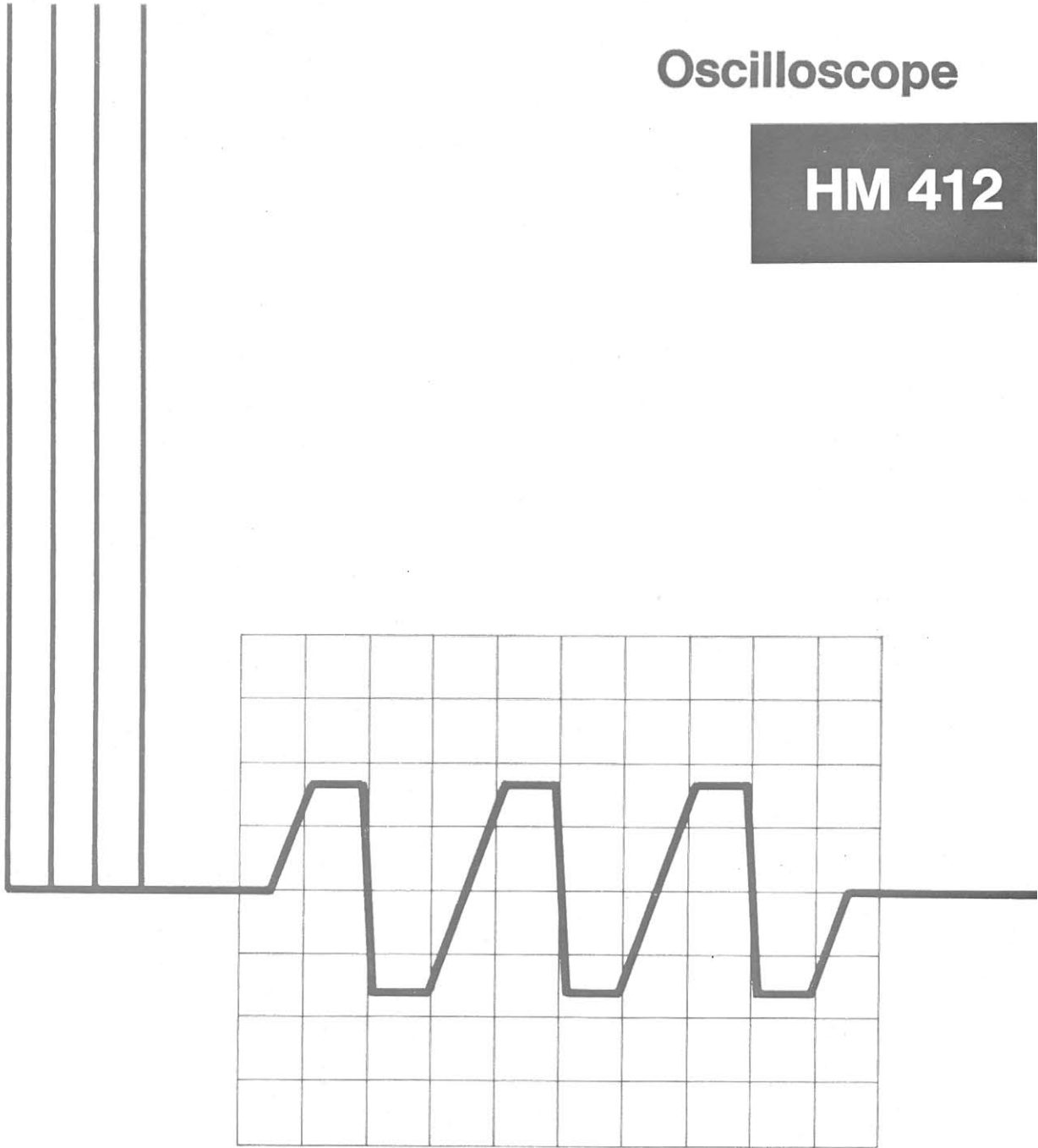


# MANUAL

Oscilloscope

**HM 412**



**HAMEG** MESSTECHNIK

## INHALTSVERZEICHNIS

**HM 412-4**

### Oszilloskop-Prospekt mit technischen Daten und Einzelheiten

P 1-2

### Zubehör-Prospekte

Z 1-6

### Bedienungsanleitung

Allgemeines	M 1
Garantie	M 2
Betriebsbedingungen	M 2
Inbetriebnahme und Voreinstellungen	M 2
Korrektur der DC-Balance	M 3
Art der Signalspannung	M 3
Größe der Signalspannung	M 4
Zeitwerte der Signalspannung	M 4
Anlegen der Signalspannung	M 5
Y-Überbereichsanzeige	M 6
Abgleich des Tastteilers	M 6
Betriebsarten	M 7
Triggerung und Zeitablenkung	M 7
Trigger-Anzeige	M 8
Ablenkverzögerung	M 8
Delay-Anzeige	M 9
Sonstiges	M 9
Wartung	M 10
Zubehör	M 10

### Kurzanleitung mit herausklappbarem Frontbild

K 1

Änderungsmitteilungen

K 2

### Testplan

Allgemeines	T 1
Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe	T 1
Astigmatismuskontrolle	T 1
Symmetrie und Drift des Meßverstärkers	T 1
Calibration des Meßverstärkers	T 2
Übertragungsgüte des Meßverstärkers	T 2
Betriebsarten: Mono/Dual, Alt/Chop, I+II und XY-Betrieb	T 2
Kontrolle Triggerung	T 3
Zeitablenkung	T 3
Ablenkverzögerung	T 4
Sonstiges	T 4

### Service-Anleitung

Allgemeines	S 1
Öffnen des Gerätes	S 1
Korrektur der Strahlage	S 1
Netzspannungsumschaltung, Netzsicherung	S 1
Betriebsspannungen	S 2
Maximale und minimale Helligkeit	S 2
Astigmatismus-Korrektur	S 2
Fehlersuche im Gerät	S 2-3
Abgleichplan	S 11
Schaltbilder	S 12-18

## Technische Daten

### Betriebsarten

Kanal I, Kanal I und II,  
**Kanalumschaltung** alt. und chop.  
 (Chopperfrequenz ca. 1 MHz).  
 Addition Kanal I + II,  
 Differenz mit invertiertem Kanal I.  
**XY-Darstellung**, Verhältnis 1:1  
 (X-Signal über Kanal II).

### Vertikal-Verstärker (Y)

**Frequenzbereich** beider Kanäle:  
 0-20MHz (-3dB), 0-28MHz (-6dB).  
 Anstiegszeit: ca. 17,5ns.  
 Überschwängen: maximal 1%.  
**Ablenkoeffizienten**: 12 calibr. Stellungen  
 von 5mV/cm bis 20V/cm (1-2-5 Teilung),  
 mit Feinregler uncalibr. bis 2mV/cm.  
 Genauigkeit der cal. Stell. besser als  $\pm 3\%$ .  
**Eingangsimpedanz**:  $1M\Omega // 25pF$ .  
 Eingangskopplung: DC-AC-GD.  
 Eingangsspann.: max. 500V (DC + Sp. AC).  
 Y-Überbereichsanzeige mit 2 LED's.

### Zeitbasis

**Zeitkoeffizienten**: 21 calibr. Stell.  
 von 2s/cm bis  $0,5\mu s/cm$  (1-2-5 Teilung),  
 bei Dehnung x5 bis 100ns/cm,  
 mit Feinregler uncalibr. bis ca. 40ns/cm.  
 Genauigkeit der calibr. Stellungen  $\pm 3\%$ .  
**Ablenkverzögerung**: 7 Stellungen  
 von 100ns bis 1s, mit Feinregler 1:10.  
 Funktionen: normal, suchen, verzögert.  
 Anzeige der Funktionsarten mit LED.  
**Triggerung** autom. od. m. einstellb. Niveau  
 von K I, II, I/II, Netz od. ext., pos. u. neg.  
 Triggerkopplung: AC, DC, TV-Filter.  
**Triggerempfindlichkeit**: ca. 5mm  
 im Frequenzbereich 0 bis 40MHz.  
 Anzeige des Triggereinsatzes mit LED.  
 Ausgang für Kippspannung ca. 5V.

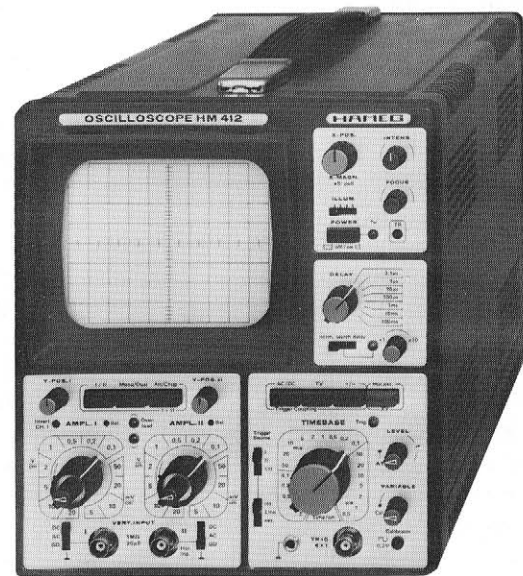
### Horizontal-Verstärker (X)

**Frequenzbereich**: 0 bis 2MHz (-3dB).  
**Ablenkoeffizienten**: 12 calibr. Stell.  
 von 5mV/cm bis 20V/cm (1-2-5 Teilung),  
 mit Feinregler uncalibr. bis 2mV/cm.  
 Eingangsimpedanz:  $1M\Omega // 25pF$ .

### Verschiedenes

**Strahlröhre**: 130BxB31 mit 13cm  $\varnothing$ .  
 Beschleunigungsspannung 2kV.  
 Eingebauter Rechteckgenerator 1kHz  
 für Tastteiler-Abgleich ( $0,2V \pm 1\%$ ).  
 Eing. für Z-Modulation (TTL-Pegel).  
 Rasterbeleuchtungsschalter vierstufig.  
 Strahldrehung von außen einstellbar.  
**Elektron. Stabilisierung** der Betriebsspann.  
 Netzanschluß für 110, 125, 220, 240V~,  
 zul. Netzspannungsschwankung  $\pm 10\%$ .  
 Netzfrequenzbereich: 50 bis 60Hz.  
**Leistungsaufnahme**: ca. 36 Watt.  
 Gewicht: ca. 8,6kg.  
 Gehäuse: 212x237x380mm, anthrazit,  
 mit Griff und Aufstellbügel.

Änderungen vorbehalten.



