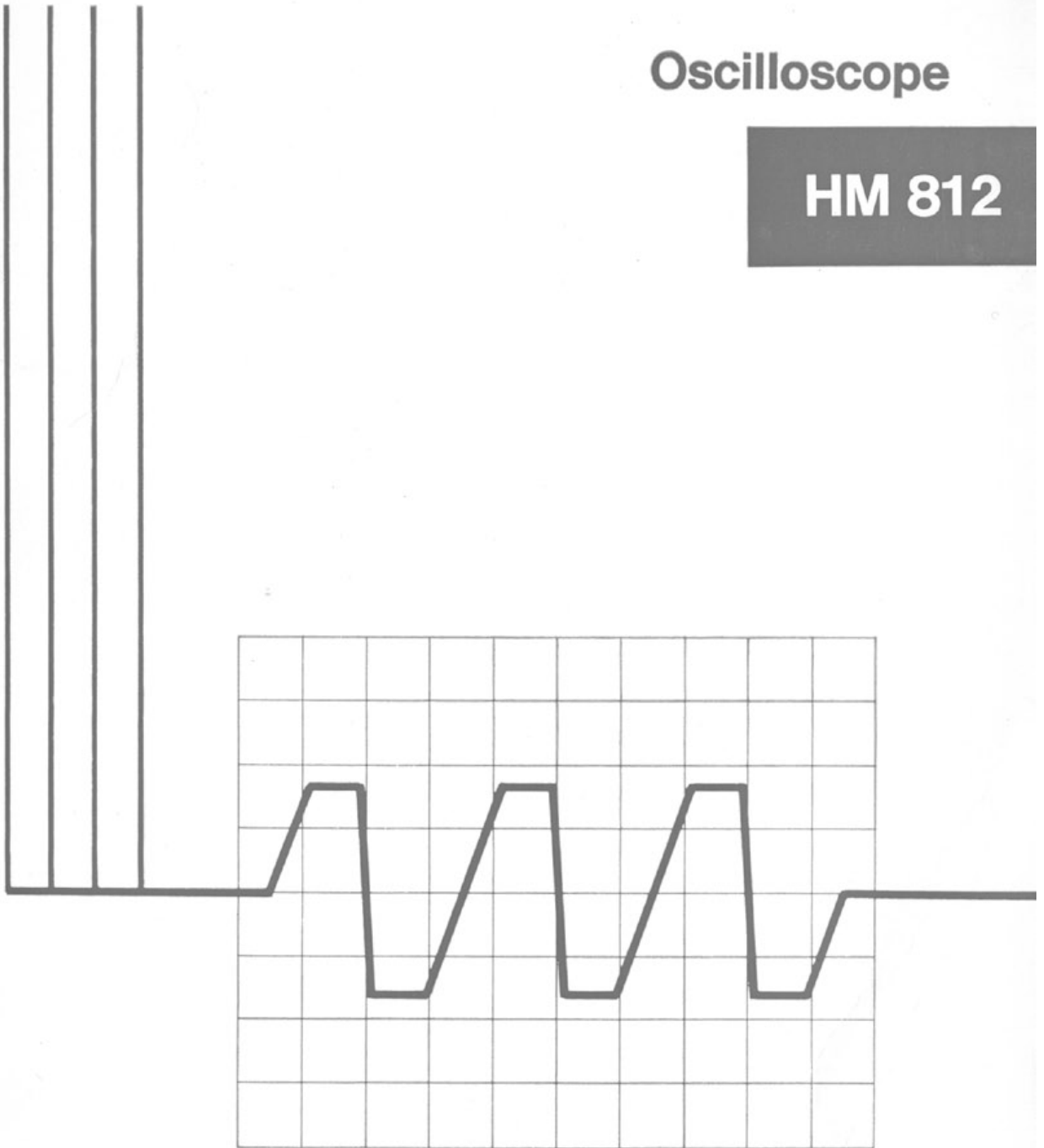


**MANUAL**

**Oscilloscope**

**HM 812**



**HAMEG** MESSTECHNIK

# HAMEG

## OSZILLOSKOP

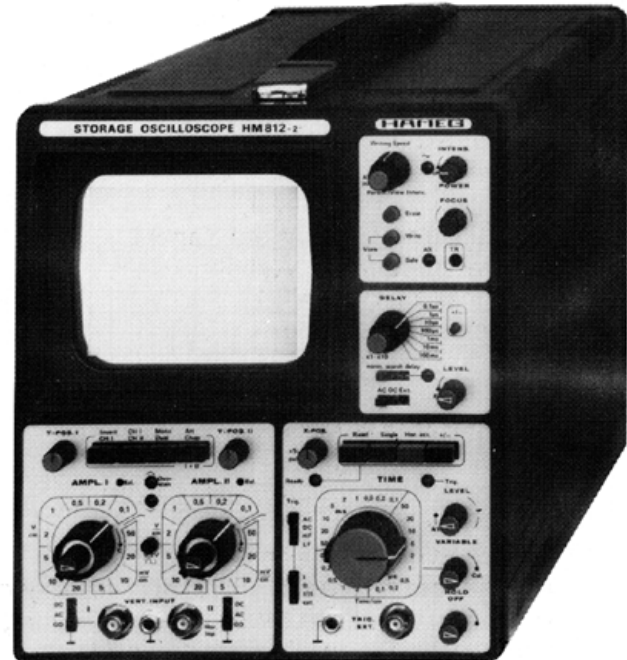
**HM 812-2**

**50MHz 2-KANAL ANALOGSPEICHER**  
mit variabler Nachleuchtdauer

**VERZÖGERBARE ZEITABLENKUNG**  
mit "After Delay"-Triggerung

**SPEICHERUNG VON EINZELBILDERN**  
auch mit "Automatic Store"

**FUNKTIONSANZEIGEN MIT LED'S:**  
"Outrange", "Delay" und Triggerung



Für die beliebig wiederholbare Darstellung eines elektrischen Vorganges besitzt der HM 812 eine Strahlröhre mit **elektronisch gesteuertem Speichersystem**. Wird das Speicherteil abgeschaltet, arbeitet das Gerät wie ein normales Oszilloskop. Die technischen Daten entsprechen dann weitgehend denen des HM 512.

Beim Übergang vom Normalbetrieb in die Schreibstellung werden alle vorher gespeicherten Signale automatisch gelöscht. Mit Hilfe der **variablen Nachleuchtdauer** können auch Signale mit langsamer Folgefrequenz flimmerfrei aufgezeichnet werden. Die Speicherung einmaliger Vorgänge wird von der Schreibgeschwindigkeit auf einige 100 kHz begrenzt. Jedoch erlaubt das Integrationsvermögen der Speicherröhre bei sich wiederholenden Vorgängen auch die Speicherung von Signalen **bis zur Grenzfrequenz des Meßverstärkers**. Die maximale Speicherzeit ist abhängig von der eingestellten Spurenhelligkeit.

Eine **spezielle Schaltung** verhindert beim Einschalten eine unbeabsichtigte Löschung von gespeicherten Signalen. Bei Netzausfall oder abgeschaltetem Gerät bleibt der Speicherinhalt mehrere Tage erhalten. **"Automatic Store"** ermöglicht die **selbsttätige Sicherung** von Einzelbildern für Langzeitspeicherungen. Dies ist z. B. erforderlich bei unbeaufsichtigter Aufzeichnung von Störimpulsen nach längeren Wartezeiten.

**"Automatic Blanking"** schützt im XY-Betrieb die Bildröhre gegen Überlastung. Beim Ausfall des horizontalen Ablensignales wird der Strahl dunkelgetastet. Diese **Schutzschaltung** erlaubt auch den Einsatz des HM 812 als Monitor.

Die **triggerbare Ablenkverzögerung** ermöglicht bei integrierender Speicherung einen nur durch die Y-Bandbreite begrenzten **beliebig hohen Vergrößerungsfaktor**. Ferner kann die Triggenung einer Signalspannung auch von zwei verschiedenen Parametern abhängig sein.

**LIEFERBARES ZUBEHÖR:** Diverse Taster, Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Vierkanal-Adapter, Komponententester, Oszilloskop-Calibrator, Gerätewagen, Tragetasche u. s. w.

### Allgemeines

Die Möglichkeit der Speicherung der auf dem Bildschirm dargestellten Signale erschließt dem HM812 einen großen Anwendungsbereich. Vor allem die Einzelbild-Darstellung oder das Sichtbarmachen relativ schneller Störspitzen, welche das Auge normalerweise nicht registriert, ist ohne Speicherung unmöglich. Die Frontplatte ist in mehrere Felder aufgeteilt, was die Bedienung des Gerätes sehr erleichtert.

In der bestehenden Konzeption basieren die meisten Funktionseinheiten auf monolithisch integrierter Schaltungstechnik. Dies gilt insbesondere für das Speicherteil. Nur auf der analogen Seite werden noch mehr diskrete Halbleiter verwendet, auf die man z. B. in den Verstärkerendstufen bis heute noch nicht verzichten kann. Trotz des relativ großen Aufwandes an Bauelementen ist der HM812 sehr servicefreundlich.

### Betriebsarten

Der HM812 ist für 1- oder 2-Kanalbetrieb verwendbar. Die Aufzeichnung zweier in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (alternate mode) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode (chopped mode) erfolgen. Im alternierenden Betrieb ist es möglich, das interne Triggersignal den zwei Kanälen wechselseitig zu entnehmen. Dann können beide Eingangssignale auch asynchron sein oder sich gegenseitig gleitend ändern. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen addiert werden. In Verbindung mit invertiertem Kanal I ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Für die Ablenkung in horizontaler Richtung bestehen 3 Möglichkeiten: normaler Zeitbasisbetrieb, Einzelbild- und XY-Darstellung. Für letztere wird das Signal für die horizontale Ablenkung über Kanal II zugeführt. Eingangsimpedanz und max. Ablenkempfindlichkeit sind dann in beiden Richtungen gleich. In allen Betriebsarten können die Signale normal oder gespeichert dargestellt werden. Die Speicherung einmalig auftretender Vorgänge ist im „Automatik-Store“ Betrieb auch bei Abwesenheit möglich.

### Vertikalablenkung

Der HM812 hat diodengeschützte FET-Eingänge in

beiden Vorverstärkern. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln, wechselweise oder zusammen an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit bistabil gesteuerten Diodengattern. Als Steuersignal wird für altern. Betrieb der Hellstimpuls des Ablenkgenerators und bei Chopperbetrieb ein 1 MHz Signal benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Zwischen den Diodengattern und dem Y-Endverstärker liegt eine symmetrische Verzögerungsleitung, welche das Y-Signal etwa um die dreifache Ansprechzeit der Zeitbasis verzögert. Zur einwandfreien Triggerrung höherer Frequenzen sind die Bandbreiten der Vorverstärker relativ groß. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers wird im wesentlichen von der Y-Endstufe bestimmt. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (70% von 60mm).

