

## Technische Daten

### Betriebsarten

Kanal I, Kanal I und II,  
**Kanalumschaltung** alt. u. chop.  
(Chopperfrequenz ca. 800 kHz)  
Addition Kanal I + II,  
Differenz mit invert. Kanal I  
**XY-Darstellung**, Verh. 1:1  
(X-Ampl. über Kanal II)

### Vertikal-Verstärker Y

**Frequenzbereich** beider Kanäle  
0 - 15 MHz (-3dB), 0 - 20 MHz (-6dB)  
Anstiegszeit ca. 28 ns  
Überschwingen max. 1 %  
**Empfindlichkeit** max. 5 mVss/cm  
Mit Feinreg. 1:2,5 bis 2 mVss/cm  
Eingangsteiler mit 12 Stellungen  
bis 20 Vss/cm (1-2-5 Teilung)  
Toleranz der Ampl. - Werte  $\pm 3\%$   
**Eingangsimpedanz** 1 MOhm//25 pF  
Eingang umschaltbar: DC-AC-GD  
Max. zul. Gleichsp. am Eing. 500 V  
Max. Ausschreibung vert. 80 mm  
Linearitätsfehler max. 2 %

### Zeitbasis

**Ablenkbereich** 18 Stellungen  
0,2 s - 0,5  $\mu$ s/cm (1-2-5 Teilung)  
Bei Dehnung x 5 bis 100 ns/cm  
mit Feinregelung 1:3 bis 0,6 s/cm  
Max. Toleranz der Zeitwerte  $\pm 3\%$   
Normallänge der Zeitlinie 10 cm  
**Triggerung** automatisch oder  
mit einstellbarem Niveau von  
Kanal I, II oder Netz: pos. u. neg.  
Triggerankopplung ext. DC od. AC  
**Triggerbereich** 1 Hz - min. 30 MHz  
Triggerschwelle max. 3 mm  
TV-Taste für Bildfrequenz  
Ausg. für Kippspannung ca. 5 Vss

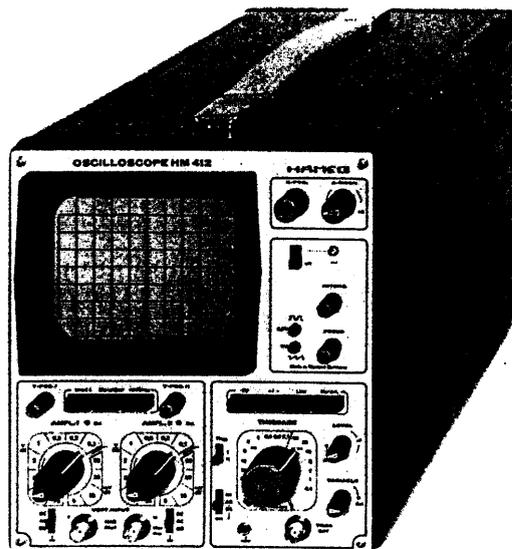
### Horizontal-Verstärker X

**Frequenzbereich** 0 - 1,3 MHz (-3dB)  
**Empfindlichkeit** max. 5 mVss/cm  
Mit Feinregler bis 2 mVss/cm  
Eingangsimpedanz 1 MOhm//25 pF  
(Eingang über Kanal II)

### Sonstiges

**Strahlröhre** D 13-620 mit 13 cm  $\emptyset$   
Eingeb. Rechteckgenerator 1 kHz  
für Tastteiler-Abgleich (0,2 Vss)  
Eing. für Z-Modulation (30 Vss)  
8 IC, 51 Transist., 40 Dioden  
**Elektronische Stabilisierung**  
einschl. Hochspannung (2 kV)  
Netzanschluß für 110 V und 220 V  
Zul. Netzspannungsschwankung  
94 V - 121 V bzw. 187 V - 242 V  
**Leistungsaufnahme** ca. 32 VA  
Gewicht ca. 9,5 kg  
Gehäuse 212x237x380 mm, anthraz.  
mit Griff und Aufstellbügel

Änderungen vorbehalten



Zweikanalgerät  
LPS-Triggerung

Bandbreite DC - 15 MHz  
Bildschirm 8x10 cm

Besonders am HM 412 ist erkennbar, welchen Leistungsstandard HAMEG-Oszilloskope in dieser Preisklasse heute erreicht haben. Gedacht ist das Zweikanal-Gerät für den Schul- und Servicebetrieb. Trotz seiner großzügigen Ausstattung entspricht es der Forderung nach einfacher Bedienbarkeit. Die von HAMEG-Oszilloskopen bekannte Grifftechnik wurde beibehalten. Technologisch ist der HM 412 weitgehend auf integrierter Modul- und Schaltungstechnik aufgebaut. Alle Versorgungsspannungen sind elektronisch stabilisiert. Auch bei stärkeren Netzschwankungen ist daher die Arbeitsweise sehr stabil. Die Zeitablenkung arbeitet mit der neuen LPS-Triggertechnik, welche Signale bis 30 MHz noch einwandfrei triggert. Die relativ große Bandbreite und die Vielzahl der Betriebsarten erlauben den Einsatz des HM 412 auf allen Gebieten der Technik.

### Lieferbares Zubehör

Tastteiler 10:1 und 100:1, Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Vorverstärker, Zweikanal-Vorsatz, Lichtschutztubus, Tragetasche, Registrier-Kamera und Gerätewagen.

