



ABN 43 064 478 842

231 Osborne Avenue Clayton South, VIC 3169  
PO Box 1548, Clayton South, VIC 3169  
t 03 9265 7400 f 03 9558 0875  
freecall 1800 680 680  
www.tmgtestequipment.com.au

## Test & Measurement

- > sales
- > rentals
- > calibration
- > repair
- > disposal

## Complimentary Reference Material

This PDF has been made available as a complimentary service for you to assist in evaluating this model for your testing requirements.

TMG offers a wide range of test equipment solutions, from renting short to long term, buying refurbished and purchasing new. Financing options, such as Financial Rental, and Leasing are also available on application.

TMG will assist if you are unsure whether this model will suit your requirements.

Call TMG if you need to organise repair and/or calibrate your unit.

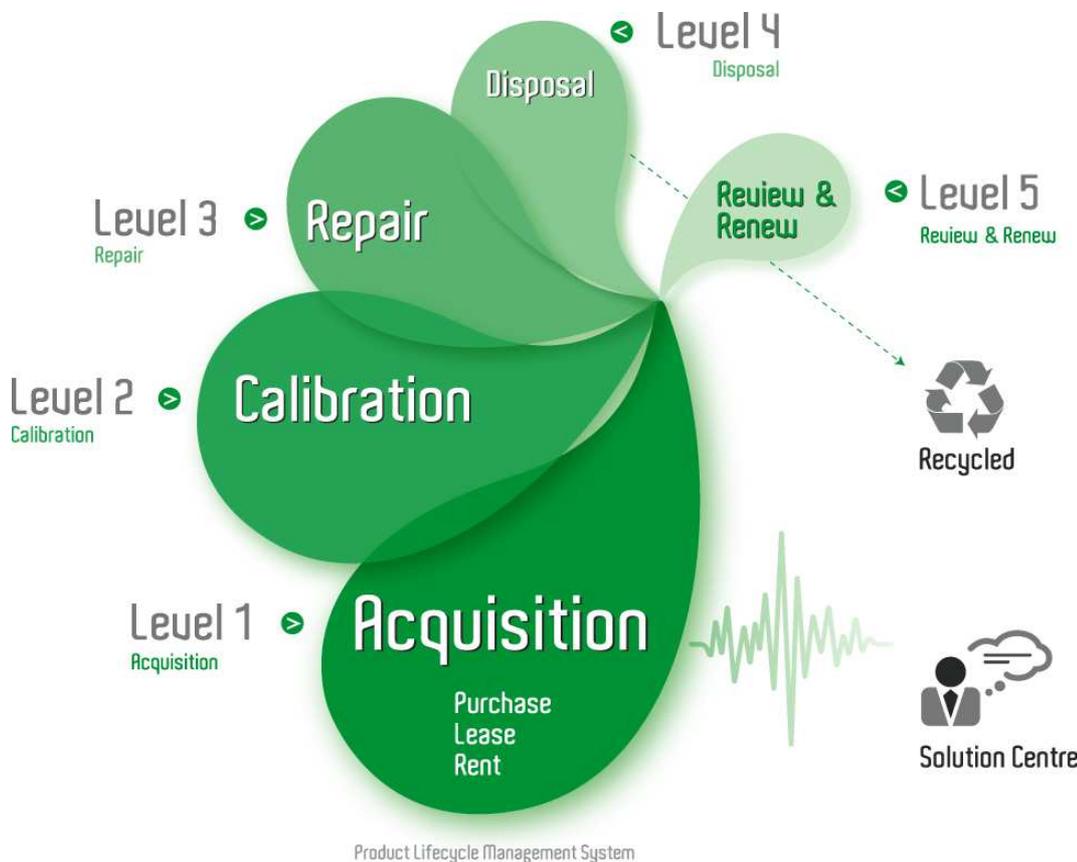
If you click on the "Click-to-Call" logo below, you can call us for FREE!

TMG Corporate Website

TMG Products Website



Click-to-Call  
TMG Now



Product Lifecycle Management System

### Disclaimer:

All trademarks appearing within this PDF are trademarks of their respective owners.





# 40 MHz Analog-Oszilloskop HM400

Handbuch / Manual

Deutsch / English





Hersteller  
Manufacturer  
Fabricant

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6  
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG  
DECLARATION OF CONFORMITY  
DECLARATION DE CONFORMITE

**HAMEG**  
Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt  
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product  
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:

Oszilloskop  
Oscilloscope  
Oscilloscope

Typ / Type / Type:

HM400

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/EEG  
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 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)  
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  
31. 05. 2008

Unterschrift / Signature / Signatur

Holger Asmussen  
Manager

## 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, in denen 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 ist das von HAMEG beziehbare doppelt geschirmte Kabel HZ72 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 Messaufbaus 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 -3dB Messbandbreite ist.

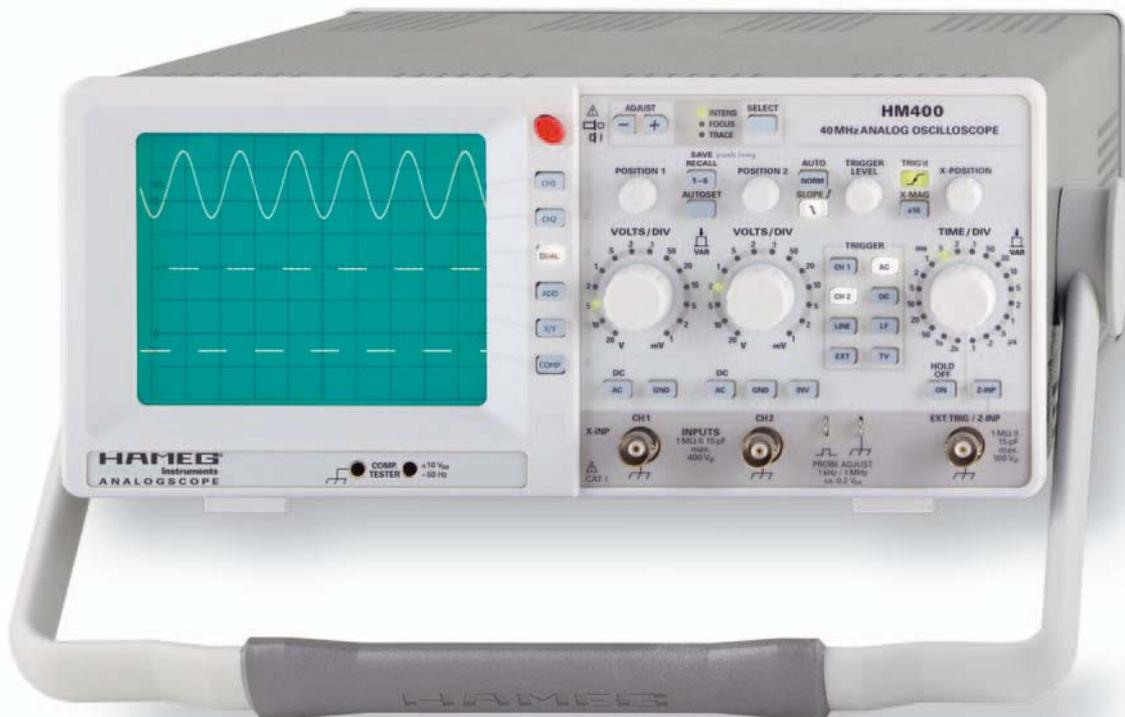
#### 4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität

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.

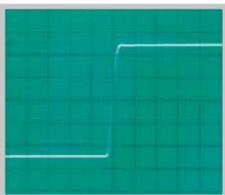
HAMEG Instruments GmbH

|   |           |   |           |
|---|-----------|---|-----------|
| <b>Konformitätserklärung</b>                      | <b>2</b>  | <b>Bedienelemente</b>                   | <b>18</b> |
| <b>Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung</b>   | <b>2</b>  | ① POWER                                 | 18        |
| <b>40 MHz 2-Kanal Analog Oszilloskop HM400</b>    | <b>4</b>  | ② ADJUST „-“                            | 18        |
| <b>Technische Daten</b>                           | <b>5</b>  | ③ ADJUST „+“                            | 18        |
| <b>Wichtige Hinweise</b>                          | <b>6</b>  | ④ INTENS – LED                          | 18        |
| Symbole   | 6         | ⑤ FOCUS – LED                           | 18        |
| Aufstellung des Gerätes                           | 6         | ⑥ TRACE – LED                           | 18        |
| Entfernen/Anbringen des Griffs                    | 6         | ⑦ SELECT – Taste                        | 18        |
| Sicherheit  | 6         | ⑧ POSITION 1 – Drehknopf                | 18        |
| CAT I   | 6         | ⑨ SAVE/RECALL – Taste                   | 19        |
| Räumlicher Anwendungsbereich                      | 7         | ⑩ AUTOSET – Taste                       | 19        |
| Umgebungsbedingungen                              | 7         | ⑪ POSITION 2 – Drehknopf                | 19        |
| Wartung   | 7         | ⑫ AUTO / NORM – Taste                   | 19        |
| Gewährleistung und Reparatur                      | 7         | ⑬ SLOPE – Taste                         | 19        |
| Netzspannung                                      | 7         | ⑭ Trigger Level – Drehknopf             | 19        |
| <b>Kurzbeschreibung der Bedienelemente</b>        | <b>8</b>  | ⑮ TRIG'd – LED                          | 20        |
| <b>Allgemeine Grundlagen</b>                      | <b>10</b> | ⑯ X-MAG / x10 – Taste                   | 20        |
| Art der Signalspannung                            | 10        | ⑰ X-Position – Drehknopf                | 20        |
| Größe der Signalspannung                          | 10        | ⑱ VOLTS/DIV – Drehknopf (CH1)           | 20        |
| Zeitwerte der Signalspannung                      | 11        | ⑲ VOLTS/DIV – Drehknopf (CH2)           | 20        |
| Anlegen der Signalspannung                        | 11        | ⑳ TIME/DIV – Drehknopf                  | 20        |
| <b>Inbetriebnahme und Voreinstellungen</b>        | <b>12</b> | ㉑ CH1 – Taste                           | 21        |
| Strahldrehung TRACE                               | 12        | ㉒ CH2 – Taste                           | 21        |
| Tastkopf-Abgleich und Anwendung                   | 12        | ㉓ LINE – Taste                          | 21        |
| Abgleich 1 kHz                                    | 12        | ㉔ EXT – Taste                           | 21        |
| Abgleich 1 MHz                                    | 12        | ㉕ AC – Taste                            | 21        |
| <b>Betriebsarten der Vertikalverstärker</b>       | <b>13</b> | ㉖ DC – Taste                            | 21        |
| XY-Betrieb  | 13        | ㉗ LF – Taste                            | 21        |
| Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt) | 13        | ㉘ TV – Taste                            | 21        |
| <b>Triggerung und Zeitablenkung</b>               | <b>14</b> | ㉙ DC / AC – Taste (CH1)                 | 21        |
| Automatische Spitzenwert-Triggerung               | 14        | ㉚ GND – Taste (CH1)                     | 21        |
| Normaltriggerung                                  | 14        | ㉛ DC / AC – Taste (CH2)                 | 21        |
| Flankenrichtung $\nearrow \searrow$               | 14        | ㉜ GND – Taste (CH2)                     | 21        |
| Triggerkopplung                                   | 14        | ㉝ INV – Taste                           | 21        |
| TV (Videosignal-Triggerung)                       | 15        | ㉞ HOLD OFF / ON – Taste                 | 21        |
| Bildsynchronimpuls-Triggerung                     | 15        | ㉟ Z-INP – Taste                         | 22        |
| Zeilensynchronimpuls-Triggerung                   | 15        | ㊱ INPUT CH1 – BNC-Buchse                | 22        |
| Netztriggerung                                    | 15        | ㊲ INPUT CH2 – BNC-Buchse                | 22        |
| Externe Triggerung                                | 16        | ㊳ Probe Adjust – Anschlusskontakt 1 kHz | 22        |
| Triggeranzeige TRIG'd                             | 16        | ㊴ Probe Adjust – Anschlusskontakt 1MHz  | 22        |
| Holdoff-Zeiteinstellung                           | 16        | ㊵ EXT. TRIG / Z-INP – BNC-Buchse        | 22        |
| <b>AUTOSET</b>                                    | <b>16</b> | ㊶ CH1 – Mode Taste                      | 22        |
| <b>Komponenten-Test</b>                           | <b>17</b> | ㊷ CH2 – Mode Taste                      | 22        |
| Tests direkt in der Schaltung                     | 18        | ㊸ DUAL – Mode Taste                     | 22        |
|   |           | ㊹ ADD – Mode Taste                      | 23        |
|   |           | ㊺ XY – Mode Taste                       | 23        |
|   |           | ㊻ COMP – Mode Taste                     | 23        |
|   |           | ㊼ COMP. TESTER – Buchsen                | 23        |

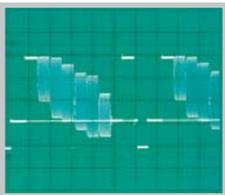
## 40 MHz Analog-Oszilloskop HM400



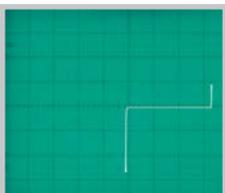
Keine Signalverfälschung  
durch Überschwingen ...



TV Videosignal auf Zeile  
getriggert



Kennlinie einer Z-Diode im  
Komponententest-Betrieb



**Eingangsempfindlichkeit und Eingangsspannungsbereich  
in dieser Preisklasse unerreicht**

2 Kanäle mit Ablenkkoeffizienten 1 mV/DIV – 20 V/DIV,  
variabel bis 50 V/DIV

Zeitbasis: 0,2 s/DIV – 100 ns/DIV,  
mit X-Dehnung bis 10 ns/DIV

Rauscharme Messverstärker mit hoher Impulswiedergabe-  
treue und minimalem Überschwingen

Sichere Triggerung von 0 bis 50 MHz durch Spitzenwerttrigger  
ab 0,5 DIV Signalhöhe (bis 80 MHz ab 1 DIV)

Autoset, Save/Recall Speicher für 6 Geräteeinstellungen

Yt- und XY-Betrieb mit Z-Eingang zur Helligkeitsmodulation

Bauelemente Charakterisierung mittels eingebautem  
Komponententester (Zweipol-Messung) im Service etc.

Geringe Leistungsaufnahme, lüfterlos

## 40 MHz Analog-Oszilloskop HM400

bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten

### Vertikalablenkung

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Betriebsarten:</b>            | Kanal 1 (CH1) oder Kanal 2 (CH2) einzeln<br>Kanal 1 und 2 [alternierend oder chopped]<br>Summe oder Differenz von CH 1 und CH 2  |
| <b>Invertierung:</b>             | CH 2   |
| <b>XY-Betrieb:</b>               | CH 1 (X) und CH 2 (Y)  |
| <b>Bandbreite [-3dB]:</b>        | DC, 5 mV/DIV – 20 V/DIV: 0 bis 40 MHz<br>AC, 5 mV/DIV – 20 V/DIV: 2 Hz bis 40 MHz<br>DC, 1 mV/DIV – 2 mV/DIV: 0 bis 10 MHz<br>AC, 1 mV/DIV – 2 mV/DIV: 2 Hz bis 10 MHz |
| <b>Anstiegszeit (berechnet):</b> | < 35 ns [1 mV/DIV – 2 mV/DIV]<br>< 8,75 ns [5 mV/DIV – 20 V/DIV]   |
| <b>Ablenkoeffizienten:</b>       | Schaltfolge 1-2-5<br>± 5% [1 mV/DIV – 2 mV/DIV]<br>± 3% [5 mV/DIV – 20 V/DIV]<br>Variabel (unkal.): > 2,5:1 bis > 50 V/DIV   |
| <b>Eingangsimpedanz:</b>         | 1 MΩ    15 pF  |
| <b>Eingangskopplung:</b>         | DC, AC, GND (Ground)   |
| <b>Max. Eingangsspannung:</b>    | 400 V (DC + Spitze AC)   |

### Triggerung

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Automatik (Spitzenwert):</b>   | 5 Hz – 50 MHz (≥ 0,5 DIV),<br>50 MHz – 80 MHz (≥ 1 DIV)           |
| <b>Normal mit Level-Einst.:</b>   | 0 – 50 MHz (≥ 0,5 DIV),<br>50 MHz – 80 MHz (≥ 1 DIV)              |
| <b>Flankenrichtung:</b>           | positiv oder negativ  |
| <b>Quellen:</b>                   | CH 1 oder 2, Netz und extern                                      |
| <b>Kopplung:</b>                  | AC (5 Hz – 80 MHz), DC (0 – 80 MHz),<br>LF (0 – 1,5 kHz)          |
| <b>Triggeranzeige:</b>            | LED   |
| <b>Externer Trigger:</b>          |   |
| <b>Eingangsimpedanz:</b>          | 1 MΩ    15 pF   |
| <b>Triggersignal extern:</b>      | 0,3 V <sub>SS</sub> ≤ 5V,<br>DC (0 – 50 MHz), AC (20 Hz – 50 MHz) |
| <b>Max. Eingangsspannung:</b>     | 100 V (DC + Spitze AC)  |
| <b>Aktiver TV-Sync-Separator:</b> | Bild und Zeile, +/-   |

### Horizontalablenkung

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Zeitkoeffizient:</b>            | 0,2 s/DIV – 100 ns/DIV [Schaltfolge 1-2-5] |
| <b>Genauigkeit:</b>                | ± 3%                                       |
| <b>Variabel (unkal.):</b>          | > 2,5:1 bis > 1,25 s/DIV                   |
| <b>mit X-Dehnung x10:</b>          | bis 10 ns/DIV                              |
| <b>Genauigkeit:</b>                | ± 5%                                       |
| <b>Hold-off-Zeit:</b>              | bis ca. 10:1 (variabel)                    |
| <b>XY-Betrieb</b>                  |  |
| <b>Bandbreite X-Verstärker:</b>    | 0 – 2,5 MHz [-3 dB]                        |
| <b>XY-Phasendifferenz &lt; 3°:</b> | < 120 kHz                                  |

### Bedienung / Anzeigen

|                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>Manuell:</b>         | über Bedienungsknöpfe und Tasten  |
| <b>Autoset:</b>         | automatische Parametereinstellung |
| <b>Save und Recall:</b> | für 6 Geräteeinstellungen         |

### Komponententester

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Testspannung:</b>       | ca. 7 V <sub>eff</sub> (Leerlauf)  |
| <b>Teststrom:</b>          | max. 7 mA <sub>eff</sub> (Kurzschluss)                                       |
| <b>Testfrequenz:</b>       | ca. 50 Hz  |
| <b>Testkabelanschluss:</b> | 2 Steckbuchsen 4 mm Ø<br>Prüfkreis liegt einpolig an Masse<br>(Schutzleiter) |

### Verschiedenes

|   |  |
|---|--|
| <b>CRT:</b>                                     | D14-363GY, 8 x 10 cm mit Innenraster   |
| <b>Beschleunigungsspannung:</b>                 | ca. 2 kV   |
| <b>Strahldrehung:</b>                           | auf Frontseite einstellbar   |
| <b>Z-Eingang (Helligk.-Modulation, analog):</b> | max. +5 V (TTL), 10 kHz  |
| <b>Probe ADJ Ausgang:</b>                       | 1 kHz / 1 MHz Rechtecksignal ca. 0,2 V <sub>SS</sub><br>(tr < 5 ns) für Tastkopfabgleich |
| <b>Netzanschluss:</b>                           | 105 – 253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II   |
| <b>Leistungsaufnahme:</b>                       | ca. 30 Watt bei 230V/50 Hz   |
| <b>Umgebungstemperatur:</b>                     | 0 °C...+40 °C  |
| <b>Schutzart:</b>                               | Schutzklasse I (EN 61010-1)  |
| <b>Gewicht:</b>                                 | ca. 4,8 kg   |
| <b>Gehäuse (B x H x T):</b>                     | 285 x 125 x 380 mm   |

**Im Lieferumfang enthalten:** Netzkabel, Bedienungsanleitung, 2 Tastköpfe  
1:1/10:1 (HZ154) mit LF/HF Abgleich

www.hameg.com

## Wichtige Hinweise

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Inneren 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



Hinweis unbedingt beachten!



Erde

### Aufstellung des Gerätes

Wie den Abbildungen zu entnehmen, lässt sich der Gerätegriff in verschiedene Positionen schwenken:

A = Trageposition

B = Position, in der der Griff entfernt werden kann, aber auch für waagrechtes Tragen

C = Waagrechte Betriebsstellung

D und E = Betriebsstellungen mit unterschiedlichem Winkel

F = Position zum Entfernen des Griffs

T = Stellung für Versand im Karton (Griffknöpfe nicht gerastet)



Um eine Änderung der Griffposition vorzunehmen, muss das Oszilloskop so aufgestellt sein, dass es nicht herunterfallen kann, also z.B. auf einem Tisch stehen. Dann müssen die Griffknöpfe zunächst auf beiden Seiten gleichzeitig nach Außen gezogen und in Richtung der gewünschten Position geschwenkt werden. Wenn die Griffknöpfe während des Schwenkens nicht nach Außen gezogen werden, können sie in die nächste Raststellung einrasten.

### Montage/Demontage des Gerätegriffs

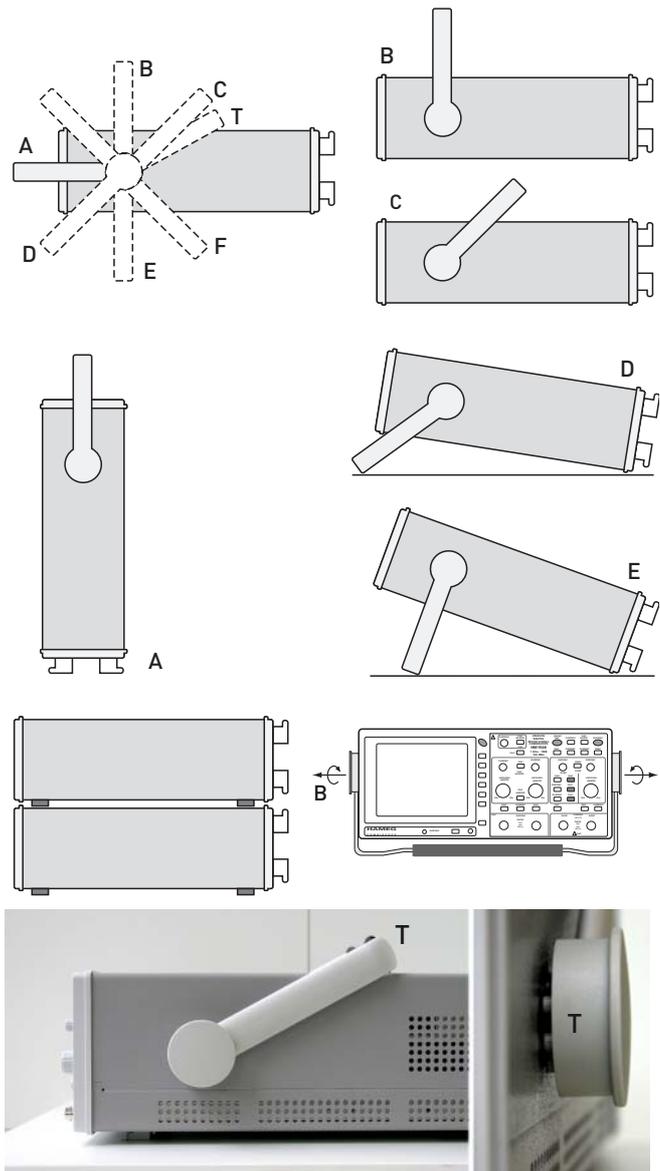
Abhängig vom Gerätetyp kann der Griff in Stellung B oder F entfernt werden, in dem man ihn weiter herauszieht. Das Anbringen des Griffs erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

### Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte gebaut und geprüft. Das Gerät 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 Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft. Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren Gammastrahlen. 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 Gebrauch zu sichern.



### Diese Annahme ist berechtigt,

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

### Bestimmungsgemäßer Betrieb



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

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

### CAT I

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind.

Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III oder IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, quasi indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

### Messkategorien

Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle (steile) Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungs-Installation ist.

**Messkategorie IV:** Messungen an der Quelle der Niederspannungs-Installation (z.B. an Zählern).

**Messkategorie III:** Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).

**Messkategorie II:** Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)

**Messkategorie I:** Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

### Räumlicher Anwendungsbereich

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

### Umgebungsbedingungen

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebs reicht von 0°C bis +40°C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -20°C und +55°C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.

Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.



**Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!**

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmezeit von mind. 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

### Wartung



**Vor Beginn der Wartung muss das Gerät vom Netzanschluss getrennt werden!**

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 (Petroläther) 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, fusselfreien 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.

### Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn-in-Test“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Fröh-ausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind.

Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.

#### Nur für die Länder der EU:

Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der EU die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

#### Return Material Authorization (RMA):

**Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: <http://www.hameg.com> oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Vertrieb (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: [vertrieb@hameg.com](mailto:vertrieb@hameg.com)) bestellen.**

### Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit 50 und 60 Hz Netzwechselfspannungen im Bereich von 105 V bis 253 V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherungen darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2 mm) werden die an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen Kunststoffarretierungen nach innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Die Sicherungen können dann entnommen und ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur möglich, wenn der Führungssteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstandene Schäden fallen nicht unter die Gewährleistung.

#### Sicherungstyp:

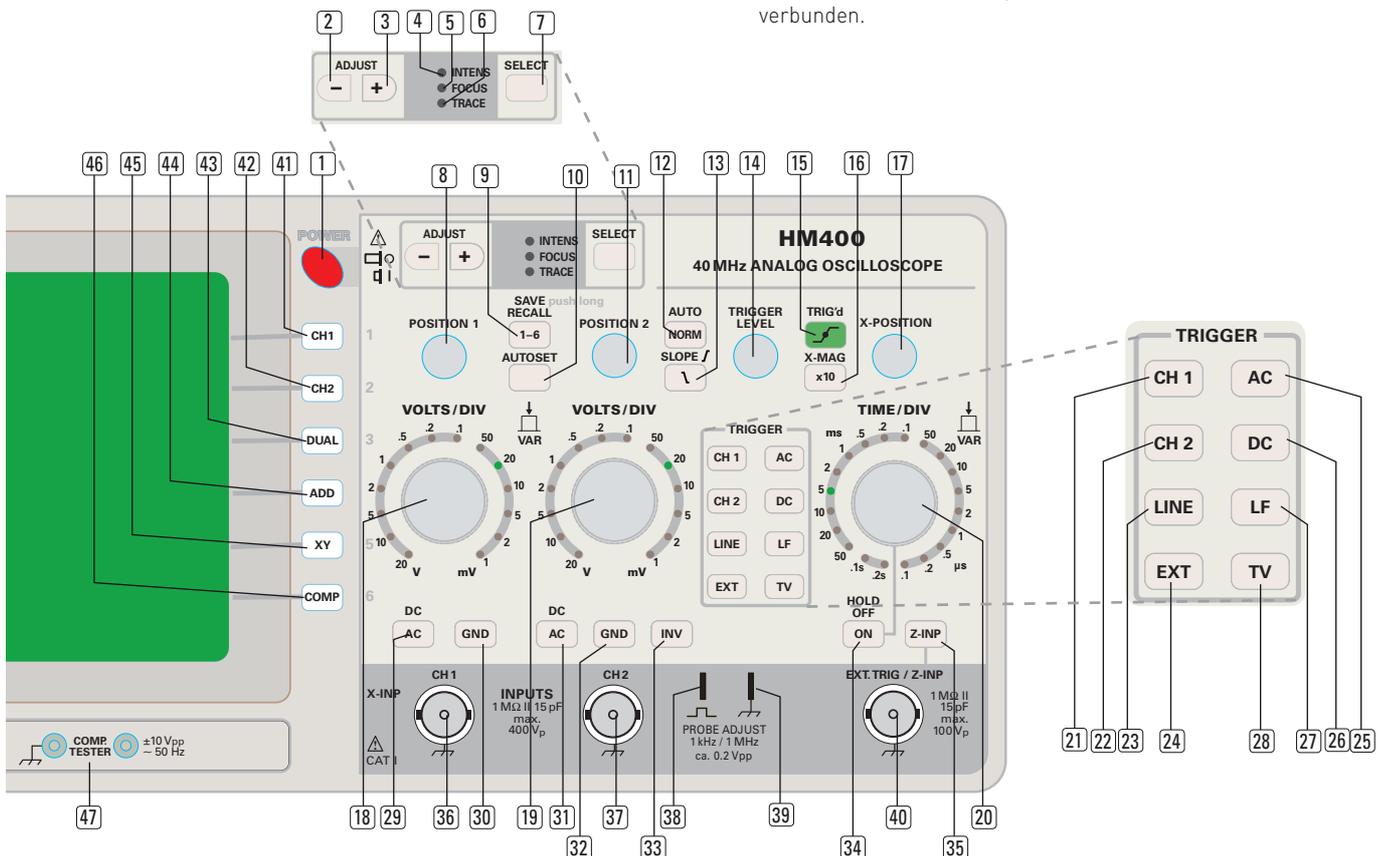
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;  
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662  
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).  
Abschaltung: träge (T) 0,8A.



Kurzbeschreibung der Bedienelemente

|  | Seite |  |   |
|--|-------|--|---|
| <b>1</b> POWER (Taste) – Netz, Ein/Aus   | 18    |  |   |
| <b>2</b> ADJUST „-“ (Taste)<br>Änderung diverser Einstellungen ( – Verminderung)<br>je nach Auswahl mit der Taste SELECT <b>7</b> .  | 18    |  |   |
| <b>3</b> ADJUST „+“ (Taste)<br>Änderung diverser Einstellungen ( + Erhöhung)<br>je nach Auswahl mit der Taste SELECT <b>7</b> .  | 18    |  |   |
| <b>4</b> INTENS (LED)<br>LED leuchtet, wenn mit der Taste SELECT <b>7</b> die Helligkeitseinstellung (Intensität) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.   | 18    |  |   |
| <b>5</b> FOCUS (LED)<br>LED leuchtet, wenn mit der Taste SELECT <b>7</b> die Strahlschärfeneinstellung (Fokus) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.  | 18    |  |   |
| <b>6</b> TRACE (LED)<br>LED leuchtet, wenn mit der Taste SELECT <b>7</b> die Strahldrehung (Trace) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.  | 18    |  |   |
| <b>7</b> SELECT (Taste)<br>Änderung diverser Einstellungen für den Kathodenstrahl (z.B. Intensität, Focus, Strahldrehung) mit den Tasten ADJUST <b>2</b> und <b>3</b> wenn die entsprechende LED <b>4</b> <b>5</b> <b>6</b> leuchtet.                              | 18    |  |   |
| <b>8</b> POSITION 1 (Drehknopf)<br>Positionsänderungen der Signaldarstellung von Kanal 1 (CH1).  | 18    |  |   |
| <b>9</b> SAVE/RECALL (Taste mit LED-Anzeige)<br>Bietet den Zugriff auf den Setup-Speicher für Geräteeinstellungen in Verbindung mit den Mode Tasten <b>41</b> <b>42</b> <b>43</b> <b>44</b> <b>45</b> <b>46</b> .  | 19    |  |   |
| <b>10</b> AUTOSET (Taste)<br>Ermöglicht eine sinnvolle, signalbezogene, automatische Geräteeinstellung.  | 19    |  |   |
| <b>11</b> POSITION 2 (Drehknopf)<br>Positionsänderungen der Signaldarstellung von Kanal 2 (CH2).   | 19    |  |   |
| <b>12</b> AUTO / NORM (Taste mit LED-Anzeige)<br>Auswahl zwischen Automatischer Triggerung (AUTO) und Normal-Triggerung (NORM). In Verbindung mit Normal-Triggerung leuchtet die Taste. Automatische Triggerung liegt vor, wenn die Taste nicht leuchtet.          | 19    |  |   |
| <b>13</b> SLOPE (Taste mit LED-Anzeige)<br>Ermöglicht die Triggerung auf steigende ( / ) oder fallende ( \ ) Signalfanken. Bei der Triggerung auf fallende Signalfanken leuchtet die Taste. Bei der Triggerung auf steigene Signalfanken leuchtet die Taste nicht. | 19    |  |   |
| <b>14</b> TRIGGER LEVEL (Drehknopf)<br>Triggerpegel-Einstellung für die Zeitbasis  | 19    |  |   |
| <b>15</b> TRIG'd (LED)<br>Anzeige leuchtet, wenn das Triggersignal die Triggerbedingungen erfüllt.   | 20    |  |   |
| <b>16</b> X-MAG / x10 (Taste mit LED-Anzeige)<br>Es erfolgt eine Dehnung der X-Achse um den Faktor 10 mit  | 20    |  |   |
|  |       |  | gleichzeitiger Änderung der Ablenkkoeffizienten-Anzeige. Die Dehnung der X-Achse wird durch die leuchtende Taste angezeigt. |
|  |       | <b>17</b> X-POSITION (Drehknopf)   | 20  |
|  |       | Ändert die X-Position der Zeitlinie.   |   |
|  |       | <b>18</b> VOLTS/DIV (Drehknopf; CH1)   | 20  |
|  |       | Kanal 1 (CH1) Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie Y-Fein-(VAR) -Einsteller. Aktivierung der Fein-Einstellung durch Drücken des Drehknopfs. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.   |   |
|  |       | <b>19</b> VOLTS/DIV (Drehknopf; CH2)   | 20  |
|  |       | Kanal 2 (CH2) Y-Ablenkkoeffizient-Einsteller sowie Y-Fein-(VAR) -Einsteller. Aktivierung der Fein-Einstellung durch Drücken des Drehknopfs. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.   |   |
|  |       | <b>20</b> TIME/DIV (Drehknopf)   | 20  |
|  |       | Einsteller für den X-Ablenkkoeffizienten der Zeitbasis sowie Zeit-Feinsteller (VAR) durch Drücken vom Drehknopf. Bei Zeit-Fein-Einstellung blinkt die X-Ablenkkoeffizienten-Anzeige. Wenn eine Holdoff-Zeit eingeschaltet ist, kann mit dem TIME/DIV Drehknopf <b>20</b> auch eine Holdoff-Zeit eingestellt werden (siehe unter Taste <b>34</b> ). |   |
|  |       | <b>21</b> CH1 (Taste mit LED-Anzeige)  | 21  |
|  |       | Auswahl von Kanal 1 (CH1) als Triggerquelle. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.  |   |
|  |       | <b>22</b> CH2 (Taste mit LED-Anzeige)  | 21  |
|  |       | Auswahl von Kanal 2 (CH2) als Triggerquelle. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.  |   |
|  |       | <b>23</b> LINE (Taste mit LED-Anzeige)   | 21  |
|  |       | Auswahl der Netztriggerung. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.   |   |
|  |       | <b>24</b> EXT (Taste mit LED-Anzeige)  | 21  |
|  |       | Auswahl der externen Triggerung. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.  |   |
|  |       | <b>25</b> AC (Taste mit LED-Anzeige)   | 21  |
|  |       | Auswahl der AC Triggerkopplung (Wechselspannungsankopplung). Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.  |   |
|  |       | <b>26</b> DC (Taste mit LED-Anzeige)   | 21  |
|  |       | Auswahl der DC Triggerkopplung (Gleichspannungsankopplung). Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.   |   |
|  |       | <b>27</b> LF (Taste mit LED-Anzeige)   | 21  |
|  |       | Auswahl der LF Triggerkopplung. Ankopplung des Triggersignals über einen Tiefpass. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.  |   |
|  |       | <b>28</b> TV (Taste mit LED-Anzeige)   | 21  |
|  |       | Auswahl der TV-Signaltriggerung für Videosignale. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.   |   |
|  |       | <b>29</b> DC / AC (Taste mit LED-Anzeige; CH1)   | 21  |
|  |       | Auswahl der DC- oder AC-Eingangskopplung (Gleich- / Wechselspannungskopplung) von Kanal 1 (CH1). Bei AC Eingangskopplung leuchtet die Taste.   |   |
|  |       | <b>30</b> GND (Taste mit LED-Anzeige; CH1)   | 21  |
|  |       | Abschalten des Signaleingangs (internes Verbinden mit GND = Ground) Kanal 1 (CH1). Bei abgeschaltetem Eingang leuchtet die Taste.  |   |

- 31 **DC / AC** (Taste mit LED-Anzeige; CH2) 21  
Auswahl der DC- oder AC-Eingangskopplung (Gleich- / Wech-  
selspannungskopplung) von Kanal 2 (CH2). Bei AC Eingangs-  
kopplung leuchtet die Taste.
- 32 **GND** (Taste mit LED-Anzeige; CH2) 21  
Abschalten des Signaleingangs (internes Verbinden mit GND =  
Ground) Kanal 2 (CH2). Bei abgeschaltetem Eingang leuchtet  
die Taste.
- 33 **INV** (Taste mit LED-Anzeige; CH2) 21  
Invertieren der Signaldarstellung von Kanal 2 (CH2). Bei akti-  
vierter Invertierung leuchtet die Taste.
- 34 **HOLD OFF / ON** (Taste mit LED-Anzeige) 21  
Einschalten einer Holdoff-Zeit. Wenn eine Holdoff-Zeit einge-  
schaltet ist, leuchtet die Taste und es kann eine Holdoff-Zeit  
mit dem TIME/DIV-Drehknopf 20 eingestellt werden.
- 35 **Z-INP** (Taste mit LED-Anzeige) 22  
Einschalten des externen Helltasteingangs 40 zur Helligkeits-  
modulation (Z). Bei eingeschaltetem Helltasteingang leuchtet  
die Taste.
- 36 **INPUT CH1** (BNC-Buchse) 22  
Signaleingang Kanal 1 und Eingang für Horizontalablenkung  
(X) im XY-Betrieb.
- 37 **INPUT CH2** (BNC-Buchse) 22  
Signaleingang Kanal 2 und Eingang für Vertikalablenkung (Y)  
im XY-Betrieb.
- 38 **PROBE ADJUST** (Anschlusskontakt) 22  
Signalausgang mit Rechtecksignal 1 kHz / 1 MHz zur Frequenz-  
Kompensation von Tastköpfen mit Teilungsfaktor.
- 39 **PROBE ADJUST** (Anschlusskontakt) 22  
Masseanschluss des Signalausgangs.
- 40 **EXT. TRIG / Z-INP** (BNC-Buchse) 22  
Eingang für externe Triggersignale oder Helligkeitsmodulation  
(Z).
- 41 **CH1** (Mode Taste mit LED-Anzeige) 22  
Aktivieren des Signaleingangs Kanal 1 (CH1) oder Zugriff auf  
den Setup-Speicher 1 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung  
wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.
- 42 **CH2** (Mode Taste mit LED-Anzeige) 22  
Aktivieren des Signaleingangs Kanal 2 (CH2) oder Zugriff auf  
den Setup-Speicher 2 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung  
wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.
- 43 **DUAL** (Mode Taste mit LED-Anzeige) 22  
Aktivieren der Vertikalbetriebsart DUAL (Zweikanalbetrieb)  
oder Zugriff auf den Setup-Speicher 3 für Geräteeinstellungen.  
Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste  
angezeigt.
- 44 **ADD** (Mode Taste mit LED-Anzeige) 23  
Aktivieren der Vertikalbetriebsart ADD (Additionsbetrieb) oder  
Zugriff auf den Setup-Speicher 4 für Geräteeinstellungen. Die  
Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste  
angezeigt.
- 45 **XY** (Mode Taste mit LED-Anzeige) 23  
Aktivieren der Vertikalbetriebsart XY (-Betrieb) oder Zugriff auf  
den Setup-Speicher 5 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung  
wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.
- 46 **COMP** (Mode Taste mit LED-Anzeige) 23  
Einschalten des COMPONENT-Testers oder Zugriff auf den  
Setup-Speicher 6 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird  
durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.
- 47 **COMP. TESTER** (2 Buchsen mit Ø 4 mm) 23  
Anschluss der Testkabel für den Componenten-Tester. Linke  
Buchse (Massebuchse) ist galvanisch mit dem Netzschutzleiter  
verbunden.



## Allgemeine Grundlagen

## Art der Signalspannung

Das Oszilloskop HM400 erfasst im Echtzeitbetrieb praktisch alle sich repetierend wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 40 MHz (–3 dB) und Gleichspannungen. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, dass die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. 14 MHz zunehmender Messfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 25 MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Vertikalverstärker (–3 dB zwischen 40 MHz und 45 MHz) ist der Messfehler nicht ganz 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 des Vertikalverstärkers. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der HOLD OFF-Zeit erforderlich. Fernseh-Video-Signale (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des aktiven TV-Sync-Separators leicht triggerbar.

**Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.** Beispielsweise wird bei 40 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit mit Dehnung  $\times 10$  (10 ns/DIV) eine Signalperiode über 2,5 DIV geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker kann jeder Vertikalverstärker-Eingang mit AC- oder DC-Kopplung betrieben werden (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung DC kann auch bei sehr niedrigen Frequenzen gemessen werden bzw. es kann so auch der Gleichspannungsanteil der Signalspannung erfasst werden. Unbedingt sollte mit vorgeschaltetem Tastteiler gemessen werden.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz ca. 1,6 Hz für –3 dB). In diesem Fall 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 gewählte Eingangskopplung wird mit einer leuchtenden Taste angezeigt (siehe „Bedienelemente“).

## Größe der Signalspannung

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

tialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung, so wie die Spannung auf dem Bildschirm angezeigt wird.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muss der sich für  $V_{SS}$  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 zu  $V_{SS}$  haben. Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 DIV hohes Bild beträgt  $1 \text{ mV}_{SS} (\pm 5\%)$ , wenn der Ablenkkoeffizient 1 mV ausgewählt ist und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkkoeffizienten sind in  $\text{mV}_{SS}/\text{DIV}$  oder  $V_{SS}/\text{DIV}$  angeben.

Für Amplitudenmessungen muss sich die Feineinstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit kontinuierlich verringert werden (siehe „Bedienelemente“). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit Signale bis ca.  $400 V_{SS}$  darstellbar (Ablenkkoeffizient  $20 \text{ V}/\text{DIV} \times \text{Feineinstellung } 2,5:1 \times \text{Rastertaste } 8 \text{ DIV}$ ).

Soll die Größe der Signalspannung ermittelt werden, genügt es ihre in DIV ablesbare Signalthöhe mit dem angezeigten (kalibrierten) Ablenkkoeffizienten zu multiplizieren.



**Ohne Tastteiler darf die Spannung am Y-Eingang 400 V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.**

Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der maximal zulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. –400 V. Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal  $800 V_{SS}$  betragen.



**Beim Messen mit Tastteilern sind deren möglicherweise höheren 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 (400 V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem  $1 \text{ M}\Omega$  Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangskopplungskondensator für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, dass bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt. Diese frequenzabhängige Teilung ist durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt. Bei Frequenzen  $\geq 40 \text{ Hz}$  kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit HAMEG Tastteilern des Typs HZ154 (10:1 Teilverhältnis) Gleichspannungen bis 400 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis  $800 V_{SS}$  gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis  $2400 V_{SS}$  messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, dass der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann.

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

Mit der auf GND geschalteten Eingangskopplung und dem POSITION-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als Referenzlinie für Massepotential eingestellt werden. Sie kann beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen des Massepotentials zahlenmäßig erfasst werden sollen.

## 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 LED's rund um den TIME/DIV-Drehknopf angezeigt und in ms/DIV,  $\mu$ s/DIV und s/DIV angegeben.

Soll die Dauer eines Signals ermittelt werden, genügt es seine in DIV ablesbare Dauer mit dem angezeigten (kalibrierten) Ablenkkoeffizienten zu multiplizieren. Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, kann man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG x10) arbeiten.

Durch Drehen des HORIZONTAL-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden. Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impulsanstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

## 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“ beschrieben.



### Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang!

Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf AC und der Eingangsteilerschalter auf 20 V/DIV stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, dass die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker völlig übersteuert. Dann ist der Ablenkkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3 bis 8 DIV hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als 160  $V_{SS}$  großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten, dessen Spannungsfestigkeit dem zu messenden Signal genügen muss. Ist die Periodendauer des Messsignals wesentlich länger als der eingestellte Zeit-Ablenkkoeffizient, verdunkelt sich der Strahl. Dann sollte der Zeit-Ablenkkoeffizient 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 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muss die Mess-Spannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50  $\Omega$ ) angepasst sein.

Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50- $\Omega$ -Kabels, wie z.B. HZ34, ist hierfür von HAMEG der 50- $\Omega$ -Durchgangsabschluss HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluss an den Flanken und Dächern störende Einschwing-

verzerrungen sichtbar. Auch höherfrequente (>100kHz) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlusskabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden.

Dabei ist zu beachten, dass man den Abschlusswiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10  $V_{eff}$  oder – bei Sinussignal – mit 28,3  $V_{SS}$  erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluss erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlusskabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepasst. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 M $\Omega$  || 12 pF bei 10:1 Teilern bzw. 100 M $\Omega$  || 5 pF bei 100:1 Teilern). 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 genaueres 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 HZ154 (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, dass defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1 MHz umschaltbaren Generators, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM400 kaum merklich geändert und die Wiedergabetreue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.



### Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muss bei Spannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden.

Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt, belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (DC + Spitze AC) hat.

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

### 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).

Mit der roten Netztaaste POWER **1** wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Das Oszilloskop führt dann einen Selbsttest durch. Treten dabei Fehler auf, ertönen 5 kurze akustische Signale. In diesem Fall wird empfohlen das Oszilloskop zur Überprüfung in eine Service Werkstatt zu senden. Nach dem Selbsttest übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen.

Wird nach ca. 20 Sekunden Aufheizzeit kein Strahl sichtbar, sollte die AUTOSET-Taste **10** betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, kann mit den ADJUST-Tasten „+“ **3** und „-“ **2** und der Taste SELECT **7** 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.

Es wird empfohlen, vor Beginn der Arbeiten die Taste AUTOSET zu drücken. Im Bedienfeld TRIGGER sollte die Taste AC und CH1 (Kanal 1) ausgewählt sein (bzw. leuchten).

### Strahldrehung TRACE

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).

### Tastkopf-Abgleich und Anwendung

Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muss er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepasst werden. Ein im HM400 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5 ns am ca. 0,2 V<sub>SS</sub>-Ausgang) dessen Frequenz mit dem TIME/DIV Drehknopf umschaltbar ist (siehe auch unter „Bedienelemente“). Das Rechtecksignal kann den beiden Anschlusskontakten unterhalb des Bedienfeldes entnommen werden. Die Anschlusskontakte liefern

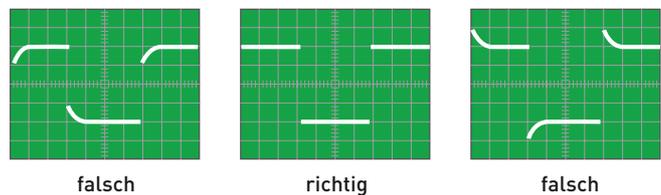


ca. 0,2 V<sub>SS</sub> für Tastteiler 10:1. Diese Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von ca. 4 DIV Höhe, wenn der Eingangsteilerschalter auf den Ablenkkoeffizienten 5mV/DIV eingestellt ist.

### Abgleich 1 kHz

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 TRACE“).

Tastteiler 10:1 an den INPUT CH1-Eingang anschließen, keine Taste drücken, Eingangskopplung auf DC stellen, mit Eingangsteiler (VOLTS/DIV) ca. 4 DIV Signalthöhe (5mV/DIV bei 10:1 Teilverhältnis) einstellen und TIME/DIV.-Schalter auf 0,2 ms/DIV schalten (beide kalibriert), Tastkopf an den PROBE ADJUST-Anschlusskontakt anklammern (siehe Abbildung).



Auf dem Bildschirm sind 2 Signalperioden 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 1 kHz). Dann sollte die Signalthöhe ca. 4 DIV ±0,12 DIV (= 3%) sein. Die Signalflanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

### Abgleich 1 MHz

Die mitgelieferten Tastköpfe besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es möglich ist, den Tastkopf im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen.

Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überswingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt.

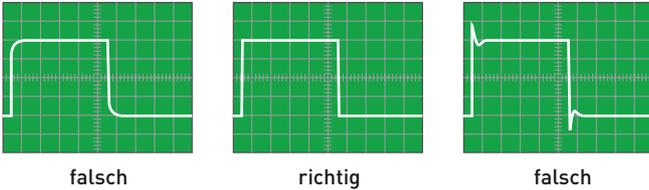
Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 5 ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von 0,2 V<sub>SS</sub> abgibt. Der PROBE ADJUST-Ausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen, wenn 1 MHz als Signalfrequenz gewählt wurde.

Tastteiler 10:1 an den Eingang anschließen, auf den bezogen der Tastkopf kompensiert werden soll. PROBE ADJUST-Signal 1 MHz mit dem TIME/DIV Drehknopf wählen (siehe auch unter „Bedienelemente“), Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler (VOLTS/DIV) auf 5mV/DIV und Zeitbasis (TIME/DIV) auf 100 ns/DIV stellen (beide kalibriert). Tastkopf an den PROBE ADJUST-Anschlusskontakt anklammern. Auf dem Bildschirm ist ein Spannungsverlauf 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 ver-rundet, noch mit Überschwingen erfolgt. Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1 MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie zuvor beim 1 kHz-Abgleich.



