HAMEG
Instruments

MANUAL

Oscilloscope
HM 208

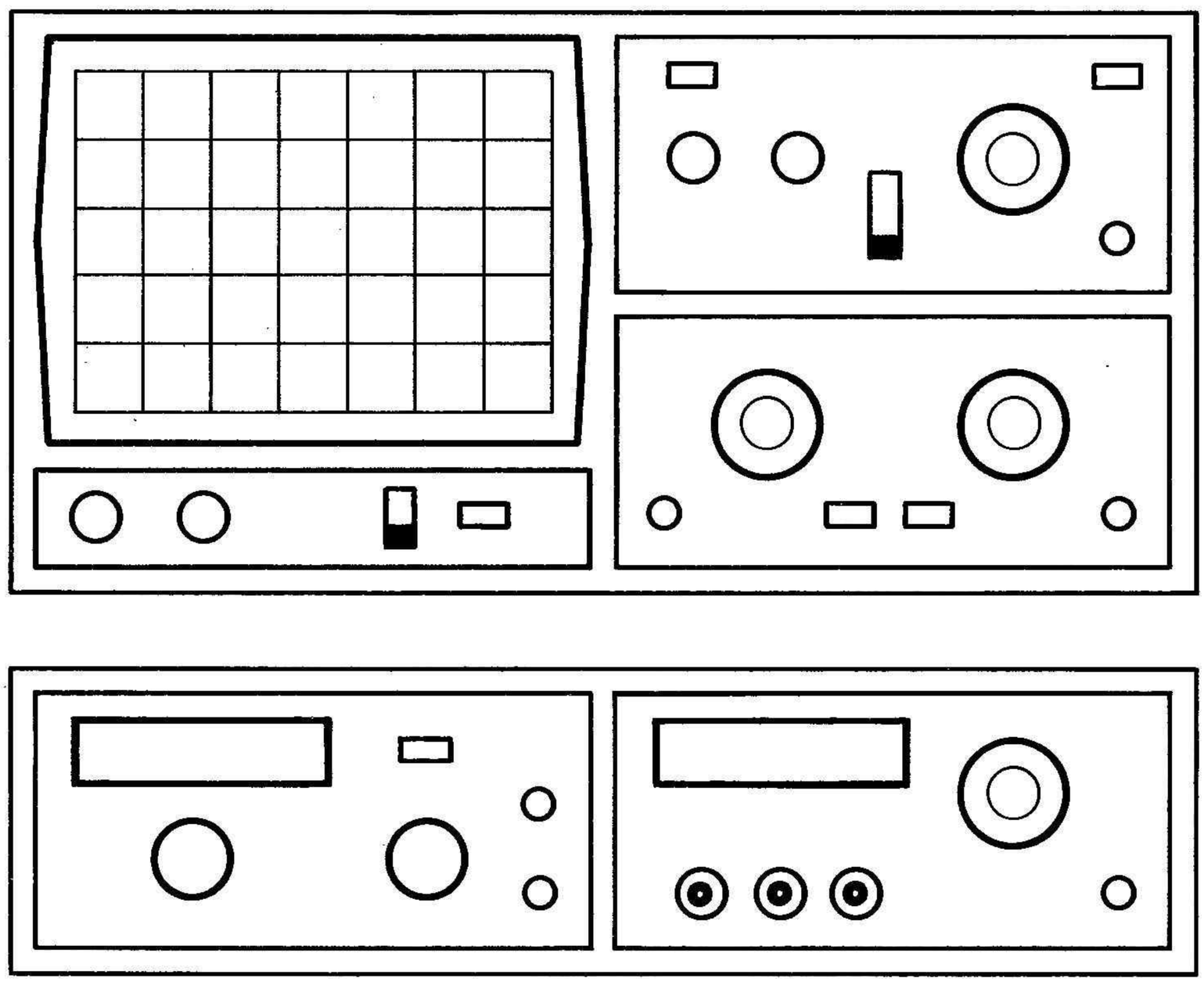


Table des matières

Caractéristiques techniques et détaillées de l'oscilloscope . . . . . P 1

Caractéristiques techniques des accessoires, abrégé . . . . . Z 1

Instructions d'utilisation

Généralités . . . . . E 1
Installation de l'appareil . . . . . E 1
Sécurité . . . . . E 1
Conditions de fonctionnement . . . . . E 2
Garantie . . . . . E 2
Entretien . . . . . E 2
Commutation du 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
Fonctionnement . . . . . E 7
Mise en route et préréglages . . . . . E 8
Rotation de trace TR . . . . . E 8
Correction de la balance DC . . . . . E 8
Utilisation et ajustage de sondes . . . . . E 9
Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux E11
Mode XY E11
Mesure de la différence de phase en fonctionnement double trace E12
Mesure d'une modulation d'amplitude E13
Déclenchement et déviation de temps E13
Affichage de déclenchement synchro E15

Fonctionnement mémoire

Généralités E16
Représentation monocanal E18
Commutation de mémoires E18
Représentation double trace E19
Représentation somme et différence E20
Répresentation ligne de référence E20
Déviation de temps de signaux basse fréquence E20
Pré-déclenchement E21
Mode XY E21
Sortie enregistreur E22

Mode d'emploi condensée en fonctionnement temps réel . . . . . C 1

Eléments de commande description condensée – face avant . . . . . C 2

Sommaire des instructions de maintenance . . M 1

Oscilloscope HM208

Schémas

Entrée Y , atténuateurs, implantation circuit EY . . . D 5
Amplificateur intermédiaire Y canal I et II, bascule de canaux, générateur de découpage, logique de commande . . . . . D 6
Implantation circuit XY . . . . . D 7
Amplificateur final Y, calibrateur, implantation circuits YF et CAL. . . . . D 8
Amplificateur final X . . . . . D 9
Circuit déclenchement, base de temps D10
Implantation circuit BdT D11
Amplificateur déclenchement, logique pour base de temps numérique D12
Alimentation D13
Tube cathodique, circuit de luminosité, haute tension D14
Implantation: circuits Z, DEL, rotation de trace . . . D15
Blanking, amplif. intermédiaire Y (A/N), alimentation V_{ref} D16
Implantation circuit ZW D17
Base de temps numérique D18
Commande enregistreur, logique de lecture D19
Pré-déclenchement, logique transfert de mémoire . D20
Implantation circuit STP D21
Convertisseur A/N D22
Implantation circuit A/N D23

Plan d'ajustage . . . . . A 1

Caractéristiques Techniques

Déviation horizontale

Modes de fonctionnement: Canal I ou canal II seuils, canal I et canal II alternés ou découpés (fréquence de découpage env. 0,5 MHz)
Addition et **différence** du canal I et II, (le canal I peut être inversé).
Fonction XY: par canal I et canal II.
Bande passante: 2 x 0-20 MHz (-3 dB).
Temps de montée: 17,5 ns. Dépassement: <1 %.
Coefficients de déviation: 12 positions calibrées variable 2,5:1 à au-moins 50 V/cm.
Précision des positions calibrées: ±3 %.
Expansion Y x 5 (calibrée) à **1 mV/cm** dans la gamme de fréquence 0-5 MHz.
Impédance d'entrée: 1 MΩ II 30 pF.
Couplage d'entrée: DC-AC-GD.
Tension d'entrée: 400 V max. (= + crête ~).

Déclenchement

En **autom.** de 10 Hz à 40 MHz, (a part. image 5 mm) normal avec réglage de niveau de 0 à 40 MHz.
Flanc: positif ou negatif.
Affichage DEL du déclenchement.
Sources: canal I, canal II, externe.
Couplage: **AC** (≥10 Hz-10 MHz), **DC** (0-10 MHz), **LF** (0-≤1 kHz), **HF** (≥1,5 kHz-40 MHz).
Seuil de déclenchement: externe ≥50 mV.

Déviation horizontale

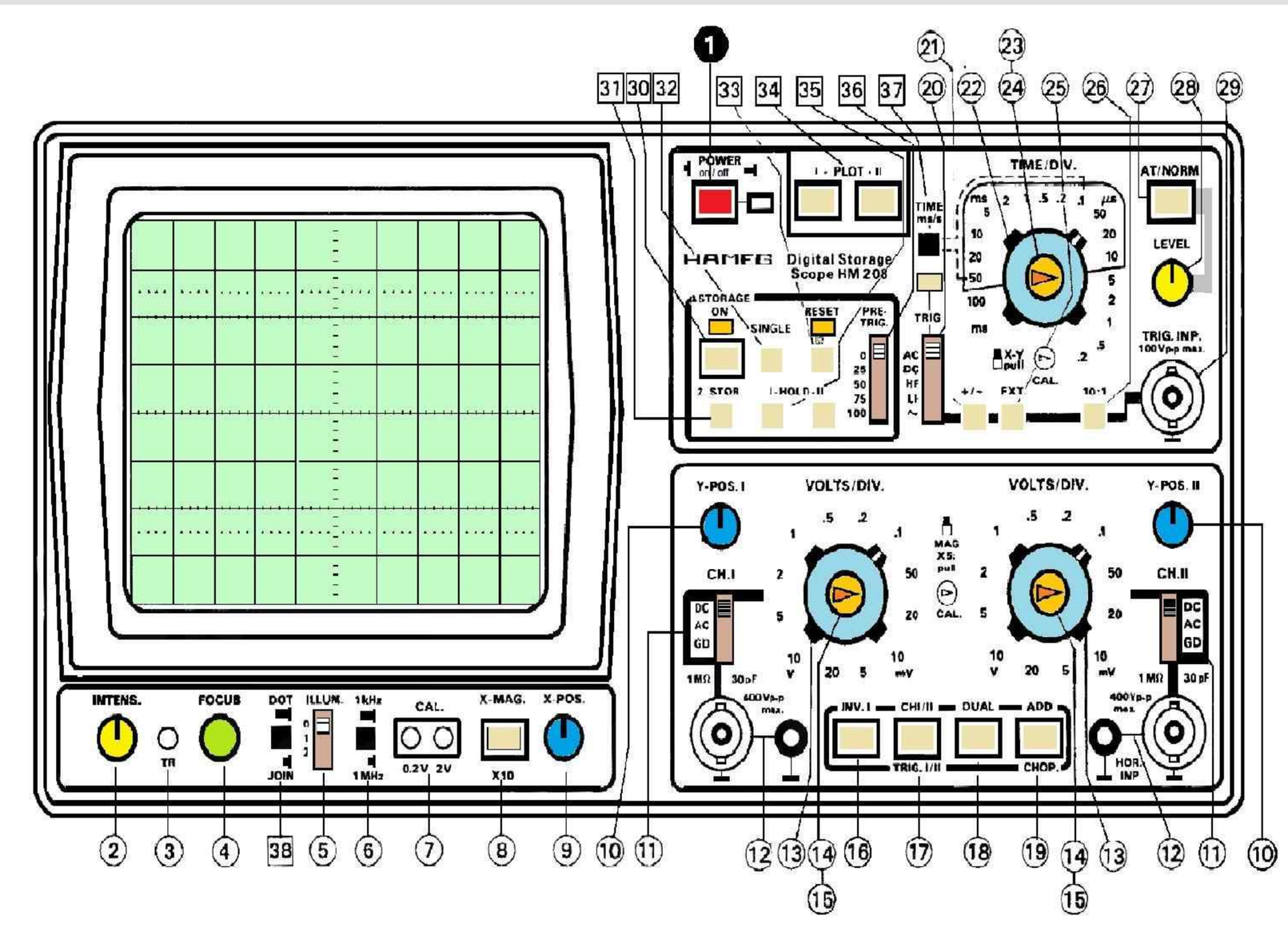
Vitesses de balayage (temps réel): 18 pos. calibrées de 0,5 µs/cm à 0,2 s/cm en séquence 1-2-5, ±3% variable 2,5:1 à au moins 0,25 s/cm, avec **expansion X x 10** (±5 %) à 20 ns/cm.
Vitesses de balayage (mémoire): 12 pos. calibrées de 10 µs à 50 ms/cm et 0,1 s à 50 s/cm ±3%, avec **expansion X x10** (±5%) à env. 1 µs/cm.
Bande passante ampl. X: 0 à 2 MHz (-3 dB).
Entrée ampli. X par canal II, sensitivité voir canal II.
Diff. de phase X-Y: <3° en dessous de 120 kHz.

Mémorie numérique

Mode de fonction.: Roll, Rafraîch., Monocoup. Fonctionnem. XY, Hold CI, Hold CII, Dot Joiner.
Prédéclenchement: 25-50-75-100 %.
Mémoire: 4096 x 8 bit. Canal I: 2048 Points/image. CII: 1024 Points/image. Mémoire complèmentaire: 1 x 2048 points ou 2 x 1024 points.
Fréq. d'échantillonnage: canal I max. **20 MHz**, canal I et canal II: max. 10 MHz par canal.
Définition verticale: 256 points sur hauteur 10 cm.
Définit. horizont.: 1024/2048 points sur long. 10 cm.
Sort. table traçante: Y 0,1 V/cm, X 0,1 V/cm (±10%)
Impédance de sortie: chacune 100.
Vitesse de sortie réglable sur 3 degrés.
2 canaux = 5-20 S/cm, un canal: 10-40 S/cm.
Lève plume: compatible TTL ou CMOS.
Options: interface Bus IEEE (HO 78) ou interface pour table traçante (HO 77)

Divers

Tube: D14-370 GH, **8 x 10 cm**, 14 kV, rectangulaire, graticule interne, chauffage rapide.
Commutateur éclairage graticule: 3 pos.
Rotation de trace: réglable sur face avant.
Calibreur: générateur signaux carrés ≈1 kHz et 1 MHz pour ajust. sondes. Sortie: 0,2 V et 2 V ± 1 %.
Protection: classe de protection I (IEC 348).
Raccordement secteur 110, 125, 220, 240 V ~.
Variation secteur admissible: ± 10 %.
Consommation: env. 46 W, 50/60 Hz.
Temperatures de fonctionnement: −10°C... +40°C.
Masse: env. 9 kg. Couleur: brun.
Coffret (mm): **L** 285, **H** 145, **P** 380.



Oscilloscope à mémoire numérique

Analogique: 2 canaux 0-20 MHz, max. 1 mV/cm, Tube 14 kV, B d T 0,2 s-20 ns/cm, Déclenchment 0-40 MHz.

Numérique: Fréquence d'échant. 20 MHz, mémoire 4x 1024 x 8 bit B d T: 5 s-1 µs/cm, prédécl., fonction XY.

L'oscilloscope **HAMEG HM 208** a conquis une grande partie du marché, en particulier en Europe. Son emploi facile ainsi que ses bonnes performances ont permis à beaucoup d'entrer aisément dans la technique de l'oscilloscopie numérique.

Grace à sa **fréquence d'échantillonnage** maximale de **20 MHz**, l'oscilloscope **HM 208** mémorise pratiquement tous les phénomènes répétés ou aléatoires, des plus basses jusqu'aux moyennes fréquences. Ainsi, un signal sinusoidal de 1 MHz représenté par 20 points aura encore une forme de courbe tout à fait exploitable. Le «**Dot-Joiner**» (liaison point à point) permet d'autre part d'éliminer les interruptions du tracé dues à la numérisation du signal.

Le **HM 208** possède bien sur tous les dispositifs qui sont habituels aujourd'hui sur un oscilloscope numérique. Il faut souligner cependant le «**prédéclenchement**» grâce auquel on peut reproduire le phénomène avant son déclenchement. Il n'est pas courant aussi de pouvoir mémoriser sur un oscilloscope des caractéristiques en **fonctionnement XY** ou des courbes de lissajous. Intéressantes sont également les **mémoires complémentaires**. Dans celles-ci, on peut enregistrer des signaux de référence que l'on compare ensuite aux signaux à étudier. Par ailleurs, la définition horizontale peut s'élever à **2000 points** par période de déviation en fonctionnement monocanal, ainsi que lors d'addition et de soustraction de signaux. La partie analogique est bien sur également bien équipée. Le tube avec une tension d'accélération de **14 kV** fournit des images très constractées.

On peut enregistrer les signaux mémorisés sur une table tracante XY branchée directement. On peut également se procurer un interface **Bus IEEE** pour intégrer le **HM 208** dans un système de mesure automatique. Avec celui-ci sera **fourni** gracieusement un **logiciel** qui permet le traitement de toutes les données sur un **micro-ordinateur** compatible **AT** (voir **HO 78 + SP 90**). Il faut utiliser l'option **HO 77** pour le branchement de l'imprimante graphique **HM 8148**.

Accessoires fournis

Câble secteur, notice d'emploi, 2 sondes 1:1 / 10:1

Sondes Modulaires

Les avantages évidents par rapport aux sondes traditionnelles résident dans l'interchangeabilité facile de toute partie pouvant s'user ainsi que de l'ajustage HF de l'atténuateur 10:1. Ainsi il est pour la première fois possible d'adapter des sondes de cette catégorie de prix véritablement à chaque entrée d'oscilloscope même en HF. Ceci est avant tout nécessaire avec des appareils d'une bande passante assez élevée (à partir de 50MHz) faute de quoi lors de la restitution par ex. de signaux carrés rapides de forts dépassements ou arrondis peuvent apparaître. L'ajustage HF ne peut cependant être effectué avec précision qu'avec des générateurs à temps de montée rapide <5ns. Pour des oscilloscopes plus anciens il est en vente sous la forme d'un petit appareil complémentaire sous la désignation de HZ60. Les sondes actuellement livrables sont énumérées ci-dessous.

Type	HZ50	HZ51	HZ52	HZ53	HZ54 commutable
Rapport d'atténuation	1:1	10:1	10:1 (HF)	100:1	1:1 / 10:1
Bande passante (MHz)	30	150	250	150	10 / 150
Temps de montée (ns)	11	<2	<1,4	<2	35/<2
Capacité (pF)	45	16	16	6,5	40/18
Impédance d'entrée (MΩ)	1	10	10	100	1/10
Tension max. (V)	600	600	600	1200	600
Longueur de câble (m)	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2

Sonde démodulatrice HZ55

Pour démodulation AM et mesures de vobulation. Bande passante HF 100kHz - 500MHz (±1dB). Gamme de tension d'entrée HF 250mV - 50V_{eff}. Tension d'entrée maximale 200V. Longueur de câble 1,2m.

Sondes standarts

Pour oscilloscopes jusqu'à 20MHz de bande passante les réalisations standards conviennent après comme avant.

Type	HZ30	HZ35	HZ36 commutable
Rapport d'atténuation	10:1	1:1	1:1 / 10:1
Bande passante (MHz)	100	10	10 / 100
Temps de montée (ns)	3,5	35	35 / 3,5
Capacité (pF)	13	47	47/13
Impédance d'entrée (MΩ)	10	1	1/10
Tension d'entrée (V)	600	600	600
Longueur de câble (m)	1,5	1,5	1,5

Câble de mesure BNC-banane HZ32

Câble coaxial, longueur 1,15m. Impédance caractéristique 50Ω. Capacité du câble 120pf. Tension d'entrée 500V_c max.

Câble de mesure BNC-BNC HZ34

Câble coaxial, longueur 1,2m. Impédance caractéristique 50Ω. Capacité de câble 126pF. Tension d'entrée 500V_c max.

Adaptateur BNC-Banane HZ20

Deux bornes 4mm à serrage (avec trou transversal) d'un écartement de 19mm, avec fiche BNC. Tension d'entrée 500V_c max.

Charge de passage 50 Ω HZ22

Indispensable pour la terminaison de câbles de mesure 50Ω. Avec résistance 50Ω à faible induction (charge max. 2W).

Sacoches de transport

Pour HM203-1 et HM203-3	**HZ42**
Pour HM312, HM412, HM512 et HM705	**HZ43**
Pour HM307, HZ62 et HZ64	**HZ44**
Pour HM103	**HZ45**
Pour HM203-4, HM203-5, HM204, HM204-2, HM208 et HM605	**HZ46**

Visières HZ47

Pour HM203, HM204, HM208, HM605, HM705, HM808 ainsi que HM312, HM412, HM512 et HM812

Testeurs d'oscilloscopes HZ60

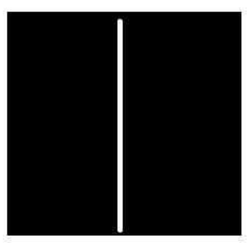
Pour le contrôle d'amplificateurs Y et de la base de temps ainsi que pour l'ajustage de toutes les sondes, le HZ60 possède un générateur de signaux carrés de temps de montée rapide (env. 3ns) commandé à quartz avec des fréquences de 1, 10, 100kHz et 1 MHz. 3 sorties BNC permettent de prélever 25mV_{cc} dans 50Ω, 0,25V_{cc} ou 2,5V_{cc} ± 1% Alimentation par pile ou secteur.

Testeur de composants HZ65

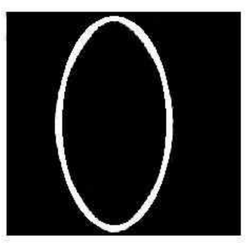
Le HZ65 est une aide indispensable pour la recherche de pannes dans des montages électroniques. Il permet des tests de composants isolés aussi bien que des contrôles directement sur circuit. L'appareil fonctionne avec tout oscilloscope commutable sur une déviation horizontale externe (fonction XY). Ainsi presque tous les semiconducteurs, résistances, condensateurs et bobinages peuvent être contrôlés sans destruction. Deux supports autorisent des contrôles rapides des trois jonctions de n'importe quel transistor petits signaux. D'autres composants peuvent être raccordés par deux bornes. Les cordons de mesure sont fournis.

Exemples de figures de test:

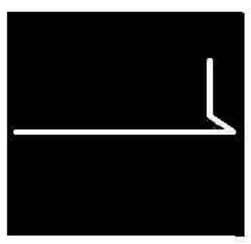
Court-circuit



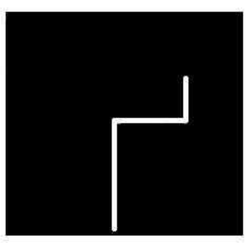
Condensateur 33µF



Jonction E-C



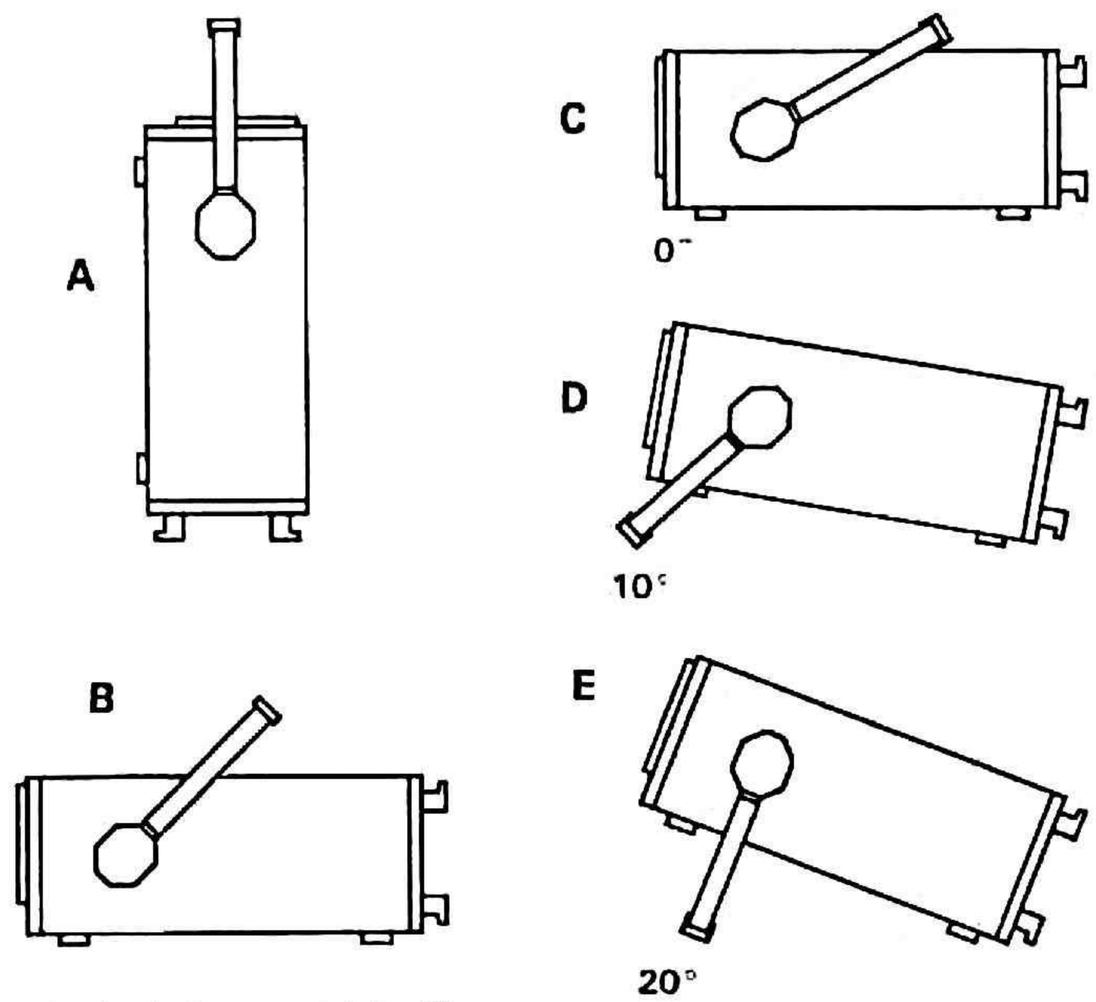
Z-diode <8V



Généralités

Le HM 208 est un oscilloscope analogique normal, combiné à un oscilloscope numérique à mémoire. Le passage du traitement analogique du signal en numérique s'effectue simplement en appuyant sur la touche **STORAGE ON**. La commutation interne de la base de temps analogique à la base de temps numérique se fait alors simultanément.
Le HM 208 est de manipulation aisée. La disposition des boutons de commandes est évidente, permettant à l'utilisateur une rapide initiation au fonctionnement de l'appareil. Toutefois, même un utilisateur initié au maniement des oscilloscopes devrait lire attentivement les présentes instructions, afin de bien connaître tous les éléments de l'appareil avant utilisation, et d'éviter ainsi toute erreur de manipulation.
Après transport, il est recommandé de vérifier immédiatement que l'appareil n'a subi aucun dommage et qu'aucune pièce interne ne s'est détachée. En cas de dommage, le transporteur doit en être immédiatement informé, et l'appareil ne peut alors être mis en service sous aucun prétexte.
Par ailleurs, vérifier, avant toute mise en route, que l'appareil est bien réglé sur la tension secteur désirée. Si la tension indiquée par la flèche sur la plaque arrière de l'appareil ne correspond pas à la tension d'utilisation, il conviendra de commuter conformément aux instructions page E3.

Installation de l'appareil



Poignée de transport-béquille

L'appareil peut être installé dans trois positions différentes, de façon à obtenir l'orientation optimale de l'écran (Fig. C, D, E). Partant de la position verticale de transport (A), coucher l'appareil en redressant la poignée vers le haut à droite, elle s'enclenchera automatiquement (B) dans une position de transport horizontale. Placer l'appareil à son post de travail, puis repousser légèrement la poignée dans sa position (C), ou bien la faire basculer vers l'avant et sous l'appareil, au premier ou au deuxième cran, selon l'inclinaison désirée (D et E)

Sécurité

Cet appareil a été construit et contrôlé conformément aux **règles de sécurité en vigueur pour les appareils de mesure électroniques (norme de la CEI, Publication 348)**, et il est sorti de l'usine dans un parfait état de fonctionnement technique. Afin de le maintenir ainsi et d'éviter tout risque de manipulation, il appartient à l'utilisateur de se conformer aux indications et aux remarques de précautions contenues dans les instructions ci-dessous, dans le plan de test et les instructions de maintenance. **Le boîtier, le chassis et tous les branchements de mesures sont reliés au fil de garde secteur.** L'appareil répond aux exigences de la **classe de sécurité I**. Les parties métalliques accessibles sont testées à 1500 V, 50 Hz par rapport aux pôles secteur. Il est possible, dans certains cas, que d'autres appareils branchés sur le même secteur causent des tensions de ronflement 50 Hz dans le circuit de mesure. Il est facile d'y remédier en branchement un transformateur intermédiaire de sécurité, classe II, avant le HM 208. Sans transformateur intermédiaire, l'appareil ne peut être branché, pour des raison de sécurité, que sur des prises règlementaires avec mise à la terre. La suppression du fil de garde n'est pas admissible

Dans le cas où, pour la représentation de signaux avec un potentiel neutre élevé, il serait utilisé un transformateur intermédiaire de sécurité, il faudra tenir compte du fait que cette tension est alors également présente au boîtier et aux autres parties métalliques accessibles de l'oscilloscope. Des tensions allant jusqu'à 42 V ne sont pas dangereuses. Mais des tensions plus élevées peuvent toutefois représenter un danger de mort. Il est donc absolument indispensable de prendre des mesures de sécurité spéciales sous la surveillance de personnes compétentes.