- Bandbreite 0-20MHz
- Verzögerbare Zeitbasis
- Bildschirm 8x10cm
- Triggerung DC-40MHz

Besonders der **HM412** zeigt, welchen Leistungsstandard **HAMEG-Oszilloskope** heute erreicht haben. Der Komfort dieses Gerätes ist wesentlich größer als in dieser Preisklasse üblich. Neu sind die **LED-Anzeigen** für Triggerung, Überbereich des Meßverstärkers und Delay-Betriebsart. Besonderheiten wie **Rasterbeleuchtung** und **Trace Rotation** sind ebenfalls Standard. Technologisch ist der HM412 weitgehend auf **integrierter Modul- und Schaltungstechnik** aufgebaut. Alle Versorgungsspannungen sind elektronisch stabilisiert. Die Triggerung arbeitet einwandfrei **bis ca. 40MHz**. Mit der eingebauten **Ablenkverzögerung** können wie bei Oszilloskopen mit zweiter Zeitbasis auch kleinste Details durch Ausschnittvergrößerung gut sichtbar dargestellt werden. Die relativ **große Bandbreite** und die **Vielzahl der Betriebsarten** erlauben den Einsatz des HM412 auf allen Gebieten der Elektronik.

### Lieferbares Zubehör

**Tastteiler 10:1 und 100:1, Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Vierkanal-Vorsatz, Lichtschutztubus, Tragetasche, Komponenten-Tester.**

## Allgemeines

Eine **solide mechanische Konstruktion** und die sinnvolle Anordnung aller Details zeugen von der inneren Reife des HM412. **Viele Bauteile sind selektiert**. Damit wird vor allem die Einhaltung der angegebenen technischen Daten und das entsprechende Qualitätsniveau sichergestellt. Überhaupt sind alle Teile so dimensioniert, daß auch bei **Dauerbetrieb** ein Höchstmaß an **Betriebssicherheit** erwartet werden kann. Bemerkenswert ist ebenfalls die Servicefreundlichkeit. In der Regel ist jedes Bauteil direkt zugänglich, ohne daß vorher ein anderes ausgebaut werden muß. Die den Geräten beiliegenden Anleitungen sind so ausführlich gehalten, daß jeder einigermaßen erfahrene Elektroniker **Kontrollen und Reparaturen** — bis zu einem gewissen Grad — **selbst ausführen** kann. Für die Aufzeichnung sehr langsam verlaufender Vorgänge ist der HM412 auch mit Nachleuchtröhre lieferbar.

## Betriebsarten

Der HM412 ist für **1- oder 2-Kanal-Betrieb** verwendbar. Die Aufzeichnung zweier, in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (**alternate mode**) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode (**chopped mode**) erfolgen. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen addiert werden. In Verbindung mit invertiertem Kanal I ist dann auch die Darstellung der **Differenz** möglich. Bezeichnend für die Bedienung des Gerätes ist, daß alle angeführten Betriebsarten mit nur drei Tasten einzustellen sind. Bei externer Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) wird das **X-Signal über Kanal II** zugeführt. Eingangsimpedanz und maximale Empfindlichkeit sind dann für X- und Y-Ablenkung gleich.

## Vertikalablenkung

Der HM412 besitzt zwei Vorverstärker mit **diodengeschützten FET-Eingängen**. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln oder wechselweise an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit bistabil gesteuerten Diodengattern. Als Steuersignal wird für altern. Betrieb der Hellstimpuls des Ablenkgenerators und bei **Chopperbetrieb** ein **1MHz-Signal** benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Die Eingangsstufen der Vorverstärker sind für **geringste Drift** mit **mono-**

**lithisch integrierten Bausteinen** bestückt. Eine exakte Bestimmung der Meßgrößen ist mit Hilfe der 12-stufigen, in V/cm geeichten Eingangsteiler möglich. Alle Stufen sind frequenzkompensiert. Um auch höhere Frequenzen einwandfrei triggern zu können, liegen die **Bandbreiten der Vorverstärker** bei etwa **50MHz**. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers hängt im wesentlichen von der Endstufe ab. Die angegebenen Werte beziehen sich auf **-3dB (70% von 60mm)**. Begnügt man sich mit einer entsprechend kleineren Bildhöhe, ist es möglich, sinusoidale Vorgänge bis zu einer **Frequenz** von etwa **30MHz problemlos aufzuzeichnen**.

Überschreibungen des Schirmrasters in Y-Richtung werden durch **2 Leuchtdioden** angezeigt. Gegenüber dem herkömmlichen „Beam Finder“ ist sofort erkennbar, in welcher Richtung der Strahl den Schirm verlassen hat. Diese Einrichtung registriert auch **Überschreibungen durch Nadelimpulse** (Spikes) von mehr als 100ns Dauer.

## Zeitablenkung

Die Zeitbasis des HM412 arbeitet mit der von **HAMEG** entwickelten Triggertechnik. Dabei wird die gesamte Triggeraufbereitung von einem **monolithisch integrierten Spannungskomparator** mit TTL-Ausgang übernommen. Der Triggereinsatz wird durch **LED** angezeigt. Selbst bei kleinen Bildhöhen werden Signale **bis mind. 40MHz** noch einwandfrei getriggert. Durch direkte Ankopplung an den Ablenkgenerator entfällt jegliche Stabilitätseinstellung. Bei **automatischer Triggerung** schwingt der Ablenkgenerator selbsttätig mit der eingestellten Ablenkzeit. Die Helltastung der Strahlröhre wird über einen **Opto-Koppler** gesteuert. Der HM412 ist von Kanal I, Kanal II, sowie abwechselnd von K I und K II mit **AC- oder DC-Ankopplung** triggerbar. Somit können auch zwei **asynchrone Signale** verschiedener Frequenz gleichzeitig dargestellt werden.

Für die stark gedehnte Aufzeichnung von Signalauschnitten einer Zeitablenkperiode besitzt der HM412 eine **Zeitablenkverzögerung**. Begrenzt durch die kürzeste Ablenkzeit können z. B. bis zum Ablenkbereich  $10\mu\text{s}/\text{cm}$  einzelne **Details 250-fach vergrößert** dargestellt werden. In den darunter liegenden Bereichen sind noch größere Dehnungen möglich. Jedoch wird dann u. U. die Auswertung des Schirmbildes wegen verringerter Strahlhelligkeit problematisch. Besonders interessant ist die verzögerbare Zeitbasis auch für die Analyse komplizierter Signalgemische. So kann u. a. der Burst eines Farbfernsehsignals **über den ganzen Schirm gedehnt** dargestellt werden. Die Delay-Betriebsarten sind durch LED-Anzeige deutlich zu unterscheiden.

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

**Technische Daten:**

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

**Mitgeliefertes Zubehör:** Federhaken, Trimmerschlüssel.



**Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 30**

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

**Technische Daten:**

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

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



**Meßkabel mit Tastkopf 1 : 1 HZ 35**

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

**Technische Daten:**

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

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



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

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

#### Technische Daten:

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

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



Oszilloskop-Tastteiler 100 : 1 HZ 37

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

#### Technische Daten:

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

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



Oszilloskop-Tastteiler 10 : 1 HZ 38

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

#### Technische Daten:

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

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



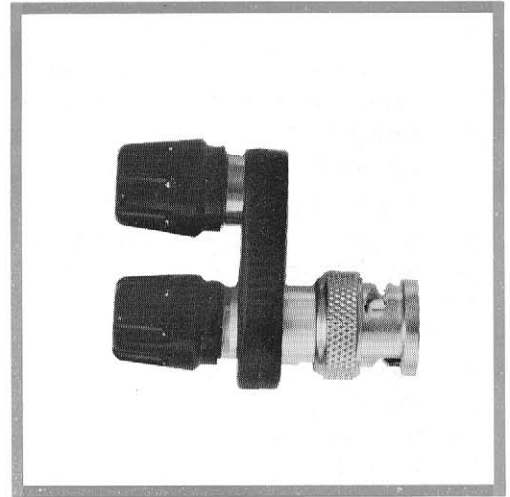
Demodulatortaster HZ 39



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

**Technische Daten:**

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

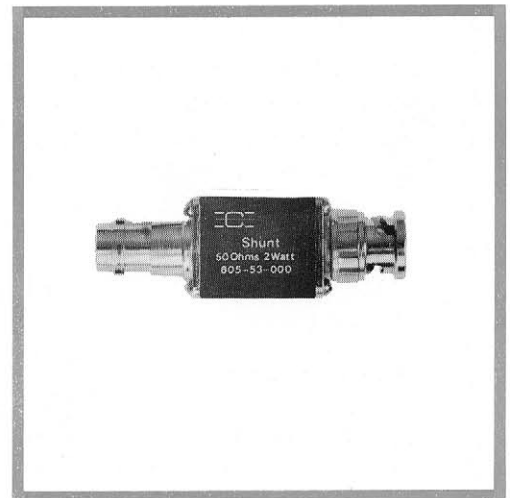


**Übergang Banane-BNC HZ 20**

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

**Technische Daten:**

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



**50 Ohm-Durchgangsabschluß HZ 22**

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

**Technische Daten:**

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



**Vorteiler 2 : 1 HZ 23**

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

**Technische Daten:**

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

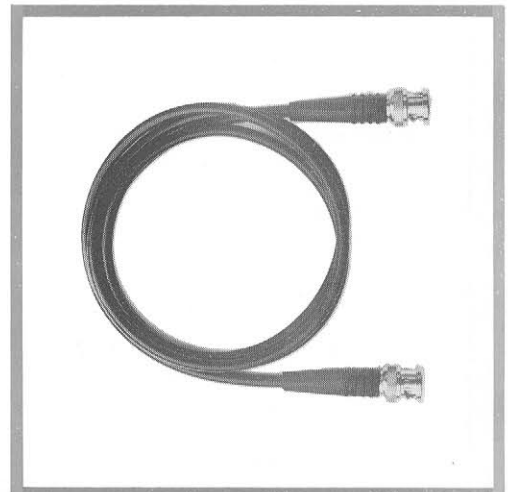


**Meßkabel Banane-BNC HZ 32**

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

**Technische Daten:**

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

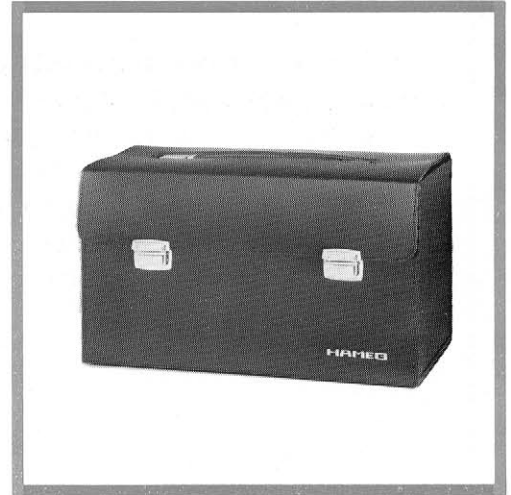


**Meßkabel BNC-BNC HZ 34**



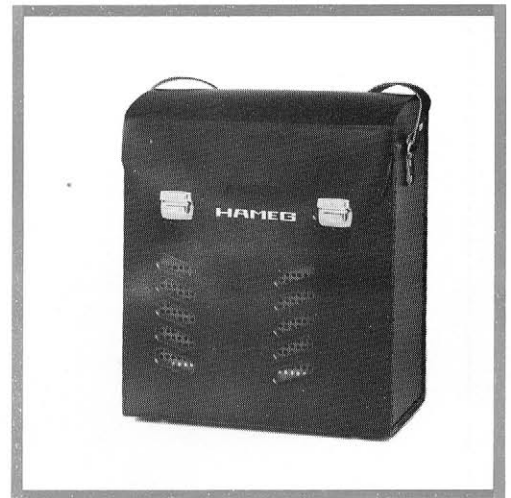
Für den Transport von Oszilloskopen ist die Tragetasche besonders empfehlenswert. Zwischen Gerät und Taschenboden befindet sich eine dickere Zwischenplatte, die auch bei härterem Aufsetzen alle Stöße weich auffängt. An einer Seite befindet sich noch ein Fach für die Aufnahme von Werkzeug und Zubehör.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

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



**Tragetasche HZ 43**

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



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

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



**Lichtschutztubus HZ 47**

### Allgemeines

Der neue HM412 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie alle seine Vorgänger. Technologisch bietet er den neuesten Stand der Technik. Dies drückt sich besonders in der verstärkten Anwendung monolithisch integrierter Schaltkreise aus. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß man bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene sollten 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. Rechts oben, neben dem Bildschirm, befinden sich die Bedienungselemente für Inbetriebnahme, Strahlbeeinflussung und horizontale Position. Darunter liegt das umrahmte Bedienungsfeld der Ablenkverzögerung. Unterhalb der Bildröhre befinden sich die Bedienungsfelder für die beiden Ablenkrichtungen. Das linke Feld ist für die Wahl der Betriebsart des Meßverstärkers und die Anpassung an das Meßsignal vorgesehen. Rechts daneben sind die Bedienungselemente der Zeitbasis (Triggerung und Ablenkzeit) angeordnet.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher 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 liegt.