Es wird darauf hingewiesen, dass die Reihenfolge erst 1 kHz, dann 1 MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muss, und dass die Generator-Frequenzen 1 kHz und 1 MHz nicht zur Zeit-Eichung (aufgrund von Frequenzabweichungen) verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab.

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

**Betriebsarten der Vertikalverstärker**

Die für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Mode Tasten: CH1 (41), CH2 (42), DUAL (43), ADD (44) und XY (45).

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente" 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 1-Betrieb.
2. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal 2-Betrieb.
3. Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL-Betrieb (Zweikanal).
4. Die Darstellung eines Signals, welches aus der algebraischen Summe oder Differenz (Addition) 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“). Die Kanalschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopmode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten  $\leq 500 \mu\text{s}/\text{DIV}$  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 (ADD) vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert (+CH1  $\pm$ CH2). 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 2 nicht invertiert = Summe.
- Kanal 2 invertiert (INV) = Differenz.

**Gegenphasige Eingangsspannungen:**

- Kanal 2 nicht invertiert = Differenz.
- Kanal 2 invertiert (INV) = Summe.

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

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, dass bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteiler nicht mit dem Messobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

**XY-Betrieb**

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit XY (45) bezeichnete Mode Taste. Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente" unter Punkt (45) beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal 1 (INPUT CH1 (X) = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal 1 werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der X-POSITION-Drehknopf (17) zu benutzen. Der Positionsdrehknopf (8) von Kanal 1 ist im XY-Betrieb unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die X-Dehnung x10 ist unwirksam. Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz [-3dB] des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

 **Eine Umpolung des Y-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal 2 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.

**Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)**

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form lässt sich sehr einfach im Yt-Zweikanalbetrieb (DUAL) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Alternativ kann ein Phasenvergleich auch mit einer Lissajous-Figur im XY-Betrieb durchgeführt werden.

Zu dieser Einstellung können ohne Einfluss auf das Ergebnis auch die Y-Fein (VAR)-Einsteller (durch Drücken des VOLTS/DIV-Drehknopfs (18) (19) für Amplitude und Zeitablenkung und der TRIGGER LEVEL-Dreh-

knopf **14** benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den POSITION 1 **8** und 2 **11** Drehknöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinusscheitelwerte 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.

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

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

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

### Triggerung und Zeitablenkung

Die für diese Funktionen wichtigsten Bedienelemente [21 - 28] befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt „Bedienelemente“ beschrieben.

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Mess-Signal 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 repetierend wiederholende Spannungsverläufe mit sich repetierend 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 Mess-Signal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte mit dem Mess-Signal 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 Mess-Signal 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  $V_{SS}$  zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

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

### Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE- $\swarrow \searrow$  **13**, TRIGGER-LEVEL **14** und TRIGGER **23**..**28** unter „Bedienelemente“ zu entnehmen.

Mit dem Betätigen der AUTOSET-Taste **10** wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung wird die Spitzenwertfassung automatisch abgeschaltet, während die Funktion der Trigger-Automatik erhalten bleibt. Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann repetierend ausgelöst, wenn keine Messwechsel-Spannung oder externe Triggerwechsel-Spannung

anliegt. Ohne Messwechsel-Spannung 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-Drehknopf **14** ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Sein Einstellbereich stellt sich automatisch auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form. Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und ca. 100 : 1 ändern, ohne dass die Triggerung ausfällt. Es ist dabei unter Umständen erforderlich, dass der TRIGGER-LEVEL-Drehknopf fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den TRIGGER-LEVEL-Drehknopf 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 Mess-Signal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 5 Hz.

### Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE- $\swarrow \searrow$  **13**, TRIGGER-LEVEL **14** und TRIGGER **23**..**28** unter „Bedienelemente“ zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Fein-Einstellung (VAR.) und die HOLD-OFF-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-Drehknopf erfassbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals.**

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1 DIV, 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 repetierend wiederkehrenden Pegelwerten, die u. U. erst bei gefühlvollem Drehen des Trigger-LEVEL Einstellers gefunden werden.

### Flankenrichtung $\swarrow \searrow$

Die mit der SLOPE  $\swarrow \searrow$  -Taste **13** eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird durch die leuchtende bzw. nicht leuchtende Taste angezeigt. Siehe auch unter „Bedienelemente“. 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 SLOPE- $\swarrow \searrow$  **13**, TRIGGER-LEVEL **14** und TRIGGER **23**..**28** unter „Bedienelemente“ zu entnehmen. Mit AUTOSET **10** bleibt die eingestellte DC- oder AC-

Triggerkopplung erhalten. 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 Triggereinrichtung angekopfelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Mess-Signals getriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.
- 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 angekopfelt. 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.

**LINE ~ (Netztriggerung):** siehe Absatz „Netztriggerung“

**TV:** siehe folgenden Absatz, TV (Videosignal-Triggerung)

## TV (Videosignal-Triggerung)

Mit dem Einschalten der TV-Triggerung <sup>(28)</sup> wird der TV-Synchron-Impuls-Separator wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltsänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen. Abhängig vom Messpunkt sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der (Trigger-) Flankenrichtung mit der SLOPE ↗ ↘ -Taste <sup>(13)</sup> 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 fallende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muss die steigende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung unstabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst. Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muss die Signalthöhe der Synchronimpulse mindestens 5 mm betragen.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unterscheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5µs von 64µs für eine Zeile. Bildsynchronimpulse bestehen aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

## Bildsynchronimpuls-Triggerung

Es ist ein dem Messzweck entsprechender Zeit-Ablenkkoeffizient im TIME/DIV.-Feld zu wählen. Für Bildsynchronimpuls-Triggerung muss

sich der TIME/DIV.-Drehknopf <sup>(20)</sup> im Bereich von 0,2s/div. bis 1ms/div. befinden. Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt.



**Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Daher ist bei TV (Videosignal-Triggerung) alternierender DUAL-Betrieb automatisch voreingestellt. Mit einem langen Tastendruck auf die Mode Taste DUAL <sup>(43)</sup> kann zwischen alternierendem DUAL-Betrieb und geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb manuell umgeschaltet werden. Bei Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten wird wieder automatisch der alternierende DUAL-Betrieb voreingestellt.**

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 HOLD OFF-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.-Drehknopf 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. Hierzu muss sich der TIME/DIV.-Drehknopf <sup>(20)</sup> im Bereich von 0,5ms/div. bis 0,1µs/div. befinden. 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

Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder

netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung. Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Bei automatischer Triggerung kann der Triggerpunkt mit dem TRIGGER-LEVEL-Drehknopf (14) im Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden. Bei Normaltriggerung kann der Triggerpunkt auch außerhalb des Bereichs 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 außenstatisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlusswindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Messort feststellen.

### Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der EXT-Taste (24) eingeschaltet. Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die BNC-Buchse EXT. TRIG / Z-INP (40) kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine entsprechende Spannung (siehe Datenblatt) zur Verfügung steht, die synchron zum Messsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Messsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Messfrequenz möglich; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, dass Messsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, dass trotz positiver (Trigger) Flankenwahl die Darstellung des Messsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

 **Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt 100 V (DC + Spitze AC). Die Eingangsimpedanz der BNC-Buchse EXT. TRIG / Z-INP (40) liegt bei etwa 1 MΩ || 15 pF.**

Auch bei externer Triggerung wird die Triggerspannung über die Triggerkopplung geführt. Der einzige Unterschied zur internen Triggerung besteht darin, dass die Ankopplung der Triggerspannung bei allen Triggerkopplungsarten (außer DC-Kopplung!) über einen Kondensator erfolgt. Dadurch beträgt die untere Grenzfrequenz (außer bei DC-Kopplung!) ca. 20 Hz.

### Triggeranzeige TRIG'd

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die TRIG'd (LED)-Anzeige, die unter Punkt (15) im Absatz „Bedienelemente“ aufgeführt ist.

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muss in ausreichender Amplitude am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpunkt) muss auf einen Wert eingestellt sein, der es erlaubt, dass Signalfanken den Triggerpunkt unter- und überschreiten.

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

Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt 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 unter Punkt HOLD OFF / ON (34) unter „Bedienelemente“ zu entnehmen.

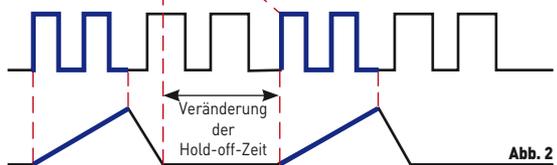
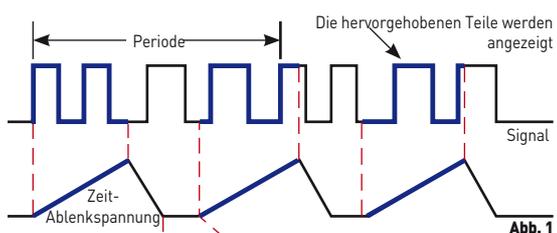
Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollem Durchdrehen des TRIGGER-LEVEL-Drehknopfs (14) bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen ein stehendes Bild durch Betätigung der HOLD OFF / ON -Taste (34) erreicht werden.

Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit (HOLD-OFF-Zeit) 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/ON-Taste (34) zu drücken und der TIME/DIV-Drehknopf (20) langsam nach rechts zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue TRIGGER-LEVEL-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des TIME/DIV-Drehknopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

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



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

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

## AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Punkt AUTOSET **10** unter "Bedienelemente" zu entnehmen.

Wie im Abschnitt „Bedienelemente“ erwähnt, werden – bis auf die POWER-Taste **1** – 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 **10** bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono CH1-, CH2- 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. 6 DIV nicht überschreitet, während im DUAL-Betrieb jedes Signal mit ca. 4 DIV 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 **10** werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- AC- oder DC-Eingangskopplung unverändert bzw. letzte Einstellung vor der Umschaltung auf Masse (GND)
- interne (vom Mess-Signal abgeleitete) Triggerung
- automatische Triggerung
- automatische Wahl der Triggerquelle
- Trigger-LEVEL-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- AC- oder DC-Triggerkopplung unverändert
- keine X-Dehnung x10
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
- Triggerflanke bleibt erhalten
- Strahl sichtbar

Wird AUTOSET betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (AC oder DC) ein. Wenn zuvor DC-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf AC-Triggerkopplung umgeschaltet 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 1 mV/DIV und 2 mV/DIV werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, durch AUTOSET nicht gewählt.



**Liegt ein pulsartiges 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. 5 mm 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 kürzerer Zeit-Ablenkkoeffizient und danach ein höherer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, dass der Puls nicht sichtbar wird.

## Komponenten-Test

Das Oszilloskop HM400 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der COMP-Mode Taste **46** sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluss des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die zugeordneten Buchsen (rechts unter dem Bildschirm). Bei gedrückter COMP-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen **36/37/40** 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 im folgenden Absatz „Tests direkt in der Schaltung“). Außer der SELECT -Taste **7**, den ADJUST-Tasten **2** und **3**, dem X-POSITION -Drehknopf **17** sowie der X-MAG / x10 -Taste **16**, haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluss auf diesen Komponenten-Tester-Betrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den Komponenten-Tester-Buchsen sind zwei einfache Messkabel mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Drücken der COMP-Mode Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.



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



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



**Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!**

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im HM400 integrierter Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50 Hz ( $\pm 10\%$ ) 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  $20\Omega$  und  $4,7k\Omega$  testen.

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

- Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet 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 Kennlinienknick 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 ca. 9 V). 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 > ca. 9 V ist nicht möglich. Das ist im Allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben. Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluss einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlussfolge B-C-E eines unbekanntes Transistortyps schnell ermitteln.

Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen von COMP. TESTER-Buchse mit Masse-Buchse) eine 0 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

Sie sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50 Hz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muss (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Messpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit der COMP. TESTER-Prüfbuchse ohne Massezeichen verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die COMP. TESTER-Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

## Bedienelemente

### 1 POWER

Netz-Tastenschalter mit Symbolen für Ein (I) und Aus (O)-Stellung. Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, schaltet das Oszilloskop in den Normalbetrieb. Im Normalbetrieb werden dann alle vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen.

### 2 ADJUST „-“

Taste ermöglicht die Änderung (- Verminderung) diverser Einstellungen je nach Auswahl mit der Taste SELECT (7).

### 3 ADJUST „+“

Taste ermöglicht die Änderung (+ Erhöhung) diverser Einstellungen je nach Auswahl mit der Taste SELECT (7).

### 4 INTENS – LED

Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT (7) die Helligkeitseinstellung (Intensität) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. In dieser Stellung wirken die Tasten ADJUST „-“ (2) und „+“ (3) als Einsteller für die Strahlintensität (Helligkeit) der Signaldarstellung. Die „-“-Taste verringert, die „+“-Taste verstärkt die Helligkeit. Es sollte immer nur die gerade benötigte Strahlhelligkeit eingestellt werden. Sie hängt von Signalparametern, Oszilloskop-Einstellungen und der Umgebungshelligkeit ab.

### 5 FOCUS – LED

Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT (7) die StrahlschärfEinstellung (Fokus) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. Die FOCUS-Einstellung (Strahlschärfe) ist für die Signaldarstellung wirksam. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab, was in einem gewissen Maße mit dem Einsteller korrigierbar ist. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirms der Strahl auftritt. Bei optimaler Strahlschärfe in Bildschirmmitte nimmt die Strahlschärfe mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab. Die Strahlschärfe sollte für die Signaldarstellung optimal eingestellt werden. Anschließend kann die Strahlschärfe durch weniger Intensität verbessert werden.

### 6 TRACE – LED

Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT (7) die Strahldrehung (Trace) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. Mit den Tasten ADJUST „-“ (2) und „+“ (3) kann der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die Strahlablenkung kompensiert werden, so dass die in Bildschirmmitte befindliche Strahllinie praktisch parallel zur horizontalen Rasterlinie verläuft. Siehe auch „Strahldrehung“ im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“

### 7 SELECT – Taste mit zugeordneten Leuchtdioden (LED) (4) (5) (6)

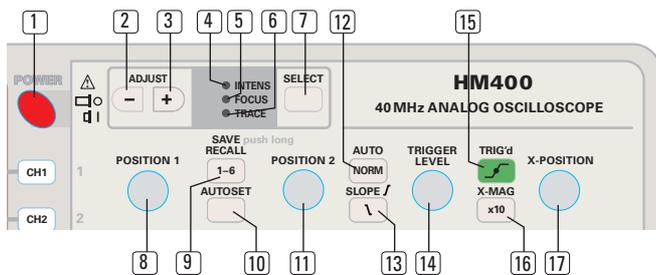
Ermöglicht die Änderung diverser Einstellungen für den Kathodenstrahl (z.B. Intensität, Focus, Strahldrehung) mit den Tasten ADJUST „-“ (2) und „+“ (3), wenn die entsprechende LED leuchtet. Mit jedem kurzen Tastendruck wird auf eine andere Funktion umgeschaltet, welche durch die dann leuchtende LED angezeigt wird.

### 8 POSITION 1 – Drehknopf

Mit dem Drehknopf lässt sich die vertikale Strahlposition für Kanal 1 (CH1) einstellen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe POSITION 1 (8) und POSITION 2 (11) wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POSITION-Funktion abgeschaltet; für X-Positionsänderungen ist der X-POSITION-Drehknopf (17) zu benutzen.

### Gleichspannungsmessung

Liegt kein Signal am Eingang INPUT CH1 (36), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CH1 (36) bzw.



im Additionsbetrieb beide Eingänge INPUT CH1 (36) und INPUT CH2 (37) auf Masse (GND) (30) (32) geschaltet sind und automatische Triggerung AUTO (12) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem POSITION 1-Drehknopf (8) auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten „0-Volt-Strahlposition“ (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

#### 9 SAVE/RECALL – Taste

Bietet den Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher in Verbindung mit den Mode Tasten (41) bis (46). Das Oszilloskop verfügt über 6 Speicherplätze. In diesen können alle Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen abgerufen werden.

#### SAVE

Um einen Speichervorgang einzuleiten, muss die SAVE/RECALL-Taste (9) lang gedrückt werden; dann blinken die Mode Tasten (41) bis (46). Durch Drücken der entsprechenden Mode Taste wird der Speicherplatz gewählt und die vor dem Aufruf der SAVE-Funktion vorliegenden Geräteeinstellungen werden in diesen Speicherplatz geschrieben. Danach leuchten die Mode Tasten nicht mehr. Wurde die SAVE-Funktion versehentlich aufgerufen, kann diese durch erneutes Drücken der SAVE/RECALL-Taste (9) oder einer anderen Taste außer den Mode Tasten, jederzeit wieder abgebrochen werden.

Wird das Oszilloskop ausgeschaltet, werden die letzten Geräteeinstellungen automatisch in einen (von den Speicherplätzen unabhängigen) Speicher geschrieben. Dadurch gehen aktuelle Einstellungen nicht verloren.

#### RECALL

Durch einen kurzen Tastendruck auf die SAVE/RECALL-Taste (9) leuchten die Mode Tasten (41) bis (46). Durch Drücken der entsprechenden Mode Taste wird der Speicherplatz gewählt und die vorher gespeicherten Geräteeinstellungen werden von diesem Speicherplatz abgerufen und vom Oszilloskop übernommen. Danach leuchten die Mode Tasten nicht mehr. Wurde die RECALL-Funktion versehentlich aufgerufen, kann diese durch erneutes Drücken der SAVE/RECALL-Taste oder einer anderen Taste außer den Mode Tasten, jederzeit wieder abgebrochen werden.



**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.**

#### 10 AUTOSET – Taste

Die Taste bewirkt eine sinnvolle, signalbezogene, automatische Geräteeinstellung (siehe im Abschnitt AUTOSET). Auch wenn Component Tester- oder XY-Betrieb vorliegen, schaltet AUTOSET in die zuletzt benutzte Yt-Betriebsart (CH 1, CH 2 oder DUAL).

#### 11 POSITION 2 – Drehknopf

Mit dem Drehknopf lässt sich die vertikale Strahlposition für Kanal 2 (CH2) einstellen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe POSITION 1 (8) und POSITION 2 (11) wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POSITION-Funktion eingeschaltet; für X-Positionänderungen ist der X-POSITION-Drehknopf (17) zu verwenden.

#### Gleichspannungsmessung

Liegt kein Signal am Eingang INPUT CH2 (37), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CH2 (37) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge INPUT CH1 (36) und INPUT CH2 (37) auf Masse (GND) (30) (32) geschaltet sind und automatische Triggerung AUTO (12) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem POSITION 2-Drehknopf (11) auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich), ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten „0-Volt-Strahlposition“ (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

#### 12 AUTO / NORM – Taste mit LED-Anzeige

Ermöglicht durch kurzen Tastendruck die Auswahl zwischen Automatischer Triggerung (AUTO) und Normal-Triggerung (NORM). Automatische Triggerung liegt vor, wenn die Taste nicht leuchtet. Bei Normal-Triggerung leuchtet die Taste.

#### AUTO

Die automatische Triggerung kann mit und ohne Spitzenwertfassung erfolgen. In beiden Fällen ist der TRIGGER LEVEL-Drehknopf (14) wirksam. Auch ohne Triggersignal bzw. bei ungeeigneten Trigger-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 TRIGGER LEVEL-Drehknopfs (14) durch den positiven und negativen Scheitelwert des Triggersignals begrenzt. Ohne Spitzenwert-Triggerung 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-Triggerung wirksam ist oder nicht, hängt von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung ab. Der jeweilige Zustand wird durch den Beginn der Signaldarstellung (Strahlstart) beim Drehen des TRIGGER LEVEL-Drehknopfs (14) erkennbar.

#### NORM

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

#### 13 SLOPE – Taste mit LED-Anzeige

Ermöglicht die Triggerung auf steigende (-/) oder fallende (-\) Signalfanken. Bei der Triggerung auf fallende Signalfanken leuchtet die Taste. Bei der Triggerung auf steigene Signalfanken leuchtet die Taste nicht. Die Triggerflankenwahl kann mit jedem kurzen Tastendruck umgeschaltet werden. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder abfallende Signalfanke die Triggerung auslösen soll.

#### 14 TRIGGER LEVEL – Drehknopf

Mit dem TRIGGER LEVEL-Drehknopf kann die Trigger-Spannung für die Zeitbasis bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder

unterschreiten muss (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. Der Triggerpunkt wird durch den Beginn der Signaldarstellung (Strahlstart) angezeigt. Wird die TRIGGER LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Strahlstarts des Signals. Wenn der Triggerpunkt in einer Richtung das Messraster verlassen hat, kann durch Drücken der AUTOSET-Taste **10** eine getriggerte Signaldarstellung erreicht werden.

### **15** TRIG'd - LED

Anzeige (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 TRIG'd-LED nicht.

### **16** X-MAG / x10 - Taste mit x10 LED-Anzeige

Jeder Tastendruck schaltet die X-Dehnung ein bzw. aus. Leuchtet die X-MAG / x10-Taste, erfolgt eine 10fache X-Dehnung. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalausschnitt mit dem X-POSITION-Drehknopf **17** auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden. Im XY- Betrieb ist die X-MAG / x10-Taste wirkungslos.

### **17** X-POSITION - Drehknopf

Er bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung (X-Position der Zeitlinie). 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 10 cm angezeigt. Mit dem X-POSITION-Drehknopf **17** lässt sich bestimmen, welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

### **18** VOLTS/DIV - Drehknopf (CH1)

Der Drehknopf hat eine Doppelfunktion. Als Kanal 1 (CH1) Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie als Y-Fein-(VAR) -Einsteller durch Drücken des Drehknopfes. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden). Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal 1 aktiv geschaltet ist oder als Triggerquelle Kanal 1 ausgewählt wurde. Kanal 1 ist im CH1- (Mono), DUAL-, Additions- („ADD“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR (CH1) beschrieben.

### **Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter; CH1)**

Sie liegt vor, wenn die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht blinkt. Durch Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht; durch Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1 mV/div. bis 20 V/div. in 1-2-5-Folge eingestellt werden. Bei Feineinstellung (VAR) befindet sich das Oszilloskop im unkalibrierten Betrieb und es blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.

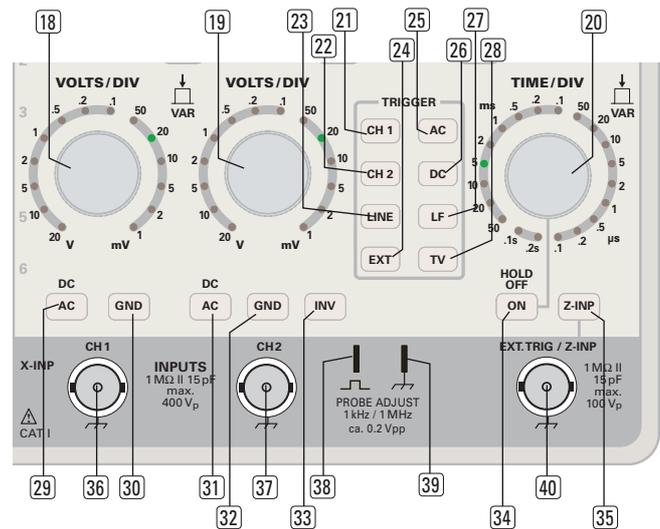
### **VAR (CH1)**

Mit einem kurzen Tastendruck auf den VOLTS/DIV - Drehknopf **18** wird die Funktion des Drehknopfes umgeschaltet und durch Blinken der Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige angezeigt. Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 verändert werden (1-2-5-Folge).

Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige, ist der VOLTS/DIV-Drehknopf **18** als Feineinsteller wirksam. Die Einstellung als Feineinsteller bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf erneut gedrückt wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient ( $Y1 > \dots$ ). Ist die untere Grenze des Feineinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient ( $Y1 < \dots$ ) und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feineinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal.

Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges Drücken – auf die



Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht mehr.

### **19** VOLTS/DIV - Drehknopf (CH2)

Der Drehknopf hat eine Doppelfunktion. Als Kanal 2 (CH2) Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie Y-Fein-(VAR) -Einsteller durch Drücken des Drehknopfes. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden). Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal 2 aktiv geschaltet ist oder als Triggerquelle Kanal 2 ausgewählt wurde. Kanal 2 ist im CH2- (Mono), DUAL-, Additions- („ADD“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feineinsteller-Funktion wird unter VAR (CH2) beschrieben.

### **Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter; CH2)**

Sie liegt vor, wenn die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht blinkt. Durch Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht; durch Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1 mV/div. bis 20 V/div. in 1-2-5-Folge eingestellt werden. Bei Feineinstellung (VAR) befindet sich das Oszilloskop im unkalibrierten Betrieb und es blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.

