **DUAL-** und **XY**-Betrieb (Kanal I und REFERENCE I; Kanal II und REFERENCE II).

Anzeigen

Liegt Yt (Zeitbasis)-Betrieb vor, wird die Referenzspeicher-

anzeige mit jedem kurzen Tastendruck in folgender Sequenz weitergeschaltet:

dunkel - I - II - I und II - dunkel.

Bei **XY**-Betrieb werden die Leuchtdioden **I** und **II** gemeinsam ein- oder ausgeschaltet.

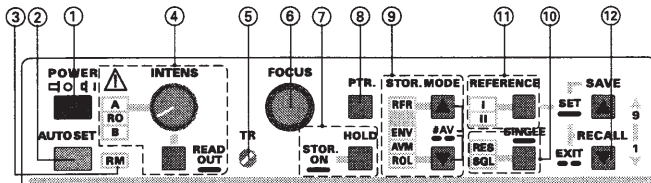
Überschreiben

Das Überschreiben des alten Referenzspeicherinhalts mit aktuellen Signaldaten ist wie folgt vorzunehmen:

Zuerst mit kurzem Tastendruck den bzw. die gewünschten Referenzspeicher bestimmen. Danach muß die **REFERENCE**-Taste lang gedrückt werden, bis ein akustisches Signal ertönt. Das bestätigt die Signaldatenübernahme in den bzw. die Referenzspeicher. Vor der Übernahme der aktuellen Signaldaten in den Referenzspeicher kann (muß aber nicht) zuvor auf **HOLD** geschaltet werden.

Achtung!

Da die Referenzdarstellung gleich der Position der aktuellen Signaldarstellung ist, kann sie in den meisten Fällen nicht sofort wahrgenommen werden. Es genügt eine Y-Positionsverschiebung der aktuellen Signaldarstellung, um die Referenzdarstellung sichtbar zu machen.



(12) SAVE / RECALL - Drucktasten für Geräteeinstellungen-Speicher.

Das Oszilloskop verfügt über 9 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 1 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" 1 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.

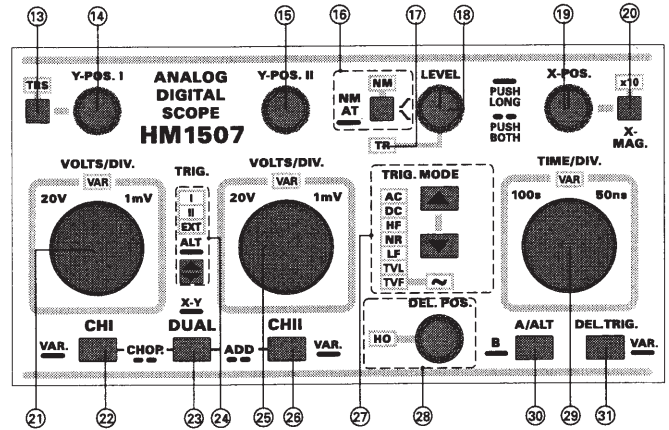
Achtung:

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 Triggerung und die Zeitbasen.



(13) TRS - Mit dem Drücken der Strahltrennung (= trace separation) -Taste leuchtet die zugeordnete LED, wenn alternierender Zeitbasisbetrieb (A alternierend B) vorliegt. Dann wirkt der **Y-POS. I** -Drehknopf als Y-Positionseinsteller für die B-Zeitbasis-Signaldarstellung. Ohne diese Funktion würden beide Signaldarstellungen (A und B) in derselben Y-Position angezeigt und die mit der B-Zeitbasis erfolgende Signaldarstellung wäre nicht oder nur schlecht 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.

(14) Y-POS. I - Drehknopf mit mehreren Funktionen.

1.) Mit diesem Drehknopf läßt sich die vertikale Strahlposition von Kanal I bestimmen. Bei **Additionsbetrieb** sind beide Drehknöpfe (**Y-POS. I** und **II**) wirksam. Damit läßt sich eine Signaldarstellung in eine für die Messung geeignete Position stellen.

Bei Gleichspannungsmessungen kann mit dem **Y-POS. I** -Drehknopf die **0 Volt Strahlposition** bestimmt werden:

Liegt kein Signal am Eingang (**INPUT CHI (32)**), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt am Eingang. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CHI (32)** bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (**INPUT CHI (32)**, **INPUT CHII (36)**) auf **GD (ground) (34) (38)** geschaltet sind und automatische Triggerung (**AT (16)**) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem **Y-POS. I**-Einsteller auf eine für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ändert sich die Strahlposition.

Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten "0 Volt Strahlposition" (Referenzlinie), läßt sich die Gleichspannung bestimmen.

"0 Volt"-Symbol

Bei eingeschaltetem Readout kann die "0 Volt"-Strahlposition von Kanal I mit einem Symbol (⊥) immer angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal I wird im **CHI** und **DUAL-Betrieb** in der Bildschirmmitte links von der senkrechten Rasterlinie angezeigt.

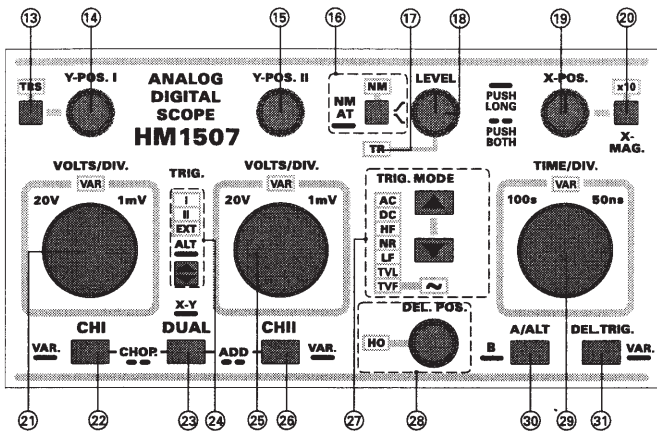
Voraussetzung für die Anzeige des "0 Volt"-Symbols ist, daß die Softwareeinstellung "DC Ref. = ON" im "SETUP"-Untermenü "Miscellaneous" (Verschiedenes) vorliegt.

Bei **XY-** und **ADD** (Additions)-Betrieb wird kein "⊥" -Symbol angezeigt.

2.) Der **Y-POS. I** -Drehknopf kann bei alternierendem Zeitbasisbetrieb als Y-Positionseinsteller für die B-Zeitbasis-Signaldarstellung benutzt werden. Siehe **TRS (13)**.

Nur im Digital-Betrieb.

Der **Y-POS. I** Drehknopf kann zur vertikalen Positionsänderung eines mit **HOLD** gespeicherten Signals benutzt werden. Siehe **HOLD (7)**.



(15) Y-POS. II – Drehknopf mit mehreren Funktionen.

1.) Mit diesem Drehknopf läßt sich die vertikale Strahlposition von Kanal II bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS. I und II) wirksam. Damit läßt sich eine Signaldarstellung in eine für die Messung geeignete Position stellen. Im XY-Analogbetrieb ist dieser Drehknopf ohne Wirkung, für X-Positionsverschiebungen ist der X-POS. Drehknopf zu benutzen.

Bei Gleichspannungsmessungen kann mit dem **Y-POS. II** -Drehknopf die **0 Volt Strahlposition** bestimmt werden:

Liegt kein Signal am Eingang (**INPUT CHII (36)**), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt am Eingang. Das ist der Fall, wenn der **INPUT CHII (36)** bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (**INPUT CHI (32)**, **INPUT CHII (36)**) auf **GD** (ground) (**34**) (**38**) geschaltet sind und automatische Triggerung (**AT (16)**) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem **Y-POS. II**-Einsteller auf eine für die nachfolgende Gleichspannungsmessung

geeignete Rasterlinie positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten "0 Volt Strahlposition" (Referenzlinie), läßt sich die Gleichspannung bestimmen.

"0 Volt"-Symbol

Bei eingeschaltetem Readout kann die "0 Volt"-Strahlposition von Kanal II mit einem Symbol (⊥) immer angezeigt werden, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal II wird im **CHII** und **DUAL-Betrieb** in der Bildschirmmitte rechts von der senkrechten Rasterlinie angezeigt.

Voraussetzung für die Anzeige des "0 Volt"-Symbols ist, daß die Softwareeinstellung "DC Ref. = ON" im "SETUP"-Untermenü "Miscellaneous" (Verschiedenes) vorliegt.

Bei **XY-** und **ADD** (Additions)-Betrieb wird kein "⊥" -Symbol angezeigt.

Nur im Digital-Betrieb

Der **Y-POS. II** Drehknopf kann zur vertikalen Positionsänderung eines mit **HOLD** gespeicherten Signals benutzt werden. Siehe **HOLD (7)**.

Bei **XY**-Digitalbetrieb kann mit dem **Y-POS II** -Drehknopf die Horizontalposition der XY-Darstellung verändert werden. Der **X-POS** -Drehknopf ist dann wirkungslos.

(16) NM / AT

↗ - Drucktaste mit zwei Funktionen und zugeordneter LED-Anzeige.

Diese Drucktaste ist nur wirksam, wenn eine Yt (Zeitbasis)-Betriebsart vorliegt.

NM / AT

Mit einem langen Tastendruck wird von **NM (Normal-Triggerung)** auf **AT (automatische -Spitzenwert-Triggerung)** bzw. umgekehrt umgeschaltet. Leuchtet die **NM**-LED, liegt Normaltriggerung vor.

Spitzenwert-Triggerung:

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 Signaldarstellung befindet.

∕\ (SLOPE)

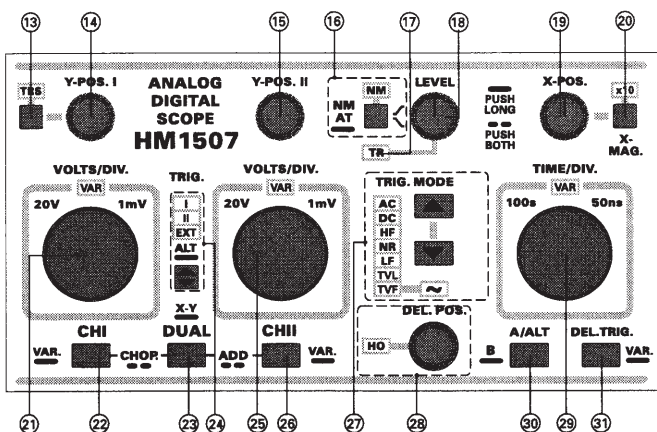
Die zweite Funktion betrifft die **Triggerflankenwahl**. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Flankenwahl vorgenommen. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalfanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird im Readout als Symbol angezeigt.

Auf welche Zeitbasis sich die Drucktastenfunktionen beziehen, hängt von der gerade vorliegenden Zeitbasisbetriebsart ab:

- a) **A-Zeitbasisbetrieb:** Beide Funktionen wirken nur auf die A-Zeitbasis.
- b) **A- und B-Zeitbasis (alternierend)** mit freilaufender (ungetriggert) B-Zeitbasis: Beide Funktionen wirken nur auf die A-Zeitbasis.
- c) **A- und B-Zeitbasis (alternierend)** mit getriggert B-Zeitbasis (DEL.TRIG.): Nur die B-Zeitbasis bezogene Flankenrichtungswahl wird ermöglicht.
- d) **B-Zeitbasisbetrieb (freilaufend):** Beide Funktionen beeinflussen die nicht angezeigte A-Zeitbasis.
- e) **B-Zeitbasisbetrieb (getriggert):** Nur die B-Zeitbasis bezogene Flankenrichtungswahl wird ermöglicht.

Funktionseinstellungen, auf die gerade kein Zugriff möglich ist, bleiben erhalten.

Achtung:
Im Digitalbetrieb wird die unter Punkt c) beschriebene Zeitbasisbetriebsart nicht ermöglicht.



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

Im XY-Analogbetrieb und -Digitalbetrieb leuchtet die TR-LED nicht.

- (18) **LEVEL** - Mit dem LEVEL-Drehknopf kann der Triggerpunkt, also die Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muß (abhängig von der vorgegebenen Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeblendet, welches den Triggerpunkt anzeigt. Das Triggerpunkt-Symbol wird in den Betriebsarten abgeschaltet, in denen keine direkte Beziehung zwischen Triggersignal und Triggerpunkt vorliegt.

Wird die LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Triggerpunkt-Symbols im Readout. Die Änderung erfolgt in vertikaler Richtung und betrifft selbstverständlich auch den Strahlstart des Signals. Um zu vermeiden, daß das Triggerpunkt-Symbol andere Readoutinformationen überschreibt und um erkennbar zu machen, in welcher Richtung der Triggerpunkt das Meßraster verlassen hat, wird das Symbol durch einen nach oben oder unten zeigenden Pfeil ersetzt.

Die letzte **A-Zeitbasis** bezogene **LEVEL**-Einstellung bleibt erhalten, wenn auf **alternierenden Zeitbasis**- bzw. **B-Zeitbasisbetrieb** umgeschaltet und dabei die **B-Zeitbasis getriggert** wird. Dann kann mit dem LEVEL-Einsteller der Triggerpunkt, bezogen auf die B-Zeitbasis, eingestellt werden. Das Triggerpunkt-Symbol wird dann durch den Buchstaben **"B"** ergänzt.

Nur im Digital-Betrieb

Das Trigger(zeit)punkt-Symbol kann sich in einer Horizontalposition befinden, die nicht anzeigbar ist. Siehe **PTR-Taste (8)**.

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

Nur im Digital-Betrieb

Im XY-Betrieb ist der Drehknopf unwirksam. Eine **X-Positionsverschiebung** kann mit dem **Y-POS. II (15)** Drehknopf vorgenommen werden.

- (20) **X-MAG. x10** - Drucktaste mit zugeordneter LED-Anzeige.

Eine Tastendruck schaltet die LED ein oder aus. Leuchtet die **x10** LED, erfolgt eine **10fache X-Dehnung**. Die dann gültigen Zeit-Ablenkoeffizienten werden oben links im Readout angezeigt. **X-MAG. x10** wirkt auf die **A-** und die **B-Zeitbasis**, also auch im alternierenden Zeitbasis-Betrieb. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalauschnitt mit dem **X-POS.**-Einsteller auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden. Je nach **X-POS.**-Einstellung ist im alternierenden Zeitbasis-Betrieb der Hellsektor nicht sichtbar.

Im XY-Betrieb ist die X-MAG. Taste wirkungslos.

- (21) **VOLTS/DIV.** - Für Kanal I steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

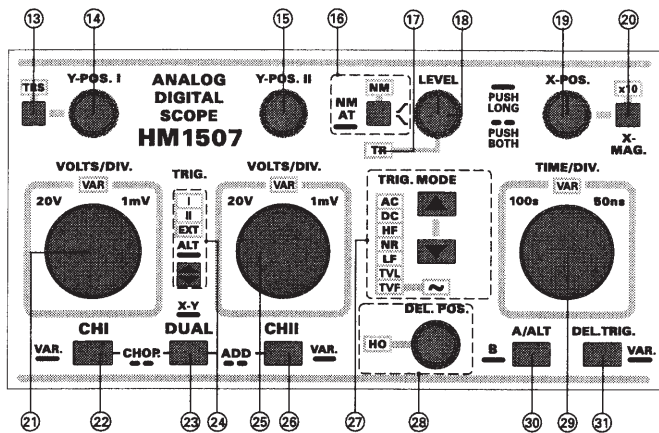
Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal I aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal I ist im **CH I-** (Mono), **DUAL**-, **ADD**- (Additions-) und **XY**-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (22)** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die **VAR.**- LED nicht leuchtet.