## Allgemeines

Eine solide mechanische Konstruktion und die sinnvolle Anordnung aller Details zeugen von der inneren Reife des HM 412. 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 auch die Servicefreundlichkeit. In der Regel ist jedes Bauteil direkt zugänglich, ohne daß vorher ein anderes ausgebaut werden muß. Die den Geräten beiliegenden Manuale 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 HM 412 mit Nachleuchtöhre lieferbar.

## Betriebsarten

Der HM 412 ist für 1- oder 2-Kanal-Betrieb verwendbar. Die Aufzeichnung zweier, in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (alternating mode) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode (chopping mode) erfolgen. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können 2 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-Achse gleich.

## Vertikal-Ablenkung

Der HM 412 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 800 kHz-Signal benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Die Eingangsstufen der Vorverstärker sind zwecks geringster Drift mit monolithisch integrierten Bausteinen bestückt. Eine exakte Bestimmung der Meßgrößen ist mit Hilfe der 12-stufigen, in  $V_{ss}/cm$  geeichten Eingangsteiler möglich. Alle Stufen sind frequenzkompensiert. Um auch höhere Frequenzen einwandfrei triggern zu können, liegen die Bandbreiten der Vorverstärker bei etwa 50 MHz. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers hängt im wesentlichen von der Endstufe ab. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (70% von 60 mm). Begnügt man sich mit einer entsprechend kleineren Bildhöhe, ist es ohne weiteres möglich, sinusoidale Vorgänge bis zu einer Frequenz von etwa 30 MHz problemlos aufzuzeichnen.

## Zeitablenkung

Auch die Zeitbasis des HM 412 arbeitet mit einer neuartigen, von HAMEG entwickelten Trigger-technik. Dabei wird die gesamte Triggerraufbereitung von einem monolithisch integrierten Spannungskomparator mit TTL-Ausgang übernommen. Selbst bei sehr kleinen Bildhöhen werden Signale bis mind. 35 MHz Folgefrequenz 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 mit entsprechender Spannungsfestigkeit bewirkt. Extern ist der HM 412 wahlweise mit DC- oder AC-Ankopplung triggerbar.

## Sonstiges

Für die Stabilisation der kleineren Betriebsspannungen werden Festspannungsregler verwendet, die absolut kurzschlußfest sind. Die Hochspannung wird über DC-Wandler erzeugt. Ein Rechteck-Generator für die Calibration der Meßverstärker und den Tasterabgleich ist eingebaut.

# Bedienungsanleitung

## Allgemeine Hinweise

Der Umgang mit dem HM 412 ist bei genügender Beachtung der folgenden Bedienungshinweise relativ einfach. Auch ohne Erfahrung mit Oszilloskopen wird jeder mit der ohnehin schon fast genormten Grifftechnik der HAMEG-Oszilloskope schnell vertraut sein. Die Frontplatte ist entsprechend den verschiedenen Funktionen in 4 Regionen aufgeteilt. Im oberen Feld befinden sich die Einsteller für den X-Verstärker wie "X-POS." und "X-MAGN.". Darunter, rechts neben dem Bildschirm, sind die Stellglieder für Inbetriebnahme und Strahlbeeinflussung und Buchsen für Rechteck- und Sägezahn Ausgang angebracht. Die beiden unteren Felder sind der Ablenkung in Y- und X-Richtung vorbehalten. Links erfolgt die Wahl der Betriebsart und die Anpassung des Meßsignals an den Meßverstärker, wobei auch gleichzeitig die Bildhöhe des aufgezeichneten Signals eingestellt wird. Die rechte Seite ist für die Wahl der Ablenkzeit und der Triggerart bestimmt. 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.

Die Vielseitigkeit des HM 412 erlaubt es nicht, im Rahmen dieser Anleitung alle Verwendungsmöglichkeiten im Detail zu erläutern. Die folgenden Hinweise beschränken sich daher auf einige markante Aufgabenstellungen der allgemeinen Elektronik. Für weiterreichende Informationen ist ein Handbuch über die Anwendung von HAMEG-Oszilloskopen in Vorbereitung. Bis auf den allgemeinen Teil wird es in Form einer Loseblatt-Sammlung verkauft, die jederzeit durch neuerscheinende Blätter ergänzt werden kann.

Der HM 412 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mind. 15MHz. Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze

sogar bei 25 bis 30MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die Aussteuerung des Bildschirms auf ca. 20 - 25 mm begrenzt. Außerdem wird auch die zeitliche Auflösung problematisch. Bei 20MHz wird z. B. mit maximaler X-Dehnung alle 5 mm ein Kurvenzug geschrieben. Die maximale Toleranz der angezeigten Werte beträgt in vertikaler Ablenkrichtung normal  $\pm 3\%$ , in horizontaler Ablenkrichtung  $\pm 5\%$ . Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich im Bereich der oberen Grenzfrequenz auf Grund des Verstärkungsabfalls des Meßverstärkers auch der Meßfehler vergrößert. Bis ca. 5MHz Folgefrequenz ist dieser Fehler zu vernachlässigen. Bei 10MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz dem gemessenen Wert ca. 11% hinzuaddieren.

Die Masse des Gerätes ist nicht mit dem Schutzleiter des Netzes verbunden. Das Auftreten von 50Hz-Brummspannungen im Meßkreis durch die Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten ist daher nicht möglich. Trotzdem darf der HM 412 aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schukosteckdosen betrieben werden. Damit wird gewährleistet, daß die 1. Netztrafo-Schutzwicklung mit dem Netz-Schutzleiter verbunden ist.

