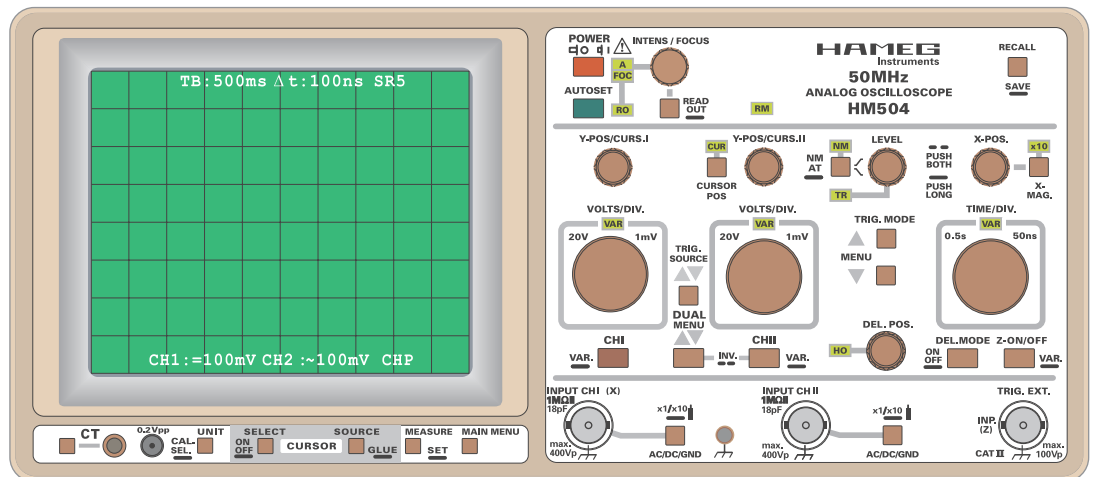


Oszilloskop HM504



Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung 4

Allgemeines 6

- Symbole 6
- Aufstellung des Gerätes 6
- Sicherheit 6
- Bestimmungsgemäßer Betrieb 6
- Garantie 7
- Wartung 7
- Schutzschaltung 7
- Netzspannung 7

Art der Signalspannung 8

- Größe der Signalspannung 8
- Spannungswerte an einer Sinuskurve 8
- Gesamtwert der Eingangsspannung 9
- Zeitwerte der Signalspannung 9
- Anlegen der Signalspannung 10

Bedienelemente und Readout 11

Menü 25

Inbetriebnahme und Voreinstellungen 25

- Strahldrehung TR 25
- Tastkopf-Abgleich und Anwendung 26
- Abgleich 1kHz 26
- Abgleich 1MHz 26
- Betriebsarten der Y-Meßverstärker 26
- XY-Betrieb 27
- Phasenvergleich mit Lissajous-Figur 27
- Phasendifferenz-Messung
im Zweikanal-Betrieb (Yt) 28
- Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb 28
- Messung einer Amplitudenmodulation 28

Triggerung und Zeitablenkung 29

- Automatische Spitzenwert-Triggerung 29
- Normaltriggerung 29
- Flankenrichtung $\sqrt{\lambda}$ 29
- Triggerkopplung 30
- Bildsynchronimpuls-Triggerung 30
- Zeilensynchronimpuls-Triggerung 30
- Alternierende Triggerung 31
- Externe Triggerung 31
- Triggeranzeige "TR" 31
- Holdoff-Zeiteinstellung 31
- Ablenkerverzögerung / After Delay Triggerung 32

Oszilloskop HM504

AUTOSET 34

Mittelwertanzeige 34

Komponenten-Test 34

Abgleich 36

RS232-Interface-Fernsteuerung 37

- Sicherheitshinweis 37
- Beschreibung 37
- Baudrateneinstellung 37
- Datenübertragung 37

Bedienelemente HM504 38



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: **HM504**

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: -

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

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

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

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

**Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility
Compatibilité électromagnétique**

EN 61326-1/A1
Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4, Klasse / Class / Classe B.
Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14
Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3
Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker /
Fluctuations de tension et du flicker.

Datum / Date / Date
15.10.2001

Unterschrift / Signature / Signatur

E. Baumgartner
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 (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. 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 (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

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

3. Auswirkungen auf die Meßgeräte

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

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

4. Störfestigkeit von Oszilloskopen

4.1 Elektromagnetisches HF-Feld

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder, können durch diese Felder bedingte Überlagerungen des Meßsignals sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Meß- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Meßobjekt, als auch das Oszilloskop können hiervon betroffen sein.

Die direkte Einstrahlung in das Oszilloskop kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen. Da die Bandbreite jeder Meßverstärkerstufe größer als die Gesamtbandbreite des Oszilloskops ist, können Überlagerungen sichtbar werden, deren Frequenz wesentlich höher als die -3 dB Meßbandbreite ist.

4.2 Schnelle Transienten/Entladung statischer Elektrizität

Beim Auftreten von schnellen Transienten (Burst) und ihrer direkten Einkopplung über das Versorgungsnetz bzw. indirekt (kapazitiv) über Meß- und Steuerleitungen, ist es möglich, daß dadurch die Triggerung ausgelöst wird.

Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen.

Da die Signaldarstellung und Triggerung durch das Oszilloskop auch mit geringen Signalamplituden (<500µV) erfolgen soll, läßt sich das Auslösen der Triggerung durch derartige Signale (> 1kV) und ihre gleichzeitige Darstellung nicht vermeiden.

HAMEG GmbH

Änderungen vorbehalten

50MHz Analog-Oszilloskop HM504

Autoset, Save/Recall, Readout/Cursor und RS-232 Schnittstelle

Technische Daten (Referenztemperatur: 23°C ± 2°C)

Vertikalablenkung

Betriebsarten: Kanal I oder Kanal II einzeln, Kanal I und Kanal II alternierend oder chop. (0,5MHz), Summe oder Differenz von KI und ±KII,

Invert: K II

XY-Betrieb: über KI (X) und KII (Y)

Bandbreite: 2x 0 - 50MHz (-3dB)

Anstiegszeit, Überschwingen: <7ns, □ 1%

Ablenkkoeffizienten: 14 kal. Stellungen (Schaltfolge 1-2-5)

1mV-2mV/cm: ±5% (0 bis 10MHz (-3dB))

5mV-20V/cm: ±3% (0 bis 50MHz (-3dB))

Variabel: >2,5:1 (unkal.) bis >50V/cm

Eingangsimpedanz: 1 M□ II 18pF

Eingangskopplung: DC-AC-GD (Ground)

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

Triggerung

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

Normal mit Level-Einst.: □ 5mm, 0 - 100MHz

Triggeranzeige: mit LED

Flankenrichtung: positiv oder negativ

Quellen: Kanal I oder II, alternierend KI/KII (□ 8mm), Netz und extern

Kopplung: AC (10Hz - 100MHz), DC (0 - 100MHz), HF (50kHz - 100MHz), LF (0 - 1,5kHz)

2. Triggerung: mit Level-Einst. u. Flankenwahl

Triggersignal extern: □ 0,3Vss (0 - 50MHz)

Aktiver TV-Sync-Separator: Bild und Zeile

Horizontalablenkung

Zeitkoeffizienten: 0,5s/cm - 50ns/cm (± 3%), 22 kalibrierte Stellungen, 1-2-5 Folge

mit X-Dehnung x10: bis 10ns/cm (± 5%)

Variabel: >2,5:1 (unkal.) bis >1,25s/cm

Verzögerung (zuschaltbar): 140ms - 200ns (variabel)

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

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

X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120kHz

Bedienung / Anzeigen

Manuell / Auto Set: Bedienelemente / autom. Parameterwahl

Save und Recall: für 9 kompl. Frontplatteneinstellungen

Readout-Anzeige: Geräteeinstellungen und Meßparameter

autom. Messungen: Freq./Periode, Udc, Upp, Up+, Up-

Cursormessungen: □ U, □ t oder 1/□ t (Freq.), Gain, Rise Time, Ratio X, Ratio Y, V gegen GND, Phasenwinkel

Frequenzähler: 4 Digit (0,01% ± 1 Digit) 0,5Hz - 100MHz

Schnittstelle (serienmäßig): RS-232 (Steuerung)

Exklusives Zubehör

Opto-Schnittstelle (mit Lichtleiterkabel): **HZ70**

Komponententester

Testspannung: ca. 7Veff (Leerlauf) ca. 50Hz

Teststrom: ca. 7mAeff (Kurzschluß)
Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

Strahlröhre: 8x10cm mit Innenraster

Beschleunigungsspannung: ca. 2kV

Z-Eingang (Helligk.-Modulation): max. +5V (TTL)

Rechteck-Kalibratorsignal: 0,2V ± 1%, 1 Hz - 1 MHz (ta <4ns)

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

Leistungsaufnahme: ca. 34 Watt bei 50Hz.

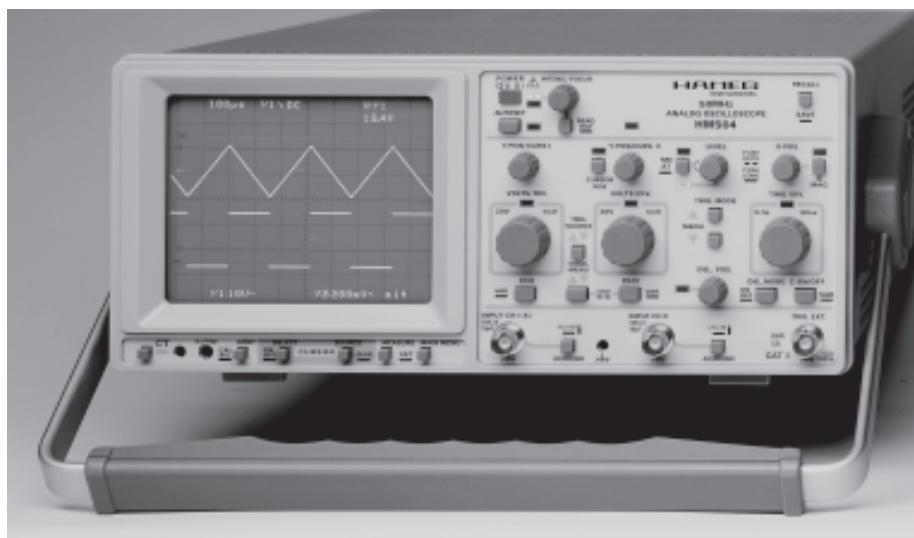
Zul. Umgebungstemperatur: 0°C...+40°C

Schutzart: Schutzklasse I (EN 61 010)

Gewicht: ca. 5,4kg, **Farbe:** techno-brown

Gehäuse: B 285, H 125, T 380 mm

Im Lieferumfang enthalten: Manual und Software auf CD-ROM, 2 Tastköpfe 1:1/10:1 und Netzkabel.

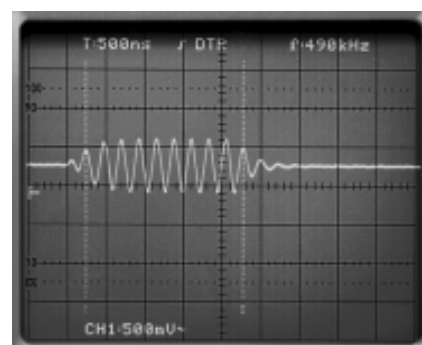
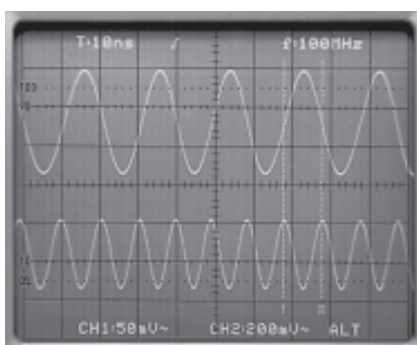


- **2 Kanäle, DC-50MHz, 1mV-20V/cm, Komponenten-Tester**
- **Triggerung DC - 100MHz (autom. Spitzenwert) = 0,5cm**
- **Zeitbasis 0,5s - 10ns/div, mit Verzögerung u. 2. Triggerung**
- **7 Automatische Messroutinen, Integriertes Kalibriermenü**
- **100MHz Frequenz- und Periodenzähler, 4-stellige Auflösung**

Das neue **50MHz** Analog-Oszilloskop **HM504** übertrifft alle Anforderungen, die an ein Oszilloskop dieser Preisklasse gestellt werden. Es überzeugt durch Messeigenschaften und komfortable Bedienung. Andere für diese Preisklasse außergewöhnliche Features sind der integrierte **100MHz** Frequenzzähler, der auch Periodendauermessungen ermöglicht und die fünf automatische Spannungsmessfunktionen.

Die Basis für die exzellenten Messeigenschaften ist die Kathodenstrahlröhre mit ihrer praktisch unbegrenzten Auflösung. In Verbindung mit den ausgezeichneten Eigenschaften der Eingangsteiler und Messverstärker wird damit eine optimale Signaldarstellung ermöglicht. Der Frequenzgang der 50MHz (-3dB) Y-Messverstärker erlaubt sogar die Darstellung von Signalen bis **100MHz**. Mit Delay-Zeitbasisbetrieb lassen sich Signalanteile stark gedehnt anzeigen. Das kann im Freilaufbetrieb oder, mit Hilfe der 2. Triggerung, getriggert erfolgen. Sie ist unabhängig von der 1. Triggerung und ermöglicht auch die getriggerte Darstellung von in komplexen Signalen mit höherfrequenten Signalanteilen.

Auch die Bedienung des **HM504** läßt keine Wünsche offen. Für die meisten Messsignale genügt ein Tastendruck und die Autoset-Funktion bewirkt eine automatische, sinnvolle Einstellung der Bedienelemente. Außerdem verfügt das Oszilloskop über 9 nichtflüchtige Speicherplätze zum Speichern und Abrufen von Geräteeinstellungen (Save/Recall). Die mitgelieferte Software ermöglicht die Steuerung durch einen PC über die **RS-232-Schnittstelle**. Alle Messparameter, Messergebnisse und weitere Funktionen werden mit dem Readout auf dem Bildschirm angezeigt. Dazu gehören automatische Messungen von Frequenz oder Periodendauer bzw. Gleich- oder Wechselspannung. Manuelle CURSOR-Messfunktionen ermöglichen Phasenwinkel-, Verstärkungs-, Anstiegszeit-, sowie X und Y-Verhältnismessungen. Das **HM504** bietet auch XY- und Komponententester-Betrieb, Intensitätsmodulation (Z) und ein von 1Hz bis 1MHz umschaltbares Rechteck-Kalibratorsignal.



Die Oszillogramme zeigen Darstellungen, die viele Oszilloskope dieser Preisklasse nicht zeigen können.

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

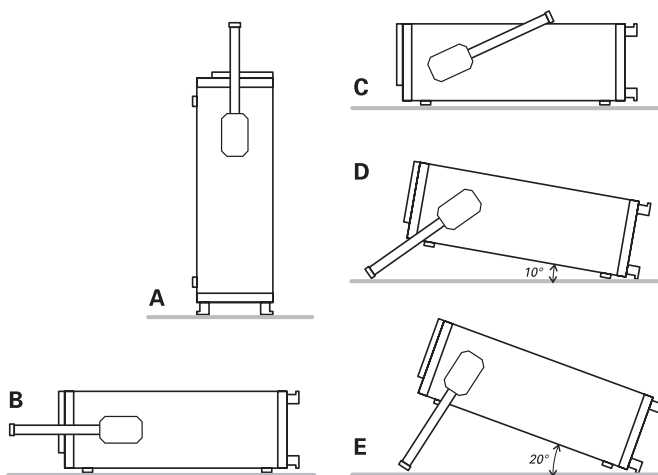
⚠ Bedienungsanleitung beachten

⚡ 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 waagerechtes Tragen bringen. Hierfür muß man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muß das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmun-

gen 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

Achtung!

Das Meßgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind.

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!

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

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest mit 10-stündigem „burn-in“. Im 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 darf nur die Originalverpackung verwendet werden. 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. Sehr empfehlenswert ist 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 -spannungs-Schutzschaltungen verfügt. Im Fehlerfall kann ein sich periodisch wiederholendes tickendes Geräusch hörbar sein.

Netzspannung

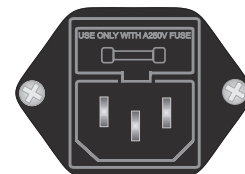
Das Gerät arbeitet mit Netzwechselfspannungen von 100V bis 240V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherung darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Dann muss der Sicherungshalter mit einem Schraubenzieher herausgehoben werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann dann aus einer Halterung gedrückt und ersetzt werden.

Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

Sicherungstyp:

**Größe 5 x 20 mm; 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!

Die Grundlagen der Signalaufzeichnung

Art der Signalspannung

Das Oszilloskop **HM504** erfährt praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 50 MHz (-3dB) und Gleichspannungen.

Die Y-Meßverstärker sind 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. 14MHz zunehmender Meßfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 30MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Y-Meßverstärker (-3dB zwischen 50MHz und 55MHz) ist der Meßfehler nicht so exakt definierbar.

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 der Y-Meßverstärker. 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. 40MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (10ns/cm) alle 2,0cm ein Kurvenzug geschrieben.