### **VAR (CH2)**

Mit einem kurzen Tastendruck auf den VOLTS/DIV-Drehknopf **19** wird die Funktion des Drehknopfes umgeschaltet und durch Blinken der Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige angezeigt. Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal 2 verändert werden (1-2-5-Folge).

Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige, ist der VOLTS/DIV-Drehknopf **19** als Feineinsteller wirksam. Die Einstellung als Feineinsteller bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf erneut gedrückt wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient ( $Y2 > \dots$ ). Ist die untere Grenze des Feineinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient ( $Y2 < \dots$ ) und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feineinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal.

Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges Drücken – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht mehr.

### **20** TIME/DIV - Drehknopf

Drehknopf mit Doppelfunktion für den X-Ablenkkoeffizient der Zeitbasis sowie Zeit-Feineinsteller (VAR) durch Drücken des TIME/DIV-

Drehknopfs **20**. Bei Zeit-Fein-Einstellung blinkt die X-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden).

Mit dem TIME/DIV-Drehknopfs **20** wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt und durch Leuchtdioden angezeigt (z.B. „10 µs“). Leuchtet eine der um den Drehknopf angeordneten Leuchtdioden, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter (außer wenn eine Holdoff-Zeit mit der Taste **34** eingeschaltet ist). Er bewirkt die Zeit-Ablenkkoeffizientenum-schaltung in 1-2-5-Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten. Ohne X-Dehnung x10 können Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 200 ms/div. und 100 ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden. Blinkt eine der um den Drehknopf angeordneten Leuchtdioden, wirkt der Drehknopf als Feineinsteller (außer wenn eine Holdoff-Zeit eingeschaltet ist). Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verkleinerung des Ablenkkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb, kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges Drücken des TIME/DIV-Drehknopfs – auf die kalibrierte Zeitbasisschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann blinkt die X-Ablenkkoeffizient-Anzeige nicht mehr.

#### **21 CH1** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Kanal 1 (CH1) als interne Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.



Der Begriff „interne Triggerquelle“ beschreibt, dass das Triggersignal vom Mess-Signal stammt.

#### **22 CH2** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Kanal 2 (CH2) als interne Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

#### **23 LINE** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die Netztriggerung als Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.



Der Begriff „Netztriggerung“ bedeutet, dass das Triggersignal nicht vom Mess-Signal stammt, sondern von einer Netzwechselspannung aus dem Netzteil des Oszilloskops.

#### **24 EXT** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Triggereingang EXT. TRIG / Z-INP **40** als externe Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet. Der externe Helltasteingang Z-INP zur Helligkeitsmodulation wird durch diese Taste abgeschaltet.



Der Begriff „externe Triggerquelle“ bedeutet, dass das Triggersignal nicht vom Mess-Signal sondern von einer externen Triggerspannung stammt.

#### **25 AC** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die AC Triggerkopplung (Wechselspannungskopplung) ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

#### **26 DC** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die DC Triggerkopplung (Gleichspannungskopplung) ausgewählt werden. Die Spitzenwertfassung ist abgeschaltet. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

#### **27 LF** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die LF Triggerkopplung (Niederfrequenzkopplung) ausgewählt werden. Die Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile erfolgt durch Ankopplung des Triggersignals über einen Tiefpass. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

#### **28 TV** – Taste mit LED-Anzeige

Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die TV-Signaltriggerung für Videosignale (Bild- / Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung) ausgewählt werden.

Für Bild-Synchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf **20** im Bereich von 0,2s/div. bis 1 ms/div. befinden. Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt.

Für Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf **20** im Bereich von 0,5 ms/div. bis 0,1 µs/div. befinden. Bei der 10 µs/div.-Einstellung können einzelne Zeilen dargestellt werden. Es sind ca. 1½ Zeilen sichtbar. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

#### **29 DC / AC** – Taste mit LED-Anzeige (CH1)

Durch einen kurzen Tastendruck kann die DC oder AC Eingangskopplung (Gleich- / Wechselspannungskopplung) von Kanal 1 (CH1) ausgewählt werden. Bei AC Eingangskopplung leuchtet die Taste.

#### **30 GND** – Taste mit LED-Anzeige (CH1)

Durch einen kurzen Tastendruck kann der Signaleingang Kanal 1 (CH1) abgeschaltet werden. 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 abgeschaltetem Eingang leuchtet die Taste. Bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung.

#### **31 DC / AC** – Taste mit LED-Anzeige (CH2)

Durch einen kurzen Tastendruck kann die DC oder AC Eingangskopplung (Gleich- / Wechselspannungskopplung) von Kanal 2 (CH2) ausgewählt werden. Bei AC Eingangskopplung leuchtet die Taste.

#### **32 GND** – Taste mit LED-Anzeige (CH2)

Durch einen kurzen Tastendruck kann der Signaleingang Kanal 2 (CH2) abgeschaltet werden. 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 abgeschaltetem Eingang leuchtet die Taste. Bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung.

#### **33 INV** – Taste mit LED-Anzeige (CH2)

Durch einen kurzen Tastendruck kann zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Signals von Kanal 2 (CH2) umgeschaltet werden. Bei eingeschalteter Invertierung leuchtet die Taste und es erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung des an Kanal 2 (CH2) anliegenden Signals. Bei nicht invertiertem Eingang leuchtet die Taste nicht.

#### **34 HOLD OFF / ON** – Taste mit LED-Anzeige

Durch einen kurzen Tastendruck kann eine Holdoff-Zeit eingeschaltet

werden. Der TIME/DIV-Drehknopf **20** wirkt dabei als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei eingeschalteter Holdoff-Zeit leuchtet die Taste **34**. Wird der TIME/DIV-Drehknopf **20** im Uhrzeigersinn gedreht vergrößert sich die Holdoff-Zeit. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegen gesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde. Die zuletzt eingestellte Holdoff-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert zurück gesetzt, wenn die Holdoff-Zeit mit der Taste **34** abgeschaltet wird (Taste **34** leuchtet nicht mehr), um z.B. eine andere Zeitbasiseinstellung mit dem TIME/DIV-Drehknopf **20** zu wählen. Durch kurzes Drücken des TIME/DIV-Drehknopfes **20** kann zwischen Holdoff-Zeiteinstellung und Zeit-Feineinstellung wechselseitig umgeschaltet werden (Über die Anwendung der „Holdoff-Zeiteinstellung“ siehe der gleichnamige Absatz).

### **35** Z-INP – Taste mit LED-Anzeige

Mit einem kurzen Tastendruck kann die Funktion des Eingangs EXT. TRIG / Z-INP **40** (BNC-Buchse) geändert werden. Der Eingang kann wahlweise als externer Triggereingang oder als externer Helligkeitseingang zur Helligkeitsmodulation (Z-Strahlhelligkeit) dienen. Bei eingeschaltetem Helligkeitseingang (Z) leuchtet die Taste. In Verbindung mit „externer Triggerung“ oder „Component Tester“-Betrieb wird die Helligkeitsmodulation (Z) nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet. Mit 0 Volt am Helligkeitseingang (Z) bleibt der Strahl hellgetastet; +5 Volt (TTL-Pegel) bewirken die Dunkelastung des Strahls. Höhere Spannungen als +5 Volt sind zur Helligkeitsmodulation des Strahls unzulässig.

### **36** INPUT CH1 – BNC-Buchse

Diese Buchse dient als Signaleingang für den Messverstärker von Kanal 1 sowie als Eingang für die Horizontalablenkung im XY-Betrieb. Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den X-Messverstärker geschaltet. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Signaleingang sind die Tasten DC/AC **29** und GND **30** zugeordnet.

### **37** INPUT CH2 – BNC-Buchse

Diese Buchse dient als Signaleingang für den Messverstärker von Kanal 2 sowie als Eingang für die Vertikalablenkung im XY-Betrieb. Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den Y-Messverstärker geschaltet. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Signaleingang sind die Tasten DC/AC **31**, GND **32** und INV **33** zugeordnet.

### **38** PROBE ADJUST – Anschlusskontakt

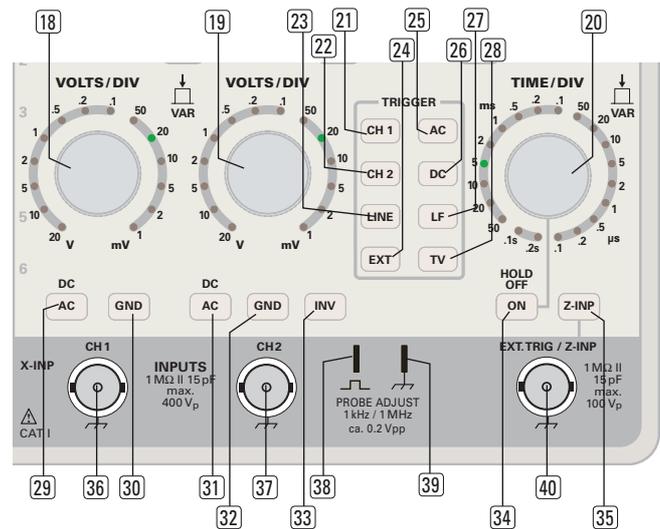
An diesem Signalausgang kann ein Rechtecksignal von ca. 1 kHz / 1 MHz zur Frequenz-Kompensation von Tastköpfen mit Teilungsfaktor entnommen werden. Die Ausgangsimpedanz beträgt ca. 50 Ω. Bei hochohmiger Last (Oszilloskop ca. 1 MΩ, Digitalvoltmeter ca. 10 MΩ) beträgt die Ausgangsspannung ca. 0,2V<sub>SS</sub> (rechteckförmige Wechselfspannung). Die wählbaren Wechselfspannungen werden als Rechtecksignale zum Tastkopf abgeleitet bzw. zur Beurteilung des Frequenzverhaltens angeboten. Dabei sind die Frequenzgenauigkeit und auch das Tastverhältnis nicht von Bedeutung. Die Signalfrequenz des Rechtecksignals ist abhängig von der Einstellung des Zeitablenkkoeffizienten (Zeitbasis). Im Bereich von 0,2s/div. bis 100µs/div. liegt die Signalfrequenz 1 kHz an und im Bereich von 50µs/div. bis 100ns/div. die Signalfrequenz 1 MHz. Unter „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ beschreibt der Abschnitt „Tastkopf-Abgleich und Anwendung“ die wichtigste Anwendung dieses Signals.

### **39** PROBE ADJUST – Anschlusskontakt

An diesen Anschlusskontakt des Signalausgangs wird der Massering des Tastkopfs angeschlossen.

### **40** EXT. TRIG / Z-INP – BNC-Buchse

Dieser Eingang kann als externer Triggereingang oder zur Helligkeitsmodulation Z (Strahlhelligkeit) dienen. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1 MΩ || 15 pF. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Mit einem kurzen



Tastendruck auf die Z-INP-Taste **35** kann die Funktion des Eingangs geändert werden.

### EXT. TRIG

Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für [externe] Triggersignale wirksam, wenn die Z-INP-Taste **35** nicht leuchtet. Die Triggerquelle wird mit den Tasten **21** ... **24** bestimmt. Bei externer Triggerung wird die Z-Modulation automatisch abgeschaltet.

### Z-INP

Z-Modulation ist möglich, wenn die Z-INP-Taste **35** leuchtet. In Verbindung mit „externer Triggerung“ oder COMPONENT TESTER-Betrieb ist die Z-Modulation nicht möglich bzw. wird automatisch abgeschaltet. Die Dunkelastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5 Volt zur Strahlmodulation zulässig.

### **41** bis **46** Mode-Tasten mit mehreren Funktionen:

Umschaltung auf CH1- oder CH2- (Einkanal), DUAL- (Zweikanal), Additions-, XY- und Component Tester -Betrieb. Liegt Einkanal-Betrieb CH 1 oder CH 2 vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck auf die Mode-Taste DUAL **43** die Umschaltung auf DUAL-Betrieb. Die angezeigte Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Die Umschaltung auf XY-Betrieb kann vom Einkanal-Betrieb ausgehend direkt erfolgen, indem die Mode-Taste XY **45** gedrückt wird. Liegt XY-Betrieb vor, genügt ein kurzer Tastendruck auf die Mode-Taste DUAL **43** um wieder auf DUAL-Betrieb umzuschalten. Die aktuell eingestellte Betriebsart wird durch leuchtende Mode-Tasten **41** ... **46** angezeigt.

### **41** CH1 – Mode-Taste mit LED-Anzeige

Zum Aktivieren des Signaleingangs Kanal 1 (CH1) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 1. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal 1 umgeschaltet und die Triggerquelle durch die leuchtende Taste **21** angezeigt. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV-Drehknopfs **18** bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam.

### **42** CH2 – Mode-Taste mit LED-Anzeige

Zum Aktivieren des Signaleingangs Kanal 2 (CH2) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 2. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal 2 umgeschaltet und die Triggerquelle durch die leuchtende Taste **22** angezeigt. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV-Drehknopfs **19** bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam.

### **43** DUAL – Mode-Taste mit LED-Anzeige

Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart DUAL (Zweikanalbetrieb) oder

Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 3. Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Im DUAL-Betrieb bieten sich die Möglichkeiten „gechoppeter“ DUAL-Betrieb oder „alternierender“ DUAL-Betrieb für die Kanalschaltung an. Die aktivierte Betriebsart DUAL-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste DUAL (43) angezeigt.

#### DUAL-(Zweikanal) Betrieb:

Bei Chopper (Zerhacker)-Kanalschaltung wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal 1 und 2 umgeschaltet. Bei alternierender Kanalschaltung wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt. Die alternierende- bzw. choppernde Kanalschaltung wird automatisch von dem eingestellten Zeit-Ablenkkoeffizienten bestimmt. Diese Einstellung kann durch einen langen Tastendruck auf die Mode Taste DUAL (43) auch manuell voreingestellt werden. Durch eine Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten mit dem TIME/DIV-Drehknopf (20) wird automatisch wieder die zuvor eingestellte Kanalschaltung bestimmt.

#### (44) ADD – Mode-Taste mit LED-Anzeige

Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart ADD (Additionsbetrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 4. Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Trigger-Quelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Die aktivierte Betriebsart Additions-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste ADD (44) angezeigt.

#### 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 POSITION-Drehknöpfen (8) (11) beeinflusst werden.

#### (45) XY – Mode-Taste mit LED-Anzeige

Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart XY (-Betrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 5. Die aktivierte Betriebsart XY-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste XY (45) angezeigt.

#### XY-Betrieb

Bei XY-Betrieb sind folgende Anzeigen abgeschaltet:

1. die Anzeige des Zeitablenkkoeffizienten,
2. die Anzeige der Triggerquelle, -flanke und -kopplung, Triggersignal und Holdoff-Zeit.

Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen.

Die diesen Anzeigen zugehörigen Bedienelemente sind ebenfalls abgeschaltet. Der POSITION 1-Drehknopf (8) und der TRIGGER-LEVEL-Drehknopf (14) sind ebenfalls unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem X-POSITION Drehknopf (17) vorgenommen werden.

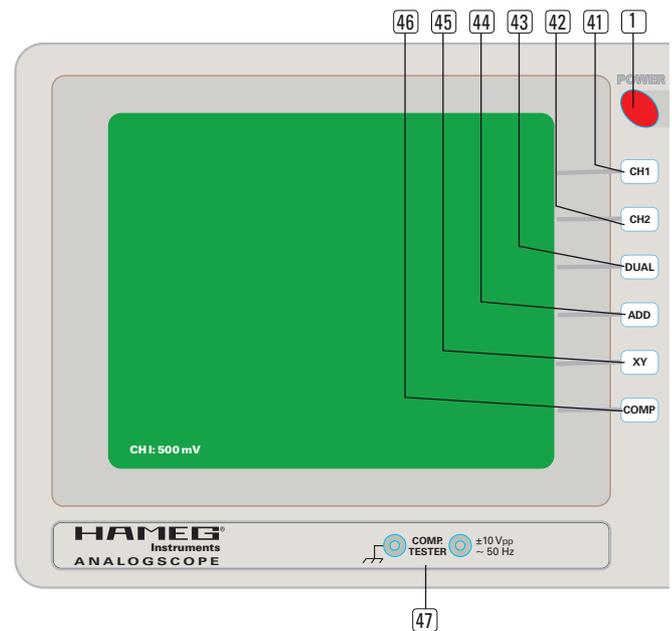
#### (46) COMP – Mode Taste mit LED-Anzeige

Zum Einschalten des COMPONENT-Tester oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 6. Die aktivierte Betriebsart Komponententester-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste COMP (46) angezeigt. Durch einen kurzen Tastendruck auf eine andere Taste wird der COMPONENT-Tester wieder ausgeschaltet.

#### COMPONENT TESTER-Betrieb

Mit dem Betätigen der Mode Taste COMP (46) (Komponententester-Taste), kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb umgeschaltet werden. Siehe auch im Abschnitt „Komponenten-Test“. In dieser Betriebsart sind folgende Bedienelemente und LED-Anzeigen von Bedeutung:

- ADJUST „+“ „-“ Tasten (2) (3) mit den zugeordneten LEDs INTENS (4), FOCUS (5) und TRACE (6).
- X-POSITION-Drehknopf (17).



Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluss des Bauelements mit der rechten 4mm Buchse (47) verbunden. Der zweite Anschluss des Bauelements erfolgt über die linke 4mm Buchse (Massebuchse) (46). Wenn der Komponententester durch Drücken auf eine andere Taste abgeschaltet wird, liegen die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs wieder vor.

#### (47) COMP. TESTER – 2 Buchsen mit Ø 4 mm

Zum Anschluss der Testkabel für den Komponenten-Tester. Die beiden Buchsen sind als 4 mm Bananenstecker-Buchsen ausgeführt. Die linke 4mm Buchse (Massebuchse) (46) ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Diese linke Buchse dient als Bezugspotentialanschluss bei „Component-Tester“-Betrieb, kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Messbezugspotentialanschluss benutzt werden.



Hersteller  
Manufacturer  
Fabricant

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6  
D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG  
DECLARATION OF CONFORMITY  
DECLARATION DE CONFORMITE



Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt  
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product  
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:

Oszilloskop  
Oscilloscope  
Oscilloscope

Typ / Type / Type:

HM400

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 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)  
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  
31. 05. 2008

Unterschrift / Signature / Signatur

Holger Asmussen  
Manager

## General information regarding the CE marking

HAMEG instruments fulfill the regulations of the EMC directive. The conformity test made by HAMEG is based on the actual generic- and product standards. In cases where different limit values are applicable, HAMEG applies the severer standard. For emission the limits for residential, commercial and light industry are applied. Regarding the immunity (susceptibility) the limits for industrial environment have been used.

The measuring- and data lines of the instrument have much influence on emission and immunity and therefore on meeting the acceptance limits. For different applications the lines and/or cables used may be different. For measurement operation the following hints and conditions regarding emission and immunity should be observed:

### 1. Data cables

For the connection between instrument interfaces and external devices, (computer, printer etc.) sufficiently screened cables must be used. Without a special instruction in the manual for a reduced cable length, the maximum cable length of a dataline must be less than 3 meters and not be used outside buildings. If an interface has several connectors only one connector must have a connection to a cable.

Basically interconnections must have a double screening. For IEEE-bus purposes the double screened cable HZ72 from HAMEG is suitable.

### 2. Signal cables

Basically test leads for signal interconnection between test point and instrument should be as short as possible. Without instruction in the manual for a shorter length, signal lines must be less than 3 meters and not be used outside buildings.

Signal lines must be screened (coaxial cable - RG58/U). A proper ground connection is required. In combination with signal generators double screened cables (RG223/U, RG214/U) must be used.

### 3. Influence on measuring instruments

Under the presence of strong high frequency electric or magnetic fields, even with careful setup of the measuring equipment, influence of such signals is unavoidable.

This will not cause damage or put the instrument out of operation. Small deviations of the measuring value (reading) exceeding the instruments specifications may result from such conditions in individual cases.

## 4. RF immunity of oscilloscopes.

### 4.1 Electromagnetic RF field

The influence of electric and magnetic RF fields may become visible (e.g. RF superimposed), if the field intensity is high. In most cases the coupling into the oscilloscope takes place via the device under test, mains/line supply, test leads, control cables and/or radiation. The device under test as well as the oscilloscope may be effected by such fields.

Although the interior of the oscilloscope is screened by the cabinet, direct radiation can occur via the CRT gap. As the bandwidth of each amplifier stage is higher than the total -3dB bandwidth of the oscilloscope, the influence of RF fields of even higher frequencies may be noticeable.

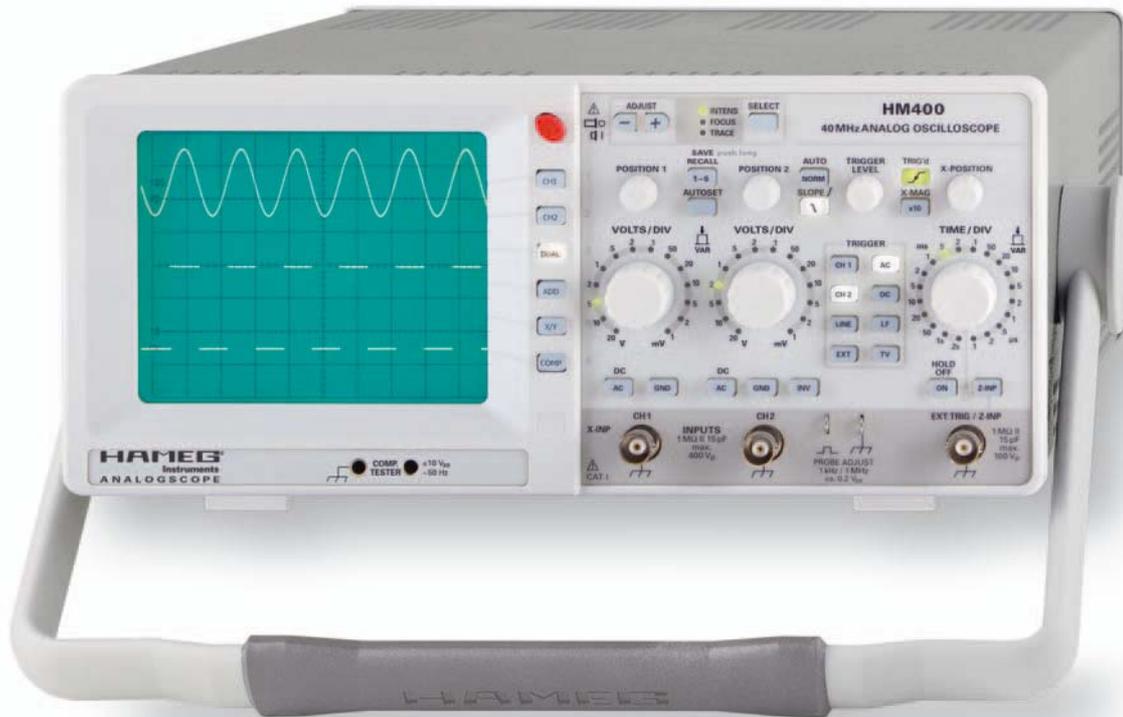
### 4.2 Electrical fast transients / electrostatic discharge

Electrical fast transient signals (burst) may be coupled into the oscilloscope directly via the mains/line supply, or indirectly via test leads and/or control cables. Due to the high trigger and input sensitivity of the oscilloscopes, such normally high signals may effect the trigger unit and/or may become visible on the CRT, which is unavoidable. These effects can also be caused by direct or indirect electrostatic discharge.