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.

Auf Grund der Volltransistorisierung ist der HM 412 nur wenig stör anfällig. Verschleißerscheinungen, wie sie bei Röhrengeräten üblich sind, treten kaum auf. Die Wärmeentwicklung des Gerätes ist sehr gering. Wie für jedes technisch komplizierte

Gerät, ist auch für den HM 412 eine gewisse Wartung zu empfehlen. Zumindest sollte man an Hand des Testplanes am Ende der Anleitung von Zeit zu Zeit eine Funktionsprüfung vornehmen. In diesem Zusammenhang sei besonders auf die Korrektur der Y-Balance hingewiesen. Sie ist für die einwandfreie Funktion der Meßverstärker von größter Bedeutung.

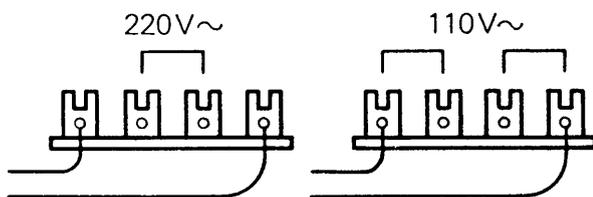
Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umfeldbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei punktförmigem Strahl geboten. Ferner schadet es der Katode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

### Garantie

Auf alle HAMEG-Geräte wird eine Funktionsgarantie von 6 Monaten gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen werden. Der Ersatz unmittelbaren oder mittelbaren Schadens, welcher durch die Verwendung von HAMEG-Geräten entsteht, ist ausgeschlossen.

### Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf 110V erfolgt am Netztrafo durch Entfernen der mittleren Drahtbrücke und Ersatz derselben durch zwei seitliche Brücken.



Für 110V muß die Netzsicherung von 0,4A gegen 0,8A ausgewechselt werden. Das Öffnen des Gehäuses erfolgt durch Abnehmen der Rückwand. Beim Verschließen wird empfohlen, das Gerät

mit der Frontplatte nach unten auf eine weiche Unterlage zu stellen. Gehäuserahmen und Rückdeckel werden dann oben aufgesetzt. Bei einer anderen Methode wird der Gehäuserahmen auf eine Tischfläche gestellt und das Chassis von vorn eingeschoben. Auch hierbei ist darauf zu achten, daß sich der Rahmen mit allen vier Seiten bis zum Anschlag unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt für den Rückdeckel.

Zu Beginn der Arbeiten sollten, wie bereits erwähnt, keine der Tasten eingedrückt sein. Alle Knöpfe mit roten Abdeckungen und Pfeilen haben eine calibrierte Stellung. Der Y-Feinregler, sowie "LEVEL"- und "X-MAGN."-Regler müssen in der linken Anschlagstellung stehen (Pfeile waagrecht nach links zeigend). Nur der mit "VARIABLE" bezeichnete Regler ist auf Rechtsanschlag calibriert. Die Striche der grauen Knopf-abdeckungen sollten etwa senkrecht stehen.

Mit dem rechts neben der Schirmblende sitzenden Schiebeschalter wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Die aufleuchtende Glimmlampe 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. Ohne angelegte Meßspannung ist die Auslösung nur möglich, wenn der mit "LEVEL" bezeichnete Regler in Stellung "AT" (Automatische Triggerung = Pfeil waagrecht nach links zeigend) steht. Außerdem können auch die "POS."-Regler verstellt sein. 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" auf max. Schärfe eingestellt. Dabei sollten die "AC-DC"-Schalter der Y-Eingänge in Massestellung stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen

sen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannung von außen die Fokussierung beeinflussen kann.

### **Betriebsart**

Die gewünschte Betriebsart der Meßverstärker wird mit den drei 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 (alternating mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flackert dann zu stark oder es erscheint zerhackt. Drückt man noch die Taste "Alt/Chop", werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopping mode). Auch sehr langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalschaltung weniger wichtig. Ist nur die Taste "Alt/Chop" gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste "Invert" eingedrückt), ist auch die Darstellung der Differenz möglich.

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 Calibration in X-Richtung benutzt. Maximale Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind dann in beiden Richtungen gleich. Der "X-MAGN."-Regler muß dabei Linksanschlag haben. Zu beachten ist, daß die Grenzfrequenz in X-Richtung nur ca. 1,3MHz (-3dB) beträgt. Daher ergibt sich zwischen beiden Ablenkrichtungen eine schon bei 100kHz merkliche und nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz.

### **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 Strahllage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mindestens 30 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 0,5 mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden den mit Hilfe eines Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung oberhalb des "Y-AMPL."-Schalters einführt, an dem etwa 30 mm dahinterliegenden Balance-Trimmer korrigiert. Es handelt sich dabei um einen Wendelpot-Trimmer, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur wird der Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahllage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

### **Art der Signalspannung**

Mit dem HM 412 können exakt alle Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 15MHz liegt. Die Darstellung sinusförmiger Signale 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 genaue Auswertung solcher Signale mit dem HM 412 ist deshalb nur bis maximal 1 oder 1,5 MHz Folgefrequenz möglich. Problematischer 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 gutgetriggertes Bild zu erhalten, ist unter Umständen die Zuhilfenahme des Zeit-Feinreglers erforderlich. Fernseh-Video-Signale sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz die TV-Taste gedrückt sein. Hierdurch werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender PegelEinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Kanal einen "AC-DC"-Schalter. Im DC-Bereich sollte nur dann gearbeitet werden, wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist. Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Vorgänge können allerdings bei AC-Betrieb störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der DC-Betrieb vorzuziehen. Anderenfalls muß vor den Eingang des Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. Auch Gleichspannungen werden in Stellung "DC" gemessen.