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

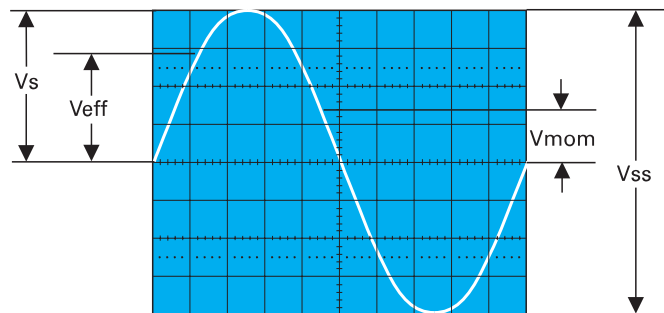
Die mit der AC/DC -Taste gewählte Eingangskopplung wird mit dem READOUT (Schirmbild) angezeigt. Das = -Symbol zeigt DC-Kopplung an, während AC-Kopplung mit dem ~ -Symbol angezeigt wird (**siehe "Bedienelemente und Readout"**).

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektiv-

wert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss} -Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

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



Spannungswerte an einer Sinuskurve

V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
 V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert;
 V_{mom} = Momentanwert (zeitabhängig)

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt $1mV_{ss}$ ($\pm 5\%$), wenn mit dem READOUT (Schirmbild) der Ablenkoeffizient $1mV$ angezeigt wird und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkoeffizienten sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren.

Für Amplitudenmessungen muß sich die 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 (Ablenkoeffizient auf $20V/cm$, Feineinstellung 2,5:1).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,
U = Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,
A = Ablenkoeffizient in V/cm (VOLTS / DIV.-Anzeige)

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

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

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

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

Beispiel:

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

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

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

Die vorherigen Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf $\square\text{V}$ -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 \square Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator, für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, daß bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen $\square 40\text{Hz}$ kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

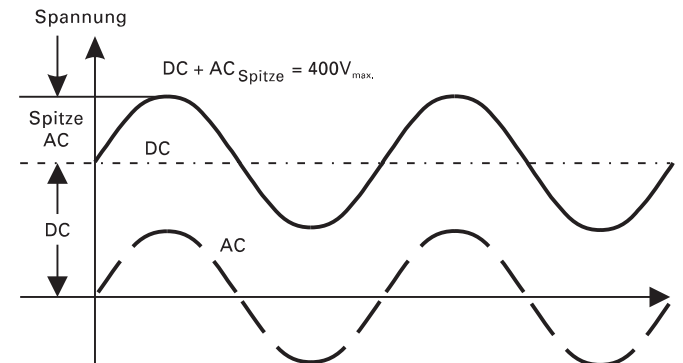
Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen, können mit **HAMEG** 10:1 Tastteilern Gleichspannungen bis 600V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200V_{ss} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (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 bis 68 nF) vorzuschalten.

Mit der auf **GND** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Raster-

linie 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 $\square\text{t}$ - bzw. $1/\square\text{t}$ - (Frequenz) Messung geschalteten Cursors ermittelt werden (siehe "Bedienelemente und Readout").

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

Mit den Bezeichnungen:

- L = Länge in cm einer Periode (Welle) auf dem Schirmbild,
- T = Zeit in s für eine Periode,
- F = Folgefrequenz in Hz,
- Z = Zeitkoeffizient in s/cm (TIME / DIV.-Anzeige)

und der Beziehung $F = 1/T$ lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

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

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

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

- L zwischen 0,2 und 10cm, möglichst 4 bis 10cm,
- T zwischen 10ns und 5s,

Die Grundlagen der Signalaufzeichnung

- F zwischen 0,5Hz und 40MHz,
- Z zwischen 100ns/cm und 500ms/cm in 1-2-5 Teilung (ohne X-Dehnung x10), und
- Z zwischen 10ns/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 Brumffrequenz $F = 1:(1 \times 10 \times 10^{-3}) = 100\text{Hz}$.

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

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 $L = 1:(103 \times 0,2 \times 10^{-3}) = 5\text{cm}$.

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 $T = 1:(20 \times 10^6) = 50\text{ns}$.

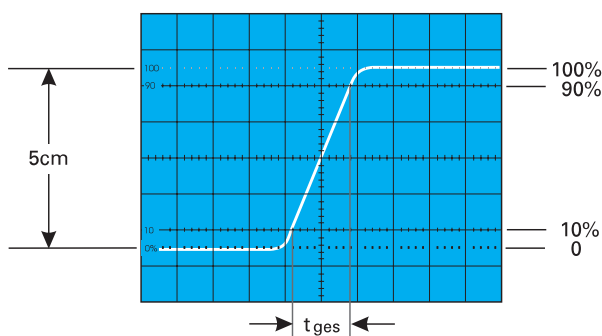
Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. x10**) arbeiten. Durch Drehen des **X-POS.**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

Anstiegszeitmessung

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

Messung:

- Die Flanke des betr. Impulses wird exakt auf 5cm Schreibhöhe eingestellt (durch Y-Teiler und dessen Feineinstellung.)
- Die Flanke wird symmetrisch zur X- und Y-Mittellinie positioniert (mit X- und Y-Pos. Einsteller).
- Die Schnittpunkte der Signalfanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten ($T=LxZ$).



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

Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von 10ns/cm ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6\text{cm} \times 10\text{ns/cm} = 16\text{ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers 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 **HM504** ca. 7ns) und t_t die des Tastteilers, z.B. = 2ns. Ist t_{ges} größer als 100ns, kann die Anstiegszeit des Y-Meßverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{16^2 - 7^2 - 2^2} = 14,25\text{ns}$$

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

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

Anlegen der Signalspannung

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 Meßverstärker 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 50 Ohm) 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 50-Ohm-Kabels, wie z.B. **HZ34**, ist hierfür von **HAMEG** der 50-Ohm-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) Sinus-signale 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. 10M Ω || 12pF bzw. 100M Ω || 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**, 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 ei-

nem 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 Eingangsspannung oberhalb von 20kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muß die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteiler-typs beachtet werden.

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

Beim Anschluß des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

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

Bedienelemente und Readout

A: Grundeinstellungen

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß:

- 1. Der „Component Tester“ abgeschaltet ist.**
- 2. Im MAIN MENU > SETUP & INFO > MISCELLANEOUS folgende Einstellungen vorliegen:**
 - 2.1 CONTROL BEEP und ERROR BEEP eingeschaltet (x),**
 - 2.2 QUICK START abgeschaltet.**
- 3. Die Bildschirmeinblendungen (Readout) sichtbar sind.**

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 Netztaсте (**POWER**), werden alle anderen Bedienelemente elektronisch abgefragt. Alle elektronisch erfaßten Bedienfunktionen und ihre aktuellen Einstellungen können daher gespeichert bzw. gesteuert werden.

B: Menü-Anzeigen- und Bedienung

Das Betätigen einiger Tasten bewirkt die Anzeige von Menüs. Es wird zwischen Standardmenüs und Pulldown-Menüs unterschieden.

Standardmenüs:

Diese Menüs sind daran zu erkennen, daß das Readout keine Einstellparameter (Ablenkkoeffizienten etc.) mehr anzeigt. Die Anzeige besteht dann aus der Menüüberschrift, den Menüpunkten bzw. Funktionen. Am unteren Röhrenrasterrand werden Symbole und Befehle angezeigt, deren Bedienung mit den darunter befindlichen Tasten erfolgt.

Mit „Esc“ (CT-Taste (37)) wird in der Menühierarchie um einen Schritt zurückgeschaltet.

Bedienelemente und Readout

„Exit“ (SELECT –ON/OFF-Taste (34)) schaltet die Menüanzeige ab und auf die Betriebsbedingungen zurück, die vor dem Menüaufruf vorlagen.

Die Auswahl erfolgt schrittweise mit den Tasten, die sich unter den nach oben bzw. nach unten zeigenden Dreiecksymbolen befinden. Mit der UNIT-CAL.SEL.-Taste (35) wird nach oben und der SOURCE-GLUE-Taste (33) nach unten geschaltet. Der ausgewählte Menüpunkt wird mit höherer Helligkeit angezeigt.

Mit „Set“ (MAIN MENU-Taste (31)) wird der ausgewählte Menüpunkt aufgerufen, eine Funktion gestartet oder eine Funktion ein- oder ausgeschaltet.

Pulldown-Menüs:

Nach Aufruf eines Pulldown-Menüs werden die Einstellparameter (Ablenkkoeffizienten etc.) weiterhin angezeigt. Die Readoutanzeige ändert sich nur bezüglich des aufgerufenen Parameters (z.B. Eingangskopplung) und zeigt an der Stelle des bisher gewählten nun alle wählbaren Parameter an (bei Eingangskopplung: AC, DC und GND). Die vor dem Aufruf des Pulldown-Menüs wirksame Einstellung bleibt erhalten und wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Solange das Pulldown-Menü angezeigt wird, kann mit einmaligem oder mehrfachen kurzen Betätigen der Taste umgeschaltet werden. Die Umschaltung erfolgt sofort und der wirksame Parameter wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Erfolgt kein weiterer kurzer Tastendruck schaltet sich das Pulldown-Menü nach einigen Sekunden ab und das Readout zeigt den gewählten Parameter an.

C: READOUT-Anzeigen

Das Readout ermöglicht die alphanumerische Anzeige der Einstellparameter des Oszilloskops, von Meßergebnissen und Cursorlinien. Welche der Anzeigen sichtbar sind, hängt von den gerade vorliegenden Einstellungen ab. Die folgende Auflistung beinhaltet die wichtigsten Anzeigen.

Oberste Rasterzeile von links nach rechts:

1. Zeitablenkkoeffizient,
2. Triggerquelle, Triggerflanke und Triggerkopplung,
3. Betriebsbedingung der verzögerten Zeitbasis,
4. Meßergebnisse.

Unterste Rasterzeile von links nach rechts:

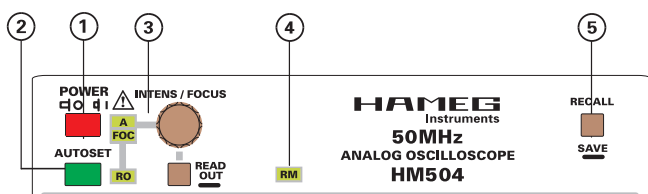
1. Tastkopfsymbol (x10), Y-Ablenkkoeffizient und Eingangskopplung für Kanal I,
2. „+“ Symbol,
3. Tastkopfsymbol (x10), Y-Ablenkkoeffizient und Eingangskopplung für Kanal II,
4. Kanalbetriebsart.

Am linken Rasterrand wird das Triggerpunkt-Symbol angezeigt. Die CURSOR-Linien können innerhalb des Rasters auf jede Position gestellt werden.

D: Beschreibung der Bedienelemente

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 Leuchtdiode (3) zeigt den Einschaltzustand an.

- (2) **AUTOSET**

Drucktaste bewirkt eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (*siehe "AUTOSET"*). Auch wenn **Component Tester**- oder **XY**-Betrieb vorliegt, schaltet **AUTOSET** in die zuletzt benutzte **Yt**-Betriebsart (**CH I**, **CH II** oder **DUAL**).

War die letzte **Yt**-Betriebsart mit Search- („sea“), DELAY („del“) oder getriggertem DELAY („dTr“) - Betrieb verknüpft, wird dies nicht berücksichtigt und auf unverzögerten Zeitbasisbetrieb geschaltet.

Siehe auch "AUTOSET".

Automatische CURSOR-Positionierung:

Werden CURSOR-Linien angezeigt und wird AUTOSET betätigt, bewirkt das eine automatische Einstellung der Cursorlinien entsprechend der im CURSOR-MEASURE-Menü gewählten Funktion. Das Readout zeigt dabei kurzzeitig „SETTING CURSOR“ an.

Bei zu geringer Signalspannung (keine Triggerung) erfolgt keine Änderung der Cursorlinien. Im DUAL-Betrieb beziehen sich die Cursorlinien auf das Signal, welches als Triggersignal dient.

Spannungs-CURSOR.

Bei spannungsbezogenen CURSOR-Messungen nimmt die Genauigkeit der automatischen CURSOR-Positionierung mit zunehmender Signalfrequenz ab und wird auch durch das Tastverhältnis des Signals beeinflusst.

Zeit-/Frequenz-CURSOR.

Im Gegensatz zu unkomplizierten Signalen (z.B. Sinus, Dreieck u. Rechteck) weicht der Abstand der CURSOR-Linien von einer Periode ab, wenn komplexe Signale anliegen (z.B. FBAS-Signale).

- (3) **INTENS / FOCUS** - Drehknopf mit zugeordneten Leuchtdioden und darunter befindlicher READOUT-Drucktaste.

Mit jedem kurzen Tastendruck wird der Drehknopf auf eine andere Funktion umgeschaltet, welche durch die dann leuchtende LED angezeigt wird. Schaltfolge bei nicht abgeschaltetem Readout: A, FOC, RO, A; bei abgeschaltetem Readout: A, FOC, A.

„A“:

In dieser Stellung wirkt der Drehknopf als Einsteller für die Strahlintensität (Helligkeit) der Signaldarstellung. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Es sollte immer nur die gerade benötigte Strahlhelligkeit eingestellt werden. Sie hängt von Signalparametern, Oszilloskop-Einstellungen und der Umgebungshelligkeit ab.

„FOC“:

Die FOCUS-Einstellung (Strahlschärfe) ist gleichzeitig für die Signaldarstellung und das Readout wirksam. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab, was in einem gewissen Maße mit dem FOCUS-Einsteller korrigierbar ist. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirms der Strahl auftrifft. Bei optimaler Strahlschärfe in Bildschirmmitte nimmt die Strahlschärfe mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab.

Da die Einstellungen der Strahlintensität der Signaldarstellung (A) und des Readout (RO) meistens unterschiedlich sind, sollte die Strahlschärfe für die Signaldarstellung optimal eingestellt werden. Anschließend kann die Schärfe des READOUT durch weniger Readout-Intensität verbessert werden.

„RO“:

READOUT-Intensitätseinstellung: Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Bei abgeschaltetem Readout kann nicht auf „RO“ geschaltet werden. Es sollte immer nur die gerade benötigte Readout-Intensität eingestellt werden.

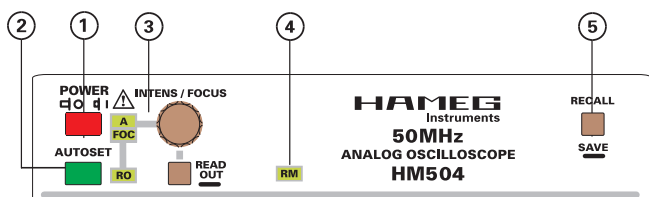
READOUT-Taste:

Mit einem langen Tastendruck auf den **READOUT**-Druck-taster kann das Readout ein- oder ausgeschaltet werden. Durch das Abschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, wie sie auch beim chopped **DUAL**-Betrieb auftreten können, vermeiden. Leuchtet die **„RO“**-LED und wird das Readout abgeschaltet, erlischt sie und die **„A“**-LED leuchtet.

Mit dem Ausschalten des Oszilloskops werden die Strahlhelligkeitseinstellungen und die Focuseinstellung gespeichert. Die gespeicherten Einstellungen sind beim nächsten Einschalten wieder wirksam; das READOUT wird immer eingeschaltet.

Strahldrehung (trace rotation):

Der INTENS / FOCUS Einsteller wird auch zur Strahldrehung benutzt, um den Einfluß des Erdmagnetfeldes auf die Strahlablenkung zu kompensieren. Weitere Informationen sind unter „E: MAIN MENU“ > „1. TRACE ROT.“ und „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ im Abschnitt „Strahldrehung“ zu finden.



(4) RM - Fernbedienung

(= 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 **AUTOSET**-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS232-Schnittstelle verriegelt wurde.

(5) RECALL / SAVE

Drucktaste für Geräteeinstellungen-Speicher.

Das Oszilloskop verfügt über 9 Speicherplätze. In diesen können alle Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen aufgerufen werden.

SAVE:

Um einen Speichervorgang einzuleiten, muß die RECALL / SAVE-Taste lang gedrückt werden; dann erscheint das SAVE-Menü (Standardmenü, siehe „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“). Mit den „Dreieck“-Tasten wird schrittweise der Speicherplatz gewählt. Die vor dem Aufruf der SAVE-Funktion vorliegenden Geräteeinstellungen werden mit „Set“ in diesen Speicher geschrieben und das SAVE-Menü wird abgeschaltet. Wurde die SAVE-Funktion versehentlich aufgerufen, kann sie mit „Esc“ abgeschaltet werden.

Wird das Oszilloskop ausgeschaltet, werden die letzten Einstellparameter automatisch in den Speicher mit der Platzziffer 9 (PWR OFF = Power Off) geschrieben und dort gespeichert, abweichende Einstellungen gehen verloren. Das läßt sich verhindern, indem vor dem Ausschalten die in Speicher " 9 " (PWR OFF) gespeicherten Einstellungen aufgerufen werden (RECALL 9) und erst danach ausgeschaltet wird.

