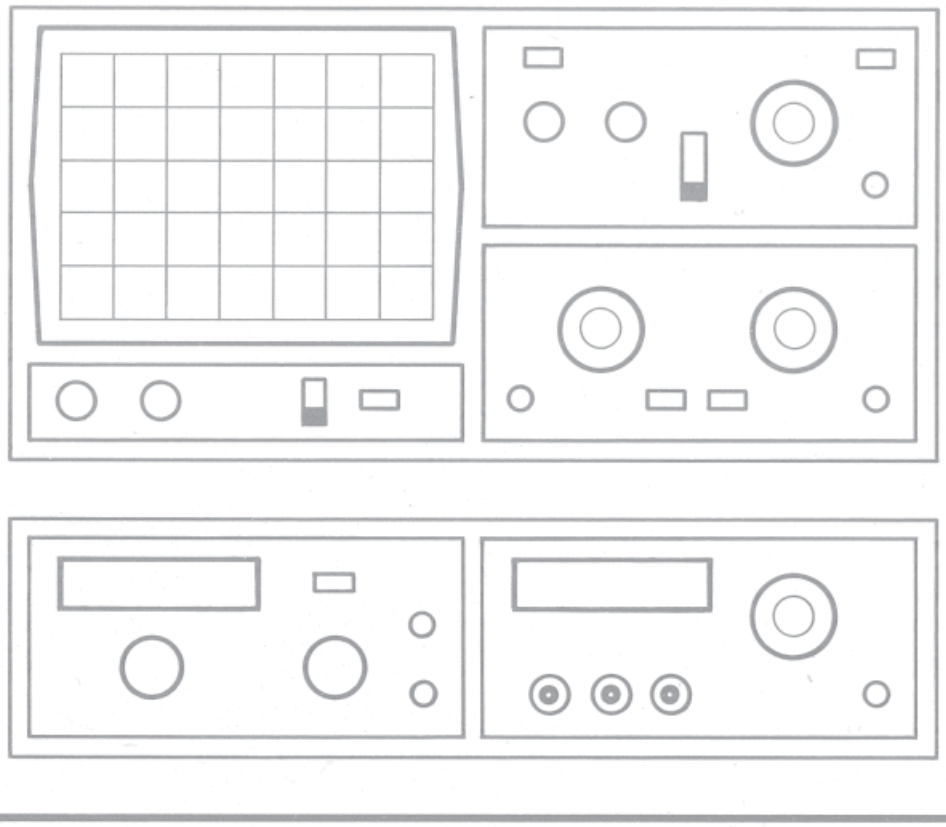
HAMEG
Instruments

MANUAL

Oscilloscope HM1005



Notice de l'oscilloscope avec détails techniques . . . . . P 1

Instructions d'emploi
Généralités . . . . . E 1
Installation de l'appareil . . . . . E 1
Sécurité . . . . . E 1
Conditions de fonctionnement . . . . . E 2
Garantie . . . . . E 2
Entretien . . . . . E 2
Commutation de branchement secteur . . . . . E 2
Nature de la tension de signal . . . . . E 2
Grandeur de la tension de signal . . . . . E 3
Valeurs de temps de la tension de signal . . . . . E 4
Application de la tension de signal . . . . . E 6
Mode d'emploi . . . . . E 7
Mise en route et préréglages . . . . . E 8
Rotation de trace TR . . . . . E 8
Utilisation et ajustage de sondes . . . . . E 8
Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux E10
Fonction XY E11
Mesure de différence de phase en fonctionnement deux canaux E12
Mesure d'une modulation d'amplitude E12
Indicateur de dépassement vertical E13
Déclenchement et déviation de temps (A) E13
Synchronisation TV E14
Hold off E14
Mode de fonctionnement du réglage de la durée d'inhibition variable (HOLD-OFF) E15
Balayage monocoup E15
Affichage de déclenchement E15
Deuxième base de temps (B) DEL. TB E15
Affichage du retard E16
Divers E16

Mode d'emploi condensé C 1

Eléments de commande avec figure de face avant dépliable . . . . . C 2

Plan de contrôle
Généralités . . . . . T 1
Faisceau, intensité et focalisation, linéarité, déformation de la trace . . . . . T 1
Contrôle de l'astigmatisme . . . . . T 1
Symétrie et dérive des amplis verticaux . . . . . T 1
Calibration des amplificateurs verticaux . . . . . T 2
Qualité de transfert de l'amplificateur vertical . . . T 2
Mode de fonctionnement: CH.I/II, CH.I et CH.III, CH.II et CH.III, DUAL (CH.I et CH.II), DUAL et CH.III, ADD, CHOP., INV. II et mode XY . . . . . T 2
Contrôle de synchronisation . . . . . T 3
Base de temps A . . . . . T 3
Base de temps B . . . . . T 3
Correction de la position du faisceau . . . . . T 3
Divers . . . . . T 3

Oscilloscope HM 1005

Entretien
Généralités . . . . . M 1
Ouverture de l'appareil . . . . . M 1
Tensions de fonctionnement . . . . . M 1
Luminosité minimale . . . . . M 1
Astigmatisme . . . . . M 1
Calibration . . . . . M 1

Schémas

Implantation des composants

HAMEG

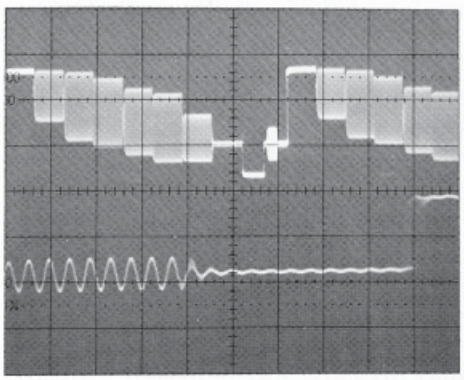
HM 1005

La technique professionelle pour l'ingénieur laboratoire

Les particularités du nouveau **HM 1005** sont avant tout l'amplificateur de mesure équipé de **3 canaux** et une **vraie 2è base de temps**, avec laquelle des portions de signaux extrêmement petites peuvent également être représentées agrandies jusqu'a 1000 fois. En **fonctionnement alternée de la base de temps** le signal normal sera représenté ensemble avec la portion dilatée, si bien qu'en utilisation des **3 canaux**, **6 traces** max. sont visualisées. La haute qualité de transmission de l'amplificateur de mesure doit aussi être mentionnée. C'est pour cette raison en particulier qu'il est possible de mesurer des signaux ayant une fréquence voisine de la limite supérieure sans observer de distorsion. Afin que des parties asynchrones ou instables de signaux soient représentées de façon absolument stables, le **HM 1005** dispose d'un **déclenchement séparé** de la 2è base de temps, avec lequel il est également possible d'effectuer le réglage de niveau et le choix du sens du flanc. Le déclenchement de la base de temps principale travaille encore parfaitement au dessus de **100 MHz** même avec des signaux de moins de 1 cm de hauteur d'image. Pour l'enregistrement de **signaux TV**, un **séparateur TV actif** est disponible, permettant même avec une image très bruitée, un déclenchement encore exact. **L'affichage numérique** du retard est nouveau, il est plus facile à lire que le traditionnel bouton à vernier.

Lors de la visualisation de signaux rectangulaires ou impulsionnels il est important de savoir si la courbe sur l'écran reproduit bien fidèlement la forme du signal. Le **HM 1005** est doté à cette fin d'un **calibreur de signaux carrés** à temps de montée réduit (**env. 3 ns**) à l'aide duquel à tout moment il est possible de contrôler la qualité de transmission **de la sonde jusqu'à l'écran**. Ce calibreur permét également le réglage HF des sondes large bande qui est absolument indispensable.

Les nombreuses possibilités de déclenchement, et les multiples fonctions de l'amplificateur et de la base de temps justifient un emploi universel de cet appareil qui peut être utilisé tant en **laboratoire** qu'en **maintenance**. Le maniement pratique et la technique témoignent de la haute technicité du **HM 1005**.



La photographie d'écran ci-contre montre en fonctionnement de base de temps alterné, un signal de télévision couleur parfait. La partie supérieure représente environ une ligne et demi avec les différentes barres de couleur, tandis que la partie inférieure reproduit dans une immobilité absolue la salve de synchronisation agrandie 25 fois. Cette représentation n'est possible qu'à l'aide du déclenchement réglable par niveau des deux bases de temps.

Accessoires fournis

Cordon secteur, notice d'emploi, 2 sondes large bande 10 : 1

Caractéristiques Techniques

Déviation verticale

Mode de fonctionnement: canal I ou canal II seuls, canal I et II: alternés ou découpés, (fréquence de découpage env. 0,5 MHz). Canal III commutable
Addition et **différence** du canal I et II, (le canal II peut être inversé).
Fonction XY: par canal I et canal II.
Bande passante: 3x 0 à 100 MHz (−3 dB).
Temps de montée: < 3,5 ns. Dépassement: 1% max.
Coefficients de déviation cI, cII: 10 pos. calibrées de 5 mV/cm à 5 V/cm en séquence 1-2-5, variable 2,5:1 à au moins **12,5 V/cm**.
Expansion Y x5 (calibrée) à **1 mV/cm** ± 5% dans la gamme de fréq. de 0 à 10 MHz (-3 dB).
Coefficient de déviation cIII: 50 mV/cm, ± 3% variable 5:1 à au moins 250 mV/cm.
Impédance d'entrée du cI, cII, cIII: 1 MΩ II 25 pF.
Couplage d'entrée du cI, cII, cIII: DC-AC-GD.
Tension d'entrée: 400 V max. (= + crête ~).
Sortie Y du canal I ou II: env. 45 mV/cm sur 50 Ω.
Ligne à retard: env. 90 ns.

Déclenchement

En autom.: 10 Hz-120 MHz (à partir image 5 mm)
En normal avec réglage de niveau: 0-130 MHz
Flanc positif ou négatif
Affichage DEL du déclenchement.
Sources: canal I, II, I/II alternés, secteur, externe.
Couplage: **AC** (≥10 Hz à 40 MHz), **DC** (0 à 40 MHz), **HF** (15 kHz à 130 MHz), **LF** (0 à 1 kHz).
Seuil de declenchement externe ≥0,3 V.
Séparateur synchro TV pour lignes et trame, pos., nég.
Déclench. de la base de temps B (interne seulement) avec réglage de niveau (couplage DC), Flanc: positif ou négatif.

Déviation horizontale

Base de temps A: 23 positions calibrées de 50 ns/cm à 1 s/cm en séquence 1-2-5, ±3%, variable 2,5:1 à au moins **2,5 s/cm**, avec **expansion X x10** (±5%) à **5 ns/cm**.
Durée d'inhibition: variable à env. 10:1.
Base de temps B: 21 positions calibrées de 50 ns/cm à 0,2 s/cm en séquence 1-2-5, ±3%, avec **expansion X x10** à **5 ns/cm**, ±5%.
Regl. retard 1000:1 Affich. digital ±0,1%.
Monocoup: pos. simple et réarm. (affichage dispo.)
Modes de fonctionnement:
A = représentation avec BdT principale A seule.
ALT. = représ. alt. avec A surintens. et B retardée.
B = représentation avec BdT retardée B seule.
Commandes: temps de retard, départ retardé ou ou avec déclenchement après rétard, pente du décl., niveau du décl., luminosité B, séparation verticale A-B.
Bande passante de l'ampli. X: 0-4 MHz (−3 dB).
Entrée ampli. X par canal I.
Sensibilité idem canal I.
Diff. de phase X-Y: <3° en dessous de 120 kHz.
Sortie dent de scie: env. 5 V pos.

Divers

Tube: D14-372, rectangulaire, graticule interne **8x10 cm**, tension d'accélération totale: env. 14 kV.
Rotation de trace: réglable sur face avant.
Eclairage graticule: 3 positions.
Entrée modulation Z: niveau TTL pos. = sombre.
Calibreur 1 kHz/1 MHz (t_m env. 3 ns); 0,2 et 2 V ±1%.
Branchement secteur: 110, 125, 220, 240 V~ ± 10%.
Consommation: env. 44 Watts, 50/60 Hz.
Protection: classe de prot. I (IEC 348). Cl II Sup.
Masse: env. 8 kg. Couleur: techno-brun.
Coffret (mm): **L** 285, **H** 145, **P** 380.
Avec poignée-béquille réglable.

Sous réserve de modifications.

Oscilloscope multifonctions 100 MHz HM 1005

Ecran

Avec tube rectangulaire 8x10 cm accélérateur ≈ 14 kV. reproduction sans parallaxe avec graticule interne

Affichage

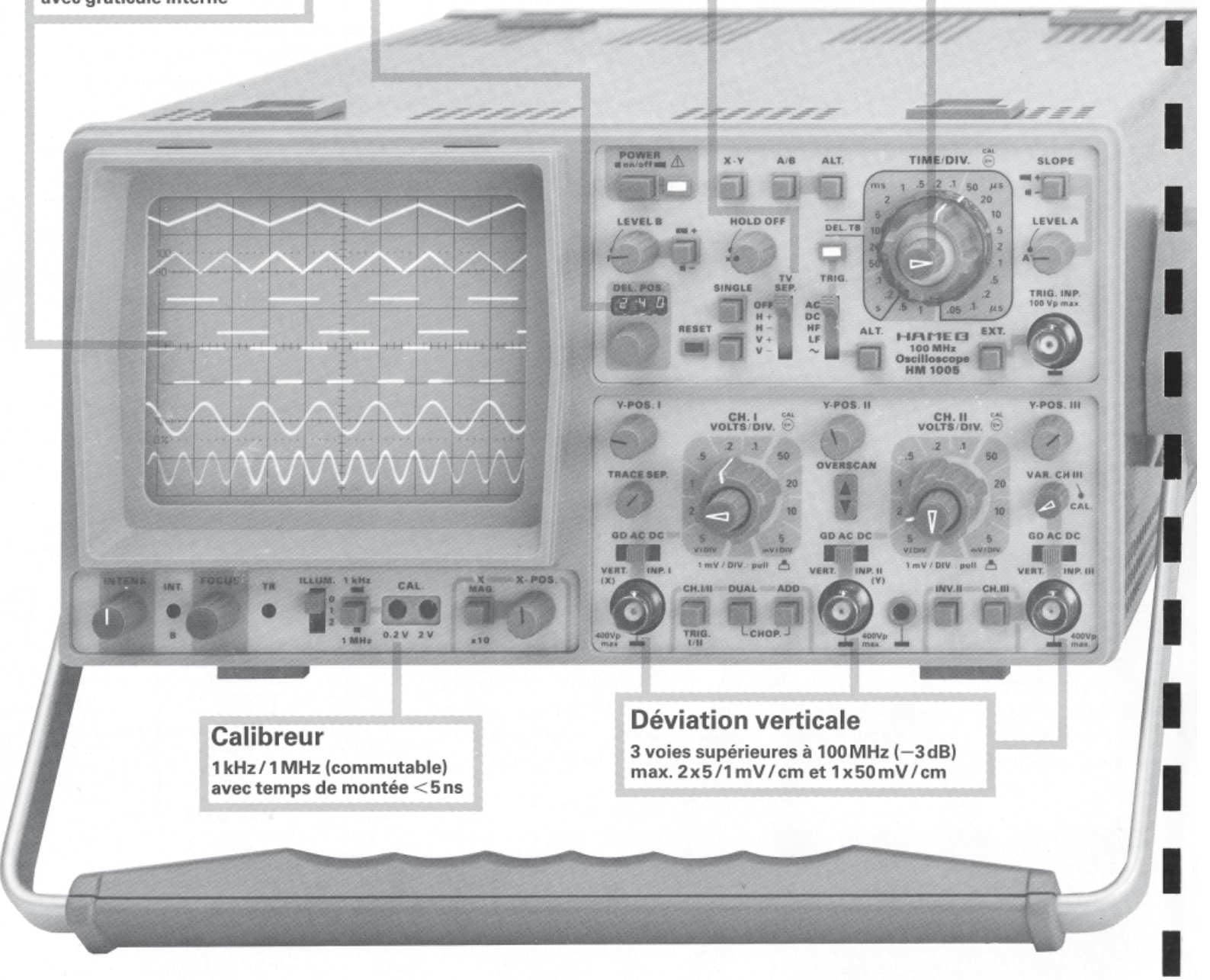
Indication numérique de la valeur du retard

Séparateur TV

Pour la représentation de la trame et des lignes

Déviation horizontale

1e base de temps: 1 s - 0,05 µs / cm
avec expansion jusqu'à 5 ns/cm
2e base de temps: 0,2 s - 0,05 µs / cm
avec expansion jusqu'à 5 ns / cm



Calibreur

1 kHz / 1 MHz (commutable)
avec temps de montée < 5 ns

Déviation verticale

3 voies supérieures à 100 MHz (−3 dB)
max. 2x5 / 1 mV / cm et 1x50 mV / cm

Accessoires:

HZ34 **Cable de mesure BNC-BNC**, 50Ω, longueur ≈ 1 m, câble RG58; noir.

HZ53 **Sonde atténuatrice 100 :1,** bande pass. 150 MHz, 1200 V max., impédance d'entrée 100 MΩ II 6,5 pF.

HZ38 **Sonde démodulatrice**, bande passante ≈ 600 MHz, tension d'entrée maximale 200 V.

HZ58 **Sonde atténuatrice haute tension** pour max. 15 kV, bande passante ≈5 MHz, atténuation 1000 : 1.

HZ22 **Charge de passage 50Ω**, pour câble BNC, puissance admissible max.: ≈ 2 Watt.

HZ24 **Atténuateurs** 3/6/10/20 dB, utilisable jusqu'à ≈1 GHz, avec charge BNC 50Ω.

HZ96 **Sacoche de transport** en cuir artificiel solide avec pochette pour accessoires et fond matelassé

HZ44 **Jeu d'adaptateurs** pour le montage du HM 1005 dans tous racks 19".

Achtung, technische Änderung!

1. Y x 5

Abweichend von der Bedienungsanleitung entfallen die Zug-/Druckschalter an den Y-variabel Drehknöpfen (Bedienungsanleitung Seite K2, Positionen 36 und 46). Um auf 5fache Empfindlichkeit zu schalten, ist nun die unter dem jeweiligen Teilerschalter befindliche x5 Drucktaste einzurasten.