Mit Linksdrehen wird der Ablenkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert.

Dabei können Ablenkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (Yt: "Y1:5mV..."; XY: "Y:5mV..."). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ":" ein ">" Symbol angezeigt.



(22) CH I

VAR - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

CH I

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal I (Einkanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal I umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkkoeffizienten von Kanal I ("Y1...") und die **TRIG.-LED (24) "I"** leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des **VOLTS/DIV.-Drehknopfs (21)** bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (32) nicht auf GD (34) geschaltet wurde.

VAR

Mit jedem **langen Betätigen** der **CHI**-Taste wird die Funktion des **VOLTS/DIV.-Drehknopfes** umgeschaltet und mit der darüber befindlichen **VAR-LED** angezeigt. Leuchtet die **VAR-LED** nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal I verändert werden (1-2-5 Folge).

Wird die **CHI**-Taste **lang gedrückt** und **leuchtet** die **VAR-LED**, ist der **VOLTS/DIV.-Drehknopf (21)** als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung ("Y1>...") und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert ("Y1:..."); dabei bleibt der Drehknopf aber in der Feinstellerfunktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der **CHI**-Taste - auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet

werden. Dann erlischt die **VAR-LED** und das möglicherweise noch angezeigte ">" Symbol wird durch ":" ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die **CH I**-Taste (22) auch zusammen mit der **DUAL**-Taste (23) betätigt werden kann. Siehe **Punkt (23)**.

(23) DUAL

XY - Drucktaste mit mehreren Funktionen.

DUAL

Betrieb liegt vor, wenn die **DUAL-Taste kurz betätigt** wurde. Wenn vorher Einkanal-Betrieb vorlag, werden nun die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle im Readout angezeigt. Die letzte Triggerbedingung (Triggerquelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen, kann aber verändert werden.

Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf **GD (34) (38)** geschaltet wurde.

Im Analogbetrieb zeigt das Readout rechts neben dem Ablenkkoeffizienten von Kanal II (Y2:...) an, wie die Kanalschaltung erfolgt. "**ALT**" steht für alternierende und "**CHP**" für Chopper (Zerhacker) -Kanalschaltung. Die Art der Kanalschaltung wird automatisch durch die Zeitkoeffizienteneinstellung (Zeitbasis) vorgegeben.

Chopper (**CHP**)-Darstellung erfolgt **automatisch** in den Zeitbasisbereichen von **500ms/div. bis 500µs/div.** Dann wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet.

Alternierende Kanalschaltung (**ALT**) erfolgt **automatisch** in den Zeitbasisbereichen von **200µs/div. bis 50ns/div.** Dabei wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt.

Die von der Zeitbasis vorgegebene Art der **Kanalschaltung** kann geändert werden. Liegt **DUAL**-Betrieb vor und werden die **DUAL-** (23) und die **CH I**-Taste (22) gleichzeitig betätigt, erfolgt die Umschaltung von **ALT** auf **CHP** bzw. **CHP** auf **ALT**. Wird danach die Zeitkoeffizienteneinstellung (**TIME/DIV.-Drehknopf**) geändert, bestimmt der Zeitkoeffizient erneut die Art der Kanalschaltung.

Nur im Digitalbetrieb

Im Zweikanal (**DUAL**)-Digitalbetrieb erfolgt die Analog/Digital-Wandlung gleichzeitig mit je einem A/D-Wandler pro Kanal. Da keine Kanalschaltung wie im Analogbetrieb erforderlich ist, zeigt das Readout die Signalerfassungsart des Digitalbetriebs anstelle von "**ALT**" bzw. "**CHP**".

ADD (Additions)

Betrieb kann durch gleichzeitiges Drücken der **DUAL-** (23) und der **CH II**-Taste (26) eingeschaltet werden, wenn zuvor **DUAL**-Betrieb vorlag. Im Additionsbetrieb (**ADD**) wird das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**. Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additionssymbol "+" zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt.

Im **ADD** (Additions) -Betrieb werden zwei Signale addiert bzw. subtrahiert und das Resultat (algebraische

Summe bzw. Differenz) als ein Signal dargestellt. Das Resultat ist nur dann richtig, wenn die Ablenkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden **Y-POS.**-Drehknöpfen beeinflusst werden.

XY

Betrieb wird mit einem **langen Tastendruck** auf die **DUAL**-Taste eingeschaltet. Die Ablenkoeffizientenanzeige im Readout zeigt dann **"Y: ..."** für Kanal I, **"X: ..."** für Kanal II und rechts davon **"XY"** für die Betriebsart. Bei **XY**-Betrieb sind die gesamte **obere Readoutzeile** und das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**; das gilt auch für die entsprechenden Bedienelemente.

Im XY-Analogbetrieb sind die Kanal II (**CH II (X)**) betreffende **INV** (Invertierung)-Taste (**38**) und der **Y-POS. II** -Einsteller (**15**) unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem **X-POS.**-Einsteller (**19**) vorgenommen werden. Die X-Dehnung (**X-MAG. x10**) ist abgeschaltet.

Nur im Digitalbetrieb

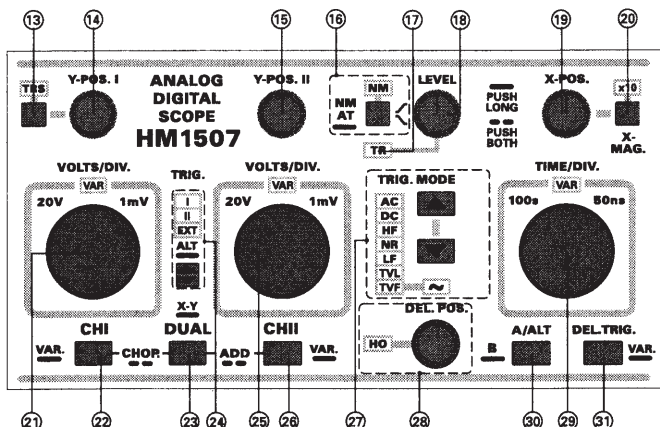
XY-Digitalbetrieb wird dadurch kenntlich gemacht, daß zusätzlich zur Readoutanzeige **"XY"** die **RFR-LED (9)** leuchtet. Andere **STOR. MODE**-Einstellungen können dann nicht gewählt werden. Außerdem zeigt das Readout anstelle des Zeit-Ablenkoeffizienten die Abtastrate (z.B. **100MS/s**), die mit dem **TIME/DIV.**-Knopf (**29**) einzustellen ist.

Ist die Abtastrate zu hoch, entstehen Lücken in der Darstellung von Lissajous-Figuren. Bei zu niedriger Abtastrate kommt es zu Darstellungen, bei denen das Frequenzverhältnis beider Signale nicht mehr bestimmbar ist. Die Einstellung der geeigneten Abtastrate wird vereinfacht, wenn beide Signale erst im Refresh (**RFR**) **DUAL**-Betrieb dargestellt werden. Dabei ist mit dem **TIME/DIV.**-Einsteller der Zeitkoeffizient so einzustellen, daß jeder Kanal mindestens eine Signalperiode anzeigt. Anschließend kann auf **XY**-Digitalbetrieb geschaltet werden.

Achtung!

Der Y-POS. II-Einsteller (15) wirkt bei XY-Digitalbetrieb als X-Positionseinsteller; der X-POS.-Einsteller (19) ist abgeschaltet.

Im Gegensatz zum XY-Analogbetrieb, kann auch das X-Signal mit der **INV** (Invertierung) -Taste (**38**) invertiert werden. Außerdem ist es möglich auf **SINGLE (10)** zu schalten und mit einem kurzen Tastendruck (**RESET (10)**) einen Signalaufzeichnungsvorgang auszulösen.



(24) TRIG. -

ALT - Drucktaste mit Doppelfunktion und LED-Anzeige.

Die Drucktaste und die LED-Anzeige sind abgeschaltet, wenn Netzfrequenz-Triggerung oder XY-Betrieb vorliegt.

Mit der Drucktaste wird die Wahl der Triggerquelle vorgenommen. Die Triggerquelle wird mit der **TRIG.**-LED-Anzeige (**24**) angezeigt.

Mit dem Begriff **„Triggerquelle“** wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird. Es stehen drei Triggerquellen zur Verfügung:

Kanal I, Kanal II (beide werden als interne Triggerquellen bezeichnet) und der **TRIG. EXT. (39)** Eingang als externe Triggerquelle.

Anmerkung:

Der Begriff **„interne Triggerquelle“** beschreibt, daß das Triggersignal vom Meßsignal stammt.

I - II - EXT:

Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Triggerquelle umgeschaltet. Die Verfügbarkeit der internen Triggerquellen hängt von der gewählten Kanal-Betriebsart ab. Die Schaltsequenz lautet:

I - II - EXT - I bei DUAL- und ADD- (Additions-) Betrieb.

I - EXT - I bei Kanal I (Einkanal-) Betrieb.

II - EXT - II bei Kanal II (Einkanal-) Betrieb.

Das Triggerpunktsymbol wird bei Extern-Triggerkopplung nicht angezeigt.

Nur im Digitalbetrieb

Bei **ROL**-Betrieb (triggerunabhängige Signalerfassung) sind alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente, Leuchtdioden und Readouteinblendungen abgeschaltet; also auch die **TRIG.**-Taste (**24**) mit den zugehörigen LEDs.

ALT:

Mit einem langen Tastendruck wird die (interne) alternierende Triggerung eingeschaltet. Dann leuchten die **TRIG. I** und **II** Anzeigen gemeinsam. Da die alternierende Triggerung auch alternierenden **DUAL**-Betrieb voraussetzt, wird diese Betriebsart automatisch mit eingeschaltet. In dieser Betriebsart erfolgt die Umschaltung der internen Triggerquellen synchron mit der Kanalschaltung. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht angezeigt. Mit einem kurzen Tastendruck kann die alternierende Triggerung abgeschaltet werden.

In Verbindung mit alternierender Triggerung werden folgende Triggerkopplungsarten (**TRIG.MODE (27)**) nicht ermöglicht: **SINGLE**, **TVL** (TV-Zeile), **TVF** (TV-Bild) und **~** (Netztriggerung).

Wenn eine der folgenden Betriebsarten vorliegt, kann nicht auf alternierende Triggerung umgeschaltet werden, bzw. wird die alternierende Triggerung automatisch abgeschaltet: **ADD** (Additions) -Betrieb, alternierender (**ALT**) und **B**- Zeitbasisbetrieb.

(25) VOLTS/DIV. - Für Kanal II steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal II aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal II ist im **CH II-** (Mono), **DUAL-**, **ADD-** (Additions-) und **XY-**Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (26)** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die **VAR.-** LED nicht leuchtet.

Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (**Yt: "Y2:5mV..."**; **XY: "X:5mV..."**). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ":" ein ">" Symbol angezeigt.

(26) CH II

VAR - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

CHII

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder externe noch Netz-Triggerung eingeschaltet waren, wird die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkkoeffizienten von Kanal II ("Y2...") und die **TRIG.-LED (24) II** leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des **VOLTS/DIV.-**Drehknopfs (**25**) bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (**36**) nicht auf GD (**38**) geschaltet wurde.

VAR

Mit jedem **langen Betätigen** der **CHII** -Taste wird die Funktion des **VOLTS/DIV.-**Drehknopfs umgeschaltet und mit der darüber befindlichen **VAR-LED** angezeigt. Leuchtet die **VAR-LED** nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5 Folge).

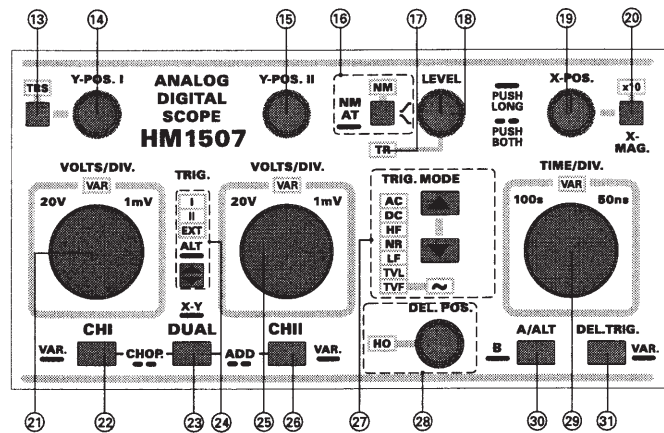
Leuchtet die **VAR-LED** nicht und wird die **CHII** -Taste lang gedrückt, leuchtet die **VAR-LED** und zeigt damit an, daß der Drehknopf nun als Feinsteller wirkt. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wurde. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung ("Y2>...") und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert ("Y2:..."); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der **VAR.** -Taste - auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet

werden. Dann erlischt die **VAR-LED** und das ">" Symbol wird durch ":" ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die **CHII** -Taste auch zusammen mit der **DUAL**-Taste (**23**) betätigt werden kann. Siehe Punkt (**23**).



(27) TRIG. MODE - Drucktasten mit LED's.

Wird eine der beiden TRIG.MODE -Tasten betätigt, wird die Triggerkopplung (Signalankopplung an die Triggereinrichtung) umgeschaltet. Die Triggerkopplung wird mit der LED-Anzeige angezeigt.

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

- AC** - Wechsellspannungsankopplung
- DC** - Gleichspannungsankopplung (Spitzenwerterfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- HF** - Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
- NR** - Hochfrequenzankopplung mit Rauschunterdrückung
- LF** - Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile, in Verbindung mit automatischer Triggerung (**AT**) **AC**-Triggerkopplung bzw. **DC**-Triggerkopplung bei Normaltriggerung (**NM**)
- TVL** - TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- TVF** - TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- ~** - Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol).

Bei Netzfrequenz-Triggerung ist die **TRIG.** -Taste (**24**) wirkungslos und es leuchtet keine **TRIG.** -LED (**24**).

In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und können daher nicht eingeschaltet werden.

(28) HO - LED

DEL.POS. - Dieser Drehknopf hat zwei vom Zeitbasisbetrieb abhängige Funktionen.

Wird nur die A-Zeitbasis betrieben, wirkt der Drehknopf als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei minimaler Holdoff-Zeit ist die **HO-LED** nicht eingeschaltet. Wird der Drehknopf im Uhrzeigersinn gedreht, leuchtet die **HO-LED** und die Holdoff-Zeit vergrößert sich. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es

Summe bzw. Differenz) als ein Signal dargestellt. Das Resultat ist nur dann richtig, wenn die Ablenkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden **Y-POS.**-Drehknöpfen beeinflusst werden.

XY

Betrieb wird mit einem **langen Tastendruck** auf die **DUAL**-Taste eingeschaltet. Die Ablenkoeffizientenanzeige im Readout zeigt dann "Y: ..." für Kanal I, "X: ..." für Kanal II und rechts davon "XY" für die Betriebsart. Bei XY-Betrieb sind die gesamte **obere Readoutzeile** und das **Triggerpegel-Symbol abgeschaltet**; das gilt auch für die entsprechenden Bedienelemente.

Im XY-Analogbetrieb sind die Kanal II (**CH II (X)**) betreffende **INV** (Invertierung)-Taste (**38**) und der **Y-POS. II** -Einsteller (**15**) unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem **X-POS.**-Einsteller (**19**) vorgenommen werden. Die X-Dehnung (**X-MAG. x10**) ist abgeschaltet.