### Größe der Signalspannung

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt 2 mV<sub>ss</sub> (uncalibriert) bzw. 5 mV<sub>ss</sub> (calibriert). Für kleinere Spannungen ist einer der von HAMEG lieferbaren Vorverstärker erforderlich. Alle Spannungsangaben an den Eingangsteilern, bezeichnet mit "Y-AMPL.", beziehen sich auf mV<sub>ss</sub>/cm oder V<sub>ss</sub>/cm. Veff-Werte sind deshalb entsprechend umzurechnen (1 V<sub>eff</sub> = 2,83 V<sub>ss</sub>). Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Wertes mit der Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man bei zurückgedrehtem Feinregler (Calibrationsstellung) Signale bis 160 V<sub>ss</sub> oszilloskopieren. Für höhere Spannungen bis maximal 500 V Spitzenwert ist immer ein Tastteiler (z. B. HZ 30) erforderlich. Aufzeichnungen von Hochspannungen, die über 500 V<sub>—</sub> oder 350 V<sub>~</sub> liegen, sind nur mittels Spezialtastteiler möglich (z. B. HZ 41). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops schwer geschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch ein normaler Tastteiler 10:1. Diesem ist

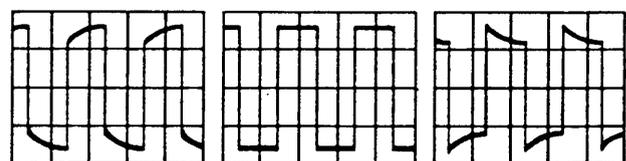
dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22 - 68 nF) vorzuschalten.

### Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung der aufzuzeichnenden Spannung an die Verstärkereingänge soll mit einem abgeschirmten Meßkabel (z. B. HZ 32, 33, 34) direkt oder über einen Tastteiler (z. B. HZ 30) erfolgen. Die Verwendung der Meßkabel ist jedoch nur empfehlenswert, wenn mit tiefen Frequenzen gearbeitet wird oder die Meßspannungsquelle relativ niederohmig ist, da sonst die verhältnismäßig hohe Kabelkapazität (ca. 100 pF) bei hohen Frequenzen eine starke Belastung des Meßobjekts bewirkt. Mit Tastteiler 10:1 werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 MOhm//7 pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen, daher muß ein genauer Abgleich am Gerät vorgenommen werden.

### Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler genau auf den Eingang des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM 412 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit der Spitze einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Minibuchse gelegt und entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



falsch

richtig

falsch

Der "TIMEBASE"-Schalter soll dabei in Stellung "0,2 ms/cm" stehen. Das abgegebene Signal be-

trägt  $0,2V_{ss} \pm 1\%$ . Steht der "Y-AMPL."-Schalter in der empfindlichsten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal etwa 4 cm hoch. Y-Feinregler dabei auf Linksanschlag (calibr. Stellung). Da ein Tastteiler ständig größeren Bewegungen ausgesetzt ist, sollte man die Einstellung öfters kontrollieren.

### Triggerung und Zeitablenkung

Für die Aufzeichnung einwandfrei stehender Bilder ist die Bedienung der Zeitbasis besonders wichtig. Steht der "LEVEL"-Regler in Stellung "AT", wird der Ablenkgenerator automatisch getriggert. Die Zeitlinie wird dann auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 20 Hz Folgefrequenz gut stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung.

Damit sich überhaupt ein stehendes Bild ergibt, muß die Zeitbasis synchron mit dem Meßsignal ausgelöst werden. Die Auslösung kann durch das Meßsignal selbst oder durch eine andere, extern zugeführte Signalspannung erfolgen. Diese muß jedoch ebenfalls synchron mit dem Meßsignal sein. Der "int./ext."-Umschalter befindet sich links unterhalb des "TIMEBASE"-Schalters. Die externe Signal-Ankopplung ist wahlweise mit "AC" oder "DC" über die Buchse "TRIGG. EXT." möglich. Intern wird nur AC-gekoppelt übertragen. Bei Zweikanal-Betrieb kann das Triggersignal Kanal I oder II entnommen werden. Es ist empfehlenswert, möglichst immer mit dem einfacheren Signal zu triggern. Für Einkanal-Betrieb darf der Triggerwahl-Schalter (links oberhalb des Timebase-Schalters) nur auf "Trigg. I" stehen. Wählbar ist auch die Richtung des ersten Kurvenanstiegs. Steht die "+/-"-Taste heraus, beginnen alle Aufzeichnungen mit einem positiven Kurvenanstieg. Für gewisse Aufgaben ist es vorteilhaft, wenn die Auslösung der Zeitablenkung netzsynchron erfolgt. Für diesen Fall wird die Taste "Line." eingedrückt.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale automatisch, also ohne manuelle Betätigung des

"LEVEL"-Reglers, getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des 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, wird normalerweise die Synchronisation durch die schnellere Folge der im Signal enthaltenen Zeilenimpulse ständig gestört. Drückt man die Taste "TV", wird ein Tiefpaß eingeschaltet, der die Zeilenimpulse so stark abschwächt, daß man den "LEVEL" auf die höheren Bildimpulse einstellen kann. Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des "LEVEL"-Reglers kein Triggerpunkt gefunden wird, kann der Bildstillstand wahrscheinlich durch Veränderung des "VARIABLE"-Reglers erreicht werden. Manchmal kann es auch vorteilhaft sein, den "LEVEL"-Regler in Stellung "AT" zu belassen und nur mit dem "VARIABLE"-Regler zu arbeiten.