Comme pour la plupart des tubes à électrons, des rayons÷ se produisent aussi dans le tube cathodique. Mais avec le HM 208 la ***dose ionique demeure bien au dessous de 36 pA/kg***.

Débrancher l'appareil s'il devient évident qu'il ne peut plus fonctionner en toute sécurité, et s'assurer qu'il ne peut être mis en service par inadvertance; cela peut être le cas:
- lorsque l'appareil a subi des dommages reconnaissables à l'oeil nu,
- lorsque des pièces se sont détachées à l'intérieur de l'appareil,
- lorsque l'appareil est en panne,
- après un stockage prolongé dans des conditions défavorables (par ex. dehors ou dans des locaux humides),
- après des dégâts graves consécutifs au transport.

Conditions de fonctionnement

La gamme de température ambiante admissible en fonctionnement est de +10°C à +40°C. La gamme de température admissible en transport et stockage est de −40°C à +70°C. S'il s'est formé de l'eau de condensation pendant le transport ou le stockage, il faut à l'appareil un temps d'acclimatation d'environ 2 heures avant la mise en route. L'appareil doit être utilisé dans les locaux propres et secs; ne pas l'utiliser dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et en humidité, à proximité de matières explosives ou chimiques agressives. La position même de l'appareil en fonctionnement importe peu, mais la circulation d'air doit rester libre (refroidissement par convection). Il est donc préférable, en fonctionnement continu, de le placer en position horiztale ou inclinée (poignée béquille). Les trous d'aération ne devant en aucun cas être recouverts.

Garantie

Avant leur sortie d'usine tous nos appareils subissent un test de qualité comprenant une période de chauffe de 10 heures. En fonctionnement intermittent tout risque de pannes intempestives est ainsi exclu. Il est toutefois possible qu'un élément ne se révèle défectueux qu'après une plus longue durée de fonctionnement. C'est la raison pour laquelle 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, pouvant être utilisé pour une éventuelle réexpédition ultérieure au constructeur. Les dommages intervenus pendant le transport ne sont pas couverts par la garantie.

En cas de réclamation veuillez joindre à l'appareil une notice décrivant en bref le type de défectuosité qui a été constaté, et indiquer nom et N° de téléphone de la personne à joindre; cela peut être utile en cas de besoin. Dans ce cas les frais d'expédition sont à notre charge.

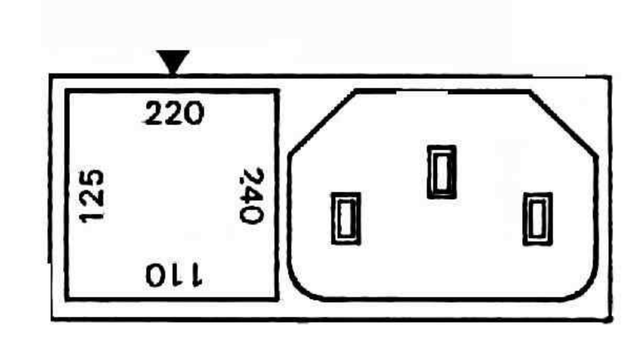
Entretien

Diverses propriétés essentielles de l'oscilloscope devraient, à intervalles réguliers, faire l'objet de vérifications approfondies. Ceci est indispensable si l'on veut s'assurer que les signaux sont effectivement rendus avec la précision qu'indiquent les caractèristiques techniques. Les méthodes de vérification décrites dans le plan de test du présent manuel, sont réalisables sans frais particuliers en appareils de contrôle. Toutefois, il serait bon de se procurer le nouveau testeur d'oscilloscopes, HAMEG HZ60, qui, malgré son prix modique, se prête parfaitement à ce genre d'application.

L'extérieur de l'appareil devrait être épousseté régulièrement avec une brosse douce. Utiliser un chiffon humide (eau + 1% de détergent) pour les salissures plus résistantes sur boîtier, poignée ou parties en plastique et en aluminium. Utiliser éventuellement de l'alcool à brûler ou de l'éther de pétrole pour les salissures grasses. L'écran peut être nettoyé avec de l'eau ou de l'éther de pétrole (ne pas utiliser d'alcool, ni de détergent); l'essuyer ensuite avec un chiffon propre, sec, et non-pelucheux. Veiller à ce qu'en aucun cas le liquide de nettoyage ne pénètre dans l'appareil. D'autres produits de nettoyage risquent d'attaquer les surfaces laquées ou en plastique.

Commutation de la tension secteur

Le règlage usine est prévu pour une tension secteur de 220V. Le changement sur une autre tension d'alimentation se fait à l'arrière de l'appareil, au porte-fusible combiné à la prise à trois pôles. Au moyen d'un petit tourne-vis, retirer le porte-fusible marqué des différentes tensions secteur, remplacer le fusible le cas échéant. Choisir la tension correspondant au tableau ci-dessous, puis réinsérer le porte-fusible de sorte que la flèche indique la tension désirée. Veiller à ce que le couvercle soit bien en place (cran). Ne pas utiliser de fusibles réparés et ne pas mettre le porte-fusible en court-circuit. Les dommages qui pourraient en résulter ne seraient pas couverts par la garantie.



Fusible: **5x20mm**, 250V~, C;
IEC127, Bl.III; DIN 41662 (DIN 41571, Bl.3).
Coupure: ***temporisée (T)***

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

Nature de la tension de signal

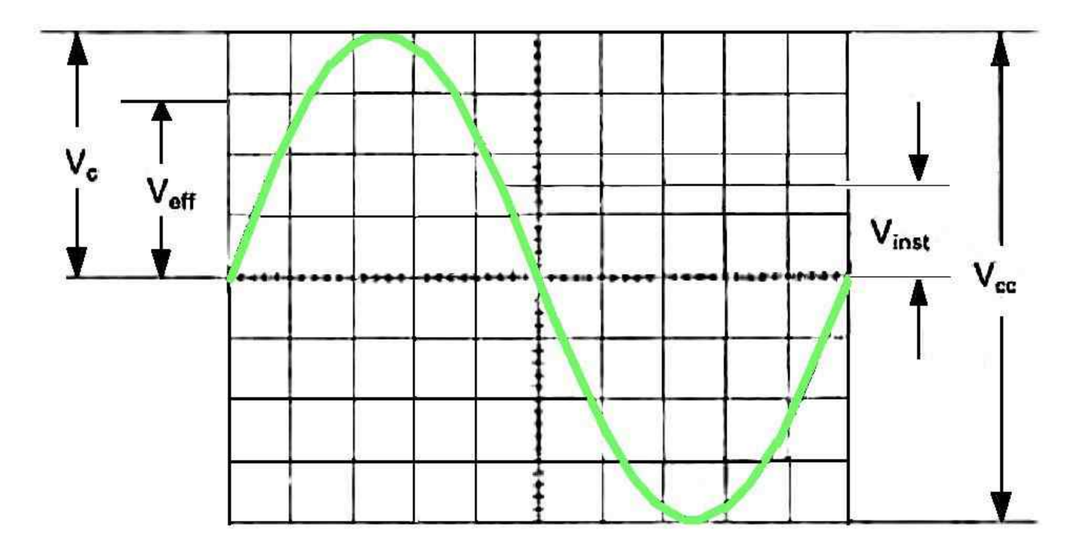
En fonctionnement analogique en temps réel le HM 208 est en mesure de reproduire pratiquement toutes les formes de signaux se répétant périodiquement et dont le spectre de fréquence se situe au dessous de 20 MHz. Il représente aisément les phénomènes électriques simples, tels que les tensions sinusoïdales HF et BF, ou les tensions de ronflement secteur. Lors du relevé de tensions rectangulaires ou de formes impulsionnelles il faut veiller à ce que leurs ***composantes harmoniques*** soient aussi transmises. La fréquence de récurrence du signal doit par conséquent être sensiblement inférieure à la fréquence limite supérieure de l'amplificateur vertical. Avec le HM 208 l'évaluation précise de ce type de signaux n'est donc possible que jusqu'à une fréquence de récurrence d'environ 2 MHz. La représentation de signaux complets est plus complexe, surtout lorsqu'ils ne comportent pas de valeur de niveau élevée, se produisant périodiquement avec la fréquence de récurrence sur laquelle la synchro pourrait se baser. Ce qui est le cas pour les signaux "burst". par ex. Dans certains cas, pour obtenir une bonne image synchro il faudra se servir du règlage fin pour le temps. Les ***signaux TV-vidéo*** sont relativement faciles à synchroniser. Cependant, lors de relevés avec fréquence trame, le sélecteur **TRIG.** doit se trouver en position **LF**. Les impulsions ligne, plus rapides, sont alors affaiblies au moyen d'un filtre passe-bas, de sorte qu'avec un règlage de niveau approprié il sera aisé de baser la synchronisation sur le flanc avant ou arrière de l'impulsion trame.

L'entrée de l'amplificateur vertical est pourvue d'un interrupteur **DC/AC** (DC = direct current, AC = alternating current) pour le choix du fonctionnement en amplificateur de tension continue ou alternative. En couplage courant continu **DC** le fonctionnement ne devrait se faire qu'avec une sonde atténuatrice connectée en série, ou seulement sur de très basses fréquences, ou encore dans le cas où il est indispensable de saisir la composante continue de la tension de signal.

Des pentes du créneau peuvent apparaître en couplage courant alternatif **AC** de l'amplificateur vertical lors de la mesure d'impulsions de très basse fréquence (fréquence limite AC: env. 3,5 Hz pour −3 dB). Dans ce cas, il est préférable de passer en couplage **DC**, si un niveau de tension continue élevé n'interfère pas avec la tension du signal. Sinon, il faudra connecter un condensateur suffisamment important en série sur l'entrée de l'amplificateur de mesure branché sur **DC**. Il devra être d'une rigidité diélectique suffisamment élevée. Il est également recommandé de choisir le couplage **DC** pour la représentation de signaux logiques et impulsionnels, surtout lorsque le rapport d'impulsions change constamment. Sinon, l'imagese déplacera vers le haut ou vers le bas à chaque changement. De pures tensions continues ne peuvent être mesurées qu'en couplage **DC**.

Grandeur de la tension de signal

En électrotechnique générale les valeurs de tension alternative se réfèrent en principe à la valeur efficace. On utilise toutefois la valeur V_{cc} (Volt crête à crête) en oscilloscopie pour la grandeur des signaux et la définition de tensions. La valeur Ω_{cc} correspondant aux rapports de potentiels réels entre le point le plus positif et le point le plus négatif. Si l'on veut convertir en valeur efficace une grandeur sinusoïdale représentée sur l'écran de l'oscilloscope, il faut diviser le résultat V_{cc} par $2 \times \sqrt{2} = 2{,}83$. Inversement, il faut tenir compte que les tensions sinusoïdales indiquées en V_{eff} ont en V_{cc} une différence de potentiel x 2,83. Les relations des diverses grandeurs de tensions sont schématiquement indiquées ci-après:



Valeurs de tensions d'une courbe sinusoïdale
V_{eff} = valeur efficace; V_c = valeur crête simple;
V_{cc} = valeur crête-a-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'environ 2 mV_{cc}, lorsque le bouton de ***règlage fin*** de l'atténuateur d'entrée placé sur **5 mV/cm** est tiré et tourné à droite jusqu'à la butée. Mais de plus petits signaux peuvent aussi être représentés. Les coefficients de déviation à l'atténuateur d'entrée sont indiqués en mV_{cc}/cm ou en 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.*** Si l'on utilise une sonde atténuatrice 10:1, il faudra encore multiplier par 10. ***Pour des mesures d'amplitude le règlage fin du commutateur de l'atténuateur d'entrée doit se trouver dans sa position calibrée*** **CAL.** (flèche à l'horizontale tournée vers la gauche).

Si l'on tourne le bouton de règlage fin vers la gauche la sensibilité de l'atténuateur sera réduite d'un facteur de 2,5 à chaque position intermédiaire. Ainsi la valeur intermédiaire désirée peut-elle être choisie sur la gradation de 1-2-5. En branchement direct à l'entrée Y il est possible de représenter des ***signaux jusqu'à 400 V_{cc}*** (atténuateur sur **20 V/cm**, réglage fin en butée à gauche)

Lorsque le bouton de règlage fin (**MAG X5**) est tiré, la sensibilité de l'atténuateur augmente d'un coefficient 5 à chaque position du bouton. Ainsi, avec l'atténuateur en position **5 mV/cm** et en tournant le bouton de règlage fin à fond vers la droite, on obtient un coefficent de déviation de **1 mV/cm**. Cette dilatation Y au moyen du bouton de règlage fin, tiré, n'a de sens qu'en position **5 mV/cm** (le bruit de fond de l'amplificateur augmente, la bande passante se réduit, le déclenchement est rendu difficile).

Considérant que
H = Hauteur de l'écran en cm
U = Tension en V_{cc} du signal à l'entrée Y
A = Coefficient de déviation en V/cm à l'atténuateur,

il est possible à partir de deux valeurs données de calculer la troisième:

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

le bouton MAG X5 étant tiré, diviser A par 5.

Ces trois valeurs ne peuvent cependant pas être choisies librement. Pour le HM208 elles doivent se situer dans les limites suivantes (seuil de déclenchement, précision de lecture):

H: entre 0,5 et 8 cm, si possible entre 3,2 et 8 cm
U: entre 1 mV_{cc} et 160 V_{cc}
A: entre 5 mV/cm et 20 V/cm en séquence 1-2-5
A: entre 1 mV/cm et 4 V/cm en séquence 1-2-5 (avec bouton **MAG X5** tiré)

Exemples:

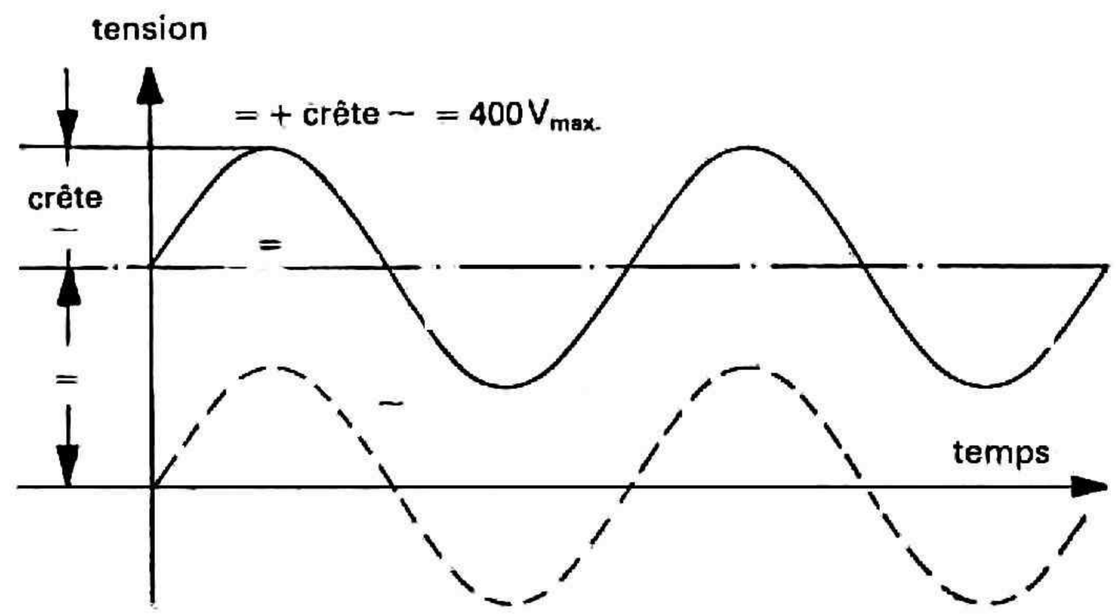
Coefficient de déviation	**A** = 50 mV/cm ≅ 0,05 V/cm
Hauteur d'image lue	**H** = 4,6 cm
Tension recherchée	**U** 0,05·4,6 = **0,23 V_{cc}**
Tension d'entrée	**U** = 5 V_{cc}
Coefficient de déviation	**A** = 1 V/cm
Hauteur d'image recher.	**H** = 5:1 = **5 cm**

Tension de signal U = 220 V_{eff}·2·$\sqrt{2}$ = 622 V_{cc}
(Tension >160 V_{cc}, avec sonde atténuat. 10:1 **U** = 62,2 V_{cc})
Hauteur d'image désirée **H** = 3,2 min., 8 cm max.
Coefficient de déviation max. A = 62,2:3,2 = 19,4 V/cm
Coefficient de déviation minim. A = 62,2:8 = 7,8 V/cm

Réglage du coefficient de déviation A = 10 V/cm

Si une tension continue se superpose à un signal de mesure, la valeur totale du signal à l'entrée Y (tension continue + valeur crête simple de la tension altrnative) ne doit pas dépasser ±400 V (cf. 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 1000 V_{cc}. Avec une sonde atténuatrice spéciale 100:1 (HZ53 par ex.) on peut mesurer des tensions jusqu'à environ 3000 V_{cc}, en dessous dans le cas de fréquences élevées (cf. caractèristiques HZ53). Avec une sonde atténuatrice normale, on risque dans les tensions très élevées, de provoquer une rupture diélectrique du C-trimmer shuntant la résistance série de l'atténuateur, ce qui pourrait endommager l'entrée Y de l'oscilloscope. Si toutefois, seule l'ondulation résiduelle d'une haute tension doit être mesurée, la sonde atténuatrice 10:1 est parfaitement suffisante. Il suffira de lui raccorder en série un condensateur haute tension.

Attention: le couplage d'entrée de l'oscilloscope doit absolument être branché sur DC, lorsque les sondes atténuatrices sont appliquées à des tensions supérieures à 400 V (cf. «Application de la tension de signal» p. E6).



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 ~).

Au moyen du couplage d'entrée branché sur **GD** et du régulateur **Y-POS.** on peut, avant mesure, choisir une ligne horizontale de grille qui servia de **ligne de référence pour le potentiel masse**. Elle peut se trouver au dessus, ou en dessous de la ligne horizontale de milieu, suivant que l'on veut chiffrer les écarts positifs et/ou négatifs du potentiel masse. Certaines sondes atténuatrices 10:1 1:1 ont aussi une position de référence au commutateur.

Valeurs de temps de la tension de signal

En règle générale tous les signaux devant être représentés sont des phénomènes se répétant périodiquement appelés signaux périodiques. Le nombre de périodes par seconde est la fréquence de récurrence. Suivant la base de temps appliquée au commutateur **TIME/DIV**, il est possible de faire apparaître une ou plusieurs périodes, ou même seulement une fraction de période. Les coefficients de temps au commutateur **TIME/DIV** sont indiqués en **ms/cm** et en **µs/cm**. L'échelle est donc divisée en deux champs.

En ***fonctionnement analogique*** les encadrements continus, ou discontinus, de l'échelle n'ont aucune signification particulière. La touche **TIME-ms/s**, à gauche de l'échelle, n'étant pas en service ici. Elle ne servira qu'en fonctionnement numérique

***On détermine la durée d'une période, ou d'une fraction de période en multipliant la fraction de temps considérée (écart horizontal en cm) par le coefficient de temps appliqué au commutateur* TIME/DIV. *Le régulateur fin de temps, marqué d'une flèche rouge, doit se trouver dans sa position calibrée* CAL.** (fléche horizontale vers la droite).

considérant que

L = **Longueur en cm** d'une onde sur écran
T = **Temps en s** d'une période
F = **Fréquence en Hz** de la fréquence de récurrence du signal
Z = **Coefficient temps en s/cm** au commutateur de base de temps

et compte tenu que **F=1/T**, nous pouvons poser les équations suivantes:

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

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

Si la touche X-MAG. X10 est enfonc1, diviser Z par 10.

Pour le HM208 les valeurs de ces quatre données doivent se situer dans les limites suivantes:

L entre 0.2 et 10cm, autant que possible 4 à 10cm,
T entre 10ns et 1s,
F entre 1 Hz et 20MHz,
Z entre 200ns/cm et 100ms/cm en séquence 1-2-5 (***avec touche* X-MAG. X10 *non enfoncée***), et
Z entre 20ns/cm et 10ms/cm en séquence 1-2-5 (***avec touche* X-MAG. X10 *enfoncée)***.

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

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

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

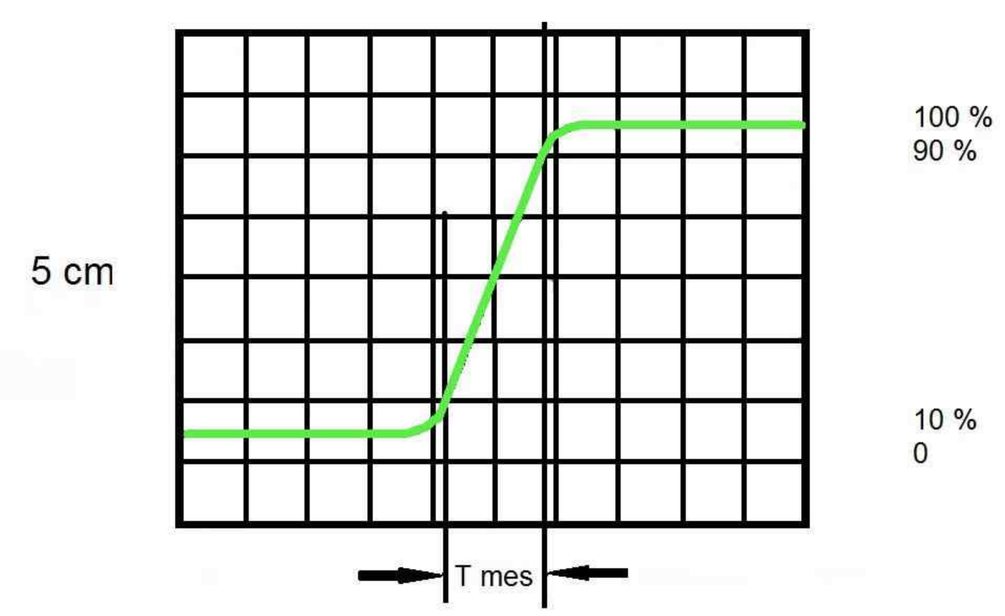
Fréquence lignes TV **F** = 15625Hz,
coefficient de temps affiché **Z** = **10**µs/cm,
longueur d'onde recherchée
L = $1:(15625 \cdot 10^{-5})$ = **6,4cm**.

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

Longueur d'un train d'ondes HF **L** = 4cm,
coefficient de temps affiché Z = 0,2µs/cm,
touche expansion x10 enfoncée: **Z** = 20ns/cm,
fréquence de signal recherchée
F = $1:(4 \cdot 20 \cdot 10^{-9})$ = **12,5MHz**,
durée de période recherchée T = $1:(12{,}5 \cdot 10^{6})$ = **80ns**.

Lorsque la fraction de temps devant être mesurée, est relativement petite par rapport à la période de signal entière, il vaudrait mieux travailler en temps dilaté (**X-MAG. X10**). Les résultats devront donc être divisés par 10.

Pour le comportement impulsionnel d'une tension de signal, les temps de montée des sauts de tension qu'elle comporte, sont déterminants. De façon à ce que les phénomènes transitoires, les éventuelles pentes de flancs et les bandes passantes limites n'aient qu'une influence minime sur la précision de la hauteur d'impulsion verticale. Pour une amplitude de signal de **5cm** de haut, réglée symétriquement par rapport à la ligne de milieu, le graticule interne de l'écran fournit deux lignes horizontales auxiliaires, en pointillé, à ±2,5cm de la ligne de milieu.
L'écart de temps horizontal en cm entre les deux points par lesquels passe la ligne de faisceau en haut et en bas, au croisement des lignes horizontales du graticule à ±2cm du milieu et 2mm de division, représente le temps de montée recherché. Inversement, mesurer les temps de descente de la même façon.
La position d'image verticale optimale et la plage de mesure du temps de montée sont représentées sur la figure suivante:



Avec un coefficient de temps de 0,5µs/cm, réglé au commutateur **TIME/DIV.** et à la touche d'expansion x10 enfoncée, l'exemple ci-dessus donnerait un temps de montée total, mesuré, de:

$$t_{mes} = 1{,}6\text{cm} \cdot 0{,}2\mu\text{s/cm} : 10 = \mathbf{32ns.}$$

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

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

t_{mes} étant le temps de montée total mesuré, t_{osc} celui de l'oscilloscope (pour le HM208 env. 17,5 ns) et t_t celui de la sonde atténuatrice, par ex. = 2 ns. Si t_{mes} est supérieur à 100 ns, le temps de montée de l'amplificateur vertical est négligeable (erreur <1 %).
L'exemple de la figure ci-dessus donne ainsi un temps de montée du signal de

$$t_m = \sqrt{32^2 - 17.5^2 - 2^2} = \mathbf{26.7\,ns}$$

La mesure des temps de montée ou de descente n'est naturellement pas limitée à la configuration de la figure précédente. Cet exemple présente l'avantage d'être aisément intelligible. En principe les mesures peuvent être faites sur n'importe quelle configuration ou amplitude de signal. L'important, c'est que le flanc de signal en question soit visible sur toute sa longueur, avec une pente pas trop raide, et que l'écart horizontal soit mesuré à 10% et 90% de l'amplitude. Si le flanc accuse des préoscillations ou des suroscillations, il ne faut rapporter les 100% aux valeurs de crêtes mais aux hauteurs de crêtes moyennes. De même, il ne sera pas tenu compte des pointes (spike), ou des creux (glitch) à côté du flanc. En cas de très fortes distorsions la mesure des temps de montée et de descente ne présente plus aucun intérêt. Pour des amplificateurs avec un temps de transit de groupe à peu près constant (donc avec un bon comportement impulsionnel), l'équation en valeur numérique entre le temps de montée **tm (en ns)** et la bande passante **B (en MHz)** s'énonce donc ainsi:

$$\mathbf{tm} = \frac{\mathbf{350}}{\mathbf{B}} \qquad \mathbf{B} = \frac{\mathbf{350}}{\mathbf{tm}}$$

Application de la tension de signal

Attention: l'application de signaux inconnus à l'entrée verticale comporte des risques. Sans la connection en série d'une sonde atténuatrice le couplage du signal devrait tout d'abord être réglé sur **AC**, et le commutateur d'atténuation d'entrée sur **20V/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 qu'elle surcharge complètement l'amplificateur vertical. Dans ce cas, tourner le commutateur d'atténuation d'entrée vers la gauche, jusqu'á ce que la déviation verticale n'ait plus que 3-8 cm de haut. Pour une amplitude de signal de plus de $160V_{cc}$ 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 est sensiblement plus longue que la valeur réglée au commutateur **TIME/DIV.** Tourner alors ce dernier vers la gauche, sur un coefficient de temps plus élevé.