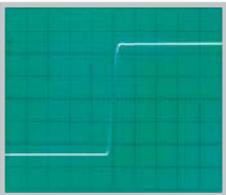
HAMEG Instruments GmbH

|  |           |                                       |           |
|--|-----------|---------------------------------------|-----------|
| Declaration of Conformity                                  | 24        | <b>Function of the controls</b>       | <b>39</b> |
| General information regarding the CE marking               | 24        | ① POWER                               | 39        |
| HM400 Analog Oscilloscope 40MHz                            | 26        | ② ADJUST –                            | 39        |
| Important hints  | 28        | ③ ADJUST +                            | 39        |
| Placement of the instrument                                | 28        | ④ INTENS – LED                        | 39        |
| Removing/mounting the handle                               | 28        | ⑤ FOCUS – LED                         | 39        |
| Safety   | 28        | ⑥ TRACE – LED                         | 39        |
| Proper operation   | 28        | ⑦ SELECT                              | 39        |
| CAT I  | 28        | ⑧ POSITION 1                          | 39        |
| Areas of use of the instrument                             | 29        | ⑨ SAVE/RECALL                         | 40        |
| Environmental conditions.                                  | 29        | ⑩ AUTOSET                             | 40        |
| Maintenance  | 29        | ⑪ POSITION 2                          | 40        |
| Warranty and repair  | 29        | ⑫ AUTO/NORM –LED button.              | 40        |
| Line voltage   | 29        | ⑬ SLOPE – LED button                  | 40        |
|  |           | ⑭ TRIGGER LEVEL – Knob                | 40        |
|  |           | ⑮ TRIG'd – LED                        | 40        |
|  |           | ⑯ X-MAG/ x10 – Button with „x 10“ LED | 40        |
|  |           | ⑰ X-POSITION                          | 41        |
| <b>Overview of the controls</b>                            | <b>30</b> | ⑱ VOLTS/DIV – knob (CH1)              | 41        |
|  |           | ⑲ VOLTS/DIV – knob (CH2)              | 41        |
| <b>Basic signal measurement</b>                            | <b>32</b> | ⑳ TIME/DIV – knob                     | 41        |
| Nature of the signal voltages                              | 32        | ㉑ CH 1 – LED button                   | 41        |
| Amplitude of signals.                                      | 32        | ㉒ CH 2 – LED button                   | 41        |
| Time measurements  | 32        | ㉓ LINE – LED button                   | 41        |
| Applying the signal voltages                               | 32        | ㉔ EXT – LED button                    | 41        |
| First time operation and initial settings                  | 33        | ㉕ AC – LED button                     | 42        |
| Trace rotation   | 33        | ㉖ DC – LED button                     | 42        |
| Probe adjustment and use of probes.                        | 33        | ㉗ LF – LED button                     | 42        |
| 1 kHz adjustment   | 33        | ㉘ TV – LED button                     | 42        |
| 1 MHz adjustment   | 34        | ㉙ DC/AC – LED button for CH 1         | 42        |
|  |           | ㉚ GND – LED button for CH 1           | 42        |
| <b>Operating modes of the vertical amplifier</b>           | <b>34</b> | ㉛ DC/AC – LED button for CH 2         | 42        |
| XY mode  | 34        | ㉜ GND – LED button for CH 2           | 42        |
| Measurement of phase differences in dual channel operation | 35        | ㉝ INV – LED button for CH 2           | 42        |
|  |           | ㉞ HOLD-OFF/ON – LED button            | 42        |
|  |           | ㉟ Z-INP – LED button                  | 42        |
| <b>Triggering and time base</b>                            | <b>35</b> | ㊱ INPUT CH 1 – BNC connector          | 42        |
| Automatic peak-to-peak triggering                          | 35        | ㊲ INPUT CH 2 – BNC connector          | 42        |
| Normal trigger   | 35        | ㊳ PROBE ADJUST – Contact              | 42        |
| SLOPE selection  | 35        | ㊴ PROBE ADJUST – Contact              | 42        |
| Trigger coupling   | 35        | ㊵ EXT.TRIG/Z-INP – BNC connector      | 43        |
| TV (video signal) triggering (PAL)                         | 36        | ㊶ CH 1 – Mode button with LED         | 43        |
| Frame pulse triggering                                     | 36        | ㊷ CH 2 – Mode button with LED         | 43        |
| Line sync triggering                                       | 36        | ㊸ DUAL – Mode button with LED         | 43        |
| LINE triggering  | 36        | ㊹ ADD – Mode button with LED          | 43        |
| External triggering  | 36        | ㊺ XY – Mode button with LED           | 43        |
| Triggered state indicator LED TRIG'd                       | 36        | ㊻ COMP – Mode button with LED         | 43        |
| Hold-off time adjustment                                   | 37        | ㊼ COMPONENT TESTER –                  | 43        |
| <b>AUTOSET</b>   | <b>37</b> |                                       |           |
| <b>Component test</b>                                      | <b>38</b> |                                       |           |
| In-circuit tests   | 38        |                                       |           |

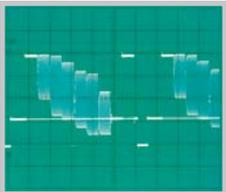
## 40 MHz Analog Oscilloscope HM400



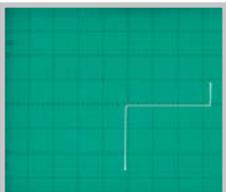
No signal distortion  
resulting from overshoot



Line triggered composite  
video signal



Characteristic of a Z-Diode  
with component test mode



### Reference-Class in sensitivity and input voltage range

2 Channels with deflection coefficients of 1 mV/DIV – 20 V/DIV,  
variable to 50 V/DIV

Time Base: 0.2 s/DIV – 100 ns/DIV,  
with X magnification to 10 ns/DIV

Low noise measuring amplifiers with high pulse fidelity  
and minimum overshoot

Peak to peak trigger for stable triggering from 0 to 50 MHz  
at 0.5 DIV signal level (to 80 MHz at 1 DIV)

Autoset, Save/Recall Memories for 6 instrument settings

Yt- and XY-Mode with Z-Input for intensity modulation

Component characterisation with component tester  
(two terminal network measurement) within service etc.

Low power consumption, no fan

**40 MHz Analog Oscilloscope HM400**

Valid at 23 °C after a 30 minute warm-up period

**Vertical Deflection**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Operating Modes:</b>        | Channel 1 or 2 only<br>Channels 1 and 2 (alternate or chopped)<br>Sum or Difference of CH 1 and CH 2                            |
| <b>Invert:</b>                 | CH 2  |
| <b>XY Mode:</b>                | CH 1 (X) and CH 2 (Y)   |
| <b>Bandwidth [-3 dB]:</b>      |   |
| DC, 5mV/div. – 20V/div.:       | 0 to 40MHz  |
| AC, 5mV/div. – 20V/div.:       | 2Hz to 40MHz  |
| DC, 1mV/div. – 2mV/div.:       | 0 to 10MHz  |
| AC, 1mV/div. – 2mV/div.:       | 2Hz to 10MHz  |
| <b>Rise Time [calculated]:</b> | <35 ns (1 mV/div. – 2 mV/div.)<br><8,75 ns (5 mV/div. – 20 V/div.)  |
| <b>Deflection Coefficient:</b> | 1-2-5 Sequence<br>± 5% (1 mV/div. – 2 mV/div.)<br>± 3% (5 mV/div. – 20 V/div.)<br>Variable (uncalibrated): >2.5:1 to >50 V/div. |
| <b>Input Impedance:</b>        | 1 MΩ    15 pF   |
| <b>Input Coupling:</b>         | DC, AC, GND (ground)  |
| <b>Max. Input Voltage:</b>     | 400 V (DC + peak AC)  |

**Triggering**

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Automatic (Peak to Peak):</b>  | 5 Hz – 50 MHz (≥ 0.5 div.),<br>50 MHz – 80 MHz (≥ 1 div.)        |
| <b>Normal with Level Control:</b> | 0 – 50 MHz (≥ 0.5 div.),<br>50 MHz – 80 MHz (≥ 1 div.)           |
| <b>Slope:</b>                     | positive or negative   |
| <b>Sources:</b>                   | Channel 1 or 2, Line and External                                |
| <b>Coupling:</b>                  | AC (5 Hz – 80 MHz), DC (0 – 80 MHz),<br>LF (0 – 1.5 kHz)         |
| <b>Trigger Indicator:</b>         | LED  |
| <b>External Trigger:</b>          |  |
| <b>Input Impedance:</b>           | 1MΩ    15pF  |
| <b>External Trigger Signal:</b>   | 0,3V <sub>pp</sub> ≤ 5V,<br>DC (0 – 50 MHz), AC (20 Hz – 50 MHz) |
| <b>Max. input voltage:</b>        | 100V (DC + Peak AC)  |
| <b>Active TV sync. separator:</b> | Field and Line, +/-  |

**Horizontal Deflection**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Time Base:</b>               | 0.2 s/div. – 100 ns/div. (1-2-5 Sequence) |
| <b>Accuracy:</b>                | ± 3%                                      |
| <b>Variable (uncalibrated):</b> | > 2.5:1 to > 1.25 s/div.                  |
| <b>X Magnification x 10:</b>    | up to 10 ns/div. (± 5%)                   |
| <b>Accuracy:</b>                | ± 5%                                      |
| <b>Hold-Off Time:</b>           | variable to approx. 10 : 1                |
| <b>XY</b>                       |   |
| <b>Bandwidth X amplifier:</b>   | 0 – 2.5 MHz (-3 dB)                       |
| <b>XY Phase shift &lt;3°:</b>   | < 120 kHz                                 |

**Operation / Readout / Control**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Manual:</b>          | via controls and buttons                    |
| <b>Autoset:</b>         | automatic signal related parameter settings |
| <b>Save and Recall:</b> | 6 instrument parameter settings             |

**Component Tester**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Test Voltage:</b>    | approx. 7V <sub>rms</sub> (open circuit)   |
| <b>Test Current:</b>    | max. 7mA <sub>rms</sub> (short-circuit)  |
| <b>Test Frequency:</b>  | approx. 50 Hz  |
| <b>Test Connection:</b> | 2 banana jacks 4 mm Ø<br>One test circuit lead is grounded via protective earth (PE) |

**Miscellaneous**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>CRT:</b>                          | D14-363GY, 8 x 10 cm with internal graticule   |
| <b>Acceleration Voltage:</b>         | approx. 2 kV   |
| <b>Trace Rotation:</b>               | adjustable on front panel  |
| <b>Z-Input (Intens. modulation):</b> | max. + 5V (TTL), 10 kHz  |
| <b>Probe ADJ Output:</b>             | 1 kHz / 1 MHz Square Wave Signal ca. 0.2V <sub>pp</sub><br>(tr <5 ns) for probe adjustment |
| <b>Power Supply (Mains):</b>         | 105 – 253 V, 50/60 Hz ± 10%, CAT II  |
| <b>Power Consumption:</b>            | approx. 30 Watt at 230V/50 Hz  |
| <b>Ambient temperature:</b>          | 0°C...+40°C  |
| <b>Safety class:</b>                 | Safety class I (EN61010-1)   |
| <b>Weight:</b>                       | approx. 4.8 kg   |
| <b>Dimensions (W x H x D):</b>       | 285 x 125 x 380 mm   |

**Accessories supplied:** Line Cord, Operators Manual, 2 Probes 1:1/10:1 (HZ154) with LF/HF adjustment

www.hameg.com

HM400E/060608/ce · Subject to alterations · © HAMEG Instruments GmbH · ® Registered Trademark · DQS-certified in accordance with DIN EN ISO 9001:2000, Reg.-No.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com

A Rohde & Schwarz Company

## Important hints

Immediately after unpacking check the instrument for any mechanical damage and loose parts inside. In case of transport damage inform the supplier. Do not operate the instrument.

### Symbols



Consult the manual



High voltage



Please observe this note



Ground, earth

### Placement of the instrument

The pictures show how to move the handle into various positions.

- A: Carrying position
- B: Position for horizontal carrying resp. for removing the handle
- C: Horizontal operating position
- D and E: Operating positions with different angles
- F: Position for removing the handle
- T: Position for transport in its shipping carton, the handle will not lock in this position



In order to change the position of the handle, the scope must first be firmly positioned e.g. on a table so that it cannot drop. Pull both knobs of the handle and move it to the desired position. If the knobs are released while moving, the handle will automatically lock in the next possible position.

### Removing/mounting the handle

Removing is possible in positions B and F by pulling it out farther, mounting by doing the reverse.

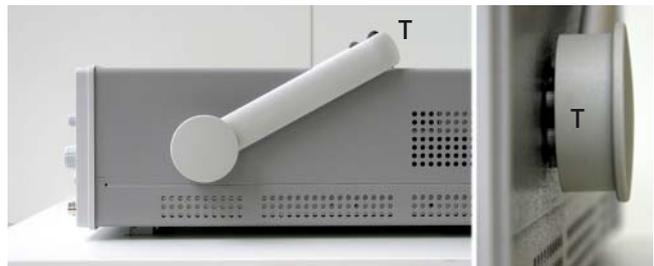
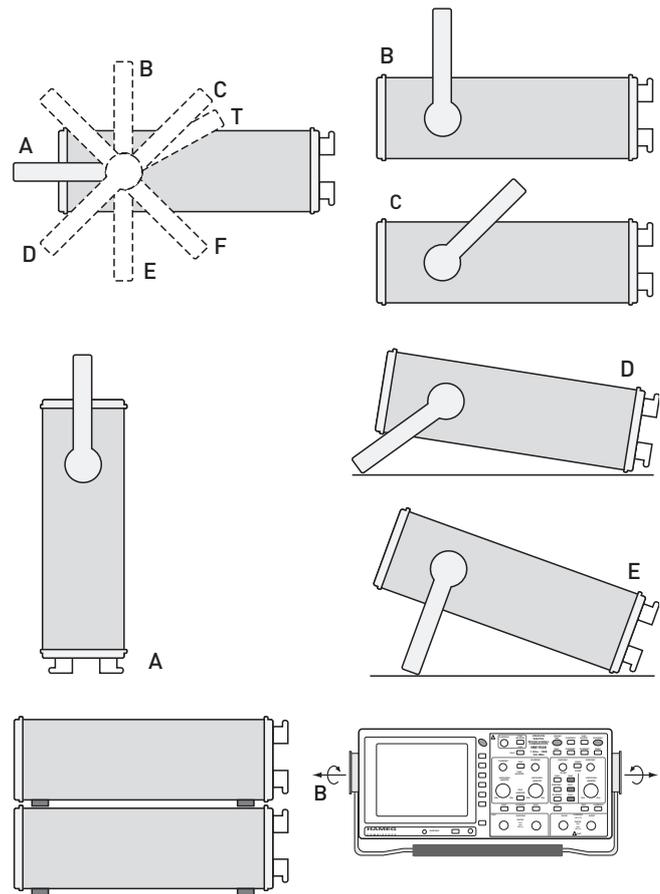
### Safety

This instrument was manufactured and tested according to VDE 0411, part 1, safety norms for electrical measuring, control and laboratory instruments. The instrument left the factory in perfectly safe condition. It fulfills hence also the European norm EN 61010-1 resp. the international norm IEC 1010-1. The user is requested to observe all safety notes in this manual in order to preserve this safe condition and guarantee safe operation. Housing, chassis and measuring signal inputs are connected to the mains safety earth conductor. The instrument fulfills the requirements of safety class I. All metal parts which can be touched were tested with 2200 V<sub>DC</sub> against the mains conductors. For safety reasons the oscilloscope may only be connected to outlets with safety earth conductor. The mains plug must be inserted first before any signals are connected to the instrument. It is prohibited to disconnect the safety earth.

Most electron tubes generate gamma rays. With this instrument the dose remains far below the limit of 36 pA/kg, set by the applicable laws.

Whenever it must be assumed that safe operation is endangered, the instrument must be disconnected and stored in a safe place where inadvertent use is precluded. This assumption is always valid

- if the instrument shows signs of damage
- if the instrument contains loose parts



- if the instrument does not function any more
- if the instrument was stored for an extended period of time under unfavourable ambient conditions (e.g. in the open or in rooms at high humidity)



This instrument is solely destined for use by personnel well familiar with the dangers of electrical measurements!

### Proper operation

Please note: This instrument is only destined for use by personnel well instructed and familiar with the dangers of electrical measurements. For safety reasons the oscilloscope may only be operated from mains outlets with safety ground connector. It is prohibited to separate the safety ground connection. The plug must be inserted prior to connecting any signals.

### CAT I

This oscilloscope is destined for measurements in circuits which are not or not directly connected to the mains. Direct measurements (without galvanic isolation) in circuits of the categories II, III or IV are prohibited! The circuits of a measuring object are not directly connected to the

mains if the measuring object is operated via an isolation transformer of safety class II. Indirect measurements on the mains are also possible with special probes, e.g. current probes, which fulfill the requirements of the safety class II. With such measurements the measurement category specified by the manufacturer for the probe has to be observed.

#### Measurement categories

The measurement categories relate to transients on the mains. Such transients are short but very fast (short rise time) voltage or current excursions which may be periodic or not. The amplitude of possible transients increases the shorter the distance to the source of the mains installation is.

**Measurement category IV:** Measurements directly at the source of the mains installation, e.g. at the electricity meters.

**Measurement category III:** Measurements within the mains installations, e.g. at distribution points, power switches, wall outlets, permanently mounted motors etc.

**Measurement category II:** Measurements at circuits which are directly connected to the mains, e.g. household appliances, portable tools etc.

**Measurement category I:** Electronic apparatus and fused circuits within such apparatus.

#### Areas of use of the instrument

The oscilloscope is destined for use in the following areas: industrial, housing, business, workshops.

#### Environmental conditions.

The permissible operating temperature range is 0 to + 40 degr. C. During storage or transport the temperature range is - 20 to + 55 degr. C. Condensation of water during transport or storage requires a 2 hour drying period before operation. The oscilloscope is destined for use in dry, clean rooms. It must not be operated if there is severe dust or if the humidity is excessive nor if there is danger of explosion or aggressive chemical reaction.

The orientation during operation may be any. Sufficient air circulation has to be provided, however. Continuous operation requires a horizontal or tilted (handle) position.



**Do not cover the ventilation holes!**

All nominal specifications and tolerances are valid after a warm-up time of at least 30 min. and at an ambient temperature of + 23 degr. C. Specifications without a tolerance given are those of a typical instrument.

#### Maintenance

Clean the outside of the housing regularly with a brush. Dirt on the housing, the handle, plastic, and aluminum parts may be removed with a cloth and a mild detergent (1 %). Dirt containing fat may be removed with alcohol or petrol ether. The screen may be only cleaned with water or benzine, but not with alcohol or solvents, after cleaning it should be wiped with a dry clean cloth. After cleaning it should be treated with a customary antistatic solution for plastics. Under no circumstances any cleaning fluid should enter the instrument. Use of any other cleaning agent may damage the plastic and lacquered surfaces.

#### Warranty and repair

HAMEG instruments are subjected to a strict quality control. Prior to leaving the factory, each instrument is burnt-in for 10 hours. By intermittent operation during this period almost all defects are detected.

Following the burn-in, each instrument is tested for function and quality, the specifications are checked in all operating modes; the test gear is calibrated to national standards.

The warranty standards applicable are those of the country in which the instrument was sold. Reclamations should be directed to the dealer.

#### Only valid in EU countries

In order to speed reclamations customers in EU countries may also contact HAMEG directly. Also, after the warranty expired, the HAMEG service will be at your disposal for any repairs.

#### Return material authorization (RMA):

Prior to returning an instrument to HAMEG ask for a RMA number either by internet (<http://www.hameg.com>) or fax. If you do not have an original shipping carton, you may obtain one by calling the HAMEG sales dept (+49-6182-800-300) or by sending an email to [vertrieb@hameg.com](mailto:vertrieb@hameg.com).

#### Line voltage

The instrument may be operated with any voltage between 105 to 253 V, 50/60 Hz, hence there is no line voltage selector.

The line fuses is accessible from the outside. The mains connector and the fuse holder are one unit. The fuses can only be exchanged (if the fuse holder was not damaged) after the mains cable has been detached. In order to remove the fuses, use a small screw driver (appr. 2 mm) and push it into the two slanted slots at both sides of the fuse holder, this will release it, it will pop out by spring force. The fuses may then be exchanged. Please take care not to bend the contact springs. Inserting the fuse holder requires that the protruding notch points to the mains connector. The fuse holder has to be pushed in against the spring force until both latches catch it. It is prohibited to use „repaired“ fuses or to short -circuit the fuse. Any damages incurred by such manipulations will void the warranty.

#### Type of fuse

Size 5 x 20 mm

250 V AC, C

IEC 127, p. III, DIN 41 662 (also DIN 41 571, p. 3)

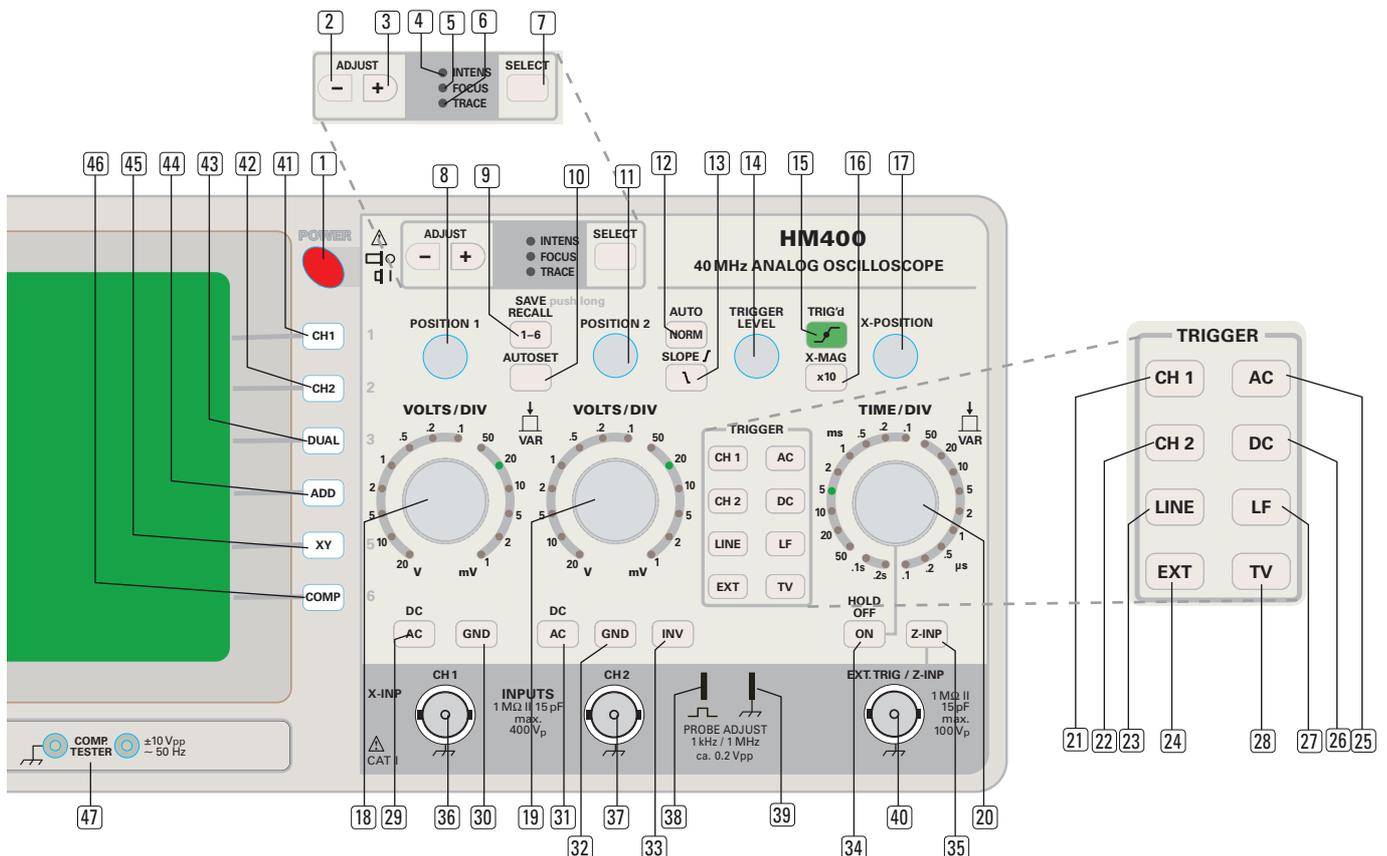
Slow blow T 0.8 A.