Alle am "TIMEBASE"-Schalter einstellbaren Werte beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung des mit "VARIABLE" bezeichneten Feinreglers und eine Zeitlinienlänge von 10 cm (linke Anschlagstellung des "X-MAGN."-Reglers). Bei Rechtsanschlag (5-fache Dehnung) werden alle Zeitwerte durch 5 dividiert. Die Wahl des günstigen Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung der Ablenkzeit.

### Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators kann an der mit einem Sägezahn bezeichneten Minibuchse entnommen werden. Der Belastungswiderstand sollte jedoch nicht kleiner als 10kOhm sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungs-

potential muß ein Kondensator nachgeschaltet werden.

Für die Modulation der Z-Achse bzw. des Katenstrahls befindet sich eine Buchse auf der Rückseite des Gerätes. Für die völlige Dunkelsteuerung wird eine Signalspannung von etwa  $30V_{ss}$  benötigt. Als Koppelglied dient ein hochspannungsfester Kondensator von 10 nF. Da in der Regel zur Markierung des Strahls Signale mit höheren Folgefrequenzen verwendet werden, ist diese Kapazität im allgemeinen genügend groß. Andernfalls muß ein genügend großer Kondensator mit entsprechender Spannungsfestigkeit (2 kV) im Gerät parallel geschaltet werden.

### **HAMEG -Zubehör**

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

### **Wartung**

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM 412 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind. Für exaktere Tests ist von HAMEG der Oszilloskop-Calibrator HZ 62 erhältlich. Er ist für Kontrolle und Abgleich aller handelsüblichen Oszilloskope verwendbar. Zur Wartung einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist dieses Gerät sehr empfehlenswert.

**Allgemeine Hinweise**

Nachregelungen oder Neueinstellungen innerhalb des Gerätes sollten nur von Personen mit entsprechenden Fachkenntnissen durchgeführt werden. Die einzelnen Punkte sind dem Abgleichplan zu entnehmen. Zu beachten ist, daß die Betriebsspannung der Bildröhre 2 kV beträgt. Potentiale dieser Spannung befinden sich vornehmlich auf der vertikal stehenden Z-Leiterplatte und dem seitlich vom Netztrafo befindlichen HV-Wandler. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

**Strahlröhre: Helligkeit, Schärfe, Astigmatismuskontrolle**

Die Strahlröhre im HM 412 besitzt normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist in Kauf zu nehmen. Sie ist fabrikationstechnisch bedingt. Max. und min. Helligkeit sind einstellbar. Der Regelbereich muß so liegen, daß bei Linksanschlag des Helligkeitsreglers 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. Weiter darf bei max. Helligkeit kein "Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisierung der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Ferner ist zu kontrollieren, ob waagerechte und senkrechte Schärfe auf dem gleichen Fokus-Punkt liegen. Man erkennt dies z. B. sehr gut bei der Abbildung eines Rechteck-Signals höherer Folgefrequenz (ca. 1 MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Form des Leuchtflecks. Bei kurzgeschlossenen Eingängen von Kanal I und II sowie gedrückter Taste "Hor. ext." wird mit dem "FOCUS"-Regler mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund oder langezogen, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleich bleiben. Für die Astigmatismus-Korrektur befindet sich unter dem vorletzten Schlitz der linken oberen Gehäusekante waagerechter R-Trimmer, der mit einem Schraubenzieher auch von außen zugänglich ist. Die Trimmer für den Helligkeitsbereich sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan, Z-Platte). Zu geringe Helligkeit kann auch die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Sie ist an der Hochspannungseinheit einstellbar. Direkt an der Katode der Bildröhre müssen ca. -1900 V sein. Starke Abweichungen erkennt man auch an der veränderten Empfindlichkeit des Meßverstärkers.

**Vert. Ablenkung: Kontrolle DC-Balance, Invert. Kanal I, Calibration und Übertragungsgüte**

Prüfung und Korrektur der DC-Balance wie in der Anleitung beschrieben. Die rechts neben dem Bildschirm mit einem Rechteck bezeichnete Minibuchse gibt ein Signal von 200 mVss ab. Normalerweise hat die abgegebene

Spannung eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Minibuchse und den Eingängen der Meßverstärker her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung 50 mV/cm genau 4 cm hoch sein (Y-Feinregler dabei auf Linksanschlag). Abweichungen von max. 1 mm (2,5%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen Minibuchse und Meßeingang ein Taster (Ü = 10:1) geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung 5 mV/cm ergeben. Für die Calibration kann auch eine Gleichspannung benutzt werden. Eine Korrektur ist an den 100 Ohm-Trimmem auf der Y-Leiterplatte möglich (siehe Abgleichplan). Nach vorliegenden Erfahrungen ändert sie sich jedoch nur selten.