2. Eingangskopplungsschalter

Die Schiebeschalter (GD - AC - DC) wurden durch je 2 Drucktasten ersetzt (Bedienungsanleitung Seite K2, Positionen 33, 41 und 49). Ihre Funktion erklärt sich aus der Frontplatten-Beschriftung.

Attention! Technical Changes

1. Y x 5

The push/pull-switches incorporated in the Y-variable control, as mentioned in the operating manual on page K2, positions 36 and 46, have been replaced by a separate pushbutton. To activate the Y-expansion x5, simply press the round red pushbutton located below the input sensitivity selector switch.

2. Input Coupling Switch

The AC - DC - GD slide switches mentioned in the operating manual on page K2, positions 33, 41 and 49, have been replaced by two pushbutton switches. Their functions are self-explanatory from the symbols on the front panel.

Attention: Modifications techniques.

1. Expansion Y x 5

Dans les nouveaux modèles, le bouton variable de la déviation verticale ne peut plus être tiré. (Notice d'utilisation page K2. Positions 36 et 46). Pour obtenir la sensibilité multipliée par 5 il faut maintenant appuyer sur le bouton x5 qui se trouve sous chaque commutateur de déviation verticale.

2. Commutateur de couplage d'entrée.

Dans les nouveaux modèles, les commutateurs à glissière (GD - AC - DC) ont été remplacés par 2 touches (notice d'utilisation page K2. Positions 33, 41 et 49). La fonction de chaque touche est indiquée sur la face avant au dessus de chacune d'elles.

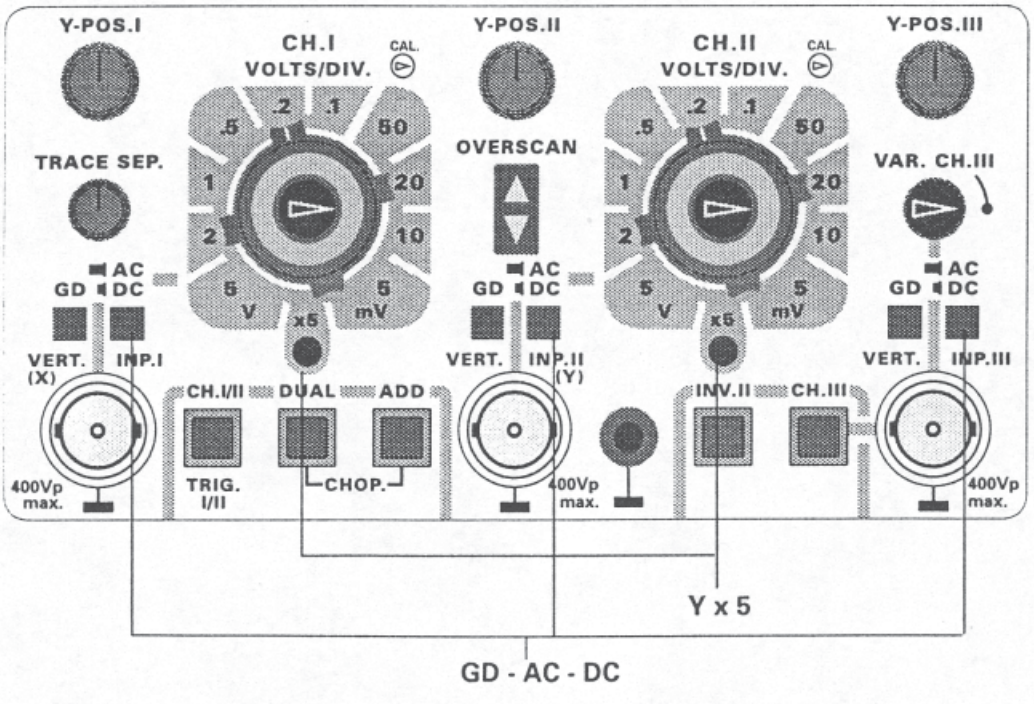
¡Atención! Variación técnica.

1. Y x 5

En relación a lo descrito en el manual de instrucciones referente a la accionabilidad de los ajustes finos de los atenuadores de entrada para la conmutación de la sensibilidad de entrada x5 (véase pag. K2, posición 36 y 46) se debe accionar ahora el pulsador x5 emplazado justamente debajo del conmutador del atenuador de entrada.

2. Conmutador de acoplamiento de entrada

Los conmutadores lineales de acoplamiento de entrada (GD - AC - DC) han sido sustituidos cada uno por dos teclas (manual de instrucciones pag. K2, posiciones 33, 41 y 49). Su función se describe sobre el serigafiado de la carátula frontal.



Généralités

Le HM 1005 est sans problème dans sa manipulation. La disposition des organes de commande est si logique, que déjà après peu de temps chacun sera familiarisé avec le fonctionnement de l'appareil. Cependant, même un utilisateur habitué à manipuler les oscilloscopes devrait lire minutieusement les présentes instructions afin d'éviter des erreurs d'utilisation et de connaître tous les critères de l'appareil lors d'un emploi ultérieur.

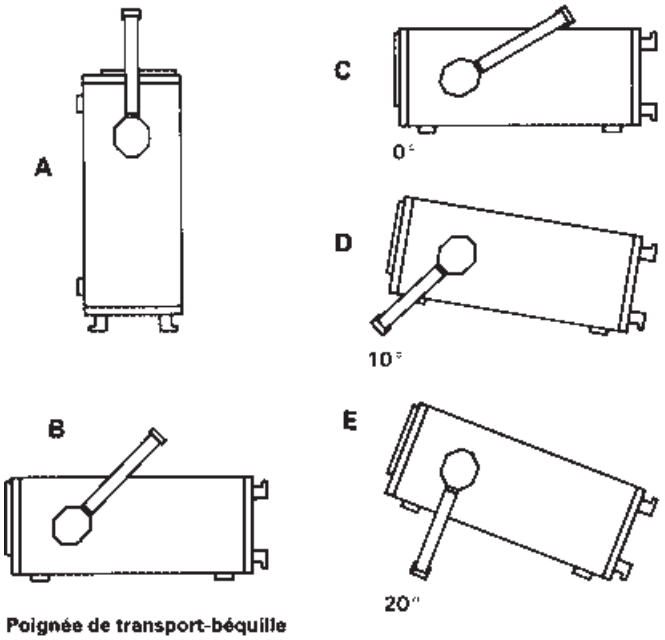
Dès le déballage l'appareil devrait être contrôlé pour des dégâts mécaniques et des éléments détachés à l'intérieur. En cas de dommages le transporteur doit être immédiatement informé. L'appareil ne doit alors pas être mis en service.

Avant la mis en route il faut en outre vérifier si l'appareil est réglé sur la bonne tension secteur. Si la valeur indiquée par la flèche sur le couvercle arrière de l'appareil ne correspond pas à la tension présente, il y a lieu de commuter selon les instructions de la page E2.

Installation de l'appareil

Pour l'observation optimale de l'écran l'appareil peut être installé dans trois positions différentes (voir figures C,D,E).

En partant de la position de l'appareil dans son carton, soulever la poignée; elle s'enclenchera automatiquement en position de transport horizontal de l'appareil (Fig. B). Placer ainsi l'appareil à l'endroit désiré, puis pousser légerement la poignée pour une utilisation de l'appareil à l'horizontale (Fig. C) ou la faire basculer vers l'avant et selon l'inclinaison désirée (Fig. D ou E), l'avant de l'appareil étant soulevé, enclencher la poignée au premier ou au deuxième cran en la repoussant légèrement vers son axe de rotation.



Poignée de transport-béquille

En plaçant l'appareil en position verticale la poignée restera automatiquement dans cette position de transport.

Sécurité

Cet appareil a eté construit et contrôlé selon les ***règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques, norme de la CEI, Publication 348***, et a quitté l'usine dans un état techniquement sûr et sans défaut. Afin de conserver cet état et de garantir une utilisation sans danger, l'utilisateur doit observer les indications et les remarques de précaution contenues dans ces instructions d'emploi, dans le plan de test et les instructions de maintenance. ***Le coffret, le châssis et tous les branchement de mesure sont reliés au fil de garde du secteur.*** L'appareil correspond aux dispositions de la ***classe de protection I***. Les parties métalliques accessibles sont contrôlées par rapport aux pôles secteur avec 1500V, 50Hz. Par la liaison avec d'autres appareils branchés au secteur il est possible, le cas échéant, que des tensions de ronflement 50Hz apparaissent dans le circuit de mesure. Ceci peut être facilement évité par l'utilisation d'un transformateur intermédiaire de protection de la classe II devant le HM 1005. Sans transformateur intermédiaire l'appareil doit, pour des raisons de sécurité, n'être branché qu'à des prises réglementaires avec terre. La suppression du fil de garde n'est pas admise.

Comme pour la plupart des tubes à électrons, des rayons γ se produisent également dans le tube cathodique. Dans le HM1005 la ***dose ionique*** reste ***bien au-dessous de 36pA/kg***.

Dans le cas où, pour la représentation de signaux avec un potentiel neutre élevé, un transformateur intermédiaire de protection est utilisé, il est à veiller que cette tension se trouve alors également au coffret et aux autres parties métalliques accessibles de l'oscilloscope. Des tensions jusqu'à 42V ne sont pas dangereuses. Des tensions plus élevées peuvent cependant mettre la vie en danger. Des mesures de sécurité spéciales, qui doivent être surveillées par des spécialistes compétents, sont alors d'une nécessité absolue.

Lorsqu'il est à supposer qu'un fonctionnement sans danger n'est plus possible, l'appareil devra être débranché et protégé contre une mise en service non intentionnelle. Cette supposition est justifiée,

- lorsque l'appareil a des dommages visibles,
- lorsque l'appareil contient des éléments non fixés,
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un stockage prolongé dans des conditions défavorables (par ex. à l'extérieur ou dans des locaux humides),
- après des dégâts graves suite au transport.

Conditions de fonctionnement

Gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement: +15°C... +30°C. Gamme de température admissible durant le transport et le stockage: −40°C et +70°C. Si pendant le transport ou le stockage il s'est formé de l'eau de condensation il faut à l'appareil un temps d'acclimatation d'env. 2 heures avant mise en route. L'appareil est destiné à une utilisation dans des locaux propres et secs. Il ne doit donc pas être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive. La position de fonctionnement de l'appareil peut être quelconque; cependant la circulation d'air (refroidissement par convection) doit rester libre. Pour cette raison, en fonctionnement continu, l'appareil devrait de préférence être utilisé en position horizontale ou être incliné (poignée-béquille). Les trous d'aération ne doivent pas être recouverts!

Les caractéristiques nominales avec indications de tolérance sont valables après un temps de chauffe de 30 minutes et pour une température ambiante comprise entre 15°C et 30°C. Des valeurs sans indication de tolérance sont des valeurs de base d'un appareil standard.

Garantie

Avant de sortir de production chaque appareil subit un test de qualité avec une période de chauffe intermittente de 10 heures. Ainsi presque toute panne prématurée se déclarera. Il est néanmoins possible qu'un composant tombe en panne seulement après une durée de fonctionnement assez longue. C'est pourquoi tous les appareils HAMEG bénéficient d'une ***garantie de fonctionnement de deux ans***, à condition toutefois, qu'aucune modification n'ait été apportée à l'appareil. Il est recommandé de conserver soigneusement l'emballage d'origine pour d'éventuelles expéditions ultérieures. Les dommages pendant le transport pour emballage insuffisant ne sont pas couverts par la garantie.

Lors d'une réclamation, nous recommandons d'apposer une feuille sur le coffret de l'appareil, décrivant en style télégraphique le défaut observé. Lorsque celle-ci comporte également nom, numéro de tél., poste, pour une éventuelle demande en retour, cela servira à un règlement rapide. Comme d'usage, le retour en réparation est aux frais de l'utilisateur, le retour client franco.

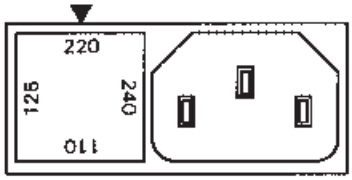
Entretien

Diverses propriétés importantes de l'oscilloscope devraient à certains intervalles être soigneusement revérifiées. Ceci permet d'être assuré que tous les signaux sont représentés avec la précision indiquée dans les caractéristiques techniques. Les méthodes de contrôle décrites dans le plan de tests de cette notice peuvent être effectuées sans grands frais en appareils de mesure. Il est cependant recommandé d'acquérir le testeur d'oscilloscopes HZ60 lequel, malgré son prix modique, remplit toutes les tâches de ce genre de façon parfaite.

L'extérieur de l'appareil devrait être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. De la saleté résistante sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1% de détergent). Pour de la saleté grasse il est possible d'utiliser de l'alcool à brûler ou de la benzine. L'écran peut être nettoyé avec de l'eau ou de la benzine (mais pas avec de l'alcool ni avec un détachant). Il faut ensuite l'essuyer avec un chiffon propre, sec et non-pelucheux. En aucun cas le liquide de nettoyage ne doit passer dans l'appareil. L'application d'autres produits de nettoyage peut attaquer les surfaces peintes et en plastique.

Commutation de branchement secteur

A la livraison l'appareil est réglé sur une tension secteur de 220V. La commutation sur une autre tension s'effectue au porte-fusible secteur combiné avec la prise à 3 pôles à l'arrière de l'appareil. Retirer tout d'abord le porte-fusible marqué des valeurs de tensions au moyen d'un petit tournevis et — lorsque nécessaire — le munir d'un autre fusible. La valeur prescrite est à prélever du tableau ci-dessous. Le porte-fusible doit ensuite être mis en place de façon que le triangle blanc gravé indique la valeur de la tension secteur choisie. Il faut veiller à ce que le couvercle soit bien enclenché. L'utilisation de fusibles rafistolés ou la mise en court-circuit du porte-fusible sont inadmissibles. Des dégâts qui pourraient en résulter ne sont pas couverts par la garantie.



Fusible: dimension **5x20 mm**, 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41662 (évt. DIN 41571, Bl. 3).
Coupure: ***temporisée (T)***

Tension secteur	Courant nominal fusible
110V~ ±10%	**T0,63 A**
125V~ ±10%	**T0,63 A**
220V~ ±10%	**T0,315A**
240V~ ±10%	**T0,315A**

Nature de la tension de signal

Avec le HM 1005 pratiquement toutes les formes de signaux se répétant périodiquement et dont le spectre de fréquence se situe au-dessous de 100MHz peuvent être représentées. La représentation de phénomènes électriques simples, tels que signaux sinusoïdaux HF et BF ou tensions de ronflement à fréquence secteur est à tous égards sans problème. Lors du relevé de tensions rectangulaires ou de forme impulsionnelle il faut veiller à ce que leurs ***composantes***

Sous réserve de modifications

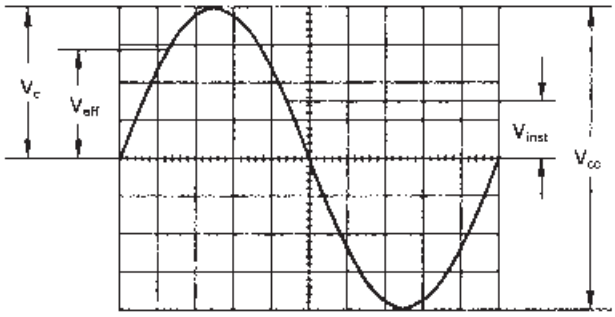
harmoniques soient également transmises. La fréquence de récurrence du signal doit par conséquent être sensiblement plus petite que la fréquence limite supérieure de l'amplificateur vertical. Une évaluation plus précise de tels signaux avec le HM 1005 n'est pour cette raison possible que jusqu'à une fréquence de récurrence d'env. 10 MHz. La représentation de signaux mélangés est plus difficile, surtout, lorsqu'ils ne contiennent pas de valeurs de niveaux plus élevées se répétant continuellement avec la fréquence de récurrence et sur lesquelles il pourrait être déclenché. Ceci est par ex. le cas avec des signaux «burst». Afin d'obtenir alors également une image bien déclenchée, l'aide du réglage fin de temps et/ou du réglage d'inhibition **HOLD-OFF** est le cas échéant nécessaire. Des ***signaux vidéo-télévision*** sont relativement faciles à déclencher. Cependant lors de relevés avec fréquence trame, le sélecteur **TRIG.** doit se trouver en position **LF**. Les impulsions ligne plus rapides seront alors affaiblies au travers d'un filtre passe-bas de façon telle, qu'avec un réglage de niveau approprié il sera facile de déclencher sur le flanc avant ou arrière de l'impulsion trame.
Pour le fonctionnement au choix en amplificateur de tension continue ou alternative l'entrée de l'amplificateur vertical possède un interrupteur **DC/AC** (DC = direct current; AC = alternating current). En couplage courant continu **DC** l'on ne devrait travailler qu'avec une sonde atténuatrice ou avec de très basses fréquences, ou lorsque la saisie de la composante continue de la tension de signal est absolument nécessaire.

Lors de la mesure d'impulsions très basse fréquence des pentes parasites peuvent apparaître en couplage courant alternatif **AC** de l'amplificateur vertical (fréquence limite AC env. 3,5 Hz pour −3 dB). Dans ce cas, lorsque la tension de signal n'est pas superposée par un niveau de tension continue élevé, le couplage **DC** est préférable. Sinon, un condensateur de valeur adéquate devra être connecté devant l'entrée de l'amplificateur de mesure branché en couplage **DC**. Il doit posséder une rigidité diélectrique suffisamment élevée. Le couplage **DC** est également à recommander pour la représentation de signaux logiques et d'impulsions, en particulier lorsque le rapport cyclique modifie constamment. Dans le cas contraire, l'image se déplacera vers le haut ou vers le bas à chaque modification. Des tensions continues pures ne peuvent être mesurées qu'en couplage **DC**.

Grandeur de la tension de signal

En électrotechnique générale les indications de tensions alternatives se réfèrent en règle générale à la valeur efficace. Pour des grandeurs de signaux et des désignations de tensions en oscilloscopie la valeur V_{cc} (volts crête-à-crête) sera cependant employée. Cette dernière correspond aux rapports de potentiels réels entre le point le plus positif et le plus négatif d'une tension.