Overview of the controls

|  |    |  |    |
|--|----|--|----|
| <b>1</b> <b>POWER</b> (button)   | 39 | <b>17</b> <b>X – POSITION</b> (knob)   | 41 |
| Mains on/off   |    | Changes the X position of the trace(s)   |    |
| <b>2</b> <b>ADJUST „-“</b> (button)  | 39 | <b>18</b> <b>VOLTS/DIV</b> (knob)  | 41 |
| Allows to change diverse settings(- = reduction) depending on the selection with the button SELECT (7)   |    | Channel 1 (CH 1) sensitivity selection. By pressing the knob, the variable will be activated, and, as long as it is activated, the display of the sensitivity will blink, because the sensitivity is uncalibrated.   |    |
| <b>3</b> <b>ADJUST „+“</b> (button)  | 39 | <b>19</b> <b>VOLTS/DIV</b> (knob)  | 41 |
| Allows to change diverse settings(+ = increase) depending on the selection with the button SELECT (7)  |    | Channel 2 (CH 2) sensitivity selection. By pressing the knob, the variable will be activated, and, as long as it is activated, the display of the sensitivity will blink, because the sensitivity is uncalibrated.   |    |
| <b>4</b> <b>INTENS</b> (LED)   | 39 | <b>20</b> <b>TIME/DIV</b> (knob)   | 41 |
| The LED will light up if intensity adjustment was selected with the button SELECT (7)  |    | Selects the time base speed. By pressing the knob, the variable will be activated, and, as long as it is activated, the display of the time base speed will blink, because the time base speed is uncalibrated. This knob also has a third function: hold-off time adjustment, see (34). |    |
| <b>5</b> <b>FOCUS</b> (LED)  | 39 | <b>21</b> <b>CH 1</b> (LED button)   | 41 |
| The LED will light up if focus adjustment was selected with the button SELECT (7)  |    | Selects channel 1 as the trigger source as indicated by the LED.   |    |
| <b>6</b> <b>TRACE</b> (LED)  | 39 | <b>22</b> <b>CH 2</b> (LED button)   | 41 |
| The LED will light up if trace rotation adjustment was selected with the button SELECT (7)   |    | Selects channel 2 as the trigger source as indicated by the LED.   |    |
| <b>7</b> <b>SELECT</b> (button)  | 39 | <b>23</b> <b>LINE</b> (LED button)   | 41 |
| Allows to change some settings relating to the crt like intensity, focus, trace rotation by pressing the buttons ADJUST (2) or (3) when the respective LED lights up.  |    | Selects the mains as the trigger source as indicated by the LED.   |    |
| <b>8</b> <b>POSITION 1</b> (knob)  | 39 | <b>24</b> <b>EXT</b> (LED button)  | 41 |
| Changes the trace position of channel 1  |    | Selects the external input as the trigger source as indicated by the LED.  |    |
| <b>9</b> <b>SAVE/RECALL</b> (LED button)   | 40 | <b>25</b> <b>AC</b> (LED button)   | 42 |
| In conjunction with any of the buttons (41) to (46) this button allows to address the settings memories  |    | Selects AC coupling for the trigger source as indicated by the LED.  |    |
| <b>10</b> <b>AUTOSET</b> (button)  | 40 | <b>26</b> <b>DC</b> (LED button)   | 42 |
| Automatically selects a reasonable instrument setting for most signals   |    | Selects DC coupling for the trigger source as indicated by the LED.  |    |
| <b>11</b> <b>POSITION 2</b> (knob)   | 40 | <b>27</b> <b>LF</b> (LED button)   | 42 |
| Changes the trace position of channel 2  |    | Switches a low pass filter into the trigger channel as indicated by the LED  |    |
| <b>12</b> <b>AUTO/NORM</b> (LED button)  | 40 | <b>28</b> <b>TV</b> (LED button)   | 42 |
| Selects either automatic (AUTO) or normal (NORM) triggering. The LED will light up if normal triggering was selected, otherwise automatic triggering is enabled.   |    | Selects TV signal triggering as indicated by the LED.  |    |
| <b>13</b> <b>SLOPE</b> (LED button)  | 40 | <b>29</b> <b>DC/AC</b> (LED button)  | 42 |
| Selects either the positive or the negative signal slope. The LED will light up if the negative slope was selected.  |    | Selects DC or AC coupling for channel 1 (CH 1), if AC is selected, the LED will light up.  |    |
| <b>14</b> <b>TRIGGER LEVEL</b> (knob)  | 40 | <b>30</b> <b>GND</b> (LED button)  | 42 |
| Changes the trigger level of the time base.  |    | Disconnects the input of channel 1 and connects it to ground as indicated by the LED.  |    |
| <b>15</b> <b>TRIG'd</b> (LED)  | 40 | <b>31</b> <b>DC/AC</b> (LED button)  | 42 |
| The LED will light up if the instrument receives a valid trigger signal and operates in triggered mode   |    | Selects DC or AC coupling for channel 2 (CH 2), if AC is selected, the LED will light up.  |    |
| <b>16</b> <b>X-MAG/x 10</b> (LED button)   | 40 | <b>32</b> <b>GND</b> (LED button)  | 42 |
| If the x 10 magnifier is enabled, the display will be expanded in X direction around the screen center ten times with a corresponding change of the time base speed. The LED will light up if the magnifier is active. |    | Disconnects the input of channel 2 and connects it to ground as indicated by the LED.  |    |
|  |    | <b>33</b> <b>INV</b> (LED button)  | 42 |
|  |    | Inverts the signal of channel 2 (CH 2) as indicated by the LED. (Inversion of channel 1 is not available.)   |    |

- 34 **HOLD OFF/ON** (LED button) 42  
By pressing this button a hold-off time can be selected, the amount of hold-off can be adjusted with the knob TIME/DIV. 20.
- 35 **Z - INP** (LED button) 42  
Activates the external Z axis input 40 for intensity modulation as indicated by the LED.
- 36 **INPUT CH 1** (BNC connector) 42  
Signal input for channel 1 (CH 1), in XY mode this input will control the horizontal movement (X) of the trace.
- 37 **INPUT CH 2** (BNC connector) 42  
Signal input for channel 2 (CH 2), in XY mode this input will control the vertical trace (Y) movement.
- 38 **PROBE ADJUST** (contact) 42  
1 KHz/1 MHz square wave output for the adjustment of probes other than 1:1.
- 39 **PROBE ADJUST** (contact) 42  
Ground connection for the probe adjustment.
- 40 **EXT. TRIG/Z-INP** (BNC connector) 43  
Input for external trigger or intensity modulation signals.
- 41 **CH 1** (Mode select button with LED) 43  
Activates the channel 1 (CH 1) input or selects access to the settings memory 1 as indicated by the LED.
- 42 **CH 2** (Mode select button with LED) 43  
Activates the channel 2 (CH 2) input or selects access to the settings memory 2 as indicated by the LED.
- 43 **DUAL** (Mode select button with LED) 43  
Selects dual channel operation or access to the settings memory 3 as indicated by the LED.
- 44 **ADD** (Mode select button with LED) 43  
Selects the add mode of the vertical amplifier or access to the settings memory 4 as indicated by the LED.
- 45 **XY** (Mode select button with LED) 43  
Selects the XY mode or access to the settings memory 5 as indicated by the LED.
- 46 **COMP** (Mode select button with LED) 43  
Activates the COMPONENT tester or selects access to the settings memory 6 as indicated by the LED.
- 47 **COMPONENT TESTER** (two 4 mm test jacks) 43  
Terminals of the component tester, the left one is connected to the chassis and thus to the safety earth connector of the mains cable.



## Basic signal measurement

## Nature of the signal voltages

The oscilloscope HM400 displays in real time most repetitive signals containing frequencies from DC to beyond 40 MHz (-3 dB). The vertical amplifier is designed for minimum overshoot.

The display of simple electrical waveforms like LF or HF sine waves or mains frequency ripple is no problem. When measuring the amplitude of sine waves, the frequency response of the oscilloscope has to be taken into account which begins to fall off at fairly low frequencies. At 25 MHz the amplitude error will amount to appr. -10%. Due to the tolerance of the -3 dB frequency the exact amount of the amplitude error may vary.

Square wave or pulse signals, in general all nonsinusoidal signals, contain frequencies well above their repetition frequency, depending on their shape and rise resp. fall times. This oscilloscope has a rise time of 8.5 ns and will reproduce signals fairly well if their rise times remain 3 to 5 times slower. It follows that the repetition rate of such nonsinusoidal signals must remain considerably lower than the -3 dB frequency of 40 MHz, otherwise their harmonics will be attenuated too much, i.e. the edges will be rounded.

It is more difficult to display so-called mixed signals unless there is a repetition frequency with outstanding amplitudes, so the scope can trigger on them. This may be the case with burst signals. In order to obtain a stable display, it may be necessary to vary the hold-off time. The active TV sync separator will allow stable triggering on video signals.

The fastest time base speed using the magnifier is 10 ns/div which allows to spread a period of 40 MHz over 2.5 divisions, consequently, time resolution is no problem.

The vertical amplifier is DC coupled, when AC coupling is selected, a capacitor is switched in series with the signal input. The normal coupling mode is DC; if the DC content of the input signal is too high, AC coupling will be required. In this case, however, two effects need to be considered. Signals with a very low frequency content may be distorted, e.g. low frequency square waves will show tilt (appr. 1.6 Hz - 3 dB). Signals with varying duty cycle will be displayed with a vertical shift depending on the duty cycle corresponding to their DC content. The low frequency limit could be reduced by selecting DC coupling and connecting an external larger capacitor of sufficient voltage rating, but use of this method is discouraged, a 10:1 probe will reduce the low frequency -3 dB point to 0.16 Hz. Due to their internal circuit, 100:1 and 1000:1 probes do not reduce the lower frequency -3 dB frequency. As outlined in more detail later, oscilloscopes are rarely used without probes.

## Amplitude of signals.

In electrical engineering, ac voltages are given in rms units. Oscilloscopes show the actual peak-to-peak voltages, hence they are calibrated in  $V_{pp}$ . In order to arrive at the RMS value of a sine wave, its pp - value must be divided by 2.83. RMS voltages will be displayed larger by that factor.

The highest sensitivity of this scope is 1 mV/DIV, a signal of 1 division will amount to  $1 \text{ mV}_{pp} \pm 5\%$  unless the variable is activated. Calibrated measurements require that the „variable“ is off. The variable allows to decrease the sensitivity by a factor of appr. 2.5 to a lowest of appr. 50 V/DIV. The variable also allows to bridge the 1 - 2 - 5 steps of the input attenuators. Without a probe signals of up to 400  $V_p$  may be displayed (50 V/DIV x 8 divisions). In order to measure the amplitude of a signal, it is only necessary to read the height of the display and multiply it by the sensitivity selected in V/DIV.



Without a probe the maximum input voltage at both inputs is + or - 400  $V_p$ .

In case the signal consists of DC and AC, the DC plus peak AC must not exceed + or - 400  $V_p$ . A pure ac voltage may reach 800  $V_{pp}$  (of which only 400  $V_{pp}$  can be displayed on the screen.)



If 10:1 probes are used, their possibly higher maximum voltages may only be made use of if the scope input is switched to DC coupling. This does not apply to 100:1 or 1000:1 probes.

Considering the foregoing, HAMEG HZ154 10:1 probes allow to measure DC up to 400 V and pure ac voltages up to 800  $V_{pp}$ , and HAMEG HZ53 100:1 probes dc voltages up to 1200 V and pure ac voltages up to 2400  $V_{pp}$ . Please observe the decrease of the permissible input voltage with increasing frequency for each probe type, see the respective probe manuals. Risking the measurement of excessive voltages with a standard 10:1 probe may cause a short of the probe's input capacitor which could destroy the scope input circuitry!

It is possible to measure the ripple on a high voltage by inserting a high voltage capacitor in series with a 10:1 probe, but it is mandatory to switch the input to DC; in order to avoid excessive transients, the input must first be switched to ground, then the high voltage applied, then the input switched to DC. The high voltage capacitor has to be discharged with proper care using a resistor of sufficient voltage rating!

The GND position of the input coupling selector is used to set the base line using the POSITION control as desired before switching to DC.

## Time measurements

As a rule, scopes are used to display repetitive signals, the designation period is used here for simplicity. The repetition frequency is equal to the number of periods per second. Depending on the setting of the TIME/DIV switch one or more periods may be displayed or just portions of one period. The time base speeds are indicated by the LEDs around the circumference of the TIME/DIV knob in  $\mu\text{s}/\text{DIV}$ ,  $\text{ms}/\text{DIV}$ ,  $\text{s}/\text{DIV}$ .

In order to measure the period or portions of a signal, read the number of divisions and multiply this by the time base speed selected.

The HORIZONTAL position knob allows to shift the horizontal position of the trace. Rise and fall times are defined between 10 and 90 % of the full amplitude.

## Applying the signal voltages

Use AUTASET for a quick automatic selection of suitable display parameters (see AUTASET). The following paragraph applies to manual operation. The function of the controls is detailed in the chapter „Controls“.



Be careful when applying unknown signals to the vertical amplifier.

Without a probe set the VOLTS/DIV switch to 20 V/DIV and use AC coupling. If the trace disappears after application of the signal, it is possible that the signal amplitude is much too large and overdrives the vertical amplifier. Decrease the sensitivity (increase the VOLTS/DIV setting) until the signal remains fully within the screen area. If portions of the signal fall outside this area, they may still overdrive the amplifier which can cause distortions! With calibrated 20 V/DIV a probe will be required if the signal exceeds 160  $V_{pp}$ , if the variable is activated up to 400  $V_{pp}$  may be displayed without a probe. The probe used must be specified for the maximum voltage applied.

Please note that the display of signals with a low repetition rate at high sweep speeds will cause the trace to dim, the intensity may be increased until the trace starts to blur. In such case the time base speed must be decreased so far that the trace remains visible.

The signals may be connected to the scope either through shielded cables or by using probes. The use of cables is restricted to low frequencies and low impedance signal sources because they add typically 100 pF/m load capacitance. At higher frequencies cables with standard characteristic impedances like 50 Ω can be used if they are correctly terminated at both ends. HAMEG HZ22 feedthrough terminations at the scope can be used together with HAMEG 50 Ω cables such as HZ34. Incorrect or missing terminations will cause massive pulse distortions. Generators, amplifiers etc. will only perform to specifications if they are feeding properly terminated cables. The HZ22 is specified for a maximum of 2 W which is reached if the signal increases to 10 V<sub>rms</sub> or 28.3 V<sub>pp</sub>.

With probes no terminations are needed nor allowed, the probes are directly connected to the scope's BNC connectors. Probes load high impedance sources only moderately (10:1 probes with 10 MΩ // 12 pF, 100:1 with 10 MΩ // 5 pF), but this applies only up to appr. 100 KHz, above the loading increases with increasing frequency, see the probe manuals for details, also for the necessary derating. Passive probes are unsuited for measurements on high Q HF circuits!

As mentioned, in most applications probes are used, at least as long as the loss in sensitivity can be compensated by increasing the scope's sensitivity. Also, a probe offers protection for the scope's input circuit. Because probes are manufactured separated from the scopes, they are only coarsely preadjusted, it is absolutely necessary to adjust each probe to the input it is used on (see Probe Adjustment).

Probes may decrease the bandwidth of a scope considerably if they are the wrong type! We recommend to use the HAMEG HZ51 (10:1), HZ52 (10:1 HF), HZ154 (1:1 and 10:1) probes. Replacement parts may be ordered from HAMEG and may be exchanged by the user. The probes mentioned have a HF adjustment in addition to the basic 1 KHz adjustment. By using the 1 MHz probe adjust signal, the HF adjustment corrects for group delay aberrations near the -3 dB frequency. With these probes the HM400 rise time/bandwidth remain nearly constant. The probe HF adjustment also allows for an optimum pulse response of the combination probe and scope.

 **With a 10:1 or 100:1 probe DC coupling has to be used if the signal voltage exceeds 400 Vp.**

As mentioned if AC coupling is used, the 1.6 Hz -3 dB frequency comes into play which causes distortions with low frequency signals, e.g. square waves are displayed with tilt. With a 10:1 probe the low frequency response is improved by a factor of ten (0.16 Hz). If the sensitivity with this probe is insufficient, DC coupling and an external capacitor can be used e.g. for ripple superimposed on a high dc potential. First the input must be switched to GND, then the voltage applied, then the input switched to DC.

The measurement of small voltages requires proper ground connections as close to the measuring point as possible. Use short ground cables.

 **If a probe is to be used to contact a BNC connecto, a probe to BNC adapter should be used in order to prevent grounding problems.**

If ripple or noise appears on small signals at high sensitivity settings, multiple grounds resp. ground loops may cause the problem. The mains safety earth is quite often the cause, because other test equipment will also be connected to the same safety earth, this can generate currents through the shields of cables etc. Most instruments have so-called Y capacitors connected from the mains to safety earth.

## First time operation and initial settings

Prior to any use of the instrument make sure the power plug is inserted before any other contacts are established.

Turn the instrument on by pressing the red button POWER, several indicators will light up, the oscilloscope will perform a self-test. If any errors are detected, there will be 5 acoustic signals; it is recommended to submit the instrument to a service station. After a successful self-test the instrument will be ready to operate, it will use the settings stored from its last use.

If there is no trace after a 20 s wait, press the AUTOSET button. If the trace is now visible, use the SELECT button, the ADJUST „+“ resp. ADJUST „-“, buttons to set the desired intensity and optimum focus. For best focus adjustment it is recommended to display a full screen sine wave. If no input signal is connected, switch the input to GND in order to prevent any noise from disturbing the focus adjustment.

In order to extend the life of the crt, set the intensity no higher than needed for the specific measurement under the given ambient light conditions. Take care not to leave a bright spot as this could burn the crt phosphor. Do not turn the instrument on and off in short intervals.

It is recommended to always use first the button AUTOSET and select the buttons AC and CH 1 in the TRIGGER select area.

### Trace rotation

In spite of the mumetal crt shield the earth's magnetic field still has some influence on the crt beam. Depending on the orientation of the instrument the trace may not always remain parallel to the graticule lines. See the chapter Controls for the adjustment of the trace rotation.

### Probe adjustment and use of probes.

Probes have to be adjusted to the input they are connected to; this adjustment has to be performed each time a probe is moved to another input. A generator in the HM400 delivers a fast rise time (< 5 ns) square wave signal of appr. 0.2 V<sub>pp</sub> the frequency of which can be selected by using the knob TIME/DIV (see the chapter Controls). The square wave signal is accessible at the two contacts below the controls. The 0.2 V<sub>pp</sub> are destined for 10:1 probes, sufficient for 4 divisions at 5 mV/DIV.

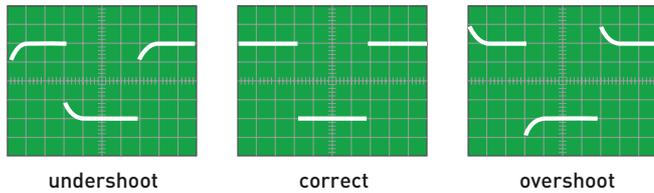
### 1 kHz adjustment

This basic adjustment compensates for the input impedance of the scope, the probe's capacitor is adjusted so that the capacitive division equals the resistive division, the division will thus be identical from DC to high frequencies. With 1:1 probes or probes which can be switched to 1:1, an adjustment is neither necessary nor possible. Before this adjustment make sure the trace rotation adjustment was performed (see TRACE rotation).

Connect the 10:1 probe to the input, e.g. CH 1, do not press any button, set the coupling to DC, the sensitivity with VOLTS/DIV to 5 mV/DIV, the TIME/DIV switch to 0.2 ms/DIV; make shure that both are calibrated, i.e. the variables disabled. Connect the probe tip (and ground cable) to the contact(s) „PROBE ADJUST“ (see the photo); a 4 DIV display of two signal periods should appear. Now adjust the probe capacitor (see the



probe manual for its location) until the square wave is perfectly flat, i.e. there are neither under- nor overshoots. The transitions are invisible at this sweep speed (see the pictures). The amplitude of the square wave should be within  $4 \pm 0.12$  DIV.



### 1 MHz adjustment

The probes supplied with the scope have additional adjustment elements which allow to correct for aberrations at high frequencies.

After this adjustment maximum bandwidth and best pulse response of the combination scope and probe are obtained by achieving maximally flat group delay; overshoots, undershoots, ripple are minimized.

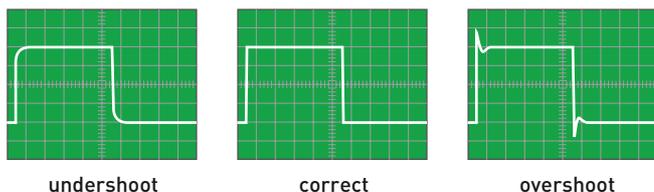
This adjustment requires a fast square wave generator (< 5 ns) and low output impedance (50 ohms) which delivers 0.2 V<sub>pp</sub> at 1 MHz; the PROBE ADJUST output of the scope fulfills these requirements.

Connect the 10:1 probe to the input to be used. Select PROBE ADJUST signal 1 MHz with the knob „TIME/DIV [see the chapter Controls] switch the coupling to DC, the VOLTS/DIV selector to 5 mV/DIV and the TIME/DIV selector to 100 ns/DIV. Connect the probe tip and ground to the two PROBE ADJUST contacts. The square wave will now be visible and also its rising and falling slopes. See the probe manual for the location of the adjustment elements.

#### Adjustment criteria:

Only the rising slope and the top of the square wave are of concern, disregard the other portions of the signal.

- Short rise time
- Clean transition from the rising slope to the top of the square wave with no over- or undershoot, flat top.



The amplitude of the square wave should be identical to that with the 1 kHz signal. It is important to always first perform the 1 kHz adjustment, in general a readjustment of the 1 kHz will not be necessary. Please note that the probe adjust frequencies are not precise and hence must not be used for any checks of the accuracy of the time base, also their duty cycle is not controlled.

The probe adjust signal must conform to the requirements of zero potential at the bottom of the square wave, precise amplitude and flat tops; its frequencies and duty cycles need not be precise.

## Operating modes of the vertical amplifier

The most important controls determining the operating modes of the vertical amplifier are the mode buttons CH 1 (41), CH 2 (42), DUAL (43), ADD (44) and XY (45).

Changing the modes is described in the chapter Controls. It is by far the mode most used: the input signal deflects the trace vertically while a time base moves the trace from left to right. The Y amplifier offers these modes:

1. Single channel operation of CH 1.
2. Single channel operation of CH 2.
3. DUAL trace two channel operation.
4. Algebraic addition of CH 1 + CH 2 and subtraction of CH 1 – CH 2.

In DUAL trace mode both channels are operating, the time base determines the exact mode of representation, see the chapter Controls. Switching of the channels may either happen alternately after the completion of each time base cycle, or the switching occurs at a high rate during the course of a time base cycle (chopped). The alternating mode is unsuited at slow time bases because the alternation becomes visible with disturbing flicker, here, the chopped mode will yield a flicker-free display. At high sweep speeds the chopped mode is unsuited because the switching transients are disturbing.

In the ADD mode the signals of both channels are algebraically added (CH 1 + CH 2) or subtracted (CH 1 – CH 2) if CH 2 is inverted. If the signals of CH 1 and CH 2 happen to be of opposite phase they may fully or partly cancel, of course.

It is important to bear in mind that the two inputs of the scope are not to be mistaken as the inputs of a true difference amplifier! When using this feature to measure the difference signal between two measuring points, restrictions must be observed: both input attenuators must be switched to the same setting, the common mode rejection is very moderate, and the common mode range is limited to the normal operating range of the input amplifiers. This means in practice that, before the ADD mode is entered, it has to be checked whether each input signal can be displayed, i.e. that is in within the normal operating range; if that is the case for both signals, switch to ADD. Please note further that both POSITION controls affect the vertical position of the added signals. If probes are used, their tolerances will also diminish the common mode rejection; this can be checked by connecting both probes to the same measuring signal, the resulting display should be zero. It is preferable to use the probe adjust or a pulse generator for this test.

### XY mode

For this mode use the button XY (45) as described in the chapter Controls under (45).

In this mode the time base is disabled. The CH1 input signal will deflect the trace horizontally, the CH 2 input signal vertically. The horizontal position is controlled as usual with the X-POSITION control (17), the CH 1 position control is disabled. The magnifier is also disabled. When using this mode, the low bandwidth of the X amplifier [see the specifications] has to be observed, the phase difference between the wide band vertical amplifier and the X amplifier increases with frequency.



The Y signal may be inverted by pressing the button INV CH 2.

Using Lissajous patterns it is possible

- to compare two signals of different frequency and to adjust one to the frequency of the other until both are synchronized. This applies also to multiples or fractions of one of the frequencies

- to measure the phase difference between two signals of the same frequency.

### Measurement of phase differences in dual channel operation

A much more precise and convenient method of measuring phase differences which is also applicable up to high frequencies is the measurement of the time difference in dual channel operation. Please note: It is mandatory that the trigger signal is taken from only one signal. The phase difference can be easily calculated as the frequency is known. Another advantage of this method is the fact that the time difference is still measurable even if the signals are corrupted by hum, ripple or noise. Also, there are no ambiguities. Alternatively Lissajous patterns can be used for measurement of phase differences.

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

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

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

## Triggering and time base

The pertinent controls are located to the right of the VOLTS/DIV knobs, see the chapter Controls.

In Yt operation the signal deflects the trace vertically while it is deflected horizontally with constant selectable velocity from left to right. The time base is started by a so-called trigger signal which is derived from any of the available sources. The time base performs one cycle and rests waiting for the next trigger. It is hence immaterial when the next signal arrives, the signal needs only to be repetitive, it need not be periodic! The time between triggers may be any, at low repetition frequencies the display becomes darker, at very low ones the trace will not be visible any more. In order to achieve a stable display, the trigger must always be derived from the very same portion of the signal. The slope and the level of the triggering signal can be chosen.

**Note:** Various trigger sources are available: the two input channels, an external input, a signal taken from the mains, a TV trigger. Of course, the triggering signal must be synchronous to the signal to be displayed. The minimum amplitude for stable triggering is called the trigger threshold. With internal triggering the trigger signal is taken off in the two input amplifiers, the minimum amplitude here is given in mm vertical deflection, independent of the positions of the VOLTS/DIV switches.