Überschreibungen des Schirmrasters in Y-Richtung werden durch 2 Leuchtdioden angezeigt. Gegenüber dem herkömmlichen „Beam Finder“ ist sofort erkennbar, in welcher Richtung der Strahl den Schirm verlassen hat. Diese Einrichtung registriert auch Überschreibungen durch Nadelimpulse (Spikes) von mehr als 100ns Dauer. Besonders bei niedrigen Wiederholungsfrequenzen dürfte dies von großem Vorteil sein. Bei totaler Übersteuerung des Bildschirms leuchten beide Lampen auf.

### Zeitablenkung

Die Zeitbasis des HM812 arbeitet mit einer Trigger-technik, die auch bei der Aufzeichnung hoher Frequenzen eine exakte und jitterfreie Darstellung der Signale erlaubt. Durch Verwendung schneller monolithisch integrierter Bausteine sind Signale ab 5mm Bildhöhe bis min. 70MHz noch einwandfrei triggerbar. In Stellung „HF“ des Triggerfilters liegt die obere Grenze sogar über 100MHz. Das Triggersignal kann wahlweise Kanal I oder Kanal II entnommen oder extern zugeführt werden. Zwei Triggerfilter gestatten die Unterdrückung störender Frequenzanteile komplexer Signale unter bzw. über einer Grenzfrequenz von 1 kHz. Die Ankopplung des Triggersignals ist gleich- oder wechsellspannungsgekoppelt möglich. Kernstück der Triggerrückführung ist ein Spannungskomparator mit extrem kurzer Anstiegszeit und TTL-Ausgang. Ankopplung und Entnahme der Triggerrung sind in vielen Varianten möglich, so daß auch

die Darstellung sehr komplizierter Vorgänge relativ problemlos ist. Bei besonders schwer triggerbaren Signalgemischen kann mit Hilfe der im Verhältnis 10:1 variablen „HOLD-OFF“-Zeit die Wirkung störender Triggerphasen unterdrückt werden.

Die Zeitbasis verfügt über 23 Ablenkbereiche, die jeweils noch x5 gedehnt werden können. Größere Dehnungen bzw. Ausschnitt-Vergrößerungen sind mit der verzögerbaren Zeitablenkung möglich. Begrenzt durch die kürzeste Ablenkzeit (20ns/div.) können z. B. bis zum Zeitkoeffizienten 20 $\mu$ s/div. Signalausschnitte zeitlich über 1000-fach gedehnt dargestellt und gemessen werden. In den darunter liegenden Bereichen sind noch größere Dehnungen möglich. Der Einsatzpunkt derselben ist vorwählbar oder läßt sich kontinuierlich über die Signalperiode verschieben. Besonders für die Analyse von komplexen Signalarten ist dies sehr vorteilhaft. Enthält ein Signalgemisch, wie z. B. das Farbfernsehsignal, asynchron verlaufende Signalanteile, können diese nur mit einer 2. Triggerung, wie sie auch im HM812 vorhanden ist, ruhig stehend aufgezeichnet werden. Die Anpassung an den Triggerpegel erfolgt gleichfalls mit einem „LEVEL“-Regler. Der getriggerte Zustand der Zeitbasis und die Delay-Betriebsarten werden mit Leuchtdioden angezeigt.

Einmalige Vorgänge werden im „Single“-„Reset“-Betrieb mit einmaliger Zeitablenkung dargestellt. Diese Betriebsart ist besonders für die Speicherung aperiodischer Signale wichtig.

Die Helltastung der Bildröhre wird über einen hochspannungsfesten Optokoppler bewirkt. Ansteigende und abfallende Flanken des Helltastimpulses sind so steil, daß auch in den oberen Ablenkbereichen keine sichtbare Verkürzung der Zeitlinie eintritt.

## Speicherteil

Die verwendete Speicherröhre arbeitet nach dem monostabilen Speicherprinzip. Gegenüber sogenannten bistabilen Röhren ist das gespeicherte Bild sehr kontrastreich. Bereits gespeicherte Signale können wieder überschrieben werden, so daß Vergleiche über längere Zeiträume möglich sind. Dabei darf das Gerät zwischenzeitlich ohne Beeinflussung der bereits gespeicherten Meßergebnisse öfter an- und abgeschaltet werden. Beim Übergang von Normalbetrieb auf „Schreiben“ werden automatisch alle vor-

her gespeicherten Signale gelöscht. Eine Sofort-Löschung ist außerdem mit der Löschtaste möglich. Die Speicherzeit kann zwischen 30 Sekunden und 1 Stunde bei sichtbarem Bild verändert oder ohne Bild auf mehrere Stunden ausgedehnt werden. Wird das Gerät abgeschaltet, ist die Speicherung auch über mehrere Tage möglich. Die Schreibgeschwindigkeit ist bei einmaligen Vorgängen auf wenige 100kHz begrenzt. Jedoch kann man bei mehrmaligem Überschreiben auch Signale von 50MHz speichern. Mit Hilfe des „Persistence“-Reglers läßt sich die Nachleuchtdauer der Strahlröhre kontinuierlich zwischen 10ms und einer Stunde verändern. Daher können auch sehr langsame Vorgänge flimmerfrei aufgezeichnet werden.

Um auch einmalige Vorgänge zu speichern, deren Auftreten zeitlich nicht absehbar ist, erlaubt der HM812 den „Automatic Store“-Betrieb. Die erfolgte Speicherung des Vorgangs wird mit einer blinkenden Leuchtdiode angezeigt. Außer für die Voreinstellungen zu dieser Betriebsart ist dabei keine Bedienung des Oszilloskops erforderlich. Selbst nach Ablauf längerer Zeit (u. U. Tage) kann das Signal sichtbar gemacht werden.

## Sonstiges

Während der Anheizzeit der Strahlröhre blinkt die Netzkontrollampe. Ihr Dauerlicht zeigt die Betriebsbereitschaft des Oszilloskops.

Für die Strahlmodulation mit TTL-Pegel (positive Logik) ist an der Rückseite des Gerätes eine BNC-Buchse angebracht.

Ein Rechteckgenerator für die Calibration der Meßverstärker und den Tasterabgleich ist eingebaut. Die horizontale Strahlage kann von außen parallel zu den Rasterlinien eingestellt werden (Trace Rotation).

# HAMEG

Diesen kompensierten Tastteiler sollte man verwenden, wenn das Meßobjekt nur wenig belastet werden darf oder die Signalspannung größer als 100 V<sub>ss</sub> ist. Durch die Teilung wird die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops um den Faktor 10 reduziert. Mit dem aufsteckbaren isolierten Federhaken kann der Teiler direkt in die Schaltung eingehängt werden. Für die Befestigung des Massekabels in Meßpunktnähe besitzt dieses eine Krokodilklemme.

#### Technische Daten:

Teilungsverhältnis 10 : 1 (x 10). Bandbreite 0-100 MHz. Anstiegszeit 3,5 ns. Max. Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 10 Megohm. Eingangskapazität 10,3 ... 13,6 pF innerhalb des Kompensationsbereichs (10 ... 60 pF). Kabellänge 1,5 m.

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, Trimmerschlüssel.



Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 30

Das HZ 35 ist ein Meßkabel mit Tastkopf ohne Spannungsteilung. Es erlaubt die volle Ausnutzung der max. Empfindlichkeit des verwendeten Oszilloskops. Wegen der Belastung des Meßobjekts durch die Kabelkapazität ist es jedoch nur für relativ niederohmige Meßobjekte oder niederfrequente Meßspannungen geeignet. Am Massekabel des Tastkopfes ist ebenfalls eine Krokodilklemme angebracht.

#### Technische Daten:

Bandbreite 0-10 MHz. Maximale Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand gleich Oszilloskop-Eingangswiderstand. Eingangskapazität 47 pF + Osz.-Eingangs-C. Kabellänge 1,5 m. Kopf-Massekabel mit Krokodilklemme.

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, BNC-Adapter.



Meßkabel mit Tastkopf 1 : 1 HZ 35

Die Eigenschaften des umschaltbaren Tastteilers HZ 36 entsprechen beim Teilverhältnis 10 : 1 dem Typ HZ 30. In Stellung 1 : 1 kann die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops voll genutzt werden, wobei allerdings die Meßobjektbelastung durch die Kabelkapazität größer ist. In der Referenzstellung des Umschalters ist nur der Oszilloskopeingang, aber nicht das Signal kurzgeschlossen.

#### Technische Daten:

Bei Teilung 10 : 1 (x 10) siehe **HZ 30**. Bei Teilung 1 : 1 (x 1): Bandbreite 0-10 MHz. Maximale Eingangsspannung 600 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand gleich Oszilloskop-Eingangswiderstand. Eingangskapazität 40 pF + Osz.-Eingangs-C. In Referenzstellung (Ausgang an Masse) ist der Eingangswiderstand 9 Megohm. Kabellänge 1,5 m.

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Isolierhülse für Tastkopfspitze, Isolierhülse für Messungen an IC's.



Osz.-Tastteiler 10:1/1:1 HZ 36



# HAMEG

Für die Aufzeichnung von Meßspannungen über 500 V bis max. 1500 V ist ein Tastteiler HZ 37 erforderlich. Das Teilverhältnis beträgt 100 : 1 und ist nicht umschaltbar. Bei Verwendung der 10 : 1 Teiler HZ 30, HZ 36 und HZ 38 an Spannungen über 500 V riskiert man Beschädigungen des Tastteilers und des Oszilloskop-eingangs. Die max. Empfindlichkeit des Oszilloskops wird durch die Teilung um den Faktor 100 reduziert.

#### Technische Daten:

Teilungsverhältnis 100 : 1 (x 100). Bandbreite 0-50 MHz. Anstiegszeit 7 ns. Maximale Eingangsspannung 1500 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 9,1 Megohm. Eingangskapazität ca. 4,6 pF im Kompensationsbereich 12-48 pF. Kabellänge 1,5 m.

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, Trimmerschlüssel, BNC-Adapter, Isolierhülse für Tastkopfspitze, Isolierhülse für IC-Messungen.



