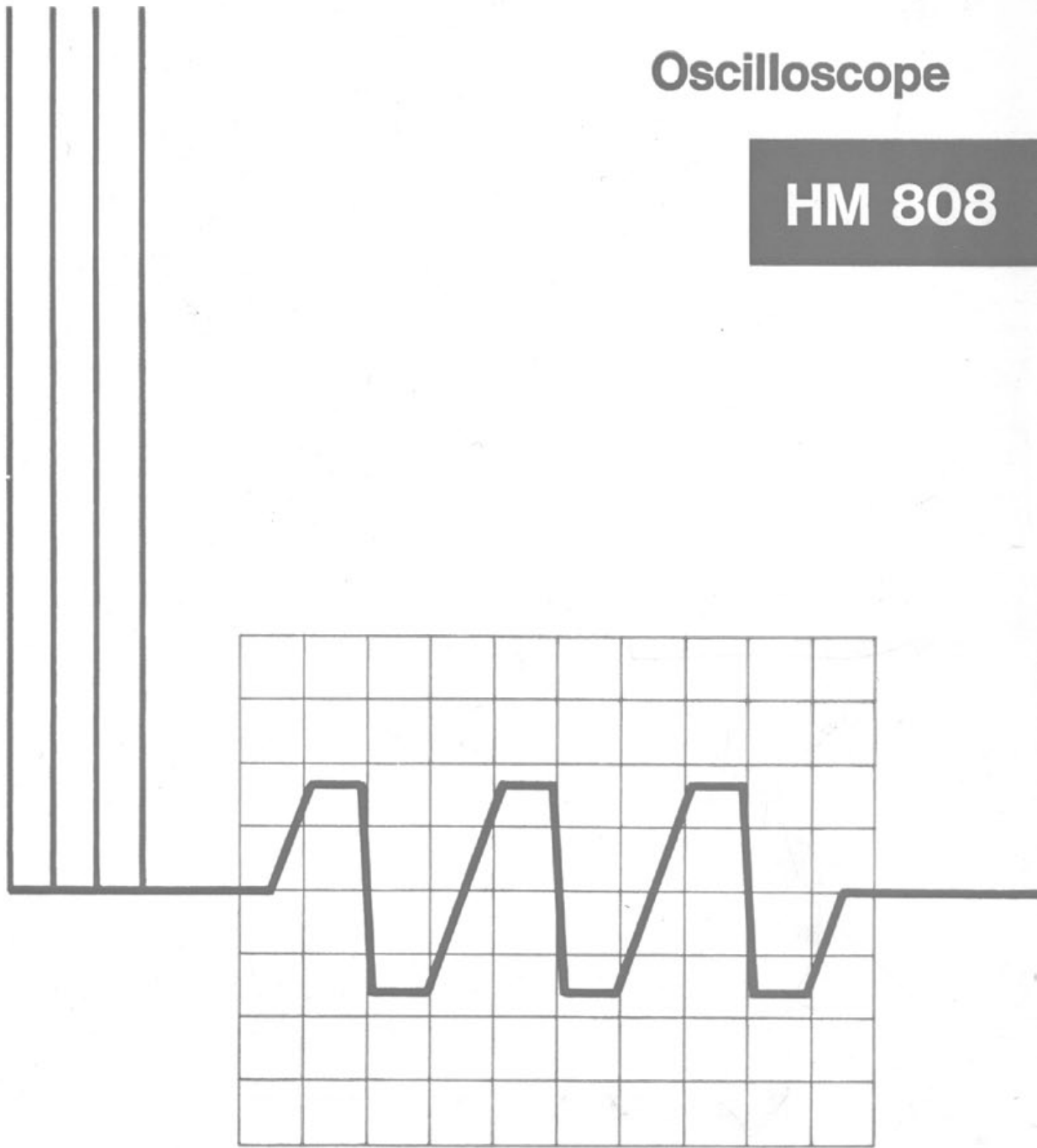


MANUAL

Oscilloscope

HM 808



HAMEG MESSTECHNIK

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und Kanal II.

Kanalumschaltung: altern. und chop.

(Chopperfrequenz ca. 1 MHz).

Summe oder Differenz: Kanal II \pm Kanal I

(mit Invertierungstaste für Kanal I).

XY-Betrieb: gleiche Empfindlichkeitsbereiche.

Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich beider Kanäle:

0 bis 80MHz (-3dB), 0 bis 100MHz (-6dB).

Anstiegszeit: ca. 4,4ns. Überschwingen: max. 1%.

Ablenkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen von 5mV/div bis 20V/div mit 1-2-5 Teilung, variabel 1:2,5 bis mindestens **2mV/div**.

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

Eingangsimpedanz: 1 M Ω || 28 pF.

Eingangskopplung: DC-AC-GND.

Eingangsspannung: max. 500V (DC + Spitze AC).

Y-Überbereichsanzeige: mit 2 LEDs.

Verzögerungsleitung: ca. 95ns.

Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 23 kalibrierte Stellungen

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

variabel 2,5:1 bis mindestens 2,5s/div,

mit Dehnung x10 ($\pm 5\%$) bis ca. **5ns/div**.

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

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

Sägezahn-Ausgang: ca. 5V (positiv steigend).

Triggerng: automatisch oder Normaltriggerng

mit Niveau-Einstellung für den Triggerpunkt.

Einzelablenkung: Single-Reset-Tasten, Ready-LED.

Triggerflankenrichtung: positiv oder negativ.

Triggerquelle: K1, KII, altern. K1/KII, Netz, extern.

Triggerkopplung: AC, DC, HF- und NF-Filter.

Triggerschwelle: intern 0,5div, extern 0,5V.

Triggerbandbreite: 0 bis mindestens 100MHz.

Trigger-Aktion: sichtbar durch LED-Anzeige.

Ablenkverzögerung: 7 dekadische Stellungen

von 100ns bis 0,1s, variabel ca. 10:1 bis 1s.

(Verzögerungszeit mit Zeitbasis am Schirm meßbar.)

Funktionsarten: suchen, verzögert. Mit LED-Anzeige.

2. Triggerng „after delay“: mit Niveau-Einstellung

und Flankenwahl, intern oder extern, abschaltbar.

Horizontal-Verstärker (X)

Frequenzbereich: 0 bis 4MHz (-3dB).

Eingang über KII (Daten wie Vertikal-Verstärker).

X-Y-Phasendifferenz: $< 3^\circ$ unterhalb 100kHz.

Speicher-Betrieb

Betriebsarten: schneller Ladungstransfer, Halbton.

Speicherarten: Write, Fast, Multi (integrierend),

Auto Store, Variable Persistence, Save, Erase.

Schreibgeschw. 1cm/ μ s-100cm/ μ s (dunkler H.),

100cm/ μ s-1000cm/ μ s (aufgehellter Hintergrund).

(Weitere Angaben auf speziellem Datenblatt.)

Verschiedenes

Strahlröhre: E725 GH-Leuchtschicht (mittelkurz),

Rechteckform, Innenraster 8x10div (1div = 9mm).

Gesamtbeschleunigungsspannung: 8,5kV.

Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.

Z-Modulations-Eingang: positiver TTL-Pegel.

Calibrator: Rechteckgenerator: ca. 1kHz für

Tastteiler-Abgleich. Ausgangsspann.: 0,2V $\pm 1\%$.

Elektronische Regelung der Betriebsspannungen.

Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411, IEC 348).

Netzanschluß: 110, 125, 220, 240V \sim ,

Zulässige Netzspannungsschwankung: $\pm 10\%$.

Netzfrequenzbereich: 50 bis 60Hz.

Leistungsaufnahme: ca. 56 Watt.

Gewicht: ca. 10kg. Farbe: techno-braun.

Gehäusemaße (mm): **B** 212, **H** 237, **T** 460.

Mit Griff und Aufstellbügel.



■ **Y: 0-80MHz, max. 2mV/div** ■ **X: 5ns/div bis 2,5s/div**

■ **Analoge Speicherung**

■ **Ablenkverzögerung**

Für die beliebig wiederholbare Darstellung eines elektrischen Signals besitzt der **HM808** eine Strahlröhre mit **elektronisch gesteuertem Speichersystem**. Wird das Speicherteil abgeschaltet, arbeitet das Gerät als normales Oszilloskop. Die technischen Daten entsprechen dann weitgehend denen des HM705. Beim Übergang vom Normalbetrieb in die Schreibstellung werden vorher gespeicherte Signale automatisch gelöscht. Mit Hilfe der **variablen Nachleuchtdauer** können auch Signale mit langsamer Folgefrequenz flimmerfrei aufgezeichnet werden. Dank den Betriebsarten **Halbton- und Ladungstransfer-Speicherung** kann die Schreibgeschwindigkeit von weniger als 1cm/ μ s bis zu 1000cm/ μ s geändert werden. So sind ebenso periodische Signale wie auch Einzelergebnisse bis zur **Grenzfrequenz des Vertikal-Verstärkers** speicherbar. Bei Netzausfall oder abgeschaltetem Gerät bleibt der Speicherinhalt mehrere Tage erhalten. **Auto Store** ermöglicht zu Überwachungszwecken eine **automatische Speicherung unvorhersehbarer Einzelergebnisse** über längere Zeiträume.

Lieferbares Zubehör

Tastteiler 1:1, 10:1, 100:1; Demodulatoraster; verschiedene Meßkabel; Lichtschutztubus; 50 Ω -BNC-Abschluß; Vierkanal-Umschalter; Komponenten-Tester.

Änderungen vorbehalten.

Allgemeines

Die Möglichkeit der analogen Signalspeicherung mit dem **HM808** erlaubt einen sehr großen Anwendungsbereich. Von der Auswertung eines sich **extrem langsam ändernden Vorgangs**, der auf dem Bildschirm als kriechender Punkt erscheint, bis zur **Speicherung äußerst schneller einmaliger Signale**, die vom Auge gar nicht mehr bemerkt werden, reichen die Speicherbetriebsarten des HM808. Die Speicher- röhre wird hierbei elektronisch umgeschaltet zwischen dem sogenannten **Halbton-Betrieb** (kontrastreiches Bild) und der schnellen **Ladungstransfer-Speicherung** (hohe Schreibgeschwindigkeit bei aufgehelltem Bildhintergrund). Mit abgeschalteter Speicher-Elektronik arbeitet das Gerät wie ein normales Oszilloskop. Dabei entsprechen die technischen Daten weitgehend dem HM705, so daß hier eine Kurzbeschreibung genügt.

Betriebsarten

Der HM808 ist für **Ein- oder Zwei-Kanal-Betrieb** verwendbar. Die Darstellung zweier in Zeit und Amplitude verschiedener Signale kann nacheinander (**alternate mode**) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Zeitablenkperiode (**chopped mode**) erfolgen. Bei alternierender Kanalumschaltung und eingeschalteter alternierender Triggerrung dürfen beide Eingangssignale zueinander asynchron sein oder ihre Frequenzen gegenseitig gleitend ändern. Bei gleichzeitiger Durchschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen **algebraisch addiert** werden (Kanal I ist invertierbar). Für die Ablenkung in horizontaler Richtung bestehen drei Möglichkeiten: normaler Zeitbasisbetrieb, Einzelbild- und **XY-Darstellung**. Für letztere wird das Horizontalsignal dem **Kanal II** zugeführt. Dabei sind Eingangsimpedanz und Empfindlichkeitsabstufung in beiden Ablenkrichtungen gleich. In allen Betriebsarten können die Signale direkt dargestellt oder gespeichert werden.

Vertikalablenkung

Der HM808 hat **diodengeschützte FET-Eingänge und monolithisch integrierte Schaltkreise** (geringste Drift) 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 alternierenden Betrieb der Helltastimpuls der Zeitbasis und bei Chopperbetrieb ein 1 MHz Rechtecksignal benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden dunkelgetastet. Vor dem Y-Endverstärker liegt eine symmetrische **Verzögerungsleitung**, die es ermöglicht, die Triggerflanke der dargestellten Kurvenform zu sehen. Zur einwandfreien internen Triggerrung hoher Frequenzen sind die Bandbreiten beider Vorverstärker relativ groß. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers wird hauptsächlich von der Endstufe bestimmt. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (**70% von 6div**). Überschreibungen des Schirmrasters in Y-Richtung werden durch **zwei Leuchtdioden** angezeigt, die sogar auf Nadelimpulse (spikes) von mindestens 100ns Dauer reagieren.

Zeitablenkung

Die Zeitbasis arbeitet mit einer Triggertechnik, die im ganzen Frequenzbereich bis über 100MHz eine stabile und jitterfreie Darstellung auch komplexer Signalformen ab 0,5div Signalthöhe erlaubt. Der HM808 ist von Kanal I oder II, alternierend von KI und KII, vom Netz oder extern mit **AC-, DC-, HF- oder NF-Filter-Kopplung** (zur Unterdrückung störender Frequenzen) triggerbar. Dabei kann zwischen automatischer und Normaltriggerrung mit PegelEinstellung bei steigender oder fallender Triggerflanke gewählt werden. Besonders für den Speicherbetrieb wichtig ist die getriggerte **Einzelablenkung**. Je eine Leuchtdiode zeigt den Triggereinsatz und die Bereitschaft bei Einzelablenkung an. Die Triggerrung komplizierter periodischer Signale oder aperiodischer digitaler „Wörter“ konstanter Amplitude wird mit Hilfe der **variablen Hold-off-Zeit** erleichtert.

Die Zeitbasis ist mit **23 Ablenkbereichen** ausgerüstet, die mit Feineinstellung 2,5x langsamer und mit Dehnung 10x schneller werden. Die maximale Zeitauflösung bei eingeschalteter **Dehnung x10** beträgt **5ns/div**. Größere Dehnungen bzw. Signalauschnitt-Vergrößerungen sind mit der **Ablenkverzögerung** möglich. Begrenzt nur durch die kürzeste Ablenkzeit können z. B. bis zum Zeitkoeffizienten 5µs/div **Signalauschnitte zeitlich über 1000fach gedehnt** dargestellt und gemessen werden. Der Einsatzpunkt innerhalb des Signals ist vorwählbar oder läßt sich kontinuierlich über die Signalperiode schieben. Damit ist eine **Analyse komplexer Signalarten** möglich. Enthält ein Signalgemisch, wie z. B. das Farbfernsehsignal, asynchron verlaufende Signalanteile (Farbartumschaltung durch Burst), können diese nur durch die **zweite Triggerrung nach Verzögerung** (triggering after delay) stabil stehend, jitterfrei und gedehnt dargestellt werden. Zur Einstellung des 2. Triggerpunktes hat der HM808 einen speziellen Pegelregler mit gesonderter Flankenwahl. — Die Hell-Dunkel-Tastung der Bildröhre erfolgt intern und extern (**Z-Modulation**) über schnelle Gatter und einen spannungsfesten Optokoppler.

Das Hauptanwendungsgebiet des HM808 ist selbstverständlich die **analoge Signalspeicherung**. Die Speicher-Bildröhre ist so ausgelegt, daß eine **hohe Schreibgeschwindigkeit** erreicht wird. Tatsächlich lassen sich bei hohen Frequenzen oder sehr steilen Impulsen im Speicherbetrieb kontrastreichere und sogar schärfere Signaldarstellungen erzielen als im Normalbetrieb für periodische Signale. Die physikalisch gegebene Schwierigkeit, daß hohe Schreibgeschwindigkeit eine kurze Sichtdauer (nicht Speicherzeit!) bedingt, wird im HM808 durch eine Vielzahl von Betriebsarten und Einstellmöglichkeiten überwunden. Damit ist eine **optimale Anpassung an die Signalart** möglich. Die Schreibgeschwindigkeit läßt sich in einem großen Bereich kontinuierlich einstellen. Kleine Schreibgeschwindigkeiten ergeben kontrastreiche Bilder (**Halbton-Speicherung**) mit dunklem Hintergrund und längerer Sichtdauer. Große Schreibgeschwindigkeiten werden in der Strahlröhre durch das **Ladungstransferverfahren** erreicht, bei dem das Signalbild erst auf ein kapazitätsarmes Speichernetz geschrieben und dann mittels Flutelektronen auf ein zweites kapazitätsreiches Speichernetz übertragen wird. Dies ermöglicht eine **relativ lange Sichtdauer** im „fast“-Betrieb, also bei Einzelablenkung. Mit der Schreibgeschwindigkeitseinstellung „**writing speed**“ kann die Speicherung vor und nach dem Schreiben dem Signal angepaßt werden. In der Betriebsart „**Multi**“ können aber auch z. B. 10 Einzelablenkungen **automatisch integriert** werden. Das ergibt besonders gute Auflösung, bedingt jedoch ein konstantes Signal in der Integrationszeit. In der Betriebsart „**Auto Store**“ (automatische Speicherung) kann ein Momentansignal gespeichert werden, dessen Auftreten zeitlich nicht absehbar ist (u. U. nach mehreren Stunden). Eine LED-Blinkanzeige meldet die abgeschlossene Speicherung. Sie kann noch **nach Tagen sichtbar** gemacht werden, weil sich der HM808 nach Speicherung automatisch auf „**save**“ (bewahren) schaltet, der Bildschirm also dunkel bleibt. Zwischenzeitlich kann das Gerät vom Netz abgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten blinkt die LED und zeigt, daß ein Signal gespeichert ist. Die „**wait**“-Automatik (Warteschaltung) sperrt die Speicherröhre während der Anheizzeit und schützt so den Speicherinhalt. Reicht die Sichtdauer des mit „Auto Store“ gespeicherten Signals nicht aus, kann sie mit der „**View-Intensity**“-Einstellung unter Verzicht auf große Helligkeit verlängert werden. In der „**write**“-Schreibstellung kann auch mit **variablen Nachleuchtzeit** (Persistence) gearbeitet werden. Hierbei wird das gespeicherte und dargestellte Signal sofort wieder, aber einstellbar, gelöscht. Speichern und Löschen wiederholen sich periodisch im Takt der Zeitablenkung. Das ermöglicht eine **flimmerfreie Darstellung** extrem niederfrequenter Signale.

Speicherbetrieb

Das Hauptanwendungsgebiet des HM808 ist selbstverständlich die **analoge Signalspeicherung**. Die Speicher-Bildröhre ist so ausgelegt, daß eine **hohe Schreibgeschwindigkeit** erreicht wird. Tatsächlich lassen sich bei hohen Frequenzen oder sehr steilen Impulsen im Speicherbetrieb kontrastreichere und sogar schärfere Signaldarstellungen erzielen als im Normalbetrieb für periodische Signale. Die physikalisch gegebene Schwierigkeit, daß hohe Schreibgeschwindigkeit eine kurze Sichtdauer (nicht Speicherzeit!) bedingt, wird im HM808 durch eine Vielzahl von Betriebsarten und Einstellmöglichkeiten überwunden. Damit ist eine **optimale Anpassung an die Signalart** möglich. Die Schreibgeschwindigkeit läßt sich in einem großen Bereich kontinuierlich einstellen. Kleine Schreibgeschwindigkeiten ergeben kontrastreiche Bilder (**Halbton-Speicherung**) mit dunklem Hintergrund und längerer Sichtdauer. Große Schreibgeschwindigkeiten werden in der Strahlröhre durch das **Ladungstransferverfahren** erreicht, bei dem das Signalbild erst auf ein kapazitätsarmes Speichernetz geschrieben und dann mittels Flutelektronen auf ein zweites kapazitätsreiches Speichernetz übertragen wird. Dies ermöglicht eine **relativ lange Sichtdauer** im „fast“-Betrieb, also bei Einzelablenkung. Mit der Schreibgeschwindigkeitseinstellung „**writing speed**“ kann die Speicherung vor und nach dem Schreiben dem Signal angepaßt werden. In der Betriebsart „**Multi**“ können aber auch z. B. 10 Einzelablenkungen **automatisch integriert** werden. Das ergibt besonders gute Auflösung, bedingt jedoch ein konstantes Signal in der Integrationszeit. In der Betriebsart „**Auto Store**“ (automatische Speicherung) kann ein Momentansignal gespeichert werden, dessen Auftreten zeitlich nicht absehbar ist (u. U. nach mehreren Stunden). Eine LED-Blinkanzeige meldet die abgeschlossene Speicherung. Sie kann noch **nach Tagen sichtbar** gemacht werden, weil sich der HM808 nach Speicherung automatisch auf „**save**“ (bewahren) schaltet, der Bildschirm also dunkel bleibt. Zwischenzeitlich kann das Gerät vom Netz abgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten blinkt die LED und zeigt, daß ein Signal gespeichert ist. Die „**wait**“-Automatik (Warteschaltung) sperrt die Speicherröhre während der Anheizzeit und schützt so den Speicherinhalt. Reicht die Sichtdauer des mit „Auto Store“ gespeicherten Signals nicht aus, kann sie mit der „**View-Intensity**“-Einstellung unter Verzicht auf große Helligkeit verlängert werden. In der „**write**“-Schreibstellung kann auch mit **variablen Nachleuchtzeit** (Persistence) gearbeitet werden. Hierbei wird das gespeicherte und dargestellte Signal sofort wieder, aber einstellbar, gelöscht. Speichern und Löschen wiederholen sich periodisch im Takt der Zeitablenkung. Das ermöglicht eine **flimmerfreie Darstellung** extrem niederfrequenter Signale.