Il est possible de brancher le signal directement sur l'entrée Y de l'oscilloscope, au moyen d'un câble de mesure blindé, tel que le HZ32 et le HZ34, ou de le faire passer par une sonde atténluatrice 10:1 ou 100:1. Toutefois, sur les circuits a impedance élevee il est recommandé de n'utiliser les câbles de mesure que si l'on travaille sur des fréquences relativement basses (jusqu'à 50 kHz environ). Pour les fréquences plus élevées la source de tension de mesure doit être à résistance faible, et adaptée à l'impedance du câble (en principe 50 Ω). Le câble devra se terminer, côté entrée Y de l'oscilloscope, par une résistance égale à l'impédance caractèristique du câble, en particulier dans le cas de la transmission de signaux carrés et de signaux d'impulsion. Si l'on utilise un câble 50 Ω, tel que le HZ34, on peut se procurer chez HAMEG une terminaison de passage 50 Ω, le HZ22. C'est surtout lors de la transmission de signaux carrés à temps de montée court que, sans charge de ppassage, des régimes transitoires parasites peuvent apparaître sur les flancs et les crêtes. L'utilisation d'une résistance terminale peut également être indiquée dans le cas de signaux sinusoïdaux. Certains amplificateurs, générateurs, ou leurs atténuateurs, ne peuvent maintenir leur tension de sortie nominale quelle que soit la fréquence,que si leur câble de raccordement se termine par la résistance voulue. Compter, ici, que la charge de passage HZ22 ne peut supporter qu'une charge maximum de 2 Watts. Cette puissance s'obtient avec $10V_{eff}$, ou avec $28{,}3V_{cc}$ dans le cas d'un signal sinusoïdal.

Lorsqu'on utilise une sonde atténuatrice 10:1, ou 100:1, il n'y a pas besoin de résistance terminale Dans ce cas, le câble de raccordement se branche directement sur l'entrée haute impédance de l'oscilloscope. Avec une sonde atténuatrice, même des sources de tension à résistance élevée ne seront que peu chargées (env. 10MΩ II 16pF, ou 100 MΩ II 7 pF pour la HZ53). C'est pourquoi, s'il est possible de compenser la perte de tension, que cause la sonde atténuatrice, par un règlage de la sensibilité à un niveau plus élevé, il vaudrait mieux ne jamais s'en passer. L'impédance série de l'atténuateur représente, en outre, une certaine protection pour l'entrée de l'amplificateur vertical. Les sondes atténuatrices étant fabriquées séparément, elles ne sont que pré-réglées; il y a donc lieu de procéder à un ajustage de précision à l'oscilloscope (cf. «Ajustage de la sonde», p. E8).

La plupart des sondes atténuatrices standrd, branchées sur oscilloscopes, en réduisent toujours plus ou moins la bande passante et augmentent le temps de montée. Dans tous les cas de figure où la totalité de la bande passante de l'oscilloscope doit être exploitée (par ex. pour les impulsions à flancs rapides), nous conseillons vivement d'utiliser les ***sondes modulaires HZ51*** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) et **HZ54** (1:1 et 10:1) (cf. ACCESSOIRES). Cela évite entre autres l'acquisition d'un oscilloscope à bande passante plus élevée: et d'autre part, les pièces devenant défectueuses peuvent être commandées chez HAMEG et être aisément remplacées.

Les sondes mentionnées ci-dessus disposent en plus d'un équilibrage HF pour le règlage de compensation basse fré - quence. Il est ainsi possible, à l'aide d'un calibrateur commuté sur 1 MHz, le HZ60 par ex., de corriger un temps de transit de groupe sur la fréquence limite supérieure de l'oscilloscope. Car, avec ce type de sondes, la bande passante et le temps de montée du HM208 ne subissent pratiquement aucun changement, et la fidèlité de reproduction des formes de signaux est même encore améliorée, puisque ces sondes permettent une adaptation à la façon dont l'oscilloscope reproduit le signal carré.

Lorsqu'on utilise une sonde atténuatrice 10:1 ou 100:1, il faut toujours se servir du couplage d'entrée DC dans le cas de tensions supérieures à 400V. En couplage AC de signaux basse fréquence l'atténuation n'est plus indépendante de la fréquence, les impulsions peuvent accuser des pentes, les tensions continues seront supprimées, mais chargent par ailleurs le condensateur de couplage d'entrée de oscilloscope. Sa rigitdité diélectrique est de 400V max. (DC + crête AC). Le couplage d'entrée **DC** est donc particulièrement important avec une sonde atténuatrice 100:1 qui, la plupart du temps, a une rigidité diélectrique maximum de 1200V (DC + crête AC). Mais il est possible de supprimer une tension continue gênante en connectant ***devant l'entrée de la sonde atténuatrice*** un ***condensateur*** de capacité et rigidité diélectrique correspondantes (par ex. pour la mesure de tensions de ronflement).

Pour toutes les ***sondes la tension alternative admissible*** au dessus de 20kHz est limitée en fonction de la fréquence. C'est pourquoi il faut observer la courbe de décroissance (derating curve) du type de sonde atténuatrice utilisée.

Il est important, pour la représentation de petites tensions de signaux, de bien choisir le point masse sur l'objet du contrôle de mesure. Il faut qu'il se trouve aussi près que possible du point de mesure, sinon, des courants éventuellement présents sur conducteurs de masse ou sur des parties de chassis peuvent considérablement fausser les résultats. Les câbles de masse des sondes atténuatrices sont également critiques. Il faut qu'ils soient aussi courts et épaix que possible. Pour brancher la tête de la sonde atténuatrice sur une prise BNC, il faut utiliser un adaptateur BNC, d'ailleurs souvent fourni en tant qu'accessoire de sonde. Cela élimine les problèmes de masse et d'adaptation.

L'apparition de ronflements ou de tensions parasites sensibles dans le circuit de mesures (en particulier pour un petit coeficient de déviation) sera vraisemblablement due à des mises à la terre multipliées, parce que des courants de compensation peuvent ainsi circuler dans les blindages des câbles de mesure (chute de tension entre liaisons des fils de garde, provoquée par d'autres appareils branchés au secteur, par ex. par des générateurs de signaux à condensateurs antiparasites).

Fonctionnement

Se reporter, en fin du présent manuel, à la page dépliable comportant la reproduction de la plaque frontale de commandes, et la maintenir dépliée pour suivre les instructions suivantes.

Comme sur tous les oscilloscopes HAMEG, la plaque frontale est divisée en différents champs de fonctions. Directement sous l'écran se trouvent, de gauche à droite, les boutons de règlage de luminosité (**INTENS.**), de rotation de trace (**TR**), de netteté (**FOCUS**). Viennent ensuite les touches **DOT JOIN** (liaison des points), le commutateur d'éclairage du graticule (**ILLUM.**), la sortie calibrateur (**CAL. 0,2 et 2V**)avec sélecteur de fréquence (**1 kHz** ou **1 MHz**), la touche d'expansion x10 (**X-MAG. X 10**) et le bouton de position horizontale de la trace (**X-POS.** soit: position X).

Dans le secteur X, en haut à droite de l'écran, se trouvent l'interrupteur de mise sous tension (**POWER**) avec les symboles marche /arrêt (**on/off**) et le voyant. Puis les éléments de commande de la base de temps (**TIME/DIV.**) et du déclenchement (**TRIG.** = triggering).

Au déclenchement appartiennent:
- la touche **AT/NORM.**, pour passer du déclenchement automatique au déclenchement normal,
- le bouton **LEVEL**, pour le règlage du niveau de déclenchement, uniquement en déclenchement normal,
- la touche **EXT.**, pour passer du déclenchement interne au déclenchement externe,
- la touche **10:1**, pour l'atténuation par 10 d'une tension de déclenchement en synchro avec le signal placé à la prise **TRIG. INP.**,
- la touche **+/−**, pour l'orientation du flanc de déclenchement (pente),
- l'interrupteur **TRIG.** pour le couplage **AC-DC-HF-LF** avec la position de déclenchement secteur,
- le voyant **TRIG.** (s'allume au déclenchement de la synchro).

Le commutateur de base de temps **TIME/DIV.** permet de choisir le coefficient voulu en séquence 1-2-5. Des valeurs intermédiaires peuvent être règlées au moyen du petit bouton à flèche qui se trouve au milieu. En butée à droite, il est dans sa position calibrée. En butée à gauche (en fonctionnement analogique) le coefficient de temps réglé au commutateur est multiplié par 2,5 au moins. Si l'on tire sur ce petit bouton, l'oscilloscope passe en fonction **X-Y**. Ceci est valable aussi bien en fonctionnement analogique qu'en mémoire. La base de temps ***analogique*** est alors complètement déconnectée et le fait de tourner le double bouton n'aura plus aucun effet.
Les autres éléments de commande situés dans le champ X n'agissent qu'en fonctionnement à mémoire. Nous y viendrons plus loin.

Dans le secteur Y, en bas à droite de l'écran, sont situées les entrées des amplificateurs verticaux pour les canaux I et II (**CH.I, CH.II**) avec les commutateurs de couplage d'entrée **DC-AC-GD**, les commutateurs d'atténuation **VOLTS/DIV.**, et les régulateurs de position de trace verticale (**POS.I, II** = position Y). Les quatre touches du secteur Y servent au mode de fonctionnement des amplificateurs verticaux. Nous y reviendrons également plus loin.

L'appareil est conçu, jusque dans ses moindres détails, de façon que, même en cas d'erreur de manipulation, il ne puisse se produire aucun dommage important Les touches n'ont, dans l'ensemble, que des fonctions secondaires. Veiller, avant toute mise en marche, à ce qu'aucune touche ne soit enfoncée. L'utilisation dépend de chaque cas de mesure.

Le HM208 saisit tous les signaux de tension continue jusqu'à une fréquence d'au moins 20 MHz (−3dB). Dans le cas de phénomènes sinusoïdaux: jusqu'à 30 MHz. Cependant, dans cette gamme de fréquence, la plage utile de l'écran est limitée à 4-5 cm. La résolution en temps ne pose pas de problème. A environ 25 MHz, par ex., et pour un temps de déviation le plus court possible au règlage (20 ns/cm), une courbe est décrite tous les 2 cm. La tolérance des valeurs affichées ne se monte qu'à +3% dans les deux directions de déviation. Toutes les grandeurs mesurées peuvent par conséquent être déterminées de façon relativement précise. Il faut toutefois tenir compte qu'à partir d'environ 6 MHz, la marge d'erreur de mesure dans le sens vertical augmente constamment avec la croissance de la fréquence. Cela est dû à la chute d'amplification de l'amplificateur de mesure. A 12 MHz la chute est d'environ 10%. A ce niveau de fréquence il faut donc compter environ 11% en sus à la valeur de tension mesurée. Mais comme normalement les bandes passantes des amplificateurs de mesure diffèrent (20-25 MHz), les valeurs mesurées dans les gammes limites supérieures ne peuvent être définies de façon précise. A cela s'ajoute, comme nous l'avons déjà mentionné, qu'au dessus de 20 MHz la plage utile de l'écran diminue constamment avec la fréquence croissante. L'amplificateur de mesure est conçu de telle sorte que la qualité de transmission ne puisse être affectée par sa propre suroscillation.

Mise en route et prérèglages

Vérifier, avant toute mise en route, que la tension réglée au répartiteur secteur du HM208 est bien la même que celle du secteur d'utilisation. (cf. p. E2 pour règlage).

Au préalable, n'enfoncer aucune touche, placer les 3 boutons de comande à flèche dans leur position calibrée CAL., en butée à droite et enfoncés (boutons à tirette). Les traits apposés sur les cinq caches à boutons doivent être à peu près en position verticale vers le haut (milieu de la plage de règlage). Le cas échéant, placer l'interrupteur TRIG. sur AC et le commutateur TIME/DIV. sur une position moyenne.

Mettre l'appareil en route au moyen de la touche rouge **POWER**. Le voyant allumé indique que l'appareil est en fonctionnement. Si après 10 sec. de chauffe aucune trace n'est visible à l'écran, il est possible que le règlage **INTENS.** ne soit pas suffisant, ou bien que le générateur de la base de temps ne soit pas déclenché. Les régulateurs **POS.** peuvent aussi être mal positionnés. Vérifier alors la bonne position des boutons et touches, comme indiqué ci-dessus; en particulier la touche **AT/NORM.** Sans tension de mesure appliquée, la ligne de temps n'est visible que si cette touche reste sortie, en position **AT** (déclenchement automatique). Si un seul point apparaît, (attention: danger de brûlure), il est probable que le bouton à flèche du commutateur **TIME/DIV** est tiré. Le repousser. Lorsque la ligne de temps devient visible, régler le bouton **INTENS.** sur une luminosité moyenne, et le bouton **FOCUS** sur une netteté maximum. Pour cela, l'interrupteur de couplage d'entrée **DC-AC-GD** (**CH.I**) doit se trouver en position GD (ground/masse). L'entrée de l'amplificateur vertical est alors court-circuitée. On peut donc être sûr qu'aucune tension parasite extérieure ne pourra affecter la focalisation. En position **GD** les tensions de signal éventuellement présentes à l'entrée Y ne sont pas représentées.

De façon à ménager le tube, il est recommandé de ne travailler qu'avec la luminosité requise pour les conditions d'éclairage ambiant et pour la mesure à effectuer. ***Attention au faisceau ponctuel immobile.*** S'il est trop lumineux, il peut endommager la couche lumineuse du tube. Par ailleurs, il est préjudiciable à la cathode du tube d'allumer et d'éteindre l'appareil trop fréquemlment dans un court espace de temps.

Rotation de trace TR

Malgré le blindage en mumétal du tube cathodique, il n'est pas possible d'éviter complètement l'influence du magnétisme terrestre sur la position horizontale du faisceau. Cela dépend de l'orientation de l'oscilloscope au poste de travail. Dans ce cas la ligne horizontale du faisceau, au milieu de l'écran, n'est pas exactement parallèle aux lignes du graticule. Il est possible de porcéder à une correction de quelques degrés, au moyen d'un petit tourne-vis, derrière l'ouverture marquée TR.

Correction de la balance DC

Après un certain temps d'utilisation, il est possible que les propriétés thermiques des doubles effets de champ, aux entrées des deux amplificateurs verticaus, se soient un peu modifiées. Dans ce cas, la balance DC de l'amplilficateur se décale également. Cela se reconnaît au fait que ***la position du faisceau se modifie sensiblement*** lorsque l'on tire le petit bouton à flèche rouge de l'atténuateur d'entrée **CH.I**, ou **CH.II**. Lorsque l'appareil atteint sa température de fonctionnement normale, ou qu'il est en service depuis au moins 20 minutes, les modifications inférieures à 1 mm ne nécessitent pas de corrections. Les écarts plus grands seront corrigés à l'aide d'un petit tournevis d'une largeur de lame d'environ 3 mm. Les ouvertures reservées au règlage de correction se trouvent sous l'appareil (à environ 85 mm du bord avant, à peu près dans l'alignement de chaque atténuateur; profondeur d'accès: env. 20 mm). La tête du règlage de balance est évasée et cruciforme, ce qui facilite l'accès du tournevis. Pendant la correction (coefficient de déviation **5 mV/cm**; couplage d'entrée sur **GD**), tirer et repousser le bouton de règlage fin. Dès que la position verticale de la trace ne se modifie plus, la balance DC sera réglée correctement.

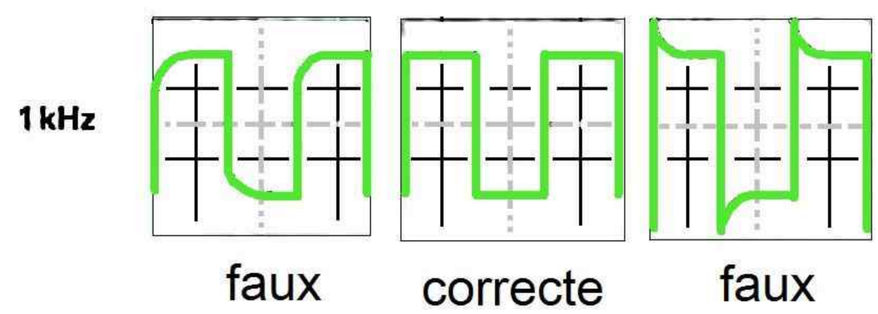
Utilisation et ajustage des sondes

Pour que la sonde atténuatrice reproduise fidèlement la forme du signal, il faut qu'elle soit exactement adaptée à l'impédance d'entrée de l'amplificateur vertical. A cet effet, un générateur commutable, incorporé au HM 208, fournit un signal carré de très faible temps de montée (moins de 5 ns) et d'un fréquence de 1 kHz ou de 1 MHz, sélectionnée en appuyant sur la touche correspondante. Le signal carré peut être prélevé sur les deux embases concentriques situées sous l'écran. L'une des sorties fournit **0,2 V_{ss}** ±1% pour la sonde 10:1, et l'autre **2 V_{ss}** ±1% pour la sonde 100:1. Ces tensions correspondent à une amplitude écran de ***4 cm de hauteur***, si le commutateur d'atténuation d'entrée du HM 208 est réglé sur un coefficient de déviation de **5 mV/cm**. Le diamètre intérieur des bornes est de 4,9 mm et correspond exactement au diamètre extérieur (relié à la masse) du tube de blindage des ***sondes atténuatrices modulaires*** modernes et aux têtes de sondes de la ***série F*** (uniformisées au niveau international). C'est la seule façon de permettre la plus courte liaison à la masse possible, ce qui est le préalable indispensable pour des fréquences de signal élévées et une reproduction fidèle de la courbe de signaux non-sinusoïdaux.

Ajustage 1 kHz

Cet ajustage par trimmer C compense la charge capacitive de l'entrée de l'oscilloscope (environ 30 pF pour le HM 208). Grâce à cet ajustage, la division capacitive est alignée sur le même rapport que la division de tension ohmique. Ce qui produit, in hautes et basses fréquences, la même division de tension qu'en tension continue. (Pour des sondes 1:1, ou commutées sur 1:1, cet ajustage n'est ni nécessaire ni réalisable). Cet ajustage n'est possible que si la trace est parallèle aux lignes horizontales du graticule (cf. Rotation de trace **TR**, p. E8).

Brancher la sonde (type HZ 51, 52, 53, 54 ou aussi HZ 36) sur l'entrée **CH.I**, sans appuyer sur aucune et sans tirer sur aucun bouton, mettre le couplage d'entrée sur **DC**, l'atténuatreur d'entrée sur **5 mV/cm** et le commutateur **TIME/DIV.** sur **0,2 ms/cm** (les deux règlages fins étant en position calibrée **CAL.**), insérer la tête de sonde (sans mousqueton) dans l'embase **CAL.** correspondante (atténuateur 10:1 dans fiche **0,2 V**, 100:1 dans fiche **2 V**).



A l'écran apparaissent deux 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 HZ 53 il se trouve dans le petit boîtier de la price BNC. Ajuster le trimmer au moyen du tourne-vis isolé, fourni avec la sonde, jusqu'à ce que les crêtes supérieures du signal carré soient exactement parallèles aux lignes horizontales du graticule (voir figure 1 kHz). La hauteur du signal devrait alors être de 4 cm ±1,2 mm (3%). Les flancs du signal ne sont pas visibles dans cette mise au point.

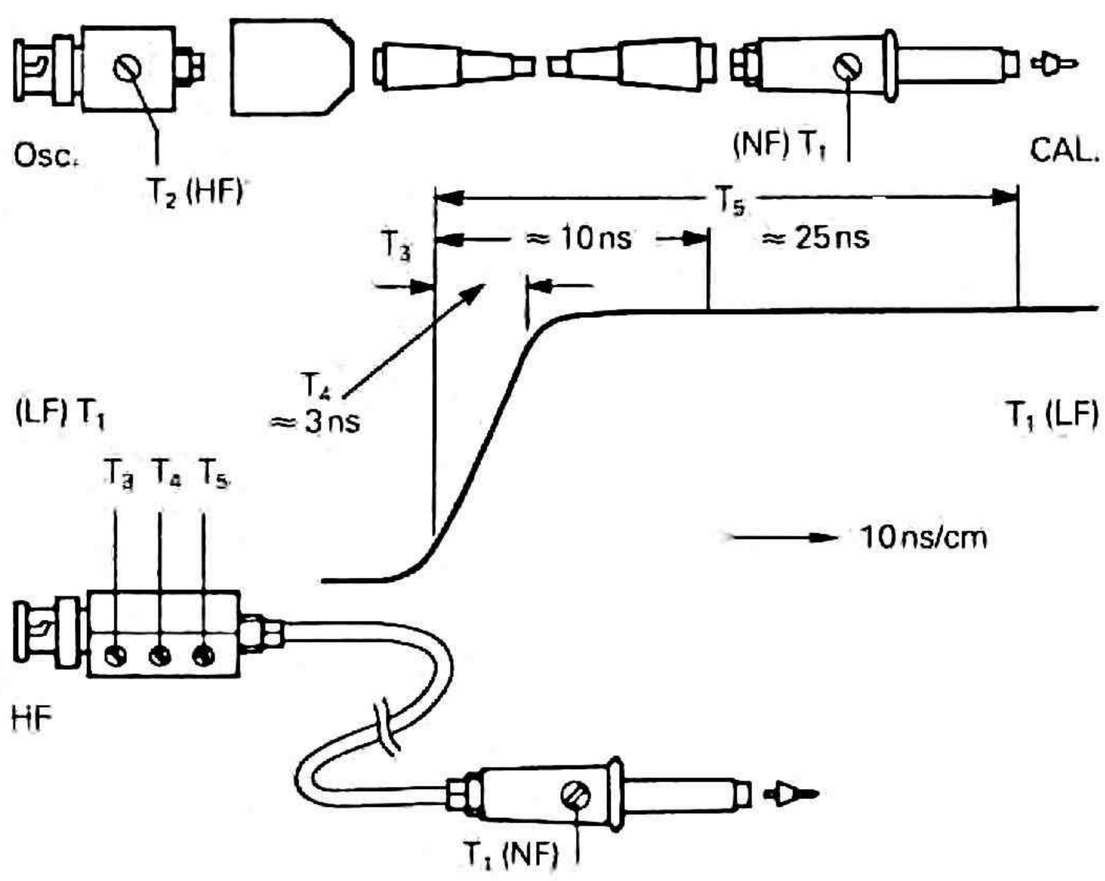
Ajustage 1 MHz

Sur les sondes HZ 51, 52, et 54 il est possible de procéder à un ajustage HF. Ces sondes possèdent des circuits de correction de distorsion-résonance (trimmer R combiné à bobines et condensateurs), ce qui permet, pour la première fois, d'ajuster la sonde de façon optimale dans le secteur des fréquences élevées de l'amplificateur vertical, selon un procédé des plus simples. Aprés cet ajustement, on obtient non seulement la plus grande bande passante possible dans le cadre du fonctionnement de la sonde, mais aussi un temps de transit de groupe très constant en fin de plage. Ainsi les distorsions transitoires (telles que suroscillations, arrondis, trous ou bosses) sont-elles limitées à un minimum à proximité du flanc de montée. La bande passante du HM 208 pourra donc être entièrement exploitée, sans distorsion de forme des courbes, en utilisant les sondes HZ 51, 52 et 54. La condition préalable à cet ajustage HF est la présence d'un générateur de signaux carrés, de faible temps de montée, ayant une sortie de faible résistance (environ 50 Ω), et qui fournit aussi une tension de 0,2 V, ou 2 V, à une fréquence de 1 MHz. Lorsque la touche **1 MHz** est enfoncée, la sortie calibrateur du HM 208 répond à ces conditions.

Brancher la sonde HZ51, 52 ou 54, slur l'entrée **CH.I**, n'enfoncer que la touche calibrateur **1MHz**, 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 **0,2µs/cm** (les deux règlages fins étant en position calibrée **CAL.**). Insérer la tête de sonde dans l'embase **0,2V**. Sur l'écran apparaît alors un train d'ondes, dont les flancs carrés deviennent également visibles. On peut procéder à présent à l'ajustage HF. 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/soulagement de traction, retirer le capot de la fiche BNC, puis revisser le cône-écrou avec câble). Sur les sondes HZ51 et HZ54 il y a, sur le boîtier derrière la fiche BNC, 1 vis trimmer à fente, mais sur la sonde HZ52 il y en a 3. Elles serviront à régler aussi droit que possible le début de crête en haut à gauche. Ni dépassement ni arrondi ne sont admissibles. Sur les HZ51 et 54, avec un seul trimmer, ce n'est pas compliqué; pour la sonde 10:1 HZ52, avec trois trimmer, c'est plus délicat. Par contre, sur cette dernière il est possible d'agir sur la raideur du flanc de montée et de niveler trous et/ou bosses sur la crête impulsionnelle directement à côté du flanc de montée. Le flanc de montée doit être aussi raide que possible, mais avec des lignes de crête aussi droites que possible. L'ajustage HF est facilité du fait que chacun des 3 trimmers a son propre domaine d'action (voir schéma ci-dessous). Le début de la crête est bien visible au moyen de la touche **X-MAG. X10**.

Points d'ajustage des sondes

HZ51, HZ54

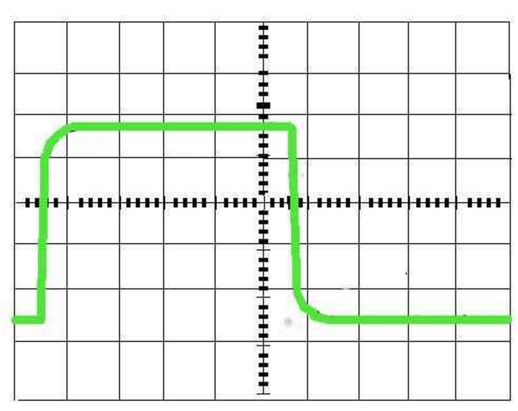


HZ52

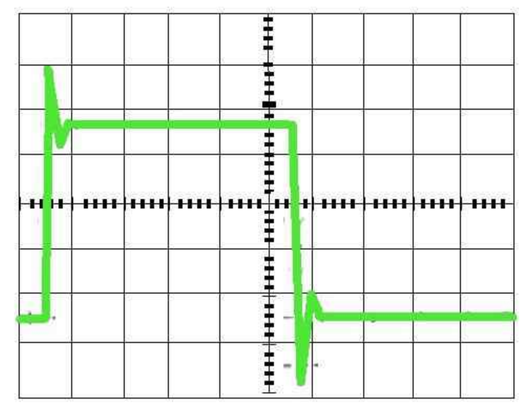
T_3: agit sur les fréquences moyennes
T_4: agit sur le flanc de montée
T_5: agit les fréquence basses

Une fois l'ajustage terminé, contrôler également la hauteur du signal sur écran à 1 MHz. Elle doit avoir la même valeur que celle indiquée précédemment pour l'ajustage 1 kHz. Le capot isolant peut à présent être replacé sur la fiche BNC.

D'autres types de sondes que celles indiquées plus haut, ont en général des diamètres de tête plus larges, et n'entrent pas dans les embases du calibrateur. Un bon technicien peut aisément se fabriquer l'adaptateur adéquat. Mais, attention, la plupart du temps, ce genre de sondes a un temps de montée trop élevé, ce qui rend la bande passante totale de l'oscilloscope, avec sonde, bien inférieure à celle du HM208. De plus, il n'y a presque jamais de possiblilité d'ajustage HF. On ne peut donc pas exclure la présence de distorsions de formes d'impulsions dans les fréquences de récurrence élevées.