Oszilloskop-Tastteiler 100 : 1 HZ 37

Der Tastteiler HZ 38 eignet sich besonders für Signale, die höhere Frequenzspektren beinhalten. Da sich die Anstiegszeit des Tastteilers zu der des Oszilloskops geometrisch hinzuaddiert, sollte erstere möglichst nicht größer als 20% der Oszilloskop-Anstiegszeit sein. Für Oszilloskope mit mehr als 40 MHz Bandbreite empfiehlt sich die Verwendung des HZ 38, weil damit die nutzbare Bandbreite nicht wesentlich reduziert wird.

#### Technische Daten:

Teilverhältnis 10 : 1 (x 10). Bandbreite 0-200 MHz. Anstiegszeit 1,7 ns. Max. Eingangsspannung 500 V (DC + Spitze AC). Eingangswiderstand 10 Megohm. Eingangskapazität ca. 13 pF im Kompensationsbereich 12...48 pF. Kabellänge 1,5 m.

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, BNC-Adapter, 2 Massekabel.



Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 38

Der Demodulatortaster HZ 39 eignet sich zur Aufzeichnung der Amplitudenmodulation von HF-Signalen und als Detektor von Wobbelspannungen. Die Schaltung beinhaltet im wesentlichen einen Spitze-Spitze-Gleichrichter mit Kondensatoreingang. Zur Unterdrückung der HF-Spannung wird das Ausgangssignal über einen Tiefpaß entnommen. Der Ausgang muß mit 1 Megohm abgeschlossen sein, was sich bei DC-Betrieb des Oszilloskops automatisch ergibt.

#### Technische Daten:

Bandbreite ca. 35 kHz bis 250 MHz. HF-Eingangsspannungsbereich 0,25 Veff. bis 40 Veff. Maximale Eingangsspannung 200 V (DC + Spitze AC). Ausgangspolarität: positiv. Kabellänge 1,5 m.

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, BNC-Adapter.



Demodulatortaster HZ 39

Für den Übergang von Bananenstecker-Anschlußleitungen auf BNC-Buchse ist der HZ 20-Adapter zu empfehlen. Die beiden Schraubklemmbuchsen für die Bananenstecker sind über einen Bügel mit dem BNC-Stecker starr verbunden. Der Bügel ist über letzteren drehbar angeordnet, so daß er immer in der günstigsten Lage stehen kann. Besonders wo in Verbindung mit Oszilloskopen Kabel mit Bananensteckern verwendet werden, sollte der HZ 20 immer vorhanden sein.

**Technische Daten:**

Länge 42, Breite 35, Tiefe 18 mm. Buchsendurchmesser 4 mm mit Querloch 2 mm  $\varnothing$ . Buchsenabstand 19 mm. Genormter BNC-Stecker. Maximale Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



**Übergang Banane-BNC HZ 20**

Der 50 Ohm-Durchgangsabschlußwiderstand ist auf der einen Seite mit einer BNC-Buchse, auf der anderen mit einem BNC-Stecker versehen. Der HZ 22 dient zum Abschließen von Koax-Kabeln mit 50 Ohm-Wellenwiderstand und Generatoren mit 50 Ohm-Ausgang. Er muß am Kabelende (z. B. am Oszilloskop-Eingang) angebracht werden, wenn das Signal von der reinen Sinusform abweicht (z. B. bei Rechteck- oder Nadelimpulsen), damit die Kurvenform unverfälscht erhalten bleibt. Er ist aber auch für genaue Spannungsmessungen von Sinus-Signalen im HF-Bereich notwendig (Stehwellen!). Tastteiler erfordern keinen Abschluß.

**Technische Daten:**

Maße: 14 x 20 x 62 mm. Max. Belastung 2 W. Max. Spannung 10 Veff.



**50 Ohm - Durchgangsabschluß HZ 22**

Für den Abgleich von Oszilloskop-Eingangsteilern mit 1 Megohm-Eingangswiderstand ist ein abgeschirmter 2:1-Vorteiler erforderlich. Der HZ 23 ist einerseits mit seinem BNC-Stecker direkt an den Vertikaleingang, andererseits mit der BNC-Buchse an das Kabel vom Rechteckgenerator anzuschließen. In Serie mit den Innenleitern von Stecker und Buchse liegt eine Parallelschaltung aus Widerstand und Keramiktrimmer. Letzterer ist auf die Eingangskapazität des Osz.-Vertikaleingangs abgleichbar. In diesem Fall sind Oszilloskop- und Vorteiler-Impedanz gleich.

**Technische Daten:**

Maße 62 x 21 x 15 mm. Festwiderstand 1 Megohm. Kompensationskapazität 12... 48 pF. Maximale Spannung 250 V (DC + Spitze AC).



**Vorteiler 2 : 1 HZ 23**

Gedacht ist das Meßkabel HZ 32 für die Verbindung zwischen Oszilloskopen und Geräten mit Bananensteckerbuchsen. Die Kombination BNC-Banane erlaubt jedoch noch viele andere Anwendungen. Besonders bei hochohmigen NF-Signalen reduziert der abgeschirmte 4mm-Stecker mit herausgeführter Masseleitung die Gefahr von Brummeinstreuungen. Zur Vermeidung von frühzeitigen Kabelbrüchen sind beide Stecker mit Knickschutztüllen versehen. Aus dem gleichen Grunde ist das Massekabel mit Bananenstecker sehr feindrätig ausgeführt.

**Technische Daten:**

Kabellänge 1,15 m. Kabelkapazität 120 pF. Wellenwiderstand 50 Ohm. Max. Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



**Meßkabel Banane-BNC HZ 32**

Das abgeschirmte koaxiale Meßkabel HZ 34 besitzt an beiden Enden BNC-Normstecker. In der hier vorliegenden Ausführung ist es das in der kommerziellen Elektronik am häufigsten benutzte Verbindungskabel überhaupt. Zur Vermeidung frühzeitiger Kabelbrüche sind an den BNC-Steckern griffige Knickschutztüllen aus Kunststoff-Formteilen fest angebracht.

**Technische Daten:**

Kabellänge 1,2 m. Kabelkapazität 126 pF. Wellenwiderstand 50 Ohm. Maximale Spannung 500 V (DC + Spitze AC).



**Meßkabel BNC-BNC HZ 34**



# HAMEG

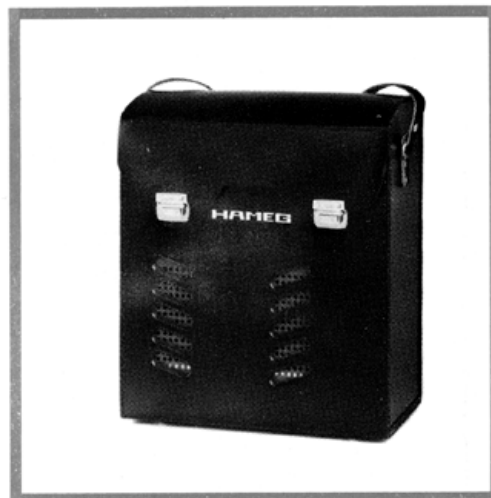
Für den Transport von Oszilloskopen ist die Tragetasche besonders empfehlenswert. Zwischen Gerät und Taschenboden befindet sich eine dickere Zwischenplatte, die auch bei härterem Aufsetzen alle Stöße weich auffängt. An einer Seite befindet sich noch ein Fach für die Aufnahme von Werkzeug und Zubehör. Größe der Tasche etwa 260 x 210 x 460 mm. Größe des Faches für Werkzeug und Zubehör 260 x 210 x 50 mm. Zum Tragen wird der Griff des Gerätes benutzt, so daß die Tasche dabei keinerlei Beanspruchung ausgesetzt ist. Das Material derselben ist besonders strapazierfähig und entspricht allen Anforderungen für den Außendienst.

**Verwendbar** ist die Tasche für die Oszilloskope HM 312, HM 412 und HM 512. Sonderausführung für Oszilloskop HM 812 auf Anfrage.



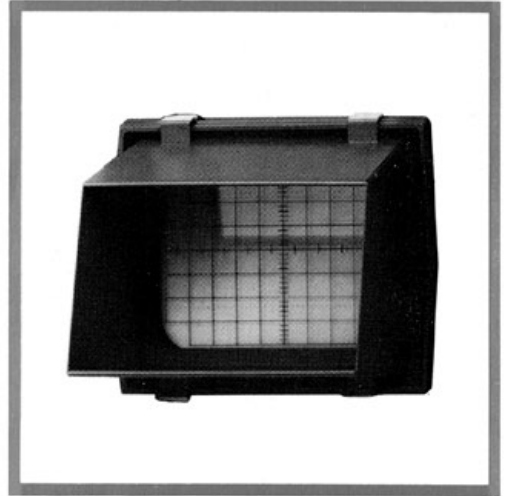
**Tragetasche HZ 43**

Diese Tasche ist speziell für kleinere Geräte vorgesehen. Sie enthält ebenfalls ein Fach für Werkzeug und Zubehör. Außerdem sind an den Seitenflächen Tragriemen befestigt, so daß man die Tasche auch umhängen kann. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn man gleichzeitig noch ein anderes Gerät tragen muß. An der Vorder- und Rückseite sind Belüftungslöcher angebracht. Daher können Geräte bis zu 30 Watt Leistungsaufnahme auch während des Betriebes in der Tasche bleiben. Gesamtgröße ca. 300 x 125 x 300 mm. Fach für Werkzeug und Zubehör etwa 120 x 40 x 280 mm.



Wenn in sehr hellen Räumen der Kontrast des aufgezeichneten Bildes zu schwach ist, wird empfohlen, einen Lichtschutztubus zu verwenden. Der HZ 47 dunkelt in den meisten Fällen die Schirmfläche gegen alle Lichteinwirkungen genügend ab, wodurch der Kontrast erheblich gesteigert wird. Für die Befestigung befinden sich oben und unten vier leicht veränderbare Laschen. Diese lassen sich schnell an die Form der Schirmblende anpassen.

**Verwendbar** ist der Lichtschutztubus HZ 47 für die Oszilloskope HM 312, HM 412, HM 512 und HM 812.



**Lichtschutztubus HZ 47**

## Allgemeine Hinweise

Der Umgang mit dem HM812 ist bei genügender Beachtung der folgenden Bedienungshinweise relativ einfach. Auch ohne Erfahrung mit Speicheroszilloskopen wird jeder mit der ohnehin schon fast genormten Grifftechnik der HAMEG-Oszilloskope schnell vertraut sein.

Die Frontplatte ist, entsprechend den verschiedenen Funktionen, in 4 Regionen aufgeteilt. Rechts außen, im oberen Feld, befindet sich der Netzschalter, kombiniert mit dem Einsteller für die Strahlhelligkeit, sowie der Regler für die Schärfeeinstellung. Links daneben sind die Bedienungselemente für das Speicherteil angeordnet. Das darunter liegende Feld enthält die Steuerungsorgane für die Verzögerung der Zeitbasis einschließlich der 2. Triggermöglichkeit.