Der HM412 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20MHz. Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30-35MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirms auf ca. 3-4cm begrenzt. Außerdem wird dann auch die zeitliche Auflösung problematisch. Beispielsweise wird bei ca. 25MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (40ns/cm) alle 1cm ein Kurvenzug ge-

schrieben. 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. 6MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz dem gemessenen Spannungswert ca. 11% hinzuaddieren. Da jedoch die Bandbreiten der Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzukommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 20MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirms stetig abnimmt. Der Meßverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse liegen **nicht** am Schutzleiter des Netzes. Das Gerät entspricht den Bestimmungen von VDE 0411, Schutzklasse I, Anhang A, 2.1.6 (Der Schutzleiter ist mit einem metallischen Schutzschirm — 1. Netztrafo-Schutzwicklung — verbunden). Die berührbaren Metallteile, der Schutzleiteranschluß und die Netzpole sind gegeneinander mit 1500V 50Hz geprüft. Deshalb ist das Auftreten von netzfrequenten Störspannungen im Meßkreis bei Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten nicht möglich, ein Trenntrafo also entbehrlich. Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre  $\gamma$ -Strahlen. Beim HM412-4 bleibt aber die Ionendosisleistung weit unter 36pA/kg (0,5mR/h).

**Bei der Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ist zu beachten, daß dieses auch am Gehäuse des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 40V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.**

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen

Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

**Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage oft nicht ganz vermeiden. Manchmal kann sich aber auch durch starke Erschütterungen beim Transport die Bildröhre selbst etwas verdrehen. In beiden Fällen verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist am Trimmer hinter der mit "TR" bezeichneten Öffnung möglich. Eine evtl. nötige Änderung der Bildröhrenlage ist in der Service-Anleitung beschrieben.**

## 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 HAMEG-Geräte eine Funktionsgarantie von 12 Monaten gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post oder Bahn wird empfohlen, die Originalverpackung während der Garantiezeit sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von den genannten Behörden nicht ersetzt.

## Betriebsbedingungen

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

## Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann nach Entfernung der Netzschraubuchse herausgezogen und nach Drehung um 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das eingeprägte Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Die Netzsicherung muß der geänderten Netzspannung entsprechen und, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Typ und Nennstrom der Sicherung sind in der Service-Anleitung angegeben.

**Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken. Alle blauen Bedienungsknöpfe mit Pfeilen haben eine calibrierte Stellung. Sie sollen zunächst in der linken Anschlagstellung stehen ("LEVEL"-Regler eingasetzt auf "AT"). Die Striche der grauen Knopfkappen sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß sich der "Delay"-Schiebeschalter im Bedienungsfeld für die Ablenkverzögerung in Stellung "norm." befindet. Ferner müssen beide links vom "TIMEBASE"-Schalter angebrachten Schiebeshalter in der obersten Stellung stehen.**

Mit der rechts neben der Schirmblende befindlichen Netztaaste wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Die aufleuchtende Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an. Wird nach einer Minute Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der "INTENS"-Regler nicht genügend aufgedreht, oder der Kippgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die

“POS.”-Regler verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Schalter in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den “LEVEL”-Regler zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser eingerastet in der linken Anschlagstellung “AT” befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste “Hor. ext.” gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am “INTENS.”-Regler eine mittlere Helligkeit und am Knopf “FOCUS” die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollten die “DC-AC”-Schalter der Y-Eingänge in Massestellung (“GD”) stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell an den Y-Eingängen anliegende Signalspannungen werden in Stellung “GD” nicht kurzgeschlossen.

## Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die Eigenschaften der FET in den Eingängen der Meßverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich beim Durchdrehen des Feinreglers am Eingangsteiler die Strahl-lage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung oberhalb des “Y-AMPL.”-Schalters einführt, an dem etwa 30mm dahinterliegenden Balance-Trimmierr korrigiert. Es handelt sich dabei um einen Wendelpot-Trimmierr, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient 5mV/cm; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf “GD”) wird der Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahl-lage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste “Mono/Dual” zu drücken.

## Art der Signalspannung

Mit dem HM412 können praktisch alle sich perio-

disch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 20MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder 50Hz-Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Bandbreite des Meßverstärkers muß daher wesentlich höher sein als die Folgefrequenz des Signals. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM412 ist deshalb nur bis ca. 2MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinreglers oder der Ablenkverzögerung erforderlich. Fernseh-Video-Signale sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz die “TV”-Taste gedrückt sein. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegel-einstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

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

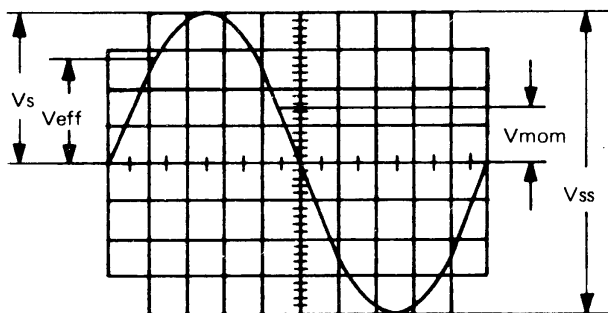
Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle dargestellt. Auf diese Weise können z. B. Stör- oder Brummspannungen, die gleichphasig

zwischen den Meßpunkten und Masse auftreten, eliminiert werden. Sind die Signale nicht gleichphasig oder in ihrer Amplitude verschieden, ist die Differenzmessung mehr oder weniger fehlerhaft.

## Größe der Signalspannung

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

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



### Spannungswerte an einer Sinuskurve

Veff = Effektivwert; Vs = einfacher Spitzenwert;  
Vss = Spitze-Spitze-Wert; Vmom = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. 2mVss, wenn der Feinregler am "Y-AMPL."-Schalter bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkoeffizienten an den Eingangsteilern, bezeichnet mit "Y-AMPL.", sind in mVss/cm oder Vss/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des einge-

stellten Ablenkoeffizienten mit der vertikalen Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am "Y-AMPL."-Schalter in seiner kalibrierten Stellung stehen. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160Vss aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang  $\pm 500V$  nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000Vss auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z. B. HZ37) können Spannungen bis ca. 3000Vss gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ37). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68nF) vorzuschalten.

## Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Einstellung des "TIMEBASE"-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten am "TIMEBASE"-Schalter sind in s/cm, ms/cm und  $\mu s/cm$  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 cm) mit dem am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit "VARIABLE" bezeichnete Zeit-Feinregler in seiner kalibrierten Stellung stehen (Pfeil waagrecht nach links zeigend).

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur

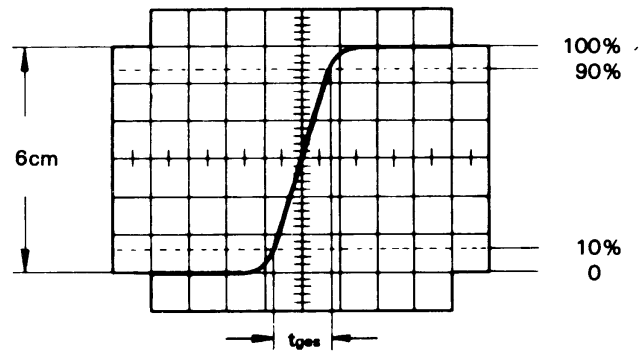


vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab ("X-MAGN." x5) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 5 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der Ablenkverzögerung meßbar. Mit dieser können — stark gedehnt — auch Zeiten von weniger als 1% der vollen Periodendauer dargestellt werden. Der kleinste noch meßbare Zeitabschnitt ist im wesentlichen von der verfügbaren Helligkeit der Bildröhre abhängig. Die Grenze liegt etwa bei einer 200-250fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist unter Umständen auch noch 1000fach möglich. Dies setzt jedoch voraus, daß der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode unter  $50\mu\text{s}/\text{cm}$  liegt, da andernfalls die kleinste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitengrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10% und 90% der vertikalen Impulshöhe. Für 6cm hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden sind beide Werte auf dem Bildschirm durch horizontale Punktlinien markiert. Der horizontale Zeitabschnitt zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die Punktlinien kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

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

Dabei ist  $t_{ges}$  die gemessene Gesamtanstiegszeit und  $t_{osz}$  die vom Oszilloskop (bei HM412-4 ca. 18ns). Ist  $t_{ges}$  größer als 100ns, dann kann die Anstiegszeit des Meßverstärkers vernachlässigt werden. Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



## Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z. B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Taster 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d. h. an die Kabelimpedanz (in der Regel  $50\Omega$ ) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabelwellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines  $50\Omega$ -Kabels wie z. B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der  $50\Omega$ -Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit maximal 2 Watt belasten darf. Wird ein Taster 10:1 (z. B. HZ30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Taster werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca.  $10M\Omega // 11\text{pF}$ ). 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 Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tast-

teiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Gerät vorgenommen werden.

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

Bei der Darstellung von Differenz-Signalen dürfen für die Entnahme der beiden Signalspannungen nur Tastteiler absolut gleicher Impedanz und Teilung verwendet werden. Für manche Differenz-Messungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können evtl. Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden.

Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Kanal einen "DC-AC"-Schalter. In Stellung "DC" sollte nur bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Auf jeden Fall sollten die Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf "AC" und die Eingangsteiler auf 20V/cm stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker total übersteuert. Der "Y-AMPL."-Schalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-6cm 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 am "TIMEBASE"-Schalter eingestellte Wert. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

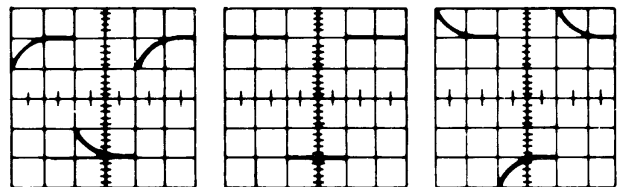
## Y-Überbereichsanzeige

Diese zeigt an, wenn sich in vertikaler Richtung die Strahllinie oder Signalanteile von mehr als 100ns Dauer außerhalb der sichtbaren Schirmfläche befinden. Die Anzeige erfolgt mit 2 Leuchtdioden, bezeichnet mit "Overdrive", welche oberhalb der Ein-

gangsteiler für die Y-Eingänge angeordnet sind. Leuchtet eine der Lampen ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten Y-Pos.-Regler hin. An der Zuordnung der Lampen erkennt man, in welcher Richtung der Strahl den Bildschirm verlassen hat. Bei Zweikanal-Betrieb können auch beide Pos.-Regler verstellbar sein. Liegen beide Strahllinien in einer Richtung, leuchtet ebenfalls nur eine Lampe. Befindet sich jedoch ein Strahl oberhalb und der andere unterhalb des Schirmes, leuchten beide. Die Anzeige der Y-Positionen und der Rasterüberschreitung erfolgt auch, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird. Wie schon im Absatz "Voreinstellungen" bemerkt, sollte der "LEVEL"-Regler möglichst immer in der Position "AT" belassen werden. Dann ist auch ohne Meßsignal ständig eine Zeitlinie vorhanden. Nicht selten verschwindet die Strahllinie nach dem Anlegen eines Meßsignals. An der Anzeige erkennt man dann, wo sie sich befindet. Leuchten beim Anlegen der Signalspannung beide Lampen gleichzeitig, wird der Schirm in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal mit einer Gleichspannung überlagert, kann im DC-Betrieb des Meßverstärkers auch bei kleineren Bildgrößen durch starke Positionsverschiebungen der Bildrand überschrieben werden. In diesem Fall ist "AC"-Eingangskopplung zu wählen.

## Abgleich des Tastteilers

Für naturgetreue Aufzeichnungen der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM412 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1kHz und einer Ausgangsspannung von  $0,2V_{ss} \pm 1\%$ . Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit der Spitze einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Minibuchse gelegt und sein Kompensationstrimmer entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



falsch

richtig

falsch

Der "TIMEBASE"-Schalter soll sich dabei in Stellung "0,2ms/cm befinden. Steht der "Y-AMPL."-Schalter in der empfindlichsten calibrierten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal 4cm hoch. Da ein Tastenteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man die Einstellung öfters kontrollieren.

## Betriebsarten

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

Für XY-Betrieb wird die Taste "Hor. ext." betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von Kanal II zugeführt. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind dann in beiden Ablenkrichtungen gleich. Der mit dem "X-POS."-Regler verbundene Schalter für die Dehnung der Zeitlinie ("X-MAGN.") darf dabei nicht herausgezogen sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 2MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

## Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht der "LEVEL"-Regler in Stellung "AT", wird die Zeitlinie auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz gut stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Mit "LEVEL"-Regelung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Flanke beginnen, muß die mit "+/—" bezeichnete Taste gedrückt werden. Der mit dem "LEVEL"-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Bei interner Triggerung und Einkanalbetrieb muß der untere Schiebeschalter links vom "TIMEBASE"-Knopf in Stellung "int.", der obere in Stellung "I" stehen. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. In der Stellung "I/II" kann bei alternierendem Betrieb auch von beiden Kanälen gleichzeitig getriggert werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich. In allen anderen Betriebsarten wird in Stellung "I/II" immer nur Kanal I durchgeschaltet. Für die Triggerung mit Netzfrequenz ist die Schalterposition "Line" zu benutzen.

Für externe Triggerung ist der untere Trigger-Wahlschalter auf "ext." umzuschalten und das Signal (0,5-5Vss) der Buchse "TRIG. EXT." zuzuführen. Bei Einkanalbetrieb kann die Zuführung auch über den Eingang von Kanal II erfolgen (Trigger-Wahlschalter dabei in Position "II"). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 0,5 und 5Vss liegt,

bzw. von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem "Y-AMPL."-Schalter 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 3-6cm einstellt. Hierfür ist die Taste "Mono/Dual" zu drücken und eventuell der Eingangskopplungsschalter "DC-AC" von Kanal I nach "GD" zu schalten.

Die Ankopplung des Triggersignals ist intern wie extern mit der Taste "AC/DC" wählbar. DC-Triggerung ist jedoch nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. Bei interner DC-Triggerung ist es empfehlenswert, immer mit "LEVEL"-Einstellung zu arbeiten. In Stellung "AT" besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter DC-Balance der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance muß dann auf jeden Fall korrigiert werden.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale automatisch, also ohne manuelle Betätigung des "LEVEL"-Reglers, getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil der Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die Bedienung des "LEVEL"-Reglers erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die "LEVEL"-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl. Soll z. B. das Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse die Taste "TV" drücken. 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.

Alle am "TIMEBASE"-Schalter einstellbaren Zeit-

koeffizienten beziehen sich auf die linke Anschlagstellung des mit "VARIABLE" bezeichneten Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei Rechtsanschlag wird die Ablenkzeit etwa um das 2,5fache verkürzt. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Bei 5facher Dehnung der Zeitachse (Knopf "X-POS." gezogen) ergibt sich dann in der obersten Stellung des "TIMEBASE"-Schalters eine maximale Auflösung von ca. 40ns/cm. 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.

## Trigger-Anzeige

Sowohl bei automatischer Triggerung wie auch mit "LEVEL"-Einstellung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die rechts über dem "TIMEBASE"-Schalter angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Besonders bei sehr langsam verlaufenden Vorgängen unterstützt diese das für die "LEVEL"-Einstellung erforderliche Feingefühl. 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 dieser Einrichtung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerzeitpunkt um eine vorwählbare Zeit (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 10 $\mu$ s-Bereich abwärts zu langsameren Ablenkgeschwindigkeiten hin ist etwa 100fache Dehnung möglich ("X-MAGN."-Knopf gezogen). In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztube (HZ47) erforderlich. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jitters.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ

einfach. Ausgehend von einem normal dargestellten Signal, das in der Regel etwa 1-2 Grundperioden enthalten sollte, wird zunächst der "DELAY"-Schiebeschalter von "norm." auf "search" umgeschaltet. Dabei verschiebt sich der Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Steht der "DELAY"-Bereichsschalter in der ersten Stellung ( $0,1\mu\text{s}$ ), ist es möglich, daß — abhängig von der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Ablenkzeit — die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnittes erfolgt an dem mit "x1- x10" bezeichneten Feinregler. Der Drehbereich desselben umfaßt etwa 20 Umdrehungen und besitzt keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein gewisses Schnappgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der Delay-Bedienungsfolge sollte er immer in der linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten völlig, ist normalerweise der "DELAY"-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzögerungszeit eingestellt. Er ist dann so weit nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die Verschiebung des Strahlanfanges ist identisch mit der eingestellten Verzögerungszeit. Man ermittelt sie durch Multiplikation der Verschiebung in cm mit dem am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. In der Folge wird nun der Schiebeschalter von "search" auf "delay" umgeschaltet. Dabei rückt der Anfang der Strahllinie, beginnend mit dem darzustellenden Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Position wie in Stellung "norm.". Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit der interessierende Bereich stark gedehnt werden. Mit dem "DELAY"-Feinregler ist — auch nachträglich — eine beliebige Verschiebung des gedehnten Zeitabschnittes möglich.

Wesentlich für das einwandfreie Arbeiten mit der Ablenkverzögerung ist das Erhalten des Triggerpunktes. Alle Signalarten, in denen das vergrößerte darzustellende Ergebnis mit diesem phasengleich ist, sind in dieser Hinsicht problemlos. Gemeint sind damit alle elektrischen Vorgänge, die mit der Folgefrequenz sich ständig wiederholende Signalfanken gleicher Polarität und triggerbare Pegelwerte enthalten. Besteht keine Phasengleichheit, kann die Triggerung

beim Umschalten von "search" auf "delay" oder bei Veränderung der Ablenkzeit aussetzen. Man muß dann bereits bei der Darstellung der Grundperiode des Signals versuchen, einen mit dem zu vergrößernden Ereignis phasengleichen Triggerpunkt zu finden. Bei komplizierten Signalgemischen ist es jedoch möglich, daß die Aufzeichnung der Grundperiode mit anderen Signalanteilen überlagert ist. Diese verschwinden in der Regel beim Hochschalten der Ablenkzeit. Andernfalls wird u. U. der Bildstand der gedehnten Darstellung mit "LEVEL"- und "VARIABLE"-Regler erreicht. Mit Hilfe der Dehnung ("X-MAGN.") kann jeder Ausschnitt ohne Veränderungen an der Zeitbasis nochmals um den Faktor 5 vergrößert werden. Dies kann besonders bei schwierigen zu triggernden Signalen eine Hilfe sein.

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

## Delay-Anzeige

Die Einschaltzustände der Ablenkverzögerung werden mit der rechts vom "DELAY"-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. Ist bei Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung diese noch eingeschaltet, können Fehleinwirkungen, wie z. B. durch Strahlverdunklung, entstehen. Daher ist diese Anzeige besonders zu beachten.

## Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. 5Vss) ist über eine BNC-Buchse an der Rückseite des

# HAMEG

Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als  $10k\Omega$  sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenschalten.

Die Dunkeltastung des Strahles erfolgt durch Low-TTL-Pegel 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 (5Vss) zur Dunkeltastung zulässig.

Für die fotografische Registrierung von Schirmbildern besitzt der HM412 eine Rasterbeleuchtung. Ohne diese ist das für eine Auswertung erforderliche Meßraster normalerweise nicht sichtbar. Eine stufenweise Veränderung der Beleuchtung ist an dem mit "ILLUM." bezeichneten Schiebeschalter möglich. In der 1. Stufe links ist die Rasterbeleuchtung abgeschaltet. Die optimale Einstellung ist jedoch auch von der verwendeten Kamera und Filmempfindlichkeit abhängig. Eventuell sind erst mehrere Probeaufnahmen erforderlich, bis das Meßraster auf den Bildern klar zu sehen ist.

## Wartung

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM412 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind. Für exakte Tests ist von HAMEG der Oszilloskop-Calibrator HZ62 erhältlich. Er ist für Kontrolle und Abgleich aller handelsüblichen Oszilloskope verwendbar. Auch zur Wartung einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist dieses Gerät empfehlenswert.

## Zubehör

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



## KURZANLEITUNG für HM 412-4

### Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaсте (rechts neben Bildschirm) drücken.  
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen sind erdfrei (Schutzklasse I, Schutzleiter nur mit 1. Netztrafo-Schutzwicklung verbunden).  
Keine weitere Taste drücken.  
"LEVEL"-Regler auf "AT" (Automatische Triggerung) stellen.  
"DELAY"-Schalter in Stellung "norm."  
Am Knopf "INTENS." mittlere Helligkeit einstellen.  
Mit den Reglern "Y-POS." und "X-POS." Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.  
Anschließend Strahl fokussieren.