Si l'on veut convertir une grandeur sinusoïdale représentée sur l'écran de l'oscilloscope dans sa valeur efficace, la valeur résultant en V_{cc} doit être divisée par $2x\sqrt{2} = 2{,}83$. Inversement il faut tenir compte que des tensions sinusoïdales indiquées en V_{eff} ont en V_{cc} une différence de potentiel x2,83. Les relations des diverses grandeurs de tensions entre elles ressortent dans la figure ci-après.



Valeurs de tensions d'une courbe sinusoïdale
V_{eff} = valeur efficace; V_c = valeur crête simple;
V_{cc} = valeur crête-à-crête; V_{inst} = valeur instantanée.

La tension de signal minimale requise à l'entrée Y pour une image de 1 cm de hauteur est d'env. 1 mV_{cc} lorsque le bouton de ***réglage fin*** de l'atténuateur d'entrée placé sur ***5 mV/cm*** est tourné jusqu'en butée à droite et tiré.
Des signaux plus petits peuvent cependant encore être représentés. Les coefficients de déviation à l'atténuateur d'entrée sont indiqués en mV_{cc}/cm ou V_{cc}/cm. ***La grandeur de la tension appliquée s'obtient en multipliant le coefficient de déviation affiché par la hauteur d'image verticale lue en cm.*** En utilisant une sonde atténuatrice 10:1 il faut encore une fois multiplier par 10. ***Pour des mesures d'amplitude le réglage fin du commutateur de l'atténuateur d'entrée doit se trouver dans sa position calibrée*** **CAL.** (flèche à l'horizontale vers la droite).

En tournant le bouton de réglage fin vers la gauche la sensibilité de l'atténuateur diminue au-moins d'un facteur de 2,5. Ainsi chaque valeur intermédiaire peut être réglée à l'intérieur de la séquence 1-2-5. En branchement direct à l'entrée Y des ***signaux jusqu'à 100 V_{cc}*** peuvent être représentés (atténuateur sur **5 V/cm**, réglage fin en butée à gauche).

En tirant le bouton de réglage fin **(MAG x5)** la sensibilité dans chaque position de l'atténuateur s'élève d'un facteur de 5. En position **5 mV/cm** et en butée à droite du réglage fin l'on obtient un coefficient de déviation de ***1 mV/cm***. Cette expansion Y au moyen du bouton de réglage fin tiré n'est significative qu'en position 5 mV/cm (bruit d'amplificateur augmenté, bande passante réduite, déclenchement plus difficile).

Le coefficient d'amplification du canal III est de 50mV par cm, le bouton VAR. CHIII étant sur sa position d'arrêt à droite. Tourné au maximum à gauche, sur la position non calibrée, cette valeur sera approximativement 250mVcc/cm.

Avec les désignations
H = hauteur en cm de l'image d'écran,
U = tension en V_{cc} du signal à l'entrée Y,
D = coefficient de déviation en V/cm à l'atténuateur
il est possible à partir de deux valeurs données de calculer la troisième grandeur:

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

Avec le bouton MAG x5 tiré D est à diviser par 5.

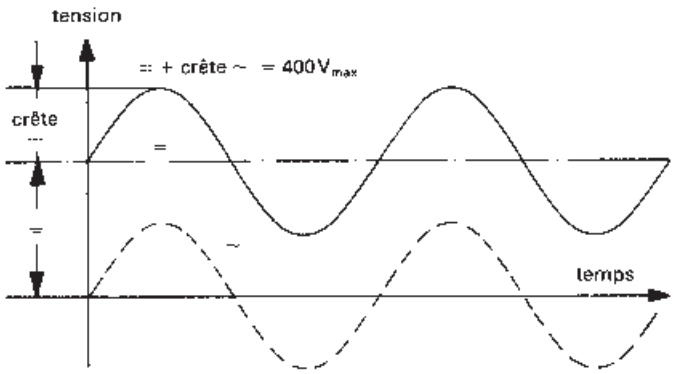
Toutes les trois valeurs ne peuvent cependant pas être choisies librement. Avec le HM1005 elles doivent se trouver dans les limites suivantes (seuil de déclenchement, précision de lecture):
H entre 0,5 et 8cm, autant que possible 3,2 et 8cm,
U entre 1mV$_{cc}$ et 40V$_{cc}$,
D entre 5mV/cm et 5V/cm en séquence 1-2-5.
D entre 1mV/cm et 1V/cm en séquence 1-2-5
(avec bouton **MAG x5** tiré).
Exemples:
Coefficient de déviation réglé
D = 50mV/cm ≙ 0,05V/cm,
hauteur d'image lue **H** = 4,6cm,
tension recherchée U = 0,05·4,6 = **0,23V$_{cc}$**.
Tension d'entrée **U** = 5V$_{cc}$,
coefficient de déviation réglé **D** = 1V/cm,
hauteur d'image recherchée H = 5:1 = **5cm.**

Tension de signal U = 220V$_{eff}$·2·$\sqrt{2}$ = 622V$_{cc}$
(tension >400V$_{cc}$, avec sonde atténuatrice 100:1
U = 6,22V$_{cc}$),
hauteur d'image souhaitée **H** = min. 3,2cm, max. 8cm,
coefficient de déviation maximal
D = 6,22:3,2 = 1,94V/cm,
coefficient de déviation minimal
D = 6,22:8 = 0,78V/cm,
coefficient de déviation à afficher D = 1V/cm

Si le signal de mesure comporte une composante continue, la valeur totale (tension continue + valeur crête simple de la tension alternative) du signal à l'entrée Y ne doit pas dépasser ±400V (voir figure). La même valeur limite est également valable pour des sondes atténuatrices normales 10:1 dont l'atténuation permet cependant d'exploiter des tensions de signaux jusqu'à 600V$_{cc}$. Avec une sonde atténuatrice spéciale 100:1 (par ex. HZ53) des tensions jusqu'á env. 1200V$_{cc}$ peuvent être mesurées. Cependant cette valeur diminue aux fréquences élevées (voir caractéristiques techniques HZ53). Avec une sonde atténuatrice normale 10:1 l'on risque, avec des tensions si élevées, un claquage du C-trimmer shuntant la résistance de l'atténuateur par lequel l'entrée Y de l'oscilloscope peut être endommagée. Cependant si par ex. seule l'ondulation résiduelle d'une haute tension doit être mesurée la sonde atténuatrice 10:1 est également suffisante. Celle-ci doit alors être précedée d'un condensateur haute tension approprié (env. 22-68nF).

L'attention est expressément attirée sur le fait que le couplage d'entrée de l'oscilloscope doit absolument être commuté sur **DC** lorsque des sondes atténuatrices sont placées à des tensions supérieures à 400V (voir «Application de la tension de signal», page E 6).

Avec le couplage d'entrée branché sur **GD** et le réglage **Y-POS.** une ligne horizontale du graticule peut avant la mesure être prise comme ***ligne de référence pour le potentiel de masse***. Elle peut se trouver au-dessous, sur ou au-dessus de la ligne horizontale du milieu selon que des écarts positifs et/ou négatifs du potentiel de masse doivent être saisis numériquement. Certaines sondes atténuatrices commutables 10:1/1:1 ont également une position référence du commutateur.



Valeur totale de la tension d'entrée
La courbe discontinue montre une tension alternative qui oscille autour de 0 Volt. Si cette tension est surchargée par une tension continue (=) l'addition de la pointe positive à la tension continue donnera la tension maximale présente (= + crête ~).

Valeurs de temps de la tension de signal

En règle générale tous les signaux à représenter sont des phénomènes se répétant périodiquement, également appelés signeaux périodiques. Le nombre de périodes par seconde est la fréquence de récurrence. En fonction du réglage de base de temps du commutateur **TIME/DIV.** une ou plusieurs périodes de signal ou également seule une partie d'une période peuvent être représentées. Les coefficients de temps au commutateur **TIME/DIV.** sont indiqués en **s/cm**, **ms/cm** et **µs/cm**. L'échelle est en conformité divisée en trois secteurs. ***La durée d'une période de signal ou d'une partie de celle-ci est calculée par multiplication de la section de temps concernée (écart horizontal en cm) par le coefficient de temps affiché au commutateur* TIME/DIV.**. ***Le réglage fin de temps avec cache de bouton rouge avec flèche doit en même temps se trouver dans sa position calibrée* CAL.** (flèche à l'horizontale vers la droite).

Avec les désignations
L = longueur en cm d'une onde sur l'écran,
T = durée en s pour une période,

Sous réserve de modifications

F = **fréquence en Hz** de la fréquence de récurrence de signal,
Z = **coefficient de temps en s/cm** au commutateur de base de temps et la relation **F = 1/T** les équations suivantes peuvent être établies:

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

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

Avec la touche* MAG x10 *enfoncé Z est à diviser par 10.

Toutes les quatre valeurs ne peuvent cependant pas être choisies librement. Avec le HM1005 elles devraient se situer dans les limites suivantes:

L entre 0,2 et 10 cm, autant que possible 4 à 10 cm,
T entre 5 ns et 10 s,
F entre 0,1 Hz et 100 MHz,
Z entre 50 ns et 1 s/cm en séquence 1-2-5 (***avec touche* MAG x10 *non enfoncé***), et
Z entre 5 ns/cm et 0,1 s/cm en séquence 1-2-5 (***avec touche* MAG x10 *enfoncé*).**

Exemples:
Longueur d'un train d'ondes **L** = 7 cm,
coefficient de temps affiché **Z** = 0,5 µs/cm,
durée de période recherchée T = $7 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ = **3,5 µs**
fréquence de récurrence recherchée
F = $1:(3{,}5 \cdot 10^{-6})$ = **286 kHz**.

Durée d'une période de signal **T** = 0,5 s,
coefficient de temps affiché **Z** = 0,2 s/cm,
longueur d'onde recherchée L = 0,5:0,2 = **2,5 cm**.

Longueur d'un train d'ondes d'une tension de ronflement
L = 1 cm,
coefficient de temps affiché **Z** = 10 ms/cm,
fréquence de ronflement recherchée
F = $1:(1 \cdot 10 \cdot 10^{-3})$ = **100 Hz**.

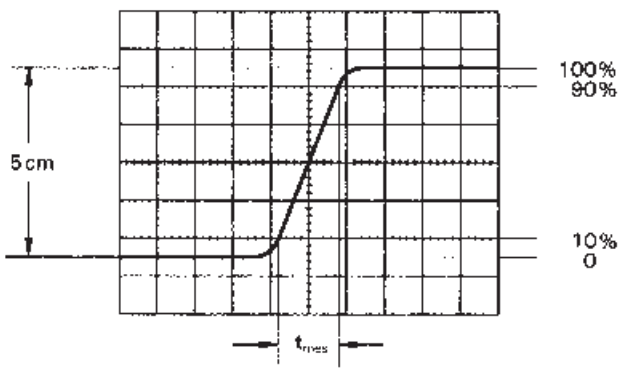
Fréquence lignes TV **F** = 15625 Hz,
coefficient de temps affiché **Z = 10** µs/cm,
longueur d'onde recherchée
L = $1:(15625 \cdot 10^{-5})$ = **6,4 cm**.

Longueur d'une onde sinusoïdale
L = 4 cm min., 10 cm max.,
fréquence **F** = 1 kHz,
coefficient de temps max. **Z** = $1:(4 \cdot 10^{3})$ = 0,2 ms/cm,
coefficient de temps min. **Z** = $1:(10 \cdot 10^{3})$ = 0,1 ms/cm,
coefficient de temps à afficher Z = 0,2 ms/cm,
longueur d'onde représentée
L = $1:(10^{3} \cdot 0{,}2 \cdot 10^{3})$ = **5 cm**.

Longueur d'un train d'onde HF **L** = 4 cm,
coefficient de temps affiché Z = 0,1 µs/cm,
***touche expansion x10 enfoncé*: Z** = 10 ns/cm,
fréquence de signal recherchée
F = $1:(4 \cdot 10 \cdot 10^{-9})$ = **25 MHz**,
durée de période recherchée T = $1:(25 \cdot 10^{6})$ = **40 ns**.

Lorsque la section de temps est relativement petite par rapport à une période de signal complète, l'on devrait travailler avec l'échelle de temps dilatée (**MAG x10**). Les valeurs de temps obtenues sont alors à diviser par 10. De très petites sections à une position quelconque du signal sont cependant mesurables plus précisément à l'aide du retard de balayage. Avec ce dernier, des temps – fortement dilatés – de moins de 1 % de la durée d'une période complète peuvent également être mesurés. La plus petite section de temps encore mesurable dépend pour l'essentiel de la luminosité disponible du tube cathodique. La limite se trouve à un agrandissement d'environ 200 fois. Avec une visière des dilatations plus grandes sont le cas échéant possibles. Ceci cependant toujours sous réserve que le coefficient de temps réglé au commutateur **TIME/DIV.** pour la période de base soit égal ou supérieur à 2 µs/cm (avec expansion X10), étant donné qu'en cas contraire le plus petit temps de déviation détermine la dilatation la plus grande possible.
Pour le comportement impulsionnel d'une tension de signal les temps de montée des sauts de tension y contenus sont déterminants. Afin que des régimes transitoires, d'éventuelles pentes des flancs et des bandes passantes limites influencent moins la précision de mesure, les temps de montée sont généralement mesurés entre ***10 %*** et ***90 %*** de la hauteur d'impulsion verticale. Pour une amplitude de signal de ***5 cm*** de haut et symétrique à la ligne du milieu, le graticule interne de l'écran possède deux lignes horizontales en pointillé à ±2,5 cm de la ligne du milieu. ***L'écart de temps horizontal en cm entre les deux points où la ligne du faisceau croise en-haut et en-bas la ligne de graticule à ±2 cm d'écart central est alors le temps de montée à trouver. Des temps de descente seront mesurés par analogie de la même façon.***

La position d'image verticale optimale et la plage de mesure du temps de montée sont représentés dans la figure suivante:



Avec un coefficient de temps de 0,05µs/cm réglé au commutateur **TIME/DIV.** et bouton d'expansion x10 tiré l'exemple de la figure donnerait un temps de montée total mesuré de

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

Avec des temps très courts le temps de montée de l'amplificateur vertical de l'oscilloscope et évtl. de la sonde atténuatrice sont à déduire géométriquement de la valeur de temps mesurée. Le temps de montée du signal est alors

$$t_m = \sqrt{t_{mes}^2 - t_{osc}^2 - t_t^2}$$

où t_{mes} est le temps de montée total mesuré, t_{osc} celui de l'oscilloscope (pour le HM1005 env. 3,5ns) et t_t celui de la sonde atténuatrice, par ex. = 2ns. Si t_{mes} est supérieur à 100ns, le temps de montée de l'amplificateur vertical peut être négligé (erreur <1%).

L'exemple de la figure ci-dessus donne ainsi un temps de montée du signal de

$$t_m = \sqrt{8^2 - 3{,}5^2 - 2^2} = \mathbf{6{,}9\,ns}$$

La mesure des temps de montée ou de descente n'est bien sûr pas limitée par les dessins sur le graticule. Elle seulement ainsi plus facile. En principe on peut les mesurer en n'importe quel endroit de l'écran et n'importe quelle amplitude. Il suffit simplement que le front intéressant soit visible en sa totalité et ne soit pas trop raide, le temps étant mesuré à partir des 10% et 90% de l'amplitude verticale. Si l'impulsion montre des suroscillations il faut se référer au palier pour les 100%. De même il ne faut pas tenir compte des trous ou des pointes à côté du flanc. En cas d'aberrations trop importantes, cette mesure n'a plus aucun sens. Pour les amplificateurs qui ont une caractéristique de transfert constante(donnant ainsi une bonne image de l'impulsion) on peut appliquer la formule suivante du rapport entre le temps de montée tm (ns) et la bande passante F(MHz):

$$tm = 350/F \qquad F = 350/tm$$

Application de la tension de signal

Attention lors de l'application de signaux inconnus à l'entrée verticale! Sans sonde atténuatrice préconnectée l'interrupteur de couplage de signal devrait tout d'abord toujours se trouver sur AC et le commutateur d'atténuateur d'entrée sur 5V/cm. Si après application de la tension de signal la trace n'est brusquement plus visible, il se peut, que l'amplitude du signal soit beaucoup trop grande et surcharge complètement l'amplificateur vertical (voir plus avant: «Indication de dépassement de gamme Y»). Le commutateur d'atténuateur d'entrée doit alors être tourné vers la gauche jusqu'à ce que la déviation verticale ne soit plus que d'une hauteur de 3-8cm. Avec une amplitude de signal supérieure à $40V_{cc}$ il faut absolument préconnecter une sonde atténuatrice. Si la trace s'assombrit très fortement lors de l'application du signal, il est probable que la durée de période du signal de mesure soit sensiblement plus longue que la valeur réglée au commutateur **TIME/DIV.**. Ce dernier est alors à tourner sur la gauche sur un coefficient de temps plus grand.

Le branchement du signal à représenter à l'entrée Y de l'oscilloscope est possible en direct avec un câble de mesure blindé comme par ex. HZ32 et HZ34 ou par une sonde atténuatrice 10:1. L'emploi de câbles de mesure sur des circuits à résistance élevée n'est cependant recommandé que lorsque l'on travaille avec des fréquences relativement basses (jusqu'à env. 50kHz). Pour des fréquences plus élevées la source de tension de mesure doit être à faible résistance c.a.d. adaptée à l'impédance du câble (en principe 50Ω) Particulièrement pour la transmission de signaux rectangulaires et d'impulsions le câble doit être terminé directement à l'entrée Y de l'oscilloscope par une résistance égale à l'impédance caractéristique du câble. En utilisation d'un câble 50Ω comme par ex. HZ34, une charge de passage 50Ω HZ22 peut pour cela être obtenue de HAMEG. Avant tout, lors de la transmission de signaux rectangulaires à temps de montée court, sans charge de passage des régimes transitoires parasites peuvent apparaître sur les flancs et les crêtes. Parfois l'utilisation d'une charge de passage se recommande aussi avec des signaux sinusoïdaux. Certains amplificateurs, générateurs ou leurs atténuateurs ne conservent leur tension de sortie nominale indépendante de la fréquence que lorsque leur câble de branchement est terminé par la résistance préconisée. Il faut alors tenir compte que la charge de passage HZ22 ne peut être chargée qu'avec un max. de 2 Watts. Ceci sera obtenu avec $10V_{eff}$ ou – avec un signal sinusoïdal – avec $28{,}3V_{eff}$.