Die beiden unteren Felder sind der Ablenkung in Y- und X-Richtung vorbehalten. Im linken Feld erfolgt die Wahl der Betriebsart und die Anpassung der Meßsignale an den Meßverstärker, wobei gleichzeitig Bildhöhe und Lage der aufgezeichneten Signale eingestellt werden. Das rechte Feld ist für die Wahl der Ablenkzeit und der Triggerart bestimmt. Außerdem kann hier auf externe X-Ablenkung umgeschaltet werden.

Alle Einzelheiten sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Bei Ausfall der X-Ablenkung, wenn man z. B. auf XY-Betrieb schaltet, wird der Strahlstrom automatisch reduziert. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten, insbesondere im Speicherteil, eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall. Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegt.

Der HM812 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mind. 50MHz. Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 80-100MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirmes auf ca. 6 div. begrenzt. Außerdem wird dann die zeitliche

Auflösung problematisch. Beispielsweise wird bei ca. 50MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20ns/div.) alle 1 div. ein Kurvenzug geschrieben. Die max. Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur  $\pm 3\%$ . Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist beim Vertikalverstärker zu berücksichtigen, daß sich ab ca. 20MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall der Meßverstärker bedingt. Bei 30MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz dem gemessenen Spannungswert ca. 11% hinzuaddieren. Da jedoch die Bandbreiten der Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 50 und 60MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 60MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirmes stetig abnimmt. Der Meßverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Die Masse des Gerätes liegt am Schutzkontakt und damit am Schutzleiter des Netzes. Durch die Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u. U. 50Hz-Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines vorschriftsmäßigen Schutz-Trenntransformators vor dem HM812 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schuko-steckdosen betrieben werden. Die Entfernung des Schutzleiters ist — gemäß den VDE-Vorschriften — unzulässig.

**Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung auch am Gehäuse des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 40V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.**

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Zu hell eingestellt, kann nach einer gewissen Dauer die

Leuchtschicht der Röhre beschädigt werden. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

**Achtung! Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage manchmal nicht vermeiden. In diesen Fällen verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist am Trimmer hinter der mit „TR“ bezeichneten Öffnung möglich. Eine eventuell nötige Änderung der Bildröhrenlage ist in der Service-Anleitung beschrieben.**

Die Vielseitigkeit des HM812 erlaubt es nicht, im Rahmen dieser Anleitung alle Verwendungsmöglichkeiten im Detail zu erläutern. Die folgenden Hinweise beschränken sich daher auf einige markante Aufgabenstellungen der allgemeinen Elektronik. Für weiterreichende Informationen sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

## Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10-stündigen Test. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle HAMEG-Geräte eine Funktionsgarantie von 12 Monaten gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post oder Bahn wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von den genannten Behörden nicht ersetzt.

## Betriebsbedingungen

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs: +10 °C... +40 °C. Zulässiger Temperaturbereich während der Lagerung und des Transports: -40 °C... +70 °C. Bei einer Taupunkt-Unterschreitung (Bildung von Kondenswasser) muß die Akklimatisierungszeit vor dem Einschalten abge-

wartet werden. In extremen Fällen (Oszilloskop stark unterkühlt) ist bis zur Inbetriebnahme eine Wartezeit von etwa 2 Stunden erforderlich. Das Gerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf also nicht bei besonders großem Staub- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage des Gerätes ist an sich beliebig; jedoch muß die Luftzirkulation (Konvektionskühlung) unbehindert bleiben. Deshalb sollte das Gerät im Dauerbetrieb vorzugsweise in horizontaler Lage oder mit Aufstellbügel schräg aufgestellt benutzt werden.

## Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V ~ eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt an der Rückseite des Gerätes. Der entsprechende Wert ist an der rechts neben dem Steckerloch sitzenden Umschalthaube ablesbar. Für die Umschaltung ist diese leicht mit einem kleinen Schraubenzieher vom Steckerloch aus abzuziehen und mit dem gewünschten Spannungswert nach oben zeigend wieder einzusetzen. Die Netzsicherung muß selbstverständlich der geänderten Netzspannung entsprechen und — wenn erforderlich — ausgetauscht werden:

220/240V = 0,4A träge

110/125V = 0,8A träge

**Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken. Alle blauen Bedienungsknöpfe mit Pfeilen haben eine calibrierte Stellung. Sie sollen zunächst in der rechten Anschlagstellung stehen, ausgenommen die beiden „LEVEL“-Regler, die nach links auf „AT“ bzw. auf „FR“ eingerastet werden. Die weißen Striche auf mehreren Knopfkapfen sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß sich der „Delay“-Schiebeschalter im Bedienungsfeld für die Ablenkverzögerung in Stellung „norm.“ befindet. Ferner müssen beide links vom „TIMEBASE“-Schalter angebrachten Schiebeschalter in der obersten Stellung stehen.**

Mit dem rechts im oberen Feld befindlichen Dreh- schalter „POWER“ wird das Gerät eingeschaltet.



Während der Strahlröhren-Anheizzeit blinkt die daneben angebrachte Leuchtdiode. Ihr Dauerlicht zeigt die Betriebsbereitschaft des Oszilloskops. Wird nach einer Minute Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der „INTENS.“-Regler nicht genügend aufgedreht, oder der Kippgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die „POS.“-Regler verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe, Tasten und Schalter in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den „LEVEL“-Regler zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser am linken Anschlag (Stellung „AT“) befindet und wenn die „Single“-Taste nicht gedrückt ist. Erscheint kurzzeitig ein Punkt, ist wahrscheinlich die Taste „Hor. ext.“ gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am „INTENS.“-Regler eine mittlere Helligkeit und am Knopf „FOCUS“ die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollten die „AC-DC“-Schalter der Y-Eingänge in Massestellung („GD“) stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell an den Y-Eingängen anliegende Signalspannungen werden in Stellung „GD“ nicht kurzgeschlossen.

### **Korrektur der DC-Balance**

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die Eigenschaften der FET in den Eingängen der Meßverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich beim Durchdrehen des Feinreglers am Eingangsteiler die Strahl-lage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur hat bzw. mindestens 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1 mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung oberhalb des „AMPL.“-Schalters einführt, an dem etwa 30mm dahinterliegenden Balance-Trimmer korrigiert. Es handelt sich dabei um ein Wendelpotentiometer, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkoeffizient 5mV/div.; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf „GD“) wird der Feinregler ständig hin und her ge-

dreht. Sobald sich dabei die Strahl-lage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste „CH I/CH II“ zu drücken.

### **Art der Signalspannung**

Mit dem HM812 können praktisch alle Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 50MHz liegt. Einfache elektrische Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder 50Hz-Brummspannungen, sind in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Bandbreite des Meßverstärkers muß daher wesentlich höher sein als die Folgefrequenz des Signals. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM812 ist deshalb nur bis ca. 5MHz Folgefrequenz möglich. 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. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinreglers oder des „HOLD-OFF“-Reglers (zeitliche Verzögerung der Trigger-Freigabe) erforderlich. Fernseh-Video-Signale sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der obere Triggerwahlschalter in Stellung „LF“ stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegel-einstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Betrieb des Meßverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der DC-Betrieb vorzuziehen. Andernfalls kann vor den Eingang des auf DC-Betrieb geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator gelegt werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. DC-Betrieb ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen; besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert.

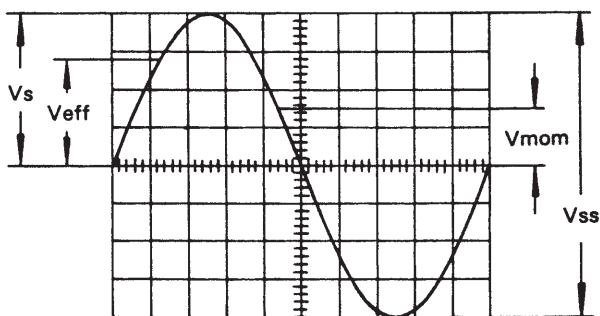
Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf und ab bewegen. Gleichspannungen sind ebenfalls in Stellung „DC“ zu messen.

Spannungsspannungen oder Spannungsabfälle zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle dargestellt. Auf diese Weise können z. B. Stör- oder Brummspannungen, die gleichphasig zwischen den Meßpunkten und Masse auftreten, eliminiert werden. Sind die Störspannungen nicht gleichphasig oder in ihrer Amplitude verschieden, ist die Differenz-Messung mehr oder weniger fehlerhaft.

## 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 Vss-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Signalwellenform.

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



### Spannungswerte an einer Sinuskurve

Veff = Effektivwert; Vs = einfacher Spitzenwert

Vss = Spitze-Spitze-Wert; Vmom = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 div. hohes Bild beträgt ca. 5 mVss. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten an den Eingangsteilerschaltern, bezeichnet mit „AMPL.“, sind in mVss/div. oder Vss/div. angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der Bildhöhe in di. Wird mit Taster 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am „AMPL.“-Schalter in seiner kalibrierten Stellung stehen. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160Vss (mit Feinregler am Linksanschlag bis 400Vss) aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang  $\pm 500V$  nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Taster 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000Vss auswertbar sind. Mit Spezialtaster 100:1 (z. B. HZ37) können Spannungen bis ca. 3000Vss gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ37). Mit einem normalen Taster 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-Taster. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

## Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Einstellung des „TIMEBASE“-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten am „TIMEBASE“-Schalter sind in s/div., ms/div. und  $\mu s/div.$  angegeben. Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts in div. (1 div. =



0,9cm) mit dem am „TIMEBASE“-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit „VARIABLE“ bezeichnete Zeit-Feinregler in seiner kalibrierten Stellung stehen (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend). Die Verstellung der X- und Y-Positionsregler und der beiden Y-Feinregler beeinflußt nicht die Genauigkeit der Zeitmessung.