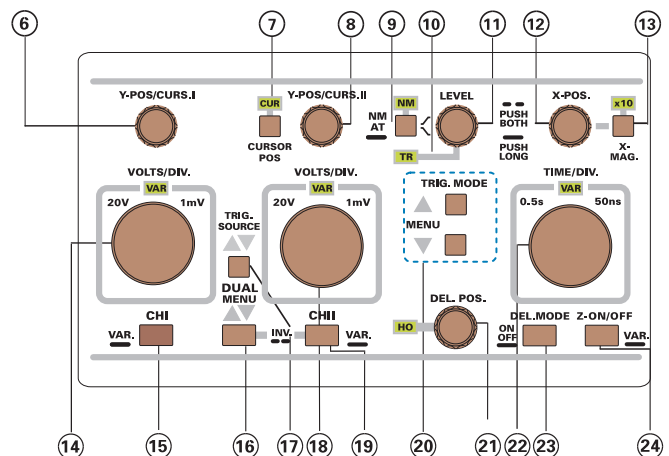
RECALL:

Ein kurzer Tastendruck löst die Darstellung des RECALL-Menüs aus. Der Speicherplatz wird schrittweise mit einer der „Dreieck“-Tasten bestimmt. Nach dem „Set“ gedrückt wurde, schaltet sich die Menüanzeige ab und das Oszilloskop hat die aus dem Speicher abgerufenen Einstellungen übernommen. Zuvor kann jederzeit mit „Esc“ abgebrochen werden.

Achtung:

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

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



(6) Y-POS/CURS.I - Dieser Drehknopf hat zwei Funktionen.

Mit dem Drehknopf läßt sich Y-Position des Strahles oder der CURSOR-Linie(n) bestimmen. Die Funktionsumschaltung erfolgt mit kurzem Drücken der CURSOR POS-Taste (7). Ohne angezeigte CURSOR-Linien kann nicht auf die CURS.I-Funktion geschaltet werden.

Y-POS:

Leuchtet die CURSOR POS-LED (7) nicht, lässt sich mit ihm die vertikale Strahlposition für Kanal I bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS/CURS.I (6) und Y-POS/CURS.II (8)) wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POS-Funktion abgeschaltet; für X-Positionsänderungen ist dann der X-POS. (12) Drehknopf zu benutzen.

Gleichspannungsmessung:

Liegt kein Signal am Eingang (INPUT CHI (25)), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CHI (25) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (INPUT CHI (25), INPUT CHII (28)) auf GND (ground) (26) (29) geschaltet sind und automatische Triggerung (AT (9)) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem Y-POS-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 Tasterlers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten "0 Volt Strahlposition" (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

"0 Volt"-Symbol.

Bei eingeschaltetem Readout wird die "0 Volt"-Strahlposition von Kanal I mit einem Symbol (\square) angezeigt, 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. Kurz bevor die "0 Volt"-Strahlposition den Rasterbereich verlässt und nach dem sie sich außerhalb des Rasters befindet, ändert sich das Symbol (\square). Es wird durch ein nach außen zeigendes Pfeilsymbol ersetzt.

Bei Additions-Betrieb („add“) wird nur ein " \square "-Symbol angezeigt.

Liegt XY-Betrieb vor, wird die "0 Volt"-Strahlposition für Y (CH II) durch ein Dreieck-Symbol am rechten Rasterrand angezeigt. Das Dreieck-Symbol mit dem die "0 Volt"-Strahlposition für X (CH I) angezeigt wird, befindet sich oberhalb der Ablenkkoeffizientenanzeige. Wenn die "0 Volt"-Strahlposition(en) das Raster verlässt, wird dieses mit einer Änderung der Pfeilrichtung des Dreieck-Symbols an-gezeigt.

CURS.I:

Leuchtet die CURSOR POS-LED (7), lassen sich die mit dem Symbol „I“ gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit dem Drehknopf in vertikaler/horizontaler Richtung verschieben.

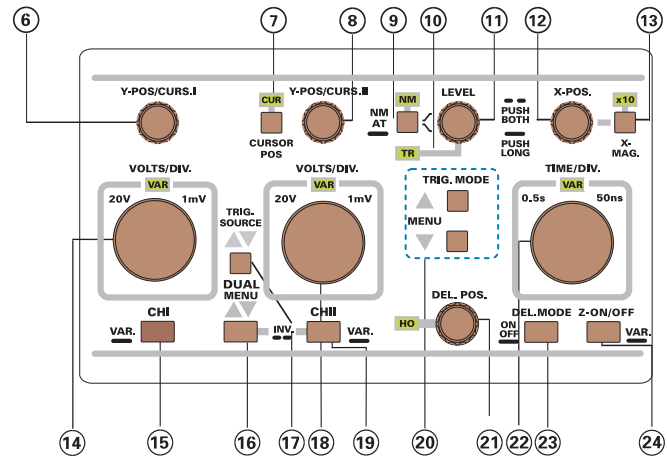
(7) CURSOR POS – Drucktaste und LED-Anzeige.

Mit einem kurzen Tastendruck lässt sich die Funktion der Y-POS/CURS.I- (6) und Y-POS/CURS.II-Einsteller (8) bestimmen.

Leuchtet die LED nicht, kann die Signaldarstellung mit den Einstellern in Y-Richtung verändert werden (Y-Positionseinstellerfunktion).

Nur wenn CURSOR-Linien angezeigt werden, kann die LED mit einem kurzen Tastendruck eingeschaltet werden. Dann lassen sich mit den CURS.I- (6) und CURS.II (8) -Einstellern die Positionen der CURSOR-Linien ändern. Die Zuordnung von Einsteller(n) und CURSOR-Linie(n) wird mit den dann sichtbaren Symbolen „I“ und „II“ ermöglicht.

Ein erneuter Tastendruck schaltet die LED ab und damit zurück auf die Y-Positionseinstellerfunktion.



(8) Y-POS/CURS.II - Dieser Drehknopf hat zwei Funktionen. Die Funktionsumschaltung erfolgt mit kurzem Drücken der CURSOR POS-Taste (7). Ohne angezeigte CURSOR-Linien kann nicht auf die CURS.II-Funktion geschaltet werden.

Y-POS:

Leuchtet die CURSOR POS-LED (7) nicht, lässt sich mit ihm die vertikale Strahlposition für Kanal II bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS/CURS.I (6) und Y-POS/CURS.II) wirksam.

Gleichspannungsmessung:

Liegt kein Signal am Eingang (INPUT CHII (28)), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CHII (28) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (INPUT CHI (25), INPUT CHII (28)) auf GND (ground) (26) (29) geschaltet sind und automatische Triggerung (AT (9)) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem Y-POS-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 Tasterlers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten "0 Volt Strahlposition" (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

"0 Volt"-Symbol.

Bei eingeschaltetem Readout wird die "0 Volt"-Strahlposition von Kanal II mit einem Symbol (\square) immer angezeigt, 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. Kurz bevor die "0 Volt"-Strahlposition den Rasterbereich verlässt und nach dem sie sich außerhalb des Rasters befindet, ändert sich das Symbol (\square). Es wird durch ein nach außen zeigendes Pfeilsymbol ersetzt.

Bei Additions-Betrieb („add“) wird nur das " \square "-Symbol von CH II angezeigt.

Liegt XY-Betrieb vor, wird die "0 Volt"-Strahlposition für Y (CH II) durch ein Dreieck-Symbol am rechten Rasterrand angezeigt. Das Dreieck-Symbol mit dem die "0 Volt"-Strahlposition für X (CH I) angezeigt wird, befindet sich oberhalb der Ablenkkoeffizientenanzeige. Wenn die "0 Volt"-Strahlposition(en) das Raster verlässt, wird dieses mit einer Änderung der Pfeilrichtung des Dreieck-Symbols angezeigt.

CURS.II:

Leuchtet die CURSOR POS-LED (7), lassen sich die mit dem Symbol „II“ gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit dem Symbol „II“ gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit

dem Drehknopf in vertikaler/horizontaler Richtung verschieben.

(9) NM / AT - / \ - Drucktaste und LED-Anzeige.

Oberhalb der Drucktaste, die eine Doppelfunktion hat, befindet sich die NM- (Normal-Triggerung) LED. Sie leuchtet, wenn mit einem langen Tastendruck von "AT" (Automatische-Triggerung) auf "NM" (Normal-Triggerung) umgeschaltet wurde. Ein erneuter langer Tastendruck schaltet auf automatische Triggerung zurück und die NM-LED erlischt.

AT:

Die automatische Triggerung kann mit und ohne Spitzenwert erfassung erfolgen. In beiden Fällen ist der LEVEL-Einsteller (11) wirksam. Auch ohne Triggersignal bzw. mit für die Triggerung ungeeigneten Einstellungen, wird die Zeitablenkung durch die Triggerautomatik periodisch ausgelöst und es erfolgt eine Signaldarstellung. Signale, deren Periodendauer größer als die Periodendauer der Triggerautomatik sind, können nicht getriggert dargestellt werden, weil dann die Triggerautomatik die Zeitbasis zu früh startet.

Mit Spitzenwert-Triggerung wird der Einstellbereich des LEVEL-Einstellers (11) durch den positiven und negativen Scheitelwert des Triggersignals begrenzt. Ohne Spitzenwert-Triggerung (Spitzenwert erfassung) ist der LEVEL-Einstellbereich nicht mehr vom Triggersignal abhängig und kann zu hoch oder zu niedrig eingestellt werden. In diesen Fällen sorgt die Triggerautomatik dafür, daß immer noch eine Signaldarstellung erfolgt, obwohl sie ungetriggert ist.

Ob die Spitzenwert erfassung wirksam ist oder nicht, hängt von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung ab. Der jeweilige Zustand wird durch das Verhalten des Triggerpunkt-Symbols beim Ändern des LEVEL-Knopfes erkennbar.

NM:

Bei Normaltriggerung ist sowohl die Triggerautomatik als auch die Spitzenwert erfassung abgeschaltet. Ist kein Triggersignal vorhanden oder die LEVEL-Einstellung ungeeignet, erfolgt keine Signaldarstellung. Da die Triggerautomatik abgeschaltet ist, können auch sehr niederfrequente Signale getriggert dargestellt werden.

Die letzte LEVEL-Einstellung der unverzögerten Zeitbasis wird beim Umschalten auf getriggerten DEL.MODE („dTr“) gespeichert. Bei getriggertem DEL.MODE („dTr“) kann bzw. muß die LEVEL-Einstellung geändert werden.

/\ (SLOPE)

Die zweite Funktion betrifft die Triggerflankenwahl, die mit jedem kurzen Tastendruck umgeschaltet wird. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalfanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird oben im Readout als Symbol angezeigt. Die letzte Triggerflankeneinstellung der unverzögerten Zeitbasis wird beim Umschalten auf getriggerten DEL.MODE („dTR“) gespeichert. Bei getriggertem DEL.MODE („dTR“) kann die Triggerflanke beibehalten oder geändert werden.

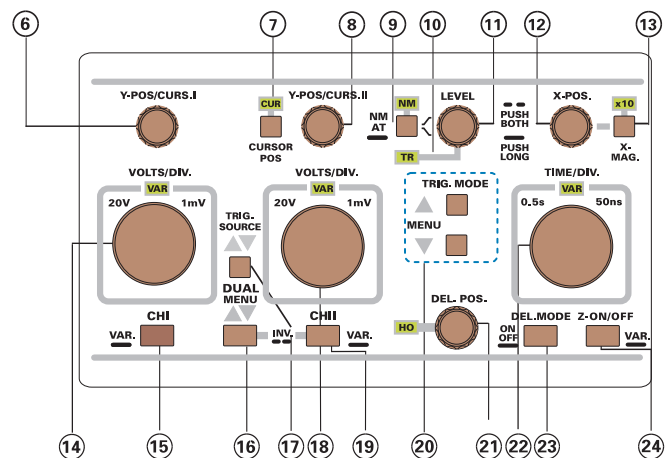
(10) TR - Diese LED leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab.

Im XY-Betrieb leuchtet die TR-LED nicht.

(11) LEVEL – Drehknopf.

Mit dem LEVEL-Drehknopf kann die Trigger-Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muß (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol 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 Pfeil ersetzt.



(12) X-POS. – Drehknopf.

Er bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung.

Diese Funktion ist insbesondere in Verbindung mit 10facher X-Dehnung (X-MAG. x10) von Bedeutung. Im Gegensatz zur in X-Richtung ungedehnten Darstellung, wird mit X-MAG. x10 nur ein Ausschnitt (ein Zehntel) über 10cm angezeigt. Mit X-POS. läßt sich bestimmen, welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

(13) X-MAG. – Drucktaste mit x10 LED-Anzeige

Jeder Tastendruck schaltet die zugeordnete LED an bzw. ab. Leuchtet die x10 LED, erfolgt eine 10fache X-Dehnung wenn der Zeit-Ablenkoeffizient > 50ns/div. ist. Nur bei 50ns/div. ist die Dehnung 5fach und ergibt 10ns/div.

Der dann gültige Zeit-Ablenkoeffizient wird oben links im Readout angezeigt. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalausschnitt mit dem X-POS.-Einsteller auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden.

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

(14) VOLTS/DIV. – Drehknopf.

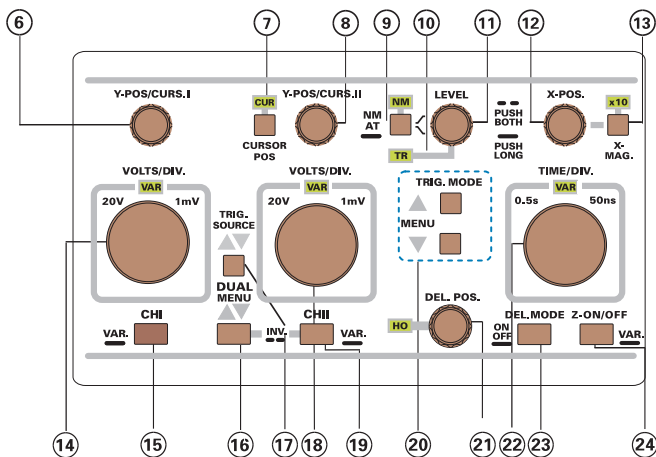
Für Kanal I steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

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-, Additions- („add“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinstellerfunktion wird unter VAR (15) 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 (z.B. „Y1:5mV...“). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „:“ ein „>“ Symbol angezeigt.



(15) CH I - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Mit einem kurzen Tastendruck wird auf Kanal I (Einkanal-Betrieb) geschaltet, so daß das Readout den Ablenkkoeffizienten von Kanal I („Y1 ...“) anzeigt. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal I umgeschaltet und die Triggeranzeige des Readout zeigt „Y1, Triggerflanke, Triggerkopplung“ an. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs (14) bleibt erhalten.

Alle für diesen Kanal vorhandenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (25) nicht auf GND (26) geschaltet wurde.

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 (14) 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:...“); der Drehknopf bleibt 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.

(16) DUAL - MENU - Drucktaste mit mehreren Funktionen.

Umschaltung auf DUAL- (Zweikanal), Additions- und XY-Betrieb:

Liegt Einkanal-Betrieb CH I oder CH II vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck die Umschaltung auf DUAL-Betrieb. Dann werden die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle und die Art der Kanalschaltung (alt oder chp) mit dem Readout angezeigt. Die letzte am oberen Rasttrand angezeigte Triggerbedingung (Triggerquelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden.

Die Umschaltung auf XY-Betrieb kann von Einkanal-Betrieb ausgehend auch direkt erfolgen, indem die DUAL - MENU Drucktaste lang gedrückt wird. Liegt XY-Betrieb vor, genügt ein kurzer oder langer Tastendruck um auf DUAL-Betrieb umzuschalten. Ein Pulldown-Menü wird dabei nicht angezeigt.

Wählen der Kanalschaltung bzw. Unterbetriebsart:

Nur wenn DUAL- (Zweikanal) Betrieb vorliegt, bewirkt ein kurzer Tastendruck, daß das Readout ein Pulldown-Menü an der Stelle anzeigt, an der zuvor die aktuelle Betriebsart angezeigt wurde. Es bietet folgende Möglichkeiten an: „chp“ (gechoppeter DUAL-Betrieb), „alt“ (alternierender DUAL-Betrieb), Additions-Betrieb („add“) und XY (XY-Betrieb).

Wird das Pulldown-Menü angezeigt, kann mit jedem folgenden kurzen Tastendruck auf die nächste Betriebsart umgeschaltet werden. Siehe auch „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“.

Bei Additions-Betrieb („add“) genügt ein kurzer Tastendruck um auf DUAL-Betrieb umzuschalten; das Pulldown-Menü wird dabei nicht angezeigt.

Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf GND (26) (29) geschaltet wurde.

DUAL- (Zweikanal) Betrieb:

Das Readout zeigt 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, kann aber im Pulldown-Menü geändert werden. Wird nach einer Änderung ein anderer Zeitkoeffizient (TIME/DIV.-Drehknopf) gewählt, bestimmt der Zeitkoeffizient erneut die Art der Kanalschaltung.

chp:

Chopper-Kanalschaltung 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.

alt:

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.

Additions-Betrieb („add“):

Im 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 Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden Y-POS.-Drehknöpfen beeinflusst werden.

Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additions-symbol „+“ zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt. Das Triggerpunkt-Symbol ist abgeschaltet.

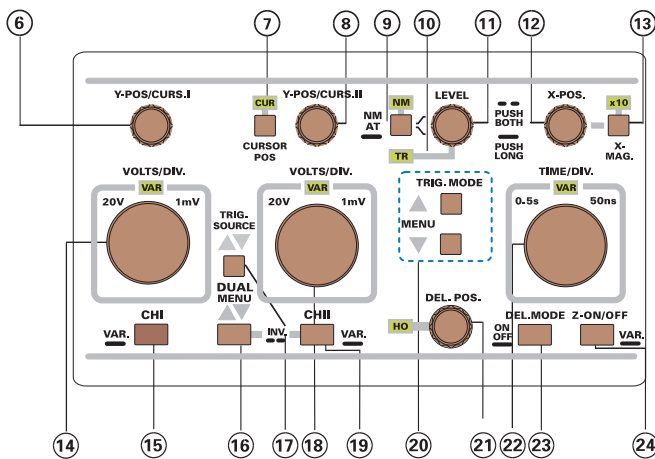
XY-Betrieb:

Die Ablenkkoeffizientenanzeige im Readout zeigt dann „X: ...“ für Kanal I und „Y: ...“ für Kanal II sowie „XY“ für die Betriebsart. Bei XY-Betrieb sind folgende Readoutanzeigen abgeschaltet:

1. der Zeitablenkkoeffizient,
2. die Anzeige der Triggerquelle, -flanke, -kopplung und das Triggerpunkt-Symbol.

Die diesen Anzeigen zugehörigen Bedienelemente sind ebenfalls abgeschaltet. Der Y-POS/CURS.I-Einsteller (7) ist ebenfalls unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung muß mit dem X-POS.-Einsteller (12) vorgenommen werden.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die DUAL-MENU-Drucktaste (16) auch zusammen mit der CH II-Drucktaste betätigt werden kann. Siehe Punkt (19).



(17) TRIG. SOURCE - Drucktaste.

Die Drucktaste ist bei XY-Betrieb abgeschaltet.

Einkanalbetrieb (CHI oder CHII):

Ein kurzer Tastendruck schaltet direkt auf die andere Triggerquelle um, da im Einkanalbetrieb nur zwei Triggerquellen (intern oder extern) möglich sind.

DUAL- und Additionsbetrieb:

Durch kurzen Tastendruck zeigt das Readout alle Triggerquellen mit einem Pulldown-Menü an (siehe „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“) und mit jedem weiteren kurzen Tastendruck wird auf die nächste Betriebsart umgeschaltet.

Mit dem Begriff „Triggerquelle“ wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird.

Y1:

Der Meßverstärker von Kanal I dient als interne Triggerquelle.

Y2:

Der Meßverstärker von Kanal II dient als interne Triggerquelle.

Anmerkung:

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

ext.:

Der TRIG.EXT. Eingang (30) dient als externe Triggerquelle.

Anmerkung:

Bei externer Triggerung ist das Triggerpunkt-Symbol immer abgeschaltet!

alt:

Alternierende Triggerung kann nur gewählt werden, wenn DUAL-Betrieb vorliegt und setzt alternierende Kanalumschaltung voraus. Liegt gepoppeter DUAL-Betrieb vor, erfolgt die Umschaltung auf alternierenden DUAL-Betrieb automatisch. Bei alternierender Triggerung erfolgt die Umschaltung der internen Triggerquellen synchron mit der alternierenden Kanalumschaltung.

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

Liegt Additions-Betrieb („add“) oder verzögerter Zeitbasis-Betrieb („sea“, „del“ oder „dTr“) vor, kann nicht auf alternierende Triggerung geschaltet werden. Die alternierende Triggerung wird durch das Umschalten auf „add“ (Additions)-Betrieb oder DEL.MODE („sea“, „del“ oder „dTr“) Zeitbasis-Betrieb abgeschaltet.

Anmerkung:

Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpunkt-Symbol nicht angezeigt.

(18) VOLTS/DIV. – Drehknopf.

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-, Additions- („add“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinstellerfunktion wird unter VAR (19) 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 (z.B. „Y2:5mV..“). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „:“ ein „>“ Symbol angezeigt.

(19) CH II - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

1. Kanalumschaltung.

Mit einem kurzen Tastendruck wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet, so daß das Readout den Ablenkkoeffizienten von Kanal II („Y2 ...“) anzeigt. Wenn zuvor weder

Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet und die Triggeranzeige des Readout zeigt „Y2, Triggerflanke, Triggerkopplung“ an. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs (18) bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (28) nicht auf GND (29) geschaltet wurde.

2. VOLTS/DIV.-Drehgeberfunktion.

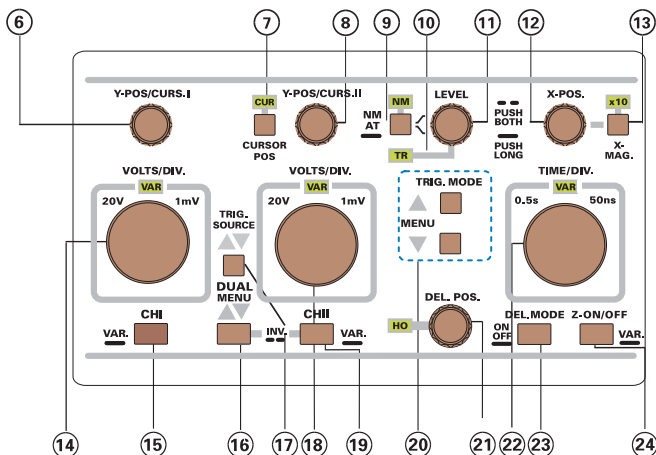
Mit jedem langen Betätigen der CHII -Taste wird die Funktion des VOLTS/DIV.-Drehknopfes umgeschaltet und mit der darüber befindlichen VAR-LED angezeigt. Leuchtet die VAR-LED nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5 Folge).

Wird die CHII -Taste lang gedrückt und leuchtet die VAR-LED, ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (18) als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. 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 CHII -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.

3. Invertierung der Signaldarstellung von Kanal II (INV.). Durch gleichzeitiges Drücken der Drucktasten DUAL-MENU (16) und CH II (19) wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Signales von Kanal II umgeschaltet. Bei eingeschalteter Invertierung zeigt das Readout einen waagerechten Strich über der Kanalangabe (Y2: ...) und es erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung des an Kanal II anliegenden Signals.



(20) TRIG. MODE - Drucktasten.

Wird eine der beiden TRIG.MODE -Tasten betätigt, zeigt das Readout alle Triggerkopplungsarten mit einem Pull-down-Menü an (siehe „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“). Jeder folgende kurze Tastendruck schaltet die Triggerkopplung um.

Der Begriff Triggerkopplung beschreibt die Ankopplung des Triggersignals an die Triggereinrichtung.

- AC** - Wechsellspannungskopplung
- DC** - Gleichspannungskopplung (Spitzenwerterfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
- HF** - Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
- LF** - Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile
- 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. SOURCE-Taste (17) wirkungslos.

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

(21) DEL.POS. / HO -LED - Drehknopf mit zugeordneter LED.

Der Drehknopf hat zwei Funktionen, die von der aktuellen Zeitbasisbetriebsart abhängen .

1. Holdoffzeit:

Der DEL.POS.-Drehknopf wirkt als Holdoff-Zeiteinsteller wenn unverzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt. 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 wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere Zeitbasiseinstellung gewählt oder auf verzögerten Zeitbasisbetrieb umgeschaltet wird. (Über die Anwendung der "Holdoff-Zeiteinstellung" informiert der gleichnamige Absatz).

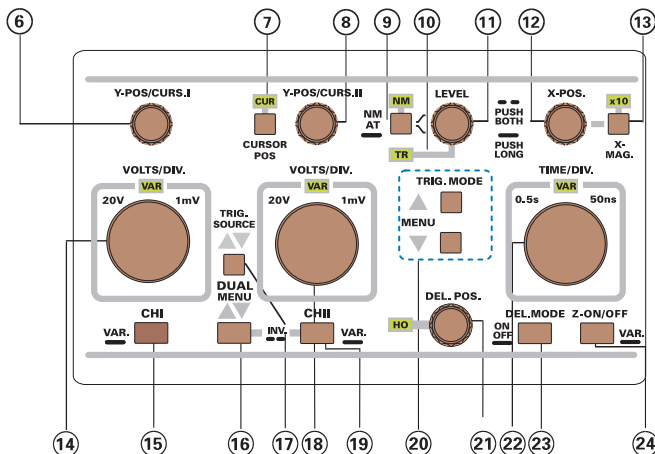
2. Verzögerungszeit:

Der DEL.POS.-Drehknopf wirkt als Verzögerungszeit-Einsteller, wenn verzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt. *Siehe DEL.MODE-ON/OFF (23).*

(22) TIME/DIV. - Drehknopf.

Mit dem im TIME/DIV. Feld befindlichen Drehknopf wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt und oben links im Readout angezeigt (z.B. "10µs"). Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche VAR-LED nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter. Er bewirkt dann die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung in 1-2-5 Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechts-drehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeit-basisschalter.

Ohne X-Dehnung x10 können Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 500ms/div. und 50ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden. Bei DEL.MODE beträgt der größte Zeitablenkkoeffizient 20ms/div.



(23) DEL.MODE - ON/OFF – Drucktaste mit mehreren Funktionen.

ON/OFF-Funktion:

Mit einem langen Tastendruck kann zwischen verzögertem und unverzögertem Zeitbasisbetrieb gewählt werden. Der verzögerte Zeitbasisbetrieb ermöglicht eine in X-Richtung gedehnte Signaldarstellung, wie sie sonst nur mit einer zweiten Zeitbasis möglich ist.

Die aktuelle Betriebsart wird mit dem Readout angezeigt:

1. Bei unverzögertem Zeitbasisbetrieb wird rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige weder „sea“, „del“ noch „dTr“ angezeigt. Liegt Z-Modulation vor, zeigt das Readout an der Position den Buchstaben „Z“ an.

2. Verzögerter Zeitbasisbetrieb liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „sea“, „del“ oder „dTr“ angezeigt wird. Z-Modulation ist bei verzögertem Zeitbasisbetrieb automatisch abgeschaltet.

Liegt unverzögerter Zeitbasisbetrieb vor und wird mit einem langen Tastendruck auf verzögerten Zeitbasisbetrieb umgeschaltet, zeigt das Readout immer „sea“ an; d.h. das immer erst „search“ (Suchen) vorliegt.

Mit dem nächsten kurzen Tastendruck wird ein Pull-down-Menü angezeigt und es kann mit jedem kurzen Tastendruck auf die nächste Betriebsart umgeschaltet werden.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, die X-MAG. x10 Funktion abgeschaltet ist und der in X-Richtung zu dehrende Signalteil angezeigt wird. Die Triggerbedingungen müssen für das darzustellende Signal im unverzögerten Zeitbasisbetrieb erfüllt sein; das erfolgt u.a. mit der ersten Trigger-einrichtung.

Funktionen

„sea“:

Bei „sea“ (SEARCH-Betrieb) wird automatisch auf minimale Holdoff-Zeit geschaltet und ein Teil der Darstellung (am linken Rasterrand beginnend) ist nicht mehr sichtbar. Anschließend wird der Strahl hellgetastet (sichtbar), bis er den rechten Rasterrand erreicht hat. Die Position des sichtbaren Strahlanfangs läßt sich mit dem DEL.POS.-

Einsteller (21) verändern (ca. 2 div. bis 7 div., bezogen auf den linken Rasterrand)). Liegen Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 500ms/div. und 50ms/div. vor, wird automatisch auf 20ms/div umgeschaltet. Beträgt der Zeit-Ablenkkoeffizient 50ns/div. erfolgt die Umschaltung auf 100ns/div.

Der dunkelgetastete Bereich dient als Anzeige für die Verzögerungszeit, die unter diesen Bedingungen „gesucht“ (search) wird. Die Verzögerungszeit bezieht sich auf die aktuelle Zeit-Ablenkkoeffizienteneinstellung und kann mit dem TIME/DIV.-Drehknopf auch grob eingestellt werden (Bereich 20ms/div. bis 100ns/div.).

„del“:

Nach dem von „sea“ auf „del“ (DELAY = verzögert) umgeschaltet wurde, beginnt die Signaldarstellung am linken Rasterrand. Dort befindet sich dann der Signalteil, bei dem zuvor im „sea“ (SEARCH)-Betrieb die Signaldarstellung (Helltastung) einsetzte. Mit Rechtsdrehen des TIME/DIV.-Drehknopfes kann nun der Zeit-Ablenkkoeffizient verkleinert und die Signaldarstellung in X-Richtung gedehnt werden. Geht dabei der interessierende Signalteil über den rechten Bildrand hinaus, kann er (innerhalb gewisser Grenzen) mit dem DEL.POS.-Einsteller (21) wieder sichtbar gemacht werden. Die Vergrößerung des Zeit-Ablenkkoeffizienten über den bei „sea“ (SEARCH) benutzten Wert hinaus wird nicht ermöglicht, da nicht sinnvoll.

Im „del“ (DELAY)-Betrieb löst ein Triggerereignis die Strahl-ablenkung nicht sofort aus, wie das im unverzögerten Zeitbasisbetrieb der Fall ist, sondern startet erst die Verzögerungszeit. Nach dem die mit dem DEL.POS.-Drehknopf gewählte Verzögerungszeit abgelaufen ist, wird sofort die Strahl-ablenkung ausgelöst. Es ist dabei keine zum Triggern geeignete Signaländerung erforderlich; d.h. die verzögerte Signaldarstellung kann mitten auf dem Dach eines Rechteckimpulses beginnen.

„dTr“:

Die Umschaltung von „del“ auf „dTr“ (DELAY + Triggerung = Verzögerung und Triggerung) schaltet eine zweite Triggereinrichtung ein. Bei ihr sind Normaltriggerung und DC-Triggerkopplung fest vorgegeben. Die zuvor wirksamen Einstellungen der ersten Triggereinrichtung (automatische/Normaltriggerung (9), Trigger-LEVEL (11), Triggerflanke (9) und Triggerkopplung (20)) bleiben erhalten.

Der Trigger-LEVEL-Einsteller (11) und die Triggerflankenwahl (9) beeinflussen die zweite Triggereinrichtung. Sie können so eingestellt werden das, nachdem die Verzögerungszeit abgelaufen ist, der zum Nachtriggern benutzte Signalteil die Triggerung auslöst. Erfolgt dies nicht, bleibt der Bildschirm dunkel. Die „TR“-LED (10) kann dabei weiter leuchten, da sie sich nur auf die erste Triggereinrichtung bezieht.

Der DEL.POS.-Einsteller (21) ist auch bei „dTr“ wirksam. Bei einfachen periodischen Signalen (Sinus, Dreieck und Rechteck) ist seine Wirkung allerdings fast nicht wahrnehmbar, da dann nur zwischen der Darstellung unterschiedlicher Perioden desselben Signals gewählt wird. Die Wirkung ist bei der Darstellung komplexer Signale gut zu erkennen und ist dann auch sinnvoll.

(24) Z-ON/OFF - VAR. - Drucktaste mit zwei Funktionen.

Z-ON/OFF:

Mit einem kurzen Tastendruck kann die Funktion der TRIG. EXT.-Buchse (30) geändert werden. Die Buchse kann als externer Triggereingang oder als Z (Strahlhelligkeit)-Modulationseingang dienen. In Verbindung mit „externer Trig-

gerung“, „verzögerter Zeitbasisbetrieb“ („sea“, „del“ oder „dTr“) oder „Component Tester“-Betrieb wird die Z-Modulation nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet.

Z-Modulation liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopp-lungs-Anzeige „Z“ angezeigt wird. Mit 0 Volt am Eingang bleibt der Strahl hellgetastet; +5 Volt bewirken die Dunkel-tastung des Strahls. Höhere Spannungen als +5V zur Strahlmodulation sind unzulässig.

VAR-Funktion:

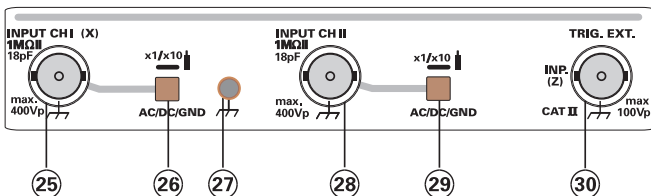
Mit einem langen Tastendruck ändert sich die Funktion des TIME/DIV. Drehknopfes.

Der TIME/DIV. Drehknopf kann als Zeit-Ablenkkoeffizien-ten-Schalter oder als Zeit-Feinsteller arbeiten. Angezeigt wird dieses mit der VAR-LED. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller, wobei die Zeitbasis zunächst noch kalibriert ist. Mit einem Rastschritt nach links erfolgt die Zeitablenkung unkalibriert. Im Readout wird dann z.B. anstelle von "20ms" nun ">20ms" angezeigt.

Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch sig-nalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verkleinerung des Ablenkkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das ">" Symbol wird nicht mehr angezeigt.

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

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



(25) INPUT CH I (X) – BNC-Buchse.