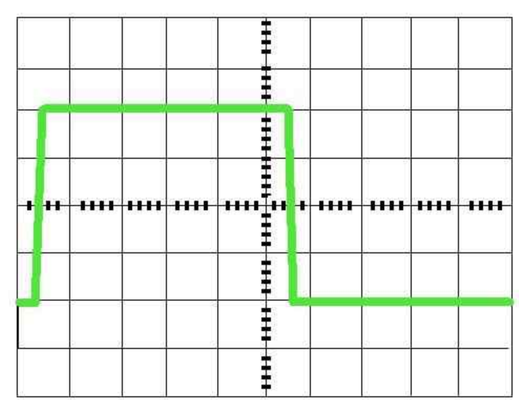


faux



faux

correct



Ajustage 1MHz

Veiller à respecter l'ordre de travail: d'abord l'ajustage 1 kHz, puis l'ajustage 1 MHz, et ne pas le répéter. Les fréquences 1 kHz et 1 MHz du calibrateur ne peuvent pas être utilisées à l'étalonnage du temps. D'autre part, le rapport d'impusions s'écarte de la valeur 1:1. Pour obtenir un ajustage de sonde atténuatrice le plus simple et le plus précis possible (ou bien un contrôle du coefficient de déviation), il est essentiel d'avoir un temps de montée court, des crêtes impulsionnelles horizontales, des hauteurs d'impulsion calibrées et un potentiel zéro à la crête impulsionnelle négative. La fréquence et le rapport impulsionnel importent moins.

Pour évaluer la qualité de transmission à l'aide de la réponse en transitoires, il est particulièrement important d'avoir un temps de montée d'impulsion court et une sortie générateur à faible résistance. Le calibrateur du HM208, à fréquence commutable, répond à ces critères, et peut, au besoin, remplacer de coûteux générateurs de signaux carrés; par exemple, pour la calibration de diviseurs à large bande (circuits d'amortissement), ou pour l'évaluation d'amplificateurs à large bande.

A cet effet, l'entrée du circuit correspondant sera alimentée à partir de l'une des embases **CAL.** du HM208, par l'intermédiaire d'une sonde appropriée. Choisir la fréquence (**1 kHz** ou **1 MHz**). Si l'entrée du circuit est à résistance élevée (1 MΩ II 15-50 pF), 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 = aussi 20 mV_{cc} sur la sortie 2V). Les sondes HAMEG types HZ51, 52, 53 et 54 s'y prètent parfaitement. Si l'entrée du circuit est à faible impédance (50 Ω, par ex.), on peut utiliser une sonde 1:1. Mais elle devra absolument avoir une terminaison 50 Ω, telle que les sondes HAMEG de types HZ50 et 54. 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. Avec la HZ50 on obtient alors à l'entrée du circuit (à 50 Ω) environ 40 mV_{cc}, avec la HZ54: environ 24 mV_{cc}, lorsque la sonde est insérée dans l'embase **CAL. 0.2V**. Les valeurs de tension indiquées ici ont une tolérance supérieure à 1%, puisque le fonctionnement en 1:1 avec une charge de 50 Ω est tout à fait inhabituel. L'utilisation de l'embase **CAL. 2V** dans les mêmes conditions, n'est possible qu'avec la sonde HZ54. On obtient alors environ 190 mV sur 50 Ω, mais avec un temps de montée presque double. En 1:1, avec le HM208, les valeurs de tension précises sont immédiatement mesurables si l'on branche une charge de passage 50 Ω (**HZ22**) directement entre la sortie BNC de la sonde et l'entrée Y de l'oscilloscope.

Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux

Le choix du mode de fonctionnement des amplificateurs verticaux se fait au moyen des 4 touches du secteur Y. En fonctionnement **mono** aucune de ces touches n'est enfoncée. Et seul le ***canal I*** est branché.
Pour fonctionner en ***mono*** sur ***canal II***, appuyer sur la touche **CHI/II-TRIG.I/II**. Cette touche déclenche en même temps la synchro interne sur canal II.

Appuyer sur la touche **DUAL** pour fonctionner sur les deux canaux. La touche étant dans cette position, la représentation de deux phénomènes se fait successivement, en mode alterné. Ce mode de fonctionnement ne se prète pas à l'observation de phénomènes trés lents; l'écran scintille trop, ou semble sautiller. Lorsque, en plus de **DUAL**, on appuie sur la touche **CHOP.**, les deux canaux seront constamment commutés à une haute fréquence, sur une seule période de balayage (mode découpé). On peut alors représenter clairement les phénomènes lents, ***en dessous de 1 kHz***. Pour des oscillogrammes d'une fréquence de récurrence plus élevée, le mode de commutation des canaux est moins important.

Lorsque, seule, la touche **ADD** est enfoncée, c'est ***la somme*** des signaux des deux canaux qui sera représentée (**I+II** = représentation globale). On peut aussi faire apparaître la ***différence*** (**−I+II**), en inversant le canal I (touche **INV.I** enfoncée). Pour ces deux modes de travail la position verticale de l'écran dépend des régleurs **Y-POS.** des deux canaux. Normalement on utilise en addition algébrique ***la même position de commutateur diviseur*** pour les deux canaux.

Des tensions de signaux entre deux points de circuits en potentiel flottant sont souvent mesurées en ***fonctionnement différentiel*** des deux canaux. Il est ainsi également possible de déterminer des courants passant entre deux parties de circuits en potentiel flottant, en tant que chute de tension sur une résistance connue. En règle générale, pour représenter des signaux différentiels, il est indispensable que le prélèvement des deux tensions de signaux se fasse avec des sondes atténuatrices de même impédance et de même atténuation. Pour certaines mesures différentielles il vaut mieux ***ne pas*** réunir les fils de masse des sondes atténuatrices avec l'objet devant être mesuré. D'éventuels ronflements ou bruitages en mode commun peuvent ainsi être mesuré. D'éventuels ronflements ou bruitages en mode commun peuvent ainsi être réduits. Lorsque ces ronflements ou bruitages sont très forts, mais symétriques, il est facile, en fréquence synchro moyenne, de faire passer la réjection en mode commun au dessus de 40 dB, en tournant ***l'un*** des réglulateurs fins de division un peu vers la gauche de sa position calibrée. Essayer l'un ou l'autre bouton, suivant le cas.

Fonctionnement XY

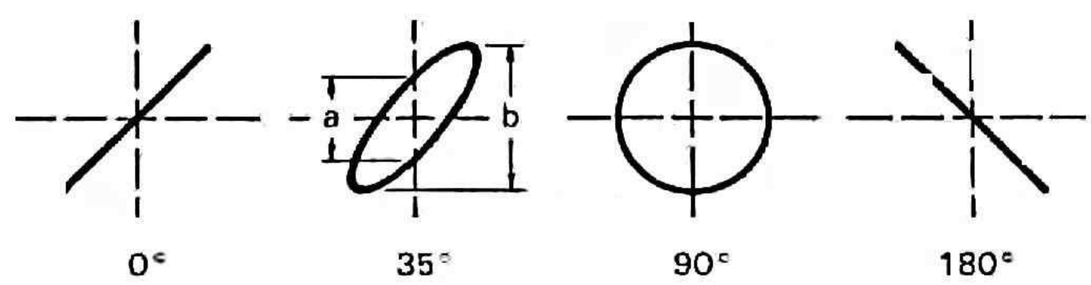
Pour le fonctionnement **XY**, tirer le bouton de règlage fin du commutateur de temps dans le secteur X (dénomination sur le bord inférieur de l'échelle du commutateur temps). Le signal X est amené sur l'entrée du ***canal II. En fonctionnement XY l'atténuateur d'entrée et le règlage fin du canal II doivent être mis sur direction X pour le règlage de l'amplitude.*** Pour régler la position horizontale, utiliser le régulateur **X-POS.** Le réglage de position du canal II est coupé en fonctionnement XY. (Ceci ne s'applique qu'au fonctionnement ***analogique*** de l'oscilloscope.) Sensibilité maximum et impédance d'entrée sont alors identiques dans les deux directions de déviation. Ne pas appuyer sur la touche **X-MAG-X10** pour l'expansion de la ligne de temps. La fréquence limite en direction X se monte à environ 2,5 MHz (−3 dB). Mais il faut tenir compte du fait qu'une difference de phase sensible, augmentant constamment avec les fréquences plus élevées, appparaît entre X et Y dès 50 kHz. La polarité du signal Y peut être inversée au moyen de la touche **INV.I**.

Le ***fonctionnement XY avec figures de Lissaious*** permet ou facilite certaines mesures:

- la comparaison de deux signaux de fréquences différentes, ou le rattrapage de l'une des fréquences de signal au niveau de l'autre, jusqu'à synchronisation. Ceci s'applique aussi bien à des multiples entiers ou à des fractions de la fréquence de signal considérée.
- la comparaison de phase entre deux signaux de même fréquence.

Comparaison de phase avec figures de Lissajous

Les figures ci-dessous montrent dux signaux sinusoïdaux de mêmes fréquence et amplitude, avec des angles de phase différents:



Le calcul de l'angle de phase, ou du décalage 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 aisément réalisable à l'aide des équations suivantes et d'une calculatrice de poche à fonction trigonomètrique; il est par ailleurs ***indépendant des amplitudes de déviation*** sur écran.

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

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

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

Il faut tenir compte ici:

- qu'en raison de la périodicité des fonctions trigonomètriques, l'évaluation mathématique devrait être limitée à un angle de ≦90°. C'est justement là que résident les avantages de la méthode.
- qu'il ne faut pas utiliser une fréquence de mesure trop élevée Au dessus de 120 kHz le décalage de phase des deux amplificateurs de l'oscilloscope HM208 peut être supérieur à un angle de 3° en fonction XY.
- que, sur l'écran, il n'est pas aisé de reconnaître si la tension test est en avance ou en retard sur la tension de référence. Un élément LRC placé devant l'entrée de la tension test de l'oscilloscope peut faciliter la chose. La résistance d'entrée de 1 MΩpeut servir de R, de sorte qu'il ne reste plus qu'à connecter en série le condensateur C voulu. Si l'ouverture de l'ellipse s'élargit (par rapport à C court-circuité), la tension test dépasse la tension de référence, et inversement. Mais ceci ne s'applique qu'à la plage de décalage allant jusqu'à 90°. C'est pourquoi C devrait être suffisamment grand, et ne provoquer qu'un décalage de phase relativement petit, tout just nettement reconnaissable.

Lorsqu'en fonctionnement XY les deux tensions d'entrée manquent ou disparaissent, un point très lumineux sera présent sur l'écran. Avec un règlage de luminosité trop élevé (bouton INTENS.), ce point peut brûler la couche du tube, ce qui entraîne soit une perte de luminosité permanente, soit, dans un cas extrême, la destruction totale de la couche du tube à l'endroit du point.

Mesure de différence de phase en fonctionnement deux canaux

Il est très facile de mesurer une différence de phase assez grande, entre deux signaux d'entrée de même fréquence et de même forme, en fonctionnement à deux canaux (touche **DUAL** enfoncée). La déviation de temps est déclenchée ici par le signal servant de référence (position de phase 0). L'autre signal peut alors avoir un angle de phase en avance ou en retard. Pour les fréquences ≥1 kHz, on choisira la commutation de canal alternée; pour des fréquences inférieures à 1 kHz, le fonctionnement en découpé est plus approprié (moins de scintillement). La précision de lecture sera plus grande si l'on règle l'écran sur environ une période et sur approximativement la même hauteur d'image pour les deux signaux. A cet effet, on peut utiliser – sans modifier le résultat – les règlages fins de l'amplitude et de la déviation de temps, ainsi que le bouton **LEVEL**. Les deux lignes de temps seront réglées, avant la mesure, sur la ligne horizontale centrale du graticule au moyen des boutons **Y-POS.** Dans le cas de signaux sinusoïdaux on observera les passages à zéro; les sommets de sinusoïdes sont moins précis. Lorsqu'un signal sinusoïdal est sensiblement déformé par des harmoniques paors J(demi-ondes inégales par rapport à l'axe X), ou lorsqu'une tension continue en offset est presente, il est recommandé de passer en couplage **AC** pour les **deux** canaux. S'il s'agit de signaux d'impulsions de même forme, la lecture s'effectue sur fronts raides.

Mesure de différence de phase en fonctionnement à 2 canaux

t = écart horizontal des passages à zéro en cm
T = écart horizontal en cm pour une période.

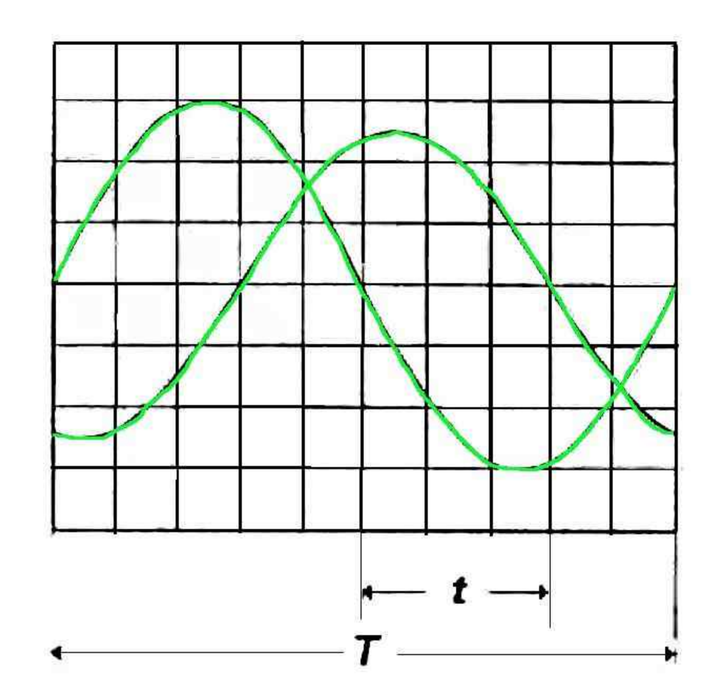
Dans l'exemple ci-après **t** = 3 cm, et **T** = 10 cm. A partir de là, on peut calculer une difference de phase en degré d'angle de

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

ou exprimee en degrés d'arc

$$\text{arc}\,\varphi = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1.885\,\text{rad}$$

En fonctionnement XY on peut, au moyen de figures de Lissajous, mesurer des angles de phases relativement petis, avec des fréquences qui ne soient pas trop élevées.



Mesure d'une modulation d'amplitude

L'amplitude momentanée **u** au moment **t** d'une tension porteuse HF, modulée par une tension sinusoïdale BF en amplitude sans distorsion, correspond à l'équation suivante:

$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0{,}5\,m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0{,}5\,m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

compte tenu que:

U_T = amplitude porteuse non modulée,
$\Omega = 2\pi F$ = fréquence de porteuse,
$\omega = 2\pi f$ = fréquence angulaire de modulation,
m = degré de modulation ($\leqq 1 \triangleq 100\,\%$).

La modulation produit, en dehors de la fréquence porteuse **F**, la fréquence latérale inférieure **F-f** et la fréquence latérale supérieure **F+f**.

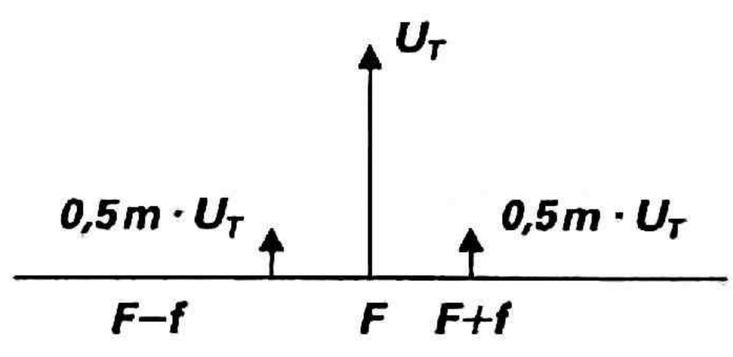


Figure 1
Amplitudes et fréquences de spectre en AM (m = 50 %)

En fonctionnement analogique l'image de l'ondulation HF, modulée en amplitude, peut être visualisée sur l'oscilloscope et être exploitée lorsque la gamme de fréquence se trouve dans la bande passante de l'oscilloscope. La base de temps sera réglée de façon à ce que plusieurs trains d'onde de la fréquence de modulation soient visibles. En fait, en fréquence de modulation (du générateur BF ou d'un démodulateur), il faudrait déclencher de l'extérieur. Le déclenchement interne est cependant souvent possible en déclenchement normal (touche **AT/NORM.** enfoncée), en appliquant le règlage de niveau voulu (**LEVEL**) et, éventuellement avec le règlage fin du temps.

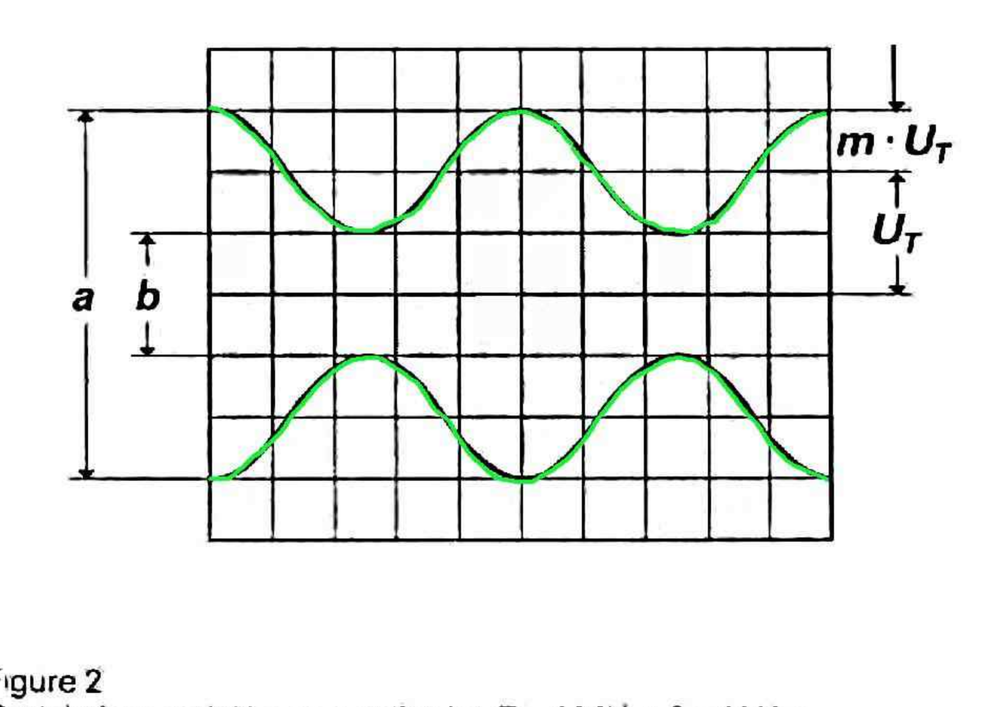


Figure 2
Ondulation modulée en amplitude: F = 1 MHz; f = 1 kHz; m = 50%; $U_T = 28{,}3\,mV_{eff}$.

Réglage de l'oscilloscope pour un signal, suivant Fig. 2:
Aucune touche enfoncée ***Y: CH.I: 20 mV/cm; AC.***
TIME/DIV.: 0,2 ms/cm.
Déclenchement: ***NORMAL*** *avec règlage* ***LEVEL;*** ***Léclenchement interne (ou externe).***
Après avoir lu les deux valeurs ***a*** *et* ***b*** *sur l'écran, le deg‰é de modulation se calcule comme suit:*

$$m = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{ou:} \quad m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\,[\%]$$

compte tenu que: $a = U_T\,(1+m)$ et $b = U_T\,(1-m)$.

Lors de la mesure du degré de modulation, les boutons de règlage fin de l'amplitude et du temps peuvent se trouver dans n'importe quelle position. Cela n'agit aucunement sur le résultat.

Déclenchement et déviation de temps

La représentation d'un signal n'est possible que lorsque la déviation de temps est déclenchée. Pour qu'il en ressorte une image précise, il faut que le déclenchement se fasse en synchrone avec le signal de mesure. Cela est possible par le signal de mesure lui-même, ou par une tension de signal amenée de l'extérieur, mais également sychrone. Lorsque la touche **AT/NORM.** n'est pas enfoncée, il y a toujours une ligne de temps, même sans qu'une tension de mesure soit appliquée; ce type de déclenchement est donc dénommé ***déclenchement automatique***. Avec la touche **AT/NORM.** non-enfoncée il est possible de représenter, de façon stable, pratiquement tous les signaux simples se répétant périodiquement à une fréquence de récurrence de plus de 30 Hz. Le règlage de la base de temps se limite alors essentiellement au réglage de la base de temps se limite alors essentiellement au règlage du temps. Un règlage **LEVEL** en déclenchement automatique n'est ni possible, ni nécessaire.

Le déclenchement automatique peut aussi bien être utilisé en amenée interne qu'en actionnement externe du signal de déclenchement (par l'embase TRIG.INP.)

Avec le ***déclenchement normal*** (touche **AT/NORM.** enfoncée) et avec le règlage **LEVEL**, le déclenchement de la déviation de temps peut se faire à n'importe quel endroit d'un flanc de signal. La plage de déclenchement, sur laquelle agit le règlage **LEVEL**, dépend dans une large mesure de l'amplitude du signal représenté. Lorsqu'elle est inférieure à 1 cm, il faut un certain doigté pour le règlage, à cause de la petitesse de la zone de saisie.

La touche **+/−** n'étant pas enfoncée, le déclenchement débute sur un flanc montant, donc positif. Appuyer sur la touche **+/−** si le déclenchement doit débuter sur un flanc descendant, donc négatif. Le choix de la direction du flanc se réfère au signal d'entrée. Il est indépendant de la position de la touche **INV.I** Il est particulièrement important de choisir le bon flanc,lorsqu'il s'agit de représenter une partie seulement de la période d'un signal, ou bien un signal vidéo.

Dans le cas du déclenchement ***interne*** en fonctionnement canal I ou II, canaux I et II (**DUAL**), addition algébrique (**ADD**), le signal de déclenchement peut être prélevé sur le canal choisi au moyen de la touche **CH I/II - TRIG.I/II** (dans le secteur Y).

Pour le déclenchement ***externe***, appuyer sur la touche **EXT.** et amener le signal (0,3V_{cc} à 3V_{cc}) à l'embase **TRIG. INP.**

Si l'on appuie simultanément sur la touche voisine **10:1**, la plage de tension de déclenchement externe passe de 3V_{cc} à 30V_{cc}. ***Pour des raisons sécurité il est recommandé de ne pas dépasser 100 V_{cc} appliqués à l'embase*** **TRIG. INP.** L'impédance d'entrée de cette prise de 1 MΩ||30 pF, de sorte qu'il est également possible de travailler avec sonde.

Lorsque la tension de déclenchement externe disponible est inférieure à 0,3V_{cc}, ou supérieure à 30V_{cc}, le signal de déclenchement externe ***en fonctionnement monocanal sur canal I*** peut également être amené sur canal **II** (touche **CH.I/II-TRIG.I/II** enfoncée). A cet effet, appuyer simplement sur la touche **DUAL**, et régler l'atténuateur du canal II de sorte que le signal canal II apparaissant maintenant, ait une amplitude d'environ 2 cm.
En général il est alors possible de faire disparaître ce signal canal II vers le haut ou vers le bas de l'écran au moyen du bouton **Y-POS.II**, de sorte qu'il ne reste plus que le signal canal I, Utiliser à cet effet de préférence le déclenchement normal (touche **AT/NORM.** enfoncée). Le bouton de règlage fin de l'atténuateur canal II étant tiré, il est ainsi possible d'obtenir un déclenchement «externe» relativement stable à 20 MHz, avec une tension de déclenchement de 2 mV_{cc}. Le même principe est valable, bien entendu, en inversant les canaux. Mais le déclenchement externe ne devrait être appliqué que lorsque le déclenchement interne n'est pas possible (par ex. dans le cas de signaux fortement parasités ou de signaux mélangés).

Le ***mode de couplage*** et la gamme de fréquence du signal de déclenchement peuvent être commutés de façon interne ou externe, au moyen du sélecteur de déclenchement **TRIG.** En position **AC** ou **DC** les petits signaux (moins de 2 cm) ne seront déclenchés que jusqu'à environ 10 MHz. Pour les fréquences de signaux plus élevées (10 à 40 MHz), passer en **HF**. En principe, dans les positions **Ac** et **DC**, l'appareil déclenche aussi dans les fréquences supérieures à 10 MHz; mais le seuil de déclenchement augmente. L'avantage est que, jusqu'à 10 MHz et même avec un amplificateur de mesure de forte sensibilité, il ne se produit pratiquement pas de double déclenchement provoqué par le bruit de fond de l'amplificateur. En déclenchement **AC**, la fréquence limite inférieure se situe environ à 20 Hz. En position **LF** (low frecuency) les fréquences supérieures à 1 kHz sont progressivement affaiblies au niveau du signal de déclenchement interne et externe, ce que supprime les parasites et bruits haute fréquence. Les valeurs indiquées ci-dessus, ainsi que le seuil de déclenchement, s'appliquent à des signaux sinusoïdaux. En déclenchement interne les fréquences limites dépendent de la hauteur de signal choisie.

Il n'est recommandé de travailler en déclenchement **DC** que si, dans le cas de phénomènes très lents, le déclenchement doit se faire à un certain niveau de valeur du signal de mesure, ou bien lorsqu'il faut représenter des signaux de forme impulsionnelle avec des rapports d'impulsion changeants. ***En déclenchement*** **DC** ***interne on devrait toujours travailler en déclenchement normal et en règlage*** **LEVEL.** Sinon, en position **AT**, et si la balance **DC** n'est pas très exactement réglée, le point d'intervention du déclenchement risque de se modifier; le déclenchement peut même rester absent dans le cas de signaux sans passage à zéro. Il faut alors corriger la balance de l'entrée verticale correspondante

Lorsque ***le signal vidéo avec fréquence trame d'un récepteur de télévision*** doit être représenté, il faut placer le sélecteur de déclenchement en position **LF** (low frequency) pour affaiblir les impulsions de lignes.

Par contre, ***un signal vidéo avec fréquence lignes*** doit être représenté en couplage de déclenchement **AC** (dans certains cas **DC**). Que ce soit en fréquence trame ou en fréquence lignes, il faut toujours surveiller la position de la touche **+/−**.

Comme il a été décrit ci-dessus, des signaux simples peuvent être déclenchés automatiquement en position **AT**. La fréquence de récurrence pouvant, ici, être variable. Si, tou-

tefois, le rapport d'impulsions d'un signal carré se déforme au point qu'une partie du carré se transforme en impulsion-aiguille, il faudra éveentuellement passer en ***déclenchement normal*** et se servir du régulateur **LEVEL**. Avec des ***signaux mélangés***, la possibilité de déclenchement dépend de certaines valeurs de niveau revenant périodiquement. Le règlage du niveau **LEVEL** sur ces valeurs demande un certain doigté.

Si, avec des signaux mélangés extrêmement compliqués, il n'est pas possible de trouver un point de déclenchement stable, même après avoir savamment manipulé le règlage de niveau **LEVEL** à fond à plusieurs reprises en déclenchement normal, on pourra dans bien des cas obtenir la stabilisation de l'image en utilisant le bouton de règlage fin du temps au commutateur de base de temps.

Pour obtenir le ***déclenchement secteur*** en position **LINE** du commutateur **TRIG.**, c'est une tension d'enroulement secondaire (divisée) du transformateur secteur (50-60 Hz). Ce mode déclenchement ne dépend pas de l'amplitude, ni de la fréquence du signal Y; il est conseillé pour tous les signaux synchrones avec secteur. Cela s'applique également – sous certaines réserves – à des multiples entiers ou à des portions de la fréquence secteur. Le déclenchement secteur permet la représentation de signaux, même en dessous du seuil de déclenchement. C'est pourquoi il se prête particulièrement bien à la mesure de petites tensions de ronflement des redresseurs secteurs, ou de perturbations à fréquence secteur se produisant dans un circuit.
Le ***monocoup*** (enfoncer touche **SINGLE** et **RESET** du secteur mémoire) n'a de sens. et n'est possible, qu'en ***fonctionnement à mémoire*** du HM 208.