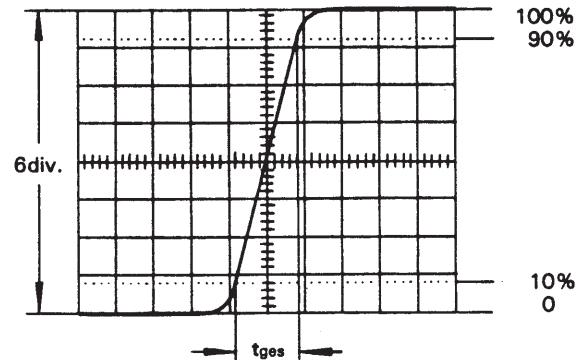
Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab x5 arbeiten („X-POS.“-Regler gezogen). Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 5 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der Ablenkverzögerung meßbar. Mit dieser können — stark gedehnt — auch Zeiten von weniger als 1% der vollen Periodendauer dargestellt werden. Der kleinste noch meßbare Zeitabschnitt ist im wesentlichen von der verfügbaren Helligkeit der Bildröhre abhängig. Die Grenze liegt etwa bei einer 500-1000fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist u. U. auch noch 2000fach möglich. Dies setzt jedoch voraus, daß der am „TIMEBASE“-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode größer als  $50\mu\text{s}/\text{div.}$  ist, da immer die kleinste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreite-Grenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10% und 90% der vertikalen Impulshöhe. Für 8 div. hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden sind beide Werte auf dem Bildschirm durch horizontale Punktlinien markiert. Der Zeitabschnitt zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die Punktlinien kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit der Signalspannung ist dann

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

Dabei ist  $t_{\text{ges}}$  die gemessene Gesamtanstiegszeit und

$t_{\text{osz}}$  die vom Oszilloskop (HM812-2 ca. 7 ns). Liegen die Gesamtwerte über 50 ns sind die Anstiegszeiten des Meßverstärkers vernachlässigbar. Die optimale Bildeinstellung und die Beziehung des Meßbereiches für die Anstiegszeit zur vollen Signalamplitude sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



## Anlegen der Signalspannung

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 Taster 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d. h. an die Kabelimpedanz (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 Kabelwellenwiderstand 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 können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit max. 2 Watt belasten darf. Wird ein Taster 10:1 (z. B. HZ30) verwendet ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Taster werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca.  $10\text{M}\Omega // 11\text{pF}$ ). Deshalb sollte, wenn der durch den Taster auftre-

tende 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 Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen 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 sollten so kurz und dick wie möglich sein.

Bei der Darstellung von Differenz-Signalen dürfen für die Entnahme der beiden Signalspannungen nur Tastteiler absolut gleicher Impedanz und Teilung verwendet werden. Für manche Differenz-Messungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden. Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Kanal einen „AC-DC“-Schalter. In Stellung „DC“ sollte nur bei sehr niederen Frequenzen gearbeitet werden oder dann, wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Auf jeden Fall sollten die Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf „AC“ 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 Meßverstärker total übersteuert. Der „AMPL.“-Schalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-5 div. hoch ist. Bei mehr als 400Vss großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der am „TIMEBASE“-Schalter eingestellte Wert. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu

drehen.

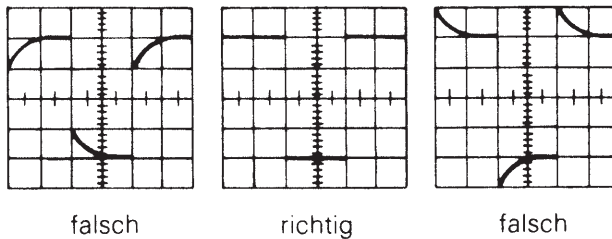
## Y-Überbereichsanzeige

Diese zeigt an, wenn sich in Y-Richtung die Strahllinie oder Signalanteile von mehr als 100ns Dauer außerhalb der sichtbaren Schirmfläche befinden. Die Anzeige erfolgt mit 2 Leuchtdioden, bezeichnet mit „Overscan“, welche oberhalb der Eingangsteiler für die Y-Eingänge angeordnet sind. Leuchtet eine der Lampen ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten Y-Positionsregler hin. An der Zuordnung der Lampen erkennt man, in welcher Richtung der Strahl den Bildschirm verlassen hat. Bei Zweikanal-Betrieb können auch beide Pos.-Regler verstellt sein. Liegen beide Strahllinien in einer Richtung, leuchtet ebenfalls nur eine Lampe. Befindet sich jedoch ein Strahl oberhalb und der andere unterhalb des Schirmes, leuchten beide. Die Anzeige der Y-Positionen und der Schirmüberschreitung erfolgt auch, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird. Wie schon im Absatz „Voreinstellungen“ bemerkt, sollte der „LEVEL“-Regler möglichst immer in der Position „AT“ belassen werden. Dann ist auch ohne Meßsignal ständig eine Zeitlinie vorhanden. Nicht selten verschwindet die Strahllinie nach dem Anlegen eines Meßsignals. An der Overscan-Anzeige erkennt man dann, wo sie sich befindet. Leuchten beim Anlegen der Signalspannung beide Lampen gleichzeitig, wird der Schirm in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal mit einer Gleichspannung überlagert, kann im DC-Betrieb des Meßverstärkers auch bei kleineren Bildgrößen durch starke Positionsverschiebungen der Bildrand überschrieben sein. In diesem Fall ist der „AC“-Betrieb vorzuziehen.

## Abgleich des Tastteilers

Für naturgetreue Aufzeichnungen der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM812 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von 0,2Vss. Die Toleranz beträgt nur  $\pm 1\%$ . Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit der Spitze einfach an

die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Minibuchse gelegt und entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



Der „TIMEBASE“-Schalter soll sich dabei in Stellung „0,2ms/cm“ befinden. Steht der „AMPL.“-Schalter in der empfindlichsten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal 4 div. hoch. Da ein Taster teiler ständig größeren Bewegungen ausgesetzt ist, sollte man die Einstellung öfters kontrollieren.

## Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart des Meßverstärkers wird mit den Tasten im Y-Feld gewählt. Wird nur Kanal I benutzt, stehen alle heraus. Soll nur Kanal II eingeschaltet werden, ist die Taste „CH I/CH II“ einzudrücken. Bei gedrückter Taste „Mono/Dual“ arbeiten beide Kanäle (unabhängig von der Taste „CH I/CH II“). Die Aufzeichnung zweier Vorgänge erfolgt dabei nacheinander (alternate mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste „Alt/Chop“, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopped mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalschaltung weniger wichtig. Ist nur die Taste „Alt/Chop“ gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste „Invert CH I“ gedrückt), ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von den „Y-POS.“-Reglern beider Kanäle abhängig.

Für die Zeitbasis gilt etwa die gleiche Bedienungslo-

gik wie für den Meßverstärker. Bei Normalbetrieb stehen alle Tasten heraus. Zur Aufzeichnung einmaliger Vorgänge ist die „Single“-Taste zu drücken und mit „Reset“ der einmalige Ablauf der Zeitbasis vorzubereiten. Diese Einrichtung wird für Speicherbetrieb sehr häufig benutzt, unter anderem zur Aufzeichnung aperiodischer Signale oder um ungewollte Überschreibungen zu vermeiden.

Eine andere Betriebsart ist die verzögerte Zeitablenkung, verbunden mit wahlweise gedehnten Signalausschnitten. Mit Hilfe der zweiten Triggerung können diese auch dann einwandfrei stehend aufgezeichnet werden, wenn sie nicht mit der Grundperiode phasenstarr verbunden sind. Für diese Darstellungsart wird hauptsächlich mit dem „Delay“-Schalter und dem zweiten „LEVEL“-Regler im Mittelfeld operiert.

Für XY-Betrieb wird die Taste „Hor. ext.“ betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von Kanal II zugeführt. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind dann in beiden Ablenkrichtungen gleich. Der mit „x5: pull“ bezeichnete X-POS.-Knopf darf dabei nicht gezogen sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 5MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

## Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht der „LEVEL“-Regler in Stellung „AT“, wird die Zeitlinie auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz gut stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Mit „LEVEL“-Regelung kann



die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle des Kurvenverlaufes erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Flanke beginnen, muß die mit „+/-“ bezeichnete Taste gedrückt werden. Der mit dem „LEVEL“-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 div., erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Bei interner Triggerung und Einkanal-Betrieb muß der Schiebeschalter links vom „TIMEBASE“-Knopf für Kanal I in Stellung „I“ und für Kanal II in Stellung II stehen. Bei Zweikanal-Betrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. In der Stellung „I/II“ kann bei alternierendem Betrieb auch von beiden Kanälen gleichzeitig getriggert werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich. In allen anderen Betriebsarten wird in Stellung „I/II“ immer nur Kanal I durchgeschaltet.

Für externe Triggerung ist der Trigger-Wahlschalter auf „ext.“ umzuschalten und das Signal (0,5-5Vss) der Buchse „TRIG. EXT.“ zuzuführen. Bei Einkanal-Betrieb kann die Zuführung auch über den Eingang von Kanal II erfolgen (Trigger-Wahlschalter dabei in Position „II“). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 0,5 und 5Vss liegt, bzw. von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem „AMPL.“-Schalter von Kanal II in einem Bereich von 5 mV bis ca. 200Vss an den Triggereingang der Zeitbasis optimal angepaßt werden. Von Vorteil ist es, wenn man das externe Triggersignal selbst erst einmal aufzeichnet und auf eine Amplitude von 3-6 div. einstellt. Hierfür ist die Taste „CH I/CH II“ allein zu drücken.

Die Ankopplung des Triggersignals ist intern wie extern mit dem oberen Triggerwahlschalter wählbar. DC-Triggerung ist jedoch nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. Bei interner DC-Triggerung empfiehlt es sich, immer mit

„LEVEL“-Einstellung zu arbeiten. In Stellung „AT“ besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter DC-Balance die Triggerschwelle erhöht oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance muß dann auf jeden Fall korrigiert werden.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale automatisch, also ohne manuelle Betätigung des „LEVEL“-Reglers, getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechteck zum Nadelimpuls verformt, kann die Bedienung des „LEVEL“-Reglers erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die „LEVEL“-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl. Soll z. B. das Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den Triggerwahlschalter in Position „LF“ bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden. Für die Triggerung hochfrequenter Signale (>1 MHz) ist die Stellung „HF“ vorzuziehen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des „LEVEL“-Reglers kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des „HOLD-OFF“-Reglers erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeitablenkperioden im Verhältnis 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Impulse oder andere Signalformen, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können nun die Triggerung nicht mehr beeinflussen. Besonders bei Burst-Signalen und Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten Zeitpunkt eingestellt werden.

Alle am „TIMEBASE“-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung des mit „VARIABLE“ bezeichneten Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10 div. Bei Links-

anschlag wird die Ablenkzeit mindestens um das 2,5fache vergrößert. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Bei 5facher Dehnung der Zeitachse (Knopf „X-POS.“ gezogen) ergibt sich in der obersten Stellung des „TIMEBASE“-Schalters eine maximale Auflösung von 20ns/div. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten.