Diese Buchse dient als Signaleingang für den Meßverstärker von Kanal I. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Eingang ist die Drucktaste (26) zugeordnet.

Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den X-Meßverstärker geschaltet.

(26) AC/DC/GND – x1/x10 - Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC/GND:

Liegt eine Kanalbetriebsart vor, bei der Kanal I wirksam ist, wird mit einem kurzen Tastendruck ein Pull-down-Menü sichtbar; es zeigt „AC“ (Wechselspannung), „DC“ (Gleichspannung) und „GND“ (abgeschalteter Eingang) an. Die aktuelle Art der Signalankopplung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Signalankopplung im Pull-down-Menü umgeschaltet.

Nachdem das Pull-down-Menü nicht mehr sichtbar ist, wird die aktuelle Einstellung durch das Readout im Anschluß

an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~“ oder „=“ Symbol bzw. „GND“ angezeigt.

Bei „GND“ (ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt („0 Volt“-Strahl-position); bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung. Das Readout zeigt "0 Volt"-Strahlposition durch Symbole an (Yt: □ ; XY: ein Pfeil in der unteren Rasterzeile), ohne das auf „GND“ geschaltet werden muß. Siehe Y-POS/ CURS.I (6).

In Stellung „GND“ ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (14) abgeschaltet.

x1/x10 Tasteilerfaktor:

Mit einem langen Tastendruck kann der im Readout angezeigte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tasteiler wird bei der Ablenkkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. "Tastkopfsymbol, Y1....").

Achtung!

Wird ohne Tasteiler gemessen (1:1), muß das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein; andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizientenanzeige und daraus resultierend falsche Spannungswerte bei cursorunterstützter Spannungsmessung.

(27) Massebuchse

Die Buchse ist für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm bestimmt und galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden.

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

(28) INPUT CH II – BNC-Buchse.

Diese Buchse dient als Signaleingang für den Meßverstärker von Kanal II. 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:

(29) AC/DC/GND – x1/x10 - Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC/GND:

Liegt eine Kanalbetriebsart vor, bei der Kanal II wirksam ist, wird mit einem kurzen Tastendruck ein Pull-down-Menü sichtbar; es zeigt „AC“ (Wechselspannung), „DC“ (Gleichspannung) und „GND“ (abgeschalteter Eingang) an. Die aktuelle Art der Signalankopplung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Signalankopplung im Pull-down-Menü umgeschaltet.

Nachdem das Pull-down-Menü nicht mehr sichtbar ist, wird die aktuelle Einstellung mit dem Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~“, „=“ oder Erde-Symbol (GND) angezeigt.

Bei „GND“ (ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt („0 Volt“-Strahlposition); bei XY-Betrieb erfolgt keine Y-Ablenkung. Das Readout zeigt „0 Volt“-Strahlposition durch Symbole an (Yt: □, XY: ein Pfeil in der rechten Rasterzeile), ohne das auf „GND“ geschaltet werden muß. Siehe Y-POS/ CURS.II (8).

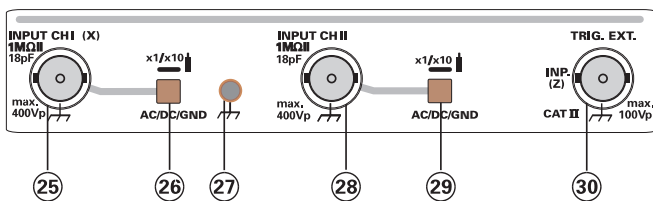
In Stellung „GND“ ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (18) abgeschaltet.

x1/x10 Tasterfaktor:

Mit einem langen Tastendruck kann der im Readout angezeigte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tasterfaktor wird bei der Ablenkkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. „Tastkopfsymbol, Y1....“).

Achtung!

Wird ohne Taster gemessen (1:1), muß das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein; andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizientenanzeige und daraus resultierend falsche Spannungswerte bei cursorunterstützter Spannungsmessung.



(30) TRIG. EXT - INP. (Z). - BNC-Buchse mit Doppelfunktion.

Die Eingangsimpedanz beträgt ca. $1M\Omega \parallel 20pF$. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden.

Mit kurzem Betätigen der Z-ON/OFF-VAR. Taste (24) kann die Funktion der TRIG. EXT.-Buchse (30) geändert werden. Die Buchse kann als externer Triggereingang oder als Z (Strahlhelligkeit)-Modulationseingang dienen.

TRIG. EXT.:

Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für (externe) Triggersignale wirksam, wenn das Readout als Triggerquelle „ext“ anzeigt. Die Trigger-Signalankopplung wird mit der TRIG. SOURCE-Drucktaste (17) bestimmt.

Z-Input:

Z-Modulation liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „Z“ angezeigt wird. In Verbindung mit „externer Triggerung“, „verzögertem Zeitbasisbetrieb“ („sea“, „del“ oder „dTr“) oder „Component Tester“-Betrieb wird die Z-Modulation nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet.

Die Dunkelastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5V zur Strahlmodulation zulässig.

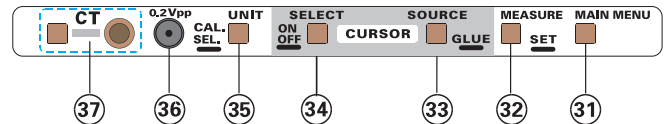
Unter der Strahlröhre befinden sich die Cursor-, Kalibrator- und Komponententest-Bedienelemente, sowie 2 Buchsen.

(31) MAIN MENU – Drucktaste.

Mit einem kurzen Tastendruck kann das MAIN MENU (Hauptmenü) aufgerufen werden. Es enthält die Untermenüs TRACE ROT., ADJUSTMENT und SETUP & INFO, die z.T. weitere Untermenüs beinhalten.

Eine Beschreibung des Menüs ist unter „E: MAIN MENU“ zu finden.

Die Menüauswahl und andere Bedienfunktionen sind unter „B: Menü-Anzeigen und -Bedienung“ in diesem Teil der Bedienungsanleitung beschrieben, obwohl sie durch die Readoutanzeigen selbsterläuternd sind.



(32) MEASURE - SET - Drucktaste mit Doppelfunktion.

MEASURE:

Ein kurzer Tastendruck schaltet auf das Menü „AUTO MEASURE“, wenn zuvor keine CURSOR-Linien angezeigt wurden. Andernfalls wird das Menü „CURSOR MEASURE“ angezeigt. Das An- bzw. Abschalten der CURSOR-Linien wird mit der ON/OFF-Funktion der SELECT – ON/OFF-Taste (34) vorgenommen.

Anwendbarkeit von Meßfunktionen

Meßfunktionen, in Verbindung mit Betriebsarten die diese Funktionen nicht unterstützen, werden angezeigt, aber anstelle des Meßwerts zeigt das Readout „n/a“ (nicht anwendbar). Beispiel: □t – Messung bei XY-Betrieb bedingt die Anzeige „□t: n/a“.

Unkalibrierte Einstellungen / Überbereichsanzeige

Ist der Ablenkkoeffizient unkalibriert, wird dies mit dem Readout angezeigt (z.B. $Y1 > 2V=$ oder $> 500\mu s$). Liegt eine Meßfunktion vor, die sich auf einen unkalibrierten Ablenkkoeffizienten bezieht, führt das zu einer Meßwertanzeige mit vorangestelltem „>“ oder „<“ Zeichen.

Meßbereichsüberschreitungen werden ebenfalls mit dem „>“ Zeichen vor dem Meßwert signalisiert.

Nichtausführbarkeit von Messungen

Anstelle des Meßwerts wird ein „?“ angezeigt, wenn die Meßeinheit keinen sinnvollen Meßwert findet (z.B. Frequenzmessung ohne Signal).

32.1 AUTO MEASURE:

Die Meßergebnisse der diversen Menüpunkte beziehen sich auf das Meßsignal, mit dem die Triggerung erfolgt.

Spannungsmessungen werden nur ermöglicht, wenn AC- oder DC-Triggerkopplung vorliegt. Gleichspannungsmessungen setzen DC-Eingangskopplung voraus. Das gilt auch für Gleichspannungsanteile von Mischspannungen. Bei höherfrequenten Meßsignalen ist das Frequenzgangverhalten des benutzten Triggerverstärkers zu berücksichtigen; d.h. die Meßgenauigkeit nimmt ab. Bezogen auf die Signaldarstellung gibt es ebenfalls Abweichungen, da der Frequenzgang der Y-Meßverstärker von dem der Triggerverstärker abweicht. Beim Messen sehr niederfrequenter Wechselfspannungen (< 20Hz) folgt die Anzeige dem Spannungsverlauf. Handelt es sich um Impulsspannungen, kommt es zu Abweichungen des

angezeigten Meßwerts. Die Höhe der Abweichung hängt vom Tastverhältnis des Meßsignals und der gewählten Triggerflanke (/ \ (9)) ab.

Frequenz- und Periodenmessungen setzen voraus, daß die Triggerbedingungen erfüllt sind (TR-LED (10) leuchtet) und bei Signalen unter 20Hz Normaltriggerung vorliegt. Sehr niederfrequente Signale erfordern eine Meßzeit von mehreren Sekunden.

Um Meßfehler zu vermeiden, muß sich die Signaldarstellung innerhalb des Rasters befinden; d.h. es darf keine Übersteuerung erfolgen.

32.1.1 DC – zeigt den Gleichspannungsmittelwert an (siehe auch „Mittelwertanzeige“).

32.1.2 Frequency – ermöglicht Frequenzmessungen. Bei komplexen Signalen geht der Triggerpunkt auf die Anzeige ein.

32.1.3 Period – für Periodendauermessungen. Auch hier geht bei komplexen Signalen der Triggerpunkt auf die Anzeige ein.

32.1.4 Peak+ - zeigt den positiven Scheitelwert von Wechselspannungen an. Der Gleichspannungsanteil von Mischspannungen wird berücksichtigt, wenn DC-Eingangskopplung vorliegt.

32.1.5 Peak- - mißt den negativen Scheitelwert von Wechselspannungen. Der Gleichspannungsanteil von Mischspannungen wird in Verbindung mit DC-Eingangskopplung berücksichtigt.

32.1.6 Peak Peak – zeigt die Differenzspannung (Wechselspannung) zwischen positivem und negativem Scheitelwert an. Gleichspannungsanteile werden nicht gemessen.

32.1.7 Trigger Level – für die Anzeige der Referenzspannung am Triggerkomparator. Die Triggerung erfolgt nur, wenn diese Spannung mit ausreichendem Spannungshub über- oder unterschritten wird (abhängig von der Triggerflanken-einstellung).

32.1.8 Off – es wird keine automatische Messung durchgeführt und mit dem Readout angezeigt.

32.2 CURSOR MEASURE:

Das Menü wird angezeigt, wenn die CURSOR-Linien angezeigt werden und die MEASURE-SET-Taste kurz gedrückt wird. Die Meßergebnisse der diversen Menüpunkte beziehen sich auf die CURSOR-Linien, die auf die Signaldarstellung bezogen eingestellt werden.

Mit den Y-POS/CURS.I- bzw. Y-POS/CURS.II-Einstellern können die CURSOR-Linien positioniert werden, wenn die CURSOR POS-LED (7) leuchtet. Die CURSOR-Linien sind dann mit „I“ und „II“ gekennzeichnet und zeigen damit an, welcher Einsteller für sie zuständig ist. Bei mehr als zwei CURSOR-Linien bzw. zusätzlich angezeigten „+“-Symbolen, kann mit der SELECT-Funktion (34) bestimmt werden, welche CURSOR-Linie bzw. welches „+“-Symbol mit „I“ und „II“ gekennzeichnet wird. Mit der SELECT-Funktion (34) können zwei CURSOR-Linien bzw. „+“-Symbole auch gleichzeitig mit „I“ oder „II“ gekennzeichnet sein. Dann liegt Track-Betrieb vor und der Einsteller ändert die Position gleichzeitig.

32.2.1 $\square t$ (Anzeige „ $\square t$: Meßwert“)

Zeitmessung zwischen zwei senkrechten CURSOR-Linien; ist bei XY-Betrieb nicht anwendbar. Mit UNIT (35) kann,

ohne den Umweg über das Menü, direkt auf $1/\square t$ (Frequenzmessung) umgeschaltet werden.

32.2.2 $1/\square t$ (Anzeige „ $1/\square t$: Meßwert“)

Frequenzmessung mit zwei senkrechten CURSOR-Linien; ist bei XY-Betrieb nicht anwendbar. Die Anzeige setzt voraus, daß der Abstand zwischen den CURSOR-Linien genau eine Signalperiode beträgt. Mit UNIT (35) läßt sich direkt auf $\square t$ (Zeitmessung) umschalten.

32.2.3 RiseTime (Anzeige „tr 10: Meßwert“)

Anstiegszeitmessung mit zwei waagerechten CURSOR-Linien und zwei „+“-Symbolen.

Die untere CURSOR-Linie repräsentiert 0%, das untere „+“-Symbol 10%, das obere „+“-Symbol 90% und die obere CURSOR-Linie 100%. Die CURSOR-Linien lassen sich manuell einstellen; SET (32) ermöglicht aber auch eine automatische, auf die Signaldarstellung bezogene Einstellung der CURSOR-Linien. Liegt DUAL-Betrieb vor, bezieht sich die automatische Einstellung auf den Kanal, der als Triggerquelle dient. Abweichungen sind möglich und lassen sich manuell korrigieren.

Der Abstand der „+“-Symbole zu den CURSOR-Linien ergibt sich automatisch. Ist CURSOR POS eingeschaltet und sind die „+“-Symbole mit SELECT (34) aktiv geschaltet, kann ihre Position in horizontaler Richtung manuell verändert werden.

Hinweis:

Die zu messende Signalflanke sollte mit dem X-POS.-Einsteller (12) in die Bildschirmmitte positioniert und anschließend mit X-Dehnung (X-MAG. x10(13))gedehnt werden, um eine hohe Positioniergenauigkeit der „+“-Symbole zu ermöglichen

Mit GLUE (33) (kleben) läßt sich vermeiden, daß nach einer X- und/oder Y-Positionsänderung der Signaldarstellung eine neue Einstellung der CURSOR-Linien und der „+“-Symbole erforderlich wird. Bei aktivierter GLUE-Funktion, werden die Cursors und Symbole nur mit jedem 2. Punkt angezeigt.

Informationen über die prinzipielle Art von Anstiegszeitmessungen können sind unter „Grundlagen der Signalaufzeichnung“ im Abschnitt „Zeitwerte der Signalspannung“ zu finden.

32.2.4 $\square V$ (Anzeige „ $\square V$: Kanal, Meßwert“)

Spannungsmessung mit zwei CURSOR-Linien.

Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ergibt zwei waagerechte CURSOR-Linien:

- **Einkanalbetrieb** bedingt, daß die CURSOR nur einem Signal zugeordnet werden können. Die Anzeige des Meßergebnisses ist dabei automatisch mit dem Y-Ablenkoeffizienten des eingeschalteten Kanals verknüpft.

- **Zweikanalbetrieb** (DUAL) macht es erforderlich, mit der SOURCE-Taste (33), zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Ablenkoeffizienten von Kanal I und II zu wählen. Außerdem muß darauf geachtet werden, daß die CURSOR-Linien auf das an diesem Kanal anliegende Signal positioniert werden.

- **Additionsbetrieb** („add“) setzt für die Anzeige eines Meßwerts voraus, daß die Y-Ablenkoeffizienten beider Kanäle gleich sind.

XY-Betrieb ergibt zwei waagerechte oder senkrechte CURSOR-Linien:

Die Umschaltung zwischen X- (CHI) und Y- (CHII) Spannungsmessung, ist mit der SOURCE-Taste (33) vorzunehmen. Bei der X-Ablenkspannungsmessung werden senkrechte CURSOR-Linien angezeigt.

32.2.5 V to GND (Anzeige „V: Kanal, Meßwert“)

Spannungsmessung mit einer auf die „0-Volt“-Strahlposition bezogenen CURSOR-Linie.

Die zuvor unter $\square V$ (32.2.7) gegebenen Hinweise, bezüglich des Verlaufs der CURSOR-Linien (horizontal oder vertikal) und der Kanalzuordnung, gelten auch hier.

32.2.6 Ratio X (Anzeige „ratio:X, Meßwert, Einheit“)

Verhältnismessung mit zwei langen und einer kürzeren, senkrechten CURSOR-Linie; wird nur im Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.

Die anzuzeigende Einheit ist mit der UNIT-Taste (35), die zunächst das UNIT-Menü sichtbar macht, wählbar. Folgende Einheiten werden angeboten: ratio (ohne Einheit), %, ° (Winkleinheit: Grad) und pi.

Die links befindliche, lange CURSOR-Linie ist immer die Bezugslinie. Befindet sich die kurze CURSOR-Linie links von der Bezugslinie, wird das Ergebnis als negative Zahl angezeigt.

Ratio (Verhältnis):

Ermöglicht die Messung von Tastverhältnissen. Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien entspricht 1.