Nur im Digitalbetrieb

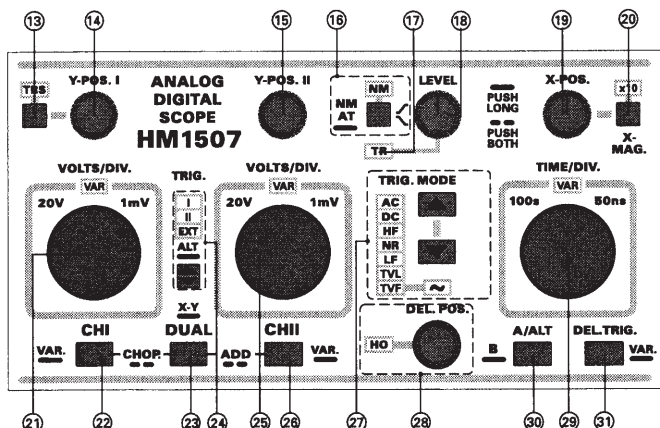
XY-Digitalbetrieb wird dadurch kenntlich gemacht, daß zusätzlich zur Readoutanzeige "XY" die **RFR-LED (9)** leuchtet. Andere **STOR. MODE**-Einstellungen können dann nicht gewählt werden. Außerdem zeigt das Readout anstelle des Zeit-Ablenkoeffizienten die **Abtastrate** (z.B. **100MS/s**), die mit dem **TIME/DIV.**-Knopf (**29**) einzustellen ist.

Ist die Abtastrate zu hoch, entstehen Lücken in der Darstellung von Lissajous-Figuren. Bei zu niedriger Abtastrate kommt es zu Darstellungen, bei denen das Frequenzverhältnis beider Signale nicht mehr bestimmbar ist. Die Einstellung der geeigneten Abtastrate wird vereinfacht, wenn beide Signale erst im Refresh (**RFR**) **DUAL**-Betrieb dargestellt werden. Dabei ist mit dem **TIME/DIV.**-Einsteller der Zeitkoeffizient so einzustellen, daß jeder Kanal mindestens eine Signalperiode anzeigt. Anschließend kann auf **XY**-Digitalbetrieb geschaltet werden.

Achtung!

Der Y-POS. II-Einsteller (15) wirkt bei XY-Digitalbetrieb als X-Positionseinsteller; der X-POS.-Einsteller (19) ist abgeschaltet.

Im Gegensatz zum XY-Analogbetrieb, kann auch das X-Signal mit der **INV** (Invertierung) -Taste (**38**) invertiert werden. Außerdem ist es möglich auf **SINGLE (10)** zu schalten und mit einem kurzen Tastendruck (**RESET (10)**) einen Signalaufzeichnungsvorgang auszulösen.



(24) TRIG. -

ALT - Drucktaste mit Doppelfunktion und LED-Anzeige.

Die Drucktaste und die LED-Anzeige sind abgeschaltet, wenn Netzfrequenz-Triggerung oder XY-Betrieb vorliegt.

Mit der Drucktaste wird die Wahl der Triggerquelle vorgenommen. Die Triggerquelle wird mit der **TRIG.**-LED-Anzeige (**24**) angezeigt.

Mit dem Begriff „**Triggerquelle**“ wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird. Es stehen drei Triggerquellen zur Verfügung:

Kanal I, Kanal II (beide werden als interne Triggerquellen bezeichnet) und der **TRIG. EXT. (39)** Eingang als externe Triggerquelle.

Anmerkung:

Der Begriff „interne Triggerquelle“ beschreibt, daß das Triggersignal vom Meßsignal stammt.

I - II - EXT:

Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Triggerquelle umgeschaltet. Die Verfügbarkeit der internen Triggerquellen hängt von der gewählten Kanal-Betriebsart ab. Die Schaltsequenz lautet:

I - II - EXT - I bei DUAL- und ADD- (Additions-) Betrieb.

I - EXT - I bei Kanal I (Einkanal-) Betrieb.

II - EXT - II bei Kanal II (Einkanal-) Betrieb.

Das Triggerpunktsymbol wird bei Extern-Triggerkopplung nicht angezeigt.

Nur im Digitalbetrieb

Bei **ROL**-Betrieb (triggerunabhängige Signalerfassung) sind alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente, Leuchtdioden und Readouteinblendungen abgeschaltet; also auch die **TRIG.**-Taste (**24**) mit den zugehörigen LEDs.

ALT:

Mit einem langen Tastendruck wird die (interne) alternierende Triggerung eingeschaltet. Dann leuchten die **TRIG. I** und **II** Anzeigen gemeinsam. Da die alternierende Triggerung auch alternierenden **DUAL**-Betrieb voraussetzt, wird diese Betriebsart automatisch mit eingeschaltet. In dieser Betriebsart erfolgt die Umschaltung der internen Triggerquellen synchron mit der Kanalschaltung. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht angezeigt. Mit einem kurzen Tastendruck kann die alternierende Triggerung abgeschaltet werden.

In Verbindung mit alternierender Triggerung werden folgende Triggerkopplungsarten (**TRIG.MODE (27)**) nicht ermöglicht: **SINGLE**, **TVL** (TV-Zeile), **TVF** (TV-Bild) und \sim (Netztriggerung).

Wenn eine der folgenden Betriebsarten vorliegt, kann nicht auf alternierende Triggerung umgeschaltet werden, bzw. wird die alternierende Triggerung automatisch abgeschaltet: **ADD** (Additions) -Betrieb, alternierender (**ALT**) und **B**- Zeitbasisbetrieb.

(25) **VOLTS/DIV.** - Für Kanal II steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal II aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal II ist im **CH II-** (Mono), **DUAL-**, **ADD-** (Additions-) und **XY-**Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter **VAR (26)** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die **VAR.-** LED nicht leuchtet.

Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (**Yt: "Y2:5mV..."**; **XY: "X:5mV..."**). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ":" ein ">" Symbol angezeigt.

(26) CH II

VAR - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

CHII

Mit einem **kurzen Tastendruck** wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet. Wenn zuvor weder externe noch Netz-Triggerung eingeschaltet waren, wird die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet. Das Readout zeigt dann den Ablenkkoeffizienten von Kanal II ("**Y2...**") und die **TRIG.-LED (24) II** leuchtet. Die letzte Funktionseinstellung des **VOLTS/DIV.-**Drehknopfs (**25**) bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (**36**) nicht auf GD (**38**) geschaltet wurde.

VAR

Mit jedem **langen Betätigen** der **CHII** -Taste wird die Funktion des **VOLTS/DIV.-**Drehknopfs umgeschaltet und mit der darüber befindlichen **VAR-LED** angezeigt. Leuchtet die **VAR-LED** nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5 Folge).

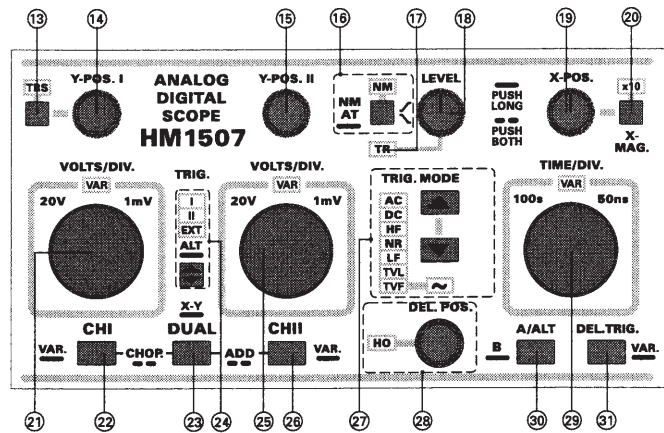
Leuchtet die **VAR-LED** nicht und wird die **CHII** -Taste lang gedrückt, leuchtet die **VAR-LED** und zeigt damit an, daß der Drehknopf nun als Feinsteller wirkt. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wurde. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung ("**Y2>...**") und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert ("**Y2:...**"); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der **VAR.** -Taste - auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet

werden. Dann erlischt die **VAR-LED** und das ">" Symbol wird durch ":" ersetzt.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die **CHII** -Taste auch zusammen mit der **DUAL**-Taste (**23**) betätigt werden kann. Siehe Punkt (**23**).



(27) TRIG. MODE - Drucktasten mit LED's.

Wird eine der beiden TRIG.MODE -Tasten betätigt, wird die Triggerkopplung (Signalankopplung an die Triggereinrichtung) umgeschaltet. Die Triggerkopplung wird mit der LED-Anzeige angezeigt.

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

- AC** - Wechsellspannungsankopplung
- DC** - Gleichspannungsankopplung (Spitzenwerterkennung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- HF** - Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
- NR** - Hochfrequenzankopplung mit Rauschunterdrückung
- LF** - Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile, in Verbindung mit automatischer Triggerung (**AT**) **AC**-Triggerkopplung bzw. **DC**-Triggerkopplung bei Normaltriggerung (**NM**)
- TVL** - TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- TVF** - TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
- ~** - Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol).

Bei Netzfrequenz-Triggerung ist die **TRIG.** -Taste (**24**) wirkungslos und es leuchtet keine **TRIG.** -LED (**24**).

In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und können daher nicht eingeschaltet werden.

(28) HO - LED

DEL.POS. - Dieser Drehknopf hat zwei vom Zeitbasisbetrieb abhängige Funktionen.

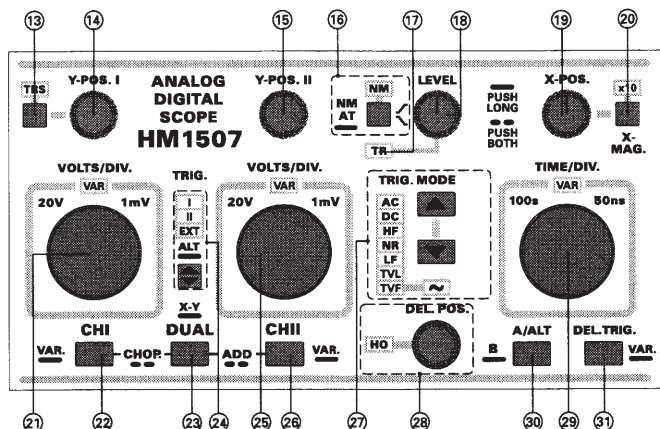
Wird nur die A-Zeitbasis betrieben, wirkt der Drehknopf als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei minimaler Holdoff-Zeit ist die **HO-LED** nicht eingeschaltet. Wird der Drehknopf im Uhrzeigersinn gedreht, leuchtet die **HO-LED** und die Holdoff-Zeit vergrößert sich. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es

sich, wenn in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde (**HO-LED** erlischt). Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung bleibt gespeichert und wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere A-Zeitbasis Einstellung gewählt wird. (Über die Anwendung der "Holdoff-Zeiteinstellung" informiert der gleichnamige Absatz).

Im **alternierenden A- und B-Zeitbasisbetrieb**, sowie im **B-Zeitbasisbetrieb**, wirkt der Drehknopf als **Verzögerungszeit**-Einsteller (die zuvor gewählte Holdoff-Zeit bleibt erhalten). Die Verzögerungszeit wird im alternierenden A- und B-Zeitbasisbetrieb auf dem Strahl der A-Zeitbasis durch den Anfang (links) eines Hellsektors 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 Hellsektors.

Nur im Digital-Betrieb

In dieser Betriebsart ist die Holdoff-Zeit immer auf den Minimalwert gesetzt und kann nicht verlängert werden. Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung im Analogbetrieb wird nicht gespeichert. Folglich liegt die minimale Holdoff-Zeit vor, wenn wieder auf Analogbetrieb geschaltet wird.



(29) TIME/DIV. – Drehknopf mit Doppelfunktion.

Mit dem im **TIME/DIV.** Feld befindlichen Drehknopf wird der Zeit-Ablenkoeffizient eingestellt, der oben links im Readout angezeigt wird.

Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche **VAR-LED** nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasiswähler. Dann kann mit dem Drehknopf die Zeit-Ablenkoeffizientenumschaltung in 1-2-5 Folge vorgenommen werden; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkoeffizienten. Leuchtet die **VAR-LED (nur im Analogbetrieb möglich)**, wirkt der Drehknopf als Feinsteller.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeitbasiswähler (1-2-5 Folge).

Bei A-Zeitbasisbetrieb verändert der Drehknopf nur diese Zeitbasis. Ohne X Dehnung x10 stehen folgende Zeit-Ablenkoeffizientenbereiche zur Verfügung:

A-Zeitbasis im Analogbetrieb: 500ms/div. - 50ns/div.
A-Zeitbasis im Digitalbetrieb: 100s/div. - 500ns/div.

In den Zeitbasisbetriebsarten **ALT** (A alternierend mit B) und **B** ist mit dem Drehknopf der B-Zeit-Ablenkoeffizient zu bestimmen. Grundsätzlich stehen folgende Bereiche zur Verfügung:

B-Zeitbasis im Analogbetrieb: 20ms/div. – 50ns/div.
B-Zeitbasis im Digitalbetrieb: 20ms/div. – 500ns/div.

Das Oszilloskop verhindert automatisch, daß der B-Zeit-Ablenkoeffizient größer als der A-Zeit-Ablenkoeffizient ist, da ein derartiger Betrieb keinen Sinn ergeben würde. Sinn der B-Zeitbasis ist es, in X-Richtung gedehnte Signaldarstellung zu ermöglichen, die allein mit der A-Zeitbasis nicht erreichbar ist.

Beispiel:

Ist die A-Zeitbasis auf 200µs/div. eingestellt und wird - ausgehend von 500ns/div. – der Zeit-Ablenkoeffizient der B-Zeitbasis vergrößert, kann er auch auf 200µs/div. eingestellt werden, aber nicht auf Werte zwischen 20ms/div. und 500µs/div. Wenn anschließend auf A-Zeitbasisbetrieb geschaltet und der A-Zeit-Ablenkoeffizient von 200µs/div. auf 100µs/div. verkleinert wird, übernimmt die B-Zeitbasis automatisch 100µs/div. Wird anschließend auf alternierenden- oder B-Zeitbasisbetrieb geschaltet, zeigt das Readout "B:100µs".

Achtung:
Die unterschiedlichen Zeitkoeffizientenbereiche der Analog- bzw. Digital-Zeitbasis führen beim Umschalten zwischen Analog- und Digital-Betrieb zu Besonderheiten. Sie sind unter Punkt (7) beschrieben.

(30) A/ALT

B - Mit dieser Drucktaste ist die Zeitbasisbetriebsart wählbar.

Das Oszilloskop verfügt über 2 Zeitbasen (A und B). Mit der B-Zeitbasis läßt sich ein Ausschnitt der Signaldarstellung der A-Zeitbasis vergrößert darstellen. Das Verhältnis Zeit-Ablenkoeffizient A zu Zeitablenkoeffizient B bestimmt die Vergrößerung. Mit zunehmender Vergrößerung nimmt die Strahlhelligkeit der B-Darstellung ab, wenn Analogbetrieb vorliegt.

Wenn eine zum Triggern geeignete Signalfanke am Anfang der B-Zeitbasis-Signaldarstellung vorliegt, kann die Darstellung auch getriggert vorgenommen werden.

A/ALT:

Mit jedem kurzen Tastendruck wird zwischen A-Zeitbasis und alternierendem (**ALT**) Zeitbasisbetrieb gewählt. Die aktuelle Zeitbasis-Betriebsart wird durch das Readout sichtbar gemacht.