### Betriebsart Meßverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.  
Kanal I und II: Taste "Mono/Dual" gedrückt.  
Kanalumschaltung alt. oder chop. wahlweise mit Taste "Alt/Chop",  
Signale <1 kHz mit "Chop".  
Kanäle I + II (Addition): Nur Taste "Alt/Chop" drücken.  
Kanäle —I + II (Differenz): Tasten "Alt/Chop" und "Invert I" drücken.

### Betriebsart Triggerung

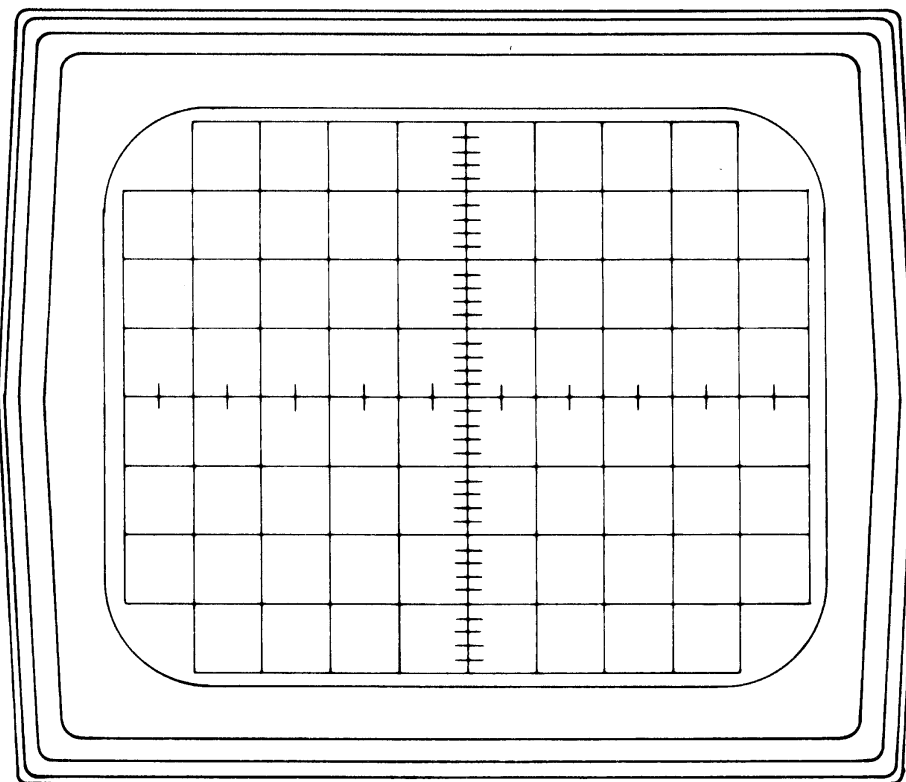
Triggerquelle mit Schalter "int.-Line-ext." und "I-II-I/II" wählen.  
Stellung "Line" für Triggerung mit Netzfrequenz.  
Stellung "I/II" für interne alternierende Triggerung von K I und K II.  
Trigger-Flankenrichtung mit Taste "+/-" wählen.  
Triggerkopplung (intern und extern) mit "AC/DC"-Taste wählen.  
Triggeranzeige (Trig.) beachten.

### Messung

Meßsignal der Buchse "VERT. INP." zuführen.  
Tasteteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen.  
Meßsignal-Ankopplung auf "AC" oder "DC" schalten.  
Mit Schalter "Y-AMPL." Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.  
Y-Überbereichsanzeige (Overdrive) beachten.  
Am "TIMEBASE"-Schalter Ablenkzeit wählen.  
Amplitudenmessung mit Y-Feinregler auf Linksanschlag (C).  
Zeitmessung mit "VARIABLE"-Regler auf Linksanschlag (Cal.).  
Bei komplizierten Signalen evtl. mit "LEVEL"-Einstellung triggern.  
Für Video-Signalgemische mit Bildfrequenz "TV"-Taste drücken.  
Bei ext. Triggerung Synchronsignal (0,5-5V<sub>ss</sub>) auf Buchse "TRIG. EXT."  
Ext. Horizontalablenkung (XY-Betrieb) mit Taste "Hor. ext." (X-Eing. K II).  
Dehnung "x5" mit "X-POS."-Reglerknopf gezogen.  
Ausschnittvergrößerung mit Ablenkverzögerung:  
Stellung "norm." = Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung.  
Stellung "search": mit "DELAY"-Schalter und Feinregler Beginn des Bildausschnitts einstellen (Delay-Lampe blinkt).  
Stellung "delay": durch Rechtsdrehen des "TIMEBASE"-Schalters  
Ausschnittlänge wählen (Delay-Lampe leuchtet ständig).

OSCILLOSCOPE HM 412

HAMEG



**X-POS.**

**INTENS.**

**X-MAGN.**  
x5: pull

**ILLUM.**

**POWER**  off / on

**FOCUS**

**DELAY**

- 0,1  $\mu$ s
- 1  $\mu$ s
- 10  $\mu$ s
- 100  $\mu$ s
- 1 ms
- 10 ms
- 100 ms

norm. search delay  x1  x10

**Y-POS. I** **Y-POS. II**

Invert I  Mono/Dual  Alt/Chop

**AMPL. I**  Bal.  Overdrive  **AMPL. II**  Bal.

**VERT. INPUT**

DC AC GD  I 1M $\Omega$  25pF II  DC AC GD

Hor. Inp.

**V/cm** **mV/cm**

**V/cm** **mV/cm**

AC/DC  TV  +/-  Hor. ext.

Trigger Coupling  XY

**TIMEBASE** Trig.

Trigger Source  I  II  I/II

int.  Line  ext.

**LEVEL**

AT

**VARIABLE**

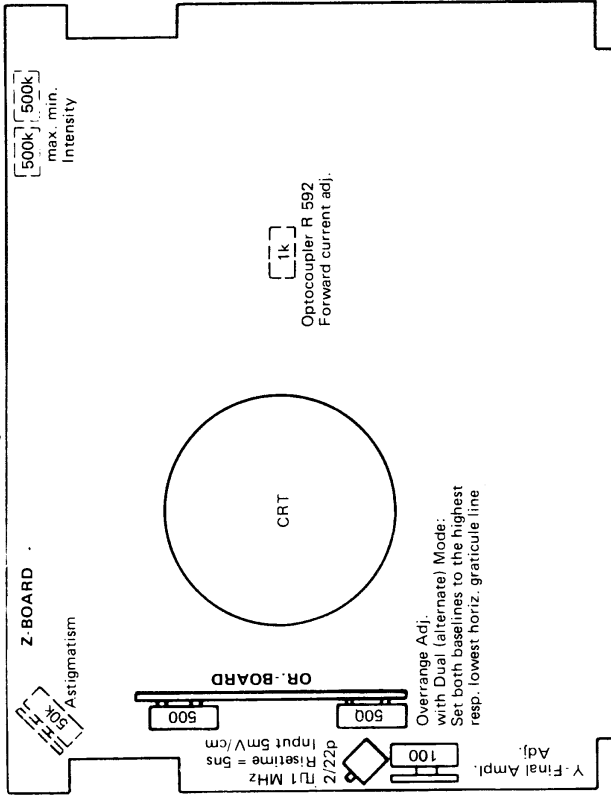
Cal.

Calibrator

0.2 V

**TRIG. EXT.**

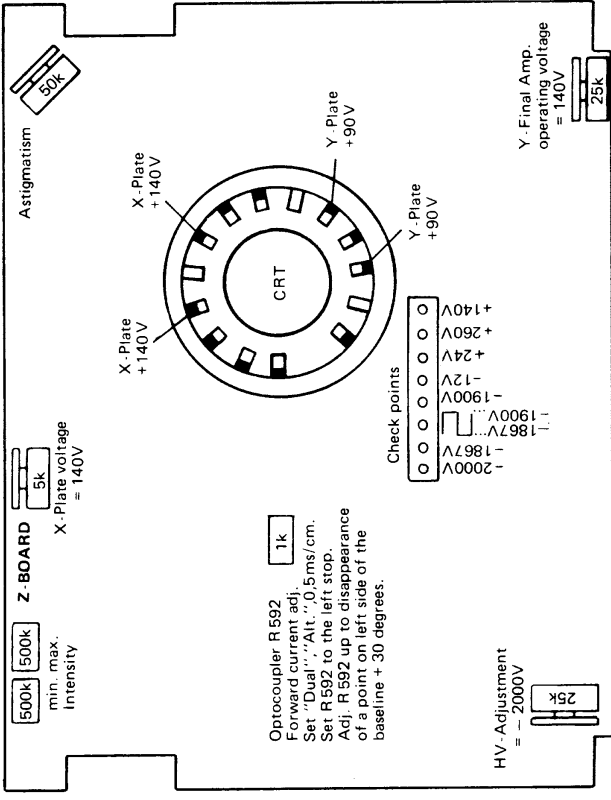
Seen from front. Vue d'avant. Von vorn gesehen.