Einmalige Vorgänge, einzelne Störimpulse usw. lassen sich mit einmaliger Zeitablenkung darstellen. Hierfür ist die Taste „Single“ einzudrücken. Die unter dem X-POS.-Regler befindliche Leuchtdiode zeigt die Startbereitschaft „Ready“ der Zeitablenkung an. Leuchtet sie nicht, muß die „Reset“-Taste ebenfalls gedrückt werden. In manchen Fällen kann der „LEVEL“-Regler bei der Aufzeichnung von Einzelbildern in Position „AT“ stehen. Der Strahlhinlauf beginnt dabei etwa in Höhe der Zeitlinie. Die Triggerung ist dann sehr empfindlich, aber schon sehr kleine, zufällig auftretende Störimpulse können die Ablenkung vorzeitig auslösen. Für die getriggerte Auslösung bei höheren oder tieferen Pegelwerten ist eine manuelle Bedienung des „LEVEL“-Reglers erforderlich. Eventuell ist die entsprechende Einstellung vorher bei normaler Zeitablenkung mit einer ähnlichen Signalspannung zu ermitteln. Richtig eingestellt, löst dann der nächstfolgende Triggerimpuls die Zeitablenkung einmalig aus. Für die Wiederholung des Vorgangs ist die „Reset“-Taste erneut zu drücken. Visuell können bei einmaliger Darstellung nur relativ langsame Vorgänge beobachtet werden. In den meisten Fällen empfiehlt sich die Speicherung oder eine fotografische Registrierung.

## Trigger-Anzeige

Sowohl bei automatischer Triggerung wie auch mit „LEVEL“-Einstellung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die rechts über dem „TIMEBASE“-Schalter sitzende Leuchtdiode angezeigt. Besonders bei sehr langsam verlaufenden Vorgängen unterstützt diese das für die „LEVEL“-Einstellung erforderliche Feingefühl. Die Triggeranzeige auslösende Impulse werden nur etwa 100ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist

daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig.

## Ablenkverzögerung

Mit dieser Einrichtung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerzeitpunkt um eine vorwählbare Zeit (bis max. 1 s) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dann dem Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen. Vom 10 $\mu$ s-Bereich abwärts ist etwa 500fache Dehnung möglich. In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztubus (HZ47) erforderlich. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jittert. In diesem Fall ist die 2. Triggerung (after delay) zu verwenden, die weiter unten noch näher erläutert wird.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Bei Beginn ist immer darauf zu achten, daß der zweite „LEVEL“-Regler im Delay-Feld zunächst in der Position „FR“ steht (Pfeil nach links zeigend). Ausgehend von einem normal dargestellten Signal, das in der Regel etwa 1-2 Grundperioden enthalten sollte, wird zunächst der „DELAY“-Schiebeschalter von „norm.“ auf „search“ umgeschaltet. Dabei verschiebt sich der Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts: Steht der „DELAY“-Bereichsschalter in der ersten Stellung (0,1 $\mu$ s), ist es möglich, daß — abhängig von der am „TIMEBASE“-Schalter eingestellten Ablenkzeit — die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnittes erfolgt an dem mit „x1-x10“ bezeichneten Feinregler. Der Drehbereich desselben umfaßt etwa 20 Umdrehungen und besitzt keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein gewisses Schnappgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der Delay-Bedienungsfolge sollte er immer in der linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten völlig, ist normalerweise der „DELAY“-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzö-

gerungszeit eingestellt. Er ist dann wieder nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die Verschiebung des Strahlanfangs ist identisch mit der eingestellten Verzögerungszeit. Man ermittelt sie durch Multiplikation der Verschiebung in div. mit dem am „TIMEBASE“-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. In der Folge wird nun der Schiebeschalter von „search“ auf „delay“ umgeschaltet. Dabei rückt der Anfang der Strahllinie, beginnend mit dem darzustellenden Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Position wie in Stellung „norm.“. Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit am „TIMEBASE“-Schalter der interessierende Bereich stark gedehnt werden. Mit dem „DELAY“-Feinregler ist eine beliebige Verschiebung des gedehnten Zeitabschnitts möglich.

Wesentlich für das einwandfreie Arbeiten mit der Ablenkverzögerung ist das Erhalten des Triggerpunktes. Alle Signalarten mit konstanter Phasenverschiebung zwischen Triggereinsatz und dem vergrößert darzustellenden Ereignis sind in dieser Hinsicht problemlos. Gemeint sind damit alle elektrischen Vorgänge, die mit der Folgefrequenz sich ständig wiederholende Signalflanken gleicher Polarität und triggerbare Pegelwerte enthalten. Bei komplizierten Signalgemischen ist es möglich, daß die Aufzeichnung der Grundperiode mit anderen Signalanteilen überlagert ist. Diese verschwinden in der Regel beim Hochschalten der Ablenkzeit. Besteht zwischen der Grundperiode und dem darzustellenden Ausschnitt keine Phasenkonstanz, ist die Aufzeichnung eines ruhig stehenden Bildes nur mit Hilfe der „after delay“-Triggerung möglich. Sie ist auch erforderlich, wenn das verzögerte und gedehnte Signal stark jittert.

Im einzelnen ist folgendermaßen vorzugehen: Nachdem alle Einstellungen für die Triggerung der Grundperiode durchgeführt sind, wird in Stellung „search“ die Verzögerungszeit gewählt. Sie ist etwas kürzer als üblich einzustellen, da die „after delay“-Triggerung nur nach der so eingestellten Verzögerung erfolgen kann. Die Dunkelzone sollte bereits ca. 2mm vor der zu triggernden Signalstelle enden. Intern erfolgt die Entnahme des Triggersignals „AC“- oder „DC“-gekoppelt von der gleichen Signalquelle wie für die Grundperiode. Extern ist nur „AC“-Ankopplung möglich. Das Signal wird dann der gleichen Buchse

zugeführt wie für die externe Triggerung der Grundperiode. Die Wahl der Trigger-Polarität ist mit der „+/-“-Taste im Delay-Feld möglich. Die Einstellung auf den gewünschten Triggerpunkt erfolgt mit dem „LEVEL“-Regler im Delay-Feld. Außerhalb der „FR“-Stellung bleibt der Schirm ohne Triggerung immer dunkel. Daher muß der „LEVEL“-Regler ohne den Einsatz der „after delay“-Triggerung immer in der „FR“-Position stehen. Wird der gewünschte Signalausschnitt exakt getriggert, ist auf Position „delay“ zu schalten. Wie bei normalverzögerter Darstellung beginnt dann die Zeitablenkung am linken Bildrand mit dem zu dehrenden Signalausschnitt an der eingestellten Triggerflanke.

Mit Hilfe der Dehnung (x5) kann jeder Ausschnitt ohne Veränderungen an der Zeitbasis nochmals um den Faktor 5 vergrößert werden. Dies kann bei schwierig zu triggernden Signalen eine Hilfe sein.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen von Anfang an problemlos. Es ist zu empfehlen, immer in der beschriebenen Reihenfolge „normal/search/delay“ vorzugehen, da sonst das Auffinden des gewünschten Zeitbereiches relativ schwierig sein kann. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanal-Betrieb möglich.

## Delay-Anzeige

Die Einschaltzustände der Ablenkverzögerung werden mit der links vom „DELAY“-Schalter angeordneten Leuchtdiode angezeigt. Schaltet man auf „search“, beginnt die Leuchtdiode zu blinken. Dies soll ein besonderer Hinweis auf den nichtnormierten Zustand sein. Die Stellung „delay“ wird durch stetiges Leuchten angezeigt. Ist bei Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung diese noch eingeschaltet, können Fehleinwirkungen, wie z. B. durch Strahlverdunklung, entstehen. Daher ist diese Anzeige besonders zu beachten.



## **SPEICHERBETRIEB**

### **Vorbemerkungen**

Ist im Speicherfeld keine Taste gedrückt, arbeitet der HM812 wie ein normales Oszilloskop. Alle Speicherfunktionen sind dann ausgeschaltet. Um ein Bild zu speichern, muß es erst geschrieben werden. Dies wird bewirkt durch Drücken der Taste „Write“. Vorher müssen aber unbedingt die Einstellungen von Helligkeit („INTENS.“) und Triggerpegel („LEVEL“) kontrolliert werden. Die optimale Helligkeitseinstellung ist abhängig vom am „TIMEBASE“-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Bei mittleren Zeitwerten wird mit normaler Helligkeit gearbeitet. Für längere Zeitwerte muß sie stark verringert werden. Eine kurze Zeiteinstellung erfordert große Helligkeit. Zu beachten ist, daß bei zu hoher Helligkeit auf dem Speicherschirm eine Spur einbrennen kann. Deshalb muß im Speicherbetrieb unbedingt die gerade eben erforderliche Helligkeit eingestellt werden. Dies gilt speziell bei langsamer Zeitablenkung, bei der auch nicht versucht werden darf, steile vertikale Flanken gegenüber horizontalen Kurventeilen sichtbar zu machen. Die dazu notwendige Strahlintensität würde unvermeidlich zum Einbrennen der Spur der horizontalen Kurvenabschnitte führen. Nach einer größeren Änderung der „INTENS.“-Einstellung sollte immer auch die Fokussierung nachgeprüft werden.

Im Speicherbetrieb wird sehr oft mit einmaliger Zeitablenkung gearbeitet. Hierfür ist die Taste „Single“ zu betätigen. Damit wird der Kippgenerator stillgesetzt und die Strahlröhre dunkelgesteuert. Wenn vorher der „LEVEL“-Regler in Position „AT“ (Autom. Triggerung) stand, muß nun mit „LEVEL“-Einstellung getriggert werden. Vor Beginn des Speicherbetriebs ist es zweckmäßig, die beiden Regler für Schreibgeschwindigkeit („Writing Speed“) und Nachleuchtdauer („Persistence“) zunächst ganz nach links zu drehen. Der herausziehbare Knopf des „Persistence“-Reglers sollte dabei eingedrückt sein.