A:

Ist nur die A-Zeitbasis in Betrieb, zeigt das Readout oben links auch nur "A.....". Der TIME/DIV.- Drehknopf beeinflusst dann nur die A-Zeitbasis.

ALT:

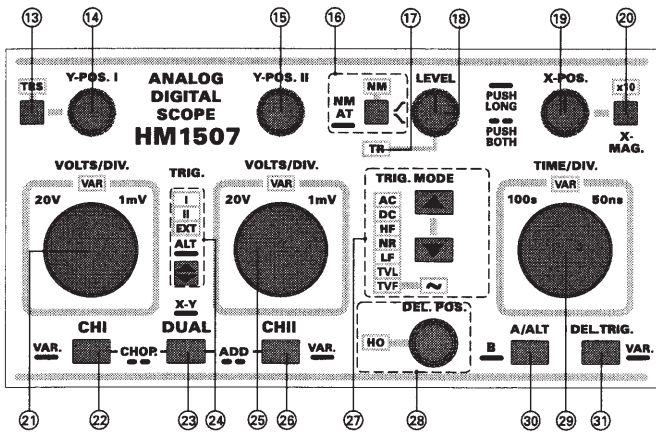
Bei alternierendem (**ALT**) Zeitbasis-Betrieb zeigt das Readout die Zeit-Ablenkoeffizienten beider Zeitbasen ("A...." und rechts daneben "B....") an. In diesem Falle beeinflusst der TIME/DIV.-Drehknopf nur die B-Zeitbasis.

Bei **ALT**-Zeitbasisbetrieb wird ein Teil der **A-Zeitbasis aufgehellt** dargestellt (*siehe "INTENS" (4)*).

Die horizontale Position des aufgehellten Sektors ist mit dem **DEL. POS.**-Drehknopf kontinuierlich veränderbar, wenn die B-Zeitbasis im Freilauf-Betrieb arbeitet (*siehe "HO-DEL. POS." (28)*). Der Zeit-Ablenkkoeffizient der B-Zeitbasis bestimmt die Breite des aufgehellten Sektors. Nur der aufgehellte Sektor der A-Zeitbasis-Signaldarstellung wird mit der B-Zeitbasis dargestellt. Die vertikale Strahlposition der mit B-Zeitbasis vorgenommenen Signaldarstellung kann in dieser Zeitbasis-Betriebsart verändert werden (*siehe "TRS" (13)*).

B:

Ein langer Tastendruck schaltet auf B-Zeitbasisbetrieb. Liegt (nur) B-Zeitbasisbetrieb vor, schaltet ein kurzer Tastendruck auf (nur) A-Zeitbasisbetrieb, bzw. ein langer Tastendruck auf alternierenden (ALT) Zeitbasisbetrieb.



(31) DEL. TRIG.

VAR. - Drucktaste mit Doppelfunktion.

DEL. TRIG:

Nur im Analogbetrieb

Mit einem kurzen Tastendruck wird zwischen getriggelter oder freilaufender (ungetriggelter) B-Zeitbasis umgeschaltet, wenn alternierender- (ALT) oder B-Zeitbasisbetrieb vorliegt.

Nur im Digitalbetrieb

Zwischen getriggelter und freilaufender B-Zeitbasis kann nur im B-Zeitbasisbetrieb gewählt werden. Bei alternierendem (ALT) Zeitbasisbetrieb kann die B-Zeitbasis nicht getriggert werden.

Analog- und Digitalbetrieb

Die aktuelle Einstellung wird oben rechts im Readout angezeigt. Im Freilaufbetrieb wird die Verzögerungszeit ("**Dt:...**") angezeigt. Mit kurzem Betätigen der **DEL. 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 (18)** und die **Flankenrichtung (16)** können nun, unabhängig von den vorherigen Einstellungen, für die B-Zeitbasis mit denselben 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 Signalfanke, die nach Ablauf der im Freilauf eingestellten

ten Verzögerungszeit (Anfang des Hellsektors) auftritt, getriggert. Werden mit der A-Zeitbasisdarstellung mehrere Triggerflanken angezeigt, erfolgt beim Drehen am **DEL. POS.**-Knopf die Verschiebung des Hellsektors nicht mehr kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend.

Liegt eine Betriebsart vor, in der das Triggerpegelsymbol angezeigt wird, ändert es sich mit dem Umschalten auf Delay-Trigger. Das Triggerpegelsymbol wird um den Buchstaben "**B**" ergänzt und kann mit dem **LEVEL**-Knopf in seiner vertikalen Position verändert werden.

Befindet sich das B-Triggerpegelsymbol im alternierenden Zeitbasis-Betrieb außerhalb der Signaldarstellung der A-Zeitbasis, wird die B-Zeitbasis nicht getriggert. Deshalb erfolgt dann keine Darstellung der B-Zeitbasis. Im (nur) B-Zeitbasis-Betrieb verhält es sich nicht anders, nur das sich dann das B-Symbol auf die Signaldarstellung der B-Zeitbasis bezieht.

Nur im Analogbetrieb

VAR.:

Mit einem langen Tastendruck kann die Funktion des **TIME/DIV.** Drehknopfes geändert werden. Die Änderung betrifft nur die gerade aktive Zeitbasis (im alternierenden Zeitbasisbetrieb die B-Zeitbasis).

Der **TIME/DIV.** Drehknopf (29) kann als Zeit-Ablenkkoeffizienten-Schalter oder als Zeit-Feinsteller arbeiten. Die aktuelle Funktion wird mit der **VAR.**-LED angezeigt. Leuchtet die **VAR.**-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Nach dem Umschalten auf diese Funktion bleibt die Zeitbasis noch kalibriert. Wird der **TIME/DIV.**-Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht, 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-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Sinngemäß erfolgt die Verringerung des (unkalibrierten) Zeit-Ablenkkoeffizienten, wenn der Drehknopf nach rechts gedreht wird. Ist der elektrische "Rechtsanschlag" erreicht, wird dieser Zustand ebenfalls durch ein akustisches Signal angezeigt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das vor dem Zeit-Ablenkkoeffizienten angezeigte ">" Symbol wird durch das ":" Symbol ersetzt. Bei Feinstellerbetrieb bleibt die aktuelle Einstellung erhalten, auch wenn die Zeitbasisbetriebsart geändert wird.

Liegt Feinstellerbetrieb vor und wird die **DEL. TRIG. - VAR.**-Taste lang gedrückt, erlischt die **VAR.**-LED. Dann wirkt der **TIME/DIV.**- Drehknopf wieder als Zeitbasis-schalter und die Zeitbasis befindet sich automatisch im kalibrierten Zustand.

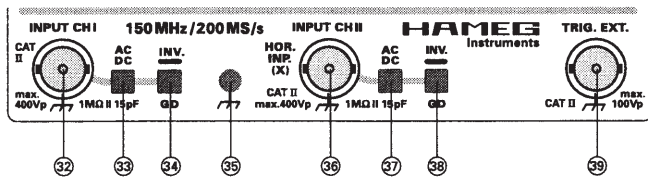
Nur im Digital-Betrieb

Da die Signaldarstellung im B-Zeitbasisbetrieb gegenüber der A-Zeitbasis verzögert ist, würden weitere Änderungen des Triggerzeitpunkts nur Probleme bei der Beurteilung des Signals bewirken. Aus diesem Grunde wird im alternierenden- und im B-Zeitbasisbetrieb **keine Pre- bzw. Post-Triggerung** ermöglicht. Die **PTR (8)**- Taste ist dann unwirksam und die entsprechende Anzeige im Readout abgeschaltet.

Die Erfassung von Einzelereignissen (**SGL**) wird **nur im A-Zeitbasisbetrieb** ermöglicht.

ROLL-Betrieb wird **nur** im **A-Zeitbasisbetrieb** ermöglicht.

Im untersten Feld der großen Frontplatte befinden sich drei BNC-Buchsen und vier Drucktasten, sowie eine 4mm Buchse für Bananenstecker.



(32) INPUT CH I - BNC-Buchse.

Dies 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 mit zwei Funktionen.

Beide Funktionen sind nur wirksam, wenn eine Betriebsart vorliegt in der Kanal I eingeschaltet und der Eingang (32) nicht auf **GD** (34) geschaltet ist.

AC - DC:

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- (Wechselspannung) auf DC (Gleichspannung) Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluß an den Ablenkoeffizienten mit dem "˜" bzw. dem "=" Symbol angezeigt.

Tastteilerfaktor:

Mit einem **langen Tastendruck** kann ein Tastkopfsymbol ein- oder ausgeschaltet werden. Bei eingeschaltetem Tastkopfsymbol muß der Tastkopf zusammen mit dem 1MΩ Eingangswiderstand des Oszilloskops eine 10:1 Teilung bewirken. Das Tastkopfsymbol wird im Readout angezeigt und vor den Ablenkoeffizienten gestellt (z.B. „Tastkopfsymbol, Y1...“); dabei wird der Ablenkoeffizient um den Faktor 10 größer. Bei cursorunterstützten Spannungsmessungen wird dann der 10:1 Teiler automatisch bei der Meßwertanzeige berücksichtigt.

Achtung!

Wird ohne 10:1 Tastteiler gemessen, muß das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein. Andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkoeffizienten- und CURSOR Spannungsanzeige.

(34) GD -

INV. - Drucktaste mit zwei Funktionen

GD:

Mit jedem kurzen Tastendruck wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang (INPUT CHI (32)) umgeschaltet.

Bei abgeschaltetem Eingang (GD = ground) wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt. Dann ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabhängende Strahllinie dargestellt, die als Referenzlinie für Massepotential (0 Volt) benutzt werden kann.

Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann die Höhe einer Gleichspannung bestimmt werden. Dazu muß der Eingang wieder eingeschaltet und mit Gleichspannungskopplung (**DC**) gemessen werden. Mit dem Readout kann auch ein Symbol für die Referenzposition angezeigt werden. Siehe **Y-POS. I (14)**.

In Stellung „**GD**“ sind die **AC-DC** -Taste (33) und der **VOLTS/DIV.**-Drehknopf (21) abgeschaltet.

INV.

Mit jedem **langen Betätigen** dieser Taste, wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Kanal I-Signales umgeschaltet. Bei Invertierung wird im Readout ein Strich über die Kanalanzeige (Y1) gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal I. Wird die Taste erneut lang betätigt, erfolgt wieder die nichtinvertierte Signaldarstellung.

(35) Massebuchse - für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm.

Die Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden.

Die Buchse dient als Bezugspotentialanschluß bei **CT** (Komponententester-Betrieb), kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Meßbezugspotentialanschluß benutzt werden.

(36) INPUT CH II - BNC-Buchse.

Sie 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:

(37) AC-

DC - Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC - DC:

Jeder **kurze Tastendruck** schaltet von AC- (Wechselspannung) auf DC (Gleichspannung) Signalankopplung, bzw. von DC- auf AC-Signalankopplung. Die aktuelle Einstellung wird im Readout im Anschluß an den Ablenkoeffizienten mit dem "˜" bzw. dem "=" Symbol angezeigt.

Tastteilerfaktor:

Mit einem **langen Tastendruck** kann der im Readout angezeigte Ablenkoeffizient von Kanal 2 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tastteiler wird bei der Ablenkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. "Tastkopfsymbol, Y2...").

Achtung!

Wird ohne 10:1 Tastteiler gemessen, muß das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein.

(38) GD -

INV - Drucktaste mit zwei Funktionen.

GD:

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird zwischen eingeschaltetem und abgeschaltetem Eingang (INPUT CHII (36)) umgeschaltet.

Bei abgeschaltetem Eingang (GD = ground) wird im Readout das Erde-Symbol anstelle des Ablenkkoeffizienten und der Signalankopplung angezeigt. Dann ist das am Signaleingang anliegende Signal abgeschaltet und es wird (bei automatischer Triggerung) nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt, die als Referenzlinie für Massepotential (0 Volt) benutzt werden kann.

Bezogen auf die zuvor bestimmte Y-Position der Strahllinie, kann der Wert einer Gleichspannung bestimmt werden. Dazu muß der Eingang wieder eingeschaltet und mit Gleichspannungskopplung (**DC**) gemessen werden.

Mit dem Readout kann auch ein Symbol für die **"0 Volt"**-Referenzposition angezeigt werden. Siehe **Y-POS. II (15)**.

In Stellung **"GD"** sind die **AC-DC**-Taste (**37**) und der **VOLTS/DIV**-Drehknopf (**25**) abgeschaltet.

INV.

Mit jedem **langen Betätigen** dieser Taste, wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Kanal II-Signales umgeschaltet. Bei Invertierung wird im Readout ein Strich über die Kanalangabe (Y2) gesetzt. Dann erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung von Kanal II. Wird die Taste erneut lang betätigt, erfolgt wieder die nichtinvertierte Signaldarstellung.

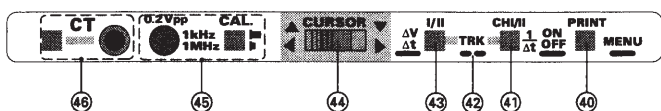
Achtung!
Im XY-Analogbetrieb ist keine X-Invertierung möglich.

(39)TRIG. EXT. - BNC-Buchse.

Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1M Ω || 20pF. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für externe Triggersignale wirksam, wenn die **EXT** - LED (**24**) leuchtet.

Unter der Strahlröhre befinden sich die Cursor-, Kalibrator- und Komponententest-Bedienelemente, sowie 2 Buchsen.



(40)PRINT MENU - Drucktaste mit zwei Funktionen.

PRINT

Nur im Digitalbetrieb

Mit einem kurzen Tastendruck wird eine Dokumentation (Hardcopy) ausgelöst, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Das Oszilloskop muß mit dem extern anschließbaren Interface HO79-6 ausgerüstet sein.
2. Im HO79-6 muß sich die Software V2.xx befinden.

Das zur Dokumentation benutzte Gerät (z.B. Drucker, Plotter) muß mit einer der Schnittstellen des Interface HO79-6 verbunden sein. Die Dokumentation beinhaltet die Signaldarstellung, das Meßraster, die Meßparameter und zusätzliche Informationen (Oszilloskoptyp und Interface-Softwareversion).

Die **PRINT**-Taste kann anstelle der **"START"**-Taste des Interface **HO79-6**, die bei Einbau des Oszilloskops in einem Gestellrahmen (Rack) oft nicht zugänglich ist, benutzt werden.

Weitere Informationen sind dem Handbuch, das dem Interface HO79-6 beiliegt, zu entnehmen.

Analog- und Digitalbetrieb

MENU

Mit einem langen Tastendruck kann zwischen Oszilloskopbetrieb und Menüanzeige gewählt werden. Bei eingeschalteter Menüanzeige werden zuerst die Überschrift **"MAIN MENU"** und mehrere Untermenüs (**SETUP**, **CALIBRATE** und falls angeschlossen **HO79**) angezeigt. Die Helligkeit der Anzeige hängt von der **"RO"**-INTENS (**4**) Einstellung ab. Weitere Informationen können dem Abschnitt "Menü" und ggf. dem Handbuch HO79-6 entnommen werden.

Wenn ein Menü angezeigt wird, sind folgende Tasten von Bedeutung:

1. Die **SAVE**- und die **RECALL**-Taste (**12**).
Mit kurzem Tastendruck läßt sich das nächste Menü (Untermenü) bzw. der darin enthaltene Menüpunkt bestimmen. Das aktuelle Menü bzw. der Menüpunkt wird mit größerer Strahlhelligkeit angezeigt.