Allgemeine Hinweise

Als Oszilloskop in einer der normalen Betriebsarten *ohne Signalspeicherung* ist der HM808 problemlos zu bedienen. Die volle Ausnutzung aller Speicherbetriebsarten und ihre Anpassung an die Gegebenheiten des Signals verlangt aber mehr! Die Strahlröhre arbeitet nach dem Transfer-Speicherprinzip und ist auf hohe Schreibgeschwindigkeit „gezüchtet“. Dementsprechend sind die unmittelbar hinter dem Bildschirm angebrachten zwei Speichernetze ganz fein unterteilt, äußerst dünn und empfindlich gegen Stromüberlastung.

Da der Strahlstrom der Kathode auf dem Weg zum Schirm in jeder Betriebsart – also auch ohne Speicherung – immer diese Speichernetze passieren muß, sollte der mit dem Netzschalter kombinierte Helligkeitsknopf INTENS. auch im Normalbetrieb nur vorsichtig nach rechts gedreht werden. Kritisch sind alle langsamen Zeitablenkbereiche (am TIMEBASE-Schalter links von $50\mu\text{s}/\text{div}$) und XY-Betrieb (gedrückte Taste Hor. ext.). Vor dem Wechsel der Betriebsart oder vor einer groben Änderung des Zeitkoeffizienten sollte die INTENS.-Einstellung immer erst nach links zurückgedreht werden. Die sehr teure Speicherröhre wird hierdurch geschont und ein Einbrennen des Strahls in die Speichernetze und den Schirm vermieden.

Deshalb sollten selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene die vorliegende Anleitung gründlich durchlesen, um vor allem beim späteren Gebrauch auch die Kriterien des Gerätes genau zu kennen.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm im Speicherfeld befindet sich der schon erwähnte **INTENS.**-Knopf kombiniert mit dem Netz-Drehschalter **POWER** (Linksanschlag: **off** = aus). Direkt daneben (durch Strich verbunden) liegt die Netz-Anzeigelampe. Diese zeigt durch Blinken die Anheizzeit an. Dabei ist die Strahlröhre gesperrt. Geht das Blinken in Dauerlicht über, ist das Gerät betriebsbereit. Unter der Helligkeitseinstellung **INTENS.** ist der Schärfe-Knopf **FOCUS** angebracht. Die dazwischen liegende, mit **TR** (trace rotation = Strahldrehung) bezeichnete Öffnung dient zur gelegentlichen Lagekorrektur der Strahllinie mittels Schraubenzieher. Die anderen Knöpfe, Tasten und Anzeigelampen sind für den Speicherbetrieb vorgesehen. Ihre Funktionen werden in der Speicher-Bedienungsanleitung erläutert.

Unter dem Speicherfeld, ebenfalls rechts neben dem Bildschirm, befindet sich das sogenannte Delay-Feld. Hier sind die Bedienelemente der Ablenkverzögerung und der zweiten Triggereinstellung (after delay) angeordnet.

Links unter dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge (**VERT. INPUT**) für Kanal I und II (**CH. I, CH. II** = channel 1,2) mit ihren Eingangskopplungsschaltern, Teilerschaltern und den Einstellknöpfen für die vertikale Strahlage (**Y-POS. I, II** = Y-Position). Die vier Tasten im Y-Feld dienen zur Betriebsart-Umschaltung der Vertikalverstärker-Eingänge. Zwischen den Teilerschaltern sind zwei Anzeigelampen für die Y-Überbereichsanzeige (**Overscan**) angebracht.

Rechts unten im X-Feld befinden sich die Einstellelemente der Zeitablenkung (**TIMEBASE** = Zeitbasis), Triggereinstellung, horizontalen Strahlage (Doppelknopf für grob und fein) und der Trigger-Sperrzeit-Einstellung **HOLD-OFF x1-x10**, ferner zwei Tasten für Dehnung **x10** und für externe X-Ablenkung (**X-Y**-Betrieb).

Abgesehen von der oben erwähnten feinfühlig vorzunehmenden Helligkeitseinstellung am **INTENS.**-Knopf sind alle Details so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Deshalb sollte man bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten 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 liegen kann.

Der HM808 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 80MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar etwas über 100MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirms auf ca. 5 div begrenzt (div = divisions = Teilungen). Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 100MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (5ns/div) alle 2 div ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur $\pm 3\%$. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 35MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Vertikalverstärkers bedingt. Bei 50MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 80 und 85MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 80MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirms stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10stündigen 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 Geräte eine **Funktionsgarantie von 24 Monaten** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. **Entsprechend den Herstellerbedingungen gilt die Strahlröhrengarantie nur für 6 Monate. Bei Glasbruch und Fehlbedienung (z. B. Einbrennen des Strahls) entfällt die Strahlröhrengarantie.** Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung empfehlen wir, am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung. Wir weisen darauf hin, daß wir im Garantiefall auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegennehmen.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung 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 1500V 50Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem HM808 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metalltei-

len des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ -Strahlen. Beim HM808 bleibt aber die **Ionendosisleistung weit unter 36pA/kg.**

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 abgewartet 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.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

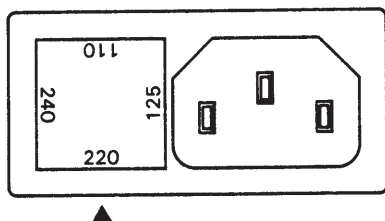
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z. B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z. B. mit einer Verpackung, die nicht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

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß der Netzspannungswähler kontrolliert werden!

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3 pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann

mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzschnurbuchse herausgezogen und nach Drehung um jeweils 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das auf dem Rückdeckel des Gerätes befindliche schwarze Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Diese ist also immer an der **unteren** Kante des Sicherungshalters ablesbar.



G-Sicherungseinsatz: Größe **5x20mm**, 250 V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41662 (evtl. DIN 41571, Bl. 3). Abschaltung: **träge (T)**

Netzspannung	Sich. - Nennstrom
110 V~ ±10%:	T 0,63 A
125 V~ ±10%:	T 0,63 A
220 V~ ±10%:	T 0,315 A
240 V~ ±10%:	T 0,315 A

Die Netzsicherung muß immer der Netzspannung entsprechen und kann, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Es ist sicherzustellen, daß nur Sicherungen obigen Typs und der angegebenen Nennstromstärke als Ersatz verwendet werden. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten (besonders nicht die im oberen Speicherfeld), zu drücken und die sieben Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung einzurasten. Im X-Feld gilt dies besonders auch für den LEVEL-Knopf (Pfeil waagrecht nach links einrasten). Die auf den Knopf-kappen der drei Positionsknöpfe Y-POS. I, Y-POS. II und X-POS. angebrachten weißen Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Dies gilt auch für den seitlichen weißen Strich am Knopf-Unterteil des X-POS.-Doppelknopfes (Grob-Einstellung). Beide Trigger-Selector-Schiebeschalter sollen in der obersten Stellung stehen. Der MODE-Schalter im DELAY-Feld ist in die oberste Stellung Norm. zu setzen.

Das Gerät wird durch leichte Rechtsdrehung des **INTENS.-POWER**-Knopfes in Betrieb gesetzt. Die daneben befindliche Leuchtdiode beginnt mit ca. 1 Hz zu blinken, bis die Anheizzeit der Strahlröhre (ca. 40 Sekunden) beendet ist. Dann zeigt sie Dauerlicht als Zeichen der Betriebsbereitschaft. Ist danach — ohne Eingangssignal

— kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Knopf nicht genügend weit nach rechts gedreht, oder der Zeitbasisgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Knöpfe verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend obigen Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den **LEVEL**-Knopf im X-Feld zu achten. Ohne angelegte Signalspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn der Pfeil auf der **LEVEL**-Knopfkappe waagrecht nach links zeigt (Automatische Triggerung) und die Taste **Single** ungedrückt ist. Erscheint nur ein Punkt (**Vorsicht, Einbrenngefahr!**), sind die Stellungen der Tasten **Hor. ext. (X-Y)** und **Single** und des **LEVEL**-Knopfes zu prüfen und zu korrigieren. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplung-Schiebeschalter **DC-AC-GD** für Kanal I in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. **Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten.** Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht oder die Speichernetze der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird. Ergeben sich längere Pausen im Arbeitsablauf, sollte man das gerade eingestellte Signalbild nicht einfach stehen lassen! Dank der Speicher-Elektronik genügt das Drücken der **Save**-Taste im Speicherfeld zur **Dunkelsteuerung der Strahlröhre — auch im Normalbetrieb.** Wird die **Save**-Taste wieder ausgelöst, ist das Signalbild sofort sichtbar.

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit TR bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubenzieher (Klinge ca. 2,5 x 0,5mm) möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die thermischen Eigenschaften der Doppel-FETs in den Eingängen der beiden Vertikalverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-

Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich **beim Durchdrehen des Feinstellers** (kleiner Knopf mit roter Pfeilkappe) am **CH. I** bzw. **CH. II** Eingangsteiler die vertikale Strahlage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 0,1 div nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers mit einer Klingenbreite von max. 3 mm und einer Länge von mind. 50 mm korrigiert. Die Öffnungen hierzu befinden sich oberhalb des jeweiligen Teilerschalters und sind mit **Bal.** (balance = Ausgleich) gekennzeichnet. Es handelt sich dabei um den Abgleich eines Wendepotentiometers, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient **5 mV/div**; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf **GD**) wird der Feinstellknopf ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahlage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste **CHI/CHII** zu drücken

Art der Signalspannung

Mit dem HM808 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 80 MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. 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. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM808 ist deshalb nur bis ca. 8 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende 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 der **HOLD-OFF**-Einstellung und/oder des Zeit-Feinstellers erforderlich. Dabei muß mit **Normaltriggerung** gearbeitet werden. **Fernseh-Video-Signale** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der **TRIGGER SELECTOR**-Schalter in Stellung **LF** stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse durch ein Tiefpaß-Filter so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegelstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC**-Schalter (DC = direct current = Gleich-

strom; AC = alternating current = Wechselstrom). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler, bei sehr niedrigen Frequenzen und bei Impuls-Signalen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

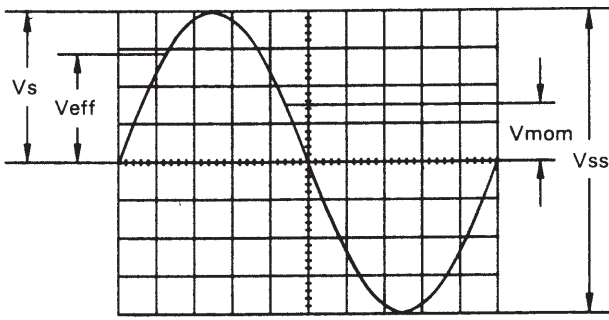
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Kopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Vertikalverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Mit dem HM808 lassen sich auch sehr gut einmalige Vorgänge darstellen. Damit sind z. B. gemeint: Ein- oder Ausschaltstromstöße, Spannungsänderungen bei Ladung oder Entladung von Kondensatoren, Prellen von Kontakten, abklingende Schwingungen eines Resonanzkreises nach Stoßerregung, Verschlußzeitmessung. Hierzu wird die **Single-Reset**-Betriebsart (Einzelablenkung) der Zeitbasis benutzt. Zwar ist auch eine direkte fotografische Aufzeichnung im Normalbetrieb möglich; aber im allgemeinen ist hierbei der Speicherbetrieb geeigneter (siehe die Abschnitte „Triggerung und Zeitablenkung“ und „Speicherbetrieb“).

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss} -Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

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



Spannungswerte an einer Sinuskurve
 V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
 V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert; V_{mom} = Momentanwert

Das Innenraster der Strahlröhre hat eine Teilung von $8 \times 10 \text{ div}$. Die internationale Bezeichnung „div“ ist die Abkürzung von „division“ (Skalenteilung) und kennzeichnet den Strichabstand der durchgehenden Rasterlinien, wenn dieser von 1 cm abweicht. Beim HM808 bedeutet $1 \text{ div} = 0,9 \text{ cm} = 9 \text{ mm}$. Alle Angaben, die sich auf das Innenraster beziehen (Abstände, Höhen, Längen) werden in „div“ gemessen.

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 div hohes Bild beträgt ca. 2 mV_{ss} , wenn der Feinsteller am auf 5 mV/div eingestellten Eingangsteilerschalter CH.I oder II (= Channel I/II) bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkoeffizienten am Eingangsteiler sind in $\text{mV}_{ss}/\text{div}$ oder V_{ss}/div angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in div. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung C stehen (Pfeil waagrecht nach links zeigend). Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160 V_{ss} aufzeichnen.

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in div des Schirmbildes,

U = Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,

A = Ablenkoeffizient in V/div am Teilerschalter

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

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

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM808 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

H zwischen 0,5 und 8 div, möglichst 3,2 und 8 div,

U zwischen $2,5 \text{ mV}_{ss}$ und 160 V_{ss} ,

A zwischen $5 \text{ mV}/\text{div}$ und $20 \text{ V}/\text{div}$ in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:

Eingest. Ablenkoeffizient **A** = $50 \text{ mV}/\text{div} \hat{=} 0,05 \text{ V}/\text{div}$,

abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6 div,

gesuchte Spannung U = $0,05 \cdot 4,6 = 0,23 \text{ V}_{ss}$

Eingangsspannung **U** = 5 V_{ss} ,

eingestellter Ablenkoeffizient **A** = $1 \text{ V}/\text{div}$,

gesuchte Bildhöhe H = $5 : 1 = 5 \text{ div}$.

Signalspannung $U = 220 V_{eff} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 622 \text{ V}_{ss}$

(Spannung $> 160 \text{ V}_{ss}$, mit Tastteiler 10:1 **U** = $62,2 \text{ V}_{ss}$),

gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2 div, max. 8 div,

maximaler Ablenkoeffizient **A** = $62,2 : 3,2 = 19,4 \text{ V}/\text{div}$,

minimaler Ablenkoeffizient **A** = $62,2 : 8 = 7,8 \text{ V}/\text{div}$,

einzustellender Ablenkoeffizient A = $10 \text{ V}/\text{div}$

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang $\pm 400 \text{ V}$ nicht überschreiten.

Ein ähnlicher Grenzwert (600 V) gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1200 V_{ss} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 können Spannungen bis ca. 2400 V_{ss} gemessen werden. Allerdings verringern sich diese Werte bei höheren Frequenzen (siehe Technische Daten der betreffenden Tastteiler). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei noch höheren 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.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 400 V gelegt werden (siehe „Anlegen der Signalspannung“, Seite M7).

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als **Referenzlinie für Massepotential** eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteiler 10:1/1:1 haben ebenfalls eine eingebaute Referenz-Schalterstellung.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden ge-

nannt. 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 sind am **TIMEBASE**-Schalter in **s/div**, **ms/div** und **μs/div** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in drei Felder aufgeteilt.

Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in div) mit dem am TIMEBASE-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer blauen Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feinsteller in seiner kalibrierten Stellung C stehen (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend).

Mit den Bezeichnungen

L = Länge in div einer Welle auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Frequenz in Hz der Folgefrequenz des Signals,
Z = Zeitkoeffizient in s/div am Zeitbasisschalter
 und der Beziehung $F = 1/T$ lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

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

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

Bei gedrückter Taste X-Magn. x10 ist Z durch 10 zu teilen.

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM808 innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 10div, möglichst 4 bis 10div,

T zwischen 10ns und 20s,

F zwischen 0,05Hz und 100MHz,

Z zwischen 0,05μs/div und 1 s/div in 1-2-5 Teilung

(**bei ungedrückter Taste X-Magn. x10**), und

Z zwischen 5 ns/div und 100ms/div

(**bei gedrückter Taste X-Magn. x10**).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs **L** = 7 div,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5μs/div,

gesuchte Periodenzeit T = $7 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 3,5 \mu s$

gesuchte Folgefrequenz F = $1 : (3,5 \cdot 10^{-6}) = 286 \text{ kHz}$.

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5 s,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2 s/div,

gesuchte Wellenlänge L = $0,5 : 0,2 = 2,5 \text{ div}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1 div,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10ms/div,

gesuchte Brummfrequenz F = $1 : (1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$.

TV-Zeilensfrequenz **F** = 15 625 Hz,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10μs/div,

gesuchte Wellenlänge L = $1 : (15 \cdot 625 \cdot 10^{-5}) = 6,4 \text{ div}$.

Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4 div, max. 10 div,

Frequenz **F** = 1 kHz,

max. Zeitkoeffizient **Z** = $1 : (4 \cdot 10^3) = 0,25 \text{ ms/div}$,

min. Zeitkoeffizient **Z** = $1 : (10 \cdot 10^3) = 0,1 \text{ ms/div}$,

einzustellender Zeitkoeffizient Z = 0,2ms/div,

dargestellte Wellenlänge L = $1 : (10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}) = 5 \text{ div}$.

Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 2 div,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,05μs/div,

gedrückte Dehnungstaste x10: Z = 5ns/div,

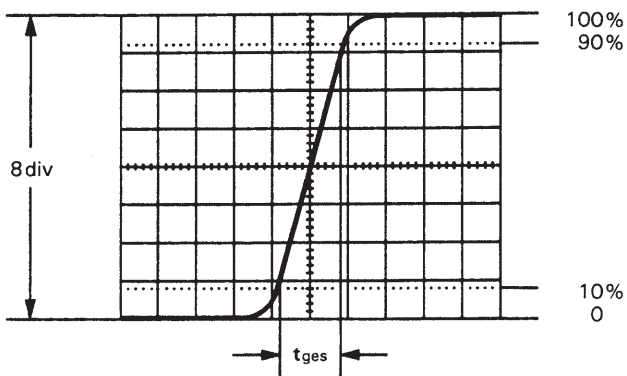
gesuchte Folgefrequenz F = $1 : (2 \cdot 5 \cdot 10^{-9}) = 100 \text{ MHz}$,

gesuchte Periodenzeit T = $1 : (10^8) = 10 \text{ ns}$.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man immer mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-Magn. x10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 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 im Normalbetrieb des Oszilloskops etwa bei einer 200fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztube ist unter Umständen auch noch mehr möglich. Dies setzt jedoch immer voraus, daß der am **TIMEBASE**-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode gleich oder größer 1 μs/div ist (bei eingeschalteter Dehnung x10), da andernfalls die kürzeste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt. Größere Helligkeit und größere Dehnung stehen im Speicherbetrieb zur Verfügung (siehe Abschnitt „Speicherbetrieb“).

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitengrenzen 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 hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in ±3,2 div Mittenabstand. **Der horizontale Zeitabstand in div zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten diese horizontalen Hilfslinien mit 0,2 div-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen.**

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



Bei einem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von $0,05\mu\text{s}/\text{div}$ und gedrückter Dehnungstaste $\times 10$ ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6 \text{ div} \cdot 0,05\mu\text{s}/\text{div} : 10 = \mathbf{8 \text{ ns}}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

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

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM808 ca. $4,4\text{ ns}$). Ist t_{ges} größer als 30 ns , dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden.