L'emploi d'une sonde atténuatrice 10:1 ou 100:1 ne nécessite pas de charge de passage. Dans ce cas le câble de raccordement est directement adapté à l'entrée haute impédance de l'oscilloscope. Avec des sondes atténuatrices même des sources de tension à résistance élevée ne seront que peu chargées (env. 10MΩ II 16pF resp. 100MΩ II 7pF pour la HZ53). Pour cette raison, lorsque la perte de tension apparaissant par la sonde atténuatrice peut à nouveau être compensée par un réglage de sensibilité plus élevée, il ne faudrait jamais travailler sans celle-ci. L'impédance de l'atténuateur représente en outre une certaine protection pour l'entrée de l'amplificateur vertical. En raison de la fabrication séparée toutes les sondes atténuatrices ne sont que pré-ajustées; il y a donc lieu de procéder à un ajustage précis à l'oscilloscope (voir «Ajustage de la sonde», page E 8).

Des sondes atténuatrices standards à l'oscilloscope diminuent plus ou moins sa bande passante et augmentent le

temps de montée. Dans tous les cas où la bande passante de l'oscilloscope doit être pleinement utilisée (par ex. pour des impulsions à fronts rapides), nous conseillons vivement d'utiliser les ***sondes modulaires HZ51*** (10:1), ***HZ52*** (10:1 HF) et ***HZ54*** (1:1 et 10:1) (voir feuille ACCESSOIRES). Ceci évite entre autres l'acquisition d'un oscilloscope à bande passante plus élevée et présente l'avantage de pouvoir commander des pièces séparées défectueuses auprès de HAMEG et de procéder soi-même au remplacement. Les sondes citées ont en complément un ajustage HF pour le réglage de compensation basse fréquence. Ainsi, à l'aide d'un calibrateur commutable sur 1 MHz, par ex. HZ 60, une correction du temps de transit de groupe à la fréquence limite supérieur de l'oscilloscope est possible. Effectivement avec ce type de sondes la bande passante et le temps de montée du HM 1005 ne sont que peu modifiés et la fidélité de reproduction des formes de signaux encore améliorée par la possibilité d'une adaptation à la reproduction individuelle du signal carré.

Lorsqu'une sonde atténuatrice 10:1 ou 100:1 est utilisée, il faut avec des tensions supérieures à 400 V toujours utiliser le couplage d'entrée **DC.** En couplage **AC** de signaux basse fréquence l'atténuation ne dépend plus de la fréquence, les impulsions peuvent montrer des pentes, les tensions continues seront supprimées – mais chargent le condensateur correspondant de couplage d'entrée de l'oscilloscope. Sa rigidité diélectrique est de 400V max. (= +crête~). Le couplage d'entrée **DC** est donc particulièrement important avec une sonde atténuatrice 100:1, qui a la plupart du temps une rigidité diélectrique de 1200 V max. (= +crête~). Pour la suppression de tension continue parasite, il est cependant autorisé de brancher un ***condensateur*** de capacité et rigidité diélectrique correspondante ***devant l'entrée de la sonde atténuatrice*** (par ex. pour la mesure de tensions de ronflement).

Pour toutes les sondes la tension alternative admissible au-dessus de 20 kHz est limitée en fonction de la fréquence. Pour cette raison il faut veiller à la courbe de décroissance („derating") du type de sonde atténuatrice concernée.

Le choix du point de masse à l'objet à contrôler est important pour la représentation de petites tensions de signaux. Il doit toujours se trouver aussi près que possible du point de mesure. Dans le cas contraire des courants évt. présents peuvent par conducteurs de masse ou parties de châssis fausser fortement le résultat de la mesure. Les câbles de masse de sondes atténuatrices sont également particulièrement critiques. Ils doivent être aussi courts et épais que possible. Lors du branchement de la tête de la sonde atténuatrice à une prise BNC, un adaptateur BNC devrait être utilisé. Il est souvent livré en tant qu'accessoire de sonde atténuatrice. Ainsi les problèmes de masse et d'adaptation sont éliminés.

L'apparition dans le circuit de mesure de tensions de ronflement ou parasites notables (en particulier avec un petit coefficient de déviation) sera vraisemblablement provoquée par mise à la terre multiple, étant donné qu'ainsi des courants de compensation peuvent circuler dans les blindages des câbles de mesure (chute de tension entre liaisons de fils de garde provoquée par d'autres appareils branchés au secteur, par ex. des générateurs de signaux avec condensateurs antiparasites).

Mode d'emploi

Pour un meilleur suivi des directives d'emploi, l'image de la face avant se trouvant en fin d'instructions, peut être dépliée vers l'extérieur de façon à toujours se trouver à coté du texte des instructions.
La face avant est, comme d'usage sur tous les oscilloscopes HAMEG, divisée en secteurs correspondants aux diverses fonctions.
Directement sous l'écran on trouve, de gauche à droite les règlages de luminosité(INTENS.), (INT. B = luminosité de la base de temps B), focalisation(FOCUS) et la rotation de trace(TR=trace rotation). Ensuite vient l'illumination du réticule (ILLUM.) et le calibrateur (CAL.0,2Vcc et 2Vcc) avec le commutateur de fréquence(1kHz ou 1MHz). Dans un cadre à côté se trouve le bouton d'expansion horizontale(X MAG.x10= ampli expansé par 10) ainsi que le règlage de position horizontale (X POS).
En haut à droite de l'écran se trouve l'interrupteur secteur (POWER) avec le symbole pour la position allumé(ON) et éteint(OFF). Plus loin sont disposés les éléments pour la base de temps A (TIME/DIV) et B (DEL TB) pour la synchronisation des deux bases de temps (LEVEL A et B) avec le commutateur de polarité (SLOPE +/-) et le retard de balayage (DEL. POS.) avec ses trois afficheurs. On trouve le bouton pour le choix des bases de temps A/B (levé A enfoncé B) et le bouton pour l'affichage alterné des deux bases de temps(ALT.) en haut à gauche du commutateur de base de temps, de même que le bouton X-Y (enfoncé=fonction X-Y). Pour la synchronisation alternée des deux voies CHI et CHII qui est dans le même secteur que le commutateur TRIG. (AC, DC, HF, LF, ~) et le voyant TRIG.. La touche EXT. actionnée met en fonction le mode synchronisation externe à l'aide d'un signal appliqué sur la prise BNC TRIG. INP..Le commutateur TV SEP. met en fonction le séparateur TV. Le HOLD OFF peut allonger le temps de palier de la base de temps avant qu'une Impulsion de synchronisation devienne active. Les boutons SINGLE et RESET avec leurs LED respectives autorisent les balayages monocoup.
En bas à droite dans le champ vertical se trouvent les entrées des préamplificateurs des canaux I, II et III (VERT INP.I, II, III) avec les commutateurs de couplage (GD,AC,DC) les atténuateurs CHI et CHII et le règlage de gain du Canal III (VAR. CH III). Les règlages de position Y

POS.I, II et III permettent de règler la position des traces. Le bouton de séparation des traces(TRACE SEP.) permettront en mode alterné des deux bases de temps de séparer les deux bases de temps. Les cinq boutons poussoirs dans le champ vertical servent pour les différents modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux et seront décrits dans la partie (Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux).

Tous les détails sont conçus de façon que même lors d'une erreur de manipulation, il ne résulte aucun dégât important. Les touches n'ont pour l'essentiel que des fonctions annexes. L'on devrait par conséquent veiller qu'au départ, aucune touche ne soit enfoncée. L'utilisation découlera des cas de besoins respectifs.
Le HM 1005 saisit tous les signaux de tension continue jusqu'à une fréquence d'au moins 100 MHz (−3 dB). Avec des phénomènes sinusoïdaux la limite supérieure se situe même à 130 MHz. Cependant, dans cette gamme de fréquence la plage utile verticale de l'écran est limitée à 4-5 cm. La résolution en temps est sans problème.
Par exemple, à env. 100 MHz et le temps de déviation le plus court réglable (5 ns/cm), une courbe sera écrite tous les 2 cm. La tolérance des valeurs affichées ne comporte que ±3% dans les deux directions de déviation. Toutes les grandeurs à mesurer sont par conséquent relativement précises à déterminer. Il faut cependant tenir compte qu'à partir d'env. 40 MHz l'erreur de mesure en direction verticale augmente constamment avec la fréquence croissante. Ceci est conditionné par la chute d'amplification de l'amplificateur de mesure. A 60 MHz la chute s'élève à env. 10%. A cette fréquence il faut donc ajouter env. 11% à la valeur de tension mesurée. Etant donné cependant que les bandes passantes des amplificateurs de mesure diffèrent (normalement entre 110 et 130 MHz), les valeurs de mesure dans les gammes limites supérieures ne peuvent être définies exactement. A cela s'ajoute — comme déjà évoqué — qu'au−dessus de 100 MHz la plage utile de l'écran diminue constamment avec la fréquence croissante. L'amplificateur de mesure est dimensionné de façon telle que la qualité de transmission sera pas influencée par de propres suroscillations.

Mise en route et préréglages

Avant la première mise en route la tension réglée au répartiteur secteur du HM 1005 doit être comparée avec la tension secteur présente (Réglage, voir page E 2).

***Il est recommandé en début de travail de n'enfoncer aucune touche et de placer les boutons de commande avec flèche dans leur position calibrée CAL. resp. x1. Les traits sur les caches de bouton doivent être à peu près verticaux vers le haut (milieu de la plage de réglage). Il est à veiller particulièrement que l'interrupteur de commutation de mode de déclenchement, combiné avec le bouton* LEVEL*, soit en position AT et que les commutateurs à glissière* OFF-SEARCH-DELAY *et* TV SEP. *soit en position haute* OFF.

L'appareil est mis en route avec la touche rouge **POWER**. L'allumage du voyant indique le fonctionnement. Si après 10 secondes de chauffe aucune trace n'est visible, il est possible que le réglage **INTENS.** ne soit pas tourné suffisamment ou que le générateur de base de temps ne soit pas déclenché. En outre, les réglages **POS.** peuvent également être déréglés. Il est alors à recontrôler si selon les indications tous les boutons et touches se trouvent dans les bonnes positions. Il est à veiller particulièrement au bouton **LEVEL**. Sans tension de mesure appliquée, la ligne de temps n'est visible que lorsque ce bouton se trouve en position **AT** (déclenchement automatique sur valeur de crête). Si seul un point apparaît (attention: danger de brûlure de l'écran), il est vraisemblable que la touche **X-Y** est enfoncée. La ressortir alors. La ligne de temps étant visible, régler la commande **INTENS.** pour une luminosité moyenne et le bouton **FOCUS** pour une netteté maximale. En même temps l'interrupteur de couplage d'entrée **DC-AC-GD** (**CH.I**) devrait se trouver en position **GD** (ground = masse). L'entrée de l'amplificateur vertical est alors court-circuitée. Il est ainsi assuré qu'aucune tension parasite extérieure ne pourra influencer la focalisation. Des tensions de signal éventuellement présentes à l'entrée Y ne seront pas court-circuitées en position **GD**.

Pour ménager le tube il faudrait toujours travailler avec une luminosité telle qu'exigée par la mesure effectuée et par l'éclairage ambiant. ***Une précaution particulière est requise avec un faisceau ponctuel.*** Réglé trop lumineux, il peut endommager la couche du tube. De plus, les coupures et mises en route successives et fréquentes de l'oscilloscope sont préjudicables à la cathode du tube.

Rotation de trace TR

Malgré le blindage en mumétal du tube cathodique, des influences du magnétisme terrestre sur la position horizontale du faisceau peuvent souvent ne pas être totalement évitées. Ceci dépend de l'orientation de l'oscilloscope au poste de travail. La ligne horizontale du faisceau, au milieu de l'écran, ne balaye alors pas exactement parallèle aux lignes du graticule. La correction sur quelques degrés est possible au potentiomètre derrière l'ouverture marquée* TR *avec un petit tournevis.

Utilisation et ajustage de sondes

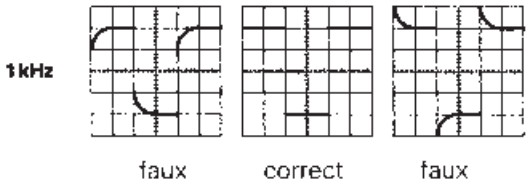
Afin que la sonde atténuatrice utilisé restitue la forme du signal non faussée, elle doit être adaptée exactement à l'im-

pédance d'entrée de l'amplificateur vertical. Pour cela un générateur commutable incorporé au HM1005 délivre un signal rectangulaire de très faible temps de montée (<5ns) et d'une fréquence de 1kHz ou 1MHz pouvant être choisie par touche.
Le signal rectangulaire peut être prélevé des deux bornes concentriques de sortie sous l'écran. Une borne délivre **0,2V_{cc}** ±1% pour sondes atténuatrices 10:1, l'autre **2V_{cc}** ±1% pour sondes atténuatrices 100:1. Ces tensions correspondent chaque fois à une amplitude d'écran d'une hauteur de ***4cm*** lorsque le commutateur d'atténuateur d'entrée du HM1005 est réglé sur un coefficient de déviation de ***5mV/cm***.
Le diamètre intérieur des bornes est de 4,9mm et correspond directement au diamètre extérieur (à la masse) du tube de blindage des ***sondes*** atténuatrices ***modulaires*** modernes et aux sondes de la ***série F*** (uniformisée internationalement). Ce n'est qu'ainsi, qu'une liaison de masse extrêmement courte est possible, condition pour des fréquences de signal élevées et une reproduction non faussée de la forme de courbe de signaux non-sinusoïdaux.

Ajustage 1kHz

Cet ajustage par trimmer-C compense la charge capacitive de l'entrée de l'oscilloscope (env. 30pF). Par l'ajustage la division capacitive reçoit le même rapport de division que le diviseur de tension ohmique. Aux hautes et basses fréquences il résulte alors la même division de tension que pour une tension continue. (Pour des sondes 1:1 ou commutées sur 1:1 cet ajustage n'est ni nécessaire, ni possible). Une condition pour l'ajustage est le parallélisme de la trace avec les lignes horizontales du graticule (voir «Rotation de trace **TR**).

Brancher la sonde (type HZ51, 52, 53, 54 ou également HZ36) à l'entrée **CH.I**, n'enfoncer aucune touche et ne tirer aucun bouton, mettre le couplage d'entrée sur **DC**. Atténuateur d'entrée sur **5mV/cm** et commutateur **TIME/DIV.** sur **0,2ms/cm** (les deux réglages fins en position calibrée **CAL.**). Enfoncer la sonde sans grip-fil dans la borne **CAL.** correspondante (atténuateur 10:1 dans la borne **0,2V**, 100:1 dans la borne **2V**).



Sur l'écran l'on peut voir 2 trains d'onde. Il y a lieu maintenant d'ajuster le trimmer de compensation. Il se trouve en général dans la sonde elle-même. Sur la sonde 100:1 HZ53 il se trouve dans un petit boîtier à la fiche BNC. Ajuster le trimmer au moyen du tournevis isolé fourni jusqu'à ce que les crêtes supérieures du signal rectangulaire soient exactement parallèles aux lignes horizontales du graticule (voir fig. 1kHz). La hauteur du signal devrait alors être de 4cm ± 1,2mm (3%). Les flancs du signal ne sont pas visibles avec ce réglage.

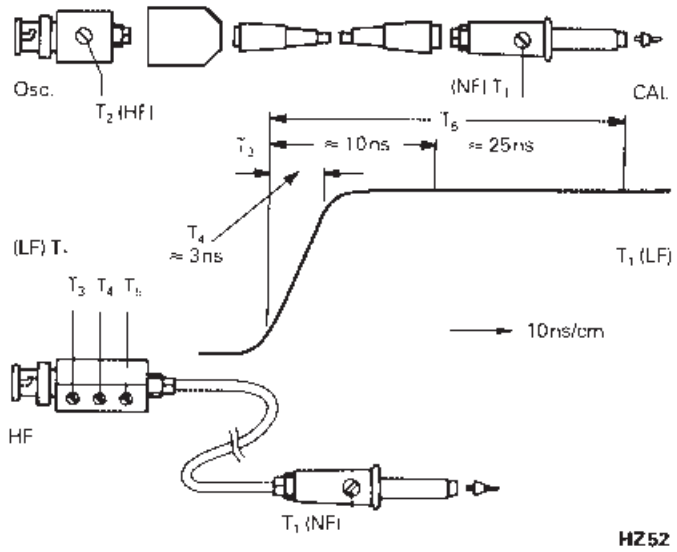
Ajustage 1MHz

Un ajustage HF est possible avec les sondes HZ51, 52, 54 et HZ37. Celles-ci possèdent des circuit de correction de distorsion-résonance (trimmer R en combinaison avec des bobines et condensateurs) avec lesquels il est en premier possible d'ajuster la sonde de la façon la plus simple sur la plage optimale de la fréquence limite supérieure de l'amplificateur vertical. Après cet ajustage l'on obtient non seulement la bande passante maximale possible en fonctionnement de la sonde, mais également un temps de transit de groupe largement constant en fin de plage. Ainsi des distorsions transitoires (tels suroscillations, arrondis, trous ou bosses) à proximité du flanc de montée sont limitées à un minimum. La bande passante du HM1005 sera entièrement exploitée, sans distorsions de forme de courbe, par l'utilisation de sondes HZ51, 52 et 54.
Cet ajustage nécessite un générateur de signaux carrés de faible temps de montée (4ns typique) et sortie à faible résistance (env. 50Ω), qui délivre à une fréquence de 1MHz également une tension de 0,2V resp. 2V. La sortie calibrateur du HM1005 remplit cette condition lorsque la touche **1MHz** est enfoncée.