### **Tastenstellung „Write“**

Drückt man jetzt die Taste „Write“, ist das Oszilloskop — nach einem automatischen Löschvorgang, der ca. 1 Sekunde dauert — schreib- und speicher-

bereit. Durch Betätigung der „Reset“-Taste geht der Kippgenerator in Bereitschaftsstellung; die „Ready“-Anzeigelampe leuchtet auf. Der erste intern oder extern eintreffende Triggerimpuls bewirkt eine einmalige Zeitablenkung und die gleichzeitige Vorlauf-Hellsteuerung der Strahlröhre. Nach dem Vorlauf erlischt die „Ready“-Lampe. Im allgemeinen ist nun die Strahlspur gespeichert und das Schirmbild sichtbar. Mit dieser oben beschriebenen Einstellung bleibt das Bild einige Minuten erhalten. Danach erfolgt ein „Aufblühen“ der Hintergrundhelligkeit, wodurch die Spur immer kontrastärmer wird. Weitere Spuren lassen sich bequem aufzeichnen, wenn die Stellung der „Write“-Taste beibehalten und die „Reset“-Taste betätigt wird. Die neuen Kurven werden alle übereinandergeschrieben; das kann für statistische Streuungsuntersuchungen nützlich sein. Aber durch eine entsprechende Verstellung der Y-Position lassen sich die Spuren auch in mehrere Zeilen getrennt schreiben, was den Vergleich von Einzelheiten erleichtert. Unter Ausnutzung der beiden Y-Eingänge läßt sich die Summe oder die Differenz zweier Signale bilden und schreiben. Es ist weiter möglich, innerhalb einer einmaligen Ablenkung beide Eingangssignale gleichzeitig aufzuzeichnen. Dies funktioniert nur bei Chopperbetrieb. Der vertikale Abstand der Spuren kann mit den zwei Y-Positionsreglern vorher beliebig gewählt werden. So lassen sich auch Phasen- oder Zeitverschiebungen recht genau und bequem auswerten.

### **Löschen mit Taster „Erase“**

Durch kurzen Druck auf den Löschkaster „Erase“ kann der gespeicherte Bildinhalt vollständig gelöscht werden. Falls versehentlich bei niedrigen Frequenzen mit zu großer Intensität gearbeitet wurde (Vorsicht! Einbrenngefahr.), muß unter Umständen der Löschvorgang mehrmals wiederholt werden. Eine Folge von Löschimpulsen erhält man durch dauerndes Drücken der Taste „Erase“. Bei der Löschung wird die ganze Fläche des Bildschirms vorübergehend hell; ein neuer Schreibvorgang darf erst nach dem Dunkelwerden eingeleitet werden. Die Löschung mit „Erase“-Taste ist nur in Stellung „Write“ möglich.

### **Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit**

Wird trotz auf Rechtsanschlag gedrehtem Helligkeits-

regler „INTENS.“ nur ein unvollständiges oder kein Bild in Stellung „Write“ sichtbar, dann reicht die Schreibgeschwindigkeit nicht aus. Dies ist der Fall bei schneller Zeitablenkung, hoher Bildamplitude und kurzen, steilen Impulsen.

Durch Rechtsdrehung des „Writing Speed“-Reglers läßt sich die Schreibgeschwindigkeit wesentlich erhöhen. Den Maximalwert von  $2,5\text{ cm}/\mu\text{s}$  erhält man, wenn man diesen Regler auf Rechtsanschlag stellt und kurz vor dem Schreibvorgang die Taste „Erase“ drückt.

Der Bildhintergrund wird allerdings wesentlich heller, wodurch der Kontrast der Strahlspur und damit die Bildqualität etwas absinkt. Ferner verringert sich die Speicherzeit im gleichen Maß wie sich die Schreibgeschwindigkeit erhöht.

Auch nach bereits erfolgter Speicherung läßt sich durch geeignete Einstellung des Reglers „Writing Speed“ eine optimale Hintergrundhelligkeit einstellen. Man dreht den „Writing Speed“-Regler soweit nach rechts, bis die gewünschten Signalfanken sichtbar werden. Dabei wird zwar der Kontrast abnehmen, doch dafür ist eine bessere Signalauswertung möglich. Allerdings hat diese Methode ihre Grenzen.

### **Tastenstellung „Safe“ mit Speicherzeiteinstellung**

Legt man Wert auf sehr lange Speicherzeiten, wird nach dem Schreiben in Stellung „Write“ die Taste „Safe“ gedrückt. In dieser Stellung können keine weitere Spuren geschrieben werden. Die Speicherzeit ist nun abhängig von der Helligkeit des gespeicherten Bildes, welche mit den Reglern „Persist./View Intens.“ und „Writing Speed“ eingestellt wird. Bei sehr kleiner Helligkeit beträgt die Speicherzeit mindestens 1 Stunde; bei sehr großer Helligkeit reduziert sie sich von ca. 15 Minuten auf 30 Sekunden bei maximaler Schreibgeschwindigkeit.

Bei unsichtbar eingestelltem Bild (Linksanschlag des „Persist./View Intens.“-Reglers) wird die Speicherzeit auf mindestens 4 Stunden ausgedehnt; danach kann die Helligkeit an diesem Regler zur Beobachtung wieder erhöht werden. Schaltet man in der Tastenstellung „Safe“ das Oszilloskop ganz vom Netz ab, beträgt die Speicherzeit mindestens 48 Stunden, meist mehrere Tage.

Ganz exakt lassen sich die Speicherzeiten nicht festlegen. Sie sind einmal abhängig vom „Flut“-Elektronenstrom, der die Hintergrundhelligkeit und ein mehr oder weniger starkes Löschen des gespeicherten Bildes bewirkt. Zum anderen ist es unvermeidlich, daß sogar bei abgeschaltetem Gerät die Röhrenkathoden noch ca. 5 Minuten weiter Elektronen emittieren, die zur Speicherelektrode durchdringen, weil die negative Vorspannung der Gitter viel eher abgeklungen ist. Schließlich hängt die Speicherzeit bei abgeschaltetem Gerät noch vom internen Isolationswiderstand der Speicherschicht auf der Speichernetzelektrode ab. Will man die Langzeit-Speicherung voll ausnutzen, sollte also das Gerät erst nach mindestens 5 Min. wiedereingeschaltet werden, damit die sonst noch warmen Kathoden nicht sofort löschende Elektronen liefern.

### **Betriebsart „Automatic Store“**

Hohe Speicherzeiten sind nur erreichbar, wenn sofort nach dem Schreibvorgang die Taste „Safe“ gedrückt wird. Normalerweise erfolgt diese Umschaltung durch den Bedienenden, wenn die Speicherung von Schirmbildern über eine längere Zeit erfolgen soll. In Fällen, bei denen keine Überwachung des Schreibvorganges möglich ist, wäre normalerweise nur eine Speicherung des Schirmbildes für wenige Minuten möglich. Wenn das Oszilloskop nach dem Schreibvorgang im „Write“-Betrieb verbleibt, verschwimmt das Bild durch die stetige Zunahme der Hintergrundhelligkeit. Die Betriebsart „Automatic Store“ ist nur im Zusammenhang mit Einzelablenkung mit gedrückter „Single“-Taste möglich.

Durch das Herausziehen des „Persist./View Intens.“-Reglers ist „Automatic Store“ eingeschaltet. Dies darf nur nach dem Drücken der Taste „Single“ und nach einem eventuellen Ablauf der Zeitbasis erfolgen, da sonst sofort die Speicherautomatik anspricht und das Schreiben unmöglich macht.

Nach dem Löschen des Bildschirmes sind INTENS.-, FOCUS- und Writing Speed-Regler auf die für die Speicherung geeigneten Werte zu stellen. Zweckmäßig werden diese mit einem simulierten Signal vorher erprobt. Um bei voraussichtlich langen Wartezeiten den Kontrast nicht durch eine Zunahme der Hintergrundhelligkeit zu verringern, ist das Einstellen einer längeren Nachleuchtzeit („Persistence“) vorteilhaft.

Den genauen Wert stellt man vorher durch Versuche fest. Während des Schreibvorgangs mit „Automatic Store“ wird jede eingestellte „Persistence“ automatisch auf den Maximalwert geschaltet. Damit wird ein Löschen während des Schreiben verhindert. Nach dem Ende des Schreibvorgangs werden sowohl Schreib- wie auch Speichersysteme des Gerätes gesperrt, und es sind keine weiteren Aufnahmen von Schirmbildern möglich. Der Bildschirm ist vollständig dunkelgetastet, und die blinkende Leuchtdiode „AS“ (Automatic Store) zeigt die erfolgte Speicherung im „Safe“-Betrieb an.

Selbst bei Netzausfall geht die gespeicherte Information nicht verloren. Beim Wiedereinschalten des Gerätes zeigt das schnelle Blinken der Leuchtdiode „AS“ die automatisch erfolgte Speicherung eines Schirmbildes an.

Die Abschaltung von „Automatic Store“ und die Sichtbarkeit des Bildes erfolgt durch Drücken der „Safe“-Taste und Eindrücken des Reglerknopfes „Persist./View Intens.“. Die Helligkeit des Bildes kann nun mit den Reglern „View Intens.“ und „Writing Speed“ eingestellt werden.

Achtung! Wird „Automatic Store“ schon in der Stellung „Write“ durch Hineindrücken des Reglers für „Persist./View Intens.“ abgeschaltet, dann kann durch eine eventuell vorher (zu kurz) eingestellte Nachleuchtdauer die Aufzeichnung gelöscht werden. „Automatic Store“ darf daher nur nach erfolgtem Drücken der Taste „Safe“ durch Eindrücken des Reglerknopfes „View Intens.“ ausgeschaltet werden. Will man nach der Auswertung im Store-Betrieb noch weitere Aufnahmen mit „Automatic Store“ durchführen, muß der Reglerknopf („Persist./View Intens.“) wieder herausgezogen werden.

## **Mehrfach-Überschreiben**

Bei periodischen Signalen kann es sehr vorteilhaft sein, wenn bei „Write“ nicht im „Single“-Betrieb mit einer einmaligen Zeitablenkung gearbeitet, sondern die Spur vielfach überschrieben wird. Nach „LEVEL“-Einstellung bei „AC“- oder „DC“-Triggerkopplung drückt man einfach die „Write“-Taste. Da nun der Zeitablenkgenerator dauernd arbeitet, verstärkt sich mit jedem Vorlauf die Spurellig-

keit. Schon nach sehr kurzer Zeit können so Signale sichtbar gemacht werden, die bei einmaliger Ablenkung wegen zu geringer Schreibgeschwindigkeit völlig unsichtbar bleiben. Signale mit einem Frequenzspektrum bis zur Grenzfrequenz des Y-Verstärkers werden nun durch das Integrationsvermögen der Speicherelektrode formgetreu aufgezeichnet. Danach kann mittels „Safe“-Taste dieses Bild wieder für längere Zeit gespeichert werden. Mit der Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit durch Rechtsdrehen des „Writing Speed“-Reglers kann die Integrationszeit erheblich verkürzt werden.