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t_a = \sqrt{8^2 - 4,4^2} = \mathbf{6,7 \text{ ns}}$$

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

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

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

$$B \cdot t_a = 350$$

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 den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω -Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω -Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit 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. Diese Leistung wird mit $10V_{\text{eff}}$ oder — bei Sinussignal — mit $28,3V_{\text{ss}}$ erreicht. Bei allen Taster-Typen darf **keinesfalls** ein Abschlußwiderstand verwendet werden. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Taster werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. $10\text{ M}\Omega \parallel 16\text{ pF}$). **Deshalb sollte, wenn der durch den Taster 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 Taster nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Abgleich des Taster“, Seite M9). **Wenn ein Taster 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 — laden aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator auf. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Bei DC-Eingangskopplung ist der Eingangskopplungskondensator abgeschaltet. Ganz besonders wichtig ist deshalb die Benutzung von DC-Eingangskopplung bei einem Taster 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 Tastereingang** geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern 10:1 oder 100:1 ist die maximale Wechselspannungsbelastbarkeit frequenzabhängig begrenzt (siehe Derating-Kurve in den Techn. Daten des betreffenden Tastteilers).

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 Brumm- oder HF-Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis oder die Signalform stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim Anschluß des Tastteilers an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

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 Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden.

Bei der Untersuchung **netzfrequenter magnetischer Einstrahlungen** in eine Schaltung mittels Spulensonde sollte beachtet werden, daß der Spulenanschluß über ein geschirmtes Kabel erfolgen muß. Auf der Oszilloskop-Seite sollte ein BNC-Stecker am Kabel angebracht werden. Zwischen Kabelseele und dem Stecker (Innenteil) ist ein 100Ω -Widerstand in Reihe zu schalten. Hochohmige Spulen erfordern eine Sondenabschirmung, die mit dem Kabelschirm verbunden ist. Selbstverständlich darf dabei keine Kurzschlußwindung für die Spule entstehen. Die Schirmungen verhüten undefinierte Einstrahlungen in die Sonde. Der Widerstand dämpft hochfrequente Erregung. Bei der Messung sollte mit Netztriggerung (oberer **Trigger Selector**-Schalter auf **Line**) gearbeitet werden.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **20V/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 total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8div hoch ist. Bei mehr als

160Vss 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 eingestellte Wert am **TIMEBASE**-Schalter. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

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

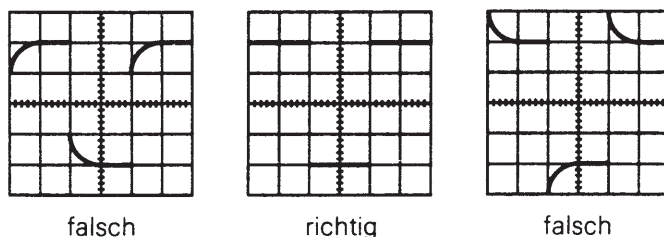
Y-Überbereichsanzeige

Diese zeigt an, wenn sich **in vertikaler Richtung** die Strahllinie oder Signalanteile von mehr als 100ns Dauer (Nadelimpulse) außerhalb der Rasterfläche befinden. Die Anzeige erfolgt mit 2 Leuchtdioden, bezeichnet mit **Overscan**, welche im Y-Feld (zwischen den Teilerschaltern für CH.I und CH.II) übereinander angeordnet sind. Leuchtet eine der Lampen ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten **Y-POS.**-Knopf hin. An der Zuordnung der Lampen erkennt man, in welcher Richtung der Strahl den Bildschirm verlassen hat. Bei Zweikanal-Betrieb können auch beide **Y-POS.**-Knöpfe verstellt sein. Liegen in der **Dual**-Betriebsart 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-Position bei Rasterüberschreitung erfolgt **in jeder Betriebsart**, also auch dann, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird oder das Oszilloskop im XY-Betrieb arbeitet. Wie schon im Absatz "Voreinstellungen" bemerkt, sollte möglichst oft mit **automatischer Triggerung** (**LEVEL**-Pfeilknopf waagrecht nach links zeigend) gearbeitet werden. Dann ist auch ohne Meßsignal ständig eine Zeitlinie vorhanden. Nicht selten verschwindet die Strahllinie nach dem Anlegen eines Meßsignals. An der Anzeige erkennt man dann, wo sie sich befindet. Leuchten beim Anlegen der Signalspannung beide Lampen gleichzeitig, wird die Rasterfläche in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal mit einer relativ hohen Gleichspannung überlagert, kann bei **DC**-Kopplung des Vertikalverstärkers der Rasterrand überschrieben werden, weil die Gleichspannung eine vertikale Positionsverschiebung der scheinbar richtig eingestellten Bildhöhe bewirkt. In diesem Fall muß man sich mit einer kleineren Bildhöhe begnügen oder **AC**-Eingangskopplung wählen.

Das Aufleuchten der **Overscan**-Anzeige besagt nicht, daß das Signalbild in der gerade gewählten Einstellung immer verzerrt ist. Der Meßverstärker hat eine gewisse Übersteuerungsreserve. Es ist aber zu prüfen, ob die Aussteuerungsgrenze nicht überschritten wird. Dies geschieht einfach dadurch, daß der betreffende Eingangsteilerschalter um eine Stellung weiter nach links gedreht wird. Erlischt dann die **Overscan**-Anzeige, so ist die vorherige Einstellung noch brauchbar, um z. B. die Dächer von Rechteckimpulsen vertikal vergrößert zu untersuchen. Allerdings gilt das nicht mehr für Frequenzanteile des Signals oberhalb 30 MHz, weil dort naturgemäß die Reserve immer kleiner wird.

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers abgestimmt werden. Der HM808 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von $0,2V_{ss} \pm 1\%$. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Ausgang-Öse gelegt und sein Kompensationstrimmer entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



Der **TIMEBASE**-Schalter soll sich dabei in Stellung **0,2ms/div** befinden, und die Y-Eingangskopplung muß auf **DC** geschaltet sein. Steht der Eingangsteilerschalter in der **5mV/div**-Stellung (Feinsteller auf **C**), ist das aufgezeichnete Signal **4div** hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Frequenz des eingebauten Rechteckgenerators nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden kann. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Anstiegs- und Abfallzeiten des Rechtecksignals so kurz sind, daß die Rechteckflanken selbst bei maximaler Intensitätseinstellung kaum sichtbar sind. Dies ist kein Fehler, sondern ebenso Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizienten-Kontrolle) wie horizontale Impulsdächer, calibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 4 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei **Mono**-Betrieb (= Einzel-Betriebsart) stehen alle heraus. Dann ist nur **Kanal I** betriebsbereit. Bei **Mono**-Betrieb mit **Kanal II** ist die Taste **CHI-CHII** zu drücken. Die interne Triggerung ist am unteren **Trigger Selector**-Schalter im X-Feld entsprechend umzuschalten von **I** auf **II**.

Wird die Taste **Dual** gedrückt, arbeiten **beide Kanäle**. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Darstellung zweier synchroner oder harmonischer Signale 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 zusätzlich 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 dargestellt. Noch ruhiger lassen sich aber (selbst extrem tieffrequente) Signale im Speicher-Persistence-Betrieb abbilden. Für Signale mit höherer Folgefrequenz als 1 kHz ist die Art der Kanalschaltung weniger wichtig.

Bei den oben beschriebenen Betriebsarten kann die vertikale Lage der Signale von Kanal I oder II mit den **Y-POS.**-Einstellern getrennt verschoben und — im **Dual**-Betrieb — der betreffende Kanal identifiziert werden.

Ist die Taste **I+II** allein gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert: **Summendarstellung**. Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste **Invert I** gedrückt), ist auch die **Differenzdarstellung** möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von der **Y-POS.**-Einstellung **beider** Kanäle abhängig.

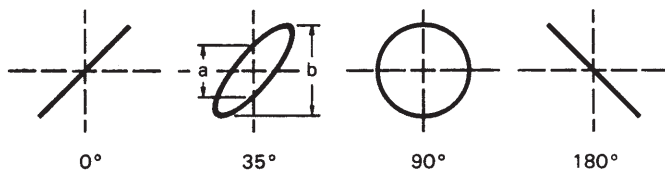
Für **XY-Betrieb** wird die Taste **Hor. ext. (X-Y)** gedrückt. (Die Tasten **CHI-CHII** und **Alt.-Chop.** nicht drücken!) Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal II**, der mit **Hor. Inp.** bezeichnet ist, zugeführt. **Eingangsteiler und Feineinstellung von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt**. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Knopf zu benutzen. Die Positionseinstellung von Kanal II ist bei XY-Betrieb abgeschaltet. Maximale Empfindlichkeit, Ablenkoeffizienten und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X-Magn. x10** für die Dehnung der Zeitlinie darf dabei nicht gedrückt werden. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 4 MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

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

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

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

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



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

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

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

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

Hierbei muß beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Oberhalb 100kHz kann die Phasenverschiebung der beiden Oszilloskop-Verstärker des HM808 im XY-Betrieb einen Winkel von 3° überschreiten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachsteilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1\text{ M}\Omega$ -Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS.-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust oder, im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht. Rastet der LEVEL-Knopf auf Linksanschlag bei ungedrückter Taste Single, verhindert eine Schutzschaltung den XY-Betrieb, wenn die horizontale Ablenkung $< 0,3\text{div}$ ist. Siehe Seite M 27.

Die Taste **Normal-Invert I** kann in jeder Betriebsart des Kanals I zum Invertieren (Polaritätsumkehr) benutzt werden. Das erspart manchmal ein Umdenken. Man darf aber nicht vergessen, daß dies eine falsche Polaritätsanzeige der am Bildschirm abgelesenen Spannungen ergibt. Ferner ändert sich die eingestellte Triggerflanke nach Drücken der Taste **Invert I nicht**, weil die interne Triggerspannungsentnahme im Zuge der Vertikalverstärkung **vor** der Umpolung erfolgt. Scheinbar zeigt die **+/-** Taste also eine falsche Triggerflankenrichtung an. Deshalb sollte die Taste **Normal-Invert I** nach Gebrauch sofort in die ungedrückte Stellung gesetzt werden.

Triggerung und Zeitablenkung

Die zeitliche Kurvenformdarstellung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst, also getriggert wird. Voraussetzung für Zeitbasisbetrieb ist die ungedrückte Stellung der Taste **Hor. ext.** im X-Feld. 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. Unter „synchron“ verstehen wir bei externer Triggerung nicht nur ein frequenzgleiches und phasenstarrtes Signal, sondern auch Harmonische und Subharmonische der Signalfrequenz.

Steht der **LEVEL**-Knopf am Linksanschlag (blaue Knopfkappe mit Strich waagrecht nach links zeigend), ist **Automatische Triggerung** eingeschaltet. Dann arbeitet der Zeitbasis-Generator ständig: freilaufend oder getriggert. Mit interner Triggerung, richtiger Wahl von Trig.-Quelle, Trig.-Flankenrichtung und Trig.-Kopplung empfiehlt sich die automatische Triggerung für praktisch alle unkomplizierten periodischen Signale **über 30Hz** Folgefrequenz. Sie werden stabil stehend aufgezeichnet, wenn die auf dem Bildschirm dargestellte Signalthöhe **mindestens 0,5div** beträgt (Triggerschwelle bei interner Triggerung). Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeitkoeffizienten-Einstellung. Eine **LEVEL**-Einstellung des HM808 ist bei automatischer Triggerung weder nötig noch möglich. Ohne Meßsignal wird automatisch auf freilaufende Zeitab-

lenkung umgeschaltet, so daß immer eine Zeitlinie sichtbar ist, die als Referenzlinie dienen kann. Die automatische Triggerung ist **bei externer Triggersignalführung** über die BNC-Buchse **EXT. TRIG.** ebenfalls anwendbar.

Durch Rechtsdrehung des **LEVEL**-Knopfes wird **Normaltriggerung** eingeschaltet. Mit der **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung auch für sehr komplexe Signalformen an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Mit „level“ bezeichnet man den Pegel der Triggerkomparator-Gleichspannung, deren Amplitude und Vorzeichen mit dem **LEVEL**-Knopf einstellbar ist. Bei momentaner Übereinstimmung der Vergleichsspannung mit einem Punkt auf der Triggersignalfanke gibt der Komparatorausgang einen positiven Spannungssprung (TTL-Pegel) ab, der nach Freigabe einen erneuten Hinlauf der Zeitablenkung auslöst. Bei interner Normaltriggerung ist der mit der **LEVEL**-Einstellung erfaßbare Triggerbereich stark abhängig von der Bildhöhe des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 div, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl. Die Normaltriggerung kann **auch bei externer Triggersignalführung** angewendet werden.

Mit Normaltriggerung ohne Triggersignal oder bei grob falscher LEVEL-Einstellung ist die Zeitablenkung abgeschaltet. Der Bildschirm ist dann dunkel. Er erhellt sich aber sofort wieder bei einsetzender Triggerung.

Das Signalbild beginnt — dank der im Vertikalverstärker eingebauten Verzögerungsleitung — noch vor dem Triggerpunkt. Die Triggerung startet normalerweise mit einer **positiv steigenden Signalflanke** (Taste **+/-** ungedrückt). Soll die Triggerung mit einer **negativ fallenden Flanke** beginnen, muß die mit **+/-** bezeichnete Taste gedrückt werden. Gegenüber Oszilloskopen ohne Verzögerungsleitung, bei denen die Triggerflanke links im Bild nicht oder nicht vollständig sichtbar ist, ergibt die Verzögerungsleitung sogar eine u.U. erheblich bessere Zeitauflösung der Vorderflanke. Sonst müßte man nämlich die Zeitablenkung so langsam stellen, daß die Vorderflanke des folgenden 2. Impulses im Bild sichtbar wird. Das aber wäre auch nur bei periodischen Impulsen möglich. Besonders wichtig ist die richtige Flankenwahl, wenn nur ein Teil einer Signalperiode dargestellt werden soll. Ebenso wichtig ist die Flankenwahl z. B. bei Video-Signalen, bei denen die Synchronimpulse an der Ober- oder Unterkante des Signalbildes liegen können und man noch Vorder- und Rückflanke der Synchronimpulse unterscheiden muß.

Bei **interner Triggerung** und Einkanalbetrieb wird das Triggersignal über den unteren **Trigger Selector**-Schalter dem zur Darstellung gewählten Kanal **I** oder **II** entnommen. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen

Triggersignals ebenso wahlweise von Kanal **I** oder **II** möglich. Dabei sollte die einfachere Signalform zum Triggern bevorzugt werden.

Die **alternierende Triggerung** ist in Stellung **I/II** des unteren **Trigger Selector**-Schalters in Funktion. Hierbei müssen die Vertikalverstärker in der alternierenden Zweikanal-Betriebsart arbeiten (Taste **Dual** gedrückt, Taste **Alt.** ungedrückt). Mit alternierender Triggerung lassen sich — in gewissen Grenzen — **zwei asynchrone Signale** gleicher oder unterschiedlicher Kurvenform gleichzeitig und ruhig stehend darstellen. Zweckmäßig sollte hierzu Normaltriggerung mit **LEVEL**-Einstellung gewählt werden. Die Darstellung nur eines Signals ist mit der alternierenden Triggerung nicht möglich. In allen anderen Vertikalverstärker-Betriebsarten wird in Stellung **I/II** immer nur Kanal **I** durchgeschaltet.

Zur **Netztriggerung** in Stellung **Line** des oberen **Trigger Selector**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchro 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 netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung. Je nach Polung des Oszilloskop-Netzsteckers ist es möglich, daß mit ungedrückter **+/-** Taste die Signaldarstellung mit einer negativen, also fallenden Flanke beginnt. Zur Korrektur genügt die Umpolung des Netzsteckers des HM808.

Für **externe Triggerung** ist der untere Triggerwahlschalter auf **Ext.** umzuschalten und das Synchronsignal (0,5V bis 7,5Vss) der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen. Bei Einkanalbetrieb kann die **externe Zuführung auch über den Eingang von Kanal II** erfolgen (unterer Triggerwahlschalter dabei in Position **II**). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 0,5-7,5Vss liegt oder von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem **CH. II**-Teilerschalter von Kanal **II** in einem Bereich von 5mV bis ca. 150Vss 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 2-6 div einstellt. Hierfür ist die Taste **CHII** zu drücken. Danach wird auf **CHI** zurückgeschaltet, wobei aber der Triggerwahlschalter in Stellung **II** verbleibt. Natürlich können die Kanäle auch umgekehrt benutzt werden: Triggersignal über Kanal **I** usw. Extern kann mit automatischer Triggerung oder mit Normaltriggerung gearbeitet werden.

Die Ankopplungsart des Triggersignals ist intern wie extern mit dem oberen **Trigger Selector**-Schalter umschaltbar auf **AC** oder **DC**. In den Stellungen **AC** oder **DC** werden kleine Signale (<2 div) nur bis etwa 20MHz getriggert. Für höhere Signalfrequenzen (20-100MHz) ist auf Stellung **HF** umzuschalten. Bei **AC** und **DC** werden Frequenzen oberhalb 20MHz stark unterdrückt. Dies hat den Vorteil, daß im unteren Frequenzbereich auch bei höchster Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers eine durch Verstärkerrauschen entstehende Doppeltriggerung weitgehend vermieden wird.

Soll das **Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den oberen **Trigger Selector**-Schalter in Stellung **LF** (low frequency) 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.

Video-Signale mit Zeilenfrequenz sind dagegen mit **AC**- (evtl. auch **DC**-) Triggerkopplung darstellbar.

Für hochfrequente Signale (>1 MHz) empfiehlt sich die Stellung **HF**, bei der ein **Hochpaß** in der Triggerspannungszuführung Gleichspannungsschwankungen oder tieffrequente Störungen **unter 1kHz** unterdrückt.

Wie bereits beschrieben, kann bei einfachen Signalen mit automatischer Triggerung gearbeitet werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil der Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, ist die Umschaltung auf **Normaltriggerung** mit Bedienung des **LEVEL**-Knopfes erforderlich. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die **LEVEL**-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung der **HOLD-OFF**-Zeiteinstellung und/oder **TIMEBASE**-Feineinstellung erreicht werden.

Eine falsche Einstellung des oberen Triggerwahlschalters **AC-DC-HF-LF-Line** kann eine Triggerung unmöglich oder fehlerhaft machen. Sie muß unbedingt passend zur Signal-Folgefrequenz (und evtl. zur Signalform) gewählt werden.

Fällt bei interner oder externer **Normaltriggerung** die

Triggerung aus irgendeinem Grunde aus, wird sofort der **Bildschirm dunkelgetastet**. Dies ist kein Fehler, sondern prinzipiell bedingt. Der wiedereinsetzenden Triggerung folgt sofort die Helltastung des Bildschirms. Ursachen für einen Ausfall der Triggerung sind entweder fehlendes bzw. zu kleines Triggersignal oder versehentlich falsche Bedienung. Man kontrolliere dann: **LEVEL**-Einstellung, **+/-** Taste, beide **Trigger Selector**-Schalter, **TIMEBASE**-Schalter. Unter Umständen findet man die Ursache schneller, wenn vorübergehend interne automatische Triggerung eingeschaltet wird (**LEVEL**-Knopf auf Linksanschlag).

Zur Triggerung gewisser Signale ist die Betätigung der **HOLD-OFF-Zeiteinstellung** notwendig. 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 oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude** kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden. Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD-OFF**-Knopf unbedingt wieder auf Rechtsanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u. U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Einmalige Vorgänge, z. B. einzelne Störimpulse oder das Bild der abklingenden Schwingung eines Resonanzkreises nach Stoßerregung, lassen sich mit **einmaliger Zeitablenkung** darstellen. Hierfür ist die Taste **Single** zu drücken. Die unter der **Single**-Taste befindliche Leuchtdiode **Ready** zeigt die Startbereitschaft der Zeitablenkung an. Leuchtet sie nicht, muß die **Reset**-Taste ebenfalls gedrückt werden. In manchen Fällen kann zwar bei der Aufzeichnung von Einzelbildern mit automatischer Triggerung gearbeitet werden. 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 oder bei sehr tiefen Frequenzen ist **Normaltriggerung** mit manueller Bedienung der **LEVEL**-Einstellung viel vorteilhafter. 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. Nach deren Ablauf erlischt die mit **Ready** bezeichnete Leuchtdiode. Für eine 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 Speicherbetrieb und/oder eine fotografische Registrierung.

Alle am **TIMEBASE**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung **Cal.** des Feinstellknopfes **VAR.** unten rechts vom **TIMEBASE**-Schalter und eine Länge der Zeitlinie von 10div. Bei Rechtsanschlag wird die Ablenkzeit um mindestens das 2,5fache verlängert (max. 2.5s/div). Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Bei 10facher Dehnung der Zeitachse (Taste **X-Magn. x10** gedrückt) ergibt sich dann in der obersten Stellung **0.05µs/div** des **TIMEBASE**-Schalters eine **maximale Auflösung von ca. 5ns/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 (Linksdrehung des **TIMEBASE**-Schalters).