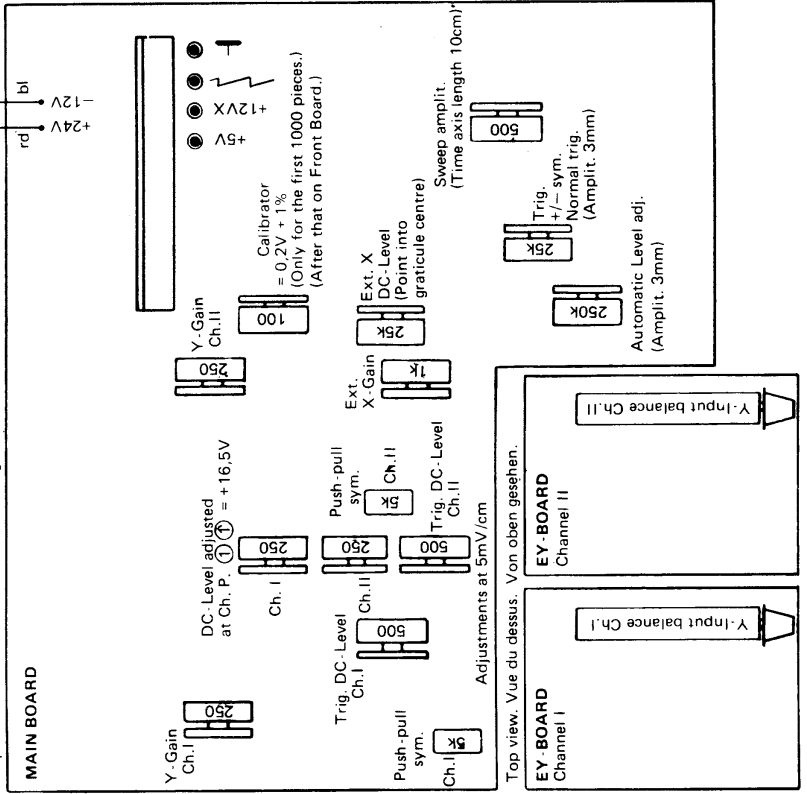
## HM412-4

### ADJUSTING PLAN PLAN D'AJUSTAGE ABGLEICHPLAN

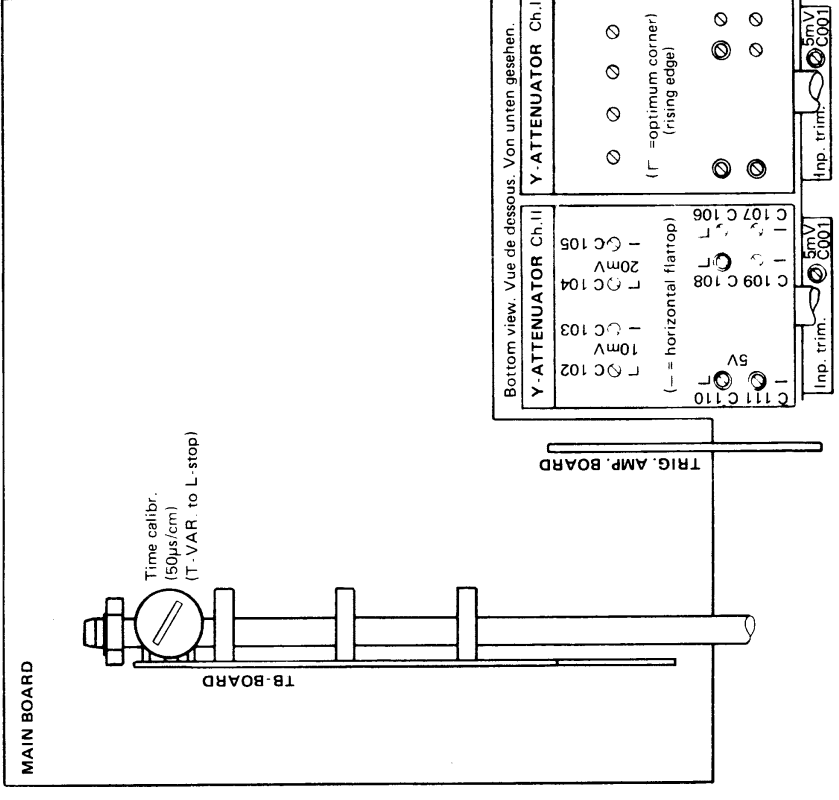
Seen from the rear. Vue de l'arrière. Von hinten gesehen.



Top view. Vue de dessus. Von oben gesehen.



Bottom view. Vue de dessous. Von unten gesehen.



### Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM412 zu überprüfen. Für exakte Tests ist von HAMEG der Oszilloskop-Calibrator HZ62 erhältlich. Er ist für Kontrolle und Abgleich aller handelsüblichen Oszilloskope verwendbar. Auch zur Wartung einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist dieses Gerät empfehlenswert. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechenden Fachkenntnissen durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen ("LEVEL"-Regler auf "AT"). Keine der Tasten soll eingedrückt sei. Zu beachten ist, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 2kV beträgt. Solche Hochspannungspotentiale befinden sich an der Bildröhrenfassung sowie auf der vertikal stehenden Z-Leiterplatte. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

### Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe

Die Strahlröhre im HM412 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann aber auch die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Meßverstärkers. Der Regelbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des "INTENS."-Reglers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auf keinen Fall darf schon der Rücklauf sichtbar sein. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein "Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die R-Trimmer für Hochspannung, min. und max. Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan).

### Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob waagerechte und senkrechte Schärfe auf dem gleichen Fokussierpunkt liegen. Man erkennt dies sehr gut bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschalteten Y-Eingängen (Stellung "GD") und gedrückter Taste "Hor. ext." wird mit dem "FOCUS"-Regler mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleich bleiben. Für die Astigmatismus-Korrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein R-Trimmer von 50k $\Omega$  (siehe Abgleichplan).

### Symmetrie und Drift des Meßverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bedienungsanleitung beschrieben. Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie von Kanal I und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste "Invert I" drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahlage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Meßverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Regelbereich der "Y-POS."-Regler möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der "Y-POS."-Regler nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1cm sind noch zulässig (Signalankopplung dabei auf "AC"). Mögliche Ursachen und Korrekturen der Symmetrie sind in der Service-Anleitung beschrieben. Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa **10 Minuten Einschaltzeit** wird der Strahl exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die Strahlage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Daten der beiden FET's im Eingang des Meßverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate

vorhandenen Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des entsprechenden "Y-AMPL."-Schalters über alle Stellungen die vertikale Strahlage insgesamt mehr als 0,5mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf. Weitere Hinweise in der Service-Anleitung.

## Calibration des Meßverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Minibuchse gibt eine Rechteckspannung von 200mV<sub>ss</sub> ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Minibuchse und dem Eingang des Meßverstärkers her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung 50mV/cm 4cm hoch sein. Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen Minibuchse und Meßeingang ein Taster 10:1 geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung 5mV/cm ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Meßverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch der zwischengeschaltete Taster fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein. Gegebenenfalls ist die Calibration des Meßverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (DC-Signalankopplung). Die Strahlage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkoeffizienten verändern. Eine Korrektur des Meßverstärkers oder der Calibratorspannung ist nur innerhalb des Gerätes möglich. Nach vorliegenden Erfahrungen ist sie jedoch nur selten erforderlich.

## Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am betreffenden Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabelwellenwiderstand (z. B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50Hz, 500Hz, 5kHz, 50kHz, 500kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegs-

flanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkoeffizient 5mV/cm; Signalankopplung auf "DC"; Y-Feinregler in Cal.-Stellung. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann. Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Die vor dem Verstärker sitzenden Eingangsteiler sind in jeder Stellung frequenzkompensiert. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z. B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40V<sub>ss</sub> zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Service-Anleitung). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter 2:1-Vorteiler erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1M $\Omega$ -Widerstand ( $\pm 1\%$ ) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung 5mV/cm auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Signalankopplung auf "DC"; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

## Betriebsarten: Mono/Dual, Alt/Chop, I + II und XY-Betrieb

Wird die Taste "Mono/Dual" gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der "Y-POS."-Regler sollten sich die Strahlagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei max. nur 0,5mm verän-

dern. Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. "TIMEBASE"-Schalter dabei auf  $1\mu\text{s}/\text{cm}$ ; Tasten "Mono/Dual" und "Alt/Chop" drücken. Signalkopplung auf "GD"; "INTENS."-Regler auf Rechtsanschlag; "FOCUS"-Regler auf optimale Schärfe. Mit den beiden "Y-POS."-Reglern wird eine Zeitlinie auf  $+2\text{cm}$ , die andere auf  $-2\text{cm}$  Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (1MHz) synchronisieren! Mehrmals Taste "Alt/Chop" auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar klein sein.

Wesentliches Merkmal bei I+II oder -I+II-Betrieb ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit beiden "Y-POS."-Reglern. Bei XY-Betrieb ("Hor. ext."-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinregler auf Linksanschlag stehen und der mit dem "X-POS."-Reglerknopf verbundene Dehnungsschalter eingedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von 4cm ergeben ( $50\text{mV}/\text{cm}$ -Stellung).

## Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM412 sollte sie bei 3 bis 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Störpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz. Der "LEVEL"-Regler kann dabei in Stellung "AT" stehen. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit "LEVEL"-Einstellung vorhanden ist. Durch Drücken der "+/-"-Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM412 muß bei einer Bildhöhe von etwa 5mm Sinussignale bis 40MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung sind etwa 0,5 bis 2V<sub>ss</sub> Signalspannung erforderlich. Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur bei gedrückter "TV"-Taste ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur mit ausgelöster "TV"-Taste auf die Zeitfrequenz getriggert werden.

Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die Funktion der "TV"-Taste mit der Netz- und der Calibrationfrequenz erfolgen. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die "TV"-Taste keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln. Wird mit einem Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Drücken der Taste "AC/DC" das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine korrekte DC-Balance-Einstellung des Meßverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

Im alternierenden Zweikanal-Betrieb müssen zwei verschiedene Signale (z. B. Netzfrequenz und Calibratorsignal) je nach Stellung des Triggerwahlschalters "I-II-III" einwandfrei (intern) getriggert werden. Bei Chopper-Zweikanal-Betrieb darf in der Stellung "I/II" nur eine Triggerung von Kanal I möglich sein und keine Darstellung der Chopperfrequenz erfolgen.

Werden beide Meßverstärker AC-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung des Triggerwahlschalters "I-II-III" oder beim Drücken der Taste "AC/DC" eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

## Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die Zeitlinie 10cm lang ist. Andernfalls muß sie am R-Trimmer für die X-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei einer mittleren Timebase-Schalterstellung ( $50\mu\text{s}/\text{cm}$ ) erfolgen. Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten.



Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als  $\pm 1\%$  sein. Die Zeitwerte des HM412 werden zwar mit  $\pm 3\%$  angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d. h. alle cm ein Kurvenzug abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe des "X-POS."-Reglers die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

2s/cm — 0,5Hz	0,5ms/cm — 2kHz
1s/cm — 1Hz	0,2ms/cm — 5kHz
0,5s/cm — 2Hz	0,1ms/cm — 10kHz
0,2s/cm — 5Hz	50 $\mu$ s/cm — 20kHz
0,1s/cm — 10Hz	20 $\mu$ s/cm — 50kHz
50ms/cm — 20Hz	10 $\mu$ s/cm — 100kHz
20ms/cm — 50Hz	5 $\mu$ s/cm — 200kHz
10ms/cm — 100Hz	2 $\mu$ s/cm — 500kHz
5ms/cm — 200Hz	1 $\mu$ s/cm — 1MHz
2ms/cm — 500Hz	0,5 $\mu$ s/cm — 2MHz
1ms/cm — 1kHz	

Dreht man den "VARIABLE"-Regler bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug mindestens 2,5cm horizontaler Länge.

Zieht man den "X-POS."-Reglerknopf ("X-MAGN.") heraus, dann erscheint nur alle 5cm ein Kurvenzug.

Recht genau kann man die Bereiche 20 und 10ms/cm mit Netzfrequenz kontrollieren. Es wird dann bei 20ms alle cm und bei 10ms alle 2cm ein Kurvenzug abgebildet.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators HZ62 empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quartzgenauen Markengeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit "LEVEL"-Einstellung gearbeitet wird.

## Ablenkverzögerung

Die Ablenkverzögerung darf in der Betriebsart "norm." keinerlei Einfluß auf die Bilddarstellung des Calibratorsignals zeigen. In der Schalterstellung "search" ist eine Kontrolle der Verzögerungszeit über die Länge des verdunkelten Strahles möglich. Beim Umschalten auf "delay" springt das Bild genau auf die übliche Strahlposition nach links; das Signalbild hat also wieder die volle horizontale Länge von 10cm.