Comme décrit ci-dessus, il est possible, en fonctionnement en temps réel analogique du HM 208, de se régler sur toutes les valeurs de coefficient de temps, imprimées sur l'échelle de commutation de la base de temps. Les encadrements noirs continus ou discontinus et la touche **TIME-ms/s** ne concernent que le fonctionnement avec mémoire. Tous les coefficients de temps règlables au commutateur **TIME/DIV.** s'appliquent à la position en butée à droite de son bouton de règlage fin et à une ligne de temps de 10 cm de long. En dilatation par 10 de l'axe de temps (touche **X-MAGN. X10** enfoncée), et le commutateur **TIME/DIV.** étant en position **0,2 µs/cm**, on obtient une résolution maximum totale d'environ 20 ns/cm. Bien entendu, X par 10 peut être appliquée à toutes les gammes de temps, donc aussi à la ***dilatation de portions de signaux***. Toutefois, en dilatation X la luminosité de l'image s'affaiblit; elle peut être réajustée en tournant le bouton **INTENS.** vers la droite. Le choix de la gamme de temps la plus favorable dépend de la fréquence de récurrence de la tension de mesure appliquée. Le nombre de courbes augmente proportionnellement à l'accroissement du coefficient de temps (commutateur de base temps vers la gauche).

Affichage du déclenchement

L'état de la déviation de temps déclenché est indiqué par la diode luminescente située au dessus du sélecteur **TRIG.** aussi bien en déclenchement automatique qu'en normal. Cela permet d'affiner le règlage **LEVEL**, particulièrement dans le cas de signaux très basse fréquence. Les impulsions entraînant l'affichage du déclenchement ne sont mémoirisées que pendant environ 100 ms. Avec des signaux d'un taux de répétition extrêmement lent, l'allumage du voyant est par conséquent plus ou moins impulsionnel.

Généralités

Les éléments de commande destines au fonctionnement mémoirese touvent presque tous dans le secteur **X** et sont indiqués par des encadrements.

STORAGE ON: touche poussoir mémoire marche: enfoncée, elle fait passer l'oscilloscope du fonctionnement en temps réel au fonctionnement mémoire. Une nouvelle pression libère la touche et fait revenir au fonctionnement en temps réel. Les signaux mémorisés restent ***enregistrés***, et peuvent être ramenés à l'écran en appuyant sur cette touche. Si entre-temps le coefficient de temps en temps réel a été modifié, cela reste sans effet.

VOYANT STORAGE ON: ce voyant (DEL) indique que le fonctionnement mémoire est en service (lumière permanente). Lorsqu'il clignote, ce voyant indique que le commutateur de gammes de temps a été mal réglé. Ce qui est possible en dehors de l'échelle **TIME/DIV.** encadrée d'un trait noir continu et – touche **TIME-ms/s** enfoncee – en dehors des secteurs encadrés de tirets noirs discontius

HOLD I et **HOLD II**: touches poussoir maintien I et II. Elles servent à ***maintenir*** le contenu mémoire. Lorsqu'elles sont enfoncées, le contenu mémoire est sauvegardé jusqu'à ce que la tension secteur soit coupée ou débranchée. Pour remémoiriser. il faut libérer ces touches.

2.STOR.: touche poussoir 2ème mémoire. Appuyer sur cette touche pour passer en seconde mémoire. Il est ainsi possible de mémoriser deux signaux différents et indépendants l'un de l'autre, et de les faire apparaître par simple pression sur la touche, pour pouvoir les comparer.

SINGLE: touche poussoir monocoup. Elle commute la base de temps mémoire de la déviation de temps périodique en déviation de temps unique. Ainsi, des phénomènes isolés (tels que des processus de commutation marche/arrêt ou des signaux non-périodiques) peuvent-ils être représentés avec une luminosité d'écran toujours constante, et être mémorisés aussi longtemps que voulu.

RESET: bouton poussoir réarmement. Avec la touche SINGLE enfoncée, il met la base de temps mémoire en attente pour la déviation de temps unique Le flanc de déclenchement voulu, arrivant après que ce bouton ait été appuyé, déclenche la déviation de temps unique. Ce bouton sert également à arrêter prématurément le processus d'écriture de l'enregistreur, donc avant que tout le contenu de la mémoire ne soit écrit.

VOYANT RESET: ce voyant (DEL) indique la mise en attente de la mémoire pour la déviation de temps unique. Il s'éteint après déclenchement.

PRE-TRIG.: commutateur rotatif à 5 positions (**0-25-50-75-100**), pré-déclenchement. Ce commutateur permet d'avancer le déclenchement de la base de temps mémoire, et ce en x% de la déviation de temps instituée préalablement. Avec un règlage sur 50%, par ex., le point de déclenchement se trouvera au milieu de d'écran. Il est ainsi possible de représenter la forme du signal ***précédant*** le processus de déclenchement.

TIME/DIV.: commutateur rotatif division de temps. Lorsque le fonctionnement en mémoire est branché, la base de temps analogique est débranchée. Elle est remplacée par la base de temps numérique, à quarz. Le bouton du règlage fin de la base de temps est alors hors service. En raison du taux maximum d'échantillonnage limité à 20MHz, le plus petit coefficient de temps pouvant être choisi est 10µs/cm, le plus grand est 50ms/cm. Ces plages sont encadrées en noir sur l'échelle **TIME/DIV.** Mais c'est justement en fonctionnement mémoire que des coefficients de temps encore bien plus grands seraient utiles, car il n'y a plus le scintillement ou la lenteur d'un point lumineux à une fréquence de signal très basse (inévitable en fonctionnement en temps réel). C'est pourquoi toutes les gammes de l'échelle, entourées de tirets noirs, peuvent être multipliées par 1000 au moyen de la touche **TIME-ms/s** située à côté du commutateur base de temps. En fonctionnement mémoire on peut instituer des coefficients de temps allant de **10µs/cm** à **50s/cm**.

FONCTION XY: tirer sur le bouton de règlage fin du commutateur de base de temps pour que le HM208 passe en fonctionnement mémoire XY. Celui-ci est marqué sur le bord inférieur de l'échelle TIMR/DIV.

PLOT I et **PLOT II:** Boutons poussoir, enregistreurs I et II. Ils servent à lancer et à commander un enregistreur XY, éventuellement YT (plotter), qui doit être raccordé à la prise pentapolaire arrière. Lorsqu'on appuie sur l'un de ces boutons le débiteur de l'enregistreur est connecté, le stylet se pose sur la feuille avec un petit décalage de temps, et se trouve sous le contrôle du contenu de la mémoire, lui-même retenu par pression sur la touche **HOLD** correspondante. Pendant l'écriture la position d'écriture momentanée sera représentée sur l'écran par un point lumineux. Lorsque tout le contenu de la mémoire est écrit, l'enregistreur se déconnecte automatiquement, le stylet sera relévé de la feuille (commande de relève-plume), et sur l'écran on voit à nouveau le train de signaux complet. La vitesse d'écriture /ou de lecture est règlable par commutateur à l'intérieur du HM208. Après ouverture de l'oscilloscope, elle peut être commutée sur une vitesse adaptée à l'enregistreur, soit 10-20-40s/cm en fonctionnement monocanal, ou 5-10-20s/cm en fonctionnement deux canaux. La tension de sortie pour l'enregistreur est de 0,1 V/cm ±10%, en direction X comme en direction Y. Comme la base de temps numérique est très précise, étant à quarz, il est également possible

d'utiliser un enregistreur YT doté de son propre débit d'avancement en direction X. Ce qui,de par sa nature même, n'est pas possible en fonctionnement mémoire XY du HM208. Comme il l'a déjà été mentionné, le processus d'écriture peut être interrompu au moyen de la touche **RESET**.

DOT-JOIN: touche poussoir, liaison des points. Cette touche est située sous l'écran, à droite du bouton FOCUS. Elle sert à relier par des traits lumineux une suite de points mémoirisés. Ce qui permet de mieux reconnaître la forme du signal. Cela peut être assez important dans le cas d'un écart de points relativement grand en direction verticale (flancs de signaux carrés), ou bien lors du relevé de plusieurs courbes sinusoïdales côte à côte. Il est évident qu'en utilisant cette touche, enfoncée, une légère altération de la forme du signal est inévitable, en particulier dans le cas de signaux non-sinusoïdaux. Cela se reconnaît à l'arrondi de crête d'un signal rectangulaire, sur l'angle de crête qui suit un flanc (montant ou descendant). Cette touche ne devrait donc être utilisée qu'en cas de réel besoin.

Résolution verticale
Densité des points dans chaque mode de fonctionnement: 8 bits = 2^8 = 256 points sur une hauteur d'image de 9 cm (28 points par cm). Sur le graticule il n'y a toutefois que 8 clm exploitables.

Résolution horizontale en fonctionnement base de temps
Canal I seul: densité des points 11 bits = 2^{11} = 2048 points sur une largeur d'image de 10 cm (200 points par cm).
Canal II seul: densité des points 10 bits = 2^{10} = 2024 points sur une largeur d'image de 10 cm (200 points par cm).
Canal I et II (touche DUAL enfoncée: densité des points 10 bits = 2^{10} = 1024 points sur une largeur d'image de 10 cm (100 points par cm).
Addition et différence canal II + canal I (touche ADD avec/sans INV.I): densité des points 11 bits = 2^{11} = 2048 points sur une largeur d'image de 10 cm (200 points par cm).

Résolution horizontal en fonction XY
Densité horizontale (comme verticale) des points 8 bits = 2^8 = 256 points sur une largeur d'image de 9 cm (28 points par cm). Toutefois seuls 8 cm sont exploitables sur le graticule dans les deux sens.

Fréquence de signal maximale en fonctionnement mémoire
La fréquence exploitable la plus élevée dépend de la résolution, de la hauteur d'image choisie, de la forme du signal et de l'utilisation éventuelle des touches **X-MAG. X10** et DOT JOIN. Elle n'est pas définissable de façon rigoureuse et doit être appréciée subjectivement selon les fins d'utilisation. Plus la séquence de points qui reproduit la forme de signal est dense, plus l'interprétation de l'image mémoire peut être précise. Avec une forme sinusoïdale, les passages à zéro sont donc critiques; avec des formes rectangulaires ce sont les flancs raides qui le seront. En direction verticale (hauteur d'image) il est certes recommandable de se régler sur une grande hauteur d'image pour pouvoir mesurer l'amplitude avec plus de précision, mais cela va au détriment de l'appréciation de la forme de courbe, la densité des points étant alors trop faible. Une hauteur d'image trop petite est également imprécise parce que le balayage en direction X et Y peut osciller autour de ±1 point (dispersion statistique). Avec les touches **X-MAG. X10** et **DOT JOIN** enfoncées, i est bien possible de reconnaître un signal de 1 MHz de forme sinusoïdale ou symétrique et rectangulaire, mais i sera tout juste exploitable en amplitude.

Que ce soit en fonctionnement à mémoire numérique ou en analogique (temps réel), d'une façon générale le HM208 peut travailler avec les mêmes modes fonctionnels dans un cas comme dans l'autre. On peut donc représenter:
- le canal I seul,
- le canal II seul,
- les canaux I et II ensemble,
- la somme des canaux II + I
- la différence des canaux II −I,
- la fonction XY (X = canal II, Y = canal I)
- la fonction XY (X = canal II, Y = canal I).

Le fonctionnement à mémoire présente les différences suivantes par rapport au fonctionnement en temps réel:
- avec la touche **DUAL** enfoncée (représentation simultanée des signaux des deux canaux), il n'y a plus la possibilité de commuter les canaux en mode découpé; en fait ce n'est pas nécessaire ici, puisque l'image mémorisée ne scintille pas, même dans les fréquences basses. Les deux canaux sont balayés séparément – mais simultanément – et c'est alternativement que s'effectuent leur lecture en mémoire individuelle et leur représentation sur écran. Lorsque la touche **CHOP** est enfoncée, elle reste ici sans effet.
- en **fonction XY** la déviation X est limitée à 9 cm max. La représentation symétrique d'un signal sur écran (sans limitation uilatérale) exige que la position X soit bien réglée au moyen des boutons **X-POS.** et **-POS.II.**

De plus, le fonctionnement mémoire offre des modes de représentation supplémentaires:
- **Refresh** (régénération périodique): balayage répété du signal et mémorisation.
- **Single** (monocoup): séclenchement de la déviation de temps unique.
- **Pretrigger** (pré-déclenchement): représentation **avant** et **après** le flanc de déclenchement du signal.
- **Roll** (défilement): en particulier défilement de signaux apériodiques.

- **Plotter** (enregistreur): enregistrement des signaux par traceur de courbes externe.

Tous les modes de représentation et de fonctionnement avec mémoire sont traités dans le détail au cours des paragraphes suivants.

Représentation monocanal

Secteur Y: n'enfoncer aucune touche, choisir le couplage d'entrée **AC** ou **DC** suivant la fréquence du signal, brancher le signal sur la prise LBNC **CH.I**, choisir la hauteur d'image désirée au commutateur de l'atténuateur d'entrée **VOLTS/DIV.**, mettre le bouton de réglage fin en position **CAL.** (butée à droite); si nécessaire seulement, tirer le bouton de règlage fin pour un coefficient de déviation **1 mV/cm** (dans ce cas, mettre le commutateur de l'atténuateur sur **5 mV/cm**), puis régler la position de l'image verticale avec le bouton **Y-POS.I**.
Secteur sous l'écran: régler la luminosité et la netteté de l'image au moyen des boutons **INTENS.** et **FOCUS**; n'enfoncer aucune touche; positionner la ligne du faisceau symétriquement au graticule au moyen du bouton **X-POS.**
Secteur X: enfoncer la touche **STORAGE ON** (le voyant storage s'allume).
Synchro: ne pas enfoncer la touche **AT/NORM** tout de suite, choisir d'abhord le couplage de déclenchement en fonction de la fréquence de récurrence du signal. Pour des fréquences inférieures à 30 Hz choisir le déclenchement normal, (enfoncer touche **AT/NORM.**, régler le sélecteur **TRIG.** sur **DC** ou **LF**, régler le bouton **LEVEL** de façon que le voyant **TRIG.** s'allume ou, en cas de très basses fréquences, qu'il s'éclaire après chaque période de signal). Choisir la direction du flanc de déclenchement avec la touche **+/−**
Base de temps: choisir les coefficients de temps au commutateur **TIME/DIV.**, mais rester dans la gamme encadrée de noir pour une fréquence de récurrence du signal environ supérieure à 2 Hz; pour les fréquences inférieures à 2 Hz enfoncer la touche **TIME-ms/s** et positionner le réglage dans la plage entourée de tirets discontinus; régler le commutateur **PRE-TRIG.** sur **0%**; à part **STORAGE ON**, n'enfoncer aucune autre touche du secteur mémoire.

Avec ce réglage le signal est visible sur l'écran, et ce en mode **Refresh** (régénération), ce qui signifie que le signal est continuellement rebalayé et relu en mémoire. S'il se produit un changement au niveau de l'amplitude du signal, de la forme de la courbe, de la fréquence, ou du coefficient de temps, cela est immédiatement visible sur l'écran, sans perte de temps notable. Si l'on enfonce maintenant la touche **HOLD I**, le signal représenté à l'instant de la pression sur la touche sera saisi, donc fixé en mémoire. Afin de supprimer la priorité de la touche **DUAL**, il faudrait encore enfoncer la touche **HOLD II**. Le signal mémorisé ne peut plus être influencé par aucun des éléments de commande de l'oscilloscope, jusqu'à libération de la touche **HOLD I**. Cependant le signal visible sur écran peut être dilaté au moyen de la touche **X-MAG. X10** et être déplacé en horizontal avec le bouton **X-POS.** La touche **DOT JOIN** est également utilisable. La vitesse de balayage maximum est de 20 MHz, et la densité des points est de 2000 points sur une largeur d'image de 10 cm.

Cela fonctionne également selon le même principe en ***représentation monocanal*** et mémorisation avec acanal II. Bien entendu la touche **CH.I/II-TRIG.I/II** du secteur Y doit alors être enfoncée. Pour saisir le signal mémorisé on utilise alors la touche **HOLD II**. Comme déjà indiqué précédemment, avec le canal II la densité des points n'est ici que de moitié.

Au lieu du mode Refresh il est aussi possible, sans aucun inconvénient, de choisir de travailler en ***monocoup***, en appuyant sur les touches **SINGLE** et **RESET**. Une nouvelle pression sur la touche **RESET** réinstaure immédiatement le processus de balayage, de mémorisation, et de lecture. En enfonçant, en plus, la touche **HOLD** correspondante, le dernier signal visible sera fixé en mémoire. Le monocoup est indiqué en particulier dans le cas de signaux apériodiques ou de phénomènes uniques, tels que le phénomène de branchement. Le voyant **RESET** s'éteint alors lorsque la synchro déclenche le processus de balayage du signal. En monocoup le réglage correct de la synchro (mode, couplage, direction du flanc) est tout particulièrement importantj, étant donné que, sans déclenchement, le signal mémorisé en dernier demeure inchangé en mémoire, et sera donc représenté de façon inchangée. Le cas échéant il est recommandé de régler le déclenchement à l'aide d'un signal simulé. ***La mémorisation en monocoup n'est pas possible en fonction XY, ni en roll; mais elle l'est dans tous les autres modes de fonctionnement***. Il est possible ici de travailler en synchro automatique. Mais la plupart du temps de ***déclenchement normal*** avec un réglage **LEVEL** approprié, est plus avantageux, car ainsi le point de déclenchement est immobilisé sur le signal. Il est également possible de cette façon d'éviter un déclenchement prématuré par impulsions parasites avec passage à zéro.

Commutation mémoires

Il est possible de comparer l'un à l'autre deux signaux mémorisés, en utilisant la deuxième mémoire, ce qui se fait à l'aide la touche **2.STOR.** On obtient à la fois la plus haute résolution et la plus simple manipulation lorsque les deux signaux sont lus en mémoire l'un après l'autre sur le ***canal I***.

- Enfoncer touche **HOLD II**.
- Libérer **2.STOR.** et **HOLD I**, si elles ne le sont pas déjà.
- Terminer mémorisation du premier signal en appuyant sur la touche **HOLD I**.
- Enfoncer touche **2.STOR.**

– Libérer touche **HOLD I**.
– Régler sur deuxième signal et le lire.
– Enfoncer touche **HOLD I**

Les configurations de signaux sont maintenant toutes deux mémorisées et peuvent être appelées tour à tour en libérant et en appuyant sur la touche **2.STOR.** Lors de l'introduction il est parfaitement possible – si nécessaire – d'instituer d'autres vitesses de balayage, amplitudes, positions Y et réglages de déclenchement (fonction monocoup aussi). La reproduction du signal fournit à nouveau la même image qu'au moment où la touche **HOLD I** a été enfoncée. Ces images ne peuvent être ultérieurement modifiées qu'avec **DOT JOIN**, **X-MAG. X10** et par **X-POS.**, ce qui ne change en rien les deux données mémorisées. Toutefois, à cet effet, il ne faut pas appuyer sur les touches **CH.I/II-TRIG.I/II** et **DUAL** dans le secteur Y lors de l'introduction et de la sortie de lecture; ces touches doivent toujours être sorties. Sinon on n'obtient plus la résolution entière en horizontal. Ne pas libérer les touches **HOLD I** et **HOLD II** par erreur.

Il est également possible de comparer l'une à l'autre deux configurations de signaux mémorisés ***en utilisant aussi le canal II***. Si, dans ce cas, on désire avoir la pleine densité de points du canal I seulement, il faut ***appuyer sur deux touches à la sortie de lecture*** (**2.STOR.** et **CH.I/II-TRIG.I/II**) dans un certain ordre opérationnel. Ceci est dû à certaines nécessités techniques (frais minimum et réduction des éléments fonctionnels).

- Libérer (donc sortir) les touches **2.STOR.**, **HOLD I**, **HOLD II** et **DOT JOIN**.
- Introduire le premier signal par canal I et le régler.
- Conclure mémorisation de la première image en appuyant sur la touche **HOLD I**.
- Appuyer sur touche **».STOR.** et brancher le deuxième signal sur canal II.
- Appuyer sur touche **CH.I/II-TRIG.I/II**
- Si besoin est, modifier les réglages (déclenchement, balayage, etc.).
- Lorsque l'image du deuxième signal est bien réglée, appuyer sur touche **HOLD II**.
- Pour commuter sur la première configuration de signaux mémorisée, appuyer d'abord sur la touche **2.STOR.**, puis libérer la touche **CH.I/II-TRIG.I/II**.
- Pour commuter sur la deuxième configuration de signaux enregistrée, appuyer d'abord sur la touche **CH.I/II-TRIG.I/II**, puis sur la touche **2.STOR.**

Si l'on ne respecte pas l'ordre de sortie de lecture de mémoire, cela aura pour effet que la configuration de l'image du canal I ne sera représentée qu'avec la moitié des données, soit la moitié de la densité de points. Et pour le canal II cela aura pour effet que la moitié des données de canal I sera mélangée à la moitié des données de canal II (comme en représentation double trace), ou bien – si la touche **DOT JOIN** est enfoncée – l'image semble être superposée par une oscillation HF. Mais cela ne peut en aucun cas entraîner une modification des contenus des mémoires.

Ce qui importe donc lors de la lecture en mémoire, est que la touche CH.I/II-TRIG.I/II soit dans la même position que lors de l'introduction. par contre, il importe peu que l'on utilise la mémoire 1 ou 2 pour le canal I; les deux mémoires sont pareilles. Il est plus facile de se rappeler l'ordre opérationnel ci-dessus (touche **2.STOR.** enfoncée = canal II = touche **CH.I/II-TRIG.I/II** enfoncée).

Si la pleine résolution horizontale du canal I n'est pas importante, on laissera alors la touche **CH.I/II-TRIG.I/II** en position enfoncée, et on ne commutera les images mémorisées qu'avec la touche **2.STOR.** La position de la touche **DOT JOIN** n'a pas d'importance.

Il est également possible de représenter simultanément (en superposition) deux images différentes, mémorisées. Choisir à cet effet, au moyen de la touche **2.STOR.**, la mémoire dans laquelle l'image du canal II a été introduite, puis appuyer sur la touche **DUAL**. La position de la touche **CH.I/II-TRIG.I/II** n'a pas d'importance ici.

Il est aussi possible, bien entendu, de comparer une image mémorisée avec une image en temps réel. En général il faut pour cela que les vitesses de balayage analogiques et numériques concordent (à l'introduction en mémoire par lecture). Mais des exceptions peuvent aussi être intéressantes. Comme ici le fonctionnement en temps réel a la priorité (ses éléments fonctionnels et réglages sont fermes), il faut que les images mémorisées soient introduites par lecture ***auparavant***. On peutmême ainsi représenter 3 images l'une après l'autre en commutant au moyen de la touche **STORAGE ON** et de **2.STOR.**

Il est également possible, à des fins de démonstration, de représenter des images-mémoire provenant de différents modes de fonctionnement. S'il existe une image mémorisée du fonctionnement XY, il faudra également en commutant les mémoires tirer, ou pousser, le bouton de règlage fin de la base de temps. S'il existe une représentation individuelle du canal II ou une représentation en double trace (voir plus loin), il vaudrait mieux, à la lecture, que la touche **CH.I/II-TRIG!I/II** ou **DUAL** soit enfoncée.

Représentation double trace

Enfoncer la touche **DUAL pour la *représentation deux canaux***. Les deux canaux seront balayés séparément, mais pratiquement simultanément (avec un décalage de phase de 180°). La densité des points est la même pour les deux canaux (1000 points chacun, sur une largeur d'image de 10 cm, taux d'échantillonnage maximum 10 MHz). Il est pos-

ible d'entraîner le déclenchement interne sur le canal I ou sur le canal II à l'aide de la touche **CH.I/II-TRIG.I/II**. Appuyer sur les deux touches **HOLD I** et **HOLD II** pour figer les deux signaux. ***En fonctionnement mémoire la commutation de canaux en mode découpé (chop) est inopérante.*** Lorsque la touche **DUAL** est enfoncée, la touche **CHOP** est hors service. Comme en fonctionnement en temps réel, il est possible de mesurer à l'écran la différence de phase (cf. p. E12) avec deux signaux synchrones de même fréquence et de même forme. A cet effet il ne faut pas que la touche **INV.I** soit enfoncée. Les interrupteurs de couplage d'entrée doivent ***tous les deux*** être sur **DC**, ou ***tous les deux*** sur **AC**.

Représentation de sommes et de différences

La ***somme de deux signaux*** sera représentée et mémorisée en enfonçant la touche **ADD** et en laissant les touches **DUAL** et **INV.I** sorties. Ici encore on peut obtenir un déclenchement interne du canal I ou du canal II en appuyant sur la touche **CH.I/II-TRIG.I/II**. La densité des points est élevée (taux d'échantillonnage maximum 20 MHz; 2000 points sur 10 cm). Pour figer le contenu de la mémoire il suffit d'appuyer sur la touche **HOLD I**.

La ***différence de deux signaux*** apparaît lorsque les deux touches **ADD** et **INV.I** sont enfoncées. Dans ce cas laisser la touche **DUAL** sortie. La densité des points et le déclenchement interne fonctionnement comme il l'a été décrit pour la somme des deux canaux. Ici aussi le contenu de la mémoire peut être figé au moyen de la touche **HOLD I**.

Lors de la mesure de somme ou de différence (mémorisée) de canaux, le déplacement verticale de l'image peut se faire au moyen des boutons **Y-POS.I** et **Y-POS.II**. Il faut en général que les signaux soient synchrones, mais ils peuvent parfaitement présenter une différence de phase constante. S'ils ne sont pas synchrones (battement), l'image a l'air alors de «respirer» en mode Refresh. Cela signifie que la saisie figée au moyen de la touche **HOLD I**, ou en monocoup au moyen des touche **SINGLE** et **RESET**, accuse un tracé d'amplitude qui dépend de l'instant (fourtuit) de l'enfoncement de ces touches; ce qui peut donc provoquer l'image d'une oscillation croissante ou décroissante. En tout cas l'enveloppe ne suit ni une fonction sinusoïdale, ni une fonction exponentielle; elle doit plutôt être considérée comme une oscilloation à modulations multiples.

Représentation de lignes de référence

Il est parfois nécessaire d'***effacer le contenu de la mémoire*** et de repésenter soit l'une, soit les deux ***lignes de temps***, pour les régler sur une ligne horizontale du graticule. Il faut que cela se fasse en déclenchement automatique (***ne pas enfoncer*** les touches **AT/NORM.**, **SINGLE**, **HOLD** ni **TIME-ms/s**). Placer, par ailleurs le, ou les interrupteurs de couplage d'entrée sur GD. Maintenant la ligne de temps peut être modulée verticalement au moyen de **Y-POS.I** et/ou **Y-POS.II**. Les signaux éventuellement présents ne sont pas gênants.

Déviation de temps de signaux basse fréquence

A l'aide de la touche **TIME-ms/s** les plages d'échelle – entourées de tirets discontinus – du commutateur **TIME/DIV.** seront divisées par le facteur 1000 en fonctionnement mémoire. Lorsque la touche **TIME-ms/s** est enfoncée, on lit donc sur l'échelle: 0,1 s/cm à 50 s/cm (au lieu de 0,1 ms/cm à 50 ms/cm). Si l'on veut représenter précisément une période de signal sur 10 cm de largeur d'écran, cela donne donc une gamme de fréquence de 2 MHz à 1 Hz. Si l'on représente une période de signal par cm, la gamme de fréquence ira de 20 MHz à 10 Hz. Mais lorsque la touche **TIME-ms/s** est enfoncée, il y a quelques petites particularités.

Déclenchement: il est évident qu'avec des signaux basse fréquence le, ou les couplages d'entrée de signaux doivent être mis sur **DC**. Mais cela s'applique également au sélecteur de couplage de déclenchement du secteur X, qui doit se trouver soit sur **DC**, soit sur **LF**. Lorsqu'il est sur **LF**, les bruits et fréquences parasitaires pouvant éventuellement déclencher prématurément la synchro, seront supprimés au dessus de 1 kHz (filtre passe-bas), mais les portions basse- fréquence serot transmises, y compros DC. C'est le mode de déclenchement normal qu'on devrait utiliser ici (touche **AT/NORM.** enfoncée), puisque le déclenchement automatique n'est pas applicable en dessous de 30 Hz. (La position **AT** sera utilisée pour le mode défilement indiqué ci-dessous.) Si le bouton **LEVEL** est bien réglé, on obtient une représentation comme en mode refresh: la courbe du signal sera constamment ré-écrite.