2. **SAVE**-Taste (**12**) mit **SET**-Funktion.
Wird die SAVE-Taste lang gedrückt (SET-Funktion) wird das gewählte Menü bzw. der Menüpunkt aufgerufen. Ist der Menüpunkt mit ON / OFF gekennzeichnet, erfolgt die Umschaltung auf die zuvor nicht aktive Funktion.

In einigen Fällen wird nach dem Aufruf einer Funktion ein Warnhinweis angezeigt. In diesen Fällen muß, wenn sichergestellt ist das die Funktion wirklich benutzt werden soll, die SAVE-Taste erneut lang gedrückt werden; andernfalls muß der Funktionsaufruf mit der **AUTOSET**-Taste (**3**) abgebrochen werden.

3. Die **AUTOSET**-Taste (**3**).
Jeder Tastendruck schaltet in der Rangordnung der Menüstruktur einen Schritt zurück, bis **MAIN MENU** angezeigt wird. Mit dem nächsten Tastendruck wird das Menü abgeschaltet und die **AUTOSET**-Taste übernimmt ihre normale Funktion.

(41)ON/OFF CHI/II 1/Δt - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß **CT (KOMponententest)**-Betrieb nicht vorliegt und das **READOUT** eingeschaltet ist.

ON/OFF:
Wird die Drucktaste **lang gedrückt**, werden die Meßcursor aus- oder eingeschaltet.

CHI/II:
Mit einem **kurzen Tastendruck** kann bestimmt werden, welcher Ablenkkoeffizient (Kanal I oder II) bei einer Spannungsmessung mit Hilfe der CURSOR-Linien zu berücksichtigen ist, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Es muß CURSOR-Spannungsmessung (ΔV) vorliegen; das Readout zeigt dann " $\Delta V1...$ ", " $\Delta V2...$ ", bzw. im XY-Betrieb " $\Delta VY...$ " oder " $\Delta VX...$ ". Falls " Δt " oder " f " angezeigt wird, genügt ein langer Tastendruck auf die Taste I/II- $\Delta V/\Delta t$ (43) um auf Spannungsmessung zu schalten.
2. Das Oszilloskop muß auf **DUAL**- oder **XY-Betrieb** geschaltet sein. Nur dann besteht die Notwendigkeit, die möglicherweise unterschiedlichen Ablenkoeffizienten (**VOLTS/DIV.**) der Kanäle zu berücksichtigen.

Achtung:

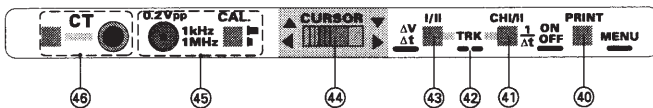
Bei **DUAL-Betrieb** müssen sich die **CURSOR-Linien** auf das **Signal (von Kanal I oder II)** entsprechend der **gewählten Einstellung (Readout: $\Delta V1...$ oder $\Delta V2...$)** beziehen.

1/ Δt :

Mit einem **kurzen Tastendruck** kann zwischen Zeit (Δt -) und Frequenzmessung ($1/\Delta t = \text{Readoutanzeige "f..."}$) gewählt werden, wenn zuvor mit langem Drücken der Taste I/II- $\Delta V/\Delta t$ (43) von Spannungs- auf Zeit/Frequenzmessung umgeschaltet wurde. Dann wird im Readout " $\Delta t...$ " oder " $f...$ " angezeigt.

Achtung:

Bei **XY-Betrieb** ist diese Funktion abgeschaltet und weder eine Zeit- noch eine Frequenz-Messung möglich.



(42) TRK

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß die Meßcursor eingeschaltet sind (siehe Punkt (41)).

Um Messungen mit Hilfe der Cursoren vornehmen zu können, muß die Position beider Cursorlinien separat oder gemeinsam einstellbar sein. Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten CURSOR-Linie(n) erfolgt mit der "**CURSOR**"-Wipptaste (44).

Mit gleichzeitigem kurzen Drücken beider Tasten **ON/OFF - CHI/II - 1/ Δt** (41) und **I/II- $\Delta V/\Delta t$** (43) kann bestimmt werden, ob nur eine **CURSOR-Linie** oder beide - Linien (**TRK = track** (dt. Spur)) aktiv geschaltet sind.

Werden beide **CURSOR** als nicht unterbrochene Linien angezeigt, erfolgt die CURSOR-Steuerung mit eingeschalteter **TRK** (track) -Funktion. Mit der **CURSOR**-Wipptaste (44) lassen sich dann beide Linien gleichzeitig beeinflussen.

(43) I/II -

$\Delta V/\Delta t$ - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß die Meßcursor eingeschaltet sind (siehe Punkt (41)).

I/II:

Mit jedem **kurzen Tastendruck** wird von **CURSOR I** auf **II** umgeschaltet. Der "aktive" CURSOR wird als eine nicht unterbrochene "Linie" angezeigt. Diese setzt sich aus

vielen einzelnen Punkten zusammen. Der nicht-aktive Cursor zeigt Lücken in der Punktierung.

Die Positionseinstellung der aktiv geschalteten **CURSOR-Linie** wird mit der "**CURSOR**"-Wipptaste (44) vorgenommen.

Werden beide **CURSOR-Linien** als aktiv angezeigt, liegt **TRK** (42) Bedienung vor und die **I/II** -Umschaltung ist wirkungslos. **Siehe Punkt (42).**

$\Delta V/\Delta t$:

Mit einem **langen Tastendruck** kann zwischen **ΔV** (Spannungsmessung) und **Δt** (Zeit-/Frequenzmessung) umgeschaltet werden, sofern nicht XY-Betrieb vorliegt. Weil bei XY-Betrieb die Zeitbasis abgeschaltet ist, sind Zeit- bzw. Frequenzmessungen nicht möglich.

ΔV :

Bei Spannungsmessungen muß das Teilungsverhältnis des/der Taster(s) berücksichtigt werden. Zeigt das Readout kein Tastkopfsymbol an (1:1) und wird mit einem 100:1 Teiler gemessen, muß der im Readout abgelesene Spannungswert mit 100 multipliziert werden.

Im Falle von 10:1 Tasterlern kann das Teilungsverhältnis automatisch berücksichtigt werden (**siehe Punkt (33) und (37).**)

1. Zeitbasisbetrieb

(**CHI** bzw. **CHII** Einkanalbetrieb, **DUAL** und **ADD**.)

Bei **ΔV** (Spannungs-)Messung verlaufen die **CURSOR-Linien** horizontal. Die Spannungsanzeige im **READOUT** bezieht sich auf den Y-Ablenkoeffizienten des Kanals und den Abstand zwischen den **CURSOR-Linien**.

Einkanalbetrieb (CHI oder CHII):

Wird nur Kanal **I** oder **II** betrieben, können die **CURSOR** nur einem Signal zugeordnet werden. Die Anzeige des Meßergebnisses ist dabei automatisch mit dem Y-Ablenkoeffizienten dieses Kanals verknüpft und wird im **READOUT** angezeigt.

Y-Ablenkoeffizient kalibriert: " **$\Delta V1...$** " oder " **$\Delta V2...$** ".
Y-Ablenkoeffizient unkalibriert: " **$\Delta V1>...$** " oder " **$\Delta V2>...$** ".

Zweikanalbetrieb (DUAL):

Nur im **DUAL**-Betrieb besteht die Notwendigkeit, zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Ablenkoeffizienten von Kanal **I** und **II**, zu wählen. **Siehe CHI/II unter Punkt (41).** Außerdem muß darauf geachtet werden, daß die **CURSOR-Linien** auf das an diesem Kanal anliegende Signal gelegt werden.

Das Meßergebnis wird unten rechts im Readout mit " **$\Delta V1...$** " oder " **$\Delta V2...$** " sichtbar gemacht, wenn die Y-Ablenkoeffizienten kalibriert sind.

Wird mit unkalibrierten Ablenkoeffizienten (Readout z.B. "**Y1>...**") gemessen, kann kein exaktes Meßergebnis angezeigt werden. Das Readout zeigt dann: " **$\Delta V1>...$** " oder " **$\Delta V2>...$** ".

Additionsbetrieb (ADD):

In dieser Betriebsart wird die Summe oder Differenz von zwei an den Eingängen angelegten Signalen als ein Signal dargestellt.

Die Y-Ablenkoeffizienten beider Kanäle müssen dabei gleich sein. Im **READOUT** wird dann " **$\Delta V...$** " angezeigt. Bei unterschiedlichen Y-Ablenkoeffizienten zeigt das **READOUT** " **$Y1 < > Y2$** " an.

2. XY-Betrieb:

Gegenüber dem **DUAL**-Betrieb gibt es bezüglich der Spannungsmessung mit **CURSOR**-Linien einige Abweichungen. Wird das an Kanal **I** (CHI) anliegende Signal gemessen, werden die **CURSOR** als waagerechte Linien angezeigt. Die Spannung wird dabei im **READOUT** mit " **$\Delta VY...$** " angezeigt.

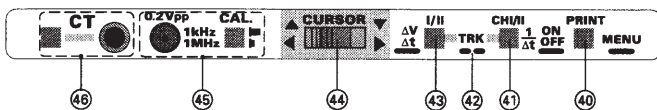
Bezieht sich die Messung auf Kanal **II**, werden die **CURSOR** als senkrechte Linien dargestellt und das **READOUT** zeigt " **$\Delta VX...$** " an.

Δt :

Mit einem **langen Tastendruck** kann auf Zeit- bzw. Frequenzmessung umgeschaltet werden.

Die Umschaltung zwischen Zeit- und Frequenz-Messung kann mit der Taste "**ON/OFF - CHI/II - $1/\Delta t$** " (**41**) vorgenommen werden. Im **Readout** unten rechts wird dann entweder " **$\Delta t...$** ", oder " **$f...$** " angezeigt. Bei unkalibrierter Zeitbasis wird " **$\Delta t >...$** " bzw. " **$f <...$** " angezeigt.

Die Messung und das daraus resultierende Meßergebnis bezieht sich auf die Signaldarstellung der dabei wirksamen Zeitbasis (A oder B). Bei alternierendem Zeitbasisbetrieb, in dem die Signaldarstellung mit beiden Zeitbasen erfolgt, bezieht sich die Messung auf die Signaldarstellung der B-Zeitbasis.



(44) CURSOR – Wipptaste.

Die Wipptaste ermöglicht es, die Position der aktiven **CURSOR**-Linie(n) zu bestimmen. Die Bewegungsrichtung entspricht dem jeweiligen Frontplattensymbol und der Betriebsart.

Die Positionsänderung des Cursors kann schnell oder langsam erfolgen; je nachdem ob die Wipptaste nur ein wenig oder ganz nach links oder rechts gedrückt wird.

(45) CAL.

Drucktaste mit zugeordneter konzentrischer Buchse.

Entsprechend den Symbolen 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.

(46) CT - Drucktaste und 4 mm Bananenstecker-Buchse.

Mit dem Betätigen der **CT** (Komponententester)- Taste kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb gewählt werden. **Siehe Komponenten-Test.**

Bei Komponententester-Betrieb wird dabei automatisch auf Analog-Betrieb umgeschaltet und das **Readout** zeigt nur noch "**CT**" an. Alle Bedienelemente und LED-Anzeigen außer "**INTENS**", "**READ OUT**"-Taste, LED "**A**"

bzw. "**RO**" (**4**), "**TR**" (**5**) und "**FOCUS**" (**6**) sind abgeschaltet.

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluß des Bauelements mit der 4mm Buchse, welche sich neben der **CT**-Taste befindet, verbunden. Der zweite Anschluß erfolgt über die Massebuchse (**35**).

Die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs liegen wieder vor, wenn der Komponententester abgeschaltet wird.

Menü

Das Oszilloskop verfügt auch über mehrere Menüs. Im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" ist die Bedienung unter **PRINT / MENU (40)** beschrieben.

Folgende Menüs, Untermenüs und Menüpunkte stehen zur Verfügung:

1. MAIN MENU.

1.1 CALIBRATE

Informationen über das „CALIBRATION“-Menü können dem Abschnitt „Abgleich“ entnommen werden.

1.2 SETUP

Das „SETUP“-Menu ermöglicht dem Anwender, Änderungen vorzunehmen, die das Verhalten des Oszilloskops betreffen.

Das **SETUP**-Menü bietet die Untermenüs **Miscellaneous** und **Factory** an:

1.2.1 Miscellaneous (Verschiedenes) mit den Menüpunkten:

1.2.1.1 CONTROL BEEP ON/OFF. In der OFF-Stellung werden die Signaltöne abgeschaltet, welche sonst beim Betätigen von Bedienelementen ertönen.

1.2.1.2 ERROR BEEP ON/OFF. Signaltöne, mit denen sonst Fehlbedienungen signalisiert werden, sind in der OFF Stellung abgeschaltet.

Nach dem Einschalten des Oszilloskops werden **CONTROLS BEEP** und **ERROR BEEP** immer auf ON gesetzt.

1.2.1.3 QUICK START ON/OFF. In Stellung ON ist das Oszilloskop nach kurzer Zeit sofort einsatzbereit, ohne das nach dem Einschalten erst das HAMEG-Logo angezeigt wird.

1.2.1.4 TRIG SYMBOL ON/OFF. In den meisten Yt- (Zeitbasis) Betriebsarten wird mit dem **Readout** ein Triggerpunktsymbol angezeigt. Das Symbol wird in Stellung OFF nicht angezeigt. Feinheiten der Signaldarstellung, die sonst durch das Triggerpunktsymbol verdeckt werden, lassen sich dann besser erkennen.

1.2.1.5 DC REF ON/OFF. Ist ON eingeschaltet und liegt Yt- (Zeitbasis) Betrieb vor, wird im **Readout** ein " " -Symbol sichtbar. Das Symbol zeigt die 0 Volt Referenzposition und erleichtert die Bestimmung von Gleichspannungen bzw. Gleichspannungsanteilen.

1.2.2 Factory (Fabrik) bietet folgende Menüpunkte:

1.2.2.1 LOAD SR DEFAULT. Diese Funktion bewirkt das Überschreiben aller Speicherplätze die Geräteeinstellungen enthalten SR = SAVE / RECALL). Anschließend sind alle Speicherplätze mit folgenden Einstellungen belegt: Kanal I Analogbetrieb ("Y1:500mV~"), Zeitbasisbetrieb ("A:100µs") und Triggerung ("TR:Y1, /, AC") mit mittlere Strahl- und Readouthelligkeit.

1.2.2.2 RESTORE FACTORY DEFAULT. Wurde versehentlich ein Abgleich im CALIBRATE MENU durchgeführt und anschließend nicht mit OVERWRITE FACTORY DEFAULT gespeichert, kann der Werksabgleich mit dieser Funktion wieder aktiviert werden.

1.2.2.3 OVERWRITE FACTORY DEFAULT.



Vorsicht!
Mit dem Aufrufen dieser Funktion wird der Werksabgleich mit neuen Daten überschrieben. Der Werksabgleich geht damit verloren und kann mit RESTORE FACTORY DEFAULT nicht mehr zurückgerufen werden.

Diese Funktion ist nur für Fälle gedacht, in denen mit geeigneten, sehr teuren Geräten ein „0% Fehler“- Abgleich durchgeführt werden kann (z.B. für extreme Umgebungsbedingungen).