Brancher la sonde du type HZ51, 52 ou 54 à l'entrée **CH.I**, n'enfoncer que la touche **1MHz** du calibrateur et ne tirer aucun bouton, placer le couplage d'entrée sur **DC**, l'atténuateur d'entrée sur **5mV/cm** et le commutateur **TIME/DIV.** sur **0,1µs/cm** (les deux réglages fins en position calibrée **CAL.**). Enfoncer la sonde dans la borne **0,2V**. Sur l'écran l'on voit un train d'onde dont les flancs sont maintenant également visibles. L'on procède maintenant à l'ajustage HF. L'on devrait alors observer le flanc de montée et le coin supérieur gauche de l'impulsion. Retirer le capot isolant se trouvant directement derrière la fiche BNC de la sonde (tenir le capot, dévisser le cône-écrou avec le câble). Sur le boîtier derrière la fiche BNC l'on voit une vis à fente-trimmer sur chacun des types HZ51 et HZ54 mais trois vis à fente sur le HZ52. Avec celles-ci le début de crête supérieur gauche est à régler aussi droit que possible. Ni dépassement, ni arrondi ne sont admissibles. Pour les HZ51 et 54 cela est tout simple, pour la sonde HF 10:1 HZ52 avec 3 trimmers un peu plus difficile. En revanche, là il y a la possibilité d'influencer la raideur du flanc de montée et de niveler des trous et/ou des bosses sur la crête de l'impulsion directement à côté du flanc de montée. Le flanc de montée doit être aussi raide que possible mais avec une crête aussi droite que possible. L'ajustage HF est facilité du fait que chacun des 3 trimmers a son domaine d'influence défini (voir figures suivantes).

Points d'ajustage des sondes

HZ51, HZ54

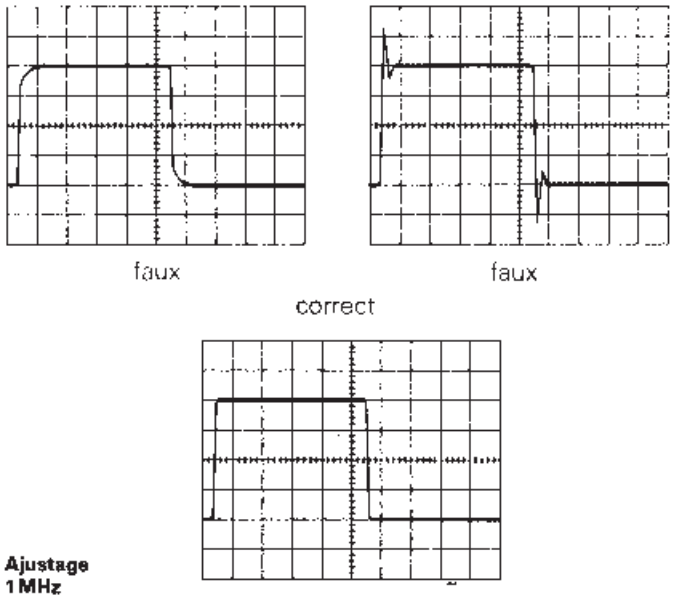


HZ52

T_3: influence sur les fréquences moyennes
T_4: influence sur le flanc de montée
T_5: influence sur les fréquence basses

L'ajustage HF terminé il faut également contrôler la hauteur du signal sur l'écran à 1 MHz. Elle doit avoir la même valeur que celle indiquée précédemment pour l'ajustage 1 kHz. Le capot isolant peut ensuite être à nouveau placé sur la fiche BNC.

D'autres types de sondes que celles indiquées plus haut ont en général des diamètres de tête plus grands et ne vont pas dans les bornes du calibrateur. Pour un bon technicien il n'est pas difficile de se faire un adaptateur qui convient. Nous voudrions cependant signaler que de telles sondes ont la plupart un temps de montée trop élevé par lequel la bande passante totale de l'oscilloscope avec sonde se trouve bien inférieure à celle du HM 1005. En outre, il manque presque toujours la possibilité d'ajustage HF. Il en résulte que des distorsions de forme d'impulsion aux fréquences de récurrence élevées ne sont pas à exclure.



Ajustage 1 MHz

L'attention est attirée sur le fait que la séquence – 1 kHz en premier, puis 1 MHz – est à respecter, mais pas à être répétée et que les fréquences 1 kHz et 1 MHz du calibrateur ne peuvent être utilisées à l'étalonnage du temps. En outre le rapport cyclique s'écarte de la valeur 1:1.

L'ajustage de sondes simple et précis (ou un contrôle de coefficients de déviation) est conditionnée par des crêtes d'impulsions horizontales, des hauteurs d'impulsions calibrées et un potentiel zéro à la crête d'impulsions négatives. La fréquence et le rapport cyclique ne sont en cela pas critiques.

Pour l'appréciation de la qualité de transmission à l'aide de la réponse transitoire un temps de montée d'impulsion et un générateur à faible résistance sont particulièrement importants. Avec ces propriétés et sa fréquence commutable le calibrateur du HM 1005 peut au besoin remplacer également des générateurs de signaux carrés coûteux par ex. pour la calibration de diviseurs à large bande (circuits d'amortissement) ou pour l'appréciation d'amplificateurs à large bande.

Pour cela l'entrée du circuit correspondant sera alimentée à partir de l'une des bornes **CAL.** du HM 1005 à travers une sonde adéquate. La fréquence (**1 kHz ou 1 MHz**) peut être choisie. Si l'entrée du circuit est à résistance élevée (1 MΩ II 15-50 pF) l'on obtient à l'entrée du circuit (= sortie BNC de la sonde) une tension correspondante à la division (10:1 ≙ 20 mV_{cc}; 100:1 ≙ également 20 mV_{cc} sur la sortie 2 V). Les types HZ51, 52 et 54 HAMEG y sont appropriés. Si l'entrée du circuit est à faible résistance (par ex. 50 Ω) une sonde 1:1 peut être utilisée. Mais celle-ci doit vraiment avoir une terminaison de 50 Ω. Le types HZ50 et 54 HAMEG y sont appropriés. Cette dernière doit être commutée sur 1:1 et son trimmer HF sous le capot de la fiche BNC être placé en butée à gauche. A l'entrée du circuit l'on obtient alors (à 50 Ω) env. 40 mV_{cc} avec la HZ50, env. 24 mV_{cc} avec la HZ54 lorsque la sonde est enfoncée dans la borne **CAL. 0,2 V**. Les valeurs de tensions indiquées ont une tolérance supérieure à 1 %, étant donné que le fonctionnement en 1:1 avec une charge de 50 Ω est tout à fait inhabituel. Une utilisation de la borne **CAL. 2 V** dans les mêmes circonstances n'est possible qu'avec la HZ54. L'on obtient alors env. 190 mV_{cc} sur 50 Ω, toutefois avec un temps de montée doublé. Des valeurs de tensions plus précises en fonctionnement 1:1 sont immédiatement mesurables avec le HM 1005, lorsqu'une charge de passage HZ22 est branchée directement entre la sortie fiche BNC de la sonde et l'entrée Y de l'oscilloscope.

Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux

Le mode de fonctionnement désiré sera choisi avec les cinq touches du secteur Y. En mode mono elles sont toutes sorties. Alors seul le canal I est prêt à fonctionner.

Sous réserve de modifications

En fonctionnement MONO du canal II il faut enfoncer la touche CHI/II TRIG.II, ce qui permet aussi de synchroniser à partir du canal II. Le fonctionnement de la voie III en mode Mono est impossible.

Si on actionne seulement la touche DUAL, les voies I et II sont mises en oeuvre. Une action sur la touche CHIII mettra en action le canal III. Cette disposition des touches met en jeu les trois voies en mode alterné. Pour visualiser des signaux très lents ce mode n'est pas pratique. Si on enfonce alors la touche ADD, les trois canaux sont commutés à haute fréquence(chop mode). Des phénomènes très lents seront alors également représentés sans scintillement. Pour des oscillogrammes d'une fréquence de récurrence plus élevée le mode de commutation des canaux est moins important. Si maintenant la touche **ADD** est enfoncée les signaux des deux canaux seront additionées. (**I+II**=représentation des sommes). En inversant alors encore le canal I (touche **INVERT**, CH.I enfoncée) la représentation de la différence est également possible (**−I+II**).

Dans ces deux modes de fonctionnement la position verticale de l'image d'écran dépend des réglages **Y-POS.** des deux canaux.

Des différences de tension entre deux points d'un circuit peuvent être mesurées en potentiel flottant. Pour cela, on utilisera les deux canaux verticaux en mode différentiel. La mesure de la chute de tension dans une résistance connue permet aussi de connaître le courant qui passe entre deux points d'un circuit. En règle générale, le prélèvement des signaux doit être effectué avec des sondes atténuatrices de même impédance et atténuation. Pour maintes mesures différentielles, il est conseillé de ***ne pas*** réunir les fils de masse des deux sondes à l'objet à mesurer. De cette façon, on évite les ronflements parasites ou les réjections en mode commun.

Fonction XY

Pour cette fonction la touche X-Y est actionnée. Il faut en plus enfoncer la touche CHI/II. Le signal X sera entré sur la voie I.

L'atténuateur d'entrée et le règlage fin du canal I sont utilisés pour règler l'amplitude de la déviation horizontale.

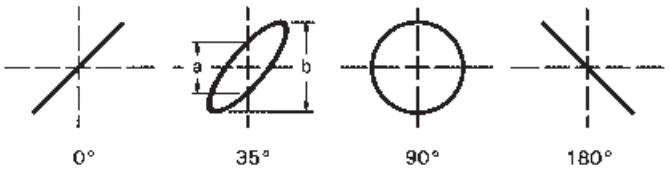
Le bouton X-POS règlera la position horizontale, le bouton POS I étant alors inopérant dans ce mode. La sensibilité et l'impédance d'entrée est maintenant la même dans les deux sens de déviation. La touche MAGx10 à côté de X-POS. ne doit pas être utilisée. La bande passante dans le sens horizontal est de 4MHz(-3dB). Il faut pourtant observer que déjà à 50kHz se produit un déphasage entre les deux voies, qui augmentera avec la fréquence. Le signal Y peut être inversé à l'aide de la touche INV.II. Le canal III ne peut être utilisé dans ce mode.

La fonction XY avec figures de Lissajous facilite ou permet certaines mesures:

- la comparaison de deux signaux de fréquences différentes ou le calage de l'une des fréquences à la fréquence de l'autre signal jusqu'à la synchronisation. Ceci est encore valable pour des multiples entiers ou des portions de l'une des fréquences de signal.
- la comparaison de phase entre deux signaux de même fréquence.

Comparaison de phase avec figures de Lissajous

Les figures ci-après montrent deux signaux sinusoïdaux de même fréquence et amplitude avec des angles de phase différents.



Le calcul de l'angle de phase ou du décalage de phase entre les tensions d'entrée X et Y (après mesure des sections **a** et **b** sur l'écran) est très simple avec les équations suivantes et une calculatrice de poche avec fonction sinus et est par ailleurs indépendant des amplitudes de déviation sur l'écran.

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

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

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

Il y a lieu de tenir compte:

- qu'en raison de la périodicité des fonctions d'angle l'interprétation par calcul devrait être limitée à un angle ≦ 90°. C'est justement là que résident les avantages de la méthode.
- de ne pas utiliser une fréquence de mesure trop élevée. Au-dessus de 120kHz le décalage de phase des deux amplificateurs du HM1005 peut être supérieur à un angle de 3° en fonction XY.
- que de l'image d'écran il n'est pas possible de voir sans plus si la tension de test est en avance ou en retard par rapport à la tension de référence. Un élément RC placé devant l'entrée de tension test de l'oscilloscope peut aider. La résistance d'entrée de 1 MΩ peut desuite servir de R, si bien que seul un condensateur adéquat C est à brancher. Si l'ouverture de l'ellipse s'agrandit (par rapport à C court-circuité) alors la tension de test avance et inversement. Ceci n'est cependant valable que dans la plage d'un décalage de phase jusqu'à 90°. C'est pourquoi C devrait être suffisamment grand et ne provoquer qu'un décalage de phase relativement petit juste bon à observer.

Réglage de l'oscilloscope pour un signal correspondant à la figure 2:

N'enfoncer aucune touche. ***Y***: **CH. I**; **20 mV/cm**; **AC**.
TIME/DIV.: **0.2 ms/cm**.
Déclenchement: **NORMAL**; **AC**; int. avec durée d'inhibition x10 ou déclenchement externe).

En relevant les deux valeurs ***a*** et ***b*** sur l'écran, le degré de modulation se calcule par

$$m = \frac{a-b}{a+b} \text{ resp. } m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\,[\%]$$

où $a = U_T\,(1+m)$ et $b = U_T\,(1-m)$.

Lors de la mesure du degré de modulation les boutons de réglage fin d'amplitude et de temps peuvent être déréglés au choix. Leurs positions n'influencent pas le résultat.

Indicateur de dépassement vertical

Il indique soit que la trace est en dehors de l'écran ou que l'amplitude du signal dépasse l'écran. L'affichage se fait à l'aide de deux diodes LED, indiquées par **OVERSCAN**, placées entre les deux atténuateurs verticaux. Si une des diodes s'allume alors qu'il n'y a pas de signal à l'entrée, cela montre qu'un des boutons **POS** est mal positionné. Suivant la diode qui s'allume on peut voir dans quelle direction se trouve la trace. Lors du mode multicanaux, tous les boutons **POS** peuvent être mal règlés. S'ils sont tous dans la même direction, une seule diode s'allumera. S'ils sont de part et d'autre de l'écran, les deux diodes s'illumineront. L'indication de la position Y fonctionne ***dans tous les modes***, même en cas de non fonctionnement du balayage ou en mode X-Y.
Comme conseillé dans la partie Prérèglages, il faut le plus souvent possible travailler en mode récurrent (bouton **LEVEL A** en position **AT**). Sans signal à l'entrée on a quand même une trace visible. Parfois la trace disparaît lors de l'application d'un signal. L'observation du dépassement permet de voir où elle se trouve. Si les deux indicateurs s'allument, le signal dépasse dans les deux sens. Si le signal comporte une composante continue relativement élevée, en couplage **DC** des amplificateurs verticaux, la trace peut se mettre hors de l'écran. Dans ce cas il faut soit travailler avec un gain vertical plus petit(image réduite) ou mettre le couplage **AC**.

Déclenchement et déviation de temps (A)

La représentation d'un signal n'est possible que lorsque la base de temps sera déclenchée. Afin qu'il en résulte aussi une image fixe, le déclenchement doit s'effectuer synchrone avec le signal de mesure. Ceci est possible par le signal de mesure lui-même ou une tension de signal amenée extérieurement mais également synchrone. Avec le bouton **LEVEL A** en position **AT** une ligne de temps sera toujours écrite, même sans tension de mesure appliquée. Dans cette position, pratiquement tous les signaux non compliqués se répétant périodiquement à une fréquence de récurrence de plus de 30 Hz peuvent être représentés bien stables. L'opération de la base de temps se limite alors pour l'essentiel à celle du réglage du temps.

Ce ***déclenchement automatique*** est par principe également valable pour le déclenchement extérieur par la prise **TRIG. INP.**. De toutes façons, le signal sur cette entrée doit être synchroné et avoit une amplitude de 50 mV_{cc} à 0,5 V_{cc}.
Attention! Pour des signeaux qui ne passent pas par zéro (comme par exemple les signeaux TTL LOW) il faut utiliser le couplage **AC** ou **HF** du commutateur de synchro. Dans tous les cas, on peut règler le niveau à l'aide du potentiomètre **LEVEL** (NORM). Cela est valable aussi pour le mode **ALT.** (synchronisation alternée).
En déclenchement extérieur le sélecteur de déclenchement est à commuter sur **EXT.** et le signal (200 mV_{cc} à 2 V_{cc}) à amener à la prise **EXT. TRIG.**
En ***déclenchement normal*** (bouton **LEVEL A** ne doit pas être en position **AT**) le déclenchement de la déviation de temps peut s'effectuer sur chaque endroit d'un flanc de signal.
Avec la touche **SLOPE+/−** non enfoncée la déclenchement débute sur un flanc montant, donc positif. Si la représentation du signal doit débuter par un flanc descendant, donc négatif, la touche **SLOPE +/−** doit être enfoncée. Le choix de la direction du flanc se réfère au signal d'entrée. Il est indépendant de la position de la touche **INVERT**. La plage de déclenchement saisissable avec le réglage **LEVEL A** dépend fortement de l'amplitude du signal représenté. Si elle est inférieure à 1 cm, le réglage nécessite quelque doigté à cause de la petite zone d'accrochage.
En déclenchement interne et fonctionnement monocanal la touche de déclenchement **CH.I/II-TRIG.I/II** se trouver en position **I** ou **II** selon l'entrée verticale choisie. En fonctionnement deux canaux il est possible d'amener le signal de déclenchement interne au choix du canal **I** ou **II**. Ceci est également valable pour la représentation de la somme ou de la différence avec touche **ADD** enfoncée. ***En position*** **ALT** (touches **ALT.** enfoncée) il est possible en fonctionnement **DUAL** alterné ***de travailler en interne simultanément des deux canaux avec le déclenchement normal. Les deux fréquences de signaux peuvent être alors mutuellement asynchrones.*** Pour pouvoir déplacer à volonté les deux traces sur l'écran, on devrait utiliser, quand cela est possible, le couplage **AC** pour les deux voies. Alors le niveau de synchronisation sera à peu près le même pour les deux voies à partir d'une hauteur d'image de 5 mm. Le signal de déclenchement sera alors prélevé alternativement du canal justement représenté. La représentation d'un signal seulement en commutation de canaux alternée avec ce mode de déclenchement n'est pas possible.