## **Mehrfach-Überschreiben mit Nachleuchtdauer-Einstellung**

Nicht nur bei periodischen, hochfrequenten Signalen ist das Mehrfach-Überschreiben vorteilhaft. Es empfiehlt sich sogar besonders bei sehr tiefen Frequenzen, nämlich unter 100Hz Wiederholungsfrequenz, bei der normale Oszilloskope unangenehm flimmern. Dies läßt sich mit dem HM812 völlig vermeiden. Hierzu wird bei „LF“-Triggerung mit „LEVEL“-Regler in Stellung „Write“ der Regler für die Nachleuchtdauer („Persist.“) langsam nach rechts gedreht, bis das Flimmern gerade verschwindet. Man bemerkt zwar ein Ansteigen der Hintergrundhelligkeit, jedoch mit noch gutem Kontrast. Die gespeicherte Spur wird in dieser Betriebsart ständig mehr oder weniger schnell gelöscht, aber immer wieder neu geschrieben. Der Regler „Writing Speed“ sollte dabei auf Linksanschlag stehen. Man kann so auch Signale mit wechselnder Frequenz, Amplitude und Kurvenform beobachten.

Nach der gleichen Methode lassen sich Stör- oder Burst-Impulse, die in unregelmäßigen, oft größeren Zeitabständen ganz plötzlich und nur sehr kurz auftreten, entdecken und speichern. Hierzu wird eine relativ langsame Zeitablenkung eingestellt und das Ergebnis abgewartet. Mittels „Safe“-Taste kann das Oszillogramm gespeichert und nach Amplitude, Polarität und Form des Impulses ausgewertet werden. Die Schreibgeschwindigkeit kann dabei nachträglich mit dem „Writing Speed“-Regler so weit erhöht werden, bis die gesuchten Signale sich aus dem Hintergrund abheben.

Wenn der Speicherbetrieb nicht mehr benötigt wird, sollten die Tasten „Write“ und „Safe“ ausgelöst werden. Dadurch wird der HM812 wieder auf Normalbetrieb umgeschaltet und der Speicherteil der Strahlröhre geschont.

## **Verschiedenes**

Nach Ablauf der Anwärmzeit der Strahlröhrenkathode wird die Netzkontrolllampe von Blink- auf Dauerlicht umgeschaltet. Während der Blinkzeit ist das Speicherteil blockiert. Kontinuierliches Leuchten zeigt die Betriebsbereitschaft des HM812 an.

Eine BNC-Buchse an der Rückseite des Oszilloskops ermöglicht die Z-Modulation des Strahls mit max. 5Vss (DC-Kopplung). Low-TTL-Pegel bewirkt Dunkelastung, high-TTL-Pegel Hellastung.

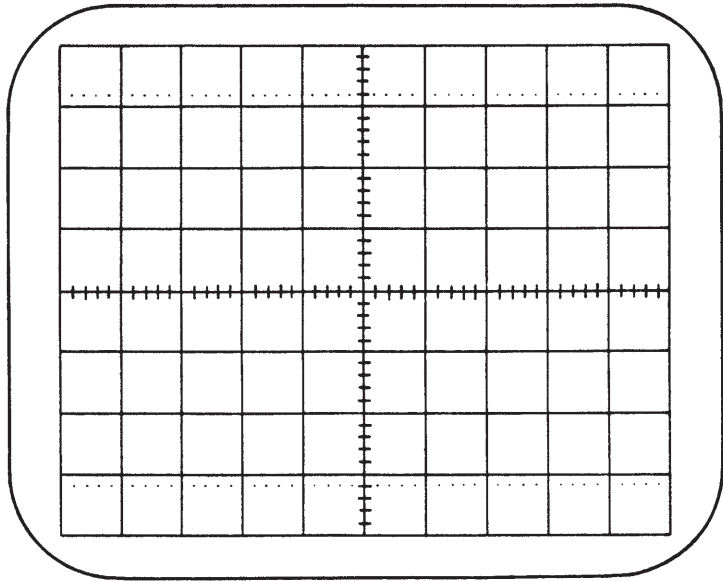
Mit der von der Frontplatte aus einstellbaren Strahldrehung (Trace Rotation) kann die Zeitlinie innerhalb einiger Winkelgrade genau parallel zu den horizontalen Rasterlinien eingestellt werden. Damit kann der Einfluß des Erdmagnetfeldes, der sich aus der Aufstellrichtung des HM812 ergibt, eliminiert werden.

Im XY-Betrieb sorgt eine Schutzschaltung für die Strahlunterdrückung bei Ausfall des X-Signals. Der Strahl wird nur sichtbar, wenn das Horizontal-Signal eine Mindestablenkung von 0,5div. bewirkt und eine Frequenz über 15Hz besitzt. Der Strahl wird 100ms nach Unterschreiten dieser Werte dunkelgetastet.



STORAGE OSCILLOSCOPE HM812-2

**HAMEG**



Writing Speed

AS: pull  Persist./View Intens.

INTENS.  off  POWER

Erase  Write  Safe  AS  TR

FOCUS

DELAY

0,1 $\mu$ s  +/-

1 $\mu$ s

10 $\mu$ s

100 $\mu$ s

1ms

10ms

100ms

x1 · x10

norm. search delay

AC DC Ext.

LEVEL  FR

Y-POS. I  Y-POS. II

Invert CH I CH II Mono Dual Alt Chop I + II

AMPL. I  Bal.  Over-scan  AMPL. II  Bal.

1 0,5 0,2 0,1  50 20 10  $\frac{V}{cm}$

1 0,5 0,2 0,1  50 20 10  $\frac{mV}{cm}$

DC AC GD I VERT. INPUT II DC AC GD Hor. Inp.

X-POS.  x5: pull

Reset Single Hor. ext. +/-

Ready  Trig.

TIME

2 1 0,5 0,2 0,1 50 10 5 2 1 0,1 0,2 0,5 1 2 0,1 0,2  $\frac{ms}{\mu s}$

AC DC HF LF

I II I/II ext.

LEVEL  AT  VARIABLE  Cal.  HOLD OFF

TRIG. EXT.

## KURZANLEITUNG für HM 812-2

### Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netzschalter durch Rechtsdrehung des "INTENS."-Knopfs einschalten. Leuchtdiode zeigt Anheizzeit durch Blinken, Betriebszustand durch Dauerlicht an. Gehäuse und Chassis liegen am Netzschutzleiter.

Keine Taste drücken. "LEVEL"-Regler auf "AT", oberen Delay-Schiebeschalter auf "norm.", "HOLD-OFF"-Regler auf Rechtsanschlag stellen.

Mit Knopf "INTENS." mittlere Helligkeit einstellen, mit "X-POS." und "Y-POS." Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen, dann Strahl fokussieren.

### Betriebsart der Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld stehen heraus.

Kanal II: Taste "CH I/CH II" gedrückt.

Kanal I und II: Taste "Mono/Dual" gedrückt.

Kanalumschaltung alt. oder chop. wahlweise mit Taste "Alt/Chop".

Signale < 1kHz mit "Chop".

Kanäle I+II (Addition): Nur Taste "Alt/Chop" drücken.

Kanäle -I+II (Differenz): Tasten "Alt/Chop" und "Invert CH I" drücken.

### Triggerung

Triggerwahl mit Schalter "I-II/I/II-ext." und "AC-DC-HF-LF".

Stellung "I/II" für interne alternierende Triggerung von Kanal I und Kanal II.

Triggerflankenrichtung mit Taste "+/-" wählen.

Einzelbildauslösung mit Tasten "Single" und "Reset".

### Messung

Meßsignal einer der Buchsen "VERT. INPUT" zuführen.

Evtl. Tasteteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen.

Meßsignal-Ankopplung auf "AC" oder "DC" schalten.

Mit Schalter "AMPL." Signal auf gewünschte Bildhöhe stellen.

Amplitudenmessung mit Y-Feinregler auf Rechtsanschlag (C).

Am "TIME"-Schalter Ablenkzeit wählen.

Zeitmessung mit "VARIABLE"-Regler auf Rechtsanschlag (Cal.).

Zeitdehnung "x5" mit gezogenem "X-POS." Knopf.

Bei komplizierten Signalen evtl. mit "LEVEL"-Einstellung und Triggerfilter, bei aperiodischen Signalen (z. B. digitale Impulsfolgen) mit "HOLD-OFF"-Regler arbeiten.

Bei externer Triggerung Synchron-Signal (0,5-5V) auf Buchse "TRIG. EXT.".

Ext. Horizontalablenkung (XY-Betrieb) mit Taste "Hor. ext." (X-Eingang Kanal II).

### Ausschnittvergrößerung mit Ablenkverzögerung:

Stellung "norm." = Normalbetrieb ohne Verzögerung. Delay-"LEVEL"-Regler auf "FR".

Stellung "search": mit "DELAY"-Schalter u. -Feinregler Beginn Bildausschnitt suchen.

Stellung "delay": mit nach rechts gedrehtem "TIME"-Schalter Ausschnittlänge wählen.

Für "after delay"-Triggerung vorher mit "AC-DC-Ext."-Schalter und Taste "+/-" im

Delay-Feld Triggerart wählen. Dann bei "search" Verzögerungszeit einstellen

(2mm vor gewünschtem Ausschnitt) und mit Delay-"LEVEL"-Regler Triggerpunkt suchen.

Anschließend in Stellung "delay" mit "TIME"-Schalter Ausschnittlänge wählen.

### Speicherbetrieb (siehe Bedienungsanleitung M10-M13)

Periodische Signale können in allen Oszilloskop-Betriebsarten gespeichert werden.

Bei einmaliger Zeitablenkung begrenzt die maximale Schreibgeschwindigkeit der Speicherröhre die Darstellung steiler Signalkurveanteile.



# HAMEG

**West Germany** **G.m.b.H.**  
Kelsterbacher Str. 15-19 — 6 FRANKFURT/M. 71  
Tel. (0611) 676017-19 — Telex 0413866

# HAMEG

**France** **S.A.R.L.**  
5-9, Avenue de la République - 94800 VILLEJUIF  
(Region Paris) - Tél. 678.09.98 - Télex 270705

# HAMEG

**España** **IBERICA S.A.**  
Villaroel 172-174 - Tel. 230.15.97 - BARCELONA-36

# HAMEG

**United Kingdom** **LTD.**  
74-78 Collingdon Street — LU1 1RX LUTON  
Tel. (0582) 413174 — Telex 825484

# HAMEG

**USA** **INC.**  
Office: 191 Main Street — Tel. 516-883-3837  
Factory: 88-90 Harbor Road — Tel. 516-883-6428  
TWX 510 223-0889 — PORT WASHINGTON  
N. Y. 11050