With external triggering the minimum amplitude is given in Vpp at the external trigger input connector. The trigger amplitude may be much larger than the threshold, but it is advisable not to exceed 20 times the threshold.

The oscilloscope features two trigger operation modes to be described.

### Automatic peak-to-peak triggering

Please refer to the chapter Controls for specific information about the controls SLOPE (13), TRIGGER-LEVEL (14), and TRIGGER (23) to (28).

When using AUTOSET, this trigger mode will be automatically selected. If DC coupling is selected, the peak-to-peak detection will be disabled, while the function of the auto trigger will remain active. With auto trigger selected, there will be always a trace visible, because the time base will restart periodically if no trigger signal is present or if only a DC voltage

is applied. The auto trigger function implies that the user is only required to operate the VOLTS/DIV and TIME/DIV controls.

The TRIGGER-LEVEL knob is active with auto peak-to-peak triggering, its range is automatically adjusted to the peak-to-peak level measured, it becomes hence independent of the amplitude and the shape of the signal. The duty cycle may e.g. vary from 1 : 1 to 1 : 100 without loss of the trigger. It may, however, be sometimes necessary to set the TRIGGER-LEVEL control close to one of its extremes. The next measurement may require another setting. The simplicity of operation recommends the auto peak-to-peak triggering for most uncomplicated measurements. It is also a good start with difficult problems, especially, if the properties of a signal like amplitude, frequency and shape are unknown.

The auto peak-to-peak trigger mode is independent of the trigger source and operates above 5 Hz, i.e., if the repetition frequency of the triggering signal is lower, the time base will freerun.

### Normal trigger

In this mode all settings are up to the user, and there is no visible trace if there is no sufficient trigger signal. See the chapter Controls for specific information about the functions of the controls SLOPE (13), TRIGGER-LEVEL (14), and TRIGGER (23) to (28). Complex signals may require the additional use of the functions Time Base Variable (VAR) and HOLD-OFF time adjustment.



**In the normal trigger mode the trigger signal can be derived from any portion of the rising or falling slopes of the signal by proper setting of the TRIGGER-LEVEL knob. The available trigger range depends on the amplitude of the signal.**

If the signal amplitude on the screen is < 1 DIV with internal triggering, the adjustment may become critical due to the small range available and require some care. As mentioned there will be no visible trace if the TRIGGER-LEVEL setting is false or if the trigger signal is missing or insufficient. The normal trigger mode allows to also trigger on complicated signals. With mixed signals it is, however, necessary that repetitive signal peaks are present which can be caught by careful operation of the TRIGGER-LEVEL control.

### SLOPE selection

With the SLOPE (13) button the signal slope is selected, see the chapter Controls. This selection is always valid, also in AUTOSET mode. A rising slope is defined as a portion of a signal which rises from a given potential to a more positive one, a falling slope correspondingly is defined as a down slope from a given potential to a more negative one.

### Trigger coupling

See the chapter Controls for specific information about the controls SLOPE (13), TRIGGER-LEVEL (14), and TRIGGER (23) to (28). The selection of trigger coupling AC or DC remains unaffected by AUTOSET. See the specifications for the passbands of the various modes of trigger coupling. With DC or LF coupling use the normal trigger mode and the TRIGGER-LEVEL knob. These modes are available:

- AC:** This is the standard coupling mode. It has a low and a high frequency limit, below resp. above these limits the trigger threshold rises.
- DC:** DC coupling is effective from DC to the upper frequency limit. This mode is recommended for slowly varying signals when triggering on a definite portion is desired or when the duty cycle of signals varies.
- LF:** When LF is selected, a low pass filter is inserted in the trigger path. In combination with the normal trigger mode there is no lower

frequency limit, the same as with DC coupling (galvanic coupling). In auto (peak-to-peak) trigger mode AC coupling will be automatically used, this will cause a lower frequency limit which, however, is below the functional limit of the auto trigger. For low frequency signals LF coupling is often the preferred mode, because high frequency noise is reduced. This eliminates or diminishes trigger jitter resp. multiple displays, especially with small input voltages. Above the bandwidth of the low pass filter the trigger threshold rises sharply.

**LINE:** See separate description

**TV:** See below.

### TV (video signal) triggering (PAL)

When TV triggering is selected, the TV sync separator will be activated, it separates the sync pulses from the video content and thus allows a stable display independent of the video content. Depending on the point of measurement, video signals (Complete composite video signals) are either positive or negative. It is necessary to select the correct SLOPE (13) in order to effectively separate the sync pulses. The direction of the first slope of the sync pulses is important, the signal display must not be inverted. If the sync pulses are above the video, negative slope is to be selected. If the sync pulses are below the video, their first slopes are negative, hence positive SLOPE must be selected. If the slope selection was wrong, the display will be unstable resp. will not be triggered, because it will be the video which generates the trigger. TV triggering should use the auto trigger function. If internal triggering is selected, the height of the display must be > 5 mm.

The sync signals consist of frame and line pulses which differ in their duration. In the PAL standard, the line sync pulses are 5  $\mu$ s of 64  $\mu$ s for a full line. The frame pulses consist of several pulses of 28  $\mu$ s each with a repetition period of 20 ms for each half frame. Both sync pulses differ hence in their duration and their rep rate. Triggering is available from both line and frame pulses.

### Frame pulse triggering

For frame synchronization a TIME/DIV setting of 0.2 s/DIV to 1 ms/DIV is appropriate, at 2 ms/DIV a full half frame will be shown.



**Triggering on the frame pulses with chopped dual trace operation is discouraged because this will cause visible interference. This is why in TV trigger mode automatically the alternating dual trace mode will be set. If desired, pressing the DUAL (43) mode button for some time will manually change between alternate and chopped modes; As soon as the TIME/DIV selector is operated, the alternate DUAL mode will be automatically selected.**

At the left side of the screen a portion of the triggering frame pulses will be visible, at the right hand side of the screen the frame pulse for the next half frame is visible, consisting of several pulses. The next half frame will thus not be displayed under these circumstances. The frame pulse following that half frame will trigger again a display. With the shortest available hold-off time selected each 2nd half frame will be displayed. Which half frame will be displayed is up to chance. A short disruption of the trigger may cause triggering on the other half frame. The X magnifier X-MAG/x 10 can be used to expand the display in order to see individual lines. Starting from the frame pulse also the TIME/DIV knob can be used for expansion, however, this will cause an apparently untriggered display as each half frame will trigger a display; the reason is the 1/2 line displacement between the half frames.

### Line sync triggering

Each sync pulse can trigger a line display; the TIME/DIV (20) knob should be set between 0.5 ms/DIV to 0.1  $\mu$ s/DIV. In order to display single lines a setting of 10  $\mu$ s/DIV is recommended, appr. 1 1/2 lines will be visible. In general, the complete composite video signal has a sizeable dc content.

If the video content is constant (as is the case with test patterns), the dc can be removed by selecting AC trigger coupling. If the video content changes as is normal with any program, DC coupling is required, otherwise the display will shift vertically depending on the video content. Use the POSITION control to keep the display within the screen area. The sync separator circuit is also effective with external triggering. Of course, the specified voltage range (see the specifications) must be observed. Note that the polarity of external sync signals can be any, i.e. it can differ from that of the composite signal at the vertical input, hence the SLOPE must be selected accordingly. In order to check the external trigger signal, display it by applying it to a vertical input with internal triggering.

### LINE triggering

In the LINE trigger mode a signal from the mains power supply is taken (50/60 Hz). This mode is recommended for all signals of mains frequency or synchronous with it. Within limits this also applies for multiples or submultiples of the mains frequency. LINE triggering will also give stable displays if the input signal is very small, i.e. below the trigger threshold. It is hence especially handy for all kinds of mains frequency ripple or interference measurements. With LINE triggering the SLOPE selection will select the positive or negative half wave and not the slope, hence it may be necessary to pull the mains plug and insert it upside down if that is possible (not in all countries). In the auto trigger mode the TRIGGER-LEVEL (14) will allow to move the trigger point within the half wave selected. In the normal trigger mode the trigger point can also be moved outside the selected half wave.

Magnetic interference from the mains can be detected by using a pick-up coil which allows to determine the direction and the amplitude. The coil should preferably sport a high number of turns of thin enamel wire on a small coil former, a shielded cable with a BNC connector should be used for the connection to the scope. A 100  $\Omega$  resistor should be inserted between the cable and the BNC in order to reduce HF interference, a ceramic capacitor to ground may be additionally required. Also, the coil should have a static shield (no short circuit winding). By turning the coil the minima and maxima of the magnetic interference are detectable.

### External triggering

External triggering is selected by pressing the button EXT (24), this will disconnect the internal triggering. The external signal is to be connected to the EXT.TRIG/Z-INP (40) BNC connector, see the specifications for the required signal levels. The external trigger signal must be synchronous to the measuring signal at the Y input(s), but its shape may be entirely different. Within limits triggering is even possible from multiples or submultiples of the measuring frequency. A stable phase relationship is, however, necessary. There may be a phase difference between the measuring and triggering signals; if the phase difference happens to be 180 degrees, the other slope has to be selected, else the signal will be displayed with a starting negative slope although the positive slope was selected.



**The maximum input voltage at the EXT.TRIG./Z-INP (40) BNC connector is 100 V (DC plus peak AC). The input impedance is 1 M $\Omega$ /15 pF.**

The trigger coupling modes are also effective with external triggering. The only difference to internal triggering is a capacitor in the signal path (except with DC coupling), the lower bandwidth limit is 20 Hz.

### Triggered state indicator LED TRIG'd

The following explanations refer to the TRIG'd – LED – indicator which is listed under (15) in the chapter Controls. It will light up if

1. an internal or external trigger signal of sufficient amplitude is available at the trigger comparator.
2. and if the reference voltage at the trigger comparator is set to a level such that the signal slopes will cross this level.

If these conditions are fulfilled, the trigger comparator will deliver pulses for starting the time base, and a stable display will result.

This indicator is handy for adjusting and controlling the trigger conditions, especially in case of very low frequency signals or very short pulses. With signals with extremely slow rep rates the LED will light up pulsed. The indicator will also blink not only when the time base is started at the left hand side of the screen, but with dual trace operation with every start of a trace.

### Hold-off time adjustment

Further information is available in the chapter Controls under HOLD-OFF/ON (34).

If no stable display can be obtained even with very careful adjustment of the TRIGGER-LEVEL (14) control in normal trigger mode, an adjustment of the hold-off time may help.

The hold-off time is required in each analog scope in order to allow sufficient time for the retrace of the beam from the right hand to the left hand side of the screen. During this time trigger pulses from the trigger comparator are ignored. The HM400 allows for an adjustment (increase) of 10:1 of the hold-off time. With complex signals, burst signals or non-periodic signals the time when the time base will accept the next trigger pulse can then be changed such that a stable display is achieved.

Sometimes a noisy signal or one which is corrupted by HF will cause multiple displays. Mostly, the TRIGGER-LEVEL control can only affect the apparent time difference between the displays. By increasing the hold-off time a stable display is almost always possible. The following pictures demonstrate the function of the hold-off.

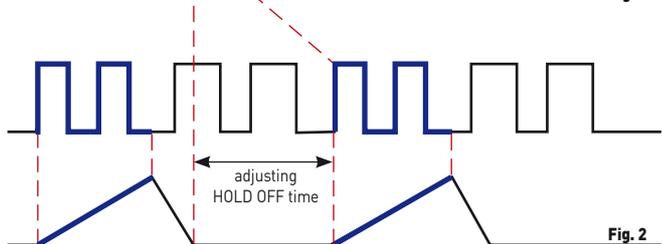
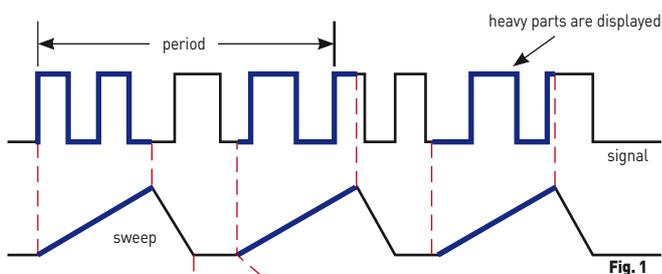


Fig. 1 shows the screen display with minimum hold-off time (basic setting). A double display is shown because different portions of the signal are displayed.

Fig. 2: Here, the hold-off time was adjusted such that always the same signal portions are displayed, a stable display is obtained.

In order to change the hold-off time, press the HOLD-OFF/ON button and turn the TIME/DIV (20) knob slowly CW until a stable display is found.

Double displays are also possible with pulse trains when the amplitudes alternately differ by a small amount. Careful setting of the trigger level and of the hold-off time may be required for correct displays.

Any time the hold-off time was changed from its basic minimum setting it should be reset because too long a hold-off time will cause the time base rep rate to decrease which can dim the display.

## AUTOSET

See also the information given under AUTOSET (10) in the chapter Controls

As mentioned in the chapter Controls all front panel controls are electronically read out, hence the instrument can also be completely electronically controlled. This allows for a fully automatic signal-derived setting of all controls in the Yt mode. In most cases manual settings will be superfluous. When AUTOSET is activated, the instrument will enter the Yt mode if XY was selected; if it was already in Yt mode, the settings will remain unaffected unless ADD was selected which will be set to DUAL. In one-channel mode the sensitivity is automatically chosen so that the signal will be displayed with appr. 6 divisions; in DUAL channel mode each channel display will be appr. 4 divisions.

The foregoing and the description of the time base setting apply to signals which do not differ too much from a duty cycle of 1:1. The automatic selection of a suitable time base speed will show appr. 2 signal periods. With signals which contain several frequencies the settings obtained are governed by chance.

Pressing the AUTOSET button will have these results:

- The input coupling (AC, DC) remains unchanged resp. the last setting before switching to GND is resumed.
- Internal triggering.
- Automatic triggering.
- Automatic selection of the trigger source
- The trigger level will be set to the center of its range.
- VOLTS/DIV set to calibrated (variables off)
- TIME/DIV set to calibrated (variable off)
- AC or DC trigger coupling unchanged
- Magnifier off
- X and Y positions automatic
- Trigger slope selection unchanged
- Visible trace

Selecting AUTOSET will leave the selected AC or DC input coupling unchanged. In case DC trigger coupling was selected, this will not be changed to AC. The automatic triggering functions without peak-to-peak detection. The AUTOSET settings will override any former settings. In case variables were activated, they will be disabled, such that all settings will be calibrated. After AUTOSET was activated, manual control can be executed. Due to the reduced bandwidth in 1 and 2 mV/DIV these ranges will not be used in AUTOSET.



**If a pulse signal is applied the duty cycle of which reaches or exceeds 1:400, an automatic display will in most cases become impossible. In such cases only the freerunning trace will be visible.**

It is recommended to switch to normal trigger mode and to set the trigger point about 5 mm above or below the screen center. If the TRIG'd LED lights up, the signal was recognized. In order to render it visible, the time base speed and the sensitivity must be increased, however, the trace may dim so much that the pulse may remain invisible.

## Component test

The oscilloscope HM400 has a built-in component tester which is activated by pressing the mode button COMP (46). The unit under test is connected to the two contacts right and left below the screen. After pressing the COMP button, the Y preamplifiers and the time base will be disconnected. While using the component tester, signals may be present at the inputs as long as the unit under test is not connected to any other circuit. It is possible to test components remaining in their circuits, but in such cases all signals must be disconnected from the three front panel BNC connectors! (See the following paragraph: „Test in circuits“). With the exception of the SELECT button (7), the ADJUST (2) (3) buttons, and the X-POSITION (17) knob, and the X-MAG/x 10 (18) button all other controls will be disabled. Two cables with 4 mm plugs are necessary to connect the unit under test to the component tester. After completion of the component test pressing the COMP button again is all that is needed to resume normal scope operation.

 As outlined in the chapter Safety, all measurement connectors are connected to the mains safety earth (in proper operation). This implies also the COMP.TESTER contacts. As long as individual components are tested, this is of no consequence because these components are not connected to the mains safety earth.

 If components are to be tested which are located in circuits or instruments, these circuits resp. instruments must be disconnected first under all circumstances! If they are operated from the mains, the mains plug of the test object has to be pulled out. This ensures that there will be no loops between the scope and the test object via the safety earth which might cause false results.



**Only discharged capacitors may be tested!**

The test principle is quite simple. A generator within the HM400 generates a 50 Hz  $\pm 10\%$  sine wave which feeds the series connection of the test object and a sense resistor. The sine wave voltage is used for the X deflection and the voltage drop across the resistor for the Y deflection.

If the test object has only a real part such as a resistor, both deflection voltages will be in phase; the display will be a straight line, more or less slanted. Is the test object short-circuited, the line will be vertical (no voltage, current maximum). If the test object is open-circuited or missing a horizontal line will appear (voltage, but no current). The angle of the line with the horizontal is a measure of the resistance value, allowing for measurements of resistors between 20  $\Omega$  and 4.7 K.

Capacitors and inductors cause phase shift between voltage and current and hence between the deflection voltages. This will cause displays of ellipses. The location and the form factor of the ellipse are determined by the apparent impedance at 50 Hz. Capacitors can be measured between 0.1 and 1000  $\mu\text{F}$ .

- An ellipse with its longer axis horizontal indicates a high impedance (small capacitance or large inductance)
- An ellipse with its longer axis vertical indicates a low impedance (large capacitance or small inductance)
- An ellipse with its longer axis slanted indicates a relatively large resistive loss in series with the impedance of the capacitor or inductor.

With semiconductors the transition from the non-conducting to the conducting state will be indicated in their characteristic. As far as is possible with the available voltages and currents the forward and backward characteristics are displayed (e.g. with zener diodes up to 9 V). Because this is a two-pole measurement, the gain of a transistor can not be de-

termined, however, the B-C, B-E, C-E diodes can be measured. Please note that most bipolar transistors can only take an E-B voltage of appr. 5 V and may be damaged if this is exceeded, sensitive HF transistors take even much less! With this exception the diodes can be measured without fear of destruction as the maximum voltage is limited to 9 V and the current to a few mA. This implies, however, that a measurement of breakdown voltages  $> 9\text{ V}$  is not possible. In general this is no disadvantage because, if there is a defect in a circuit, gross deviations are to be expected which will point to the defective component.

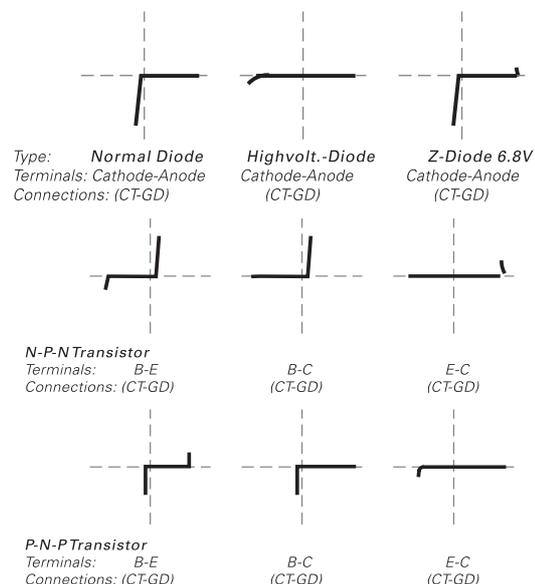
Rather exact results may be achieved if the measurements are compared to those of intact components. This is especially true for semiconductors. The polarity of diodes or transistors can thus be identified if the lettering or marking is missing.

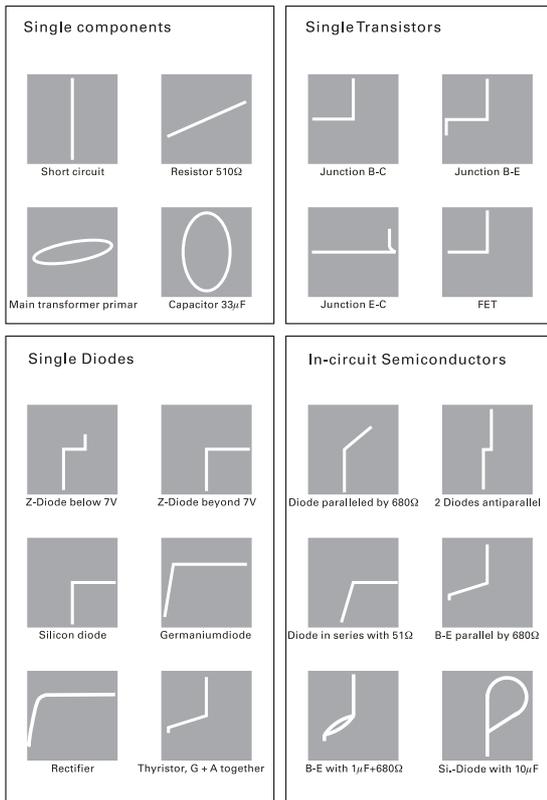
Please note that with semiconductors changing the polarity (e.g. by exchanging the COMP.TESTER and ground terminals) will cause the display to rotate 180 degrees around the screen center. More important in practice is the quick determination of plain shorts and opens which are the most common causes of requiring service.

 It is highly recommended to observe the necessary precautions when handling MOS components which can be destroyed by static charges and even tribo electricity. The display may show hum if the base or gate connection of a transistor is open, i.e. it is not being tested. This can be verified by moving a hand closeby.

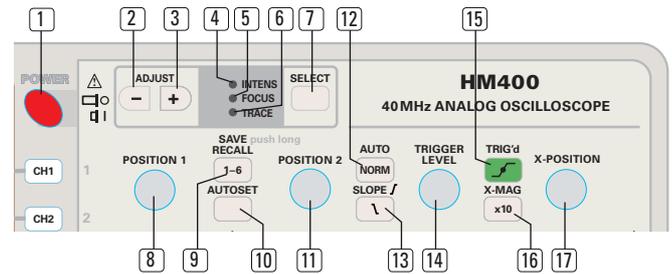
### In-circuit tests

They are possible in many cases but deliver rarely clear results. By paralleling of real or complex impedances – especially if those are fairly low impedance at 50 Hz – there will be mostly great differences compared to individual components. If circuits of the same type have to be tested often (service), comparisons with intact circuits may help again. This is also quickly done because the intact circuit has not to be functional, also it should not be energized. Just probe the various test points with the cables of the component tester of the unit under test and the intact unit and compare the screen displays. Sometimes the unit under test may already contain an intact portion of the same type, this is e.g. the case with stereo circuits, push-pull circuits or symmetrical bridge circuits. In cases of doubt one side of the dubious component can be unsoldered, and this free contact should then be connected to the COMP.TESTER contact which is not identified as the ground contact. This will reduce hum pick-up. The contact with the ground symbol is connected to the scope chassis and is thus not susceptible to hum pick-up.





## Function of the controls



### 1 POWER

Pushbutton switch with indications of off (0) and on (I) positions. After turn-on all LEDs will light up, the instrument performs a self-test. As soon as this has been successfully completed, the oscilloscope will switch to normal operation, all settings which were valid before switching off will be resumed.

### 2 ADJUST -

Allows to reduce the value of diverse settings selected by SELECT (7).

### 3 ADJUST +

Allows to increase the value of diverse settings selected by SELECT (7).

### 4 INTENS - LED

The LED will light if the function intensity adjustment was selected by SELECT (7). With the buttons ADJUST - (2) and ADJUST + (3) the intensity may be decreased resp. increased. It is recommended to set the intensity no higher than needed for easy viewing, this depends on signal parameters, oscilloscope settings and the ambient light conditions.

### 5 FOCUS - LED

The LED will light up if the function focus adjustment was selected by SELECT (7). With the buttons ADJUST - (2) and ADJUST + (3) the focus can be changed. The focus adjustment depends on the intensity, the lower the intensity, the better the focus. Also, the focus depends on the location of the trace on the screen, the best focus is always in the center and it decreases towards the edges. A reasonable focus setting is hardly possible with only the trace on screen. Due to the interaction between intensity and focus, the best procedure is this:

1. Apply a sine wave signal which covers the whole screen.
2. Set the intensity.
3. Adjust the focus for a uniform well focussed display over most of the screen area.

Please note that the display of signals with a low rep rate at high sweep speeds will ask for a higher intensity setting, this will entail a readjustment of the focus.

### 6 TRACE - LED

The LED will light up if the function trace rotation was selected by SELECT (7). With the buttons ADJUST - (2) and ADJUST + (3) the trace rotation can be adjusted. Due to the earth's magnetic field the trace may not be parallel to the graticule lines, adjust for exact parallelism. See also under „Trace Rotation“ in the chapter „First time operation“.

### 7 SELECT

This button allows to select and change the settings related to the trace in conjunction with the buttons ADJUST - (2) and ADJUST + (3). By pressing this button shortly the functions intensity (4), focus (5) and trace rotation (6) will be enabled in turn as indicated by the associated LEDs.