Lors de l'utilisation des trois canaux (**CHI CHII** et **CHIII**) ou (**CHI** et **CHIII**) (**CHII** et **CHIII**) la synchronisation du CHIII se fait soit à partir du canal I ou du canal II, suivant la position du bouton **CHI/II-TRIG.I/II**.
Le mode de couplage et la gamme de fréquence du signal de déclenchement sont, interne comme externe, commutables avec le sélecteur de déclenchement **TRIG.**. L'inverseur **TV SEP.** doit être en position **OFF**. Dans les positions **AC** ou **DC** des petits signaux (<2 cm) ne seront déclenchés que jusqu'à env. 20 MHz. Pour des fréquences de signaux plus élevées (20-100 MHz) il faut commuter sur **HF**. En principe dans les positions **AC** et **DC** l'appareil déclenche aussi avec des fréquences audelà de 20 MHz; toutefois le seuil de déclenchement s'élève alors. Dans la gamme jusqu'à 20 MHz l'avantage est, que même en sensibilité la plus élevée de l'amplificateur de mesure un double déclenchement provoqué par bruit d'amplificateur est largement évité. La fréquence inférieure en déclenchement **AC** se trouve à env. 20 Hz. Les valeurs indiquées ci-dessus sont valables pour des signaux sinusoïdaux. En déclenchement interne elles dépendent de la hauteur de signal affichée.
Le déclenchement **DC** est seulement à recommander lorsqu'avec des phénomènes très lents il doit être déclenché sur une valeur de niveau déterminée du signal de mesure ou lorsque des signaux de forme impulsionnelle doivent être représentés avec des rapports cycliques se modifiant constamment pendant la mesure. En déclenchement **DC** interne l'on devrait toujours travailler en déclenchement normal.
Pour le ***déclenchement secteur*** en position ~ du sélecteur de déclenchement une tension d'enroulement secondaire (divisée) du transformateur secteur est utilisée comme signal de déclenchement à fréquence secteur (50-60 Hz). Ce mode de déclenchement est indépendant de l'amplitude et de la fréquence du signal Y et se recommande pour tous les signaux synchrones avec le secteur. Ceci est également valable – dans certaines limites – pour des multiples entiers ou portions de la fréquence secteur. Le déclenchement secteur permet une représentation de signaux même au-dessous du seuil de déclenchement. Elle est pour cela, le cas échéant, particulièrement adaptée à la mesure de petites tensions de ronflement de redresseurs secteur ou de perturbations à fréquence secteur dans un circuit.

Synchronisation TV

Lorsqu'il s'agit de visualiser un signal vidéo, il faut actionner le commutateur **TV SEP.** et lle placer sur une des fonctions (autres que **OFF**). Le commutateur **TRIG.** est alors sans effet, quelle que soit sa position.
Ce circuit sépare l'impulsion de synchronisation-image de la modulation vidéo, ce qui, sur les positions **V+** et **V–** (V = vertical), et pendant une mesure de temps, produit un signal de synchronisation à partir des impulsions de préégalisation.
Sur les positions **H+** et **H–** (H = horizontal), toutes les impulsions de synchronisation sont actives.
Passer sur les positions du commutateur marquées **+**, lorsque le signal vidéo est présent à l'entrée de l'oscilloscope avec des impulsions synchro au dessus de l'image, ou au dessus de la ligne. Dans le cas inverse, passer sur **V–** ou sur **H–**. Si la répresentation du signal est inversée, cela n'a aucune influence sur la synchronisation.

Lorsque **SLOPE** (choix du flanc de déclenchement) n'est pas enfoncée (**+**), c'est le front avant de l'impulsion qui sera opératif. En position **-**, ce sera le flanc arrière. Sur **V** cela n'a pas d'importance.
En plus de la configuration du commutateur **TV SEP.** et du bouton **SLOPE**, il faut aussi choisir la vitesse de balayage convenable, au moyen du commutateur **TIME/DIV.** Les vitesses les plus couramment utilisées en déclencement **H** ou **V** sont marquées des symboles voulus.

Si la composante continue du signal vidéo est trop élevée pour être amenée sur l'écran, même en utilisant **Y-POS.**, il faudra coupler le préamplificateur vertical sur **AC**. Ce qui présentera toutefois l'inconvénient que la trace bougera constamment avec la modulation image.
Pour la représentation des parties asynchrones du contenu ligne, voir le chapitre **Retard de balayage / synchronisation après retard**.

Toutes les vitesses de balayage règlables au moyen du bouton **TIME/DIV.** se réfèrent à la position en butée à droite du règulateur fin de temps, et à une longueur de 10 cm. Avec l'expansion par 10 (bouton **X-MAG. x10** tiré) on peut obtenir une résolution maximale de 5 ns/cm. Le choix de la vitesse de balayage dépend de la fréquence de récurrence du signal devant être mesuré. Le nombre de périodes représentées augmente avec le temps de balayage (commutateur temps vers la gauche).

Hold off

Lorsqu'avec des signaux mélangés extrêmement compliqués aucun point de déclenchement stable n'est trouvé même après des rotations répétées avec doigté du réglage **LEVEL** en déclenchement normal, dans beaucoup de cas l'immobilisation de l'image peut être obtenue par manœuvre du réglage **HOLD-OFF**. Avec ce dispositif le temps de blocage du déclenchement entre deux périodes de balayage peut être agrandi de façon continue dans un rapport 10:1. Des impulsions ou d'autres formes de signaux qui apparaissent durant le temps de blocage ne peuvent alors plus influencer le déclenchement. Particulièrement avec des signaux «burst» ou des trains d'impulsions apériodiques de même amplitude le début de la phase de déclenchement peut alors être réglé sur l'instant chaque fois le plus favorable ou nécessaire.

Sous réserve de modifications

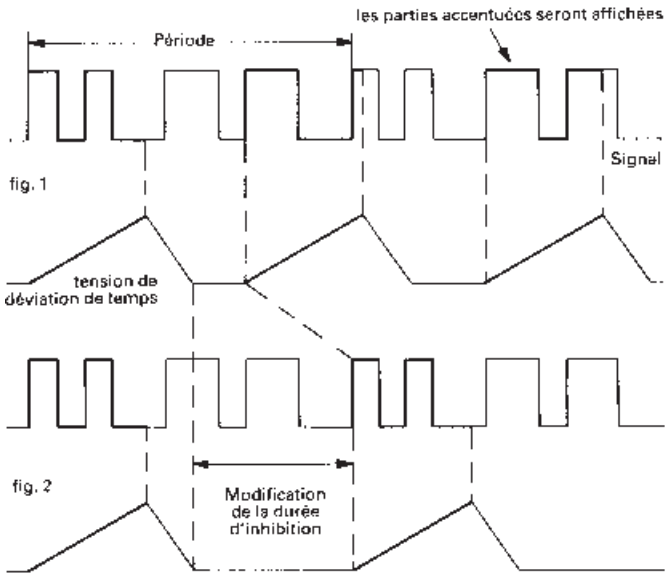
Un signal avec un fort bruit ou perturbé par une fréquence élevée sera parfois représenté en double. Le cas échéant seul un décalage de phase mutuel peut être influencé par le réglage* LEVEL*, mais non la représentation double. La représentation simple nécessaire à une exploitation du signal peut cependant être atteinte facilement par augmentation de la durée d'inhibition (*HOLD-OFF*). Pour cela, tourner lentement le bouton* HOLD-OFF *vers la gauche jusqu'à ce que plus qu'un seul signal soit représenté.

Une représentation double est possible avec certains signaux d'impulsions où les impulsions présentent alternativement une petite différence d'amplitude de crêtes. Seul un réglage **LEVEL** très précis permet une représentation simple. L'utilisation du bouton **HOLD-OFF** simplifie là également le réglage correct.

Après achèvement de ce travail, le réglage **HOLD-OFF** doit absolument être remis en butée à droite, la luminosité de l'écran étant autrement fortement réduite.

Mode de fonctionnement du réglage de la durée d'inhibition variable (HOLD-OFF)

Lorsque le signal à mesurer a une forme complexe et consiste de deux fréquences ou plus se répétant (périodes), le déclenchement peut être problématique. C'est alors que la durée d'inhibition variable est un très bon remède. Par variation de la pause (>5) entre deux passages de la déviation de temps il est en principe toujours possible d'obtenir une image fixe sur l'écran. Le mode de fonctionnement ressort des figures ci-après.



La fig. 1 montre l'écran avec le bouton de réglage **HOLD-OFF** en butée à gauche (position de base). Etant donné que différentes parties de la courbe sont affichées, il n'y a pas d'image fixe représentée (écriture double).
Fig. 2: La durée de **HOLD-OFF** est réglée de façon que les mêmes parties de la courbe soint toujours représentées. Une image fixe sera représentée.

Balayage monocoup

Des évènements uniques ou déclenchés ou bien la représentation d'une oscillation amortie peuvent être représentés en utilisant le mode monocoup. Pour ce faire il faut enclencher la touche **SINGLE** et actionner la touche **RESET**. Sans signal de synchronisation la **diode RESET** reste allumée tant qu'un balayage n'a pas été déclenché et terminé. Dans la plupart des cas, le mode synchronisation automatique peut être utilisé. Le balayage commence alors un peu en haut de la trace. La synchronisation est alors très sensible, car alors des impulsions erratiques et très petites peuvent déclencher intempestivement le balayage. Pour des niveaux de synchro plus élevés ou à basse fréquence, il faut utiliser le mode ***Synchronisation*** normal et régler le niveau **LEVEL A**. Ce réglage peut être effectué à l'aide d'un signal d'amplitude semblable. Quand il est bien réglé, l'impulsion attendue déclenche le balayage une seule fois. A la fin du balayage, la diode s'éteint. Pour une nouvelle mesure, il faut actionner la touche **RESET**. On peut observer à l'oeil nu des signaux relativement lents. Dans la plupart des cas, il faudra utiliser l'enregistrement photographique.

Toutes les vitesses de la base de temps sont valables pour le bouton variable bloqué à droite et une trace de 10cm. Quand le bouton d'expansion par 10 (MAG.X10) est enfoncé, on peut alors atteindre la résolution maximale de 5ns/cm. Le choix de la vitesse de balayage correcte dépend de la fréquence du signal appliqué. Le nombre de périodes visualisées augmente avec le coefficient de temps (commutateur vers la gauche)

Affichage du déclenchement

Aussi bien en déclenchement **PEAK** qu'en **NORMAL** l'état déclenché de la déviation de temps est indiqué par la diode luminescente située à gauche à côté du commutateur **TRIG.**. Ceci facilite un réglage **LEVEL A** sensible, particulièrement avec signaux très basse fréquence. Les impulsions qui provoquent l'affichage du déclenchement ne sont mémorisées qu'environ 100ms. Avec des signaux d'un taux de répétition extrêmement lent, l'allumage du voyant est par conséquent plus ou moins impulsionnel.

Deuxième base de temps (B) DEL.TB

Dans le champ **TIME/DIV** se trouvent les éléments de commande des bases de temps **A** et **B**. Ce sont, du centre vers l'extérieur:
le réglage fin de la base de temps **A** (Arrêt droite=calibré), le commutateur de la base de temps **A** de 1s/Div à 0,05µs/Div, et le commutateur externe (transparent)de la base **B** de 0,2s/Div à 0,05s/Div, ces derniers chiffres étant encadrés de noir.
La deuxième base de temps **B** peut représenter une partie retardée et dilatée de la base de temps **A**.

A partir de la disposition de démarrage du HM1005 (à part l'interrupteur secteur, tous les boutons en l'air, les traits vers le haut et flèches vers la droite, les points à gauche) la base de temps **A** sera mise sur la position 0,2ms/Div et la **B** sur 20µs/Div . Une action sur la touche ALT. à côté de la touche **A/B** permet à chaque balayage d'afficher chaque base de temps.

Comme les bases de temps affichent le même signal vertical, il serait difficile de distinguer les deux bases de temps. Pour ce faire, le règlage **TRACE SEP**, permet , en mode balayage alterné, d'éloigner la trace **B** de **A** de ±3Div dans le sens vertical. Il est parfois utile de diminuer le ou les gains des atténuateurs verticaux pour obtenir une image plus petite. En mode **ALT.**, une surbrillance apparaît sur la trace **A**, dont la longueur correspond aux rapports des deux bases de temps, dans notre cas 10mm. Ce secteur est représenté sur les 10cm sur la base **B**, donc dilaté 10 fois . Un signal sinusoïdal de 5kHz montrera 10 périodes sur la base de temps **A** et une période sur **B**. Le début du balayage **B** correspond au début de la surbrillance. De même la fin de celle-ci correspond à la fin de la base de temps **B**. Le règlage **DEL.POS.** (retard de balayage) permet de déplacer la surbrillance tout le long de la trace **A.** Le début de la surbrillance permet de connaître ce retard par rapport au début du balayage. S'il se trouve à par exemple 2 Div. après le départ, la base de temps A étant sur 0,2ms/Div, cela donnera exactement 0,4ms. C'est le retard que prendra la base de temps **B**, à la prochaine synchronisation.

En mode alterné la surbrillance peut être règlée à l'aide de **INT.B** (règlage normal à fond à droite). Si l'intensité A est au maximum, la surbrillance n'est plus visible. Pour la voir il faut diminuer cette intensité.

Alors que dans la position récurent **(FR)** la base de temps **B** peut être déplacée sur tout le signal, l'utilisation du mode déclenché **(LEVEL B** en action) fera déplacer la base de temps **B** de front de synchronisation en front de synchronisation. Ce mode offre l'avantage de pouvoir représenter une forte dilatation sans jitter. L'action sur **DEL POS.** fait alors déplacer la base de temps **B** de flanc en flanc.

Au fur et à mesure que le coefficient de dilataton augmente l'intensité de la représentation **B** diminue. Selon l'éclairage environnant on peut aller de 1000 à 5000. Parfois il faudra utiliser la visière **HZ47.**

Il est aussi possible d'enfoncer la touche A/B, de telle sorte que seule la base B sera représentée, supprimant ainsi le problème de différence de luminosité. Le règlage **TRACE SEP** est alors débranché, et le balayage B prend la place du balayage A.

Si on ramène le commutateur de base de temps B vers la gauche, il arrive un moment où la base de temps A est solidaire de B, si bien que la base de temps B ne peut être plus lente que A.

Affichage 3 digits pour le retard (DEL. POS.)

L'affichage situé au-dessus de ce règlage est enclenché quand le balayage B est actif. Le chiffre affiché de 0 à 999 correspond au début de la surbrillance (en mode alterné) sur la base A.

Le règlage de l'affichage **DEL.POS** se fait de la manière suivante:

1 commuter le mode balayage alterné (**ALT.**)

2 mettre le règlage fin base **A** sur **calibré**

3 mettre la base de temps B sur récurrent.

4 afficher 500 avec le règlage **DEL. POS.**

5 diminuer l'intensité A jusqu'à distinguer la surbrillance

6 positionner le début de la surbrillance sur la ligne verticale du milieu du graticule.
Si la base de temps **A** est changée, il faudra refaire ce règlage.
Le retard de **B** par rapport à **A** sera:
vitesse de **A** multipliée par l'affichage et divisée par 100.

Divers

Sortie *M*
La tension en dent de scie du générateur de balayage (env. $5V_{cc}$) est ressortie par une prise BNC à l'arrière de l'appareil marquée avec un symbole correspondant. La résistance de charge ne devrait pas être inférieure à 10kΩ||47pF. Pour le prélèvement sans potentiel de tension continue un condensateur est à intercaler.

Modulation Z
Le blanking du faisceau s'effectue par un niveau TTL haute (logique positive) sur la prise BNC marquée **Z**-Modulation qui se trouve également à l'arrière de l'appareil. Des tension plus élevées qu'un niveau TTL ($5V_{cc}$) ne sont pas admises pour blanking du faisceau. Le générateur de tension sinusoïdale ou rectangulaire nécessaire pour le blanking devrait posséder une sortie basse impédance (600Ω max). Un générateur de tension rectangulaire avec impulsions négatives contre masse n'est pas utilisable. De même aucune tension continue d'offset ne doit être située à la prise **Z**. La tension de sortie d'un générateur sinusoïdal doit être réglable pour l'ajustage de efficacité impulsionnelle. La modulation du faisceau s'effectue par sauts clairs-sombres. Une modulation analogique avec gradation de luminosité est possible.

Sortie Y
Le HM 1005 possède également une sortie **Y** avec prise BNC au dos de l'appareil. La tension de sortie à vide est d'environ

90 mV_{cc} par cm de hauteur d'image d'écran; elle est en phase avec le signal d'entrée. La tension Y est — comme le signal de déclenchement — prélevée de l'amplificateur vertical et est également commutable. Le canal I ou II est choisi avec la touche de déclenchement **CHI/II-TRIG. I/II** du secteur X. En commutation de canal alternée (seule touche **DUAL** du secteur Y enfoncée) et déclenchement alterné (touche **ALT.** du secteur X enfoncé) la sortie Y est commandée alternativement (en cadence avec la déviation de temps) du canal I ou du canal II.

La sortie Y est indépendante de la position Y du faisceau. Elle ne réagit donc pas à un déplacement de **Y-POS.I** ou **Y-POS.II**, ni à la touche d'inversion **INVERT**. La sortie Y est couplée en tension continue et se trouve à peu près à un potentiel nul. Sa bande passante est d'env. 100 MHz, lorsqu'elle est terminée extérieurement par 50 Ω. La tension de sortie est alors environ 45 mV_{cc} par cm de hauteur d'image d'écran.

Eclairage graticule

Pour l'enregitrement photographique des images d'écran le HM 1005 offre un éclairage du graticule. Sans celui-ci le graticule de mesure nécessaire pour une évaluation n'est normalement pas visible. Une modification de l'intensité de lumière est possible en deux positions avec le commutateur à glissière marqué **ILLUM.** Dans la position supérieure **0** l'éclairage du graticule est coupé. Le réglage optimal dépend cependant également de l'appareil photo utilisé et de la sensibilité de la pellicule. Eventuellement plusieurs prises de vue d'essai sont d'abord nécessaires, jusqu'à ce que le graticule de mesure soit clairement visible sur les photos. Quand la caméra n'a pas d'obturateur, une double impression peut être utile. Bien sur, il ne faut pas que la position de la caméra change entre temps. Si l'on veut prendre le graticule seul, il fait mettre le bouton **INTENS.** à fond à gauche, il est toujours utile de noter les dispositions de l'oscilloscope et de l'appareil photo au dos de la photo.