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie des ersten Kanals und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste "Invert I" drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahlage nicht mehr als 5 mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1 cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Meßverstärker hin.

Die Übertragungsgüte der Meßverstärker ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators kleiner Anstiegszeit (max. 5 ns) feststellbar. Die Signalzuführung muß dabei am Eingang des Meßverstärkers mit einem Widerstand gleich der Kabel-Impedanz abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50 Hz, 500 Hz, 5 kHz, 50 kHz, und 500 kHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 500 kHz, bei einer Bildhöhe von 4 cm kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht verrundet sein. 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. Der vor dem Verstärker sitzende Eingangsteiler ist 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. 1 kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40 Vss zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Serviceanweisung). 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 HZ 23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1 MΩm-Widerstand, und parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15 pF parallel mit etwa 20 pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt an den Meßverstärker angeschlossen, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in der Stellung 5 mV/cm auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops

abgeglichen (Rechteckdächer exakt horizontal). 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 0,5 mm verändern. Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar 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, wenn beide Feinregler und der "X-MAGN."-Regler auf Linksanschlag stehen. 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 4 cm ergeben (50 mV/cm-Stellung).

### **Zeitbasis: Kontrolle Triggerung, Ablenkzeiten und Dehnung**

Wichtig ist die Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM 412 sollte sie zwischen 2 und 3 mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Störpegel am Triggereingang in sich. Es ist dann möglich, daß um 180° verschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50 Hz und 1 MHz. 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.

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die Zeitlinie exakt 10 cm lang ist. Anderenfalls muß sie an dem hinter der vorletzten Schlitzöffnung der rechten oberen Gehäusekante sitzenden R-Trimmer korrigiert werden. Dabei muß der "X-MAGN."-Regler auf Linksanschlag und der "VARIABLE"-Regler auf Rechtsanschlag gedreht sein. Die Einstellung der Zeitlinienlänge sollte bei einer mittleren Timebase-Schalterstellung erfolgen. Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinus-Generator arbeiten. Seine Toleranz sollte

allerdings nicht größer als  $\pm 1\%$  der eingestellten Frequenz sein. Die Zeitwerte des HM 412 werden zwar mit  $\pm 5\%$  angegeben, in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten mindestens immer 10 Schwingungen, d. h. alle cm ein Kurvenzug, abgebildet werden. Für eine exakte Beurteilung sollte man mit Hilfe des X-POS.-Reglers die Spitze des ersten Kurvenzugs über die erste vertikale Linie des Rasters stellen. Die Tendenz einer eventuellen Abweichung ist dann schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar. Aus der untenstehenden Tabelle ist ersichtlich, welche Frequenzen dann für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

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

Dreht man den "X-MAGN."-Regler voll nach rechts (Dehnung x5), erscheint nur alle 5 cm ein Kurvenzug.

Relativ zuverlässig kann man die Bereiche 20, 10, 5 und 2 ms/cm auch mit Netzfrequenz kontrollieren. Es werden dann abgebildet:

in Stellung:	20 ms/cm	10 Kurvenzüge
	10 ms/cm	5 Kurvenzüge
	5 ms/cm	2,5 Kurvenzüge
	2 ms/cm	1 Kurvenzug

Hierbei kann mit Netz getriggert werden (Taste "Line" drücken).

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators HZ 62 empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quartzgenauen Markengeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1 cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit "LEVEL"-Einstellung gearbeitet wird.

### **Sonstiges**

Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 190 V und 240 V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

## KURZANLEITUNG für HM 412 - 2

### Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netzschalter (rechts neben Bildschirm einschalten. Glühlampe zeigt Betriebszustand an. Die Masse des Gerätes ist erdfrei (erste Netztrafo-Schutzwicklung liegt am Netzschutzleiter). Keine Taste drücken und "LEVEL"-Regler auf "AT" (automatische Triggerung) stellen.

Am Knopf "INTENS." mittlere Helligkeit einstellen, mit den Reglern "Y-POS." und "X-POS." Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen. Dabei "X-MAGN." auf x1. Anschließend Strahl fokussieren.

### Betriebsart Meßverstärker

"AC-DC"-Schalter: Eingang wechsel- oder gleichspannunggekoppelt. In der unteren Stellung ist der Verstärker auf Masse ("GD") geschaltet. Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend. Kanal II und I: Taste "Mono/Dual" gedrückt. Kanalschaltung 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" drücken.