1.3 HO79 (wird nur angezeigt, wenn das Interface mit dem Oszilloskop verbunden ist).

Weitere Informationen sind dem Handbuch, das dem Interface HO79-6 beiliegt, zu entnehmen.

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 Netzaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Dann übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizeit 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 Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit **TR (5)** 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 kann der konzentrischen Buchse unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Sie liefert $0.2V_{SS} \pm 1\%$ für Tasteteiler 10:1. Die Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von 4cm Höhe, wenn der **Eingangsteiler** auf den Ablenkkoeffizienten 5mV/cm eingestellt ist.

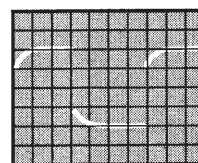
Der Innendurchmesser der Buchse beträgt 4,9mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signal-frequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

Abgleich 1kHz

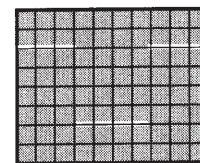
Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung.

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“).

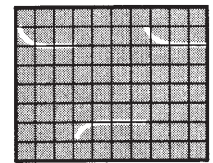
Tasteteiler 10:1 an den **CH.I** -Eingang anschließen, dabei Oszilloskop auf Kanal I betreiben, Eingangskopplung auf DC stellen, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.** auf 0.2ms/cm schalten (**beide kalibriert**), Tastkopf (Teiler 10:1) in die CAL.-Buchse einstecken.



Falsch



Richtig



Falsch

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 Signalthöhe 4cm $\pm 1,2$ mm (= 3%) sein. Die Signalfanken 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 Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt.

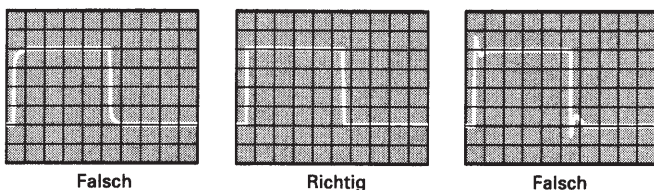
Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz 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 0.1µs/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 Impuls-Dachecke beachten.

Auch die Lage der Abgleichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen. Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:

- Kurze Anstiegszeit, also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überschwingen 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 Überschwingen 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 (22)**, **DUAL (23)** und **CHII (26)**.

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/bieten 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.

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 Kanalschaltung 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 $\geq 500\mu\text{s/cm}$ 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 ($\pm I \pm II$). Ob sich hierbei die Summe oder die Differenz der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst und davon ab, ob eine Invertierung im Oszilloskop vorgenommen wurde.

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 Tastteiler 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 **DUAL** und **XY** bezeichnete Drucktaste (23).

Die Betriebsartumschaltung 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. (X)** = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im **XY-Betrieb** für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Liegt XY-Analogbetrieb vor, ist zur horizontalen Positionseinstellung der **X-POS.-**Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist nur im **XY-Digitalbetrieb** als **X-POS.-**Einsteller wirksam.

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).

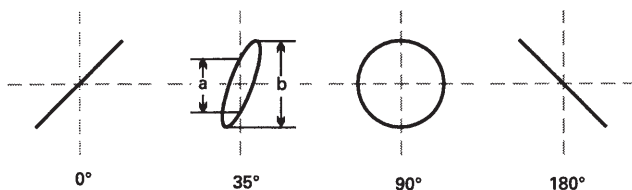
Eine Umpolung des X-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal II ist im Analogbetrieb nicht möglich!

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 folgen-

den 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 in 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 nacheilt. 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)

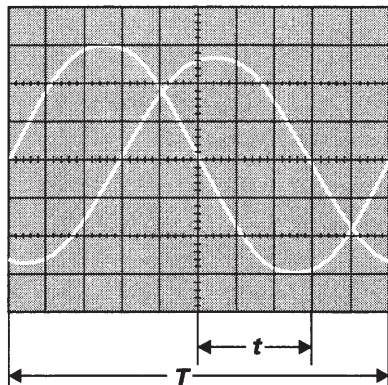
Achtung:
Phasendifferenzmessungen sind im Zweikanal Yt-Betrieb nicht möglich, wenn alternierende Triggerung vorliegt.

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-Kopp-**

Triggrerung und Zeitablenkung

lung 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 = $2\pi f_m$ = Modulationskreisfrequenz,
- m = Modulationsgrad (i.a. $\leq 100\%$).

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

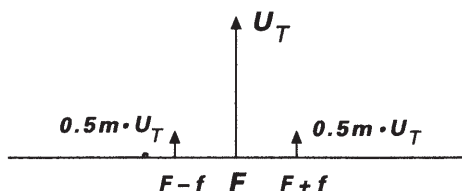


Abb. 1:
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM ($m = 50\%$)

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 Triggrerung ist unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers oft möglich.

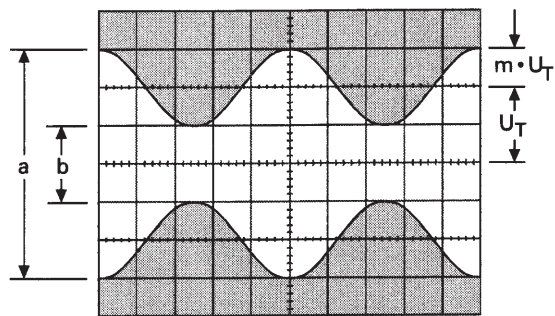


Abb. 2:
Amplitudenmodulierte Schwingung:
 $F = 1\text{MHz}; f = 1\text{kHz};$
 $m = 50\%; U_T = 28,3\text{mV}_{\text{eff}}$

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Abb. 2:

- Kanal I-Betrieb. Y: CH.I; 20mV/cm; AC.
- TIME/DIV.: 0.2ms/cm.
- Triggrerung: NORMAL; AC; int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggrerung).

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

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

Hierin ist

$$a = U_T (1+m) \text{ und } b = U_T (1-m).$$

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

Triggrerung 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 Triggrerung kann durch das Meßsignal selbst (interne Triggrerung) oder durch eine extern zugeführte, mit dem Meß-

signal 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 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 5mm 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 **NM - AT - $\sqrt{\text{LEVEL (18)}}$ und **TRIG. MODE (27)** 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 Spitzenwertfassung 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 **NM - AT - $\sqrt{\text{LEVEL (18)}}$ und **TRIG. MODE (27)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Hilfsmittel zur**

Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinjustierung (**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 1cm, 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 (**16**) 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 löst die Triggerung sinngemäß aus. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung.

Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - $\sqrt{\text{LEVEL (18)}}$ und **TRIG. MODE (27)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit **AUTO SET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet, sofern nicht DC-Triggerkopplung vorlag. 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: In Kombination mit Normal-Triggerung, gibt es bei DC-Triggerung 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.

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.

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

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.

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

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

~ (LINE - Netztriggerung) : siehe Absatz "Netztriggerung"

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 Bildinhaltsänderungen 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 Signaldarstellung 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 alternierenden DUAL-Betrieb umgeschaltet werden. Unter Umständen sollte auch das Readout abgeschaltet werden.

Es ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeit-Ablenkoeffizient 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-Ablenkoeffizienteneinstellung 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 Bildinhaltsänderung 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. 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-Synchron-

impulses 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 (**16**) 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 Netzgleichrichten 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.**-Taste (**24**) eingeschaltet werden. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. Siehe "Bedienelemente und Readout".

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 Kanalschaltung alternierend erfolgt. Mit alternierender Triggerung kann eine Phasendifferenz zwischen beiden Eingangssignalen nicht mehr ermittelt werden. Zur Vermeidung von Triggerproblemen, bedingt durch Gleichspannungsanteile, ist AC-Eingangskopplung für beide Kanäle empfehlenswert. Die interne Triggerquelle wird bei alternierender Triggerung entsprechend der alternierenden Kanalschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der **TRIG.**-Taste (**24**) 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 ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Meßsignal haben.

Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Meßfrequenz möglich; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, daß Meßsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, daß trotz positiver (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 **TR**-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 **HO** - LED, **DEL.POS.** (**28**) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung und A-Zeitbasisbetrieb kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen eine stabile Triggerung durch Betätigung des **DEL. POS.** - 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. Die HOLD OFF-Zeiteinstellung 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.

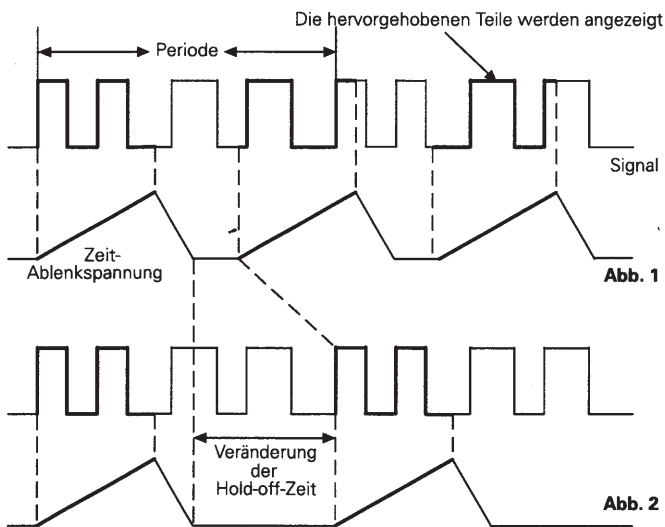


Abb. 1: zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die Holdoff-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 (30)**, **DEL.TRIG.-VAR. (31)**, **TIME/DIV. (29)** und **HO/DEL.POS. (28)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie im Absatz "Triggerung und Zeitablenkung" beschrieben, löst die Triggerung den Start der Zeitablenkung aus. Der zuvor dunkelgetastete (abgeschaltete) Elektronenstrahl wird

hellgetastet (sichtbar) und von links nach rechts abgelenkt, bis die maximale X-Ablenkung erfolgte. Danach wird der Strahl wieder 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. Während der gesamten Zeit (Strahlhinlauf und -rücklauf) kann ein Eingangssignal gleichzeitig eine Ablenkung in Y-Richtung bewirken. Das wird aber, wegen der nur dann erfolgenden Helltastung, nur während des Strahlhinlaufs sichtbar.

Da sich der Triggerpunkt bei Analog-Betrieb immer am Strahlstart befindet, kann eine X-Dehnung der Signaldarstellung durch eine höhere Zeitablenkgeschwindigkeit (kleiner Zeit-Ablenkkoeffizient - **TIME / DIV.**) - nur von diesem Punkt beginnend - vorgenommen werden.

Ein Signalanteil, der sich am rechten Rand der Signaldarstellung befindet, ist nicht mehr sichtbar, wenn die Zeitablenkgeschwindigkeit um einen Schritt erhöht wird. Dieses Problem tritt - abhängig vom Dehnungsfaktor - immer auf, es sei denn, daß sich das zu dehnende Signal direkt am Triggerpunkt befindet (ganz links).

Die verzögerte Ablenkung mit der B-Zeitbasis löst derartige Probleme. Sie bezieht sich auf die mit der A-Zeitbasis vorgenommene Signaldarstellung. Die B-Darstellung erfolgt erst, wenn eine vorwählbare Zeit abgelaufen ist. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle der A-Zeitbasissignaldarstellung mit der B-Zeitablenkung zu beginnen. Der Zeit-Ablenkkoeffizient der B-Zeitbasis bestimmt die Ablenkgeschwindigkeit und damit den Dehnungsfaktor. Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Bildhelligkeit.

Bei großer X-Dehnung kann das Signal durch Jittern in X-Richtung unruhig dargestellt werden. Liegt eine geeignete Signalfanke nach Ablauf der Verzögerungszeit vor, läßt sich auf diese Flanke triggern ("after delay" Triggerung).

AUTO SET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **AUTO SET (2)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Die folgende Beschreibung gilt für den Analog- und Digitalbetrieb. Liegen die Digitalbetriebsarten ROL- oder SGL- (SINGLE) vor, schaltet AUTO SET automatisch auf Refresh (RFRLED). AUTOSET ergibt nur dann eine sinnvolle automatische Oszilloskopeinstellung, wenn die Frequenz des anliegenden Meßsignals innerhalb der bei automatischer Triggerung vorgegebenen Grenzen liegt.

Wie bereits im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" erwähnt, werden bis auf wenige Ausnahmen (**POWER**-Taste, Kalibratorfrequenz-Taste, sowie Focus- und **TR** (Strahldrehungs)-Einsteller) alle Bedienelemente elektronisch abgefragt. Sie lassen sich daher auch steuern. 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. **AUTO SET** schaltet immer auf **Yt**-Betrieb.

Mit dem Betätigen der **AUTO SET**-Taste bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono **CHI-**, **CHII-** oder **DUAL**-Betrieb vorlag; lag Additionsbetrieb vor, wird automatisch auf **DUAL** geschaltet. Der bzw. die Y-Ablenkkoeffizienten (**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 Er-

läuterungen 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-** oder **DC-**Eingangskopplung bleibt erhalten; die letzte Einstellung (**AC** oder **DC**) wenn **GD** vorlag.
- interne (vom Meßsignal abgeleitete) Triggerung
- automatische Spitzenwert-Triggerung
- **Triggerpegel**-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkoeffizient(en) kalibriert
- A-Zeitbasis-Ablenkoeffizient kalibriert
- AC-Triggerkopplung, nur DC-Triggerkopplung bleibt bestehen.
- B-Zeitbasis abgeschaltet
- **keine X-Dehnung x10**
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung

Liegt **CURSOR**-Messung vor, bewirkt die **AUTO SET**-Funktion zusätzliche automatische Einstellungen. Die Einschränkungen, der für die **AUTO SET**-Funktion bestehenden Möglichkeiten, haben auch hier Auswirkungen.

Analogbetrieb in Verbindung mit **ΔV**-Cursormessung

- automatische **CURSOR**-Spannungsmessung
- automatische Zuordnung der **CURSOR**-Linien zu dem Signal, das im **DUAL**-Betrieb zur Triggerung benutzt wird

Anmerkung:

*Liegt kein Signal an oder kann damit nicht getriggert werden, ändern sich die **CURSOR**-Linien nicht. Die Genauigkeit der automatischen **CURSOR**-Spannungsmessung nimmt mit zunehmender Signalfrequenz ab.*

Digitalbetrieb in Verbindung mit der gerade gewählten Art der Cursormessung

- automatische **CURSOR** unterstützte Spannungs-, Zeit- oder Frequenzmessung
- automatische Zuordnung der **CURSOR**-Linien zu dem Signal, das im **DUAL**-Betrieb zur Triggerung benutzt wird.

Anmerkung:

*Liegt kein Signal an oder kann damit nicht getriggert werden, ändern sich die **CURSOR**-Linien nicht.*

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.

Achtung:

Liegt ein pulsförmiges Signal an, dessen Tastverhältnis einen Wert von ca. 400:1 erreicht oder überschreitet, ist in den meisten Fällen keine automatische Signaldarstellung mehr möglich. Der Y-Ablenkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenk-

koeffizient zu groß. Daraus resultiert, daß nur noch die Strahllinie dargestellt wird und der Puls nicht sichtbar ist.

In solchen Fällen empfiehlt es sich, auf Normaltriggerung umzuschalten und den Triggerpunkt ca. 5mm über oder unter die Strahllinie zu stellen. Leuchtet dann die Triggeranzeige-LED, liegt ein derartiges Signal an. Um das Signal sichtbar zu machen, muß zuerst ein kleinerer Zeit-Ablenkoeffizient und danach ein größerer Y-Ablenkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, daß der Puls nicht sichtbar wird.