Beispiel für eine periodische Impulsfolge mit 4 div. Puls und 1 div. Pause:

Die langen CURSOR-Linien werden mit dem Anfang des ersten und dem Anfang des folgenden Pulses zur Deckung gebracht (Abstand 5 div. = Bezugslänge 1). Anschließend wird mit der SELECT-Taste (34) der kurzen CURSOR-Linie ein Symbol zugeordnet und die kurze CURSOR-Linie mit dem ihr zugeordneten Drehknopf auf das Ende des ersten Pulses positioniert. Der Abstand zwischen der linken, langen CURSOR-Linie (am Pulsanfang) und der kurzen CURSOR-Linie beträgt dann 4 div. Entsprechend dem Verhältnis von Impulsdauer zu Periodendauer (4:5 = 0,8) wird „0,8“ (ohne Einheit) angezeigt.

%:

Prozentanzeige der CURSOR-Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien wird gleich 100% bewertet. Das Meßergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt.

°:

Winkelmessung bezogen auf die CURSOR-Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien entspricht 360° und muß eine Signalperiode umfassen. Das Meßergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt. Weitere Informationen sind unter „Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)“ im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ zu finden.

pi:

Messung des Wertes für pi, bezogen auf die CURSOR-Linien-Abstände. Eine Sinusperiode (Vollschwingung) ist gleich 2 pi; deshalb muß der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien 1 Periode betragen. Beträgt der Abstand zwischen der Bezugslinie und der kurzen CURSOR-Linie 1,5 Perioden, wird 3 pi angezeigt. Falls sich die kurze CURSOR-Linie links von der Bezugslinie befindet, erfolgt die Anzeige von pi mit negativem Vorzeichen.

32.2.7 Ratio Y (Anzeige „ratio:Y, Meßwert, Einheit“)

Verhältnismessung von Spannungen mit zwei langen und einer kürzeren CURSOR-Linie; wird nur im Yt-(Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.

Mit der UNIT-Taste (35) kann zwischen ratio (ohne Einheit) und % gewählt werden.

Die untere, lange CURSOR-Linie ist die Bezugslinie. Befindet sich die kurze CURSOR-Linie unter der Bezugslinie, wird das Ergebnis als negative Zahl angezeigt.

Ratio (Verhältnis):

Ermöglicht Verhältnismessungen. Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien entspricht 1.

Beispiel: Unter der Bedingung, daß ein Y-Ablenkoeffizient von 1V/div. vorliegt, wird eine der langen CURSOR-Linien auf den Startpunkt (-4V) einer von -4V auf +2V ansteigenden Sägezahnspannung positioniert; die zweite lange CURSOR-Linie wird mit der höchsten Amplitude (+2V) zur Deckung gebracht. Der Abstand der langen CURSOR-Linien (6 div.) ist der Bezugsabstand, der dem Wert 1 entspricht und auf den sich die Messung mit der kurzen CURSOR-Linie bezieht. Sie wird mit der SELECT-Taste (34) aktiviert, so daß der kurzen CURSOR-Linie ein Symbol zugeordnet ist. Die kurze CURSOR-Linie wird mit dem ihr zugeordneten Drehknopf auf den Nulldurchgang der Sägezahnspannung (0V) gestellt. Der Abstand zwischen der unteren, langen CURSOR-Linie (-4V) und der kurzen CURSOR-Linie beträgt 4 div. Das ergibt ein Verhältnis von 4:6 und wird mit „0.667“ (ohne Einheit) angezeigt.

%:

Prozentanzeige der CURSOR-Linien-Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien wird gleich 100% bewertet. Das Meßergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt.

32.2.8 Gain (Anzeige „gain:Meßwert, Einheit“)

Verhältnismessung von Signalspannungen mit zwei langen und zwei kürzeren CURSOR-Linien; wird nur im Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.

Mit der UNIT-Taste (35) kann zwischen ratio (ohne Einheit), % und dB gewählt werden.

Die Anwendung der Gain-Messung ist abhängig davon, ob ein Signal oder zwei Signale angezeigt werden.

1. Anzeige eines Signales (CH I, CH II oder Additions-Betrieb).

Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien dient als Bezugswert. Der Abstand zwischen den kurzen CURSOR-Linien wird, bezogen auf den Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien, als Meßergebnis angezeigt.

Mit dieser Methode können z.B. Frequenzgangmessungen an Vierpolen ausgeführt werden.

2. DUAL-Betrieb.

Auch in dieser Betriebsart können Messungen an Vierpolen durchgeführt werden. Dabei wird das Verhältnis der Eingangszur Ausgangsspannung bestimmt. Um eine korrekte Anzeige zu ermöglichen muß eingegeben werden, an welchem Kanal die Eingangs- bzw. die Ausgangsspannung des zu messenden Vierpols (Verstärker, Dämpfungsglied) anliegt.

Die langen CURSOR-Linien müssen auf das Signal von Kanal I und die kurzen auf das Signal von Kanal II positioniert werden.

Ein kurzes Betätigen der SOURCE-Taste öffnet ein Menü, welches „g1 \square 2:“ und „g2 \square 1:“ angezeigt. Mit erneutem Drücken der SOURCE-Taste erfolgt die Umschaltung auf die zuvor nicht aktive Einstellung. Die Anzeige „g1 \square 2:“ erfordert, daß CH I mit dem Eingang und CH II mit dem Ausgang des Vierpols verbunden ist.

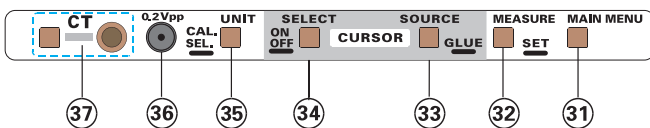
Liegt das Ausgangssignal des Vierpols an Kanal I und das Eingangssignal an Kanal II, muß die Einstellung „g2□ 1:“ gewählt werden.

32.3 SET

Ein langer Tastendruck schaltet auf SET und bewirkt bei CURSOR-Spannungsmessungen eine innerhalb gewisser Grenzen automatische, signalbezogene Einstellung der CURSOR-Linien. Da hierbei das Triggersignal gemessen wird (Triggerquelle CH I oder CH II), geht die Triggerkopplung in das Meßergebnis ein. Ohne Signal bzw. bei ungetriggelter Signaldarstellung erfolgt keine Änderung der CURSOR-Linien.

SET ist unter folgenden Bedingungen wirksam:

1. Die CURSOR-Linien müssen sichtbar sein.
2. Im CURSOR MEASURE Menü muß eine Funktion gewählt worden sein, die zur Anzeige waagerechter CURSOR-Linien führt (Rise Time, DV, V to GND, Ratio Y und Gain).
3. Bei Einkanal- (CH I, CH II) oder DUAL-Betrieb.



(33) SOURCE – GLUE - Drucktaste mit Doppelfunktion.

SOURCE

Mit kurzem Tastendruck wird bestimmt, auf welchen Kanal

sich die Meßwertanzeige bezieht. Die UNIT- (35) Umschaltung ermöglicht es den Meßwert als „ratio“ (Verhältniswert) bzw. umgerechnet in „%“ oder „dB“ anzuzeigen.

1. Bei DUAL- und XY-Betrieb in Verbindung mit CURSOR-Spannungsmessung (CURSOR MEASURE: „□V“ und „V to GND“) werden zwei lange CURSOR-Linien angezeigt. Mit einem kurzen Tastendruck ist der Kanal zu wählen, auf den sich die Messung beziehen soll, damit sein Y-Ablenkkoeffizient berücksichtigt wird. Entsprechend dieser Einstellung, müssen die beiden CURSOR-Linien auf das Signal des gewählten Kanals positioniert sein.

2. Bei DUAL-Betrieb in Verbindung mit „Gain“- (Verstärkung bzw. Dämpfung) Messung wird das Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsspannung bestimmt. Um eine korrekte Anzeige zu ermöglichen muß eingegeben werden, an welchem Kanal die Eingangs- bzw. die Ausgangsspannung des zu messenden Vierpols (Verstärker, Dämpfungsglied) anliegt. Daher werden zwei lange und zwei kurze CURSOR-Linien angezeigt.

GLUE

Diese Funktion wird mit einem langen Tastendruck ein- bzw. abgeschaltet. Ist GLUE (kleben) eingeschaltet, ändern sich die CURSOR-Linien; jede CURSOR-Linie zeigt nach jedem 3. Punkt eine Lücke.

GLUE verbindet die Position der CURSOR-Linien mit den Y- und X-Positionseinstellungen. Y- und X-Positionsänderungen betreffen dann gleichzeitig das Signal und die ihm zugeordneten CURSOR-Linien.

(34) SELECT – ON-OFF – Drucktaste mit Doppelfunktion.

ON-OFF

Mit einem langen Tastendruck werden die CURSOR-Linien ein- oder ausgeschaltet.

Bei eingeschalteten CURSOR-Linien, zeigt das Readout die zuletzt im CURSOR MEASURE Menü aktivierte Meßfunktion. Mit dem Aufruf von MEASURE (32) öffnet sich dann das letztgenannte Menü.

Das Ausschalten der CURSOR-Linien schaltet auf die zuletzt benutzte AUTO MEASURE Meßfunktion und ihre Anzeige im Readout. Bei abgeschalteten CURSOR-Linien läßt sich mit MEASURE (32) das AUTO MEASURE Menü anzeigen.

SELECT

Bei eingeschalteten CURSOR-Linien (CURSOR MEASURE) und aktivierter CURSOR POS-Funktion (7) sind den Cursors Symbole („I“, „II“) zugeordnet, die die Zuordnung der Y-POS/CURS.-Einsteller (6) (8) zu der bzw. den CURSOR-Linie(n) anzeigt. Mit einem kurzen Tastendruck auf die SELECT-Taste kann diese Zuordnung geändert werden.

Nur die gerade gekennzeichneten CURSOR-Linien können in ihrer Position verändert werden. Sind zwei einander zugehörige CURSOR-Linien mit dem gleichen Symbol gekennzeichnet, liegt Tracking-Betrieb vor; d.h. das beide CURSOR-Linien mit einem Einsteller gleichzeitig bewegt werden.

(35) UNIT – CAL. SEL. - Drucktaste mit Doppelfunktion.

UNIT

Mit einem kurzen Tastendruck kann die Einheit des angezeigten Meßwertes geändert werden. Ist CURSOR MEASURE eingeschaltet (CURSOR-Linien sichtbar), wird bei mehr als zwei wählbaren Einheiten ein Menü angezeigt. Sonst erfolgt die Umschaltung direkt und ohne Menüanzeige.

Bei AUTO MEASURE kann mit UNIT zwischen Frequency und Period oder PEAK+ und PEAK- direkt gewählt werden.

CAL. SEL.

Ein langer Tastendruck öffnet das CAL. FREQUENCY-Menü, welches Gleichspannung (DC) und Wechselspannungen von 1Hz bis 1MHz anbietet. In der Stellung „dependent on TB“ ist die Signalfrequenz abhängig vom eingestellten Zeitablenkkoeffizienten (Zeitbasis).

Alle in diesem Menü wählbaren Signale sind der mit 0.2Vpp (36) bezeichneten Buchse entnehmbar.

1Hz – 1MHz

Die von 1Hz bis 1MHz wählbaren Wechselspannungen werden als Rechtecksignale zum Tastkopfabgleich bzw. zur Beurteilung des Frequenzverhaltens angeboten. Dabei ist die Frequenzgenauigkeit nicht von Bedeutung; das gilt auch für das Tastverhältnis.

Dependent on TB (abhängig von der Zeitbasis)

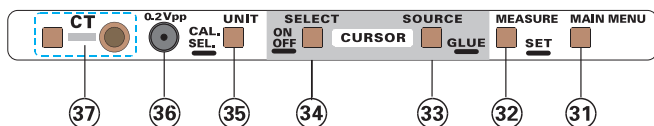
In dieser Einstellung werden Rechtecksignale angeboten, deren Tastverhältnis in den meisten Zeitbasisstellungen stark von 1:1 abweicht. Im Zeitablenkkoeffizientenbereich 500ms/div. bis 1µs/div ist die Periodendauer des Signal gleich der Zeitbasiseinstellung; d.h. mit dem Signal kann die Zeitablenkgenauigkeit beurteilt werden. Bei Zeitablenk-koeffizienten < 1µs/div. ändert sich die Periodendauer nicht und bleibt 1µs.

(36) 0.2Vpp – konzentrische Buchse

Dieser Buchse können die unter CAL. SEL. (35) beschriebenen Signale entnommen werden. Die Ausgangsimpedanz beträgt ca. 50 Ohm. Bei hochohmiger Last (Oszillos-

kop ca. 1M-Ohm, Digitalvoltmeter ca. 10M-Ohm) beträgt die Ausgangsspannung entweder ca. 0,2V (Gleichspannung) oder ca. 0,2V_{ss} (rechteckförmige Wechselfpannung).

Unter „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ beschreibt der Abschnitt „Tastkopf-Abgleich und Anwendung“ die wichtigste Anwendung des dieser Buchse zu entnehmenden Signals.



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

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

Bei Komponententester-Betrieb zeigt das Readout nur noch „Component Tester“ an. In dieser Betriebsart sind folgende Bedienelemente und LED-Anzeigen von Bedeutung:

1. INTENS/FOCUS-Einsteller mit den zugeordneten LEDs und der READOUT-Taste.
2. X-POS.-Einsteller (12).

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 (27).

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

E: MAIN MENU

Das Oszilloskop verfügt auch über mehrere Softwaremenüs. Folgende Menüs, Untermenüs und Menüpunkte stehen zur Verfügung:

1. TRACE ROT:

Nach Aufruf dieses Menüpunktes (Strahldrehung) kann mit dem INTENS / FOCUS-Einsteller der Einfluß des Erdmagnetfeldes auf die Strahlablenkung kompensiert werden. Zuvor sollte, um den Einfluß von unvermeidlichen Ablenkunlinearitäten zu vermeiden, der Strahl mit dem Y-POS/CURS.I-Einsteller (6) und dem X-POS.-Einsteller (12) auf Rastermitte plaziert werden. Mit „SAVE“ wird die letzte Einstellung gespeichert.

Weitere Informationen sind unter „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ im Abschnitt „Strahldrehung“ zu finden.

2. ADJUSTMENT enthält folgende Untermenüs:

2.1 AUTO ADJUSTMENT mit den Menüpunkten

2.1.1 SWEEP START POSITION

2.1.2 Y AMP

2.1.3 TRIGGER AMP

2.1.4 X MAG POS

2.1.5 CT X POS

Der Aufruf eines dieser Menüpunkte darf nur erfolgen, wenn keine Signale an den BNC-Buchsen anliegen. Weitere Informationen sind dem Abschnitt „Abgleich“ zu entnehmen.

2.2 MANUAL ADJUSTMENT beinhaltet Menüpunkte, die nur von HAMEG autorisierten Werkstätten zur Verfügung stehen.

3. SETUP & INFO enthält die Untermenüs:

3.1 MISCELLANEOUS (Verschiedenes)

Aktive Funktionen sind mit „x“ gekennzeichnet. Mit SET wird aktiv bzw. inaktiv geschaltet.

3.1.1 CONTROL BEEP. Betrifft akustische Signale, die bei fehlerfreier Bedienung ertönen.

3.1.2 ERROR BEEP. Bezieht sich auf Signaltöne, mit denen Fehlbedienungen signalisiert werden.

3.1.3 QUICK START. Bei aktivierter Funktion ist das Oszilloskop nach kurzer Zeit einsatzbereit. Dann werden weder das HAMEG-Logo noch die Prüf- und Initialisierungsroutinen angezeigt.

3.2 FACTORY

Alle darin enthaltenen Menüpunkte stehen nur von HAMEG autorisierten Werkstätten zur Verfügung.

3.3 INFO

Gibt Auskunft über die Hard- und Software des Oszilloskops.

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 BNC-Eingänge angeschlossen werden und erst dann mit dem zunächst stromlosen Meßobjekt verbunden werden, das anschließend einzuschalten ist.

Mit der roten Netztaete **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 Anheizzeit kein Strahl bzw. das Readout sichtbar, sollte die **AUTOSET**-Taste betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, kann mit dem **INTENS / FOCUS**-Knopf die geeignete Helligkeit und maximale Schärfe eingestellt werden. Dabei sollte die Eingangskopplung auf **GND** (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 möglich (siehe Bedienelemente und Readout“ > E: MAIN MENU > 1. TRACE ROT).

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

Damit der verwendete Taster die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers angepaßt werden. Ein im Oszilloskop eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<4ns am 0,2V_{SS} Ausgang) dessen Frequenz wählbar ist. Das Rechtecksignal kann der konzentrischen Buchse unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Sie liefert 0,2V_{SS} ±1% für Taster 10:1. Die Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von 4cm Höhe, wenn der Eingangsteiler auf den Ablenkkoeffizienten 5mV/cm eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchse beträgt 4,9mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

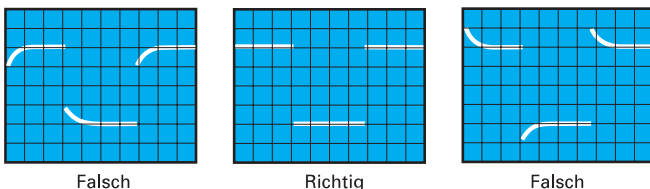
Abgleich 1kHz

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

Taster 10:1 an den Eingang des Kanals anschließen, an dem der Tastkopf benutzt werden soll. Eingangskopplung auf DC stellen, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.** auf 0,2ms/cm schalten (beide kalibriert), Tastkopf (Teiler 10:1) in die CAL.-Buchse einstecken.

Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist. Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1kHz). Dann sollte die Signalthöhe 4cm ±1,2mm (= 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 Meßverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tasterbetrieb, 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 4 ns) 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.

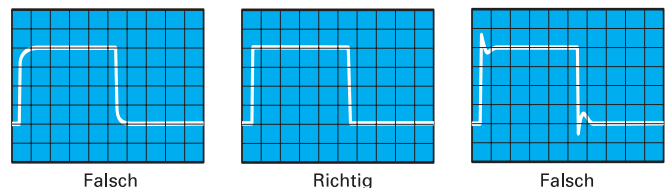
Tastköpfe des Typs **HZ51, 52** oder **54** an den **CH.I**-Eingang anschließen, Kalibratorfrequenz 1MHz wählen, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.** auf 100ns/cm stellen (beide kalibriert). Tastkopf in Buchse 0,2V_{PP} einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug 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 starkem 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 Signalthöhe 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.



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

Betriebsarten der Y-Meßverstärker

Die für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Drucktasten: **CHI (15), DUAL (16)** und **CHII (19)**.

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 Y-Meßverstärker bietet/bieten dabei folgende Möglichkeiten:

1. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal I-Betrieb.
2. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal II-Betrieb.
3. Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL (Zweikanal) - Betrieb.
4. Die Darstellung eines Signals, welches aus der algebraischen Summe oder Differenz ("add") von zwei Signalen resultiert.

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 $\square 500\mu\text{s}/\text{cm}$ 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 gechoppte Art der Kanalschaltung meist nicht sinnvoll.

Liegt Additions-Betrieb vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert (+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:

- Kanal II nicht invertiert = Summe.
- Kanal II invertiert (INV) = Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

- Kanal II nicht invertiert = Differenz.
- Kanal II invertiert (INV) = Summe.

In der Additions-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 Tasterlern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tasterlern 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 MENU bezeichnete Drucktaste (16).

Die Betriebsartumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" unter Punkt (16) beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die **X**-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal I (**INPUT CH I (X)** = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vor-

genommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal I werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal I ist im XY-Betrieb unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die X-Dehnung $\times 10$ 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).

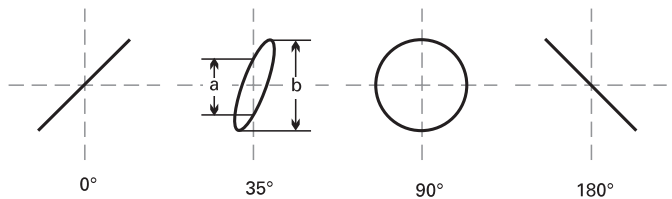
Eine Umpolung des Y-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal II ist möglich!

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

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

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

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



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

Hierbei muß beachtet werden:

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

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

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

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\square 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Die im XY-Betrieb benutzten Meßverstärker weisen mit zunehmender Frequenz eine gegenseitige Phasenverschiebung auf. Oberhalb der im Datenblatt angegebenen Frequenz wird der Phasenwinkel von 3° überschritten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachteil. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1\text{ M}\square$ Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungs-

Betriebsarten der Y-Meßverstärker

weite 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 - Einstellung kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust, oder im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

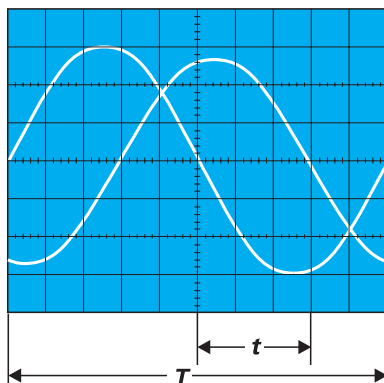
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)

Achtung:
Phasendifferenzmessungen sind im Zweikanal Yt-Betrieb nicht möglich, wenn alternierende Triggerrichtung 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 nachteiligen 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 geradzählige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich AC-Kopplung für beide Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb



t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.
T = Horizontalabstand für eine Periode in cm.

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

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

oder in Bogengrad ausgedrückt

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

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

Messung einer Amplitudenmodulation

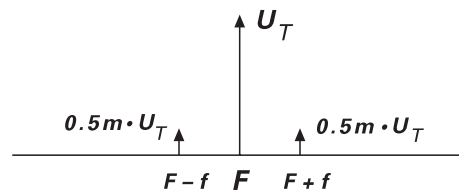
Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Träger-spannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

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

Hierin ist

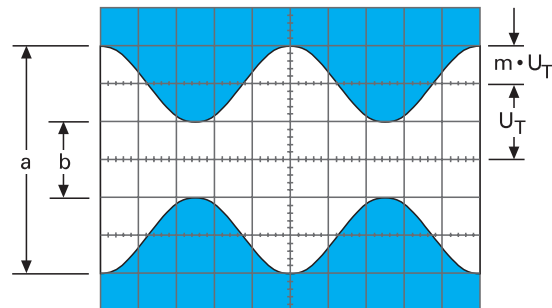
- U_T = unmodulierte Trägeramplitude,
- Ω = $2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,
- ω = $2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,
- m = Modulationsgrad (i.a. $\square 1^\circ 100\%$).

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



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

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



Figur 2: Amplitudenmodulierte Schwingung:

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

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Kanal I-Betrieb: Y: CH I; 20mV/cm; AC.
TIME/DIV.: 0,2ms/cm.
Triggerrichtung: NORMAL; AC;
int. mit Zeit-Feinsteller
(oder externe Triggerrichtung).

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

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

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

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

Triggerung und Zeitablenkung

Die 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.

Anmerkung:

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

Die zur Triggerung benötigte Mindestamplitude des Triggersignals nennt man Triggerschwelle, die mit einem Sinussignal bestimmbar ist. Bei interner Triggerung wird die Triggerspannung dem Meßsignal des als Triggerquelle gewählten Meßverstärkers (nach dem Teilerschalter) entnommen. Die Mindestamplitude (Triggerschwelle) wird bei interner Triggerung in Millimetern (mm) spezifiziert und bezieht sich auf die vertikale Auslenkung auf dem Bildschirm. Damit wird vermieden, daß für jede Teilerschalterstellung unterschiedliche Spannungswerte berücksichtigt werden müssen.

Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der entsprechenden Buchse in Vss 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 - $\sqrt{\lambda}$ (9), LEVEL (11) und TRIG. MODE (20)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit dem Betätigen der **AUTOSET**-Taste wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung und bei alternierender Triggerung wird die Spitzenwertfassung automatisch abgeschaltet, während die Funktion der 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 Trigger-LEVEL-Einsteller ist bei automatischer Spitzen-

wert-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 Trigger-LEVEL-Einsteller fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den Trigger-LEVEL-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 - (9), LEVEL (11) und TRIG. MODE (20)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinstellung (**VAR.**) und die **HOLDOFF**-Zeiteinstellung.

Mit Normaltriggerung und passender Trigger-LEVEL-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Der mit dem Trigger-LEVEL-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 Trigger-LEVEL-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 Trigger-LEVEL Einstellers gefunden werden.

Flankenrichtung $\sqrt{\lambda}$

Die mit der $\sqrt{\lambda}$ -**Drucktaste (9)** eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird im Readout angezeigt. Siehe auch "Bedienelemente und Readout". Die Flankenrichtungseinstellung wird durch **AUTOSET** 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** - $\int \setminus$ **(9)**, **LEVEL (11)** und **TRIG. MODE (20)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit **AUTOSET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet. Die Durchlaß-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem "Datenblatt" entnehmbar. Bei interner **DC-** oder **LF-**Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Triggerpegel-Einstellung gearbeitet werden.

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

AC: Ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb und oberhalb des Durchlaß-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Bei **DC-**Triggerung gibt es keine untere Frequenzbereichsgrenze, da das Triggersignal galvanisch an die Trigger-einrichtung 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.

LF: Mit **LF-**Triggerkopplung liegt Tiefpaßverhalten vor. In Verbindung mit Normaltriggerung gibt es wie bei **DC-**Triggerkopplung keine untere Grenze des Durchlaß-Frequenzbereiches (galvanische Kopplung). In Kombination mit automatischer (Spitzenwert) Triggerung wird das Triggersignal bei **LF-**Triggerkopplung über einen Kondensator angekoppelt. Dadurch gibt es eine untere Grenzfrequenz, die aber unter der Wiederholfrequenz der Triggerautomatik liegt und deshalb nicht stört.

Die **LF-**Triggerkopplung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die **DC-**Triggerkopplung, weil höherfrequente 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 Einstel-

lung 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 Videosignal-triggerung 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.

Eine Dehnung der Darstellung kann durch Einschalten der **X-MAG. x10** Funktion erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend kann eine X-Dehnung auch mit dem **TIME/DIV.**-Knopf vorgenommen werden. Es ist aber zu beachten, daß sich daraus eine scheinbar ungetriggerte Darstellung ergibt, weil dann jedes Halbbild die Triggerung auslöst. Das ist bedingt durch den Versatz (1/2 Zeile) zwischen beiden Halbbildern.

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-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Netztriggerung

Bei Netztriggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt.

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 100 Ohm einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlußwindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Meßort feststellen.

Alternierende Triggerung

Diese Triggerart kann mit der **TRIG. SOURCE** -Taste (**17**) 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 Kanalumschaltung 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 Kanalumschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der **TRIG. SOURCE** -Taste (**17**) 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; Phasestarrheit 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 "TR"

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die LED-Anzeige, die unter Punkt (**10**) 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 (Trigger-LEVEL) muß so eingestellt sein, daß sie von den Flanken des Triggersignals unter- und überschritten werden kann.

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 **DEL.POS.-HO - LED (21)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des LEVEL-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen eine stabile Triggerung durch Betä-

Triggerung und Zeitablenkung

tigung des HO - 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 Trigger-LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist 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 Trigger-LEVEL-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.

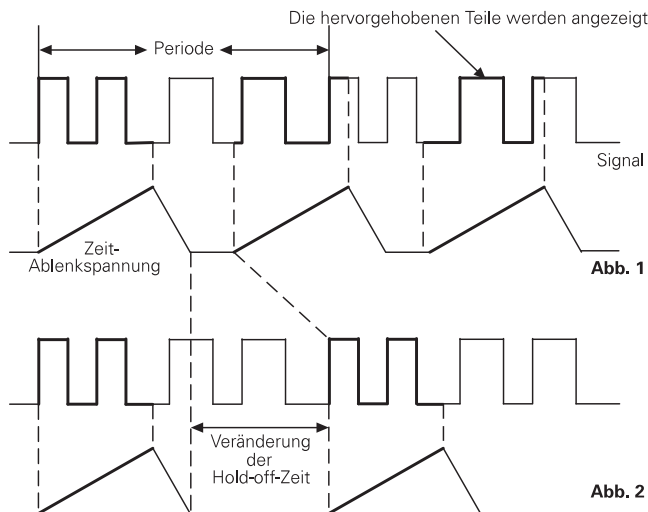


Abb. 1: zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

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

Ablenkverzögerung / After Delay Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **DEL.POS. / HO -LED (21)** und **DEL.MODE - ON/OFF (23)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie im Absatz "Triggerung und Zeitablenkung" beschrieben, löst die Triggerung den Start der Zeitablenkung aus. Der zuvor nicht sichtbare Elektronenstrahl wird hellgetastet (sicht-

bar) und von links nach rechts abgelenkt, bis die maximale Ablenkung erfolgt ist. Danach wird der Strahl dunkelgetastet und es erfolgt der Strahlrücklauf (zurück in die Strahlstartposition). Nach Ablauf der Holdoff-Zeit kann dann die Zeitablenkung erneut durch die Triggerautomatik bzw. ein Triggersignal gestartet werden.

Da sich der Triggerpunkt immer am Strahlstart befindet, kann eine X-Dehnung der Signaldarstellung durch eine höhere Zeitablenkgeschwindigkeit (kleiner Zeit-Ablenkoeffizient - **TIME / DIV.**) - nur von diesem Punkt beginnend - vorgenommen werden. Bestimmte Signalanteile, die zuvor weiter rechts dargestellt wurden, sind dann in vielen Fällen nicht mehr darstellbar. Die Ablenkverzögerung löst derartige Probleme. Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dem verzögerten Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen (Zeit-Ablenkoeffizient verringern). Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Strahlhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Einstellung).

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

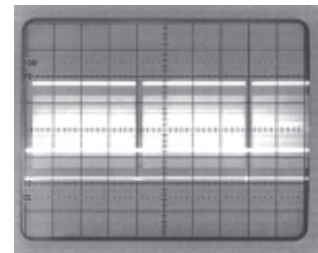
Bei der Darstellung von Videosignalen besteht die Möglichkeit auf Bildsynchronimpulse zu triggern (**TV-F**). Nach Ablauf der vom Benutzer eingestellten Delay-Zeit, kann anschließend auf eine dann folgende Zeile (nach)getriggert werden (**Readout: „ dTr"**). Damit sind z.B. Prüf- oder Datenzeilen einzeln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

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend vom normalen Betrieb, ohne Ablenkverzögerung, wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von 1 bis 3 Grundperioden mit **TIME / DIV.** einstellen. Hierbei sollte man die X-Dehnung x 10 abschalten und mit kalibrierter Zeitbasis arbeiten. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, unverzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt und die X-Dehnung x10 abgeschaltet ist.

Bild 1 (FBAS-Signal)

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



Mit dem Umschalten auf SEARCH zeigt das Readout "sea" an und ein Teil des Strahls ist nicht mehr sichtbar. Sofern vorher eine verlängerte Holdoff-Zeit Einstellung vorlag, wird sie automatisch auf Minimum gesetzt (siehe Holdoff-Zeiteinstellung).

Nun kann die Verzögerungszeit mit dem **TIME / DIV.**-Drehknopf grob und dem **DEL.POS.**-Knopf fein eingestellt werden.

Dabei wird der Strahlstart noch nicht verzögert, sondern die Verzögerungszeit durch das Abschalten des Elektronenstrahls sichtbar gemacht; d.h. die sichtbare Strahlänge wird verkürzt.

Befindet sich der **DEL. POS.**-Knopf am "Linksanschlag", wird der Strahl auf den ersten zwei Zentimetern am linken Rand dunkel. Dieser Bereich vergrößert sich um ca. 5cm, wenn der **DEL. POS.**-Einsteller ganz nach rechts gedreht wird.

Die Verzögerungszeit ist so einzustellen, daß die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Ist die Verzögerungszeit (maximal 7cm x Ablenkoeffizient) nicht ausreichend, um bis zu dem später zu vergrößernden Signalteil zu gelangen, kann der Ablenkoeffizient vergrößert werden. Mit anliegendem Signal wird dabei sichtbar, daß daraus ein größerer Ablenkoeffizient resultiert; d.h. die Ablenkgeschwindigkeit wird verringert. Die Verzögerungszeiteinstellung erfolgt relativ, d.h. bezogen auf den Ablenkoeffizienten (siehe Bild 2).

Bild 2

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

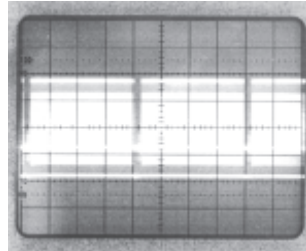


Bild 2 zeigt, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation des dunkelgetasteten Teils (horizontal) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten.

Mit der Umschaltung von „suchen“ („sea“) auf verzögern („del“) wird wieder die gesamte Strahlänge, beginnend mit dem zuvor gewählten Zeitabschnitt, sichtbar, wenn der (gespeicherte) aktuelle Zeit-Ablenkoeffizient nicht zu klein ist.

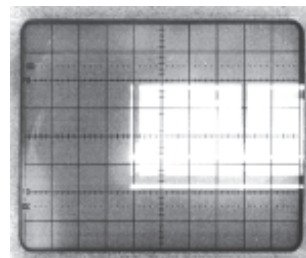
Ist wegen zu großer Dehnung (zu kleinem Ablenkoeffizienten) der Strahl kaum oder gar nicht sichtbar, muß der Ablenkoeffizient mit dem **TIME / DIV.**-Drehknopf vergrößert werden. Ein größerer Ablenkoeffizient als der zuvor im **SEARCH**-Betrieb gewählte Wert kann nicht eingestellt werden.

Beispiel:

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

Bild 3

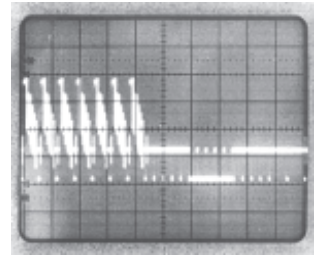
MODE: „del“ (DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms



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

Bild 4

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



Die verzögerte und gedehnte Signaldarstellung kann nachgetriggert werden, wenn nach der Verzögerungszeit eine zum Triggern geeignete Signalfanke vorkommt. Dazu ist auf „dTr“ (2. Triggerung nach Ablauf der Verzögerungszeit - After Delay Triggerung) zu schalten. Die vor dem Umschalten vorliegenden Einstellungen der Triggerart (automatische Spitzenwert-Triggerung / Normal-Triggerung), Triggerkopplung, der Trigger-**LEVEL**-Einstellung und der Flankenrichtung bleiben erhalten und lösen den Start der Verzögerungszeit aus.