Mode d'emploi condensé du HM 1005

Mise en route et préréglages

Brancher l'appareil au secteur, enfoncer touche secteur (en haut à droite à côté de l'écran).
La diode luminescente indique le fonctionnement. ***Coffret, châssis et masses des bornes de mesure sont rélies au fil de garde du secteur (classe de protection I).***
N'enfoncer aucune autre touche. Sélecteur **TRIG.** sur **AC**.
TV SEP. en **OFF**. Bouton **LEVEL A** en position **AT**.
Avec bouton **INTENS.** régler luminosité moyenne.
Avec les réglages **Y-POS.I** et **X-POS.** amener la trace au milieu de l'écran.
Poursuivre par la concentration de faisceau avec réglage **FOCUS**.

Mode de fonctionnement des amplificateurs de mesure

Canal I: Toutes les touches du secteur Y sorties.
Canal: II: Touche **CHI/II-TRIG.I/II** enfoncée.
Canal I et II: Touche **DUAL** enfoncée. Commutation de canaux alternée: ne pas enfoncer touche **ADD**.
Canaux I, II et III: Touches **DUAL** et **CHIII**enfoncées.
Commutation de canaux découpée: enfoncer touche **ADD**.
Signaux <1 kHz avec touche **CHOP.** enfoncée.
Canaux I+II (addition): n'enfoncer que la touche **ADD**.
Canaux +I−II (différence): enfoncer les deux touches **ADD** et **INVERT** (CH.II).

Mode de fonctionnement du déclenchement

Choisir le mode de déclenchement avec bouton **LEVEL A**:
AT = déclenchement automatique. **NORMAL** = déclenchement normal.
Polarité flanc de déclenchement: choisir avec touche **SLOPE** +/− (A).
Déclenchement interne: choisir canal avec touche **CH.I/II-TRIG.I/II**.
Déclenchement alterné interne: enfoncer touche **ALT.**.
Déclenchement externe: enfoncer touche **EXT.**; signal synchrone ($0{,}2\,V_{cc}$-$2\,V_{cc}$) sur prise **TRIG. INP.**
Déclenchement secteur: sélecteur **TRIG.** sur ∼.
Couplage de déclenchement: choisir **AC-DC-HF-LF** avec sélecteur **TRIG.**.
Gamme de fréq. de décl.: **AC** et **DC** jusqu'à 40 MHz, **HF** au-dessus de 40 MHz, **LF** au-dessous de 1 kHz.
Signaux de mélanges vidéo avec fréquence lignes: sélecteur **TV SEP.** sur **H**+ ou **H**−.
Signaux de mélanges vidéo avec fréquence trame: sélecteur **TV SEP.** sur **V**+ ou **V**−.
Veiller à affichage de déclenchement: voyant au-dessus sélecteur **TRIG.**.
Déclenchement monocoup: Touches **SINGLE** et **RESET**. Voir **diode RESET**.

Mesure

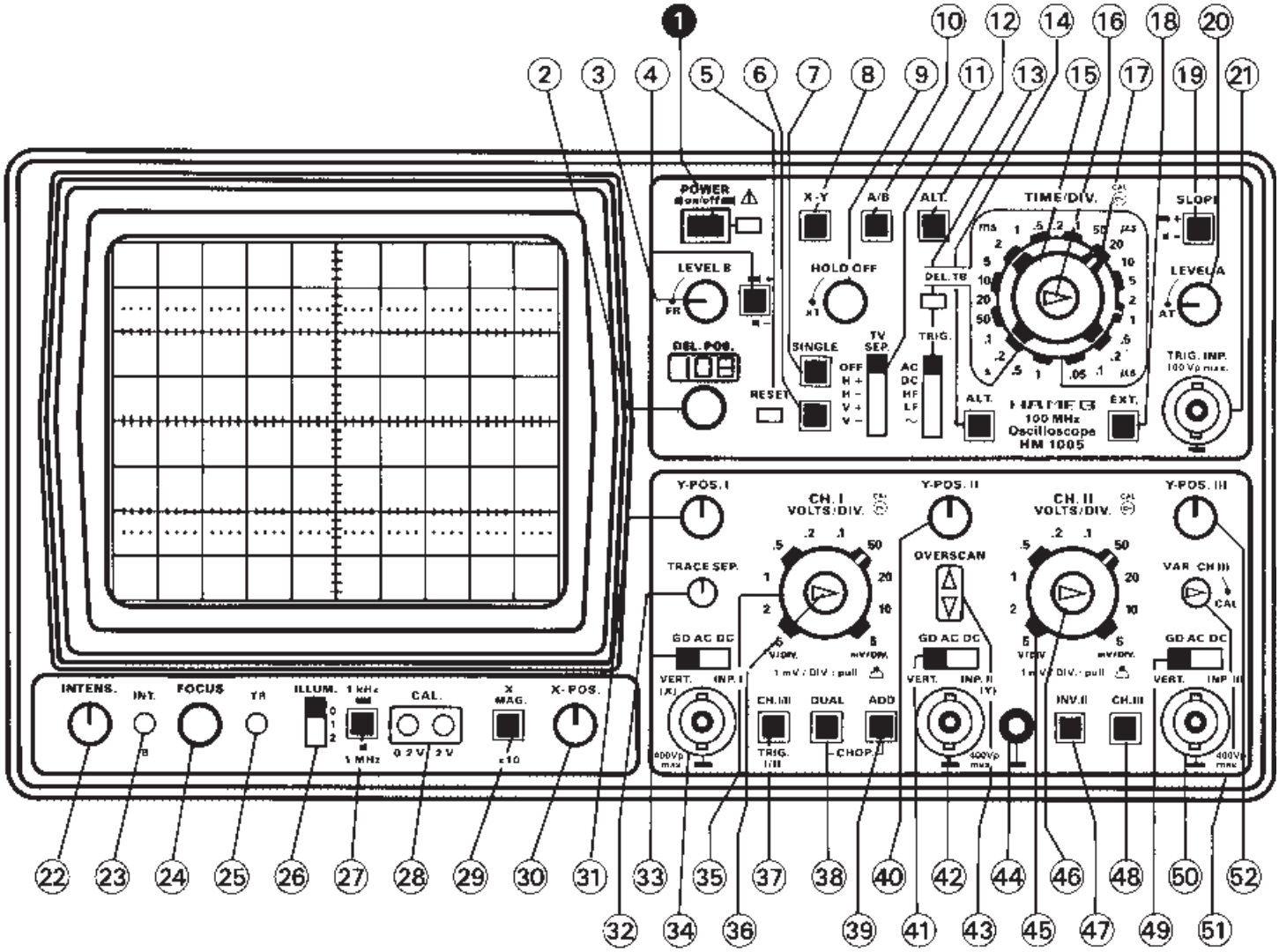
Amener les signaux à mesurer aux prises d'entrées verticales **CH.I** et/ou **CH.II** et **CH.III**.
Ajuster au préalable la sonde avec le générateur incorporé **CAL.**.
Commuter couplage du signal de mesure sur **AC** ou **DC**.
Avec commutateur ampli. régler signal à hauteur d'image désirée.
Expansion Y x5: tirer réglage fin Y, **MAG x5**.
Choisir temps de déviation au commutateur **TIME/DIV. A**.
Régler point de déclenchement avec bouton **LEVEL A**.
Déclencher signaux complexes ou apériodiques évt. avec temps **HOLD-OFF**.
Mesure d'amplitude avec réglage fin Y en butée à droite **CAL.**.
Mesure de temps avec réglage fin de temps en butée à droite **CAL.**.
Expansion x10: enfoncer touche **X MAG x10**.
Déviation horizontale ext. (***fonction XY***) avec touche **X-Y** enfoncée (entrée X: **CH.II**).
Loupe avec la base de **temps retardée**:
Les deux bases alternées, **A/B** en l'air, **ALT** enfoncé.
Séparer les deux traces avec le règlage **TRACE SEP.**
Positionner avec **DEL. POS.** la surbrillance sur la partie à dilater.
Synchroniser la base de temps **B** avec **LEVEL B** et la touche ±. (choix du flanc de déclenchement)
Représentation de la base de temps **B** seule: enfoncer touche **A/B** (**A** doit rester déclenché)

Eléments de commande HM 1005 (description condensée – face avant)

	Elément	Fonction
❶	**POWER on/off** (touche-poussoir, affichage LED)	Commutateur secteur: diode électro luminescence indique fonctionnement
②	**DEL.-POS.** (bouton de commande)	Déplacement de la surbrillance (retard de la base de temps B) avec affichage 3 digits
③	**LEVEL B** (bouton)	Réglage du seuil de déclenchement de la Base B
④	**+/–** (poussoir)	Choix du flanc de déclenchement de B
⑤	**RESET** (LED)	Prêt à être déclenché (mode monocoup)
⑥	**RESET** (poussoir sans blocage)	Arme la base de temps. La LED ⑤ indique que la base de temps est armée
⑦	**SINGLE** (poussoir)	Mise en fonction du mode monocoup (touche enfoncée)
⑧	**X-Y** (touche-poussoir)	Fonction XY. Avec touche X-Y enfoncée la déviation de temps interne sera coupée. La déviation horizontale externe s'effectue par l'entrée CH I.
	Attention! Sans déviation de temps danger de brûlure de l'écran.	
⑨	**HOLD OFF** (bouton de commande)	Réglage fin des temps morts entre deux signaux de déviation. Position de base = butée à gauche.
⑩	**A / B** (poussoir)	Enfoncée = affichage de la seule base B
⑪	**TV SEP.** (Comm. à levier)	Commutateur pour le séparateur de synchro TV. OFF = normal; H+/– = synchro ligne (pos. ou negatif) V–/– = synchro image (pos. ou négatif)
⑫	**ALT.** (poussoir)	Affichage alterné des deux bases de temps quand ⑩ n'est pas enfoncé
⑬	**TRIG.** AC-DC-HF-LF-~ (Comm. à levier;) affichage LED)	Choix du couplage de déclenchement. **AC** 10 Hz jusqu'à 40 MHz, **DC** 0 jusqu'à 40 MHz; **HF** 1,5 kHz jusque à 100 MHz; **LF** au-dessous de 1 kHz; ~ pour décl. avec fréq. secteur.
⑭	**ALT.** (touche-poussoir)	Le déclenchement a lieu alternativement du canal I et du canal II.
⑮	**TIME/DIV.** (commutateur rotatif 23 positions)	Définit les coefficients de temps (vitesse de déviation de temps) de la base de temps A de 0,05 µs à 1 s/cm.
⑯	Variable réglage base de temps (bouton de commande)	Pour le réglage fin de la base de temps A. Diminue la vitesse d'écriture d'au-moins d'un facteur 2,5 (butée à gauche). Doit se trouver en position CAL. pour des mesures de temps (butée à droite)
⑰	**TIME/DIV.** (commutateur rotatif 21 positions)	Définit les coefficients de temps (vitesse de déviation de temps) de la base de temps B de 0,05 µs à 0,2 s/cm.
⑱	**EXT.** (touche-poussoir)	Déclenchement par signal externe. Branchement du signal sur borne ㉑.
⑲	**SLOPE +/–** (touche-poussoir)	Représentation du signal débute par flanc montant (touche sortie) ou flanc descendant (touche enfoncée).
⑳	**LEVEL A** (bouton de commande)	Déclenchement automatique (bouton en pos. **AT**) ou déclenchement normal.
㉑	**TRIG. INP.** (borne BNC)	Entrée pour signal de déclenchement externe. Touche ⑱ enfoncée.
㉒	**INTENS.** (bouton de commande)	Réglage de la luminosité du faisceau.
㉓	**INT. B** (réglage à tournevis)	Réglage de l'intensité de la base de temps B (fonction ALT.) Normal = à fond à droite
㉔	**FOCUS** (bouton de commande)	Réglage de la netteté du faisceau. (Doit être retouché après modification du réglage de la luminosité).
㉕	**TR** potentiomètre-trimmer (réglage avec tournevis)	Rotation de la trace. Sert à la compensation des champs magnétiques terrestres. Réglage de l'horizontalité de la trace.
㉖	**ILLUM.** 0,1,2 (commutateur à glissière)	Eclairage du graticule à 3 niveaux: 0 = éteint; 1 = moyen; 2 = fort.
㉗	**1 kHz – 1 MHz** (touche-poussoir)	Fréquence de la sortie calibrateur Touche sortie = 1 kHz; Touche enfoncée = 1 MHz.
㉘	**CALIBRATOR 2 V-0,2 V** (bornes de test)	Sortie signal carré calibrateur, 2 V_{cc} resp. 0,2 V_{cc} (réglage de fréquence ㉗)

	Elément	Fonction
㉙	**X MAG x10** (Touche poussoir)	Expansion de l'axe X d'un facteur de 10. Résolution max. 5 ns/cm.
㉚	**X-POS.** (bouton de commande)	Réglage de la position horizontale de la trace.
㉛	**Y-POS.I** (bouton de commande)	Réglage de la position verticale du faisceau du canal I.
㉜	**TRACE SEP.** (bouton)	Séparation de la trace B de A en mode alterné d'environ ±3 cm.
㉝	**GD–AC–DC** (interrupteur à glissière)	Interrupteur de couplage du signal d'entrée. DC = couplage direct, AC = couplage à travers un condensateur, GD = entrée oscilloscope court-circuitée; signal d'entrée ouvert
㉞	**VERT. INP. I** (borne BNC)	Entrée de signal-canal I. Impéd. d'entrée 1 MΩ II 22 pF. Entrée pour déviation horizontale externe en mode XY.
㉟	**CH. I-VOLTS/DIV.** (commut. rotatif 10 pos.)	Atténuateur d'entrée calibré. Définit le facteur d'amplification Y en séquence 1-2-5 et donne le facteur de conversion (V/cm, mV/cm).
㊱	Variable atténuation Y (bouton de commande; inter. à tirette et à pression)	Pour le réglage fin de l'amplitude Y (canal I). Atténue le signal d'entrée max. d'un facteur de 2,5 (butée à gauche). Doit se trouver en position CAL. pour des mesures d'amplitudes. Sensibilité d'entrée max. en position 5 mV/cm et bouton tiré = 1 mV/cm.
㊲	**CH I/II - TRIG. I/II** (touche-poussoir)	Fonctionnement monocanal (touche DUAL non enfoncée): touche sortie = représentation du canal I et déclenchement CH I; touche enfoncée = représentation du canal II et déclenchement CH. II. (Choix de déclenchement CH. I/II en mode monocanal)
㊳	**DUAL** (touche-poussoir) **CHOP.**	Touche sortie: fonct. monocanal. Touche enfoncée: fonct. deux caneaux et commutation caneaux alterné. Touches DUAL et ADD. enfoncés: fonct. deux caneaux et commutation découpée.
㊴	**ADD.** (touche-poussoir)	Lorsque seul ADD enfoncée: addition. ADD et INVERT enfoncés: différence.
㊵	**Y-POS.II** (bouton de commande)	Réglage de la position verticale du faisceau du canal II.
㊶	**GD–AC–DC** (interrupteur à glissière)	Interrupteur de couplage du signal d'entrée (canal II) Identique au ㉝.
㊷	**VERT. INP. II** (borne BNC)	Entrée de signal canal II. Impédance d'entrée 1 MΩ II 22 pF.
㊸	**OVERSCAN** (affichages LED)	Indicateur de position. S'illume lorsque les traces sont hors de l'écran.
㊹	Masse	Borne de de masse séparée.
㊺	**CH. II-VOLTS/DIV.** (commut. rotatif 10 pos.)	Atténuateur d'entrée calibré. Définit le facteur d'amplification Y en séquence 1-2-5 et donne le facteur de conversion (V/cm, mV/cm).
㊻	Variable atténuation Y (bouton de commande; inter. à tirette et à pression)	Pour le réglage fin de l'amplitude Y (canal II). Atténue le signal d'entrée max. d'un facteur de 2,5 (butée à gauche). Doit se trouver en position CAL. pour des mesures d'amplitudes. Sensibilité d'entrée max. en position 5 mV/cm et bouton tiré = 1 mV/cm.
㊼	**INV. II** (touche-poussoir)	Touche enfoncée la polarité du canal II sera inversée. (En liaison avec touche ADD ㊴ = représentation de la différence).
㊽	**CH. III** (poussoir)	Met en fonction le canal III.
㊾	**GD–AC–DC** (interrupteur à glissière)	Interrupteur de couplage du signal d'entrée (canal III). Identique au ㉝.
㊿	**VERT. INP. III** (borne BNC)	Entrée de signal - canal III. Impédance d'entrée 1 MΩ II 22 pF.
(51)	**VAR. CH. III** (bouton)	Réglage du gain du canal III 50 mV (bloqué à droite) à environ 250 mV/cm.
(52)	**Y-POS. III** (bouton de commande)	Réglage de la position verticale du faisceau du canal III.

Sous réserve de modifications


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
POWER
X-Y
A/B
ALT.
TIME/DIV.
SLOPE
LEVEL B
HOLD OFF
DEL. TB
LEVEL A
DEL. POS.
SINGLE
TV SEP.
TRIG.
TRIG. INP.
RESET
ALT.
EXT.
HAMEG
100 MHz
Oscilloscope
HM 1005
Y-POS. I
CH. I
VOLTS/DIV.
Y-POS. II
CH. II
VOLTS/DIV.
Y-POS. III
TRACE SEP.
OVERSCAN
VAR. CH III
GD AC DC
VERT. INP. I (X)
1 mV/DIV.: pull
VERT. INP. II (Y)
VERT. INP. III
CH. III
DUAL
ADD
CHOP.
INV. II
INTENS.
INT.
FOCUS
TR
ILLUM.
CAL.
X MAG.
X-POS.
1 kHz
1 MHz
0.2 V
2 V
x10
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52

Généralités

Ce plan doit aider à intervalles réguliers et sans dommage pour l'appareil au contrôle des fonctions les plus importantes du HM1005. S'il s'avère nécessaire d'opérer des corrections et des ajustements dans l'intérieur de l'appareil ceux-ci sont décrits dans la notice de maintenance. Ils ne doivent être effectués que par du personnel compétent.

Avant la calibration il faut veiller à ce que tous les boutons soient en position calibrée. Aucune touche ne doit être enfoncée, le bouton **LEVEL A** dans la position **AT**, le **TRIG** sur **AC**. L'appareil doit chauffer 15 minutes avant d'être testé.

Faisceau, intensité et focalisation, linéarité, déformation de la trace.