Trigger-Anzeige

Sowohl bei automatischer Triggerung wie auch bei Normaltriggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die links neben dem **LEVEL**-Knopf angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühligere **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig.

Ablenkverzögerung

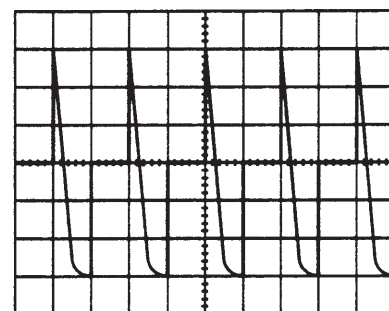
Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit (100ns bis max. 1s) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dann dem Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen. Vom **5µs/div**-Bereich abwärts zu langsameren Ablenkgeschwindigkeiten hin ist mindestens **100fache** und einschließlich Dehnung **X-Magn. x10** sogar **1000fache Dehnung** möglich. Bei Zeitkoeffizienten, die größer sind als **5µs/div**, erhöht sich die maximale Dehnung proportional. Jedoch verringert sich mit zunehmender Dehnung die Bildhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Regler weiter nach rechts drehen, **FOCUS**-Regler neu einstellen). Aber dann setzt die fehlende Schärfe eine Grenze. In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein **Lichtschutztubus HZ47** erforderlich. Jedoch läßt sich im Speicherbetrieb die Helligkeit und Schärfe eines mit Hilfe der Ablenkverzögerung stark gedehnten Signalausschnitts erheblich erhöhen. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jittert. Dies erkennt man daran, daß —

verursacht durch unregelmäßige Generator-Frequenzschwankungen — in waagerechter Richtung zitternde Bilder mit verringerter Helligkeit und Schärfe entstehen. In diesem Fall ist die zweite Triggerung (**after delay**) zu verwenden, die weiter unten noch näher erläutert wird. Sie beseitigt diese Schwierigkeit.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Bei Beginn ist immer darauf zu achten, daß der **LEVEL**-Regler im **DELAY**-Feld zunächst in der Pos. **FR** steht (Pfeil nach links zeigend = **after-delay-Triggerung abgeschaltet**) und die Taste **Int./Ext.** nicht gedrückt ist. Für einen sicheren Betrieb der Ablenkverzögerung ist zu empfehlen, die nachstehend an einem bebilderten Beispiel erklärte Reihenfolge zu übernehmen.

Ausgehend vom normalen Oszilloskop-Betrieb (**MODE**-Schalter im **DELAY**-Feld auf **Norm.**) wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Eine größere Anzahl verringert unnötig die Helligkeit eines stark gedehnten Bildes. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von **1 bis 3 Grundperioden** immer zwanglos mit dem **TIMEBASE**-Schalter einstellen. Hierbei sollte man die Dehnung **x10** abschalten (**X-Magn. x10**-Taste ungedrückt), den **HOLD-OFF**-Knopf in Calibrationsstellung **x1** belassen und den Zeit-Feinregler **VAR.** auf **Cal.** stellen. Die LED-Anzeige im **DELAY**-Feld leuchtet dabei nicht. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggern- de Flanke eingestellt sein.

Figur 1

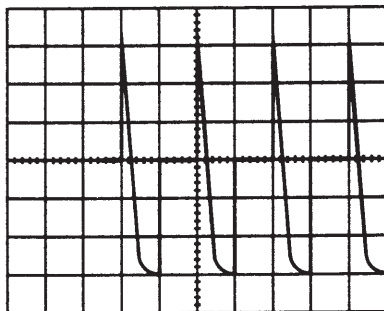


ART: **NORM.**
 TIMEBASE: **0.5ms/div**
 LED: **aus**

Nun wird der **MODE**-Schalter in Stellung **Search** (= suchen) gesetzt. Dabei verschiebt sich der (linke) Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Steht der **DELAY**-Zeitbereichsschalter auf **0.1µs**, ist es möglich, daß — abhängig von dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten — die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie möglichst

kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnitts erfolgt mit dem **DELAY**-Feinregler **x1-x10** im DELAY-Feld. Der Drehbereich desselben besitzt keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein gewisses Schnappgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der DELAY-Bedienungsfolge sollte er zweckmäßig in der linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten auf **Search** völlig, ist normalerweise der **DELAY**-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzögerungszeit eingestellt. Er ist dann so weit nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie links vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. In der **Search**-Betriebsart blinkt die Leuchtdiode im DELAY-Feld.

Figur 2

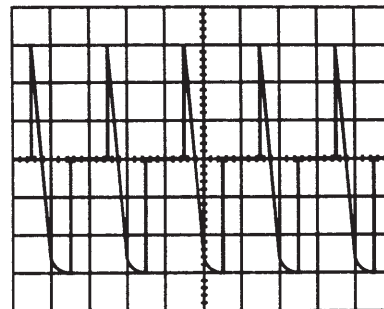


ART: **SEARCH**
 DELAY-Zeitbereich: **1 ms**
 TIMEBASE: **0.5 ms/div**
 LED: blinkt
 Verzögerungszeit = 2.5 div · 0.5 ms/div = 1.25 ms

Aus Figur 2 erkennt man, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlanfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation der horizontalen Verschiebung in div mit dem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten.

Nun kann der **MODE**-Schalter auf **Delay** (Verzögerung der Zeitablenkung) umgeschaltet werden. Dabei rückt der **Anfang der Strahllinie**, beginnend mit dem gewählten Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Stellung wie in der Betriebsart **Norm.**, also **nach links**. Die Anzeige im DELAY-Feld leuchtet jetzt stetig.

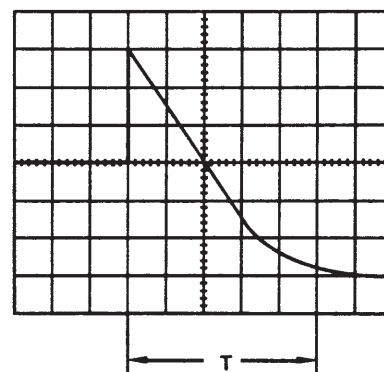
Figur 3



ART: **DELAY**
 DELAY-Zeitbereich: **1 ms**
 TIMEBASE: **0.5 ms/div**
 LED: Dauerlicht

Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit (**TIMEBASE**-Schalter nach rechts drehen) der interessierende Zeitabschnitt stark gedehnt werden. Mit dem DELAY-Feinregler ist — auch nachträglich — eine beliebige Verschiebung des gedehnten Abschnitts möglich. Im Beispiel der Figur 4 ist zu sehen, daß eine zehnfache Dehnung durch das Umschalten des **TIMEBASE**-Schalter von 0.5 ms/div auf **50 µs/div** erreicht wurde. Die Zeitmessung am gedehnten Signalabschnitt kann jetzt wegen der Dehnung mit erhöhter Genauigkeit erfolgen. Dabei wird die horizontale Länge in div eines beliebigen Abschnitts multipliziert mit dem Zeitkoeffizienten, der am **TIMEBASE**-Schalter gerade eingestellt ist. Der Zeit-Feinregler **VAR.** muß in seiner kalibrierten Stellung **Cal.** stehen.

Figur 4



ART: **DELAY**
 DELAY-Zeitbereich: **1 ms**
 TIMEBASE: **50 µs/div**
 LED: Dauerlicht
 Dehnung: $0.5 \cdot 10^{-3} : 50 \cdot 10^{-6} = 10$
 $T = 5 \text{ div} \cdot 50 \mu\text{s/div} = 250 \mu\text{s}$

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 10 begrenzt. Wie bereits erwähnt, sind erheblich größere Dehnungen möglich, wenn der **TIMEBASE**-Schalter noch weiter nach rechts gedreht werden kann. Eine Grenze bildet die mit steigen-

der Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit. Ferner kann Jittern des Signals (unregelmäßige Frequenzschwankungen des Generators) die Anwendung erschweren. In diesem Fall ist die weiter unten beschriebene **after delay**-Triggerung anzuwenden.

Wesentlich für das einwandfreie Arbeiten mit der Ablenkverzögerung ist das Halten des Triggerpunkts. Alle Signalarten, in denen der vergrößerte darzustellende Signalabschnitt eine konstante Phasenverschiebung zum Triggerpunkt hat, sind problemlos. Gemeint sind damit alle elektrischen Signalformen, die sich mit der Folgefrequenz ständig wiederholende Signalflanken gleicher Polarität und triggerbare Pegelwerte enthalten. Besteht keine Phasenkonstanz, kann die Triggerung beim Umschalten von **Search** auf **Delay** oder bei Änderung des Zeitkoeffizienten aussetzen. Man muß dann bereits im Normalbetrieb (Darstellung der Grundperiode des Signals) versuchen, einen mit dem zu vergrößernden Signalteil phasenkonstanten Triggerpunkt zu finden. Bei komplizierten Signalgemischen ist es möglich, daß die Aufzeichnung der Grundperiode mit anderen Signalanteilen überlagert ist. Diese verschwinden in der Regel beim Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit. Andernfalls wird u.U. der Bildstand der gedehnten Darstellung mit Einstellung des **LEVEL**- und des **VAR.**-Reglers oder mit Hilfe der **after delay**-Triggerung erreicht. Mit Hilfe der **X-Magn. x10**-Dehnung kann jeder Ausschnitt ohne Veränderungen an der Zeitbasis oder der Verzögerungszeit nochmals um den Faktor **10** vergrößert werden. Dies kann bei schwierig zu triggernden Signalen eine Hilfe sein.

After delay-Triggerung

Besonders dann, wenn **in komplizierten Signalgemischen** der interessierende Signalausschnitt keine Phasenkonstanz zur Signal-Folgefrequenz hat, hilft die zweite Triggerung **after delay**, also **nach Ablauf** der eingestellten Verzögerungszeit. Die erste Triggerung spricht auf eine geeignete Signalflanke an, die synchron ist mit der Folgefrequenz, während die zweite Triggerung — völlig unabhängig davon — auf eine Flanke des interessierenden Signalausschnitts eingestellt werden kann. Ein praktisches Beispiel für ein solches Signalgemisch ist der Farb-Synchronisier-Impuls (alternierender Burst) im Farbfernsehsignal auf der hinteren Austastschulter des Zeilenimpulses, der von Zeile zu Zeile wechselnd um $\pm 45^\circ$ phasenverschoben ist. Dieser (HF-) Impuls läßt sich mit **after delay-Triggerung** ohne Schwierigkeit über die volle Bildschirmbreite ruhig stehend darstellen, ohne Störung durch die gleichzeitig vorhandenen anderen Signale wie Farbartsignal, Leuchtdichtesignal und Austastsignal im FBAS-Signal. Die **after delay-Triggerung** hilft aber auch — wie bereits erwähnt — bei starkem Jittern des Generators, das normalerweise große Dehnungen nicht zuläßt.

Nachdem alle Einstellungen für die Triggerung der Grundperiode — wie oben beschrieben — in Stellung **Norm.** ausgeführt sind, wird in Stellung **Search** die Ver-

zögerungszeit gewählt. Sie ist etwas kürzer als sonst einzustellen, weil die zweite Triggerung eine gewisse Ansprechzeit erfordert. Die Dunkelzone sollte bereits ca. 0,2 div vor dem zu triggernden Signalausschnitt enden. **Intern** erfolgt die Entnahme des zweiten Triggersignals **AC-gekoppelt** von der gleichen Signalquelle wie für die Grundperiode. **Extern** ist das Triggersignal **DC-gekoppelt**. Hierzu ist die Taste **Int./Ext.** im DELAY-Feld zu drücken. Das externe Triggersignal ist dann der Buchse **EXT. TRIG.** zuzuführen, wie für externe Triggerung der Grundperiode. Die Wahl der Triggerflanke ist mit der **+ / —** Taste im DELAY-Feld möglich. Die Einstellung auf den gewünschten Triggerpunkt erfolgt mit dem zweiten **LEVEL**-Regler im DELAY-Feld. Ist dieser Regler in **FR**-Stellung (= free run = freilaufend), ist die **after delay-Triggerung abgeschaltet**. Außerhalb der **FR**-Stellung bleibt der Schirm ohne Einsatz der **after delay-Triggerung** immer dunkel (also z. B. auch bei Fehlen des Triggersignals). **Deshalb muß der zweite LEVEL-Regler ohne gewünschte after delay-Triggerung immer in FR-Position stehen.** Ist der gewünschte Signalausschnitt nun durch die Einstellung des zweiten **LEVEL**-Reglers exakt getriggert, ist der **MODE**-Schiebeschalter im DELAY-Feld auf **Delay** zu schalten. Wie bei der oben beschriebenen normalen verzögerten Darstellung beginnt dann die Zeitablenkung am linken Bildrand mit dem zu dehrenden Zeitabschnitt. **Eine Verschiebung des Zeitabschnitts mit dem DELAY-Feinregler x1-x10 ist nicht mehr möglich.** Die after delay-Triggerung hält den mit dem zweiten **LEVEL**-Regler eingestellten Triggerpunkt fest. Die gewünschte Dehnung kann nun, wie oben beschrieben, durch Rechtsdrehung des **TIMEBASE**-Schalters und/oder Einschaltung der **X-Magn. x10** Dehnung erfolgen.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen vom Anfang an problemlos. Es ist zu empfehlen, immer in der beschriebenen **Reihenfolge Norm.-Search-Delay** vorzugehen, da sonst das Auffinden des gewünschten Zeitbereiches relativ schwierig sein kann. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanalbetrieb, bei der Summen- und Differenzdarstellung und im Speicherbetrieb möglich.

Delay-Anzeige

Die Betriebsarten der Ablenkverzögerung werden mit der rechts vom **DELAY-MODE**-Schiebeschalter angeordneten LED-Lampe 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. Steht bei Normal- oder Speicherbetrieb **ohne Ablenkverzögerung** der **DELAY-MODE**-Schalter nicht auf **Norm.**, können Fehleinwirkungen, wie z. B. Strahlverdunklung oder partielle Ausblendung, entstehen. Daher ist die Anzeige dieser Leuchtdiode besonders zu beachten.

Speicher-Bedienungsanleitung

Allgemeines

Vorsicht! Der HM808 enthält eine hochempfindliche, teure Transfer-Speicherröhre mit Speichernetzen, die durch Strahlstromüberlastung bleibend beschädigt werden können. Ehe eine der Speicher-Betriebsarten benutzt wird, vorher Speicher-Bedienungsanleitung durchlesen und immer INTENS.-Knopf weit nach links drehen.

Das Oszilloskop HM808 ist mit einer Speicherröhre ausgerüstet, die auf vier verschiedene Hauptbetriebsarten umgeschaltet werden kann:

1. Normaler Oszilloskop-Betrieb ohne Speicherung.
2. Halbton-Speicherung mit kleiner Schreibgeschwindigkeit und dunklem Bildhintergrund. Lesezeit: mehrere Minuten.
3. Halbton-Speicherung mit langer Nachleuchtdauer für periodische Signale. Während des Schreibens wird gleichzeitig schwach gelöscht. Die Löszeit ist einstellbar von mehreren Minuten bis auf weniger als 1 Sekunde.
4. Ladungs-Transfer-Speicherung mit hoher Schreibgeschwindigkeit und mehr oder weniger aufgehelltem Bildhintergrund. Lesezeit: mehrere Minuten.

Diese Hauptbetriebsarten werden im HM 808 elektronisch umgeschaltet und modifiziert.

Begriffserklärungen

Halbton-Speicherung

Im gespeicherten und sichtbar gemachten Signalbild sind noch Halbtöne erkennbar. Schnellere Signale sind dünner, schärfer und weniger hell (Gegensatz: Bistabile Speicherung ohne Helligkeitsabstufung). Das Bild ähnelt der gewohnten Oszilloskop-Darstellung.

Schreibgeschwindigkeit

Der Elektronenstrahl benötigt eine gewisse Zeit, um das Signalbild zu schreiben. Diese Zeit ist abhängig von der Signalform, Bildhöhe, Frequenz und – im allgemeinen weniger – von der eingestellten Zeitablenkung. Eine steile Signalfanke erfordert große, das Dach eines Rechteckimpulses kleine Schreibgeschwindigkeit. Die maximale Schreibgeschwindigkeit einer Speicherröhre ist begrenzt und unterliegt Exemplarstreuungen. Sie kann mit elektronischen Mitteln herabgesetzt und dem Signal im Hinblick auf optimalen Kontrast angepaßt werden.

Bildhintergrund

Im allgemeinen hat das sichtbar gemachte Bild – wie gewohnt – einen dunklen Hintergrund. Bei großer Schreibgeschwindigkeit muß der Hintergrund aufgehellt werden.

Diese Aufhellung kann ungleichmäßig (fleckig) sein. Das verringert zwar den Kontrast; aber das Signalbild ist noch gut erkennbar.

Lesezeit

Ein sichtbar gemachtes Bild hat nur eine **begrenzte Auswertzeit, weil sich um die Bildlinien mit der Zeit heller werdende Säume bilden**, die schließlich die Auswertung unmöglich machen. Man sagt: Das Bild „blüht auf“. Ursache ist eine Umladung der Speichernetze durch den ständigen Elektronenbeschuß. Die Lesezeit kann beliebig oft und beliebig lang durch Drücken der **Save**-Taste unterbrochen werden. Sie verlängert sich zwar dadurch nicht; aber eine Auswertung des Signalbildes nach Form, Amplitude, Phase und Zeit kann so nacheinander und konzentrierter erfolgen.

Speicherzeit

Die Speicherzeit hängt nur indirekt mit der Lesezeit zusammen. Ein Bild kann u.U. tagelang im **abgeschalteten** Gerät gespeichert sein, wenn es nicht zwischenzeitlich sichtbar gemacht wird. Die Speicherzeit läßt sich nicht definiert angeben. Sie hängt vom Vakuum (Rest-Ionen) und von gewissen Isolationswiderständen der Speicherröhre ab. Bei abgelaufener Lesezeit ist auch die Speicherzeit zu Ende.

Nachleuchtdauer

Löscht man das gespeicherte Bild schwach schon während des Schreibvorgangs mit einstellbarer Taktrate des Löschimpulses, so erhält man selbst bei extrem niedrigen Frequenzen ein komplettes, ruhig stehendes Signalbild mit scheinbar besonders langer Nachleuchtdauer. Im Normalbetrieb sähe man nur einen langsam kriechenden oder springenden Punkt. Die einstellbare Nachleuchtdauer mit dem Effekt des kontinuierlichen Verschwindens und Neuschreibens des Signalbildes wird im englischen Schrifttum bezeichnet mit „**variable persistence** CRT storage with control of the decay (fade-away) rate of the storage image“. Die Betriebsart mit variabler Nachleuchtdauer kann nur bei periodischen Signalen angewendet werden.

Ladungs-Transfer

Um eine hohe Schreibgeschwindigkeit und gleichzeitig eine lange Speicherzeit zu erreichen, beschreibt der Elektronenstrahl zuerst ein sehr kapazitätsarmes Speichernetz. Das entstehende Ladungsbild auf vielen winzigen Einzelkondensatoren dieses ersten Netzes wird nun mittels Flutelektronen übertragen auf das zweite Speichernetz, dessen Einzelkondensatoren wesentlich höhere Kapazitäten haben. Diesen Vorgang nennt man Ladungs-Transfer.

Speicher-Schreibgeschwindigkeit

Eines der wichtigsten Kriterien zur Wahl der Speicher-Betriebsart ist die **Schreibgeschwindigkeit**. Der für das Signal erforderliche Wert läßt sich errechnen oder – einfacher – aus der untenstehenden Abbildung ablesen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Sinus- und Impulssignalen. Bei **Sinussignalen** ergibt sich die höchste Geschwindigkeit (im **Nulldurchgang** der Sinuskurve) aus der **Folgefrequenz**. Dagegen ist bei **Impulsen** (Sprungfunktionen) die höchste Geschwindigkeit unabhängig von der Folgefrequenz; sie hängt nur von der **Anstiegszeit** (evtl. auch der Abfallzeit) **der steilsten Signalfanke** ab, wenn gerade diese sichtbar sein soll.