Bei "After Delay" Triggerung wird automatisch auf Normal-Triggerung (**NM**) und DC-Triggerkopplung geschaltet. Diese vorgegebenen Einstellungen können nicht verändert werden. Demgegenüber können der Triggerpunkt (**LEVEL**) und die Triggerflankenrichtung verändert werden, um auf den gewünschten Signalanteil triggern zu können. Bei nicht zur Triggerung ausreichender Signalamplitude bzw. ungeeigneter Trigger-**LEVEL**-Einstellung erfolgt kein Strahlstart und der Bildschirm zeigt keine Signaldarstellung.

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

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

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

Achtung:

In der Kombination von gechopptem DUAL-Betrieb und hoher X-Dehnung im DELAY-Betrieb, können chopperbedingte Störungen sichtbar werden. Sie lassen sich durch Umschalten auf alternierenden DUAL-Betrieb beseitigen.

Wird anschließend auf getriggerten oder ungetriggerten **DELAY**-Betrieb geschaltet, erfolgt auch bei Zeitkoeffizienten von 0,2ms/cm bis 50ns der gechoppte **DUAL**-Betrieb. Bei stark gedehnten Darstellungen kann dann die Kanalschaltung während der Strahlablenkung sichtbar werden (abwechselnde Darstellung von Kanal I und II). Mit gleichzeitigem Drücken der **CHI**- und der **DUAL**-Taste kann auf alternierenden **DUAL**-Betrieb umgeschaltet werden. Eine nachfolgende Änderung des Zeitkoeffizienten bewirkt wieder die gechoppte Darstellung, kann aber wieder aufgehoben werden.

AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **AUTOSET (2)** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie bereits im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" erwähnt, werden - bis auf die POWER-Taste - 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. **AUTOSET** schaltet immer auf Yt-Betrieb.

Mit dem Betätigen der **AUTOSET**-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 Erläuterungen für die automatische Zeitkoeffizienten (**TIME / DIV.**)-Einstellung, gilt für Signale, die nicht zu stark vom Tastverhältnis 1:1 abweichen.

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

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

- AC- oder DC-Eingangskopplung unverändert bzw. letzte Einstellung vor der Umschaltung auf GND
- interne (vom Meßsignal abgeleitete) Triggerung
- automatische Triggerung
- Trigger-LEVEL-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- AC-Triggerkopplung (Ausnahme: DC-Triggerkopplung)
- unverzögerter Zeibasis - Betrieb
- keine X-Dehnung x10
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
- Strahl und Readout Sichtbar

Liegt GND-Eingangskopplung vor und wird **AUTOSET** betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (AC oder DC) ein.

Nur wenn zuvor **DC**-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf **AC**-Triggerkopplung geschaltet und die automatische Triggerung erfolgt ohne Spitzenwerterfassung.

Die mit **AUTOSET** vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch **AUTOSET** elektrisch automatisch in die kalibrierte Einstellung geschaltet. Anschließend kann die Bedienung wieder manuell erfolgen.

Die Ablenkkoeffizienten 1mV/cm und 2mV/cm werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, durch **AUTOSET** 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-Ablenkkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenkkoeffizient 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-Ablenkkoeffizient und danach ein größerer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, daß der Puls nicht sichtbar wird.

Mittelwert-Anzeige

Bei abgeschalteten CURSOR-Linien zeigt das READOUT den Gleichspannungsmittelwert der Meßspannung an, wenn im AUTO MEASURE-Menü die Funktion „DC“ aktiviert ist und weitere Bedingungen erfüllt sind:

Das zu messende Signal (bei Wechselspannungen > 20 Hz) muß am Eingang von CH I (25) oder CH II (28) anliegen und mit DC-Eingangskopplung (26) (29) auf den nachfolgenden Meßverstärker gelangen. Es muß Yt- (Zeitbasis) Betrieb mit interner Triggerung vorliegen (Triggerquelle: CH I **oder** CH II; keine alternierende Triggerung). Die Anzeige erfolgt nur wenn AC- oder DC-Triggerkopplung vorliegt.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt, wird „n/a“ angezeigt.

Der Mittelwert wird mit Hilfe des bei interner Triggerung benutzten Triggersignalverstärkers erfaßt. Im Einkanalbetrieb (CH I oder CH II) ergibt sich die Zuordnung der Mittelwertanzeige zum angezeigten Kanal automatisch, da mit der Kanalschaltung automatisch auch die Triggerquelle (Verstärker) umgeschaltet wird. Bei **DUAL**-Betrieb kann die Triggerquelle (CH I oder CH II) gewählt werden. Die Mittelwertanzeige bezieht sich auf den Kanal, von dem das Triggersignal stammt.

Der Gleichspannungsmittelwert wird mit Vorzeichen angezeigt (z.B. dc:Y1 501mV bzw. dc:Y1 -501mV). Meßbereichsüberschreitungen werden durch " < " bzw. " > " Zeichen gekennzeichnet (z.B. dc:Y1 <-1.80V bzw. dc:Y1 >1.80V). Bedingt durch eine für die Mittelwertanzeige notwendige Zeitkonstante, aktualisiert sich die Anzeige erst nach einigen Sekunden, wenn Spannungsänderungen erfolgen.

Bei der Anzeigegenauigkeit sind die Spezifikationen des Oszilloskops zu beachten (maximale Toleranz der Meßverstärker 3% von 5mV/cm bis 20V/cm). Normalerweise liegen die Meßverstärkertoleranzen deutlich unterhalb von 3%; es sind jedoch weitere Abweichungen, wie z.B. unvermeidliche Offsetspannungen zu berücksichtigen, die ohne angelegtes Meßsignal eine von 0-Volt abweichende Anzeige bewirken können.

Die Anzeige zeigt den arithmetischen (linearen) Mittelwert. Bei Gleich- bzw. Mischspannungen (Gleichspannungen mit überlagerter Wechselspannung) wird die Gleichspannung bzw. der Gleichspannungsanteil angezeigt. Im Falle von Rechteckspannungen geht das Tastverhältnis in die Mittelwertanzeige ein.

Komponenten-Test

Gerätebezogene Informationen, welche die Bedienung und die Meßanschlüsse betreffen, sind dem Absatz "**CT**" (**37**) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Das Oszilloskop verfügt über einen eingebauten Komponenten-Tester. 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 dem **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 ohmsche Widerstände zwischen 20 und 4,7k Ω 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 μ F bis 1000 μ 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 Kennlinienknicke beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 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 mög-

lich. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

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

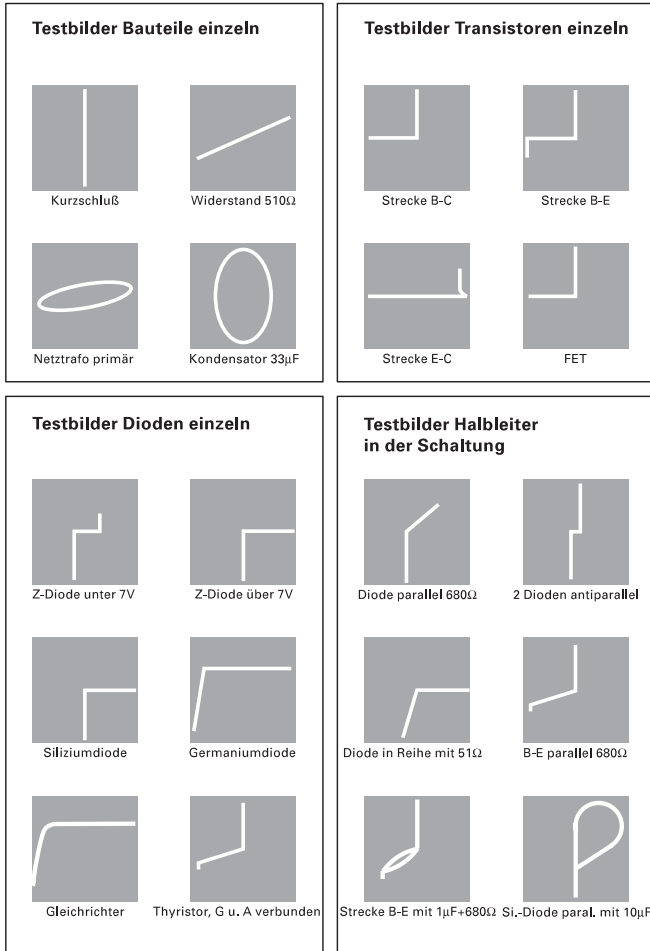
Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die Anschlußumpolung eines Halbleiters (Vertauschen der Meßkabel) eine Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

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 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 Ste-

reo-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 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Abgleich

Nach Aufruf von MAIN MENU > ADJUSTMENT > AUTO ADJUSTMENT werden mehrere Menüpunkte angezeigt. Sie können vom Anwender aufgerufen werden und bewirken dann einen automatischen Abgleich.

Alle Menüpunkte betreffen das Temperaturverhalten des Oszilloskops unter extremen Umgebungsbedingungen, wenn die Umgebungstemperatur stark von ca. 21°C abweicht, bei der Werksabgleich erfolgte. Fehler (z.B. durch das Anlegen zu hoher Spannungen) können ein ähnliches Verhalten hervorrufen; lassen sich durch die Abgleichprozeduren aber nicht beheben.

Während des Abgleichs werden Sollwertabweichungen korrigiert und dauerhaft gespeichert. Ändern sich die Umgebungstemperaturen erneut stark, kann ein erneuter Abgleich erforderlich werden.

Vor Aufruf der Abgleichprozedur muß das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht haben. Während des Abgleichs darf an den BNC-Buchsen kein Signal anliegen.

Folgende Abgleichpunkte lassen sich aufrufen:

1. SWEEP START POSITIONS

Bei Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ist die Position des Strahlstarts abhängig vom gewählten Zeitkoeffizienten. Der Abgleich minimiert derartige Positionsänderungen. Während des automatischen Abgleichs wird „WORKING“ angezeigt.

2. Y AMP (Meßverstärker Kanal I und II)

Mit Ändern des Y-Ablenkkoeffizienten im Bereich 5mV/div bis 20V/div. sind geringe Y-Positionsänderungen unvermeidlich. Änderungen von mehr als $\pm 0,2$ div werden mit dem Abgleich korrigiert. Die Angaben beziehen sich auf offene, aber abgeschirmte Meßeingänge.

Der automatische Abgleich wird immer für beide Meßverstärker durchgeführt. Nach dem Abgleich wird wieder das AUTO ADJUSTMENT MENU angezeigt.

3. TRIGGER AMP

Bei interner Triggerung (Triggerquelle: CH I oder II) und der Umschaltung von AC- auf DC-Triggerkopplung können Abweichungen des Triggerpunktes sichtbar werden, obwohl das an der CH I- oder CH II-Buchse anliegende 50kHz Sinussignal über einen Koppelkondensator (AC-Eingangskopplung) auf die Meß- und Trigger-Verstärker gelangt. Der automatische Abgleich betrifft immer beide Triggerverstärker und minimiert derartige Abweichungen.

Nach erfolgtem Abgleich wird erneut das AUTO ADJUSTMENT MENU angezeigt.

4. X MAG POS

Mit X MAG POS wird der Einstellbereich des X-POS.-Einstellers zwischen gedehnter (X-MAG. x10) und ungedehnter Darstellung koordiniert.

5. CT X POS

Der Einstellbereich des X-POS.-Einstellers bei „Component Tester“-Betrieb wird an Yt-Betrieb mit X-MAG. x1 angepaßt.

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 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 abgeschirmtes Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Die maximale Länge darf 3m nicht erreichen. 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 (Schutzklasse 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 115200 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 (Aus schalten des Oszilloskops) oder bis zum Aufheben des Remote-Zustandes durch das Kommando RM=O, bzw. die Taste LOCAL (AUTOSET-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

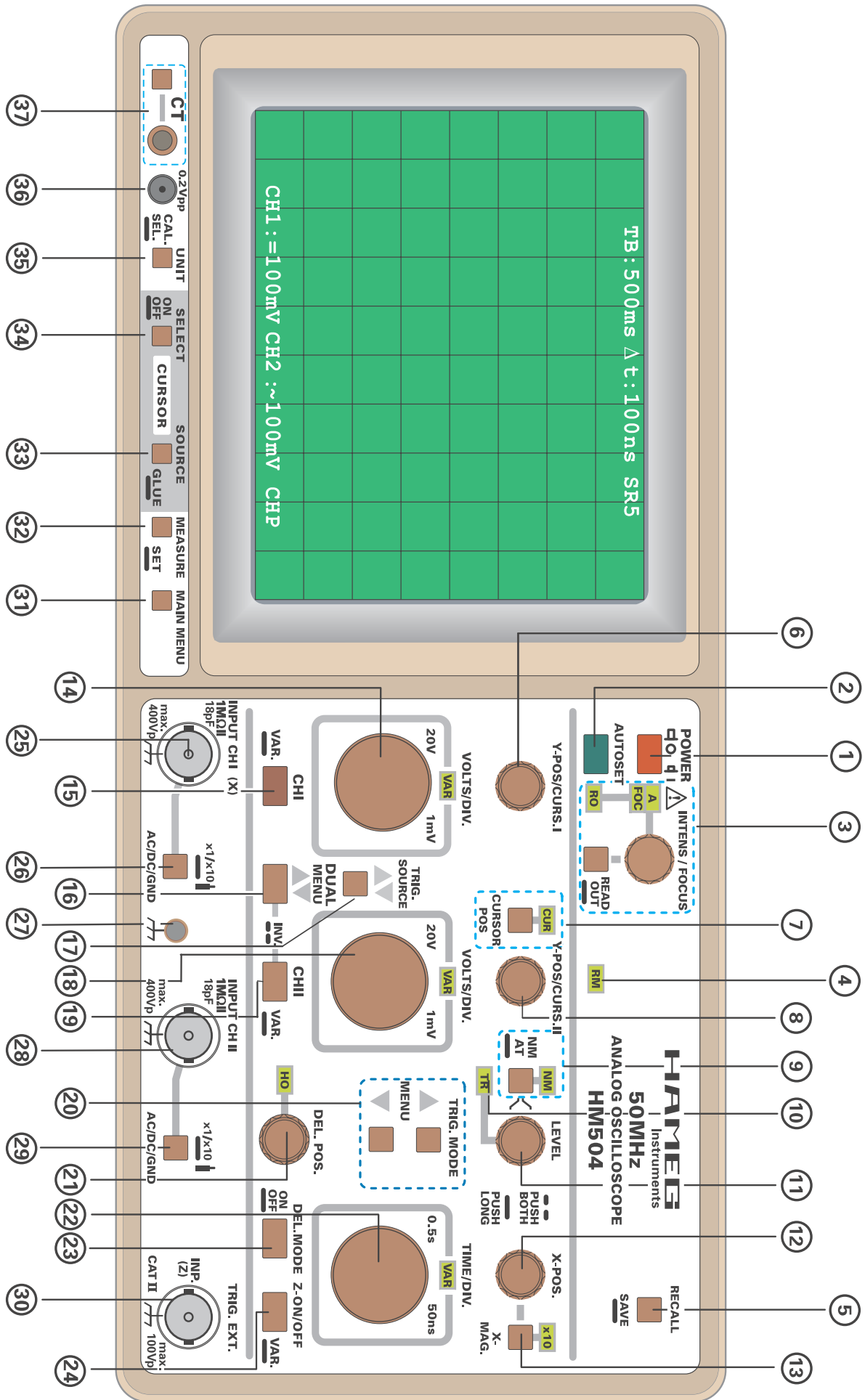
$$t_{\min} = 2 \times (1/\text{Baudrate}) + 60\mu\text{s}$$
 betragen.

Datenübertragung

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

Ein Datenträger mit Programmierbeispielen, der Liste aller Befehle (Tools) und einem unter Windows 95, 98, Me, 2000 und NT 4.0 (mit Servicepack 4 oder höher) lauffähigem Programm (SP107), gehört zum Lieferumfang des Oszilloskops.

Bedienungselemente HM504



HAMEG[®]

Instruments

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

Printed in Germany

41-0504-00D0

Germany

HAMEG GmbH

Industriestraße 6
63533 Mainhausen
Tel. (06182) 8909 - 0
Telefax (06182) 8909 - 30
E-mail: sales@hameg.de

HAMEG Service

Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 - 24
Telefax (069) 67805 - 31
E-mail: service@hameg.de

France

HAMEG S.a.r.l

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544
E-mail: hamegcom@magic.fr

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (93) 4301597
Telefax (93) 321220
E-mail: email@hameg.es

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582)413174
Telefax (01582)456416
E-mail: sales@hameg.co.uk

United States of America

HAMEG, Inc.

266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855
E-mail: hamegny@aol.com

Hongkong

HAMEG LTD

Flat B, 7/F,
Wing Hing Ind. Bldg.,
499 Castle Peak Road,
Lai Chi Kok, Kowloon
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236
E-mail: hameghk@netvigator.com