### 8 POSITION 1

This knob controls the trace position of channel 1 (CH 1). In ADD mode both position controls (8), (11) will be effective. In XY mode the Y position

control **8** is disabled; the X position is always controlled by the knob HORIZONTAL position **17**.

### Measurement of DC voltages

If there are no voltages present at the Y amplifier inputs **38**, **39** or if GND was selected, the trace positions correspond to zero volts, however, they are also influenced by the position controls! (The trace will be visible only if automatic triggering AUTO **12** was selected.)

In order to measure a DC voltage, first the input must be disconnected or switched to GND. Then it is up to the user to choose a reference trace position with the respective position control, i.e. **8** for channel 1. Then the dc voltage can be connected resp. the input switched from GND to DC; the trace will move by an amount depending on the polarity and value of the dc voltage and the sensitivity (and probe) selected. The same is true for measuring the dc content of any signal.

In regular operation, the position controls will mostly be set to the screen center representing zero. It should be kept in mind, that it can not be just assumed that a trace position at the screen center corresponds to zero volts, this has to be checked by switching to GND.

### **9** SAVE/RECALL

This button allows access to the settings memories in conjunction with the mode buttons **41** to **46**. The oscilloscope has 6 settings memories, settings can be stored or recalled.

### SAVE

In order to store a setting, first press the SAVE/RECALL button for some time, until the mode buttons **41** to **46** start blinking. By pressing the respective mode button, the associated memory will be called and the present setting will be stored, the mode button LEDs will then extinguish. If the SAVE/RECALL button was pressed inadvertently, this can be repaired by pressing it again or any other button except the mode buttons.

### RECAL

For recalling press the SAVE/RECALL button just shortly, the mode buttons **41** to **46** will light up. By pressing the desired mode button, the settings stored in that memory will be taken over by the oscilloscope. The mode buttons will then extinguish. If the SAVE/RECALL button was pressed inadvertently, this can be repaired by pressing it again or any other button except the mode buttons.



**Please note that the signal presently displayed should be similar to that which was present at the time the setting was stored! If any other signal (frequency, amplitude) is being displayed when recalling, seemingly „false“ displays may result as the recalled settings may not be appropriate for the other signal.**

### **10** AUTOSET

See also the chapter AUTOSET. Pressing this button will cause the instrument to automatically choose a setting which generates a meaningful display. If the modes XY or Component Tester were active before pressing this button, AUTOSET will switch to the Yt mode last used (CH 1, CH 2, DUAL).

### **11** POSITION 2

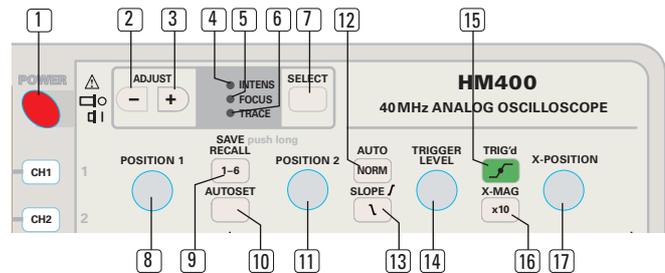
This is the position control knob for channel 2 (CH 2). In the ADD mode both position controls **8**, **11** are effective. In XY mode this knob will control the Y position; the X position is always controlled by the X position control **17**.

### Measurement of dc voltages.

See the paragraph under POSITION 1 **8**.

### **12** AUTO/NORM –LED button.

By pressing this button shortly the trigger mode will be alternated between AUTO and NORMAL triggering. The LED will light up when NORMAL triggering is selected.



### AUTO

Automatic triggering is available with or without peak-to-peak measurement. The TRIGGER LEVEL **14** knob is active in both cases. The automatic triggering circuit will also provide a bright baseline if there is no signal or an insufficient one for triggering. See the specifications for the lower frequency limit below which automatic triggering does not function, i.e. the display will not be triggered.

With peak-to-peak triggering the range of the TRIGGER LEVEL **14** control will be automatically adjusted to the present peak-to-peak signal level. Without this function there is no relationship between the signal amplitude and the range of the trigger level control, hence the trigger level may then be set too high or too low. The automatic triggering circuit will display the signal, but it will not be triggered.

Whether peak-to-peak triggering is active or not depends on the operating mode and the trigger coupling selected. By turning the TRIGGER LEVEL knob and looking for the start of the display, it will be obvious whether it is active or not.

### NORM

This is called the normal mode because it is the only one which allows triggering of complex waveforms and of very low frequency signals; in this mode the automatic and the peak-to-peak functions are disabled. A disadvantage of this mode is the fact that there will no trace visible if there is no signal, if the signal is insufficient for triggering or if the TRIGGER LEVEL **14** control is set inappropriately for the signal applied. The best procedure is to use auto peak-to-peak triggering as the standard and use NORM only if necessary.

### **13** SLOPE – LED button

This button selects either the plus or the minus slope of the triggering signal. The LED will light up if the negative slope is selected.

### **14** TRIGGER LEVEL – Knob

With this control the level of the triggering signal is determined at which the trigger comparator will respond and generate a signal to start the time base. The slope is selected with the above slope button. The trigger point is the point on the signal at which the display starts, it can be moved along the signal with the TRIGGER LEVEL control. See also the explanations in the foregoing paragraphs about automatic, peak-to-peak and normal triggering. In some combinations it is possible to loose triggering if the trigger level control is not set appropriately. Pressing AUTOSET **10** will restore a triggered display in most cases.

### **15** TRIG'd – LED

This LED will light if up the time base receives start pulses from the trigger comparator. Depending on the frequency of the pulses the LED will blink or appear to light steadily.

### **16** X-MAG/ x10 – Button with „x 10“ LED

This button switches the X magnifier on/off, the LED will indicate if the magnifier is on. The magnified portion of the display can be shifted with the X POSITION **17** control. The magnification expands the display around the screen center, hence the normal procedure is to move the portion to be magnified to the center with the X POSITION control and then to activate the magnifier. In XY mode the magnifier is disabled.

**17 X-POSITION**

With this knob the display can be moved in X direction (horizontally). See the paragraph above for its use together with the magnifier.

**18 VOLTS/DIV – knob (CH1)**

This is a dual function knob: it is used to select the appropriate sensitivity for the signal at this channel's input, by pressing it shortly it will assume the „Variable“ (VAR) function (see below), while this is active, the sensitivity indicators (ring of LEDs around the knob) will blink as a warning that the sensitivity is now uncalibrated. The knob is only enabled if CH 1 was activated or selected as the trigger source (CH 1 only, dual trace, ADD, XY).

**Sensitivity selection (Input attenuator)**

If the sensitivity indicator LED does not blink, the sensitivity selected will be calibrated. The sensitivity can be decreased CCW to 20 V/DV and increased CW to 1 mV/DIV in 1 – 2 – 5 steps.

**VAR (CH 1)**

By pressing the VOLTS/DIV(18) knob shortly, its function will be changed to „Variable“ which will be indicated by blinking of the sensitivity indicator LEDs around the knob. Pressing it again will restore the calibrated sensitivity, the blinking will stop. As long as the variable function is enabled, the display will be uncalibrated! CCW rotation will decrease the sensitivity, CW rotation will increase it. The variable allows hence to bridge the 1 – 2 – 5 steps of the sensitivity switch. If any of the two limits of the variable range is reached, an acoustic signal will indicate this. This function is frequently used e.g. for measuring rise times: because the rise time is defined from 10 to 90 % of the full amplitude, the variable comes in handy to set the (uncalibrated) signal amplitude e.g. precisely to 6 divisions peak-to-peak; by shifting the display horizontally with the X position control, the rise time can be read from 6 mm from the bottom to 6 mm below the top of the waveform.

**19 VOLTS/DIV – knob (CH2)**

This is a dual function knob: it is used to select the appropriate sensitivity for the signal at this channel's input, by pressing it shortly it will assume the „Variable“ (VAR) function (see below), while this is active, the sensitivity indicators (ring of LEDs around the knob) will blink as a warning that the sensitivity is now uncalibrated. The knob is only enabled if this CH 2 was activated or selected as the trigger source (CH 2 only, dual trace, ADD, XY).

**Sensitivity selection (Input attenuator)**

If the sensitivity indicator LED does not blink, the sensitivity selected will be calibrated. The sensitivity can be decreased to 20 V/DIV CCW and increased to 1 mV/DIV CW in 1 – 2 – 5 steps.

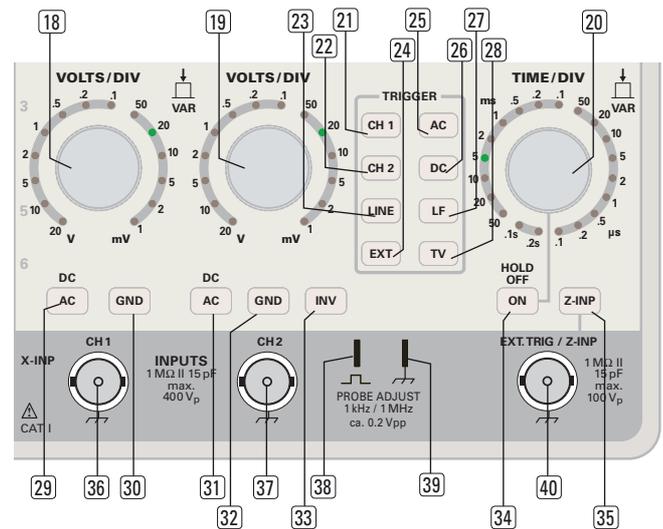
**VAR (CH 2)**

By pressing the VOLTS/DIV(19) knob shortly, its function will be changed to „Variable“ which will be indicated by blinking of the sensitivity indicator LEDs around the knob. Pressing it again will restore the calibrated sensitivity, the blinking will stop. As long as the variable function is enabled, the display will be uncalibrated! CCW rotation will decrease the sensitivity, CW rotation will increase it. The variable allows hence to bridge the 1 – 2 – 5 steps of the sensitivity switch. If any of the two limits of the variable range is reached, an acoustic signal will indicate this. This function is frequently used e.g. for measuring rise times: because the rise time is defined from 10 to 90 % of the full amplitude, the variable comes in handy to set the (uncalibrated) signal amplitude e.g. precisely to 6 divisions peak-to-peak; by shifting the display horizontally with the X position control, the rise time can be read from 6 mm from the bottom to 6 mm below the top of the waveform.

**20 TIME/DIV – knob**

This knob has a triple function:

1. It selects the time base speed.
2. By pressing it shortly, it will assume the „Variable“ VAR function, this will be indicated by blinking of the LEDs around the knob.



3. After pressing the HOLD-OFF/ON (34) button, it will assume the function of hold-off time adjustment, this will be indicated by the button (34) lighting up, see under (34).

The time base speed is selectable in 1 – 2 – 5 steps, turning the knob CCW, it can be decreased to 0.2 s/DIV, turning it CW, it can be increased to 100 ns/DIV, the speed will be indicated by the LEDs around the knob, e.g. 10 µs/DIV. By activating the X-MAG/x 10 (16), the speed can be further increased by a factor of 10 up to the maximum of 10 ns/DIV.

**VAR**

If the variable function was selected by pressing the knob shortly, the time base speed can be reduced by turning it CCW and increased by turning it CW, uncalibrated. Whenever the limits are reached, an acoustic signal will be heard. By pressing the knob again, the function variable can be left any time and calibrated operation resumed.

**Hold-off time adjustment:** Please refer to item (34).

**21 CH 1 – LED button**

This button selects CH 1 as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY, CH 1 can be selected as the active internal trigger source by pressing this button which will be indicated by the LED lighting up.

 „Internal triggering“ means that the trigger signal is taken off internally.

**22 CH 2 – LED button**

This button selects CH 2 as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY, CH 2 can be selected as the active internal trigger source by pressing this button which will be indicated by the LED lighting up.

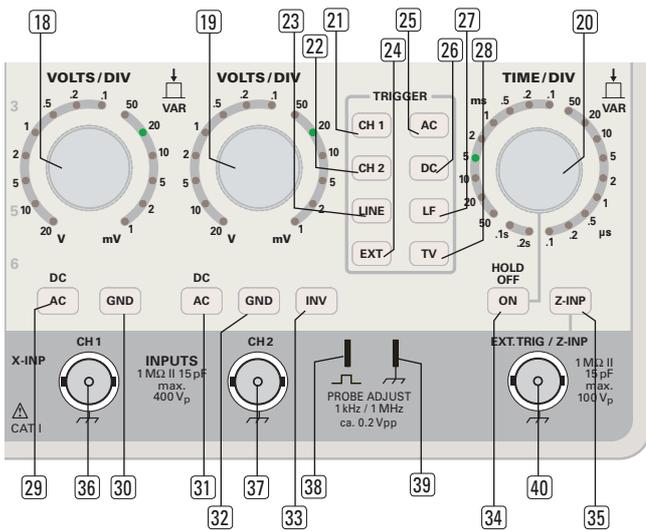
**23 LINE – LED button**

This button selects the line (mains) as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY the line (mains) can be selected as the active trigger source which will be indicated by the LED lighting up.

 „Line triggering“ means that the trigger signal is not derived from an input signal but from the mains and taken from the power supply.

**24 EXT – LED button**

This button selects the external input as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button will select the external BNC input EXT.TRIG/Z-INP (40) as the trigger source which will be indicated by the LED lighting up. The external Z-INP for intensity modulation will be disabled.



„External trigger source“ means that the trigger signal is not taken from the measuring signals but from an external source.

## 25 AC – LED button

In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button shortly will select AC trigger coupling which will be indicated by the LED lighting up.

## 26 DC – LED button

In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button shortly will select DC trigger coupling which will be indicated by the LED lighting up. The peak-to-peak detection will be disabled.

## 27 LF – LED button

In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button will insert a low pass filter [see the specifications] into the trigger path which will be indicated by the LED lighting up. The low pass will suppress high frequency interference which could disturb triggering.

## 28 TV – LED button

In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button shortly will activate the TV trigger separator which will be indicated by the LED lighting up. The following remarks apply to the PAL TV standard.

For frame synchronization the TIME/DIV (20) knob should be set between 0.2 s/DIV and 1 ms/DIV, at 2 ms/DIV a full frame will be displayed.

For line synchronization the TIME/DIV (20) knob should be set between 0.5 ms/DIV and 0,1 μs/DIV. At 10 μs/DIV single lines can be displayed, about 1 ½ lines will be visible.

## 29 DC/AC – LED button for CH 1

By pressing this button shortly, the coupling of channel 1 can be alternated between DC and AC, the LED will light up if AC is selected.

## 30 GND – LED button for CH 1

By pressing this button shortly, the input of the channel 1 preamplifier will be connected to ground which will be indicated by the LED lighting up, the signal present at the input BNC connector can not influence the trace. If automatic triggering was selected, there will be a bright baseline, the position of which depends only on the CH 1 position control. If normal triggering was selected, the trace will only be visible if there is a sufficient trigger signal available from the trigger source selected and the TRIGGER LEVEL (14) control was adjusted so that start pulses for the time base generator are produced – this will be apparent by the TRIG'd LED (15) lighting up. In practice, the GND position of the input is used for setting the trace to a desired position before the signal is applied.

## 31 DC/AC – LED button for CH 2

By pressing this button shortly, the coupling of channel 2 can be alternated between DC and AC, the LED will light up if AC is selected.

## 30 GND – LED button for CH 2

By pressing this button shortly, the input of the channel 2 preamplifier will be connected to ground which will be indicated by the LED lighting up, the signal present at the input BNC connector can not influence the trace. If automatic triggering was selected, there will be a bright baseline, the position of which depends only on the CH 1 position control. If normal triggering was selected, the trace will only be visible if there is a sufficient trigger signal available from the trigger source selected and the TRIGGER LEVEL (14) control was adjusted so that start pulses for the time base generator are produced – this will be apparent by the TRIG'd LED (15) lighting up. In practice, the GND position of the input is used for setting the trace to a desired position before the signal is applied.

## 33 INV – LED button for CH 2

By pressing this button shortly, the display of the channel 2 signal can be alternated between normal and inverted. The LED will light up if inversion is selected.

## 34 HOLD-OFF/ON – LED button

By shortly pressing this button, adjustment of the hold-off time by turning the knob /TIME/DIV (14) will be activated which will be indicated by the LED lighting up. See also under (14) for information about the triple function of this knob. The knob allows an increase of the hold-off time from its minimum value by turning it CW, if the end of the range is reached, an acoustic signal will be heard. Also, when the knob is turned CCW, the acoustic signal will sound when the minimum value is reached. As soon as the hold-off time adjustment is disabled by again pressing (34), the hold-off time will be automatically reset to its minimum value. By shortly pressing the TIME/DIV knob while (34) is activated, it is possible to alternate between setting the time/div. and hold-off time adjustment. See also under „Hold-off time adjustment“.

## 35 Z-INP – LED button

By shortly pressing this button, the function of the input EXT.TRIG/Z-INP (40) is changed from external trigger input to external intensity modulation input which will be indicated by the LED lighting up. If external triggering or the „Component Tester“ are selected, no intensity modulation will be possible resp. it will be disabled. 0V at the input will not change the trace intensity, with 5 V TTL level the trace will be fully suppressed, higher voltages are not allowed.

## 36 INPUT CH 1 – BNC connector

This is the CH 1 input in YT mode and the X input in XY mode. The ground of this connector is connected to the chassis and thus to the mains safety earth. The buttons DC/AC (29) and GND (30) belong to this input.

## 37 INPUT CH 2 – BNC connector

This is the CH 2 input in Yt mode and the Y input in XY mode. The ground of this connector is connected to the chassis and thus to the mains safety earth. The buttons DC/AC (31), GND (32) and INV (33) belong to this input.

## 38 PROBE ADJUST – Contact

At this contact a square wave signal of 1 kHz or 1 MHz with a rise time of < 5 ns and an output impedance of 50 ohms is available for the adjustment of probes other than 1:1, the amplitude is appr. 0.2 Vpp. For probe adjustment purposes neither the frequency, nor the duty cycle nor the exact amplitude are of concern.

The frequency of the square wave depends on the setting of the TIME/DIV (14) selector: between 0.2 s/DIV and 100 μs/DIV the frequency will be 1 kHz and between 50 μs/DIV to 100 ns/DIV it will be 1 MHz. See the chapter „First time operation and initial settings and „Probe adjustment and application.“

## 39 PROBE ADJUST – Contact

This is the ground connection for the probe.

**40 EXT.TRIG/Z-INP** – BNC connector

This is either the external trigger or the external intensity modulation input. The input impedance is 1 MΩ//15 pF. The ground of this connector is connected to the chassis and thus to the mains safety earth. By shortly pressing the Z-INP (35) button the function of the input can be changed.

**EXT.TRIG**

This BNC connector is the external trigger input if the Z-INP (35) LED is extinguished. The trigger source is selected with the buttons (21) to (24); if external triggering is selected, the Z input will be automatically disabled.

**Z-INP**

Z modulation is only possible if the Z-INP (35) button is illuminated. It is not possible to combine Z modulation with either external triggering or with the „Component Tester“ function, selecting one of these will disable the Z modulation. With 0 V at this input the trace intensity will not be influenced, with 5 V TTL level the trace will be fully suppressed; do not apply higher voltages.

**41 to 46 Mode buttons** with various functions

Selection of CH1, CH 2, DUAL, ADD, XY and Component Tester modes, the active mode is indicated by the respective LED lighting up. Change of modes just requires shortly pressing the button of the desired function. The modes do not affect the trigger control status.

**41 CH 1** – Mode button with LED

This button has a dual function: it either selects single channel 1 operation or allows access to the settings memory 1. Single channel CH 1 operation will automatically also select CH 1 as the trigger source unless external or line triggering were selected, this will be indicated by the trigger source button (21) lighting up. The last function of the VOLTS/DIV (18) knob will be preserved. All control elements belonging to this channel will be activated.

**42 CH 2** – Mode button with LED

This button has a dual function: it either selects single channel 2 operation or allows access to the settings memory 2. Single channel CH 2 operation will automatically also select CH 2 as the trigger source unless external or line triggering were selected, this will be indicated by the trigger source button (22) lighting up. The last function of the VOLTS/DIV (19) knob will be preserved. All control elements belonging to this channel will be activated.

**43 DUAL** – Mode button with LED

This button has a dual function: it either selects the dual channel mode or allows access to the settings memory 3. The trigger settings existing before selecting DUAL mode remain valid unless they are now changed intentionally. In DUAL mode the LED will light up. In dual channel mode the channel switching may be alternated or chopped.

**44 ADD** – Mode button with LED

This button has a dual function: it either selects the ADD mode or allows access to the settings memory 4. The trigger settings existing before switching to ADD remain valid unless they are now changed intentionally. The active ADD mode is indicated by the LED lighting up.

**Addition of CH 1 and CH 2 mode**

In this mode the signals of channels 1 and 2 are algebraically added, if CH 2 is inverted CH1 – CH 2 will be displayed. CH 2 – CH 1 is not available. For a correct result the settings of the two VOLTS/DIV selectors must be identical. The vertical position is now influenced by both Y position controls (8), (11). See the respective paragraph in the introductory part of this manual for further information, because the use of this mode requires much care in order to avoid false measurements!

**45 XY** – Mode button with LED

This button has a dual function: it either selects the XY mode or it allows access to the settings memory 5. If XY is active, the LED will light up.

**XY operation**

In XY mode the following displays/indicators will be turned off:

1. The time base speed display.
2. The displays/indicators of trigger source, slope, coupling, hold-off time.

The existing trigger control settings before switching to XY are preserved, however.

Also all controls belonging to these displays/indicators will be disabled. The POSITION 1 (8) and the TRIGGER LEVEL (14) knobs are disabled, too. The X position will remain to be controlled by the X POSITION (17) knob.

**46 COMP** – Mode button with LED

This button has a dual function: it either selects the COMPONENT TESTER function or it allows access to the settings memory 6. If COMPONENT TESTER mode is selected, the LED will light up. By pressing any other button the COMPONENT TESTER will be disabled.

**Operation of the COMPONENT TESTER**

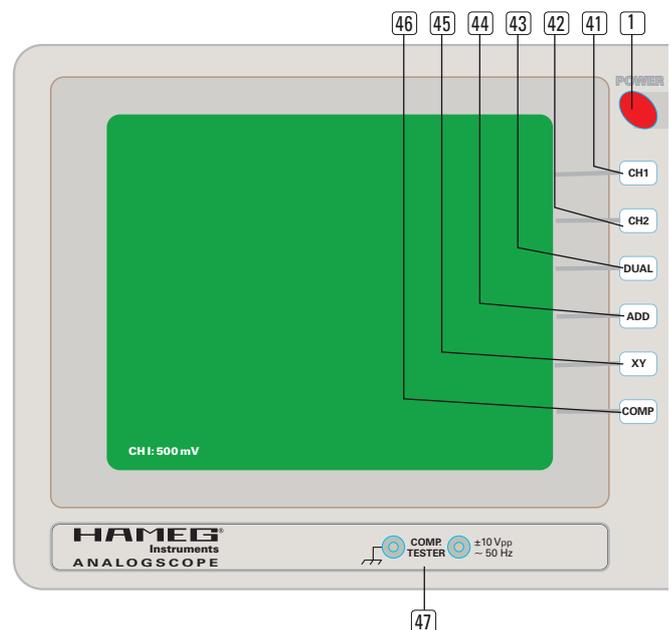
The button COMP (46) alternates between scope and Component TESTER operation; when returning to scope operation, the last settings will be resumed. See also the chapter „Component Tester“. In this mode the following controls and LED indicators are important:

- ADJUST „-“, „+“ buttons (2), (3) with their LEDs.
- INTENS (4), FOCUS (5), TRACE (6) buttons with their LEDs.
- X POSITION (17) knob

The test of electronic components is a two-pole measurement. The unit to be tested is connected to the two contacts below the screen by using 4 mm plugs

**47 COMPONENT TESTER** – 2 contacts for 4 mm plugs

The test leads from the unit under test are plugged in here, the left contact is connected to the chassis and thus to the mains safety earth. For DC or low frequency measurements it may be used as a ground terminal.



Oscilloscopes



Spectrum Analyzer



Power Supplies



Modularsystem  
Series 8000



Programmable Instruments  
Series 8100



authorized dealer



[www.hameg.com](http://www.hameg.com)

Subject to change without notice  
41-0400-0010 / 23072008-gw  
© HAMEG Instruments GmbH  
A Rohde & Schwarz Company  
® registrierte Marke



DQS-Zertifikation: DIN EN ISO 9001:2000  
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6  
D-63533 Mainhausen  
Tel +49 (0) 61 82 800-0  
Fax +49 (0) 61 82 800-100  
vertrieb@hameg.com