Voyant déclenchement: dans le cas de signaux basse fréquence (environ en dessous de 10 Hz) le voyant déclenchement ne s'allume qu'un bref instant, et ce, chaque fois que le point de déclenchement réglé sur la courbe du signal est traversé. Si, par exemple, 3 périodes du signal sont représentées sur l'écran, le voyant s'allumera trois fois. Mais seul le premier allumage amorce la déviation de temps vers l'avant. Pendant les deux autres allumages le déclenchement est bloqué jusqu'à ce que l'avance, ou le recul de la période en dents de scie soient terminés. Après écoulement du temps de blocage l'impulsion de déclenchement suivante relance la déviation de temps. Cet allumage répété se produit également en monocoup, mais là la déviation de temps s'arrête après l'unique mouvement vers l'avant.

Monocoup: avec les touches **SINGLE** et **RESET** la déviation de temps unique est mise en service. Comparée à la

déviation de temps périodique, la représentation ne présente aucun inconvénient qualitatif ou quantitatif. Seul le type de mesure assigné déterminera le mode de représentation le plus avantageux. Le ***voyant*** **RESET** indique que le déclenchement est prêt à se faire: il s'éteint une fois que cela s'est fait. Si l'on appuie sur la touche **RESET** pendant le déroulement d'une déviation de temps, le voyant s'allume immédiatement et la déviation de temps en cours sera interrompue. C'est à ce moment-là que commencent le balayage et la mémorisation. Le ***voyant*** **RESET** s'éteint lorsque le signal de déclenchement traverse le point de déclenchement préu. Si, dans un cas extrême, le coefficient temps est réglé sur 50 s/cm, le temps d'attente durera 500 s. Le signal mémorisé précédemment se maintient pendant le temps d'attente. Par contre, en monocoup, l'image prélevée en sortie de lecture devient brusquement visible, sans décalage de temps. Cela est également valable en représentation à double trace, car les deux canaux sont explorés, mémorisés et sortis pratiquement simultanément. Le monocoup et le défilement peuvent être appliqués avec tous les modes de fonctionnement, sauf en représentation XY.

Défilement: Lorsque la touche **TIME-ms/s** est enfoncée et la touche **AT/NORM.** sortie, le fonctionnement en défilement est branché. Il faut naturellement que la touche **SINGLE** soit aussi enfoncée. En défilement le train de courbe d'un signal se déplace du bord droit au bord gauche de l'écran. Toute modification du signal sera donc visible immédiatement sur le côté droit de l'écran, et se déplacera à partir de là de façon inchangée vers le bord gauche de l'écran. Lorque le point en question est parvenu jusqu'au centre de l'écran, par exemple, on peut arrêter l'image au moyen de la touche **HOLD I** et la mémoriser. Il est ainsi possible, sur une succession impulsionnelle apériodique, de rechercher une certaine configuration impulsionnelle – une double impulsion, par exemple – de la mémoriser et de l'examiner. Il est également possible sur un circuit de régulation de trouver l'évolution temporelle d'une grandeur parasite ou de définir un temps mort, et ce, bien qu'il ne soit peut-être pas évident de moduler le moment de l'immixtion et qu'il faille finalement l'attendre. La vitesse de déplacement sur l'écran varie avec le réglage du coefficient temps indiqué par la gamme entourée en tirets discontinus au commutateur **TIME/DIV.** Etant donné que le déclenchement est coupé en fonctionnement en défilement, il n'y a pas à s'occuper du seuil de déclenchement, du couplage de déclenchement, de la direction du flanc, etc. Le coefficient temps peut être modifié suivant le besoin sur une large gamme.

Pré-déclenchement

Au moyen du pré-déclenchement il est possible de suivre le cours d'un signal avant le point de déclenchement pré-établi, mais aussi éventuellement après. Le commutateur **PRE-TRIG.** indique les valeurs **0-25-50-75-100**. Il s'agit du ***pourcentage*** de la largeur d'écran d'un total de 100 mm, calculée de gauche à droite; le point de déclenchement situé à 75% se trouve donc à 75 mm du bord gauche du graticule de l'écran; 100% se trouvant complètement sur le bord droit du graticule. En mode de déclenchement normal (touche **AT/NORM.** enfoncée), le point de déclenchement peut être réglé à volonté au moyen du bouton **LEVEL** (et de la touche **+/−**, par exemple sur le passage à zéro, ou bien sur le milieu d'un flanc, ou encore sur la crête d'une courbe sinusoïdale. Ce réglage se fait en général lorsque le commutateur **PRE-TRIG.** se trouve sur **0**. Si l'on place ce commutateur sur **50**, le même point de déclenchement se trouvera au milieu de l'écran. Tout «l'historique» du signal devient visible, avant et après le point de déclenchement. Avec un réglage approprié de la base de temps, il est possible de suivre les moments critiques, même sur une durée assez longue, en règlant un grand nombre de périodes de signal sur l'écran.

En ***monocoup*** aussi (touches **SINGLE** et **RESET** enfoncées l'une après l'autre), il est possible de travailler en pré-déclenchement. Mais dans ce cas il faudra procéder à ulne nouvelle mémorisation individuelle au moyen de la touche **RESET** après chacun des repositionnements du commutateur **PRE-TRIG.**

Dans la plage du coefficient de temps situé entre **0,1 ms/cm** et **50 ms/cm** la fonction de **PRE-TRIG.** peut aussi être utilisée avec déclenchement automatique. Mais en général cela n'est pas très avantageux, car le déclenchement se fait ici en passage à zéro et ne peut pas être modifié au moyen du bouton **LEVEL**. D'ailleurs, comme nous l'avons déjà dit, le déclenchement automatique ne se fait plus en dessous de 30 Hz. C'est pourquoi il est toujours préférable d'utiliser le déclenchement normal (touche **AT/NORM.** ***enfoncée***).

Pour des signaux basse fréquence, avec des coefficients de temps de **0,1 s/cm** à **50 s/cm**, il ***faut*** travailler en déclenchement normal (touche **AT/NORM.** enfoncée), ***et*** en monocoup (touches **SINGLE** et **RESET** enfoncées). Pour chaque nouveau réglage du commutateur **PRE-TRIG.** il faut alors effectuer une nouvelle déviation unique (appuyer sur la touche **RESET**)

Toute image de signal obtenue par pré-déclenchement peut être figée au moyen de la touche **HOLD** correspondante. En fonctionnement à deux canaux il faut appuyer sur les deux touches **HOLD I** et **HOLD II**. Par ailleurs, également en fonctionnement à deux canaux, les valeurs préréglées par le commutateur **PRE-TRIG.** ne s'appliquent qu'au canal de déclenchement choisi avec la touche **CH.I/II-TRIG.I/II**.

Fonction XY

Comme il l'a déjà été mentionné précédemment, la ***com-***

mutation sur la fonction XY se fait en tirant le bouton de réglage fin de la base de temps – comme en fonctionnement en temps réel. En fonctionnement mémoire il faut cependant tenir compte de quelques différences importantes:

- Le réglage de position X peut se faire au moyen des boutons **X-POS.** et **Y-POS.II** Cependant, en général il est plutôt indiqué de régler le bouton **Y-POS.II** de sorte que le tiret blanc sur la cache du bouton se trouve en position verticale vers le haut, puis de modifier la position X au moyen du bouton **X-POS.** Sinon, la ligne du faisceau peut être interrompue sur le bord droit ou gauche de l'écran. En fonctionnement mémoire les directions X et Y sont limitées à environ 9 cm. Le signal ne devrait donc pas dépasser 8 cm sur l'écran dans les deux directions (crête à crête). Le dépassement en direction X se reconnaît facilement au léger aplatissement sur le côté gauche ou droit. Dans le cas d'un dépassement d'une ligne horizontale, un point lumineux apparaît en fin de ligne.

- Dans le secteur Y, ne pas enfoncer les touches **CH.I/II** **TRIG.I/II**, **DUAL** et **ADD-CHOP**. Mais la touche **INV.I** peut être utilisée.

- La touche **X-MAG. X10** ne devrait pas être enfoncée, sinon il y aura un grand écart de points en direction X (environ 2,9 mm).

- La touche **DOT-JOIN** peut être utilisée: pour certains signaux elle produit une plus grande luminosité d'écran.

- Lorsque la touche **HOLD I** n'est pas enfoncée, le balayage, la mémorisation et la sortie de lecture se font en ***mode refresh (régénération)***. Toute modification du signal se reconnaît immédiatement. En poussant la touche **HOLD I** on entraine la mémorisation ferme de l'image visible à l'instant de la pression.

  La densité des points en fonction XY est de 256 points sur environ 9 cm dans les deux directions.

  La différence essentielle par rapport au fonctionnement en temps réel porte sur le ***réglage de la base de temps***. En fonction XY, en temps réel, la base de temps est complètement déconnectée. Mais pas en mémorisation numérique, puisque le balayage et la sortie de lecture doivent se faire selon certaines conditions imposées par la fréquence. A chaque fréquence du signal d'entrée appartient un certain réglage de la base de temps. Si le réglage de la base de temps est trop rapide (commutateur **TIME/ DIV.** tourné trop loin vers la droite), il y aura des lacunes dans l'image du signal. Si le commutateur est tourné trop loin vers la gauche, l'image sera floue et voilée. Le réglage correct du commutateur correspond à:

$$Z = \frac{1}{F \cdot 10}$$

Z étant le coefficient temps **s/cm** devant être réglé, et **F** étant la fréquence du signal en **HZ**,
exemple: **F** = 50 Hz; **Z** est alors = 1: (50.10) = 0,002 = **2 ms/cm**.
Si l'on obtient une valeur intermédiaire de la graduation 1-2-5, on réglera le coefficient temps sur la gamme du commutateur **TIME/DIV. sur la valeur supérieure suivante**. Exemple: **F** = 1,5 kHz, **Z** = 1:(1500.10) = 0,000067 = 67 µs/cm, **Z = 0,1 ms/cm** (et non pas: Z = 50 µs/cm). Avec un réglage sur 50 µs/cm, il y aurait une lacune dans l'image du signal. Si l'on ne connaît pas la fréquence d'un signal, il y a deux autres méthodes de calcul pour le réglage du coefficient temps: déconnecter la fonction XY (la touche **STORAGE ON** reste enfoncée), et représenter en moncanal au moins 1 période du signal sur l'écran, sur une largeur du graticule de **10 cm**. En cas de besoin, il faudra même aller jusqu'à 2,5 périodes. Ce réglage est alors le bon. L'autre méthode consiste à rester en fonction XY: régler la base de temps de telle sorte qu'il n'y ait ***qu'une*** lacune dans l'image écran; cela ne se reconaît bien que si l'on pousse et qu'on libère plusieurs fois la touche **HOLD I**. Le commutateur **TIME/ DIV.** doit alors être tourné d'***une*** position vers la gauche. Si les deux fréquences présentes aux bornes d'entrées diffèrent, le coefficient temps devra être réglé sur la plus haute fréquence.

Si en fonction mémoire XY les fréquences de signaux sont inférieures à 2 Hz, appuyer sur la touche **TIME-ms/s**. Au lieu de ms/cm, on lira **s/cm** sur l'échelle du commutateur **TIME/DIV.**, encadrée de tirets discontinus. On peut ainsi en fonction Xy représenter des fréquences de signaux allant jusqu'à 0,002 Hz = 2 mHz sans aucune lacune. Toutefois, la mémorisation complète d'un train de signaux dure alors 500 s = 8 minutes et 20 sec. En fonction refresh, une modification soudaine du signal se reconnaît cependant immédiatement au point de transition du train de courbes. De très lentes modifications peuvent être perçues en utilisant la deuxième mémoire. Après écriture totale de la première image d'écran, appuyer d'abord sur la touche **HOLD I**, actionner ensuite la touche **2.STORAGE**, puis libérer la touche **HOLD I**. Appuyer à nouveau sur la touche **HOLD I** après un certain temps. On peut à présent comparer et évaluer les deux images de courbes en libérant et poussant alternativement la touche **2.STOR.**

Sortie enregistreur

Le HM 208 possède une sortie enregistreur destinée au raccordement d'un enregistreur XY. Dans les deux directions X et Y la sensibilité est de **0,1 V/cm** (±10%) pour chaque direction. Elle se réfère à la déviation d'écran, la touche **X-MAG. X10** étant non-enfoncée. (Si cette touche est enfoncée, elle n'a d'effet que sur l'écran, pas sur la sortie enregistreur.) Les sorties ont des impédances internes d'environ 100 Ω. Etant donné que les enregistreurs vendus habituel-

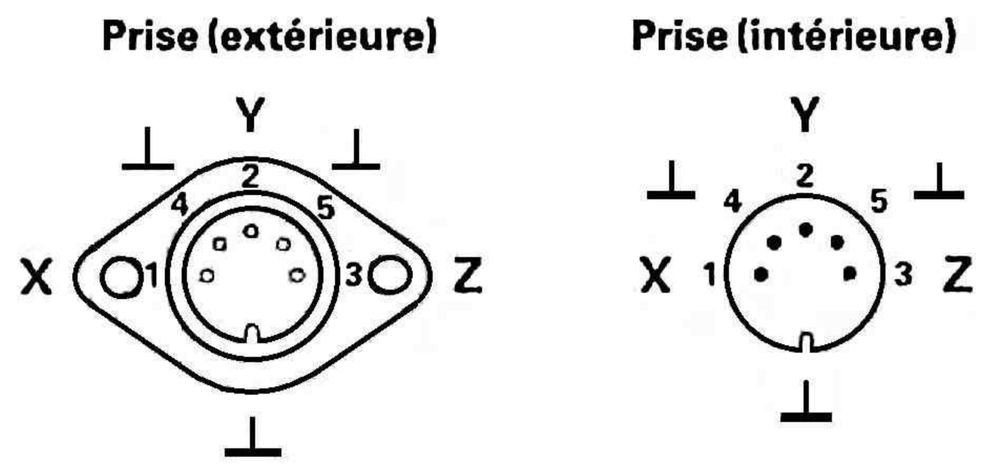
lement dans le commerce ont des vitesses d'écriture très différentes, la ***vitesse d'impression*** de la sortie enregistreur peut être réglée sur ***3 positions*** différentes à l'intérieur du HM208:

Fonction monocanal (CH.I):	10-20-40 s/cm
Addition algébrique (CH.I ± CH.II):	10-20-40 s/cm
Fonctionnement monocanal (CH.II):	5-10-20 s/cm
Fonct. deux canaux (CH.I et CH.II):	5-10-20 s/cm
Fonction XY:	5-10-20 s/cm

Le changement (facteur 2) se fait automatiquement lors du branchement du mode de fonctionnement voulu. Le commutateur à glissière, à trois possitions, se trouve sur le côté droit de l'appareil, entre deux circuits imprimés (à 235 mm du bord avant de la plaque frontale en plastique, environ à mi-hauteur). Il est aisément accessible après avoir retiré le corps du boîtier (cf. instructions de maintenance). La vitesse de sortie la plus élevée se trouve vers l'arrière du boîtier. Le réglage usine se fait toujours sur la vitesse la plus lente.

Commande de relève-plume: Dans le HM208 un circuit de commande collecteur, ouvert, (max. + 100 mA) délivre la commande de relève-plume pour l'enregistreur. Lorsque le courant passe, le stylet est posé sur le papier, le courant étant fourni par l'enregistreur XY.

Schéma de connection: comme il n'y a pas actuellement de prise de raccordement standardisée pour les enregistreurs XY, il n'est pas possible de fournir avec le HM208 le câble de raccordement voulu. Il faudra en confectionner un suivant le besoin. Sur la plaque arrière du HM208 il y a une prise pentapolaire de diode avec le schéma de connection suivant:



Contacts: 1 = X4 = masse (X)
2 = Y5 = masse (Y)
3 = ZBoîtier (Z)

Z représente la commande de relève-plume. Un câble à deux fils blindés serait approprié. Mais il est aussi possible d'utiliser un câble à deux fils blindés, avec un fil supplémentaire pour Z. Fiche de raccordement pentapolaire, selon DIN 41524.

Utilisation: La sortie enregistreur n'est prête à fonctionner que lorsque les touches **HOLD**, correspondantes au mode de fonctionnement, ont été enfoncées, ce qui entraîne la mémorisation ferme de l'image du signal. Si l'on appuie maintenant sur la touche **PLOT** voulue, la sortie de relève-plume sera libérée, le stylet de l'enregistreur se posera avec un léger décalage, et le processus d'écriture sera lancé. Un point lumineux sera visible en même temps à l'écran du HM208; ce point suit exactement l'image du signal devenue invisible maintenant. Lorsque le dessin de l'image mémorisée est terminé, l'image du signal réapparaît automatiquement à l'écran, le stylet se relève, et l'enregistreur XY s'arrête. Ne procéder à aucune commutation sur l'oscilloscope pendant le processus d'écriture. Il est possible d'interrompre à tout moment le processus d'écriture de l'enregistreur en appuyant sur la touche **RESET**. L'image réapparaît immédiatement à l'écran. Lorsque l'on réappuie sur la touche **PLOT** voulue, c'est un processus complet d'écriture qui recommence.

En fonctionnement double trace les deux courbes mémorisées seront sorties en deux processus d'écriture séparés. A cet effet, appuyer d'abord slur **PLOT I**, puis sur **PLOT II** lorsque la double trace réapparaît sur l'écran, ou inversement. Si on désire que le deuxième signal soit écrit sur le même axe X, il faudra ré-enrouler la feuille jusqu'au point de départ du premier signal. Ce qui n'est pas nécessaire avec les enregistreurs à feuilles séparées.
En principe on peut également utiliser un enregistreur YT, mais pas pour le fonctionnement Xy du HM208.

Eléments de commande (description condensée – face avant)

Elément	Fonction
❶ **POWER on/off** (touche-poussoir, affichage LED)	Commutateur secteur: diode électro-luminescente indique fonctionnement
② **INTENS.** (bouton de commande)	Réglage de la luminosité du faisceau.
③ **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.
④ **FOCUS** (bouton de commande)	Réglage de la netteté du faisceau. (Doit être re-réglé après modification du réglage de la luminosité).
⑤ **ILLUM.** 0,1,2 (inter. à glissière à 3 positions)	Eclairage graticule en 3 pas, 0 = éteint; 1 = moyen; 2 = clair.
⑥ **1 kHz – 1 MHz** (touche-poussoir)	Fréquence de la sortie calibrateur Touche sortie = 1 kHz; Touche enfoncée = 1 MHz.
⑦ **CALIBRATOR 0,2 V-2 V** (bornes de test)	Sortie signal carré calibrateur, 2 V_{cc} resp. 2 V_{cc} (réglage de fréquence ⑥).
⑧ **X-MAG. X10** (touche-poussoir)	Expansion de l'axe X d'un facteur de 10. Résolution max. = 20 ns/cm.
⑨ **X-POS.** (bouton de commande)	Réglage de la position horizontale de la trace.
⑩ **Y-POS.I, Y-POS.II** (boutons de commande)	Réglage de la position verticale du faisceau du canal I et II.
⑪ **CH I** – DC,AC,GD **CH II** – DC,AC,GD (interrupteurs à glissière)	Interrupteurs de couplage du signal d'entrée, canal I et II. DC = couplage direct, AC = couplage à travers un condensateur, GD = entrée oscilloscope court-circuitée; signal d'entrée ouvert.
⑫ **CH I, CH II** (bornes BNC et bornes de masse séparées)	Entrées des signaux-canal I (à gauche) et canal II ou entrée horizontale X (à droite). Impéd. d'entrée 1 MΩ II 30pF.
⑬ Att. entrée **Y** Amplification Y (commut. rotatif 12 pos.)	Atténuateur d'entrée calibré. Définit le facteur d'amplification Y et donne
⑭ Variable atténuation Y (bouton de commande)	Pour le réglage fin de l'amplitude Y (canal I ou 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 (butée à droite).
⑮ **MAG X5** (inter. à tirette et à pression)	Augmente la sensibilité d'entrée Y du canal I et II d'un facteur de 5. Sensibilité d'entrée max. en position 5mV/cm et bouton tiré = 1mV/cm.
⑯ **INV. I** (touche-poussoir)	Touche enfoncée la polarité du canal I sera inversée. (En liaison avec ADD/CHOP. touche ㉖ = représentation de la différence).
⑰ **CH I/II - TRIG. I/II** (touche-poussoir)	Fonctionnement monocanal: touche sortie = représentatior et déclenchement du canal I, touche entoncée = représentation et décl. du canal II, DUAL: touche non enfoncée = décl. interne de canal I, touche sortie = décl. de canal II.
⑱ **DUAL** (touche-poussoir)	Définit le mode de fonctionnement monocanal (touche sortie) ou deux canaux (touche enfoncée).
⑲ **ADD-CHOP** (touche poussoir)	Lorsque seul ADD enfoncé: addition (I+II). Lorsque ADD et INV.I enfoncés: différence (–I+II). CHOP. non et DUAL enfoncé: commutation canaux alternée. CHOP. et DUAL enfoncés: commutation canaux découpée.
⑳ **TRIG.** AC-DC-HF-LF-LINE (inter. à glissière)	Choix du couplage de déclenchement. AC: 20 Hz - 10 MHz; DC: 0 - NHz; HF: 1 kHz - 40 MHz; LF: 0 - 1 kHz; ~: pour décl. avec fréq. secteur.

Elément	Fonction
⑳ **TRIG.** (affichage LED)	Affichage clignote, lorsque la base de temps est déclenchée.
㉑ **+/–** (touche-poussoir)	Représentation du signal débute par flanc montant (touche sortie) ou flanc descendant (touche enfoncée).
㉒ **TIME/DIV.** (commutateur rotatif 18 positions)	Définit les coefficients de temps de la base de temps de 0.2 µs/cm à 100 ms/cm.
㉓ Variable réglage base de temps (bouton de commande)	Pour le réglage fin de la base de temps. 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)
㉔ **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 II.
Attention! Sans déviation de temps danger de brûlure de l'écran.	
㉕ **EXT.** (touche-poussoir)	Déclenchement par signal externe. Branchement du signal sur borne TRIG. INP. ㉙. Entrée signal 0,3 V-3 V.
㉖ **10 : 1** (touche-poussoir)	Atténuation du signal d'entrée ㉕ 10 fois.
㉗ **AT/NORM** (touche-poussoir)	Déclenchement automatique (touche sortie) ou déclenchement normal (touche enfoncée). Réglage du point de déclenchement avec touche ㉘.
㉘ **LEVEL** (borne BNC)	Réglage du point de déclenchement externe. Touche ㉕ enfoncée.
30 **STORAGE ON** (touche-poussoir; affichage LED)	Commute l'oscilloscope de la fonction analogue à la fonction mémoire. Le voyant LED indique le mode en cours. Quand ce voyant clignote, le commutateur de base de temps n'est pas sur la bonne position.
31 **2. STOR.** (touche-poussoir)	Zone mémoire 1 en fonction (non enfoncé) ou bien zone 2 (enfoncé).
32 **SINGLE** (touche-poussoir)	Mode monocoup (enfoncé). Le balayage suivant sera déclenché par la prochaine sychronisation (voir aussi 33).
33 **RESET** (poussoir sans arrêt)	Arme la base de temps pour un balayage. La LED indique que celle-ci est armée. Elle s'allume à la synchron.
34 **I - PLOT - II** (poussoir sans arrêt)	Ces touches mettent en route un enregistrement sur table X-Y (en conjonction avec 35).
35 **I - HOLD - II** (bouton poussoir)	Touche en l'air: la mémoire est refraichie constamment. Enfoncée: la mémoire est frigée et l'appareil est prêt pour une sortie sur table tracante.
36 **PRE-TRIG.** 0 - 25 - 50 - 75 - 100 (commutateur)	Valeur de déplacement vers la droite du point de déclenchement.
37 **TIME ms/s** (bouton poussoir)	Enfoncée multiplication par mille de la valeur du temps affichée. En conjonction avec ㉗ mode ROLL possible.
38 **DOT JOIN** (bouton poussoir)	Cette touche étant enfoncée, les points d'échantillonnage sont reliés par une trainée lumineuse.

Réglage sous l'appareil:

DC-Balance (potentiomètre-trimmer)	Pour correction de la DC-Balance. Réglage avec tournevis.

Mode d'emploi condensé du HM208 en fonctionnement temps réel

Mise en route et préréglages

Brancher l'appareil sur 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 reliés au fil de garde du secteur (sécurité, catégorie I).
N'enfoncer aucune autre touche. Sélecteur **TRIG.** sur **AC**. Couplage d'entrée sur **GD**
Placer commutateur **TIME/DIV.** sur **50 µs/cm**.
Avec bouton **INTENS.** régler luminosité moyenne.
Avec les réglages **Y-POS. I** et **X-POS.** amener ligne de temps au milieu de l'écran.
Ensuite: 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 **CH.I/II-TRIG.I/II** enfoncée.
Canal I et II: Touche **DUAL** enfoncée.
Commutation de canaux alternée: ne pas enfoncer touche **CHOP**.
Commutation de canaux découpée: (pour signaux < 1 kHz): enfoncer en plus touche **CHOP**.
Addition (canal II + I): n'enfoncer que touche **ADD**.
Différence (canal II − I): n'enfoncer que les touches **ADD** et **INV.I.**

Mode de fonctionnement du déclenchement

Choisir mode de déclenchement avec touche **AT/NORM.**.
Déclenchement automatique (pour signaux > 30 Hz): ne pas enfoncer touche **AT/NORM.**.
Déclenchement normal: enfoncer touche **AT/NORM.**. Régler point de déclenchement avec bouton **LEVEL.**
Polarité flanc de déclenchement: choisir avec touche **+/−**.
Déclenchement interne: ne pas enfoncer touche **EXT**.
En fonctionnement deux canaux et addition algébrique choix de canal de déclenchement libre avec touche **CH.I/II-TRIG.I/II**.
Déclenchement externe: enfoncer touche **EXT.**; signal synchrone ($0{,}3V_{cc} - 3V_{cc}$) sur prise **TRIG. INP**.
Signal synchrone $3V_{cc} - 30V_{cc}$: enfoncer touche **10 : 1**
Déclenchement secteur: sélecteur **TRIG.** sur **~**
Choisir le couplage de déclenchement avec le sélecteur **TRIG.**. Gammes de fréq. de décl.:
AC: 20 Hz − 10 MHz; **DC**: 0 − 10 MHz; **HF**: 1 kHz − 40 MHz; **LF**: 0 − 1 kHz.
Signaux de mélanges vidéo avec fréquence ligne: sélecteur **TRIG.** sur **AC** (évt. **DC**).
Signaux de mélanges vidéo avec fréquence trame: sélecteur **TRIG.** sur **LF**.
Verifier à affichage déclenchement: voyant au-dessus du sélecteur **TRIG.**
S'allume en déclenchement. Clignote avec signaux décl. < 10 Hz lorsque déclenché.

Mesure

Amener les signaux à mesurer aux prises d'entrées verticales **CH.I** et/ou **CH.II.**
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.
Avec signaux < $1{,}5\,mV_{cc}$ brancher expansion Y x5: tirer bouton réglage fin Y **MAG.X5.**
Choisir coefficients de temps au commutateur **TIME/DIV.**.
En déclenchement normal régler point de déclenchement avec bouton **LEVEL.**
Mesure d'amplitude avec réglage Y en butée à droite (**CAL.**).
Mesure de temps avec réglage fin de temps en butée à droite (**CAL.**).
Expansion de temps X10 avec touche **X-MAG.X10** enfoncée.
Déviation horizontale ext. ***(fonction XY)*** avec bouton réglage fin de temps **X-Y** tiré (entrée X : **CH.II**).

Fonctionnement mémoire

Voir instructions d'emploi mémoire page E15. Modes de fonctionnement mémoire page E16.