Im gesamten Regelbereich des "DELAY"-Feinreglers müssen die abgebildeten Kurvenzüge ohne Jittern, Springen oder momentane Strahlverdunklung verschiebbar sein. Dies kann mit dem Calibrator-Signal geprüft werden. Einstellung: Calibratorbuchse mit Vert. Input Kanal I verbinden, Eingangskopplung DC, Schalterstellung 50mV/cm, Triggerschalter auf AC und Kanal I, LEVEL-Regler auf AT, TIMEBASE-Schalter auf 1ms/cm, keine Taste drücken. Im DELAY-Feld wird der Schiebeschalter auf "norm." gesetzt. Jetzt sieht man das Calibrator-Signal mit 4cm Bildhöhe und etwa 1 Wellenzug pro cm. Nun wird auf "search" umgeschaltet, wobei die DELAY-Lampe blinkt. Der DELAY-Drehschalter ist auf Bereich 1ms zu stellen. Dann wird der DELAY-Feinregler gedreht, bis das halbe Bild links verdunkelt ist. Die Verzögerungszeit beträgt jetzt 5ms. Nach Umschalten auf "delay" ist das Signalbild wieder voll sichtbar; die DELAY-Lampe zeigt Dauerlicht. Jetzt kann das Bild gedehnt werden. Hierzu wird der TIMEBASE-Schalter von 1ms/cm auf 5 $\mu$ s/cm nach rechts gedreht. Die Dehnung ist damit 200fach. Mit dem DELAY-Feinregler kann die nächstliegende Flanke des Calibrator-Signals in Schirmmitte gebracht und auf die oben angegebenen Kriterien geprüft werden. Bei 200facher Dehnung ist im allgemeinen die Bildhelligkeit zu erhöhen (mit INTENS.- und FOCUS-Regler). Zwar sind durchaus noch größere Dehnungen möglich, aber dann macht sich das Jittern störend bemerkbar.

## Sonstiges

Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 200V und 240V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

### Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM412 auftretende Abweichungen von den Solldaten zu korrigieren. Dabei werden an Hand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Anspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 0611/679900 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen.

### Öffnen des Gerätes

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

### Wichtiger Hinweis

**Bei Eingriffen in den HM412 ist zu beachten, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 2000V beträgt. Potentiale dieser Spannung befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der vertikal stehenden Z-Leiterplatte. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Transistoren und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.**

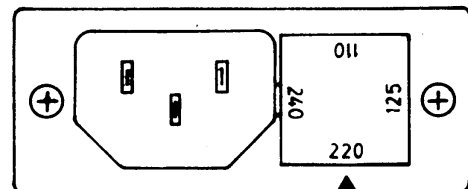
### Korrektur der Strahlage

Falls der Strahl in Mitte Bildschirm nicht exakt parallel

zu den Rasterlinien verläuft, ist dies meist auf eine Einwirkung des Erd-Magnetfeldes zurückzuführen. Solche kleinen Abweichungen, die von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz abhängen, lassen sich leicht an einem R-Trimmer mittels Schraubenziehers korrigieren. Dieser ist in die mit TR (Trace Rotation = Strahldrehung) gekennzeichnete Öffnung unterhalb des Knopfes "FOCUS" einzuführen. Eine größere Korrektur der Strahlage ist nur bei geöffnetem Gerät möglich. Vorher muß der TR- Trimmer unbedingt auf Bereichsmittle gestellt werden. Vor dem Drehen der Röhre ist die über dem Röhrenhals befindliche Schelle zu lösen. Da die greifbare Fläche der Röhre relativ klein ist, sollte zur Erleichterung der Drehbewegung dazu ein Stück reißfestes Klebeband benutzt werden. Wenn man die Mitte des Bandes ganz vorn oben auf den zwischen Raster-scheibe und Frontchassis sichtbaren Kolbenteil klebt, ist die Röhre durch Ziehen des Bandes relativ leicht zu verdrehen. Beim Befestigen der Schelle ist darauf zu achten, daß beide Muttern wechselseitig immer nur einige Umdrehungen angezogen werden. Andernfalls kann sich die Lage der Röhre wieder verändern.

### Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann nach Entfernung der Netzkabel-Steckdose herausgezogen und nach Drehung um 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das eingeprägte Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen.



Netzsicherungstyp: Größe **5x20mm**;  
IEC 127, Bl. III; DIN 41662 (evtl. DIN 41571, Bl. 3).  
Abschaltung: **träge (T)**

Netzspannung	Sich.-Nennstrom
110 V~ ±10%:	T 400 mA
125 V~ ±10%:	T 400 mA
220 V~ ±10%:	T 200 mA
240 V~ ±10%:	T 200 mA

Die Netzsicherung muß immer der Netzspannung entsprechen und — wenn erforderlich — ausgetauscht werden.

## Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselspannungen für Bildröhrenheizung und Rasterbeleuchtung (bzw. Netztriggung) werden im HM412 sieben Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+24V, +5V, -12V, +140V, +260V, -1900V und 33V für die Hellast-Schaltung). Bis auf die +140V (Y-Endstufe) und die Hochspannung sind die anderen Betriebsspannungen nicht einstellbar. Im Falle einer größeren Abweichung als ±5% vom Sollwert muß ein Defekt vorliegen. Für die Korrektur der beiden einstellbaren Spannungen befinden sich auf der Z-Leiterplatte zwei R-Trimmer 5kΩ und 25kΩ. Mit diesen werden, gemessen an der Check-Leiste, genau +140V bzw. -1900V gegen Masse eingestellt (siehe Abgleichplan). Für die Messung der Hochspannung und der 33V-Hellastversorgung (als Differenz zweier Spannungsmessungen gegen Masse) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter (>10MΩ) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm- bzw. Störspannungen zu überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern angegeben.

## Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Z-Leiterplatte zwei 500kΩ-Trimmer (siehe Abgleichplan). Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wie-

derholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter "Hor. ext."-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

## Astigmatismus-Korrektur

Am oberen Rand der Z-Leiterplatte befindet sich ein 50kΩ-Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann (siehe Abgleichplan). Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +90V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Unter Beachtung der Testplan-Hinweise muß während des Abgleichs (bei mittlerer Strahlhelligkeit) der "FOCUS"-Regler ständig hin und her gedreht werden, bis sich die Punktform rechts und links vom Fokuspunkt nicht mehr verändert. Dabei ist zu beachten, daß sich Fokuseinstellung und Astigmatismuskorrektur gegenseitig beeinflussen. Die letzte Einstellung muß immer am "FOCUS"-Regler erfolgen. Nach der Korrektur sollte möglichst entsprechend den Hinweisen im Testplan nochmals eine Rechteck-Kontrolle vorgenommen werden.

## Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen regelbaren Netz-Trenntrafo (Schutzklasse II), einen Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, sind die stabilisierte Hochspannung und die Versorgungsspannungen für die Endstufen (max. ca. 300V) lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, **mit längeren vollisolierten Tastspitzen** zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

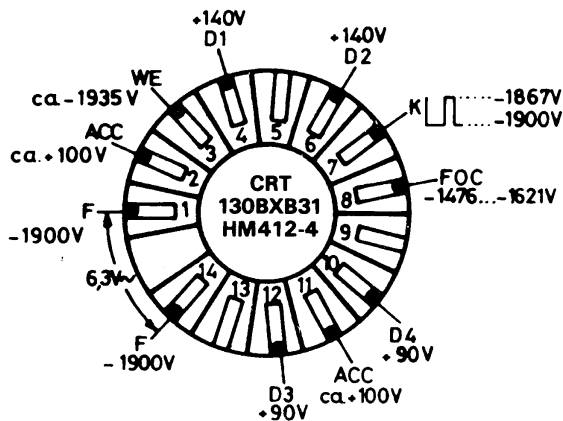
Selbstverständlich können in dieser Anleitung nicht alle möglichen Fehler eingehend erörtert werden. Etwas Kombinationsgabe ist bei schwierigen Fehlern schon erforderlich.

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

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

Während der Messung müssen die Pos.-Regler der beiden Ablenkeinrichtungen möglichst genau in der Mitte ihres Regelbereiches stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y ca. + 90V und X ca. + 140V). Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenkplattenspannungen überhaupt; ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.

gemessen bzw. beurteilt werden kann, nämlich in der passenden Betriebsart, mit optimaler Schalter- und Reglereinstellung, mit oder ohne Sinus- oder Rechtecksignal entsprechender Frequenz, Amplitude, Anstiegszeit und Tastverhältnis.