La trace du HM1005 a normalement une bonne intensité. Une baisse de celle-ci ne peut être appréciée qu'en observant l'appareil. Une certaine défocalisation sur les bords peut être présente dès l'achat. Elle est inhérente à la technique de fabrication du tube cathodique. Une intensité trop faible peut survenir à la suite d'une baisse de la haute tension. On s'en rend compte très vite à cause de la sensibilité de l'amplificateur vertical qui devient plus forte. Les minimum et maximum doivent être réglés de telle sorte qu'au minimum, l'intensité doit disparaître juste avant la butée à gauche du potentiomètre **INTENS** et à fond à droite la luminosité et la netteté du faisceau doivent être acceptables. ***Dans aucun lorsque l'intensité est à son maximum le retour de trace ne doit être visible. De même en mode XY l'intensité du faisceau doit être réduite***. Il faut en outre savoir que dans ces zones, il faut retoucher la focalisation à chaque variation de luminosité. De plus en poussant la lumière on ne doit pas avoir d'effet de "pompage" de l'écran. Cela signalerait que la haute tension n'est plus régulée. Les potentiomètres pour la haute tension et l'intensité minimale sont à l'intérieur de l'appareil (voir règlages et manuel de maintenance)

En raison de la technique de fabrication des tubes cathodiques il faut admettre des défauts de linéarité et de déformation. Il faut les accepter, dans le cas où elles ne dépassent pas les limites fixées par le constructeur de tubes. De même existe une tolérance des déviations. Hameg n'en tiendra pas compte. L'obtention d'un tube cathodique sans tolérance est pratiquement impossible(trop de paramètres)

Contrôle de l'astigmatisme

Il faut vérifier que le réglage du focus permet d'obtenir la netteté maximum des lignes horizontales et verticales. C'est le plus facilement observable avec un signal carré de 1MHz environ. Avec une intensité normale on doit pouvoir obtenir la netteté maximale. Quand ce n'est pas possible, une correction de l'astigmatisme devient nécessaire. Un potentiomètre d'ajustage est disponible dans l'appareil (voir règlages et manuel de maintenance).

Symétrie et dérive des amplis verticaux

Ces deux caractéristiques seront principalement règlées dans les étages d'entrée.

La symétrie de la voie II se contrôle en inversant le signal avec **INV II**. Si la symétrie est bonne, la trace ne doit pas bouger de plus de 5mm. 1cm sont encore acceptables. De grosses variations indiquent une altération des caractéristiques de l'amplificateur vertical.

On peut vérifier la symétrie Y dans la plage d'action du potentiomètre **Y POS.** On injecte à l'entrée un signal sinusoïdal de 10 à 100kHz (couplage **AC**). En poussant les Y pos à fond l'image (d'à peu près 8cm)doit avoir la même hauteur en haut et en bas (1cm sont tolérables).

Le contrôle de la dérive est relativement facile. Après 10mn de chauffe on mettra les deux traces au milieu de l'écran. Dans l'heure qui suit, la trace ne doit pas avoir bougé de plus de 5mm. Une déviation plus importante indiquera que des caractéristiques des étages d'entrée sont changées. En tournant les commutateurs sur toutes les positions le signal ne doit pas bouger de plus de 0.5mm. Souvent de tels défauts n'apparaissent qu'après un temps de fonctionnement assez long.

Calibration des amplificateurs verticaux

La sortie du calibrateur donne un signal carré de **2V** ou **0.2V** avec une tolérance de ±1%. Si on branche directement le signal de 0.2V avec la sonde sur 1/1, l'atténuateur étant sur **50mV/cm**, on aura une image de **4cm** (variable sur calibré, couplage DC). Une différence de 1,2mm (3%) est acceptable. Avec la **sonde sur 1/10**, la même hauteur d'image sera obtenue. Si une grosse erreur est constatée, il faut vérifier si elle vient de l'amplificateur ou du générateur. Il peut aussi y avoir un commutateur intermédiaire défectueux ou déréglé. Il est parfois possible de calibrer l'amplificateur vertical avec une tension continue exactement connue (couplage **DC**). La trace doit alors dévier en fonction du gain choisi.

Le règlage fin en butée à gauche réduit la trace dans un facteur de 2,5. Avec le commutateur sur 50mV/cm, le signal du calibrateur doit être réduit à 1,6cm.
Le gain peut être multiplié par 5 en tirant le bouton de règlage fin. L'image du signal du calibrateur réduite à 1cm est portée à 5cm lorsque le bouton **MAGx5** est tiré.

Qualité de transfert de l'amplificateur vertical

Le contrôle de la qualité de transmission de l'amplificateur vertical ne peut être faite qu'avec un signal carré à faible temps de montée (maximum 5ns). Le calibrateur incorporé convient très bien (1MHz). Si on utilise un générateur externe le câble de liaison doit être bouclé sur l'impédance du cordon (par exemple HZ34 avec HZ22). On doit contrôler à 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz, 1MHz. Le signal représenté, surtout à 1MHz, ne doit pas avoir de suroscillations, mais aussi ne pas avoir le front de montée qui s'arrondit d'une façon sensible. A ces fréquences on ne doit pas avoir de palier incliné, ayant des trous ou de bosses.
A la sortie de l'usine les appareils en général ne subissent pas de grosses variations, de telle sorte que ce contrôle pourra être omis.
En fait l'amplificateur n'est pas seul à influencer la qualité de transmission. ***L'atténuateur qui le précède est compensé sur chaque position***. De petites variations de capacité peuvent altérer cette qualité. Ces défauts seront observables avec un signal carré de 1kHz. Si on posséde un tel générateur qui peut fournir au maximum 40Vcc, il est conseillé de contrôler chaque position et si nécessaire, de corriger (suivant le plan de réglages). Ici un ***atténuateur-compensé 2/1*** est utile, qui sera accordé sur l'impédance d'entrée du scope. On peut le fabriquer soi-même ou bien utiliser le HZ23 de Hameg. (voir les accessoires). Il est seulement important que celui-ci soit blindé. Il sera construit avec une résistance de 1MΩ (±1%) et une capacité ajustable de 3/15pf avec environ 15pf. Ce montage sera directement relié par un câble de faible capacité au générateur. L'atténuateur sera mis sur l'entrée de l'oscilloscope sur 5mV/cm (DC, CAL) et ajusté de telle sorte que le signal carré ait un toit plat. Ensuite ce toit doit rester plat sur toutes les positions.

Mode de fonctionnement: CHI/II, CH.I et CHIII, CHII et CHIII, DUAL (CHI et CHII), DUAL et CHIII, ADD, CHOP, INV.II et mode X-Y.

Si la touche DUAL est enfoncée, deux traces doivent apparaître immédiatement, et trois si la touche CHIII est enfoncée. Les traces ne devraient pas réagir les unes sur les autres lors de la manipulation des potentiomètres de position Y POS. Néanmoins même sur des appareils en bon état il peut y avoir une petite réaction qui ne doit pas dépasser 0.5mm.

Les critères pour le mode CHOPP sont l'élargissement du faisceau et le découpage en pointillé sur la trace en haut ou en bas de l'écran. Normalement ils ne doivent pas être perceptibles. Mettre la base de temps **TIME/DIV A** sur **1µ/cm**, touches **DUAL** et **ADD** enfoncées. Entrée sur **GND**. Intensité à fond à droite, focus règlé pour le maximum de netteté. Les deux lignes seront mises à ±2cm de part et d'autre de la ligne centrale horizontale. Ne pas synchroniser sur la fréquence de 1MHz!. Actionner plusieurs fois la touche **ADD**. On ne doit pas observer de pointillés ni de fluctuations.
Il est important de noter qu'en mode **I+II** (touche **ADD** seule enfoncée) ou **I—II** (**INV II**) la trace peut être déplacée avec les boutons **POS I** et **POS II**.
En mode **X-Y** (**X-Y** et **CHI/II** enfoncées) la sensibilité doit être la même dans les deux sens. Les boutons **CAL** doivent être en butée à droite et le **MAGx10** non enfoncé. Si on met le calibrateur sur la voie I, l'atténuateur étant sur **50mV/cm**, on doit observer une déviation horizontale de **4cm**.

Le contrôle du fonctionnement monocanal avec la touche **CHI/II.TRIG.I/II** est contenu indirectement dans les tests ci-dessus.

Contrôle de la synchronisation

Le niveau de synchronisation interne est déterminant. Il fixe la hauteur du signal qui peut être synchronisé. Sur le HM1005 cette hauteur est de 5mm. Une sensibilité plus grande rend l'appareil sensible aux moindres parasites, surtout quand la sensibilité est mise sur x5. On peut ainsi avoir des représentations doubles. Une modification de ce niveau est accessible à l'intérieur seulement. Le test est effectué avec un signal entre 50Hz et 1MHz sur synchronisation automatique (**LEVEL A** sur **AT**). Il faut ensuite s'assurer que la même sensibilité existe sur la position synchronisation normale (**LEVEL A** hors **AT**). En actionnant la touche **SLOPE +/—** le front doit changer de sens. Le HM1005 peut synchroniser un signal sinusoïdal de 130MHz et de 10mm de hauteur, le couplage **TRIGGER** étant sur **HF**.
Pour synchroniser l'appareil en externe (touche **EXT.** enfoncée) 200mVcc au moins, synchrones avec le signal Y sont injectés sur la prise **TRIG. INP.**

On testera le séparateur TV avec un signal vidéo à polarité commutable. Suivant que l'on synchronisr sur image (**V**) ou sur ligne (**H**) il faudra positionner le commutateur de base de temps A en conséquence.
Si on utilise un signal sinusoïdal sans composante continue, une commutation du couplage synchro de **AC** à **DC** ne doit pas provoquer de déplacement horizontal de la trace.

En mode double traces alternées deux signaux différents (par exemple le secteur et le calibrateur) peuvent être soit synchronisés intérieurement par la voie **I** ou la voie **II** (**CHI/II.TRIG.I/II**) soit tous les deux à l'aide de la touche **ALT.**
En mode **CHOP** la touche trigger **ALT** n'agit pas.
Si les entrées verticales sont en couplage AC et reçoivent le même signal, étant en mode **DUAL**, les deux traces se recouvrant exactement, les actions sur **CHI/II.TRIG.I/II**, **ALT** et couplage synchro **AC** et **DC** ne doivent pas faire bouger l'image.

Sous réserve de modifications

La synchronisation sur le secteur se vérifie en entrant un signal à la fréquence secteur ou ses harmoniques. Pour voir si cette synchro ne décroche pas en présence d'un petit ou d'un gros signal, il faut injecter 1V environ. On peut alors faire varier à volonté la grandeur de l'image à l'aide du commutateur ou du règlage fin.

Base de temps A

Avant il faut s'assurer que la trace fait 10cm de longueur. Dans le cas contraire il faudra corriger l'amplitude du balayage (voir plan de règlages). Le commutateur de **base de temps A** sera sur la positon **5µs/cm**. Le règlage fin sur **calibré** et le **HOLD OFF** sur **x1**. La touche **MAGx10** levée. Cela est valable jusqu'à ce que cette gamme soit contrôlée. Plus tard il faudra vérifier que la trace va bien de droite à gauche (position **X** au centre et commutateur sur **0,5s/cm**. C'est surtout important après un remplacement de tube cathodique).

Si on ne posséde pas de marqueur de temps pour contrôler la base de temps, on peut aussi travailler avec un générateur sinusoïdal. Sa précision doit être au moins de ±1%. Le Hm1005 est donné pour une précision de ±3%, mais il est bien meilleur que ça. Pour contrôler en même temps la linéarité, il faut afficher une impulsion ou une période par cm. Pour apprécier exactement il faut positonner le premier sommet sur la première ligne verticale. Un écart sera visible dès la deuxième impulsion.

Les gammes **20** et **10ms/cm** peuvent être contrôlés avec le **50Hz**. Sur **20ms/cm** on aura une courbe par carreau et sur **10ms/cm** tous les deux carreaux.
La table suivante indique la fréquence à utiliser:

1	s/cm	–	1 Hz	0.1	ms/cm	–	10 kHz
0.5	s/cm	–	2 Hz	50	µs/cm	–	20 kHz
0.2	s/cm	–	5 Hz	20	µs/cm	–	50 kHz
0.1	s/cm	–	10 Hz	10	µs/cm	–	100 kHz
50	ms/cm	–	20 Hz	5	µs/cm	–	200 kHz
20	ms/cm	–	50 Hz	2	µs/cm	–	500 kHz
10	ms/cm	–	100 Hz	1	µs/cm	–	1MHz
5	ms/cm	–	200 Hz	0.5	µs/cm	–	2MHz
2	ms/cm	–	500 Hz	0.2	µs/cm	–	5MHz
1	ms/cm	–	1 kHz	0.1	µs/cm	–	10MHz
0.5	ms/cm	–	2 kHz	0.05	µs/cm	–	20MHz
0.2	ms/cm	–	5 kHz				

Si on tourne le variable vers la gauche à fond , on observera au moins 2,5 courbes /cm (touche MAGx10 levée). Mesure sur 5µs/cm)
Si on enfonce la touche **X MAGx10** (5%) on aura une courbe (variable sur **CAL. 5µs/cm**). On peut cependant apprécier la précision plus facilement sur **50µs/cm** (1 courbe / cm).

La sortie dent de scie sur la prise BNC à l'arrière peut être contrôlée avec un oscilloscope. L'oscilloscope de contrôle sera règlé sur 1V/cm et une vitesse de balayage d'un cran inférieure à celle du scope à contrôler. On doit alors observer 2 à 2,5 rampes d'environ 5V de hauteur. L'oscilloscope à vérifier ne doit pas avoir de signal à l'entrée et ne doit pas être synchronisé. La sortie dents de scie ne doit pas être bouclée sur 50Ohms. Par la même occasion le bon fonctionnement du HOLD OFF. C'est le seul moyen d'effectuer une mesure du temps de variation de HOLD.OFF (l'impulsion de retour de trace est plus courte que la rampe de la dent de scie).

Base de temps B

En appuyant la touche **A/B** on obtient une représentation de la base de temps **B** seule. Elle peut alors être vérifiée comme **A**, en se rappelant qu'elle ne peut pas utiliser les positions **0,5s/div** et **1s/div**. Pour que sur la position extrême du règlage **DEL.POS.** (999) la trace fasse encore 10cm, il faut que la base de temps A soit 10 plus lente.

Correction de la position du faisceau

Le faisceau a une déviation de plus ou moins 5° entre les plaques horizontales D1 D2 et la ligne horizontale du graticule. Pour corriger cette déviation et compenser le champ magnétique terrestre il faut règler le potentiomètre **TR** (à gauche sous l'écran). En général sa plage de règlage est assymétrique. Il faut quand même vérifier si le potentiomètre **TR** permet de ***bouger la trace dans les deux sens*** autour de la ligne horizontale. Pour le HM1005 une rotation de ±0,57° (1mm de différence sur 10cm de longueur) est suffisante pour compenser le magnétisme terrestre.

Divers

L'essai de la modulation Z sur la prise BNC arrière exige un générateur de signaux carrés à impédance assez basse (max 600Ω,max 5V). Des impulsions négatives ne sont pas utilisables. Il faut aussi que le générateur n'ait pas de composante continue, il faut au moins qu'il soit règlable sur le niveau 0. Un générateur sinus est utilisable s'il peut donner au maximum 5Veff=14Vcc. On peut alors actionner le système d'effacement, ce qui avec un sinus plus petit n'est pas possible. On peut utiliser un transformateur règlable pour alimenter la prise Z, aucun signal n'étant injecté sur l'entrée verticale. Règlages: Base de temps 10ms/cm, trigger sur secteur (Base de temps A) aucune touche enfoncée, couplage sur GD. A la fréquence 50Hz on observe 5 lignes horizontales de 1cm de long. A 60 Hz, les lignes font 8,3mm et on peut observer presque 6 trous.

Le contrôle de la sortie Y (BNC à l'arrière) peut être effectué en mode double trace avec le calibrateur. La sortie **0,2V/ 1kHz** est branchée directement sur le canal I et la sortie Y sur le canal II chargé par une 50Ω.
Règlages: commutateur **CHI** sur **50mV/cm, CHII** sur **0,1V/cm**, couplage **CHI** sur **DC** et **CHII** sur **GND**, temps sur **0,5ms/cm**, balayage automatique (**LEVEL A** sur **AT**) synchro sur **AC**, aucune touche enfoncée. On observe maintenant une image de ***4cm*** de haut. Avec le bouton **POS Y** on positionne cette trace 2cm de part et d'autre de la ligne centrale horizontale. On enfonce ensuite la touche **DUAL**. La deuxième trace qui apparaît maintenant sera mise à −2cm avec **POS Y II**. On peut maintenant passer le couplage de la voie II sur DC. Le Signal de la sortie Y est représenté avec la même phase que le calibrateur sur le canal I. On peut mesurer aussi bien l'offset (par exemple +0,8cm = +80mV) du canal Y que son amplitude (par ex. 1,8cm = ***0,18Vcc***). La sensibilité sera alors de 0,18V/4cm = ***45mV/ cm***. Sans 50Ω elle atteindrait le double.

Si on dispose d'un transformateur secteur variable, on peut vérifier le comportement de l'appareil avec des variations de ±10%. L'appareil ne doit pas indiquer de changement dans le sens vertical comme horizontal.

HAMEG

Oscilloscopes

Multimeters

Counter

Generators

R- and LC-Meters

Curve Tracer

Power Supplies

Spectrum Analyzer

Printed in Germany

Germany
HAMEG GmbH
Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 6780510
Telefax (069) 6780513

France
HAMEG S.a.r.l
5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 46778151
Telefax (1) 47263544

Spain
HAMEG S.L.
Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (93) 4301597
Telefax (93) 3212201

Great Britain
HAMEG LTD
74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Tel. (0582) 413174
Telefax (0582) 456416

United States of America
HAMEG, Inc.
1939 Plaza Real
OCEANSIDE, CA 92056
Phone (619) 630-4080
Toll-free (800) 247-1241
Telefax (619) 630-6507

HAMEG, Inc.
266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794-4080
Telefax (516) 794-1855

Hong Kong
HAMEG LTD
Flat 1, 4/F.
Crown Industrial Building
106 How Ming St., Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Tel. 852-7930218
Fax: 852-7635236