Die Darstellung einer oder mehrerer Perioden eines Rechtecksignals niedriger Frequenz (z.B. 100Hz) ist leicht möglich. Wenn dieses Signal aber besonders steile Flanken hat (Anstiegszeit z.B. 5ns), sind diese völlig unsichtbar. Zwar reicht die **Auflösung der Zeitbasis** des HM808 (einschließlich zehnfacher Dehnung **5ns/div**) zur Messung dieser Anstiegszeit völlig aus, im Normalbetrieb aber nicht die Bildhelligkeit! Anders im Speicherbetrieb! Hier hat der HM808 sogar zwei Betriebsarten zur Messung dieser kurzen Anstiegszeiten bei guter Bildhelligkeit und gutem Kontrast. **Wesentlich ist die Einsicht, daß schnelle Flanken bei Signalen mit kleiner Folgefrequenz unsichtbar sind, wenn die Zeitablenkung so eingestellt ist, daß eine oder mehrere Perioden dargestellt werden.** Der Schreibgeschwindigkeitsunterschied zwischen Flanke und Impuls-

dach ist im obigen Beispiel so extrem groß, daß er sich nicht mit Hilfe der Bildhelligkeit überbrücken läßt. **Aber durch Wahl einer anderen Speicher-Betriebsart und Zeitbasis-Einstellung läßt sich eine schnelle Anstiegsflanke allein darstellen.** Sie ist in unserem oben angeführten Beispiel (100Hz Rechtecksignal) dann **400 000fach gedehnt** (gegenüber einer Darstellung von zwei Perioden auf dem Schirm). Diese extrem große Dehnung bedingt natürlich einen sehr konstanten Generator, stabile Triggerung und die eingebaute Verzögerungsleitung.

Maximale Schreibgeschwindigkeit einer Sinuswelle

$$v_{\max} = y_{ss} \cdot \pi \cdot f$$

Hierin ist

v_{\max} = Schreibgeschwindigkeit in div/s,

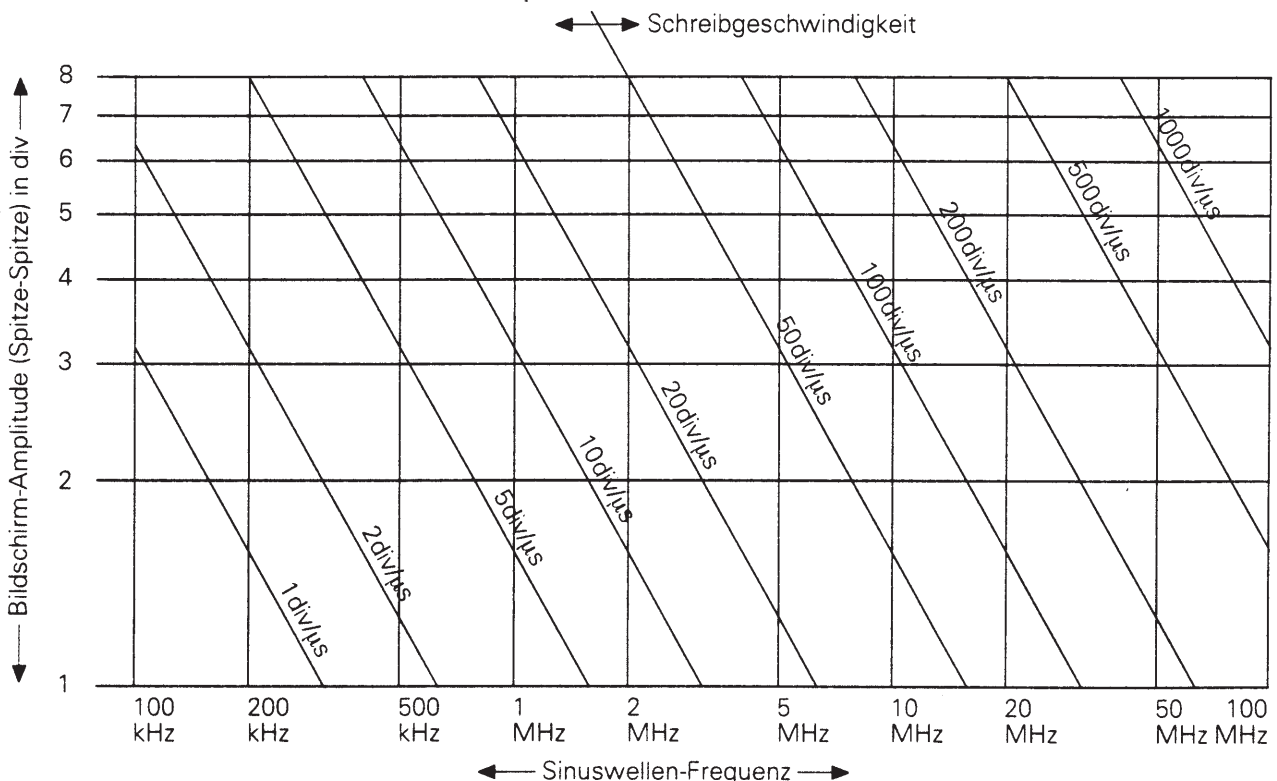
y_{ss} = vertikale Amplitude (Spitze-Spitze) auf dem Bildschirm in div,

f = Frequenz in Hz.

Setzt man $v_{\max} = 1000 \text{ cm}/\mu\text{s} = 1,11 \cdot 10^9 \text{ div/s}$ und $y_{ss} = 8 \text{ div}$, so erhält man die höchste speicherbare Sinus-Frequenz

$$f_{\max} = \frac{v_{\max}}{y_{ss} \cdot \pi} = \frac{1,11 \cdot 10^9}{8 \cdot \pi} = \underline{\underline{44 \text{ MHz}}}$$

Begrenzt man die Ablenkamplitude auf $y_{ss} = 4 \text{ div}$, so ergibt sich $f_{\max} = \underline{\underline{88 \text{ MHz}}}$.



Maximale Schreibgeschwindigkeit bei Sinuswellen in Abhängigkeit von der Frequenz und der Bildschirmamplitude.

Max. Schreibgeschwindigkeit der Sprungfunktion

$$v_{\max} = \frac{y_{ss} \cdot 0,8}{t_a}$$

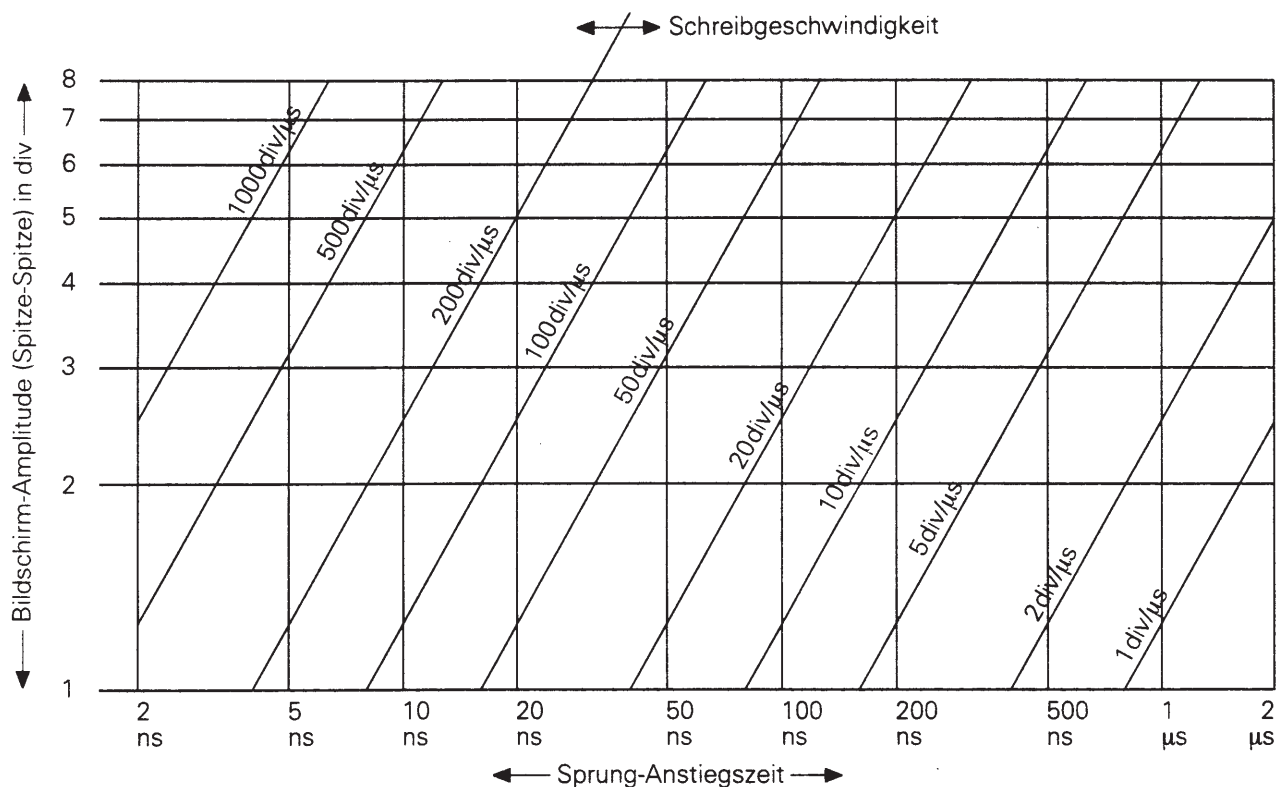
Hierin ist

- v_{\max} = Schreibgeschwindigkeit in div/s,
- y_{ss} = vertikale Amplitude (Spitze-Spitze) auf dem Bildschirm in div,
- t_a = Flanken-Anstiegszeit in s.

Setzt man $v_{\max} = 1000 \text{ cm}/\mu\text{s} = 1,11 \cdot 10^9 \text{ div/s}$ und $y_{ss} = 8 \text{ div}$, so erhält man die kürzeste speicherbare Anstiegszeit

$$t_{a \min} = \frac{y_{ss} \cdot 0,8}{v_{\max}} = \frac{8 \cdot 0,8}{1,11 \cdot 10^9} = \underline{5,8 \text{ ns}}$$

Begrenzt man die Ablenkamplitude auf $y_{ss} = 4 \text{ div}$, so ergibt sich $t_{a \min} = \underline{2,9 \text{ ns}}$.



Maximale Schreibgeschwindigkeit bei Sprungfunktionen in Abhängigkeit von der Anstiegszeit und der Bildschirmamplitude.

Aus den obigen Diagrammen sind die Zusammenhänge zwischen der am Bildschirm dargestellten vertikalen Amplitude, der Schreibgeschwindigkeit und der Sinus-Frequenz bzw. der Anstiegszeit einer Sprungfunktion sofort ablesbar. Dabei ist die Schreibgeschwindigkeit in $\text{div}/\mu\text{s}$ angegeben, also nicht in $\text{cm}/\mu\text{s}$! Die Zusammenhänge sind physikalisch bedingt und somit allgemeingültig. Sie treffen demnach auch bei anderen Analog-Speicheroszilloskopen entsprechender Schreibgeschwindigkeit zu. Der Hersteller der Speicherröhre garantiert eine Speicher-Schreibgeschwindigkeit von $100 \text{ cm}/\mu\text{s} = 111 \text{ div}/\mu\text{s}$ bei dunklem Bildhintergrund. Bei Transfer-Speicherung mit aufgehelltem Hintergrund beträgt sie rund $1000 \text{ cm}/\mu\text{s} = 1111 \text{ div}/\mu\text{s}$ mit der Einschränkung, daß innerhalb einer umlaufenden Rahmenbreite von 1 div um das Rasterfeld $8 \times 10 \text{ div}$ partielle Schreiblücken zulässig sind. Grund hierfür sind toleranzbedingte Streuungen des Flut-Elektronenstromes. Beide Schreibgeschwindigkeiten werden von HAMEG kontrolliert.

Beispiele für Sinuskurven

Gegeben: $v = 1000 \text{ div}/\mu\text{s}$, $y_{ss} = 8 \text{ div}$.

Gesucht: $f_{\max} \approx 40 \text{ MHz}$.

Gegeben: $v = 100 \text{ div}/\mu\text{s}$, $f = 10 \text{ MHz}$.

Gesucht: $y_{ss} \approx 3 \text{ div}$.

Gegeben: $f = 500 \text{ kHz}$, $y_{ss} = 8 \text{ div}$.

Gesucht: $v \approx 12 \text{ div}/\mu\text{s}$.

Beispiele für Sprungfunktionen

Gegeben: $v = 1000 \text{ div}/\mu\text{s}$, $y_{ss} = 8 \text{ div}$.

Gesucht: $t_a \approx 6 \text{ ns}$.

Gegeben: $v = 100 \text{ div}/\mu\text{s}$, $t_a = 50 \text{ ns}$.

Gesucht: $y_{ss} \approx 6 \text{ div}$.

Gegeben: $t_a = 1 \mu\text{s}$, $y_{ss} = 8 \text{ div}$.

Gesucht: $v \approx 6,5 \text{ div}/\mu\text{s}$.

Die ermittelten abgerundeten Werte genügen völlig zur Kontrolle, ob eine Speicherung realisierbar ist oder nicht. Genaue Werte sind sinnlos,

- weil die maximale Schreibgeschwindigkeit von 1111 div/ μ s etwas streut, sie kann also etwas größer oder kleiner sein;
- weil – bei Hintergrundleuchten – besonders am Raster- rand (aber auch im Rasterfeld 8div · 6div) es Stellen geben kann, an denen es von der Umgebungshelligkeit und subjektiven Meinung des Beobachters abhängt, ob die gespeicherte und sichtbar gemachte Signalkurven- form ohne jede Unterbrechung sichtbar ist oder nicht;
- weil die optimale Einstellung der Betriebsart und des Kontrastes etwas von der Erfahrung und Übung abhängt;
- weil der (geringe) Einfluß der Einstellung der Zeitablen- kung in den o.a. Formeln und Diagrammen nicht berück- sichtigt wurde, denn die Schreibgeschwindigkeit muß höher sein, wenn der Strahl diagonal statt vertikal schrei- ben muß.

Speicher-Bedienungselemente

Alle zur Speicherung notwendigen Tasten, Knöpfe und Anzeigelampen befinden sich im Speicherfeld oben rechts neben dem Bildschirm. Weil besonders die Helligkeitsein- stellung **INTENS.** für die Speicherung sehr wichtig ist, ist sie – mit dem **FOCUS**-Knopf – ebenfalls hier angebracht. Natürlich werden diese beiden Knöpfe auch im Normalbe- trieb des HM808 benötigt. Für die einzelnen Speicher- Betriebsarten ist selbstverständlich, daß insbesondere alle Bedienungselemente der Zeitbasis und Triggerung pas- send zur Speicher-Betriebsart gewählt werden.

Tasten

Im Speicherfeld befinden sich 4 Tasten. Sind sie unge- drückt, ist Normalbetrieb eingeschaltet. Sind sie gedrückt, haben sie folgende Speicherfunktionen:

Write (schreiben)	Halbtontspeicherung für tiefe und mittlere Fre- quenzen. Ein gespeichertes Signal wird beim Drücken zunächst gelöscht.
Multi (vielfach)	Transfer-Speicherung für mittlere und hohe Frequenzen. Zum Schutz der Speicherröhre wird die Transfer-Speicherung für langsame Zeitablenkung (unterhalb 50μs/div) abge- schaltet. Eine zweite Schutzschaltung sperrt die Transfer-Speicherung bei Unterschrei- tung der minimal zulässigen Netzspannung.
Save (bewahren)	Das gespeicherte Signal wird dunkelgesteu- ert, kann aber durch Rechtsdrehen des (klei- nen Doppel-) Knopfes View Intens. wieder sichtbar gemacht werden. Letzteres verlän- gert die Sichtzeit eines gespeicherten Bildes,

weil kaum ein „Aufblühen“ des Signals (gegenüber ungedrückter **Save**-Taste) erfolgt. Die **Save**-Taste steuert auch im Nor- malbetrieb den Strahl dunkel. Das trägt zur Schonung der Strahlröhre in Arbeitspausen bei.

Zum Löschen eines gespeicherten Signalbil- des (nur bei gedrückter Taste **Write** und ungedrückten Tasten **Save** und **Multi**); im Nor- malbetrieb unwirksam. Hebt die Wirkung der Spannungsschutzschaltung bei kurzzeitigem Netzeinbruch auf. Die **Erase**-Taste ist nicht ein- rastbar. Wird sie dauernd gedrückt, erfolgt das Löschen periodisch (ca. 1 Hz). Im **Fast**-Betrieb stellt die **Erase**-Taste die Speicherbereitschaft her (**FS**-Lampe leuchtet dann).

Erase
(löschen)

Doppel-Drehknopf mit Dreh- und Zugschalter

Writing Speed
(Schreibgeschw.) **Großer Knopf** mit nur einer Funktion; Rechtsdrehung erhöht die Schreibgeschwin- digkeit. Das ist erkennbar an der Aufhellung des Bildschirm-Hintergrunds.

Persistence
(Nachleuchtdauer) **Kleiner Knopf**, der bei **allein** gedrückter **Write**-Taste in nachstehend beschriebener Weise wirkt. Tatsächlich wird nicht die Nach- leuchtdauer verändert, sondern die Taktzeit des Löschimpulses während des Schreibens. Die Nachleuchtdauer ist bei Einstellung eines Gleichgewichtszustands mit den Knöpfen **INTENS.** und **Persist.** unbegrenzt. Rechts- drehung verstärkt das Löschen; gleichzeitig erhöht sich die Hintergrundhelligkeit. Die Zeit- ablenkung muß periodisch erfolgen. Wenn sich am Signalbild Kurvenform, Amplitude oder Frequenz ändern, sind im Moment der Änderung Doppelbilder oder „Fahnen“ sicht- bar. Das vor der Änderung gespeicherte Bild verschwindet aber nach relativ kurzer Zeit.

View Time
(Sichtdauer) **Kleiner Knopf**, der bei gleichzeitig gedrück- ten Tasten **Write und Multi oder Multi** allein in nachstehend beschriebener Weise wirkt. Um die Lesezeit, die im Transfer-Betrieb bei hoch eingestellter Hintergrundhelligkeit (**Wri- ting Speed**-Knopf) relativ kurz sein kann, belie- big zu verlängern, wird bei Einzelablenkung (**Single**- Taste gedrückt) das Schreiben und Löschen automatisch periodisch wiederholt. Ein Leseintervall läßt sich mit dem Knopf **View Time** zwischen einigen Sekunden (Rechtsan- schlag) und ca. 6 Minuten (Pfeil auf Knopf- kappe zeigt senkrecht nach oben) verändern. Mit der Taste **Save** kann die Wiederholung unterbrochen werden. Rastet der Drehschal- ter des kleinen Knopfes am Linksanschlag ein, ist nur ein einzelner Schreibvorgang mög-

lich, der mit der **Erase**- und der **Reset**-Taste ausgelöst wird. Letztere kann auch bei lang eingestelltem Lese-Intervall den Schreibvorgang vorzeitig auslösen.

Speicher-Betriebsarten

Das Speicherteil des HM 808 hat 12 Speicher-Betriebsarten und einige Speicher-Nebenfunktionen, die teilweise gewisse Übergänge zwischen den Betriebsarten ermöglichen, die Löschung eines gespeicherten Bildes bewirken oder verhindern und eine optimale Kontrasteinstellung am sichtbaren Bild gestatten.

Die Wahl der Betriebsart hängt hauptsächlich von der Signalform (Sinus, Rechteck, Impuls, moduliertes oder komplex zusammengesetztes Signal) und der Folgefrequenz ab. Weiter davon, was vom Signal gespeichert werden soll: eine oder mehrere Perioden der Folge- oder Modulationsfrequenz oder Einzelheiten innerhalb einer Periode (z.B. Anstiegsflanke, einen Einschwing- oder Abklingvorgang, Burst oder Störimpuls im Signal usw.). Ferner davon, ob mit Einzel- oder periodischer Zeitablenkung gearbeitet werden soll. Letztere ist ja im Persistence-Betrieb notwendig und manchmal für möglichst lange Lesezeiten mit dunklem Hintergrund vorteilhaft. Schließlich davon, ob mit einem oder beiden Eingangskanälen oder mit Ablenkverzögerung gespeichert werden soll. Diese vielen Varianten lassen sich in einer Bedienungsanleitung natürlich nicht alle ausführlich beschreiben. Immerhin sollen die Hauptvarianten und ihre Grenzen erfaßt werden.