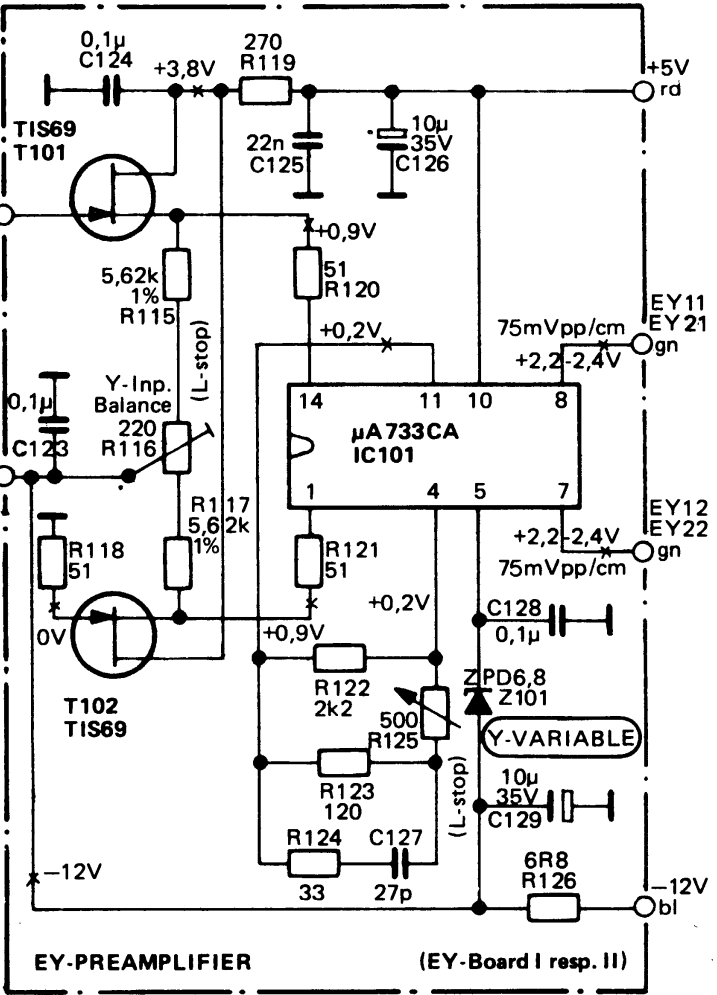
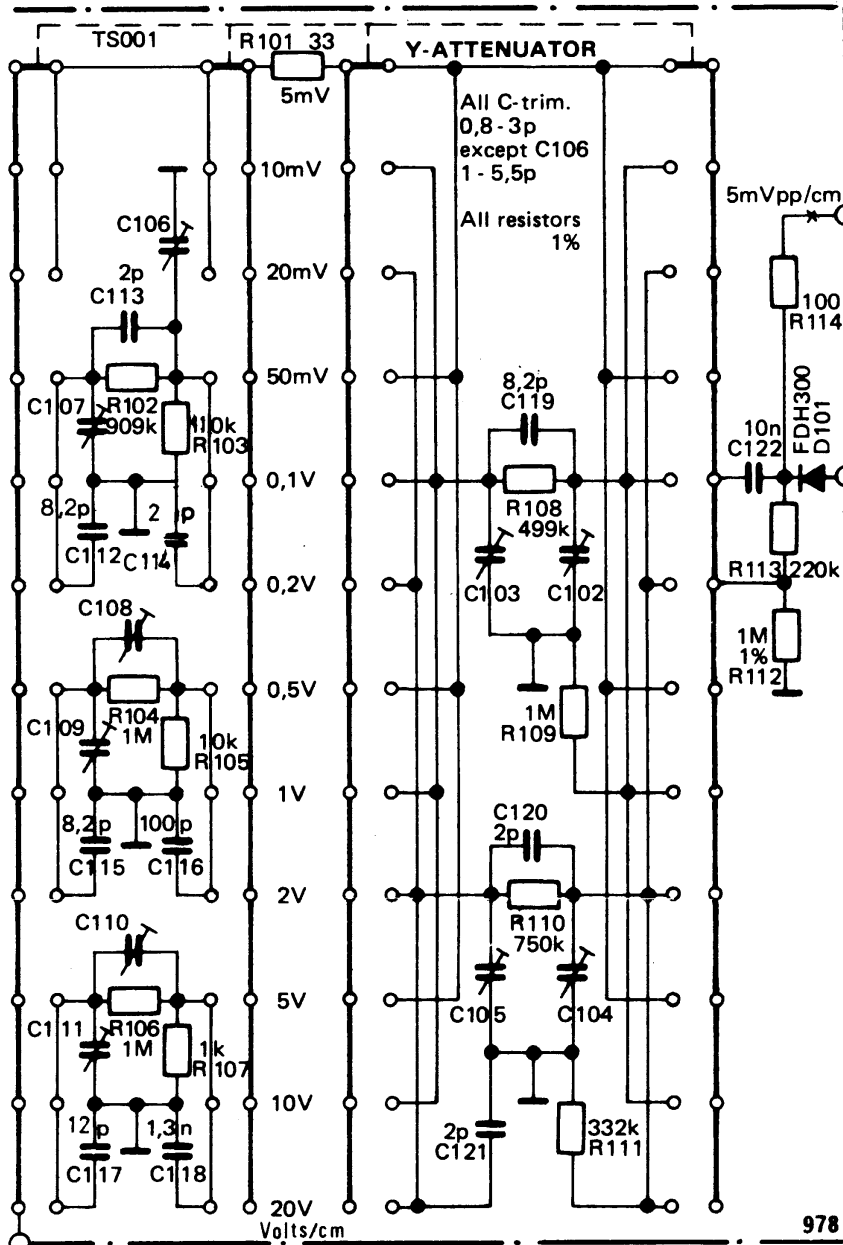


## Spannungen an der Strahlröhrenfassung

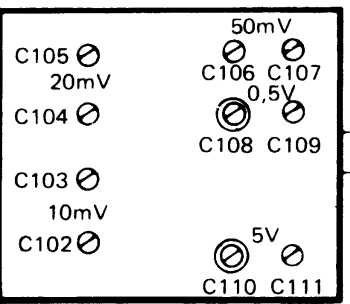
Entsprechend vielen Hinweisen in der Bedienungsanleitung, in den Schaltplänen, im Testplan und auf dem Abgleichplan lassen sich kleine Korrekturen und Abgleicharbeiten zwar ohne weiteres durchführen; es ist aber nicht gerade einfach, einen vollständigen Neuabgleich des Oszilloskops selbst vorzunehmen. Hierzu sind Sachverstand, Erfahrung, Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge und mehrere Präzisionsmeßgeräte mit Kabeln und Adaptern erforderlich. Deshalb sollten R- und C-Trimmer im Innern des Gerätes nur dann verstellt werden, wenn die dadurch verursachte Änderung an der richtigen Stelle genau

# Y-INPUT, ATTENUATOR AND Y-PREAMPLIFIER HM 412-4

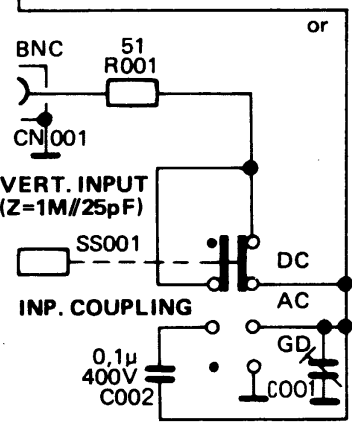
Channel I resp. II



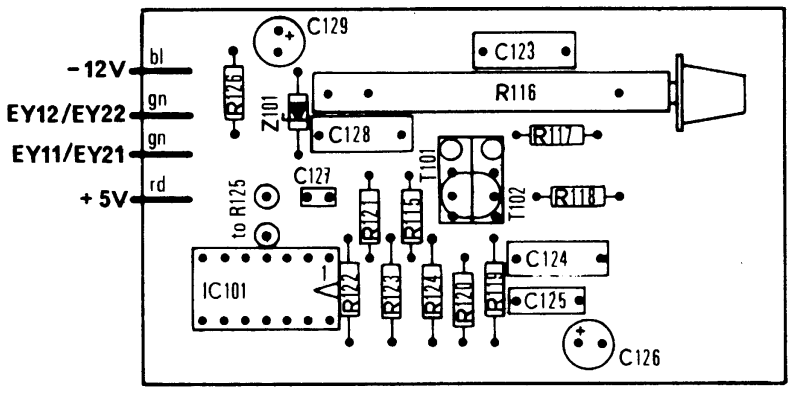
### ADJUSTING LOCATIONS



All components on this page exist doubly.  
Distinctive mark:  
T101-I refers to CH. I  
T101-II refers to CH. II



### COMPONENT LOCATIONS EY-BOARD



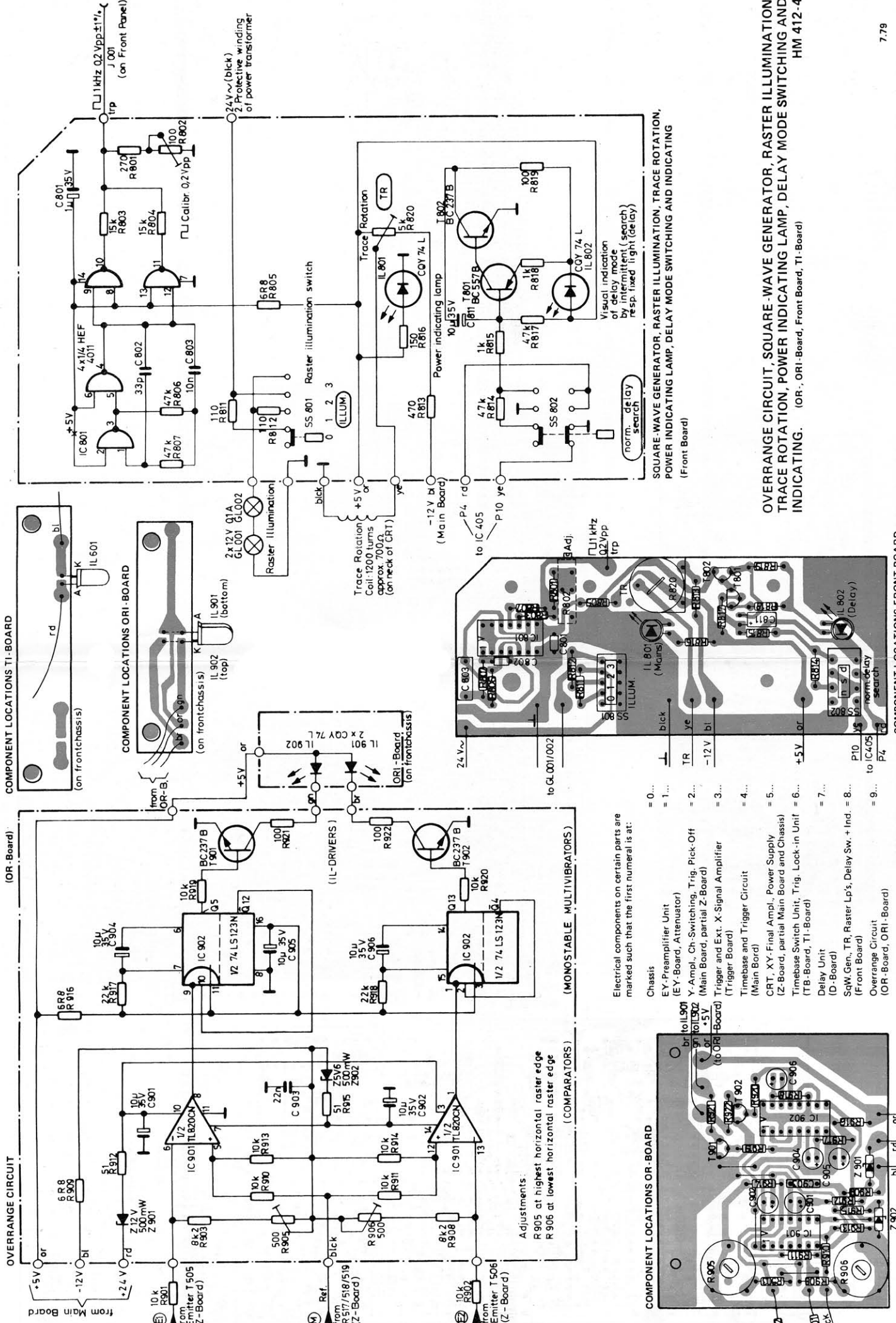












Electrical components on certain parts are marked such that the first numeral is at:

- Chassis = 0...
- EY-Preamplifier Unit (EY-Board, Attenuator) = 1...
- Y-Ampl., Ch-Switching, Trig. Pick-Off (Main Board, partial Z-Board) = 2...
- Trigger and Ext. X-Signal Amplifier (Trigger Board) = 3...
- Timebase and Trigger Circuit (Main Board) = 4...
- CRT, XY-Final Ampl., Power Supply (Z-Board, partial Main Board and Chassis) = 5...
- Timebase Switch Unit, Trig. Lock-in Unit (TI-Board, TI-Board) = 6...
- Delay Unit (D-Board) = 7...
- SqW.Gen., TR, Raster Lp's, Delay Sw. + Ind. (Front Board) = 8...
- Overrange Circuit (OR-Board, ORI-Board) = 9...



# HAMEG

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

# HAMEG

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

# HAMEG

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

# HAMEG

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

# HAMEG

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