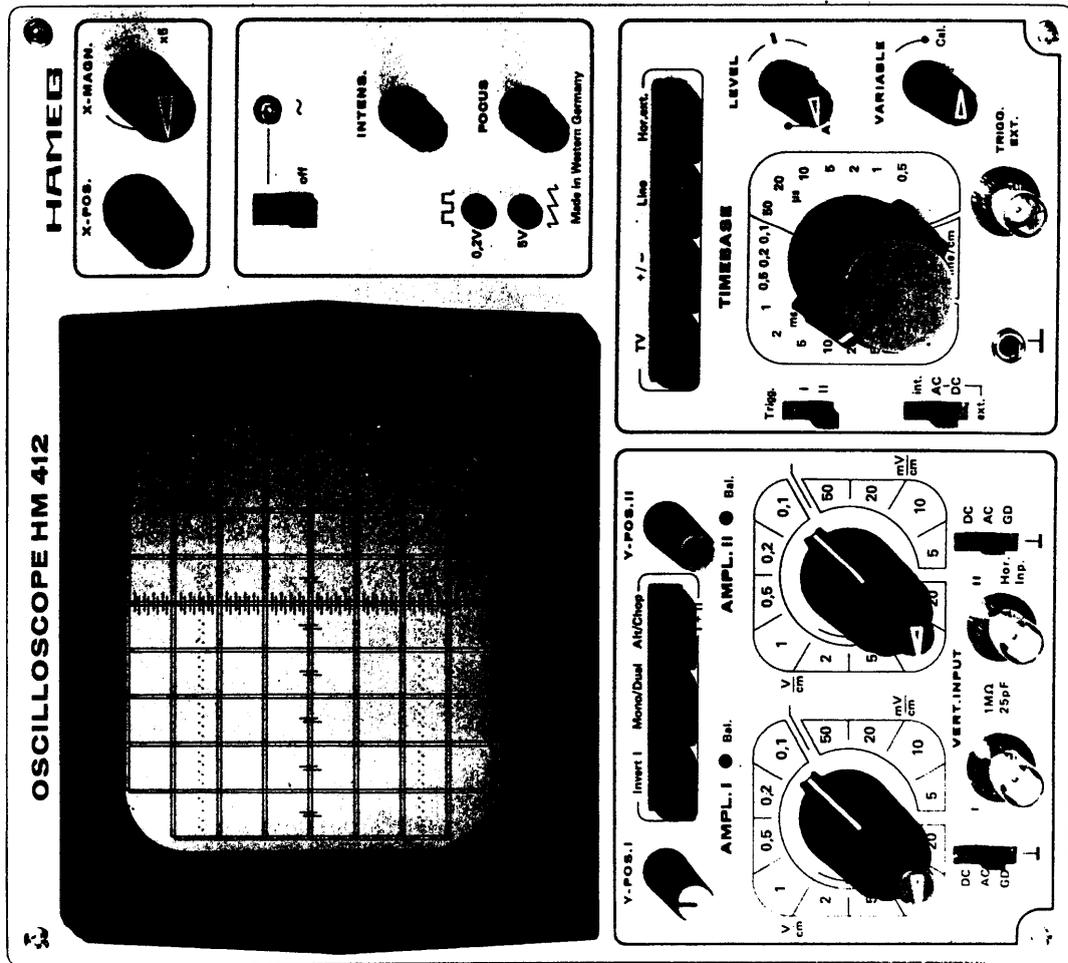
### Betriebsart Zeitbasis

Bei Einkanalbetrieb Trigg.-Schalter auf "Trigg. I". Für Zweikanalbetrieb Schalter wahlweise auf "Trigg. I oder II". Bei externer Triggerung Schalter auf "Trigg. ext.": AC oder DC. Netzsynchronisation mit Taste "Line". Polarisation des Triggersignals mit Taste "+/-". Ext. Ablenkung (XY-Betrieb) mit Taste "Hor. ext."

### Messung

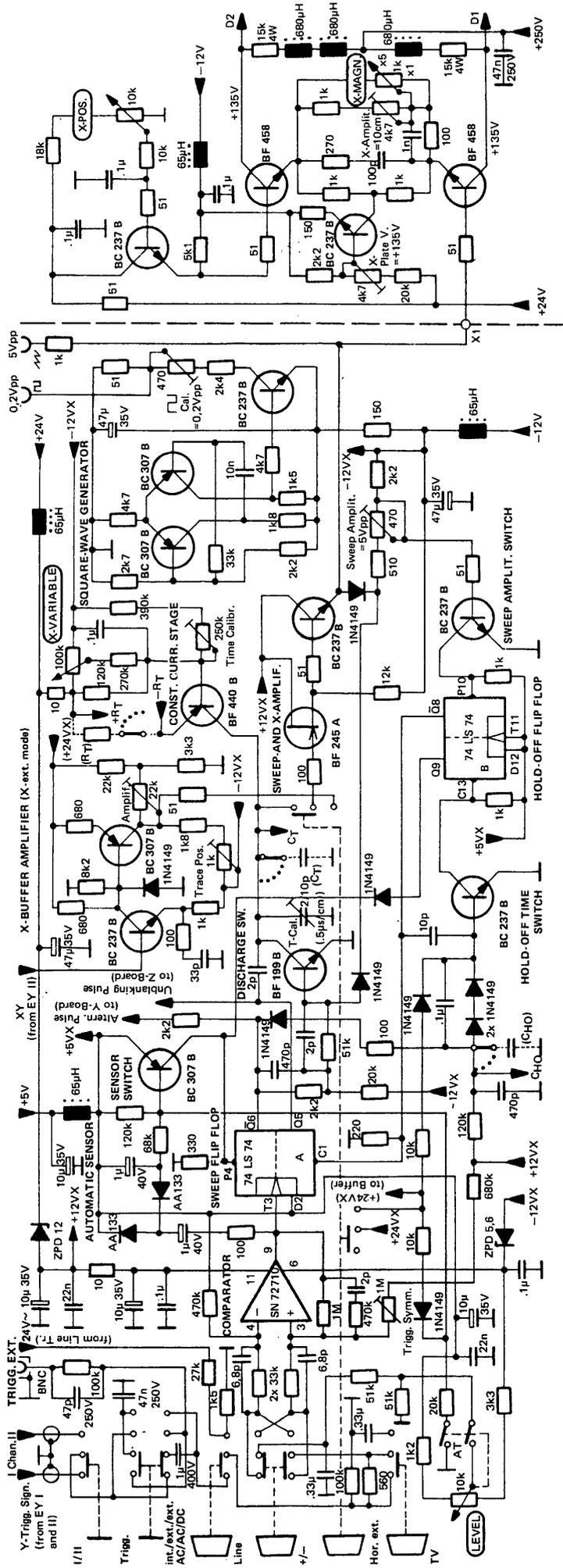
Meßsignal der Buchse "VERT. INP." zuführen. Tastteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen. Signal-Ankoppelung auf "AC" oder "DC" schalten. Mit Schalter "Y-AMPL." Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen. Am "TIMEBASE"-Schalter Ablenkzeit wählen. (Mit "X-MAGN." können alle Zeitwerte 5-fach gedehnt werden). Bei Amplitudenmessung Y-Feinregler auf Linksanschlag. Bei Zeitmessung "VARIABLE"-Regler auf Rechtsanschlag. Bei komplizierten Signalen ext. mit "LEVEL"-Einstellung arbeiten. Bei Video-Signalgemischen mit Bildfrequenz "TV"-Taste drücken. Bei ext. Triggerung Signal (0,5-5 Vss) auf Buchse "TRIGG. EXT.". Für ext. Horizontalablenkung (XY-Betrieb) X-Signal auf Kanal II. (Knopf "X-MAGN." dabei in linker Anschlagstellung.)