Vor dem Umschalten auf eine der Speicher-Betriebsarten sollten die **Bedienungselemente im Speicherfeld in ihre Grundstellung** gebracht werden. Das ist Grundlage der nachfolgenden Beschreibung! Die Grundstellung entspricht dem Normalbetrieb ohne Speicherung. Sie bezieht sich auf den Doppelknopf und die senkrecht darunter befindlichen drei Tasten.

Doppelknopf

Großer Knopf **Writing Speed** auf Linksanschlag. Kleiner Knopf **Persist./View Time/View Intens.** auf Linksanschlag bis Drehschalter rastet. Kleinen Knopf drücken, damit Zugschalter **AS** ausrastet.

Tasten

Alle drei Tasten **Multi**, **Write** und **Save** ungedrückt, also herausstehend.

Für die Speicherung wird empfohlen, zuerst mit einer eingestellten **Signalhöhe von 2 bis 6 div** zu arbeiten. Das erleichtert die Einstellung der optimalen Betriebsart. Meistens empfiehlt es sich, das betreffende Signal erst im Normalbetrieb darzustellen, weil man dann sicher ist, daß die Triggerung richtig eingestellt ist.

Schon im Normalbetrieb ist die Bildhelligkeit stark abhängig vom eingestellten Zeitkoeffizienten am **TIMEBASE**-Schalter und der Stellung der Dehnungstaste **X-Magn. x10**. Ebenso wirken sich weite Dehnungen mit Hilfe der verzögerten Zeitablenkung (DELAY) aus. Je schneller die eingestellte Zeitablenkung ist, um so mehr muß der Helligkeitsknopf **INTENS.** nach rechts gedreht werden.

Beim Schreiben eines Speicherbildes ist die optimale Helligkeitseinstellung mit dem INTENS.-Knopf viel kritischer. Denn hier fehlt der große Anpassungsbereich des menschlichen Auges. Dies wirkt sich besonders bei relativ niedrigen Frequenzen bzw. langsamer Zeitablenkung aus. Dann bewirken nämlich ganz geringfügige **INTENS.**-Knopfdrehungen äußerst starke Schwankungen des Speicherbildes zwischen „kein Bild sichtbar“ und „Bild völlig überstrahlt“. Es empfiehlt sich also, den Knopf **INTENS.** in der linken Hälfte seines Drehbereiches nur sehr langsam und vorsichtig weiter nach rechts zu drehen, bis das Speicherbild optimalen Kontrast und lange Lesezeit hat. Anfangs erfordert die **INTENS.**-Einstellung einige Probepfeicherungen. Mit zunehmender Erfahrung erhält der Benutzer aber das notwendige „Gefühl“ für diese Einstellung. Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß die hier gemeinte **Schreibhelligkeit** nur für das Schreiben und nicht für das Lesen des Speicherbildes gilt. Beim Lesen ist die Spurbhelligkeit völlig unabhängig von der **INTENS.**-Einstellung. Sie kann nur mit den Knöpfen **Writing Speed** erhöht und mit **View Intens.** verringert werden.

Das geschriebene Speicherbild kann nachträglich nicht mehr beeinflußt werden. Dies gilt für alle Einstellmöglichkeiten, die im Normalbetrieb wirksam sind (einschließlich Helligkeit mit **INTENS.**- und Fokussierung mit **FOCUS**-Knopf).

- 1.0.0. **Write.** – **Halbttonspeicherung. Einzelablenkung.**
In dieser Betriebsart können Sinus- und Rechtecksignale bis max. 10 kHz gespeichert werden.
- 1.1.0. Ein periodisches Signal wird im Normalbetrieb mit passender Helligkeit eingestellt. Das bedeutet, daß bei sehr tiefen Frequenzen der **INTENS.**-Knopf wenig, bei 10 kHz weiter nach rechts gedreht wird. Obwohl Automatische Triggerung ebenfalls möglich ist, wird Normaltriggerung mit **LEVEL**-Einstellung empfohlen. Die Triggerkopplung richtet sich nach der Frequenz: von 1 bis 10 kHz **AC**, unter 1kHz **LF** oder evtl. **DC**.
- 1.2.0. Zuerst Taste **Single**, dann **Write** drücken. Darauf folgt sofort ein automatischer Löschvorgang (Dauer 1 s). Jetzt ist das Gerät schreibbereit.
- 1.2.1. Taste **Reset** drücken. Signal wird geschrieben, gespeichert und ist sofort sichtbar. Es ist aber möglich, daß das Bild zu dunkel oder zu hell ist. Dementsprechend kann die Helligkeitseinstellung mit dem **INTENS.**-Knopf geändert werden.

- 1.2.2. Erst Taste **Erase** kurz, dann **Reset** drücken. Damit wird das Bild gelöscht und eine neue Speicherung ausgelöst. Das wird wiederholt, bis die Helligkeit mit dem **INTENS.**-Knopf optimal eingestellt ist. Die Helligkeit des bereits geschriebenen und sichtbaren Bildes kann mit der **INTENS.**-Einstellung **nicht** mehr verändert werden! Die Lesezeit (ohne Unterbrechung) beträgt ca. 3 Minuten, wenn nicht mit zu hoher Helligkeit geschrieben wurde.
- 1.3.0. Durch Drücken der **Save**-Taste wird die Lesezeit unterbrochen; das Bild ist unsichtbar, bleibt aber gespeichert. Eine erneute Speicherung ist bei gedrückter **Save**-Taste nicht möglich.
- 1.3.1. Um das Bild zur weiteren Auswertung wieder sichtbar zu machen, kann die **Save**-Taste wieder ausgelöst werden. Um die Lesezeit zu verlängern, ist es aber vorteilhafter, die **Save**-Taste nicht auszulösen und dafür den kleinen Knopf **View Intens.** weit nach rechts zu drehen, bis das Bild sichtbar ist. Die Lesezeit verlängert sich so auf ca. 6 Minuten; dann „blüht“ der Schirmhintergrund auf. Zur Lesezeit-Unterbrechung kann der **View Intens.**-Knopf wieder auf Linksanschlag zurückgedreht werden.
- 1.4.0. Im **Write**-Betrieb mit Einzelauslösung ist es möglich, im Zweikanal-Betrieb zu speichern (Taste **Dual** gedrückt). Vorher werden die Signale mit beiden **Y-POS.**-Knöpfen auf die gewünschten vertikalen Positionen gebracht. Sind die Signale synchron, kann die interne Triggerung von Kanal **I** oder **II** gewählt werden. Sind die Signale asynchron, sollte bei ungedrückter Taste **Alt./Chop.** die alternierende Triggerung **I/II** eingestellt werden.
- 1.4.1. Ausgehend von der Grundstellung im Speicherfeld, zuerst die Taste **Single**, dann **Write** und schließlich **zweimal Reset** drücken. Jetzt werden beide Signale **nacheinander** geschrieben. Bei sehr tiefen Frequenzen muß darauf geachtet werden, daß der zweite Druck auf die **Reset**-Taste erst dann erfolgt, wenn die erste Spur fertiggeschrieben ist. Welcher Kanal das ist, hängt von der zufälligen Einstellung des Kanalschalt-Flip-Flops beim Drücken der **Single**-Taste ab und ist nicht wichtig. Unterbrechung der Lesezeit nach 1.3.
- 1.5.0. Ebenso wie nach 1.4.0. lassen sich mehrere Einzelsignale **nacheinander** auch von einem Kanal aus speichern. Dabei kann für jede Spur eine andere **Y-POS.**- oder **X-POS.**-Einstellung gewählt werden. So lassen sich gewisse Schaltungsparameter-Änderungen gemeinsam speichern und beurteilen. Vergeht eine längere Zeit zwischen den einzelnen Zuständen, muß zur Erhaltung der Lesezeit nach jedem Schreibvorgang sofort die **Save**-Taste gedrückt werden. Sie muß aber vor dem nächsten Schreibvorgang erst wieder ausgelöst werden, ehe die **Reset**-Taste gedrückt wird. Selbstverständlich darf zwischendurch nicht die Löschtaaste **Erase** betätigt werden, weil sonst alle vorhergehenden gespeicherten Spuren gelöscht sind.
- 2.0.0. **Write – Halbtonspeicherung. Einzelablenkung. Frequenzen 10kHz bis 100kHz.**
In diesem Frequenzbereich kann gerade noch mit Einzelablenkung im **Write**-Betrieb gearbeitet werden, wenn man für das Schreiben max. Helligkeit am **INTENS.**-Knopf einstellt (**FOCUS**-Stellung korrigieren!) und die Schreibgeschwindigkeit erhöht (großen Knopf **Writing Speed** etwas nach rechts drehen). Letzteres kann vor dem Schreiben oder erst zum Lesen erfolgen. Alle übrigen Einstellungen wie bei 1.0. Diese Betriebsart ist nicht optimal (verkürzte Lesezeit, stärkeres Hintergrundleuchten). Sie ist nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.
- 3.0.0. **Write – Halbtonspeicherung. Periodische Zeitablenkung. Frequenzen 1kHz bis 100MHz.**
Diese Betriebsart ergibt ausgezeichnete Speicherbilder, hohen Kontrast (keine Hintergrundhelligkeit) und volle Lesezeit; sie verlangt aber etwas Geschicklichkeit. Wegen der periodischen Zeitablenkung sind auch keine „Momentaufnahmen“ möglich; das Signal darf sich also während des Schreibens nicht ändern. Es können (mit der Zeitablenkung) mehrere Perioden des Signals dargestellt werden; es ist aber auch möglich, die schnelle Anstiegsflanke eines relativ niederfrequenten Rechteck- oder Impulssignals allein und zwar extrem gedehnt zu speichern.
- 3.1.0. Zur Darstellung einer oder mehrerer Perioden zuerst Zeitablenkung und Triggerung im Normalbetrieb einstellen. **FOCUS**-Knopf bei relativ geringer Helligkeit (**INTENS.**-Knopf) einstellen. **INTENS.**-Knopf am Linksanschlag (selbstverständlich ohne daß der Netzschalter ausschaltet). Dann erst Taste **Write** drücken. Nun **ganz langsam INTENS.**-Knopf nach rechts drehen. Wenn das Bild erscheint, sofort **INTENS.**-Knopf weit nach links zurückdrehen. Ist das sofort sichtbare Bild etwas zu dunkel, noch einmal **INTENS.**-Knopf langsam nach rechts und sofort wieder weit nach links drehen. Ist das Bild zu hell, Löschtaaste **Erase** drücken und Vorgang wiederholen. Ein zu helles Bild zeigt stark verbreiterte Strahldicke (Sinusform) oder helle, unscharfe Säume um die Dächer von Rechtecksignalen. Unterbrechung der Lesezeit entsprechend 1.3.
- 3.1.1. Die Zweikanaldarstellung ist einfach. Sind beide Signale synchron, interne Triggerquelle auf **I** oder **II** stellen. Sind sie asynchron, **Alt./Chop.**-Taste nicht drücken, interne Triggerquelle **I/II** wählen. Beide Spuren werden in dieser Betriebsart quasi gleichzeitig geschrieben, wenn der **INTENS.**-Knopf nach rechts und – wie oben beschrieben – gleich wieder nach links gedreht wird.

- 3.1.2. Die Summen- oder Differenzdarstellung zweier Kanäle ist ebenso problemlos. Was im Normalbetrieb darstellbar ist, kann auch gespeichert abgebildet werden.
- 3.1.3. Signale mit verzögerter Zeitablenkung (DELAY) lassen sich normal oder stark gedehnt speichern – wie im Normalbetrieb.
- 3.1.4. Mehrere Signale lassen sich nacheinander speichern. An Stelle des Drückens der **Reset**-Taste nach 1.6.0. tritt hier das kurzzeitige Aufdrehen des **INTENS.**-Knopfes. Jedoch achte man darauf, daß sich die Spuren nicht überschneiden. An den Kreuzungspunkten entsteht eine hohe Helligkeit, die schnell zum „Aufblühen“ führt. Noch schlimmer sind waagerechte Kurvenstücke, die ineinander laufen. Durch Verändern der Strahlpositionen (**Y-POS.**-Knöpfe) läßt sich das vermeiden.
- 3.2.0. Wie bereits angedeutet, lassen sich schnelle Anstiegsflanken extrem stark dehnen und damit auswertbar machen. Hierzu stellt man das Signal im Normalbetrieb mit 1 bis 3 Perioden auf dem Schirm dar und benutzt Normaltriggerung mit **LEVEL**-Einstellung und die dem Signal angemessene Triggerkopplungsart. Ist die Zuhilfenahme der Dehnung erforderlich (Taste **X-Magn x10** gedrückt), dann drehe man den **X-POS.**-Knopf (mit Feinsteller) nach rechts, bis der linke Anfang der Strahllinie am linken Rasterrand anliegt. Nun wird der **TIMEBASE**-Schalter entsprechend der notwendigen Dehnung nach rechts gedreht, wobei die evtl. eingeschaltete x10 Dehnung einzurechnen ist. Bei großen Dehnungen ist im Normalbetrieb nun das Schirmbild dunkel, auch mit **INTENS.**-Knopf am Rechtsanschlag. Trotzdem drehe man den **INTENS.**-Knopf weit nach links. Nun drücke man die **Write**-Taste und drehe jetzt den **INTENS.**-Knopf weit nach rechts. Die Speicherung läuft, jedoch sieht man erst nach längerer Zeit die gedehnte Anstiegsflanke. Ist die optimale Helligkeit der gespeicherten Flanke erreicht, sofort **INTENS.**-Knopf weit nach links drehen.
- 3.2.1. Beispiel: 100Hz Rechtecksignal mit vermuteter Anstiegszeit 5ns. Normalbetrieb mit Zeitkoeffizient **2ms/div**, Normaltriggerung mit **LEVEL**-Einstellung, **AC**-Triggerkopplung. Nun Dehnungstaste **X-Magn. x10** drücken und mit **X-POS.**-Knopf Anfang der Zeitlinie auf linken Rasterrand einstellen. **TIMEBASE**-Schalter auf **50µs/div**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag. Mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen. **TIMEBASE**-Schalter auf **0.05µs/div** umstellen. Die Dehnung errechnet sich zu $2\text{ms/div} \cdot 10 : 0,05\mu\text{s/div} = 0,4 \cdot 10^6 = 400\,000$. Jetzt Taste **Write** drücken, nach ca. 25 Sekunden ist das Bild der Anstiegsflanke optimal hell. Nun **INTENS.**-Knopf weit nach links drehen. **Save**-Taste drücken. Bild zum Lesen mit Rechtsdrehung des kleinen Knopfes **View/Intens.** sichtbar machen nach 1.3.1.
- Unter Umständen muß der Vorgang wiederholt werden, weil die Einstellung des **X-POS.**-Knopfes nicht optimal war, wenn nur ein Teil der Anstiegsflanke sichtbar ist. Bei dieser extrem großen Dehnung kann das durchaus vorkommen.
- 3.2.2. Ebenso läßt sich der Anstieg eines 10Hz Rechtecksignals gleicher Anstiegszeit speichern. Die Dehnung ist dann 4 000 000fach. Man muß aber ca. 1,5 Minuten auf das Speicherbild warten. Damit ist die Grenze der max. Dehnung erreicht. Bei höheren Frequenzen und kleineren Dehnungen ist das Speicherbild natürlich viel schneller da. Dann sollte man zum Schreiben den **INTENS.**-Knopf nicht zu weit nach rechts drehen und sofort nach Erscheinen des Bildes wieder weit nach links zurückdrehen.
- 3.2.3. Es muß darauf hingewiesen werden, daß bei **Write-Halbttonspeicherung mit periodischer Zeitablenkung** nur dann ein scharfes Speicherbild zu erhalten ist, wenn der Strahl bei der betroffenen **INTENS.**-Knopfeinstellung auch richtig fokussiert ist. Diese **INTENS.**-Einstellung ist aber stark abhängig von Signalfrequenz und **TIMEBASE**-Schalterstellung. Deshalb sollte man sich die **INTENS.**-Knopfeinstellung merken, bei der das gespeicherte Signalbild erscheint, und zurückschalten auf Normalbetrieb (**Write**-Taste auslösen) und bei genau gleicher Knopfstellung fokussieren. Es ist dabei gleichgültig, ob man das Signalbild oder eine Zeitlinie scharf einstellt. Wenn keine Linie sichtbar ist, kann zu diesem Zweck kurz auf Automatische Triggerung umgeschaltet werden. (**LEVEL**-Knopf am Linksanschlag).
- 3.2.4. Die Wartezeit bis zum Sichtbarwerden der Spur bei extrem großer Dehnung kann verkürzt werden, wenn man den (großen) Knopf **Writing Speed** etwas nach rechts dreht. Jedoch erhöht sich damit die Hintergrundhelligkeit, wodurch die Lesezeit verkürzt wird. Zur Erprobung (z.B. der richtigen X-Position bei Benutzung der x10 Dehnung) ist diese Möglichkeit sehr nützlich. Für die entgeltliche Speicherung kann man dann den Knopf **Writing Speed** wieder auf Linksanschlag stellen.
- 4.0.0. **Variable Nachleuchtdauer. Periodische Zeitablenkung. Frequenzen bis 100MHz.**
Diese Betriebsart empfiehlt sich nicht nur bei sehr tiefen Frequenzen. Aber gerade hier ist sie die einzige Methode, **flackerfrei** ein komplettes Bild einer oder mehrerer Perioden eines Signals mit 10Hz oder 1Hz Folgefrequenz abzubilden **und** dabei noch Änderungswirkungen (Kurvenform, Amplitude, Frequenz usw.) zu beobachten. Bei sehr tiefen Frequenzen dauert es allerdings eine gewisse Zeit, bis die Änderung im Bild sichtbar ist. Auch eine Dehnung ist möglich, entweder mit verzögerter Zeitablenkung oder einfach durch Drehung des **TIMEBASE**-Schalter nach rechts (mit oder ohne Benutzung der **X-Magn. x10** Dehnungstaste). Mit verzögerter Zeitab-

lenkung (DELAY) können Einzelheiten **innerhalb** der Periode gedehnt werden. Durch Rechtsdrehung des **TIMEBASE**-Schalters allein kann nur die Anstiegsflanke gedehnt werden.

- 4.1.0. Das Signal wird zuerst im Normalbetrieb dargestellt, wobei Bildamplitude, Triggerkopplung, **LEVEL**-Einstellung und **TIMEBASE**-Schalterstellung festgelegt werden. Zuerst kleinen Knopf **Persist.** nach rechts drehen; bei tiefen Frequenzen wenig, bei hohen Frequenzen weit nach rechts. Dann wird der **INTENS.**-Knopf weit nach links gedreht. Das Bild des Normalbetriebs muß völlig verschwinden. Nun kann Taste **Write** gedrückt werden. Der **INTENS.**-Knopf ist langsam nach rechts zu drehen, bis das Signalbild erscheint. Für ein optimales Bild muß nun der Gleichgewichtszustand zwischen der mit **INTENS.** einstellbaren Schreibhelligkeit und der mit dem (kleinen) Knopf **Persist.** einstellbaren Löschstärke gefunden werden. Ein optimales Bild langer Nachleuchtdauer muß folgende Eigenschaften haben:

- Nach längerer Zeit darf es weder verblassen noch zunehmend heller werden.
- Bei jedem Vorlauf der Zeitablenkung soll der neue Schreibvorgang gerade eben noch sichtbar sein. Ist er ganz deutlich sichtbar, so sind beide Knöpfe **INTENS.** und **Persist.** zu weit nach rechts gedreht. Braucht das Bild zum Aufbau der Helligkeit zu viel Zeit, und erhöht sich im Laufe der Zeit die Hintergrundhelligkeit, so sind beide Knöpfe zu weit nach links gedreht.

Dabei muß der **INTENS.**-Knopf mit viel Feingefühl betätigt werden! Für hohe Dehnungen gilt das aber nicht mehr. Für jedes Signal gibt es nur **eine** optimale Einstellung beider Knöpfe. Es braucht etwas Übung, sie schnell zu finden.