Généralités

Ne procéder à aucune intervention technique quelle qu'elle soit sur le HM 208, si l'on ne possède pas les connaissances suffisantes pour le faire. Et tout particulièrement pour tout ce qui a trait à la partie mémoire numérique. Le Service Après Vente HAMEG, service rapide et à un prix raisonnable, est à votre disposition pour toute réparation devenant nécessaire sur nos appareils. Nous vous recommandons d'utiliser l'emballage d'origine pour tout envoi en réparation (voir aussi «Garantie», p. E2).

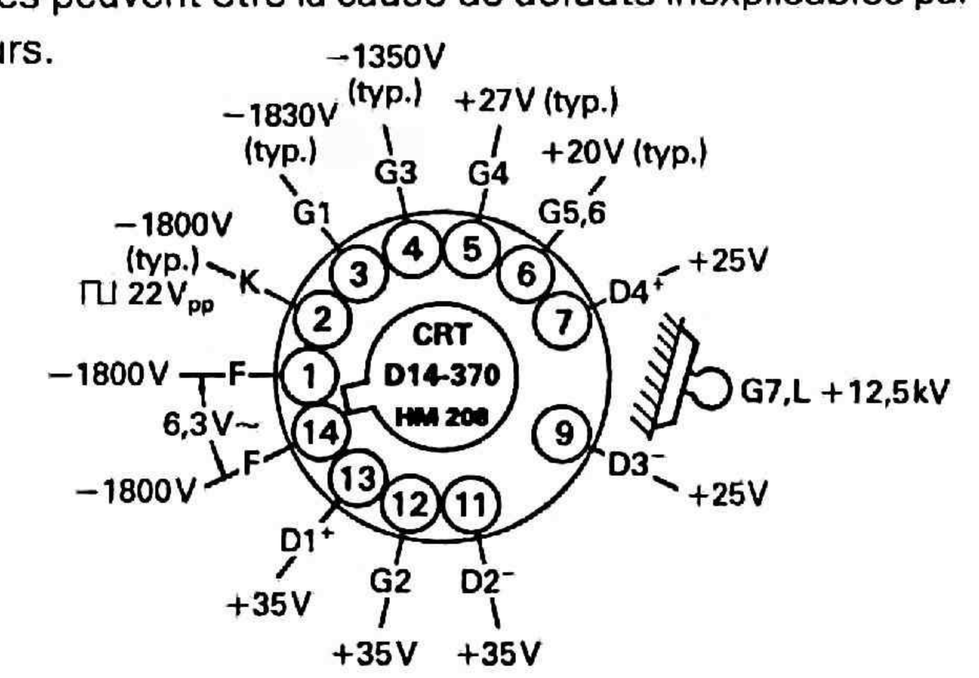
Ouverture de l'appareil

Retirer de l'appareil la prise du câble secteur. Retirer les deux vis de fixation de la plaque arrière de l'appareil. Retirer la plaque. Maintenir le boîtier latéral et pousser le chassis de l'appareil, avec plaque frontale, vers l'avant. En refermant l'appareil veiller à ce que le boîtier latéral se glisse bien sous tous les bords de la plaque frontale. Même chose pour la plaque arrière

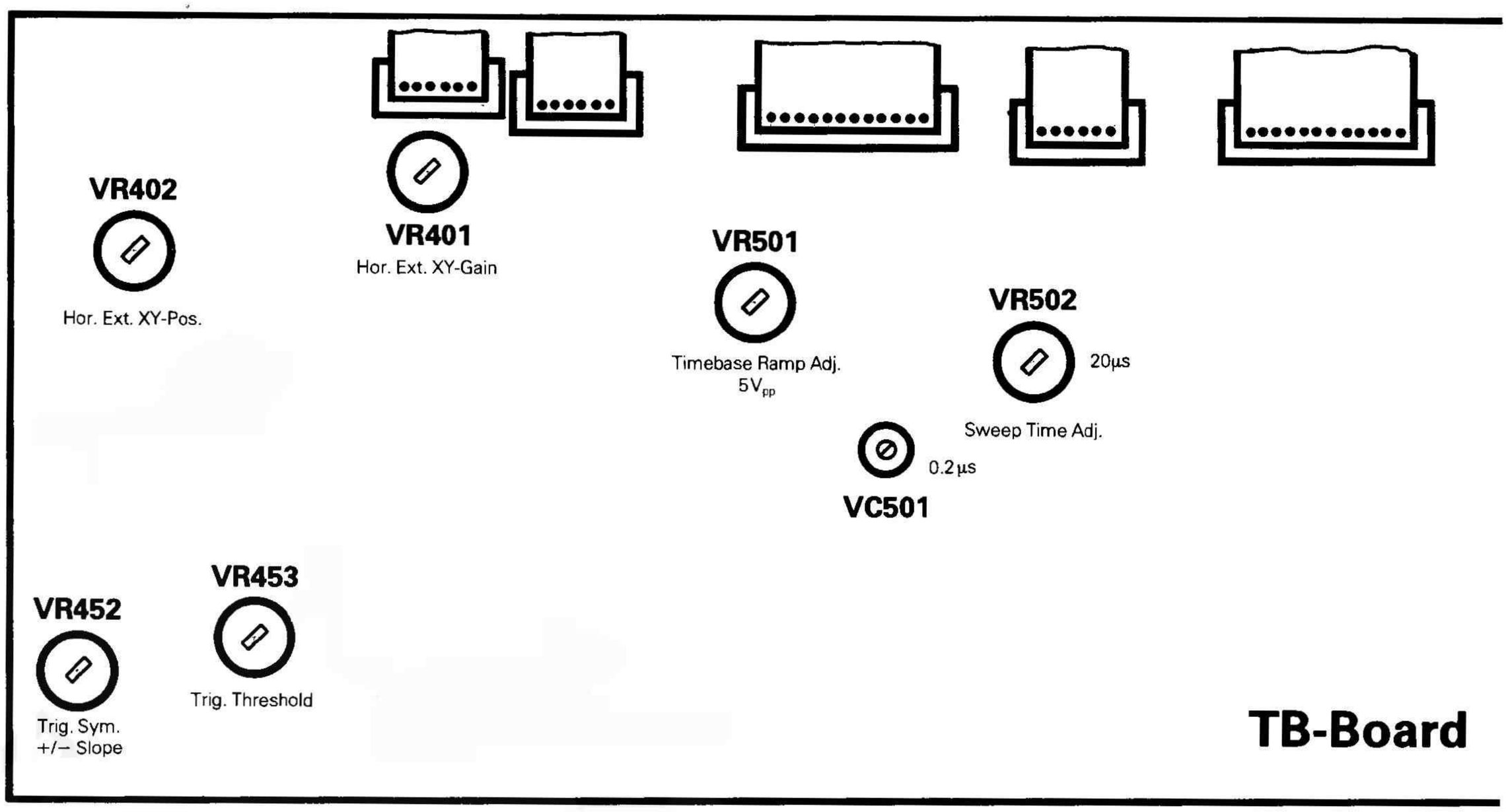
Attention:
Veiller à ce qu'aucune source de tension ne soit connectée à l'appareil lors de l'ouverture ou de la fermeture de celui-ci, pendant les réparations ou le remplacement d'une pièce. S'il est ensuite nécessaire de procéder à une mesure, à une recherche de panne ou à une calibration, sur appareil ouvert, il est indispensable que cela soit fait par un spécialiste parfaitement au courant des risques que cela comporte.
Lorsque le HM208 est ouvert, il faut savoir que la tension de service du tube cathodique s'élève à env. 14 kV et celle des étages finals à env. 70 V. Des potentiels pouvant atteindre 2000 V sont présents au culot du tube, et surtout sur le circuit imprimé «Z». N'agir qu'avec grande précaution: ces potentiels constituent un danger de mort. Par ailleurs, il faut savoir que des courts-circuits se produisant à différents endroits du circuit haute-tension du tube chathodique entrainent la défaillance simultanée de divers transistors et du coupleur optique. Pour cette même raison, il est très dangereux de raccorder des condensateurs à ces endroits, si l'appareil est sous tension.
Les condensateurs contenus dans l'appareil peuvent encore être chargés, même si l'appareil est déconnecté de toute source de tension. Normalement les condensateurs sont déchargés environ 6 sec. après déconnection. Mais comme on ne peut pas exclure une interruption de charge sur un appareil défectueux, il est recommandé de prendre toutes les mesures de sécurité nécessaires.
Même assez longtemps après le débranchement de l'appareil, le couplage de post-accélération du tube cathodique produit encore de la haute-tension. Pour vérifier ce couplage, ou bien pour démonter le tube, il y a lieu de retirer le clip enrobé de matière plastique du tube cathodique (à gauche à côté de l'écran) et de le décharger sur une pièce latérale du chassis. Il faut ensuite court-circuiter le contact à poussoir du tube avec le chassis, par exemple avec un tourne-vis à isolation, tout en gardant en place la douille cablée du tube sur son culot. Répéter ce court-circuit à plusierus reprises. Ceci est important lors du changement du tube.
Agir avec la plus grande précuation en ce qui concerne la manipulation du tube cathodique. L'ampoule de verre ne doit ne doit en aucune circonstance entrer en contact avec des outils durs, ni être localement surchauffée (fer à souder!), ni refroidie (givrant!). Il est recommandé de porter des lunettes de sécurité (danger d'implosion).

Tensions de fonctionnement

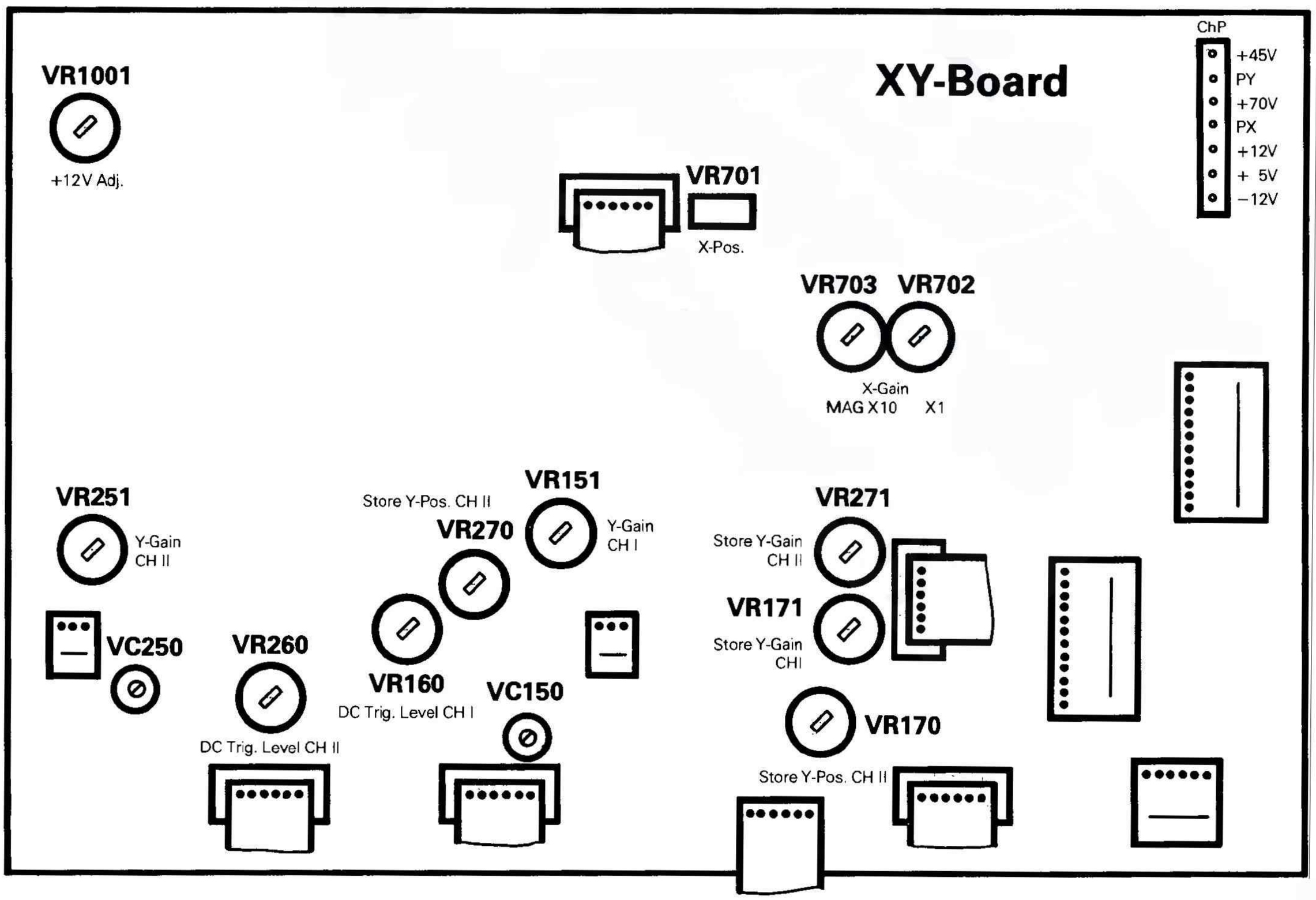
En dehors des deux tensions alternatives pour le chauffage du tube cathodique (6,3V) et pour l'éclairage du graticule, ou pour le déclenchement secteur (12V), cinq tensions de service continues sont produites à l'intérieur du HM208. Elles sont toutes réglées, ou stabilisées, par circuit électronique (+5V, +12V, -12V, +70V et 22V pour la comande de lumiosité). Le convertisseur haute-tension délivrant les tensions −1900V et +12,5kV, est alimenté à partir des tensions continues +12V et −12V. Seule la tension +12V est réglable; elle sert de tension standard pour les autres réglulations. Pour la mesure de la haute-tension et de l'alimentation 22V de la commande de luminosité (en tant que différence de deux mesures de tension contre la masse), seul un voltmètre à impédance suffisamment élevée, plus de 10MΩ, pourra être utilisé. Veiller absolument à ce que sa rigidité diélectrique soit suffisante. Il est déconseiller de procéder à une mesure de la tension de post-accélération de +12,5kV. Elle nécessite un atténuateur 1000:1 avec une impédance d'entrée de 1GΩ, ainsi que des connaissances spéciales. Dans le cadre d'un contrôle des tensions de service, il est recommandé de vérifier également leur tension de ronflement ou leur tension parasite; des valeurs trop élevées peuvent être la cause de défauts inexplicables par ailleurs.

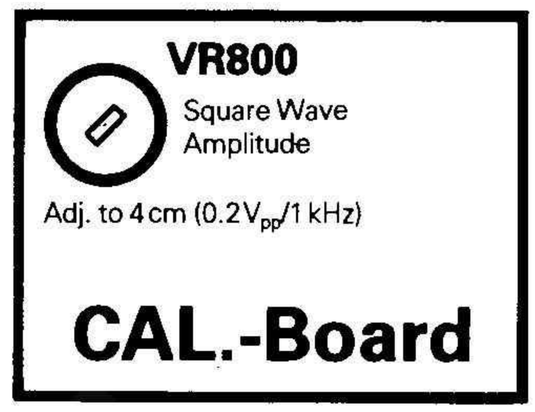


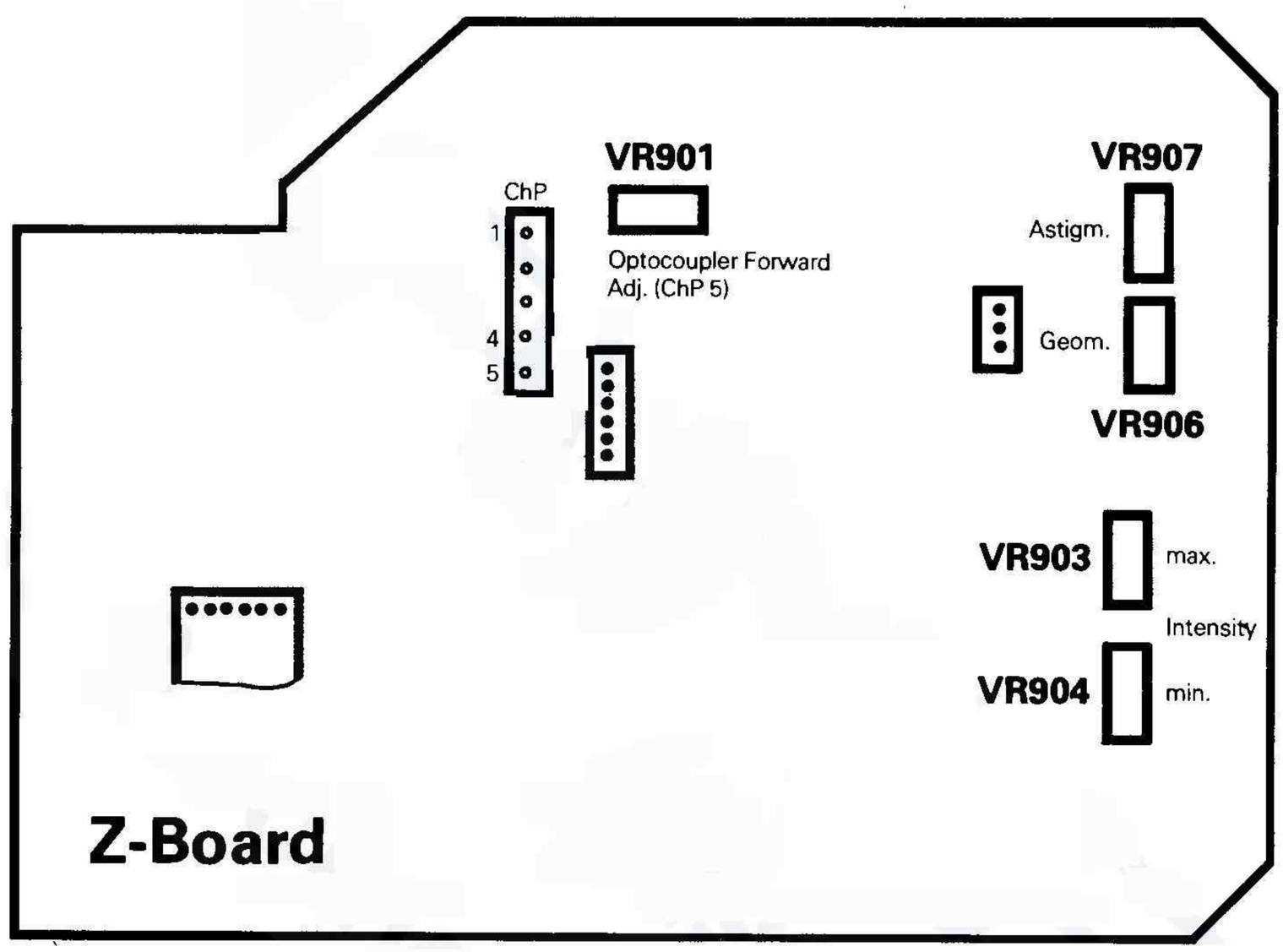
Tensions au culot du tube



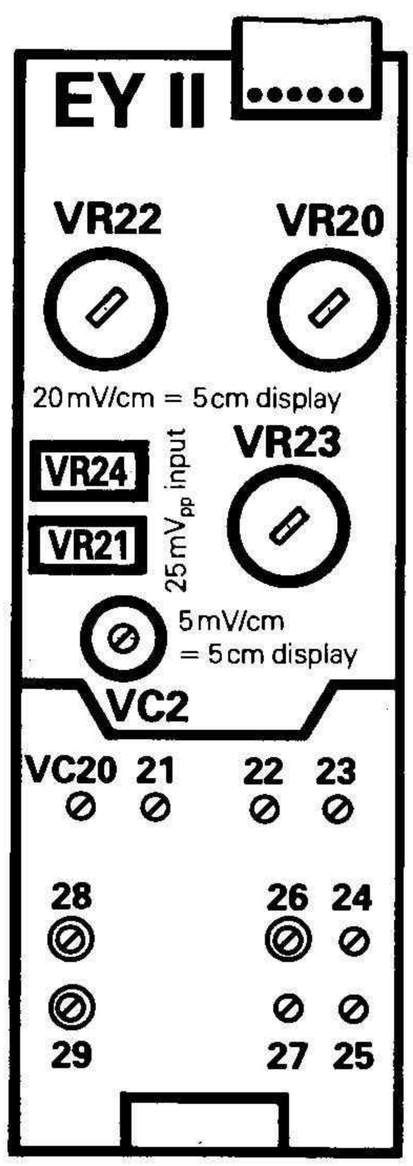
Adjusting Plan HM 208 (Analog.)

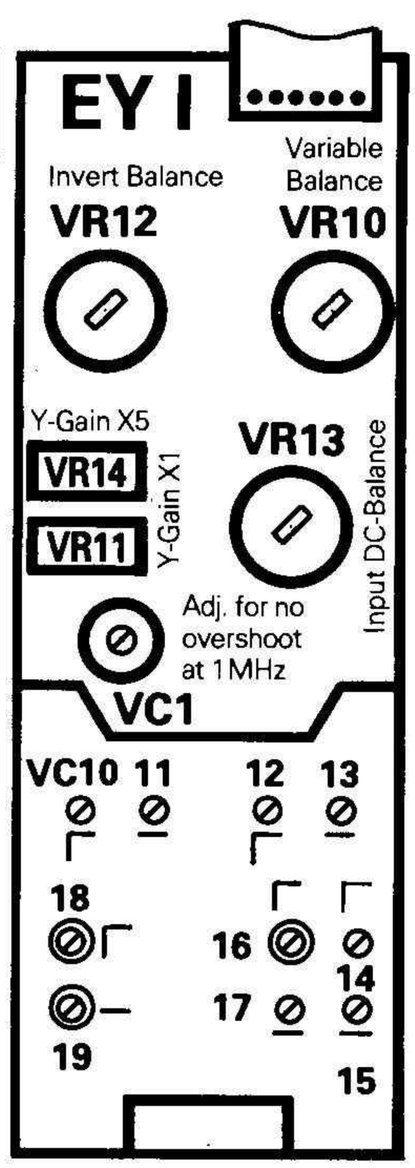


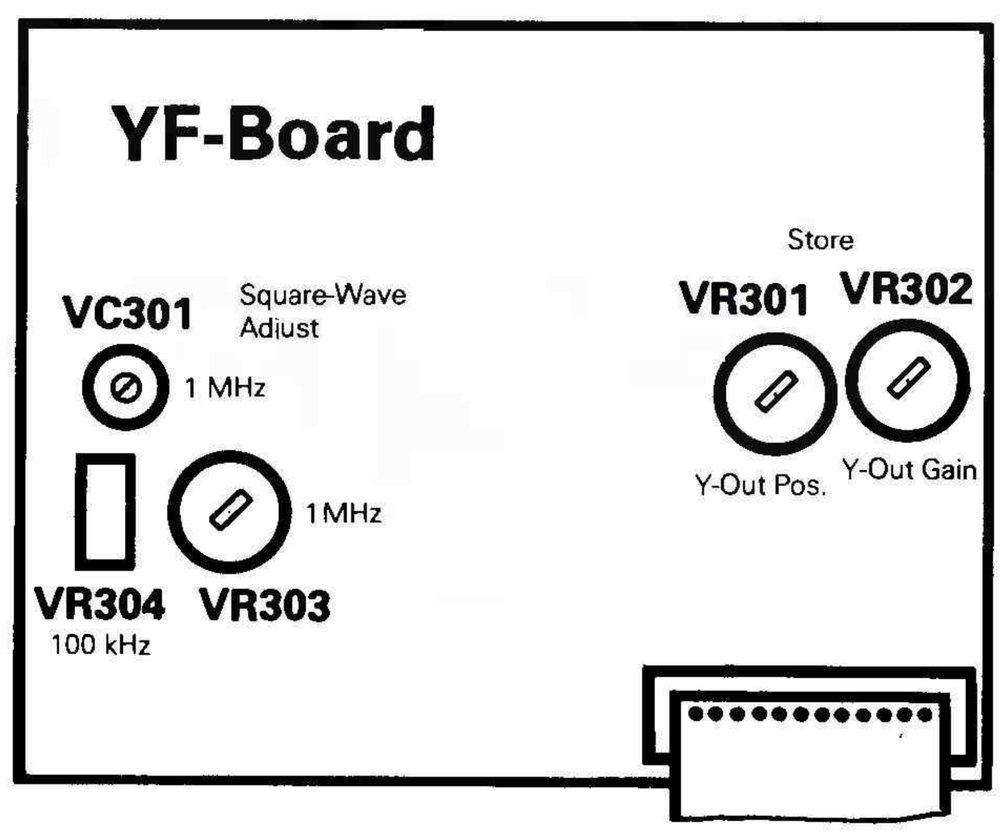




Attenuator adjustment:
— = horiz. flat top
⌐ = optimum corner (leading edge)
⊓⊔ 1....5 kHz,
with Pre-Attenuator 2:1
and DC inp. coupling.
Generator amplitude:
8 x set defl. coefficient
(display height = 4 cm)