Nur im Digital-Betrieb

Im Gegensatz zum Analog-Betrieb erfolgt keine Verringerung der Strahlintensität. Es muß aber beachtet werden, daß, selbst bei höchster Abtastereinstellung (200MS/s = 5ns Abtastintervall), pulsförmige Signale eine Pulsbreite von 20ns nicht unterschreiten dürfen. Andernfalls kann das Signal mit zu niedriger Amplitude dargestellt werden.

SAVE/RECALL

Die genaue Beschreibung der Bedienelemente ist unter Punkt **(12)** im Abschnitt **“Bedienelemente und Readout”** beschrieben.

Mit **SAVE** und **RECALL** können 9 Geräteeinstellungen vom Benutzer abgespeichert bzw. aufgerufen werden. Es werden dabei alle Betriebsarten und elektronisch gesteuerten Funktionen erfaßt.

Komponenten-Test

Gerätebezogene Informationen, welche die Bedienung und die Meßanschlüsse betreffen, sind dem Absatz **CT (46)** unter **“Bedienelemente und Readout”** zu entnehmen.

Das Oszilloskop verfügt über einen eingebauten Komponententester. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die dafür vorgesehenen Buchsen. Im Komponententest-Betrieb sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den auf der Frontplatte befindlichen BNC-Buchsen weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe **“Tests direkt in der Schaltung”**). Außer den **INTENS.**-, **FOCUS**- und **X-POS.**-Einstellern haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf diesen Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit dem Oszilloskop sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich.

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

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



Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

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

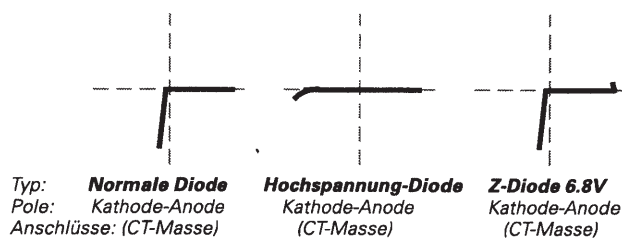
Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte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

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

- Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).
- Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
- Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknice beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 10V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung $>10V$ ist nicht möglich. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

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



N-P-N Transistor

Pole: B-E
Anschlüsse: (CT-Masse)

B-C
(CT-Masse)

E-C
(CT-Masse)



P-N-P Transistor

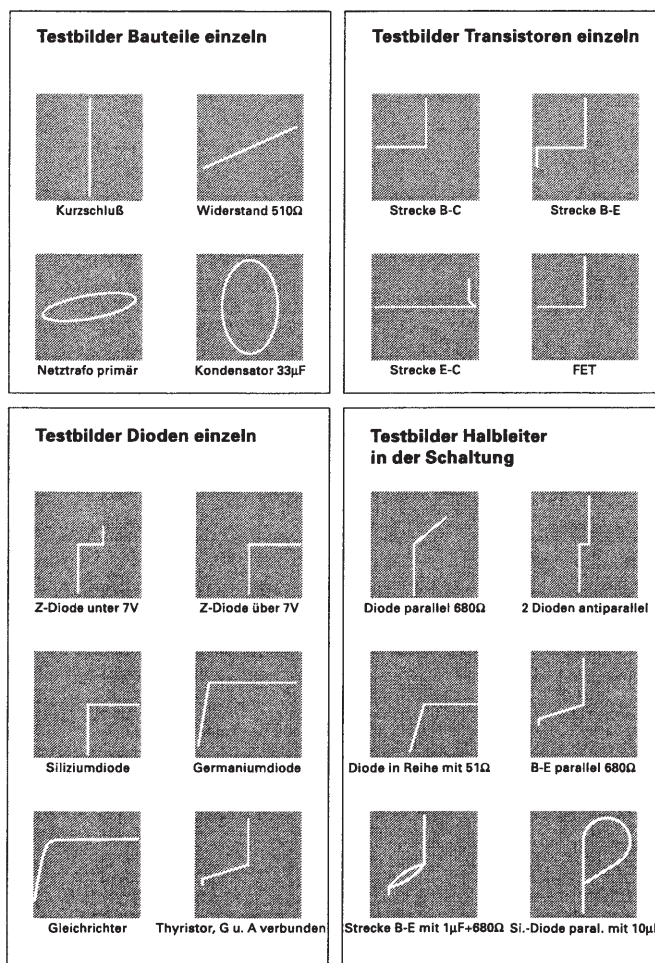
Pole: B-E
Anschlüsse: (CT-Masse)

B-C
(CT-Masse)

E-C
(CT-Masse)

Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die Anschlußumpolung eines Halbleiters (Vertauschen der Meßkabel) eine Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird. Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).



Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen - besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50Hz relativ niederohmig sind - ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit dem nicht an der Massebuchse angeschlossenen Meßkabel verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich. Die Testbilder (Seite 38.) zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Speicherbetrieb

Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb bietet der Digital-Betrieb grundsätzlich folgende Vorteile:

Einmalig auftretende Ereignisse sind leicht erfaßbar. Niederfrequente Signale können problemlos als vollständiger Kurvenzug dargestellt werden. Höherfrequente Signale mit niedriger Wiederholfrequenz rufen keinen Abfall der Darstellungshelligkeit hervor. Erfasste Signale können relativ einfach dokumentiert bzw. weiterverarbeitet werden.

Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb gibt es aber auch Nachteile:

Die schlechtere Y- und X-Auflösung und die niedrigere Signalerfassungshäufigkeit. Außerdem ist die maximal darstellbare Signalfrequenz abhängig von der Zeitbasis. Bei zu niedriger Abtastrate können sogenannte "Alias"-SignalDarstellungen (aliasing) erfolgen, die ein nicht in dieser Form existierendes Signal zeigen. Der Analog-Betrieb ist bezüglich der Originaltreue der Signaldarstellung unübertroffen. Mit der Kombination von Analog- und Digital-Oszilloskop bietet HAMEG dem Anwender die Möglichkeit, abhängig von der jeweiligen Meßaufgabe, die jeweils geeignetere Betriebsart zu wählen. Der **HM1507-2** verfügt über zwei 8-Bit A/D-Wandler, deren maximale Abtastrate jeweils 100MS/s beträgt. Außer bei Einzelereigniserfassung im DUAL-Betrieb mit maximal 100MS/s, beträgt die maximale Abtastrate in allen anderen Digital-Betriebsarten 200MS/s, wenn der kleinste Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt wurde. Bei der Signalerfassung besteht prinzipiell kein Unterschied zwischen der Erfassung repetierender (sich ständig wiederholender) Signale und dem Aufzeichnen einmaliger Ereignisse. Die Signaldarstellung erfolgt immer mit einer linearen Punktverbindung (Dot Join) der Abtastpunkte. Alle im Digitalspeicher-Betrieb erfaßten und gespeicherten Signaldaten können über die RS232 Schnittstelle zur Dokumentation abgerufen werden. Diesbezügliche Informationen sind dem Abschnitt "RS232-Interface" zu entnehmen.

Signal-Erfassungsarten

Im Speicherbetrieb können Signale in 6 Betriebsarten erfaßt bzw. dargestellt werden:

REFRESH-Betrieb	(RFR-LED leuchtet, Readout zeigt RFR an),
ENVELOPE-Betrieb	(ENV-LED leuchtet, Readout zeigt ENV an),
AVERAGE-Betrieb	(AVM-LED leuchtet, Readout zeigt AVM an),
SINGLE-Betrieb	(SGL-LED leuchtet, Readout zeigt SGL und den Pre-Triggerwert an),
ROLL-Betrieb	(ROL-LED leuchtet, Readout zeigt ROL an),
XY-Betrieb	(RFR-LED leuchtet, Readout zeigt XY an).

Die Signalerfassung wird im SINGLE-, REFRESH-, ENVELOPE- und AVERAGE-Betrieb durch die Triggerung ausgelöst, während sie im ROLL- und XY-Betrieb triggerunabhängig (ungetriggert) erfolgt.

Der **REFRESH**-Betrieb entspricht bezüglich der Darstellung dem gewohnten Verhalten eines Analog-Oszilloskops. Durch die Triggerung ausgelöst, erfolgt mit 0% Pre-Triggerung ein "Schreibvorgang", der am linken Bildrand beginnt und am rechten Rand endet. Ein darauf folgendes Triggerereignis startet erneut die Datenerfassung und überschreibt die Daten des vorherigen Abtastzyklus. Bei automatischer Triggerung und ohne anliegendes Signal wird die Y-Strahlposition aufgezeichnet. Liegt ein Signal an, dessen Signalfrequenz kleiner als die Wiederholfrequenz der Triggerautomatik ist, erfolgt - wie im Analogoszilloskop-Betrieb - eine ungetriggerte Darstellung. Im Gegensatz dazu wird bei Normaltriggerung ohne Triggersignal keine neue Aufzeichnung gestartet, da dann die Triggerautomatik abgeschaltet ist. Anders als im Analogoszilloskop-Betrieb bleibt der Bildschirm dann nicht dunkel, sondern zeigt die letzte Aufzeichnung so lange, bis ein erneutes Auslösen der Triggerung eine neue Aufzeichnung bewirkt.

Die Betriebsarten **Average** (AVM) und **Envelope** (ENV) sind Unterbetriebsarten des Refreshbetriebs (siehe Punkt (9) unter "Bedienelemente und Readout").

Im **SINGLE**-Betrieb können einmalige Ereignisse aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung beginnt, wenn die der **RESET**-Taste zugeordnete LED leuchtet. Nach Auslösen der Triggerung und dem Ende der Aufzeichnung erlischt die **RESET**-LED.

Um ein ungewolltes Auslösen von Signalaufzeichnungen durch die Triggerautomatik zu verhindern, wird automatisch auf Normaltriggerung mit DC-Triggerkopplung umgeschaltet.

Die Spannungshöhe, bei der die (Normal)-Triggerung auslösen soll, ist direkt zu bestimmen. Zunächst ist die 0 Volt Strahlposition für die spätere Aufnahme mit **Y-POS.** zu bestimmen. Dazu den Eingang auf **GD** und im Refresh-Betrieb auf automatische Triggerung schalten.

Anschließend kann auf **SGL** (SINGLE) geschaltet und das Triggerpunkt-Symbol mit dem **LEVEL**-Einsteller ober- oder unterhalb der 0 Volt Position eingestellt werden. Ist seine Position 2 Division oberhalb der vorher bestimmten 0 Volt Position festgelegt, erfolgt die Triggerung mit einer Eingangsspannung, die diesen Wert (2 Division) über- oder unterschreitet (Flankenrichtung). Die Höhe der benötigten Eingangsspannung hängt dann nur noch vom Y-Ablenkkoeffizienten und dem Tasterleiter ab.

Beispiel:

Triggerpunkt 2 div. über 0 Volt, 1 Volt/Division und 10:1 Tasterleiter = +20 Volt.

ROLL-Betrieb:

*Siehe **ROL** unter Punkt (9) im Abschnitt "Bedienelemente und Readout".*

Speicherauflösung

Vertikalauflösung

Die im Speicherteil eingesetzten 8 Bit Analog-/Digital-Wandler ermöglichen 256 unterschiedliche Strahlpositionen (Vertikalaufklärung). Die Darstellung auf dem Schirmbild erfolgt so, daß die Auflösung 25 Punkte/cm beträgt. Dadurch ergeben sich Vorteile bei der Signal-Darstellung, -Dokumentation und -Nachverarbeitung (Dezimalbrüche).

Geringfügige, die Y-Position und -Amplitude betreffende, Abweichungen zwischen der Darstellung auf dem Bildschirm (analog) und der digitalen Dokumentation (z.B. Drucker) sind unvermeidlich. Sie resultieren aus unterschiedlichen Toleranzen, welche die zur Schirmbilddarstellung benötigten Analogschaltungen betreffen.

Die Strahlpositionen sind wie folgt definiert:

Mittlere horizontale Rasterlinie	=	10000000b	=	80h	=	128d
Oberste	"	"	=	11100100b	=	E4h = 228d
Unterste	"	"	=	00011100b	=	1Ch = 28d

Im Gegensatz zum Analogoszilloskop-Betrieb, mit seiner theoretisch unendlichen Y-Auflösung, ist sie im Digital-Speicheroszilloskop Betrieb auf 25 Punkte/cm begrenzt. Dem Meßsignal überlagertes Rauschen führt dazu, daß, besonders dann, wenn die Y-Position kritisch eingestellt ist, sich bei der A/D-Wandlung das geringwertigste Bit (LSB) ständig ändert.

Horizontalaufklärung

Es können maximal 4 Signaldarstellungen gleichzeitig auf dem Bildschirm erfolgen. Jede Signaldarstellung besteht aus 2048 Byte (Punkten). Dabei werden 2000 Punkte über 10 Rasterteilungen (Division) dargestellt. Somit beträgt die Auflösung 200 Punkte pro Teilung.

Gegenüber nur Digital-Oszilloskopen mit VGA- (50 Punkte/div.) oder LCD- (25 Punkte/div.) Anzeige ergibt sich daraus nicht nur eine 4 bzw. 8fach bessere X-Auflösung, auch die maximal erfaßbare Signalfrequenz ist in jeder Zeitbasisstellung 4 bzw. 8fach höher. Damit werden auch höherfrequente Signalanteile, die relativ niederfrequenten Signalen überlagert sind, noch erfaßbar. Beispiel: Es soll eine Signalperiode eines 50Hz Sinussignals dargestellt werden. Der Zeit-Ablenkoeffizient muß dabei 2ms/div. betragen. Im Vergleich ergeben sich folgende Abtastraten und daraus resultierend maximal erfaßbare Signalfrequenzen.

Punkte/div	Abtastintervall	Abtastrate	Signalfreq.
200	2ms/200 = 10µs	100kS/s	10kHz
50	2ms/50 = 40µs	25kS/s	2,5kHz
25	2ms/25 = 80µs	2,5kS/s	1,25kHz

Anmerkung:

1. Das Abtastintervall ist der Zeitabstand zwischen den einzelnen Abtastungen (Erfassungslücke). Je geringer die Zahl der über ein Division anzeigbaren Bildpunkte ist, desto größer ist das Abtastintervall.
2. Die Abtastrate ist der reziproke Wert des Abtastintervalls (1/Abtastintervall = Abtastrate).
3. Die Signalfrequenzangabe bezieht sich auf die höchste sinusförmige Signalfrequenz, die bei der vorgegebenen

Abtastrate noch 10 Abtastungen auf einer Sinusperiode ermöglicht. Ist die Zahl der Abtastungen/Periode <10, kann z.B. nicht mehr erkannt werden, ob ein Sinus- oder Dreiecksignal erfaßt wurde.

Horizontalaufklärung mit X-Dehnung

Wie zuvor beschrieben, ist die relativ hohe X-Auflösung von 200 Signal-Abtastungen/div. vorteilhaft. Mit 10facher X-Dehnung bleibt die Auflösung von 200 Abtastpunkten pro Zentimeter (Division) erhalten, obwohl dann theoretisch nur 20 Punkte pro Div. anzeigbar wären. Die fehlenden 180 Punkte werden interpoliert. Der gewünschte Ausschnitt kann mit dem X-POS.-Einsteller eingestellt werden.

In Verbindung mit X-Dehnung beträgt der kleinstmögliche Zeit-Ablenkoeffizient 50ns/cm. Ein 20MHz Signal kann dabei mit einer Periode/cm aufgelöst werden.

Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb

Die höchste auswertbare Frequenz ist nicht exakt definierbar, da sie von der Signalform und der Darstellungshöhe des Signals abhängt.

Während ein rechteckförmiges Signal bezüglich seiner Erkennbarkeit relativ geringe Anforderungen stellt, sind, um ein sinusförmiges von einem dreieckförmigen Signal unterscheiden zu können, mindestens 10 Abtastungen/Signalperiode erforderlich. Unter dieser Voraussetzung ist die maximale Abtastrate durch 10 zu dividieren. Das Resultat ist die höchste Signalfrequenz (200MS/s : 10 = 20MHz).

Anzeige von Alias-Signalen

Falls, bedingt durch die Zeitbasiseinstellung, die Abtastrate zu niedrig ist, kann es zur Darstellung sogenannter Alias-Signale (engl. aliasing) kommen. Das folgende Beispiel beschreibt diesen Effekt:

Ein sinusförmiges Signal wird mit einer Abtastung pro Periode abgetastet. Wenn das Sinussignal zufällig frequenz- und phasengleich dem Abtasttakt ist und die Abtastung jedesmal erfolgt, wenn der positive Signalscheitelwert vorliegt, wird eine waagerechte Linie in der Y-Position des positiven Signalscheitelwertes angezeigt. Dadurch wird eine Gleichspannung als Meßsignal vorgetäuscht.

Andere Auswirkungen des Alias-Effektes sind scheinbar ungetriggerte Signaldarstellungen mit Abweichungen der angezeigten (z.B. 2kHz) von der tatsächlichen Signalfrequenz (z.B. 1MHz). Ebenso sind Hüllkurvendarstellungen möglich, die ein amplitudenmoduliertes Signal vortäuschen. Um derartige Verfälschungen zu erkennen, genügt es, auf Analogbetrieb umzuschalten und die tatsächliche Signalform zu betrachten.

Vertikalverstärker-Betriebsarten

Prinzipiell kann das Oszilloskop im Digitalspeicherbetrieb mit den gleichen Betriebsarten arbeiten wie im analogen Betrieb. Es können so dargestellt werden:

- Kanal I einzeln,
- Kanal II einzeln,
- Kanäle I und II gleichzeitig (Yt oder XY),
- Summe der beiden Kanäle,
- Differenz der beiden Kanäle.

Abweichungen des Speicherbetriebs (gegenüber dem Analogoszilloskop-Betrieb) sind:

- Bei DUAL-Betrieb erfolgt die Aufnahme beider Eingangssignale gleichzeitig, da jeder Kanal über einen A/D Wandler verfügt. Die im Analog-Betrieb erforderliche Umschaltung zwischen gepopptem bzw. alternierendem Betrieb entfällt daher.
- Wegen der hohen Wiederholfrequenz der Bildarstellung kann Flackern nicht auftreten.
- Die Strahlhelligkeit wird nicht durch die Schreibgeschwindigkeit des Elektronenstrahles und die Wiederholhäufigkeit der "Schreibvorgänge" beeinflusst.

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 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 Hochspannungsvorsorgung nicht in Ordnung ist. Das Trimm-Potentiometer 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 Abbil-

dung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1MHz). Bei normaler Helligkeit werden mit dem FOCUS-Regler die waagerechten Linien des Rechtecks auf die bestmögliche Schärfe eingestellt. Die senkrechten Linien müssen jetzt auch die maximale Schärfe haben. Wenn sich diese jedoch durch die Betätigung des FOCUS-Reglers verbessern läßt, ist eine Astigmatismus-Korrektur erforderlich. Hierfür befindet sich im Gerät ein Trimm-Potentiometer.

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. 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 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 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 Überschwinger 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); Signalankopplung auf **DC**. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. 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;

Signalankopplung 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**. Signalankopplung 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 Additions-Betrieb 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. Mit dem Umschalten der Trigger-Flankenrichtung 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 zur - im Datenblatt angegebenen - höchsten Trigger-Frequenz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung 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 oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** Triggerkopplung keine wesentliche Verschiebung des Signal-Startpunktes 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 Kanal I auf Kanal II oder beim Umschalten der Triggerkopplung von **AC** auf **DC** keine wesentliche Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der Netztriggerung (50-60Hz) in Stellung ~ der Triggerkopplung ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Verändern des Ablenkoeffizienten (auch mit dem Feinsteller) läßt sich die dargestellte Signalhöhe 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 Markergerber, der für jeden Zeitbereich Impulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung gearbeitet werden sollte. Welche Frequenz für die jeweilige Zeitbasiseinstellung benötigt wird, kann mit Hilfe des Readout ermittelt werden. Bei Zeitmessung sind die senkrechten Cursorlinien auf 1 cm Abstand zu stellen, so daß die Zeitmessung denselben Wert wie die Ablenkoeffizientenanzeige zeigt. Dann muß von Zeit- auf Frequenzmessung umgeschaltet werden und das Readout zeigt die benötigte Signalfrequenz an.

HOLD OFF-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 HOLD OFF-Zeit der Strahl hell, bei maximaler HOLD OFF-Zeit dagegen merklich dunkler sein.

Achtung:

Der Einsteller wirkt nur dann als Hold Off-Einsteller, wenn nur die A-Zeitbasis in Betrieb ist und Analog-Betrieb vorliegt.

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 ab-

hängigen 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 Strahlänge) zur Erdfeldkompensation.

Service Hinweis

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

Öffnen des Gerätes

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

Warnung:

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

Bei Eingriffen in 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 Netzteilleiterplatte, dem Mainboard und der Y-Endstufenleiterplatte.** Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Achtung:

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

Größte Vorsicht ist beim Umgang mit der Strahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit 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 $0,1\Omega$ 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.

Minimale Helligkeit

Für die Einstellung befindet sich auf der CRT-Leiterplatte (Strahlröhrenhals) ein $100k\Omega$ 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 $47k\Omega$ -Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann. Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +42V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Die Astigmatismuskorrektur erfolgt am besten mit einem hochfrequenten Rechtecksignal (z.B. 1MHz). Dabei werden mit dem FOCUS-Knopf zuerst die waagerechten Rechtecklinien scharf eingestellt. Dann wird am Astigm.-Pot. $47k\Omega$ die Schärfe der senkrechten Linien korrigiert. In dieser Reihenfolge wird die Korrektur mehrmals wiederholt. Der Abgleich ist beendet, wenn sich mit dem FOCUS-Knopf allein keine Verbesserung der Schärfe in beiden Richtungen mehr erzielen läßt.

Triggerschwelle

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

Fehlersuche im Gerät

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

Für die Fehlersuche werden ein Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop benötigt. Letzteres ist notwendig, wenn bei

schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, ist die stabilisierte Hochspannung (**-2025V und +12kV**) sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, mit längeren vollisolierten Tastspitzen zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen. Selbstverständlich können in dieser Anleitung nicht alle möglichen Fehler eingehend erörtert werden. Etwas Kombinationsgabe ist bei schwierigen Fehlern schon erforderlich. Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen, bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zu Frontchassisteilen, zur Röhrenfassung und zur Trace-Rotation-Spule innerhalb der Röhrenabschirmung inspiziert werden. Diese visuelle Inspektion kann unter Umständen viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

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

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

Während der Messung müssen die POS.-Einsteller der beiden Ablenkrichtungen möglichst genau in der Mitte ihres Stellbereiches stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares Y ca. 42V und X ca. 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 unter anderem über ein Kalibrations-Menü. Einige Menüpunkte können auch von Anwendern benutzt werden, die nicht über Präzisionsmeßgeräte bzw. -Generatoren verfügen.

Der Aufruf des Menüs erfolgt wie im Abschnitt "Menü" beschrieben.

Das Menü "CALIBRATE" enthält mehrere Menüpunkte. Davon können folgende Menüpunkte können ohne spezielle Meß- und Prüfgeräte bzw. vorhergehende Abgleicharbeiten benutzt werden, wenn an den BNC Buchsen kein Signal anliegt:

Y AMP (Meßverstärker Kanal I und II).
TRIGGER-AMP (Triggervverstärker).
STORE-AMP (Digitalteil).

Die beim Abgleich ermittelten neuen Datenwerte werden automatisch gespeichert und liegen auch nach erneuten Einschalten des Gerätes wieder vor. Der Aufruf der OVERWRITE FACTORY DEFAULT-Funktion im SETUP-Untermenü "FACTORY" ist daher nicht erforderlich.

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 Verstärker-Balance. Beim Triggervverstärker werden die Gleichspannungsarbeitspunkte und die Triggerschwelle erfaßt; im Speicherbetrieb die Anpassung der Digital- an die Analogdarstellung.

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, bzw. das CALIBRATE MENU nicht angezeigt.

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

Sicherheitshinweis



Achtung:
Alle Anschlüsse der Schnittstelle am Oszilloskop sind galvanisch mit dem Oszilloskop verbunden.

Messungen an hochliegendem Meßbezugspotential sind nicht zulässig und gefährden Oszilloskop, Interface und daran angeschlossene Geräte.

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise (siehe auch „Sicherheit“) werden Schäden an **HAMEG**-Produkten nicht von der Garantie erfaßt. Auch haftet **HAMEG** nicht für Schäden an Personen oder Fremdfabrikaten.

Beschreibung

Das Oszilloskop verfügt auf der Geräterückseite über eine RS232 Schnittstelle, die als 9polige D-SUB Kupplung ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter und bei Digital-Betrieb Signaldaten von einem externen Gerät (z.B. PC) zum Oszilloskop gesendet, bzw. durch das externe Gerät abgerufen werden. Eine direkte Verbindung vom PC (serieller Port) zum Interface kann über ein 9poliges Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Die maximale Länge darf 3m betragen. 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)
- 7 CTS Sendebereitschaft
- 8 RTS Empfangsbereitschaft
- 5 Ground (Bezugspotential, über Oszilloskop (Schutz klasse I) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden.
- 9 +5V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400mA).

Der maximal zulässige Spannungshub an den Tx, Rx, RTS und CTS Anschlüssen beträgt ± 12 Volt. Die RS232-Parameter für die Schnittstelle lauten:

N-8-2 (kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 2 Stoppbits, RTS/CTS-Hardware-Protokoll).

Baudrateneinstellung

Die Baudrateneinstellung erfolgt automatisch. BEREICH: 110 Baud bis 19200 Baud (keine Parität, Datenlänge 8 Bit, 2 Stoppbit). Mit dem ersten nach POWER-UP (Einschalten des Oszilloskops) gesendeten SPACE CR (20hex, ODhex) wird die Baudrate eingestellt. Diese bleibt bis zum POWER-DOWN (Auschalten 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 (3)** 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.

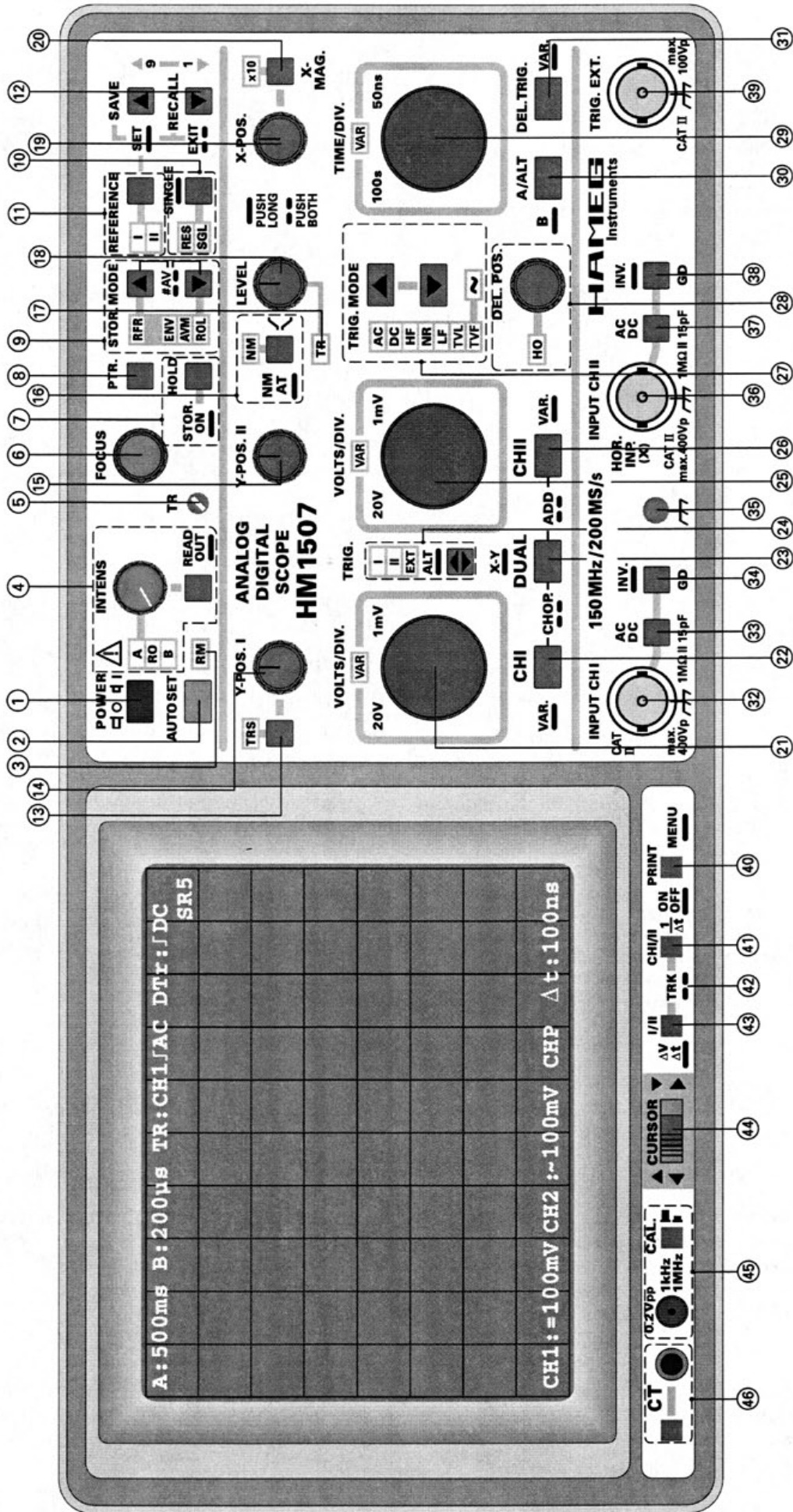
Hat das Scope SPACE CR erkannt und seine Baudrate eingestellt, antwortet es mit dem RETURNCODE "O CR LF". Die Tastatur des Scopes ist danach gesperrt. Die Zeit zwischen Remote OFF und Remote ON muß mindestens

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

Datenübertragung

Nach erfolgreicher Baudrateneinstellung befindet sich das Scope im Remote-Zustand und ist zur Entgegennahme von Befehlen bereit.

Disketten mit Programmierbeispielen, die Liste aller Befehle (Tools) und einem unter Windows 3.x, 95 und NT 4.0 lauffähigen Programm (SP107), gehören zum Lieferumfang des Oszilloskops.



HAMEG®

Instruments

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

Germany

HAMEG GmbH

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

France

HAMEG S.a.r.l

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

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. 93 4301597
Telefax 93 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 (760) 630 4080
Telefax (760) 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

Hongkong

HAMEG LTD

Room 204-5,
Fook Hong Ind. Bldg.,
19 Sheung Yuet Road,
Kowloon Bay, Hong Kong
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236