- 4.2.0. Durch Drücken der **Erase**-Taste wird das gespeicherte Bild sofort gelöscht, aber nach Ablauf des Löschvorgangs gleich wieder geschrieben. Dabei darf die **Save**-Taste nicht gedrückt sein.
- 4.3.0. Das gleichzeitige Schreiben und Löschen kann – nach optimaler Einstellung – jederzeit durch Drücken der **Save**-Taste unterbrochen werden. **Das zuletzt sichtbare Bild ist dann gespeichert.** Bei gedrückter **Save**-Taste schaltet der kleine Knopf (vorher **Persist.**) um auf **View-Intens.**. Je nachdem wie weit der Knopf nach rechts gedreht war, kann man noch ein Bild sehen. Dreht man den Knopf bis zur Rastung des Drehschalters nach links, wird die Lesezeit unterbrochen.
- 4.3.1. Um bei gedrückter **Save**-Taste das gespeicherte Bild wieder sichtbar zu machen, ist der kleine Knopf **View Intens.** ganz nach rechts zu drehen. Durch Linksdrehung kann die Lesezeit erneut unterbrochen werden.
- 4.3.2. Eine ganz andere Methode zum Sichtbarmachen des Bildes ist das Auslösen der **Save**-Taste. Um

erneutes Schreiben zu verhindern, muß vorher entweder die Zeitablenkung abgeschaltet (**Single**-Taste drücken) und/oder der **INTENS.**-Knopf weit nach links zurückgedreht werden. Letzteres empfiehlt sich nicht, wenn der Betrieb mit variabler Nachleuchtdauer später fortgesetzt werden soll; denn dann muß die optimale Stellung des **INTENS.**-Knopfes erneut gesucht werden. Diese andere Methode zur Sichtbarmachung verkürzt die Lesezeit. Die Methode nach 4.3.1. ist vorzuziehen.

- 4.3.3. Ist die Helligkeit des nach 4.3.1. oder 4.3.2. sichtbar gemachten Speicherbildes an steilen Kurventeilen etwas zu schwach, dann können diese durch Rechtsdrehen des großen Knopfes **Writing Speed** erhellt werden. Die entstehende stärkere Hintergrundhelligkeit verkürzt jedoch erheblich die Lesezeit. Deshalb sollte dieser Knopf so wenig wie möglich nach rechts gedreht und sofort nach Auswertung wieder an den Linksanschlag zurückgedreht werden.

- 5.0.0. **Repetierende Transfer-Speicherung im Fast-Betrieb. Einzelablenkung. Frequenzen 10kHz bis 100MHz.**

Achtung! Die Transfer-Speicherung ist für Zeitkoeffizienten größer als $50\mu\text{s}/\text{div}$ gesperrt. Das sind alle auf der **TIMEBASE**-Skala mit **ms** und **s** bezeichneten Bereiche.

Diese Maßnahme schützt die Speicherröhre vor Überlastung, z.B. durch versehentliche Auslösung der **Single**-Taste, wenn diese eigentlich gedrückt sein sollte, oder zu hohe **INTENS.**-Einstellung bei langsamer Zeitablenkung.

Die repetierende Transfer-Speicherung mit Einzelablenkung wiederholt vollautomatisch in einstellbaren Zeitabständen den Lösch-Schreib-Vorgang. Diese Speicherart des HM808 ist aus zwei Gründen vorteilhaft: Einmal wird die bei höchster Schreibgeschwindigkeit (mit zwangsläufig aufgehelltem Hintergrund) relativ kurze Lesezeit überspielt. Sie kann bei periodischen Signalen also beliebig verlängert werden, allerdings mit 1s Unterbrechungen, in denen das Signal gelöscht und neu geschrieben wird. Zum anderen dient sie zur optimalen Einstellung insbesondere des **INTENS.**-Knopfes, wobei dann eine relativ lange Wiederholungszeit eingestellt wird. Diese Wiederholungszeit (**View Time**) läßt sich zwischen ca. 3s und 6min kontinuierlich verändern. Sie kann aber jederzeit unterbrochen oder vor Ablauf der eingestellten Zeit neu ausgelöst werden.

- 5.1.0. Einstellung für Signale mit Frequenzen zwischen 10kHz und 10MHz: Signal im Normalbetrieb richtig einstellen. Dann zuerst **Single**-Taste drücken und **INTENS.**-Knopf weit nach links drehen. Nun wird der kleine Knopf **View Time** an den **Rechtsanschlag** gedreht. Jetzt können die Tasten **Write** und

- Multi** gedrückt werden, was sofort einen Löschkvorgang auslöst. Vermutlich ist das Signal nicht zu sehen, weil der **INTENS.**-Knopf zu weit nach links steht. Er kann nun langsam weiter nach rechts gedreht werden, bis das Speicherbild gut sichtbar ist. In dieser Stellung des **INTENS.**-Knopfes empfiehlt es sich, die Fokussierung nachzuprüfen.
- 5.1.1. Bei der Auswertung des Bildes kann die eben eingestellte Wiederholrate von ca. 3s stören. Dann wird einfach der kleine Knopf **View Time** weiter nach links gedreht. Das Wiederhol-Intervall kann auf max. 6 Minuten eingestellt werden. Das empfiehlt sich aber nicht, weil das Bild in dieser Betriebsart schon vorher „aufblüht“.
- 5.1.2. Der automatische Löschk-Schreib-Vorgang kann jederzeit durch Drücken der **Save**-Taste unterbrochen werden. Für lange Lesezeit des zuletzt gespeicherten Bildes sollte das unmittelbar nach einem Löschk-Schreib-Vorgang erfolgen. Durch das Drücken der **Save**-Taste wirkt jetzt der kleine Knopf als **View Intens.**-Einstellung, mit dem die Helligkeit des gespeicherten Einzelbildes beeinflusst wird. Wie bereits beschrieben, kann nun die Lesezeit am Linksanschlag (Drehschalterrast) des kleinen Knopfes auch beliebig lang unterbrochen und durch Rechtsdrehung wieder fortgesetzt werden.
- 5.1.3. Hat man die Wiederholrate auf eine relativ lange Zeit eingestellt, dann muß für ein inzwischen geändertes Signal nicht der nächste Löschk-Schreib-Vorgang abgewartet werden. Jederzeit kann durch Drücken der Löschtaste **Erase** der Zeitablauf unterbrochen und **sofort** ein neuer Löschk-Schreib-Vorgang eingeleitet werden. Daran anschließend setzt die Automatik mit der eingestellten Wiederholrate wieder ein.
- 5.2.0. Signale mit Frequenzen 10MHz bis 100MHz. Diese schnellen Signale zeigen in der Einstellung 5.1.0. auch am Rechtsanschlag des **INTENS.**-Knopfes deutlich Lücken im Speicherbild selbst dann, wenn man die Randzone des Rasters (umlaufend 1div breit) nicht berücksichtigt. Zur Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit muß nun der große Knopf **Writing Speed** mit benutzt werden.
- 5.2.1. Die Einstellung 5.1.0. wird beibehalten, jedoch der große Knopf **Writing Speed** ist langsam nach rechts zu drehen, bis das Signalbild im Innern der Rasterfläche 6x8div **gerade eben lückenlos sichtbar** ist. Dabei sollte der **INTENS.**-Knopf am Rechtsanschlag bleiben. Man kann also nicht das eine mit dem anderen kompensieren; das gäbe einen schlechten Kontrast des Speicherbildes. Denn mit zunehmender Rechtsdrehung des **Writing Speed**-Knopfes erhellt sich der Hintergrund immer mehr. Diese Erhellung ist ungleichmäßig, wie schon einleitend beschrieben. Sie verkürzt auch erheblich die Lesezeit. Deshalb wird noch einmal empfohlen, den großen Knopf **Writing Speed** nur so weit wie gerade erforderlich zu benutzen. Dabei kann man noch von der Tatsache Gebrauch machen, daß die Einstellung kleinerer Amplituden die Schreibgeschwindigkeit reduziert. Kleinere Amplituden empfehlen sich auch, wenn das Signal selbst in der Umgebung der Grenzfrequenz des Y-Verstärkers (80MHz) liegt oder dort merkliche Frequenzanteile im Spektrum besitzt.
- 5.2.2. Abgesehen davon, daß man das Wiederhol-Intervall nicht mehr so lang einstellen kann, gelten die Angaben nach 5.1.1. bis 5.1.3. weiter.
- 5.3.0. Drückt man die Taste **Dual**, werden die an Kanal **I** und **II** liegenden Signale **abwechselnd** gespeichert (Taste **Alt./Chop.** nicht gedrückt; Normaltriggerung von Kanal **I** oder **II** oder **III**.) Wenn dabei ein Signal plötzlich ausfällt oder nicht im **LEVEL**-Fangbereich liegt, setzt die Automatik allerdings aus.
- 6.0.0. **Einzelbild-Transfer-Speicherung im Fast-Betrieb. Einzelablenkung. Frequenz 10kHz bis 100MHz.**
Die Vorbemerkung zu 5.0.0. (Achtung!...) gilt auch für diese Betriebsart. Damit die richtige Einstellung des **INTENS.**-Knopfes schnell gefunden wird, sollte zuerst die repetierende Speicherung entsprechend der Frequenz nach 5.1. bzw. 5.2. eingestellt werden. Dann wird die repetierende Speicherung abgeschaltet durch Drehen des kleinen Knopfes **View Time** nach links bis zur Rast des Drehschalters.
- 6.1.0. Es ergeben sich zwei Besonderheiten. Um eine Einzelbild-Speicherung auszulösen, muß zuerst die Taste **Single**, darauf die Löschtaste **Erase** gedrückt werden. Jetzt leuchtet die Lampe **FS** (Fast-Speicherbereitschaft) auf. Dann wird die Einzelablenkungsbereitschaft durch Drücken der Taste **Reset** hergestellt. Bei einem periodischen Signal folgt jetzt unmittelbar die Speicherung. Die Lampe **Ready** blitzt nur so kurz auf, daß praktisch kein Leuchtensichtbar ist. Handelt es sich um **kein** periodisches Signal, wartet die Zeitablenkung das Eintreffen des ersten Triggerimpulses ab. Inzwischen leuchtet die **Ready**-Lampe. In dieser Betriebsart muß also zur Auflösung der Speicherung **zuerst die Erase-, dann die Reset-Taste** gedrückt werden. Die zweite Besonderheit ist, daß sich anschließend an den Löschkvorgang eine gewisse Potentialverschiebung im Speicherteil der Röhre vollzieht (Ladungsverschiebung). Je mehr Zeit vergeht zwischen dem Drücken der Löschtaste **Erase** und dem Eintreffen des Triggerimpulses, um so mehr muß der **INTENS.**-Knopf nach rechts gedreht werden. Bei am Gerät anliegenden periodischen Signalen stellt sich das Problem nicht, denn die **Reset**-Taste kann ja innerhalb einzelner Sekunden nach Betätigung der **Erase**-Taste gedrückt werden und löst dann den Schreibvorgang sofort aus. Handelt es sich aber um die Speicherung eines Signals,

dessen Eintreffen abgewartet werden muß und bei dem eine hohe Zeitauflösung erforderlich ist (**TIME-BASE**-Schalter am Rechtsanschlag, gedrückte Dehnungstaste **X-Magn. x10**), dann genügt kaum noch die Zuhilfenahme des **Writing Speed**-Knopfes zusätzlich zum Rechtsanschlag des **INTENS.**-Knopfes, wenn die Wartezeit zu lang ist.

7.0.0. **Halbton-Speicherung im Fast-Betrieb. Periodische Zeitablenkung. Frequenzen bis 100MHz.**

Bei periodischer Zeitablenkung addieren sich die Spurelligkeiten von jedem einzelnen Vorlauf der Zeitablenkung. Damit steht immer eine große Schreibelligkeitsreserve zur Verfügung. Das bedingt eine sehr vorsichtige Einstellung des **INTENS.**-Knopfes. Nur bei sehr extremen Dehnungen (siehe das Beispiel unter 3.2.2.) benötigt man Rechtsanschlag des **INTENS.**-Knopfes und evtl. Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit mit dem großen Knopf **Writing Speed**. In diesem Fall ist zwar eine schnelle Zeitablenkung (5 ns/div) eingestellt, aber die Triggerung löst diese Zeitablenkung im Takt der Signalfrequenz (10 Hz) nur relativ selten aus.

7.1.0. Die Einstellung dieser Speicherbetriebsart unterscheidet sich nicht von der nach 3.0.0. bis auf das gleichzeitige Drücken der Tasten **Write und Multi**.

8.0.0. **Transfer-Speicherung im Multi-Betrieb. Einzelablenkung. Frequenzen 10kHz bis 100MHz.**

Achtung! Die Zeitablenkbereiche links von 50 µs/div sind zum Schutz der Speicherröhre gesperrt.

Der **Multi**-Speicherbetrieb eignet sich insbesondere zum **Schreiben mehrerer Einzelspuren** in vielleicht unregelmäßigen Zeitabständen **auf ein einziges Speicherbild**. Allerdings sollte die Gesamtzeit für das Schreiben weniger als 3 Minuten betragen, weil sonst der Hintergrund zu früh „aufblüht“.

8.1.0. Signal im Normalbetrieb einstellen. Erst Taste **Single**, dann **Write** (Löschvorgang), schließlich **Multi** drücken **und** Taste **Write** wieder auslösen. Die Speicherbereitschaft wird durch kurzen Druck auf die Löschtaste **Erase** hergestellt. Dann leuchtet die Lampe **FS** auf. In der **Multi**-Betriebsart erfolgt **kein Löschvorgang**, vielmehr wird durch Drücken der **Erase**-Taste der Bildschirm dunkelgesteuert. Nun kann durch Drücken der **Reset**-Taste der Schreibvorgang ausgelöst werden. Das Gespeicherte ist dann sichtbar, die Lampe **FS** erlischt. Wenn man mehrere Spuren aufzeichnen will, empfiehlt es sich, sofort wieder die Löschtaste **Erase** zu drücken. Dadurch geht praktisch keine Lesezeit verloren (Schirm wird dunkel). Wieder leuchtet die Lampe **FS** auf. Soll die nächste Spur mit einer anderen Vertikallage geschrieben werden, wird der entsprechende **Y-POS.**-Knopf verstellt. Ebenso kann man andere Einstellungen des Normalbetriebs ver-

ändern; man kann aber **nicht** inzwischen auf Normalbetrieb zurückschalten. Dann wird wieder die Löschtaste **Erase** gedrückt (Speicherbereitschaft) und mit **Reset** die neue Spur geschrieben. Dieselbe Folge, erst **Erase** – dann **Reset**, gilt für alle anderen Spuren. Es ist wohl selbstverständlich, daß man die Signalhöhe entsprechend dem Vergleichszweck wählt. Die optimale Helligkeitseinstellung am Knopf **INTENS.** muß erprobt werden.

8.2.0. Sind alle gewünschten Signale gespeichert, wird die Taste **Save** gedrückt und die Lese-Helligkeit durch Rechtsdrehung des kleinen Knopfes **View Intens.** eingestellt.

8.3.0. Wenn das Speicherbild gelöscht werden soll, ist erst **Write**, dann **Erase** zu drücken. Zur Fortsetzung des **Multi**-Betriebs muß die Taste **Write** wieder ausgelöst werden.

8.4.0. Reicht bei Frequenzen über 10 MHz die **INTENS.**-Helligkeitseinstellung zum Schreiben nicht mehr aus, wird der große Knopf **Writing Speed** zu Hilfe genommen, was aber die Lesezeit mehr oder weniger verkürzt.

8.5.0. Im **Multi**-Betrieb kann zur Aufzeichnung mehrerer Spuren auch die **repetierende Transfer-Speicherung mit Einzelablenkung** angewendet werden. Dabei entfällt das Drücken der Tasten **Erase** und **Reset** für jeden einzelnen Speichervorgang. Die Auslösung erfolgt automatisch. Der Zeitabstand zwischen zwei einzelnen Schreibvorgängen ist mit dem kleinen Knopf **View Time** wählbar (siehe 5.0.0.). Falls zum Schreiben der nächsten Spur eine geänderte Spur-Position, Amplituden- oder Zeitkoeffizienten-Einstellung o.ä. notwendig ist, kann man eine relativ lange **View Time** wählen, aber die Wartezeit durch Drücken der **Erase**-Taste vorzeitig abbrechen. Jedoch sollte die Gesamtzeit zum Schreiben aller Spuren 3 Minuten nicht überschreiten („Aufblühen“ des Hintergrundes). Nach beendeter Aufzeichnung aller Spuren sofort **Save**-Taste drücken (siehe 8.2.0.). Im allgemeinen ist die Betriebsart nach 8.1.0. vorteilhafter (längere Lesezeit).

9.0.0. **Automatische Speicherung. AS. Einzelablenkung. Frequenzen 0 bis 10kHz.**

In dieser Betriebsart wird das gespeicherte Signal gleich nach dem Schreiben dunkelgesteuert. Es leuchtet während des Schreibens nur ganz kurz auf. Das Schreiben mehrerer Spuren ist ohne Löschung nacheinander möglich. Die **AS**-Betriebsart eignet sich besonders für Signale, die sich nicht wiederholen oder deren Eintreffen am Oszilloskop-Eingang abgewartet werden muß. Dieses Abwarten darf allerdings nicht zu lange dauern, sonst „blüht“ der Schirm auf.

9.1.0. Signal einstellen. Steht es nicht zur Verfügung, muß es mit einem Generator simuliert werden, damit

- Amplitude, Zeitbasis und Triggerung eingestellt werden können. Normaltriggerung mit **LEVEL**-Einstellung sollte unbedingt gewählt werden. Die Automatische Triggerung könnte durch Störimpulse im Versuchsaufbau u.U. vorzeitig auslösen. Zunächst Taste **Single**, dann **Write** drücken. **Kleinen Knopf** bis zur Drehschalter-Rast nach links drehen und dann **ziehen**. Jetzt ist die **AS**-Betriebsart speicherbereit, was durch stetiges Leuchten der Lampe **AS** angezeigt wird. Nach Drücken der **Reset**-Taste ist auch die Zeitablenkung bereit, was durch Leuchten der **Ready**-Lampe angezeigt wird. Der nächste eintreffende Triggerimpuls löst den Schreibvorgang aus. Abgesehen vom erwähnten blitzartigen Aufleuchten des Signals, bleibt der Bildschirm dunkel. Die Lampe **AS** blinkt und zeigt damit an, daß ein Signal gespeichert ist. Die Lampe **Ready** ist erloschen.
- 9.2.0. Um das Speicherbild sichtbar zu machen und zu lesen, ist eine Alternative möglich:
- 9.2.1. Kleinen Knopf hineindrücken und gleich wieder ziehen. Diese Art empfiehlt sich, wenn weitere Spuren geschrieben werden sollen.
- 9.2.2. Taste **Save** drücken, kleinen Knopf hineindrücken, kleinen Knopf **View Intens.** nach rechts drehen. Diese Methode ergibt längere Lesezeit. Nach 9.2.1. leuchtet die Lampe **AS** stetig weiter (Speicherbereitschaft). Bei der Methode 9.2.2. erlischt sie.
- 9.3.0. Sollen weitere Spuren geschrieben werden, ist nach 9.2.1. nur noch die **Reset**-Taste zu drücken. Nach 9.2.2. ist der kleine Knopf **View Intens.** nach links bis zur Drehschalter-Rast zu drehen, die Taste **Save** auszulösen und dann der kleine Knopf zu ziehen. Jetzt leuchtet die Lampe **AS** wieder stetig. Um mehrere Kurvenzüge untereinander zu schreiben, kann die Kurvenlage mit dem entsprechenden **Y-POS.**-Knopf verändert werden. Dann ist die **Reset**-Taste zu drücken.
- 9.4.0. Blinkt die Lampe **AS** oder ist die Taste **Save** gedrückt, ist keine Löschung möglich. Erst wenn der kleine Knopf hineingedrückt ist und die Taste **Save** heraussteht, kann mit **Erase** gelöscht werden.
- 10.0.0. **Automatische Speicherung AS im Fast-Betrieb. Einzelablenkung. Frequenzen 10kHz bis 10MHz.**
Achtung! Die Zeitablenkbereiche links von $50\mu\text{s}/\text{div}$ sind zum Schutz der Speicherröhre gesperrt. Prinzipiell gilt das gleiche wie in 9.0.0 und 9.1.0. beschrieben, jedoch kann immer nur eine Spur gespeichert werden.
- 10.1.0. Signal einstellen (evtl. simulieren). Zuerst Taste **Single**, dann **Write** und **Multi** drücken. Speicherbereitschaft durch Drücken der **Erase**-Taste herstellen (**FS**-Lampe leuchtet). **Kleinen Knopf** bis zur Drehschalter-Rast nach links drehen und **ziehen** (**AS**-Lampe leuchtet). Zeitablenkbereitschaft durch Drücken der **Reset**-Taste herstellen (**Ready**-Lampe leuchtet). Der nächste eintreffende Triggerimpuls löst den Speichervorgang aus. (**AS**-Lampe blinkt, **FS**- und **Ready**-Lampen aus). Das gespeicherte Signal wird nur blitzartig sichtbar.
- 10.2.0. Auch in dieser Betriebsart kann das Signal mit zwei Methoden sichtbar gemacht werden:
- 10.2.1. Kleinen Knopf hineindrücken; Signal ist sofort sichtbar (**AS**-Lampe erlischt).
- 10.2.2. **Save**-Taste drücken, kleinen Knopf drücken (**AS**-Lampe erlischt). Durch Rechtsdrehen des kleinen Knopfes **View Intens.** wird das Signal sichtbar gemacht. Diese Art ergibt längere Lesezeit.
- 10.3.0. Zeigt das Speicherbild bei hoher Frequenz oder steilen Flanken Lücken im Wellenzug, können die Lücken durch Rechtsdrehen des großen Knopfes **Writing Speed** erhellt werden. Das ist vor oder nach dem Schreiben möglich.
- 10.4.0. Blinkt die Lampe **AS** oder ist die Taste **Save** gedrückt, ist keine Löschung möglich. Erst wenn der kleine Knopf hineingedrückt ist und die Taste **Save** heraussteht, kann mit **Erase** gelöscht werden, wodurch gleichzeitig die **Fast**-Speicherbereitschaft erneut hergestellt ist (**FS**-Lampe leuchtet).
- 10.5.0. Für eine neue Speicherung ist der kleine Knopf bis zur Drehschalter-Rast nach links zu drehen und zu ziehen (**AS**-Lampe leuchtet). Falls **FS**-Lampe noch nicht leuchtet, kurz **Erase**-Taste drücken. Dann kann **Reset** gedrückt werden.
- 10.6.0. Wenn die **AS**-Lampe blinkt, kann der HM808 u.U. mehrere Tage ausgeschaltet werden. Dabei dürfen die Speicher-Bedienungselemente (großer und kleiner Drehknopf und die drei darunter befindlichen Tasten) aber nicht verändert werden. Das Speicherbild bleibt dann erhalten und kann nach dem Wiedereinschalten (entsprechend 10.2.) gelesen werden. Auch ohne Abschalten bleibt das Speicherbild bei Automatischer Speicherung mit blinkender **AS**-Lampe noch lange Zeit erhalten. Doch sorgen die heißen Röhrenkathoden und Gas-Ionenreste für eine etwas schnellere Löschung des Speicherbildes.