## FRONTBILD

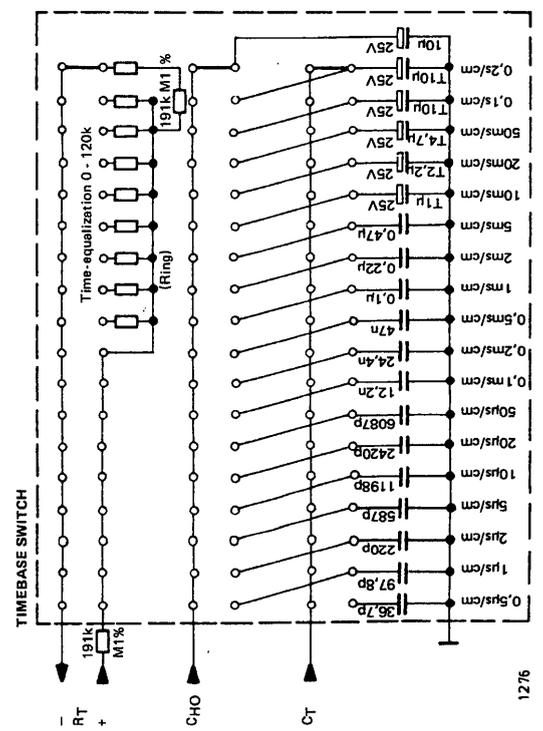
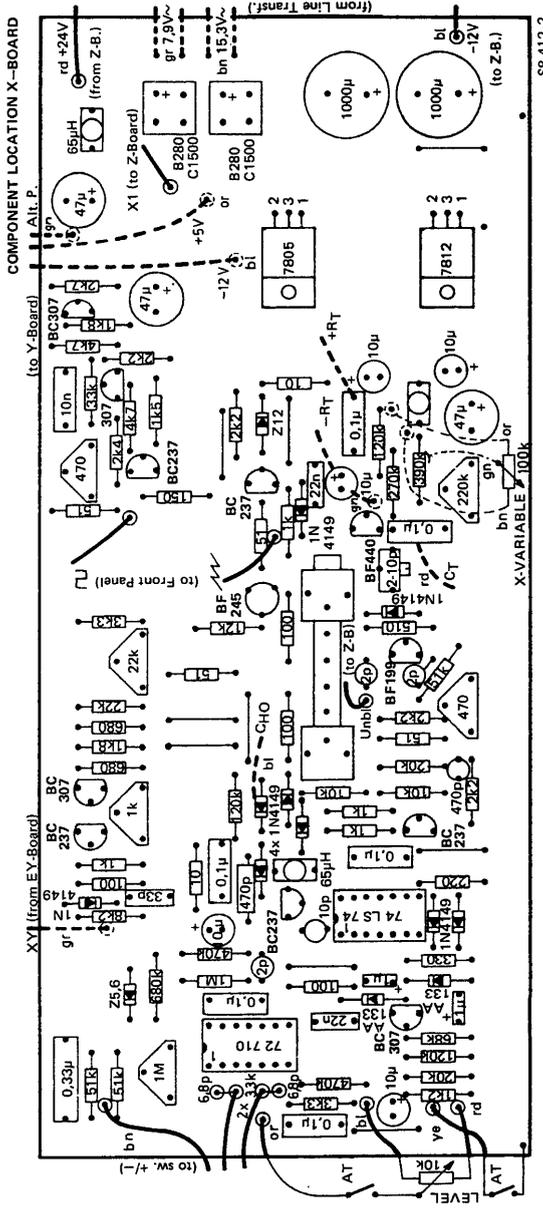




**TIME BASE UNIT, X-AMPLIFIER AND SQUARE-WAVE GENERATOR HM 412-2**  
(X-BOARD)



**X-FINAL AMPLIFIER**  
(Z-BOARD)



# Y-INPUT, ATTENUATOR, PREAMPLIFIER AND TRIGGER PICK-OFF UNIT HM 412-2

Channel I resp. II