XY-Speicherbetrieb

Beim Speichern von Signalen im XY-Betrieb sind einige Besonderheiten zu beachten. Sie betreffen eine Schutzschaltung, die verhindern soll, daß ein Punkt in den Schirm oder die Speichernetze einbrennt, wenn die X-Ablenkung aus irgendeinem Grunde ausfällt. Gründe sind z.B. Abgleiten des Tasterkopfes oder versehentliches Drücken der roten Taste **Hor. ext. (X-Y)**, wenn eigentlich die Taste **X-Magn. x10** gemeint war.

Die Schutzschaltung bewirkt, daß der XY-Betrieb gesperrt ist, wenn die X-Ablenkung – also in horizontaler Richtung – kleiner als 0,3 div ist bei Frequenzen gleich oder größer als 10 Hz. Diese Grenzen sind nur Richtwerte, weil sie sich gegenseitig beeinflussen. Auf alle Fälle kann kein Punkt abgebildet werden.

Nun ist es aber durchaus möglich, daß im XY-Betrieb niedrigere Frequenzen als 10 Hz oder Anfangs- oder Endwerte um Null oder Gleichspannungspotentiale in X-Richtung abgebildet werden müssen. Dazu kann die Schutzschaltung unwirksam gemacht werden. Hierzu ist der **LEVEL**-Knopf aus der Drehschaltterast heraus nach rechts zu drehen. In diesem Betriebszustand ist besondere Vorsicht geboten! Unter allen Umständen muß der **INTENS.**-Knopf in der linken Hälfte seines Einstellbereiches bleiben.

Zur Einsparung weiterer Tasten und Schaltungen werden für die Schutzschaltung Teile der Triggerschaltung benutzt. Deshalb müssen – bevor die Taste **Hor. ext. (X-Y)** gedrückt wird – gewisse Tasten und Knöpfe des X-Feldes in einer bestimmten Stellung stehen.

XY-Grundstellung

Bevor die Taste **Hor. ext. (X-Y)** gedrückt wird, ist einzustellen:

- **LEVEL**-Knopf auf Automatische Triggerung (Pfeil waagrecht nach links zeigend);
- Taste **Single** ungedrückt (herausstehend);
- Taste **X Magn. x10** ungedrückt (herausstehend);
- oberer **Trigger Selector**-Schalter auf **AC**;
- unterer **Trigger Selector**-Schalter auf **I**.

11.0.0. **Write – Halbtonspeicherung im XY-Betrieb.**

Auch im XY-Betrieb lassen sich Signale speichern. Allerdings fallen hierbei alle Speicherbetriebsarten aus, bei denen eine Zeitablenkung erforderlich ist. Im **XY-Write**-Betrieb sind keine „Momentaufnahmen“ möglich; es können aber mehrere Spuren nacheinander geschrieben werden. Im allgemeinen werden im XY-Betrieb wegen der begrenzten Bandbreite des X-Verstärkers und der X-Y Phasendifferenz nur relativ niedrige Frequenzen benutzt. Die Schreibgeschwindigkeit ist deshalb immer ausreichend; man muß sogar die Schreibhelligkeit am **INTENS.**-Knopf sehr vorsichtig dosieren, damit kein überstrahltes Bild entsteht.

11.1.0. Die Amplituden und Positionen für den X- und Y-Kanal werden im Normalbetrieb eingestellt. Dabei beachte man, daß der **Y-POS. II**-Knopf im XY-Betrieb außer Funktion ist. Er wird durch den **X-POS.-Doppelknopf** ersetzt. Dann ist der Knopf **INTENS.** weit nach links zu drehen und die Taste **Write** zu drücken. Nach dem automatischen Löschvorgang wird der **INTENS.**-Knopf langsam nach rechts bis zum Sichtbarwerden des Speicherbildes und sofort wieder nach links gedreht.

11.2.0. Genügt die so geschriebene Spur, wird die **Save**-Taste gedrückt. Durch Rechtsdrehung des kleinen Knopfes **View Intens.** kann das Bild sichtbar gemacht und ausgewertet werden. Die Lesezeit kann durch Linksdrehung bis zur Schaltterast mehrmals unterbrochen werden.

11.3.0. Zum Löschen des Speicherbildes ist die Taste **Erase** zu drücken, wobei die Taste **Save** ausgelöst sein muß.

11.4.0. Will man mehrere Spuren speichern, empfiehlt sich eine etwas andere Methode. Bei der ersten Spur wird der Knopf **INTENS.** nur so weit nach rechts gedreht, daß die optimale Helligkeit des Speicherbildes erst **nach mehreren Sekunden** erreicht ist. Dann wird sofort die **Save**-Taste gedrückt. Nun können die Vorbereitungen für die nächste Spur getroffen werden (z.B. Lageverschiebung oder Amplitudenänderung). Danach ist einfach die **Save**-Taste zu lösen; die nächste Spur wird geschrieben usw. Die richtige Einstellung des **INTENS.**-Knopfes bei der ersten Spur verlangt etwas Mühe. Sie erspart aber dann Arbeit.

11.5.0. Um eine vertikale Linie zu speichern, kann nicht einfach der X-Verstärkereingang kurzgeschlossen werden (Eingangskopplungsschalter von CH.II auf **GD**). Eine Schutzschaltung sperrt den XY-Betrieb, wenn die Horizontalablenkung kleiner als 0,3 div ist. Diese Schutzschaltung verhindert das Einbrennen eines Punktes in den Schirm bei zu großer Helligkeitseinstellung am **INTENS.**-Knopf. Sie wirkt im Normal- wie auch im Speicherbetrieb. Aber diese Schutzschaltung kann – mit entsprechender Vorsicht – unwirksam gemacht werden, so daß auch ohne X-Signal der XY-Betrieb möglich ist. Hierzu wird einfach der **LEVEL**-Knopf aus der Drehschaltterast nach rechts gedreht. Wie weit ist unwichtig. Nun wird die vertikale Linie (ohne X-Ablenkung) gespeichert. Danach sollte der **LEVEL**-Knopf sofort wieder auf Automatische Triggerung (Pfeil waagrecht nach links zeigend) gestellt werden.

12.0.0. **Variable Nachleuchtdauer im XY-Betrieb.** Wie bereits erwähnt, wird im XY-Betrieb oft mit tiefen Frequenzen (z.B. auch mit Netzfrequenz) gearbeitet. Dabei kann das Flackern auf die Dauer recht störend sein. Im Persistence-Speicherbetrieb ist das völlig vermeidbar.

- 12.1.0. Ausgehend von der Grundstellung für den XY-Betrieb wird zuerst der kleine Knopf **Persist.** nach rechts gedreht: bei sehr tiefen Frequenzen wenig, bei hohen etwa Mitte Stellbereich. Dann ist der **INTENS.**-Knopf weit nach links zu drehen, bis das Bild des Normalbetriebs völlig verschwindet. Jetzt erst darf die Taste **Write** gedrückt werden. Durch vorsichtige Rechtsdrehung des **INTENS.**-Knopfes wird das Bild sichtbar gemacht. Der Lösch-Schreib-Gleichgewichtszustand ist nach 4.1.0. zwischen **Persist.**- und **INTENS.**-Knopf einzustellen.
- 12.2.0. Bei plötzlichen Signaländerungen (Kurvenform, Amplitude, Lage, Frequenz) erlischt das vorherige Bild mehr oder weniger langsam. Zur schnellen Änderung wird einfach die Löschtaste **Erase** gedrückt.
- 12.3.0. Für die Wiedergabe von Signalbildern unter 30 Hz und/oder von Gleichspannungspotentialen muß die Schutzschaltung außer Betrieb gesetzt werden. Der **LEVEL**-Knopf ist dazu aus der Drehschaltterast nach rechts zu drehen. Vorsicht bei der Betätigung des **INTENS.**-Knopfes!
- 12.4.0. Jederzeit kann der **Persistence**-Betrieb gestoppt und das letzte Bild gespeichert werden, wenn man die Taste **Save** drückt. Um das Bild wieder sichtbar zu machen, ist der kleine Knopf **View Intens.** ganz nach rechts zu drehen. Zur Unterbrechung der Lesezeit ist dieser Knopf bis zur Drehschaltterast nach links zu drehen.
- 12.4.1. Bei gedrückter Taste **Save** ist das Löschen nicht möglich. Sie muß dazu erst ausgelöst, dann kann die Löschtaste **Erase** gedrückt werden.

Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. $5V_{SS}$) ist über eine mit **S** gekennzeichnete BNC-Buchse an der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als $10k\Omega$ sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenzuschalten.

Die Dunkeltastung des Strahles erfolgt durch Low-TTL-Pegel (positive Logik) an der mit **Z**-Modulation bezeichneten BNC-Buchse, die sich ebenfalls auf der Rückseite des Gerätes befindet. Es sind keine höheren Spannungen als TTL-Pegel ($5V_{SS}$) zur Strahlmodulation zulässig. Der zur Dunkeltastung erforderliche Sinus- oder Rechteck-Generator sollte einen relativ niederohmigen Ausgang (max. 600Ω) besitzen. Ein Rechteckgenerator mit negativen Impulsen gegen Masse ist nicht verwendbar. Ebenso darf keine Offset-Gleichspannung an der **Z**-Buchse anliegen. Die Ausgangsspannung eines Sinusgenerators muß zur Einstellung des Tastverhältnisses regelbar sein. Die Strahlmodulation erfolgt in Hell-Dunkel-Sprüngen; Analogmo-

dulation mit Helligkeitsabstufung ist nicht möglich. Der Modulationsgenerator muß synchronisierbar oder wenigstens in seiner Frequenz sehr fein verstellbar sein, wenn eine Auswertung der Z-Modulation (Tastlücken als Zeitmarken) erforderlich ist. Im allgemeinen ist es zweckmäßig, die Modulationsfrequenz durch Vervielfachung der Meßfrequenz zu erzeugen. Dann ergeben sich stillstehende Zeitmarken.

Die Z-Modulation kann auch direkt an der **Z**-Buchse mit einem mechanischen Schalter (**ohne Stromquelle**) erfolgen:

Kontakt kurzgeschlossen	△ dunkel
Kontakt offen	△ hell

Dies vereinfacht z.B. Zeitmessungen und Prell-Untersuchungen an Schaltern (Relais). Bei periodischem Schalterbetrieb sollte die Antriebsvorrichtung zweckmäßig auch ein Triggersignal liefern. Nur bei synchronem Betrieb von Z-Modulation und Zeitbasis-Triggerung ergibt sich ein stehendes Schirmbild.

Wartung

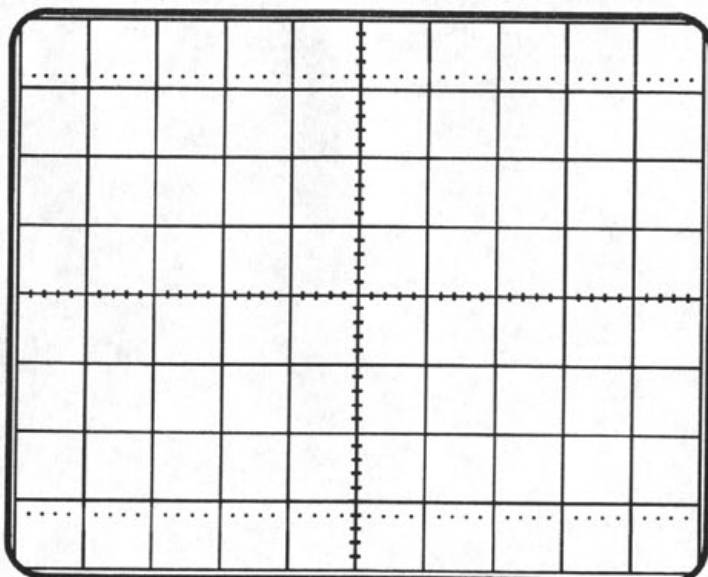
Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM 808 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind.

Zubehör

Zur Grundausrüstung der HAMEG-Oszilloskope gehört nur die Bedienungsanleitung, Meßkabel, Tastteiler und anderes Zubehör müssen dem jeweiligen Bedarf entsprechend beschafft werden (siehe HAMEG-Zubehörprospekte).

STORAGE OSCILLOSCOPE HM 808

HAMEG



Writing Speed AS: pull

Max.

Persist./View Time View Intens.

Fast Multi FS

Write AS FOCUS

View Save Erase

INTENS. POWER off TR

DELAY

0.1 μ s +

1 μ s -

10 μ s

100 μ s

1 ms

10 ms Int.

100 ms Ext.

x1 - x10

MODE Norm. Search Delay

LEVEL

FR

Y-POS. I

Normal CH I Mono Alt. Y-POS. II

Invert I CH II Dual Chop.

Bal. Overscan I + II

CH. I Volts/div.

CH. II Volts/div.

1 0.5 0.2 0.1

1 2 5 10 20 50

V V mV

DC AC GD I II

VERT. INPUT 1M Ω || 25pF

Hor. Inp.

X-POS.

X-Magn. x10 Hor. ext. (X-Y) Trig. LEVEL

Trigger Selector AC DC HF LF Line

TIMEBASE Time/div.

1 0.5 0.2 0.1 50 20 10 5 2 1 0.5 0.2

2 5 10 20 50

ms μ s s μ s

0.1 0.2 0.5 1 0.05 0.1

+/ -

Single

Ready

Reset

EXT. TRIG. I II Ext.

HOLD OFF

CAL. 0.2V

VAR.

Cal.

x10 - x1

KURZANLEITUNG für HM 808

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, **POWER**-Knopf (INTENS.) ca. 30° nach rechts drehen. Leuchtdiode blinkt (Anheizzeit ca. 40 s); danach Dauerlicht (Betriebsbereitschaft). **Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I)**. Keine Taste drücken. **Trigger Selector**- und **MODE**-Schiebeschalter in oberste Stellung. **LEVEL**-Knöpfe (TIMEBASE- und DELAY-Feld): Pfeil waagrecht nach links zeigend. **HOLD-OFF**-Knopf: Pfeil waagrecht nach rechts zeigend. Eingangskopplung **CH I (DC-AC-GD)** auf **GD**. **TIMEBASE**-Schalter auf **5 µs/div**. Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit, mit **FOCUS** Schärfe einstellen. Mit den Knöpfen **Y-POS. I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
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 <1 kHz mit gedrückter Taste **Alt./Chop.**
Kanäle I+II (Summe): **Nur** Taste **I+II (Alt./Chop.)** drücken.
Kanäle -I+II (Differenz): Taste **I+II (Alt./Chop.)** und Taste **Normal/Invert I** drücken.

Betriebsart Triggerrung

Automatische Triggerrung: **LEVEL**-Pfeilknopf waagrecht nach links zeigend.
Normaltriggerrung: Mit **LEVEL**-Knopf Niveau auf Triggerflanke einstellen.
Triggerflankenrichtung: Mit Taste **+/-** wählen (+ = steigend, - = fallend).
Triggerquelle: Mit Schiebeschalter **I-II-I/II-Ext.** wählen.
Stellung **I/II**: interne alternierende Triggerrung (Taste **Alt./Chop.** nicht drücken).
Stellung **Ext.**: Synchronsignal (0,5V_{ss}-7,5V_{ss}) auf Buchse **EXT. TRIG.**
Triggerrkopplung: Mit Schiebeschalter **AC-DC-HF-LF** wählen.
Stellung **AC** und **DC**: Bei Signalen <2 div maximal 20 MHz (interne Trig.)
Stellung **HF**: Für Signale >1 MHz. Stellung **LF**: Für Signale <1 kHz.
Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: Triggerrkopplung **AC**, evtl. **DC**.
Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: Triggerrkopplung **LF**.
Netztriggerrung: **Trigger-Selector**-Schiebeschalter in Stellung **Line**.
Triggerr-Anzeige **Trig.** (links neben **LEVEL**-Knopf) beachten! Blinkt unterhalb 10 Hz.
Einzelbildauslösung mit Tasten **Single** und **Reset**. Bereitschaftsanzeige **Ready** beachten.

Messung

Meßsignale den **VERT. INPUT**-Buchsen **I** und/oder **II** zuführen.
Tastenteiler vorher mit eingebautem Calibrator (**CAL. 0.2V**) abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter **CH. I** und/oder **CH. II** Signal auf gewünschte Bldhöhe einstellen.
Y-Überbereichsanzeige (**Overscan**) beachten.
Am **TIMEBASE**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Bei Normaltriggerrung **LEVEL**-Knopf einstellen.
Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF**-Zeit triggern.
Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Linksanschlag **C**.
Zeitmessung mit **VAR.**-Knopf auf Rechtsanschlag **Cal**.
Zur X-Dehnung Taste **X-Magn. x10** drücken.
XY-Betrieb (ext. Horizontalablenkung) mit gedrückter Taste **Hor. ext.** (X-Eing. **CH. II**).
Ausschnittvergrößerung mit Ablenkverzögerung (**DELAY**):
Stellung **Norm**: Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung.
Stellung **Search**: Mit **DELAY**-Zeitbereichsschalter und Feineinstellung **x1-x10** den Beginn des Bildausschnitts einstellen (DELAY-Lampe blinkt).
Stellung **Delay**: Durch Rechtsdrehen des **TIMEBASE**-Schalters die Ausschnittlänge wählen (DELAY-Lampe leuchtet stetig).
After delay-Triggerrung: 2. **LEVEL**-Knopf (im DELAY-Feld) aus Stellung **FR** herausdrehen; Triggerflanke mit Taste **+/-**, Triggerquelle mit Taste **Int./Ext.** wählen.

Speicher-Betrieb

Siehe Speicher-Bedienungsanleitung Seite M 16 ff. Speicher-Betriebsarten Seite M 20 ff.