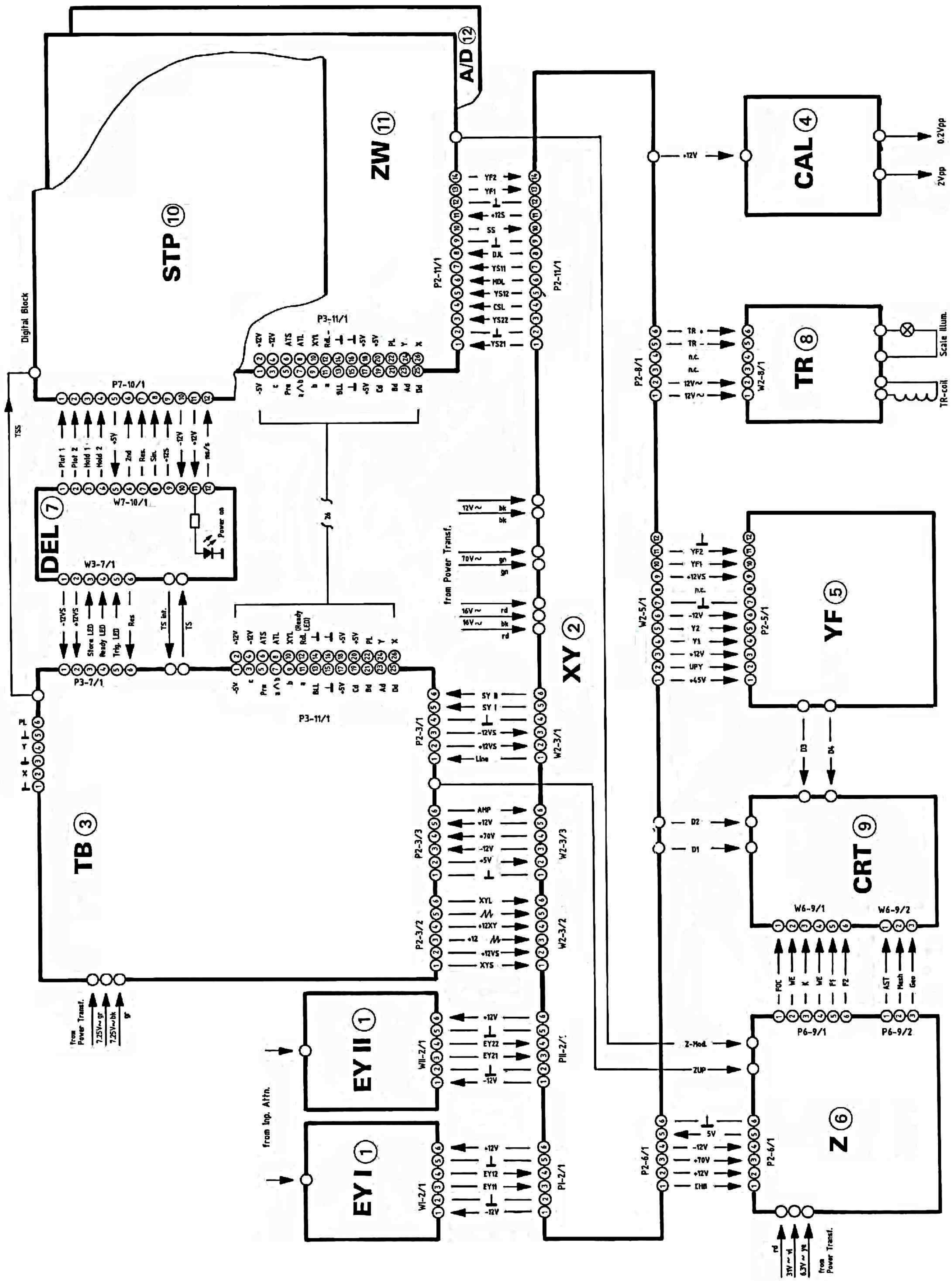






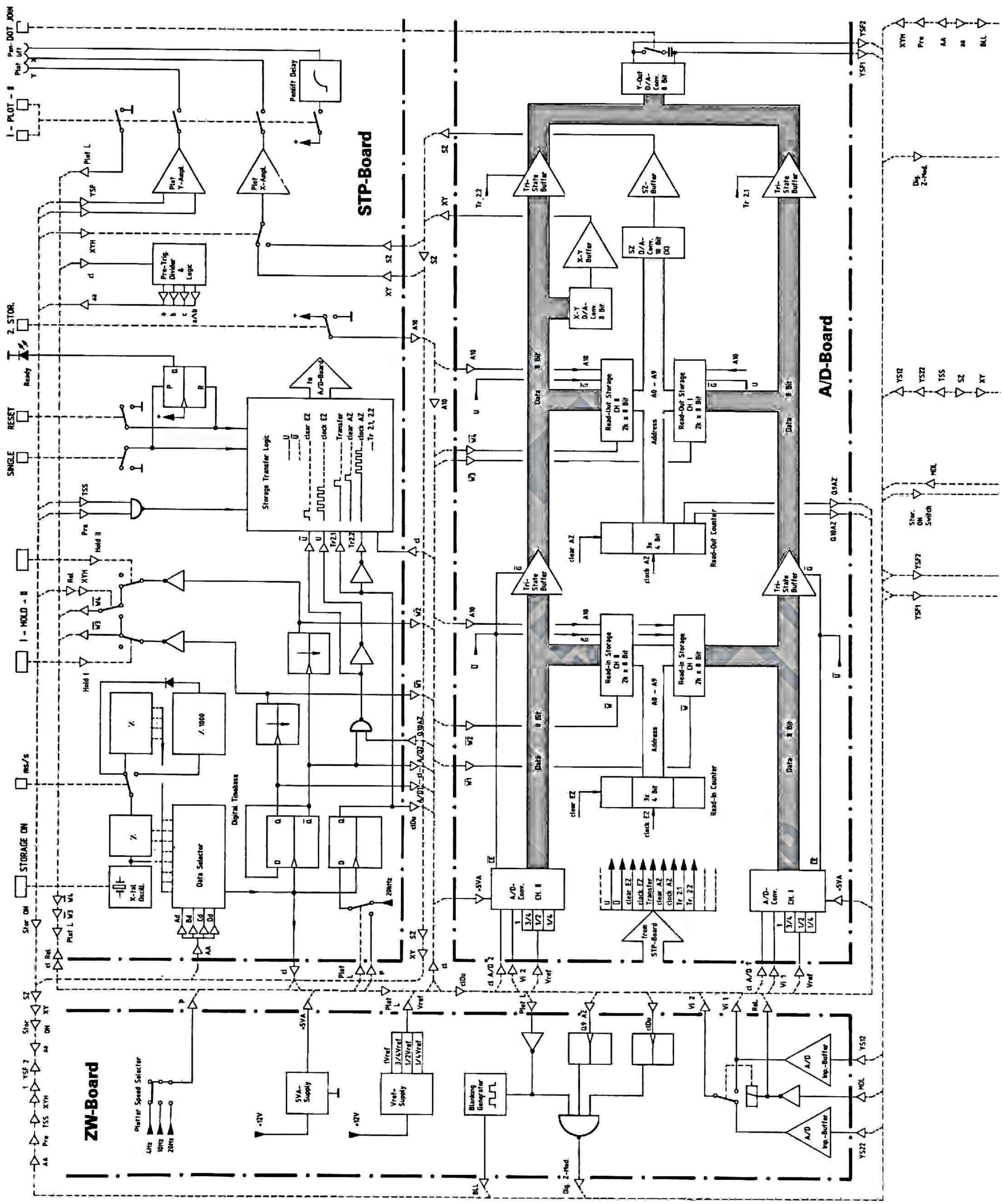
Verdrahtungsübersicht
Wiring Diagram

HM208



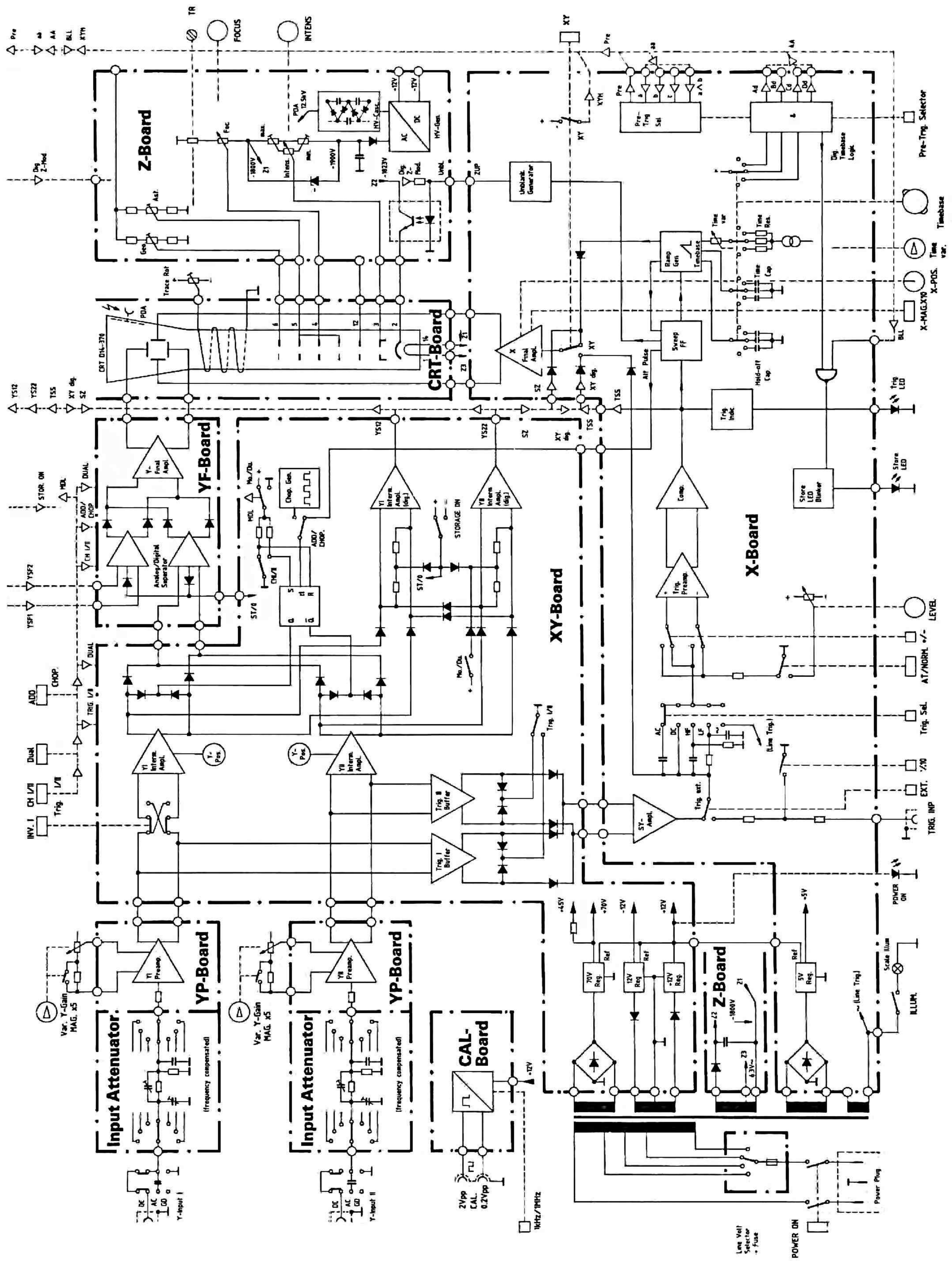
Blockschaltbild/Block Diagram (digital)

HM208



Blockschaltbild / Block Diagram (analog)

HM208



Bezeichnung der Bauteile

HM208

Identification of electrical components

	Bauteile-Nr. Component-No.		Auf Board # On Board #
Analog			
Y (Kanal I)	100...	Y (Channel I)	EY I ①, XY ②
Y (Kanal II)	200...	Y (Channel II)	EY II ①, XY ②
Y Endverstärker	300...	Y Final Amplifier	YF ⑤
Triggerung	400...	Triggering	TB ③, DEL ⑦
Zeitbasis	500...	Timebase	TB ③
Schalter, Anzeigen für Speicherbetrieb	600...	Switches, Indicators for Storage Mode	DEL ⑦
X Endverstärker	700...	X Final Amplifier	XY ②
Calibrator	800...	Calibrator	CAL ④
Hochspannung, Helltastung	900...	High Voltage, Unblanking	Z ⑥
Strahldrehung, Rasterbeleuchtung		Trace Rotation, Graticule Illumination	TR ⑧
Netzteil	1000...	Power Supply	XY ②, TB ③
CRT-Sockel	–	CRT Socket	CRT ⑨
Digital			
A/D-Wandler	600...	A/D Converter	A/D ⑫
Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker, V_{ref}-Netzteil	631...	Blanking Circuit, Y Intermediate Amplifier, V_{ref} Supply	ZW ⑪
Digitale Zeitbasis, Plottersteuerung, Ausleselogik, Pre-Trigger- und Umspeicherlogik	6000...	Clock and Timing, Plotter- and Readout Control, Pre-Trigger and Storage Transfer Logic	STP ⑩

Abkürzungen / Abbreviations

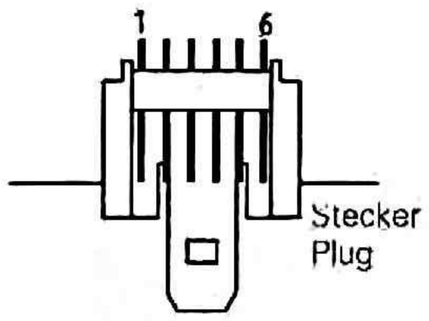
AI...	Gerätestecker	/ Appliance inlet
BR...	Brückengleichrichter	/ Bridge rectifier
C...	Kondensator	/ Capacitor
ChP...	Testpunkt	/ Check point
CN...	Steckverbinder	/ Connector
CRT...	Kathodenstrahlröhre	/ Cathode-ray tube
D...	Diode	/ Diode
E...	Lötöse	/ Eyelet
F...	Sicherung	/ Fuse
IC...	Integr. Schaltung	/ Integrated Circuit
L...	Spule, Drossel	/ Inductor, Coil
LED...	Leuchtdiode	/ Light emittig diode
NTC...	NTC-Widerstand	/ NTC resistor
P...	Stecker	/ Plug
R...	Widerstand	/ Resistor
S...	Schalter	/ Switch
T...	Transistor	/ Transistor
TR...	Transformator	/ Transformer
VC...	Trimmkondensator	/ Variable capacitor
VR...	Potentiometer	/ Variable resistor
VVC...	Kapazitätsdiode	/ Voltage variable capacitor
W...	Draht	/ Wire
Z...	Zenerdiode	/ Z-Diode

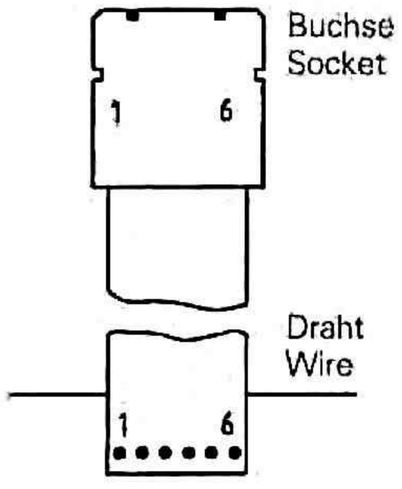
Farbkennzeichnung der Anschlußdrähte / Color-Abbreviations for insulated wire

bk	= schwarz	/ black	ye	= gelb	/ yellow	gr	= grau	/ grey
bn	= braun	/ brown	gn	= grün	/ green	wh	= weiß	/ white
rd	= rot	/ red	bl	= blau	/ blue	trp	= transparent	/ transparent
or	= orange	/ orange	vi	= violett	/ violet	gn/ye	= grün-gelb	/ green-yellow stripe

TB-Board 3..

P2-3/1





W2-3/1

Y-Board 2..

Widerstand- / Resistor identification

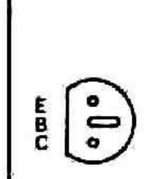
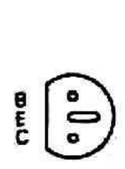
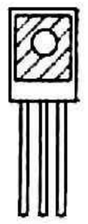
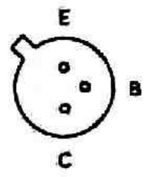
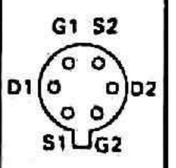
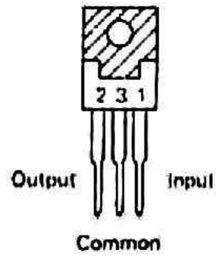
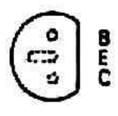
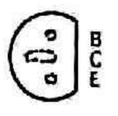
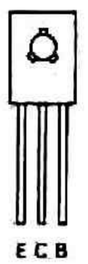
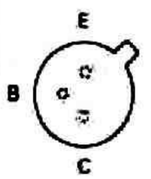
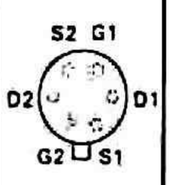
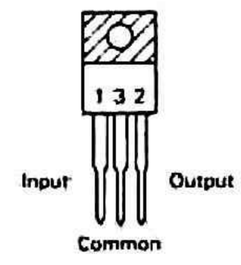
- Widerstand / Resistor 0.25 W 2 % (carbon film)
- Widerstand / Resistor 0.25 W 1 % tc = $50 \cdot 10^{-6}$/K (metal film)
- Widerstand / Resistor 0.25 W 0.5 % tc = $50 \cdot 10^{-6}$/K (metal film)
- Widerstand / Resistor 0.5 W 2 % (carbon film)
- Widerstand / Resistor 4 W 2 % tc = $400 \cdot 10^{-6}$/K (metal oxide film)

Beispiel: P2-3/1-5 bzw. W2-3/1-5

P = Flachkabelstecker (auf Board ..)
W = Flachkabelverbindung: eine Seite verlötet, andere Seite Buchsenleiste
2-3 = Verbindung zwischen Board 2 und Board 3
1 = 1. Flachkabelverbindung zwischen Board 2 und 3
5 = Draht-Nummer des Flachkabels

Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively

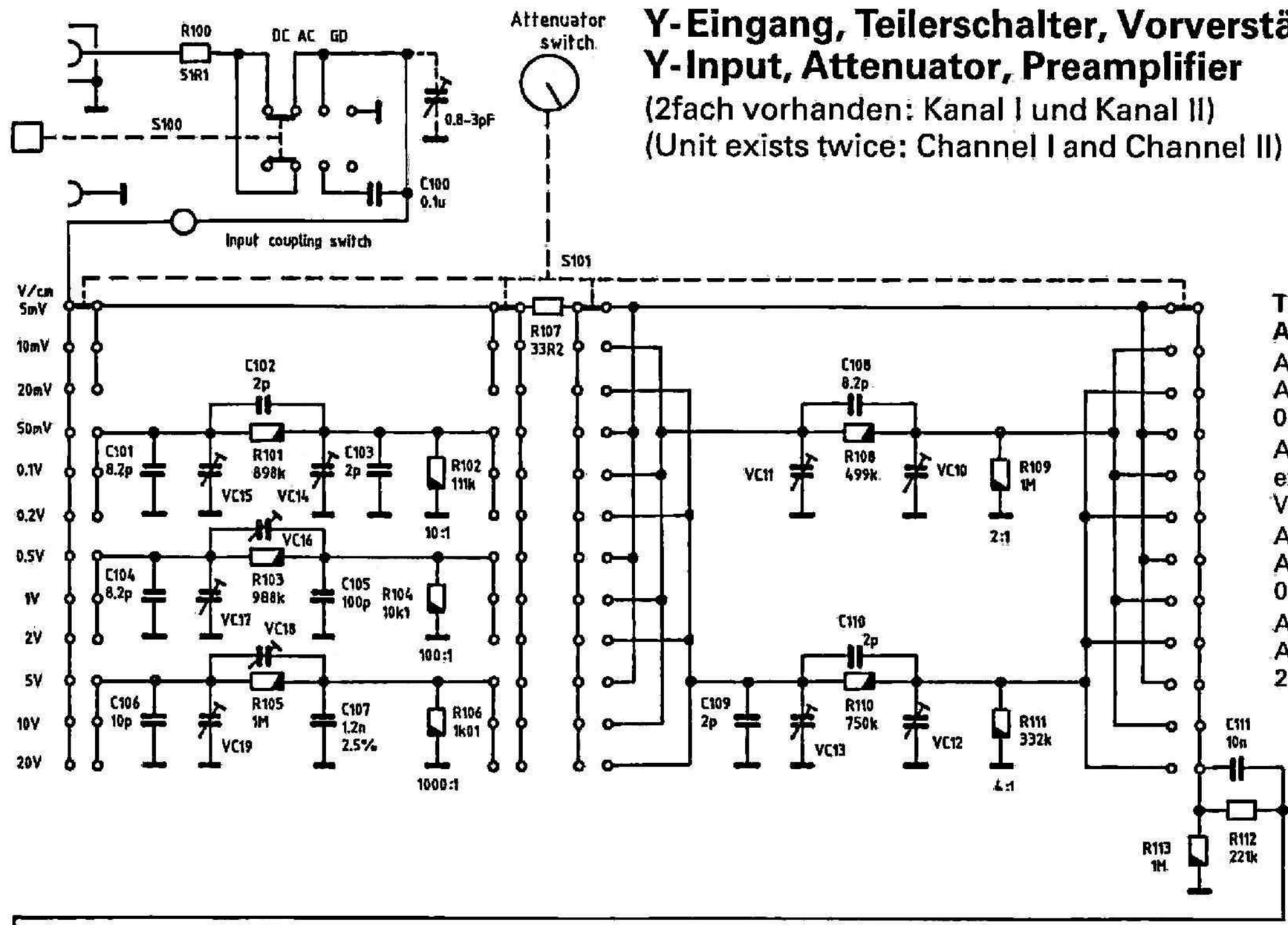
P = Flat cable plug (soldered on board)
W = Flat cable wiring (directly soldered on board) with socket (movable)
2-3 = Connection between Board 2 (Y-Board) and Board 3 (TB-Board)
1 = First flat cable connection between Board 2 and 3
5 = Serial number of the wire (in the flat cable)

Anschlußfolge der Transistoren / **Terminals of Transistors**	BC 237 B BC 550 C BC 557 B BC 547 C BF 297	BF 199 BF 440	BF 422 BF 423	BF 458 BF 459 BUX 86/87 BD 232	BSX 19	U 440	78 XXCU
Ansicht von unten / **Bottom View**							
Ansicht von oben / **Top View**							

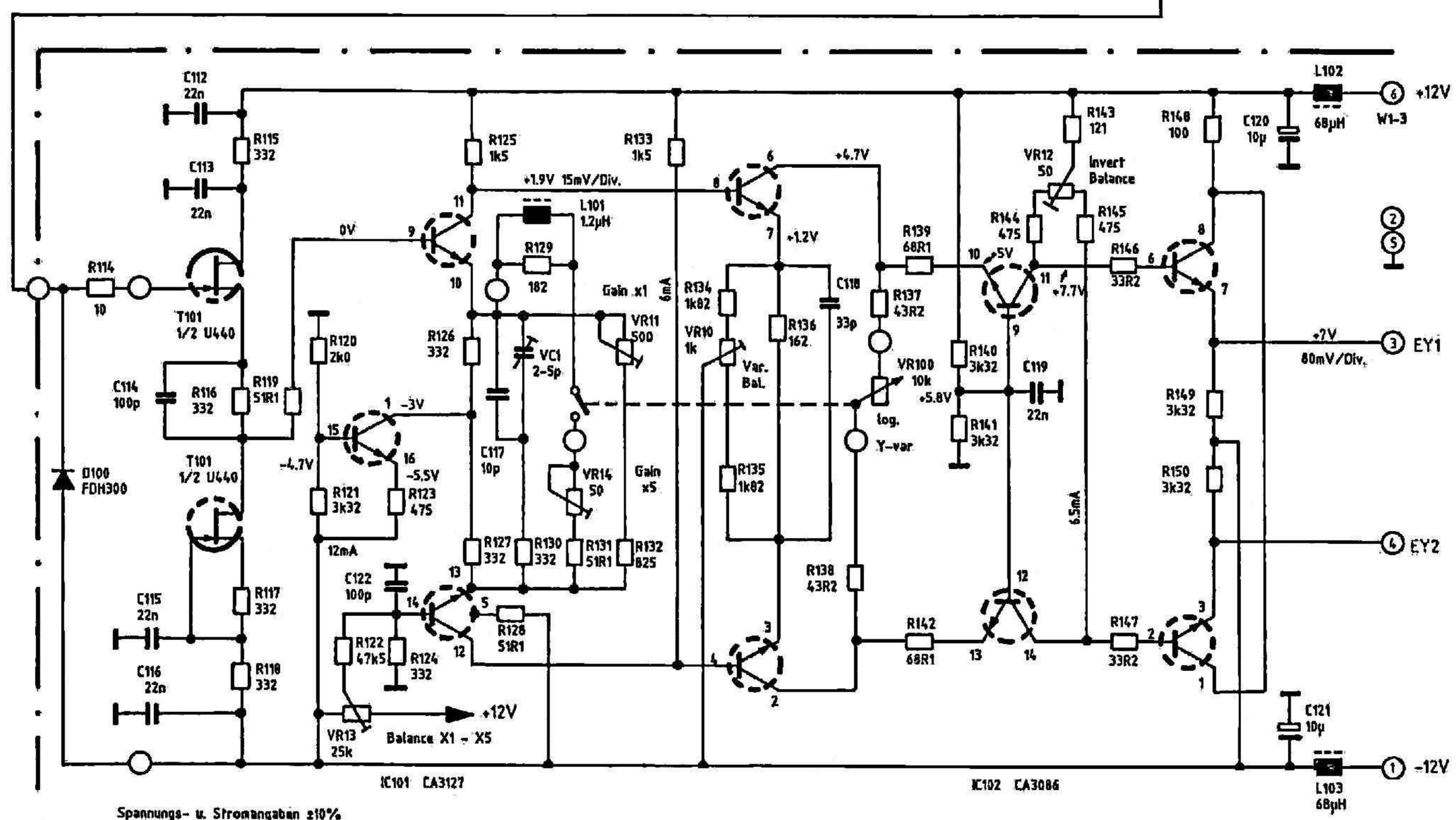
Y-Eingang, Teilerschalter, Vorverstärker
Y-Input, Attenuator, Preamplifier

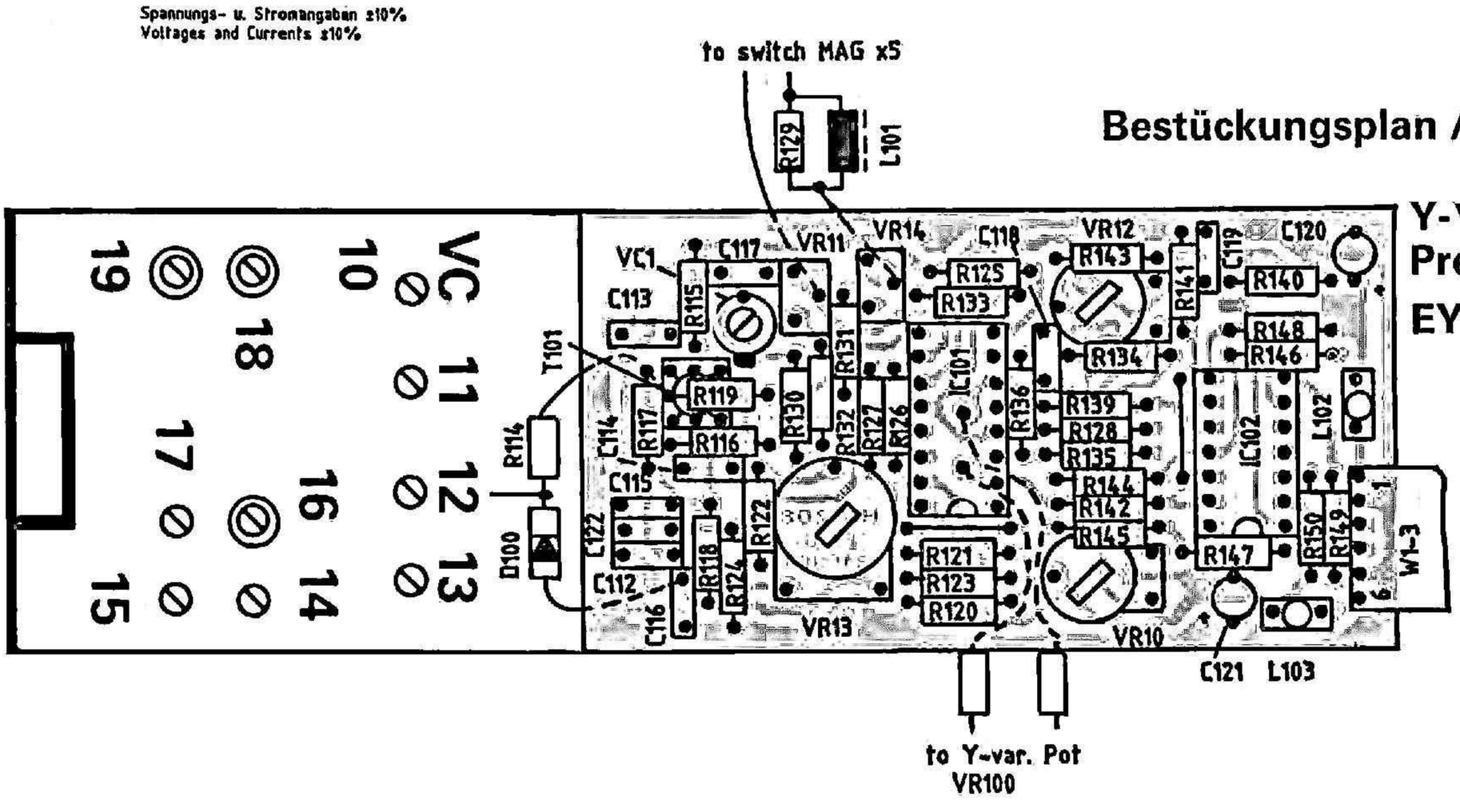
HM 208

(2fach vorhanden: Kanal I und Kanal II)
(Unit exists twice: Channel I and Channel II)



Teilerschalter:
Attenuator:
Alle Trimmer
All trimmers
0.8–3pF $t_c = -300 \cdot 10^{-6}$/K 400V
Ausnahme
except
VC14: 1–5.5pF $t_c = -300 \cdot 10^{-6}$/K 400V
Alle Widerstände
All resistors
0.5%, $t_c = 50 \cdot 10^{-6}$/K 0.25W
Alle Kondensatoren (bis 10pF)
All capacitors (up to 10pF)
2.5% ± 0.25% t_c=NPO 400V





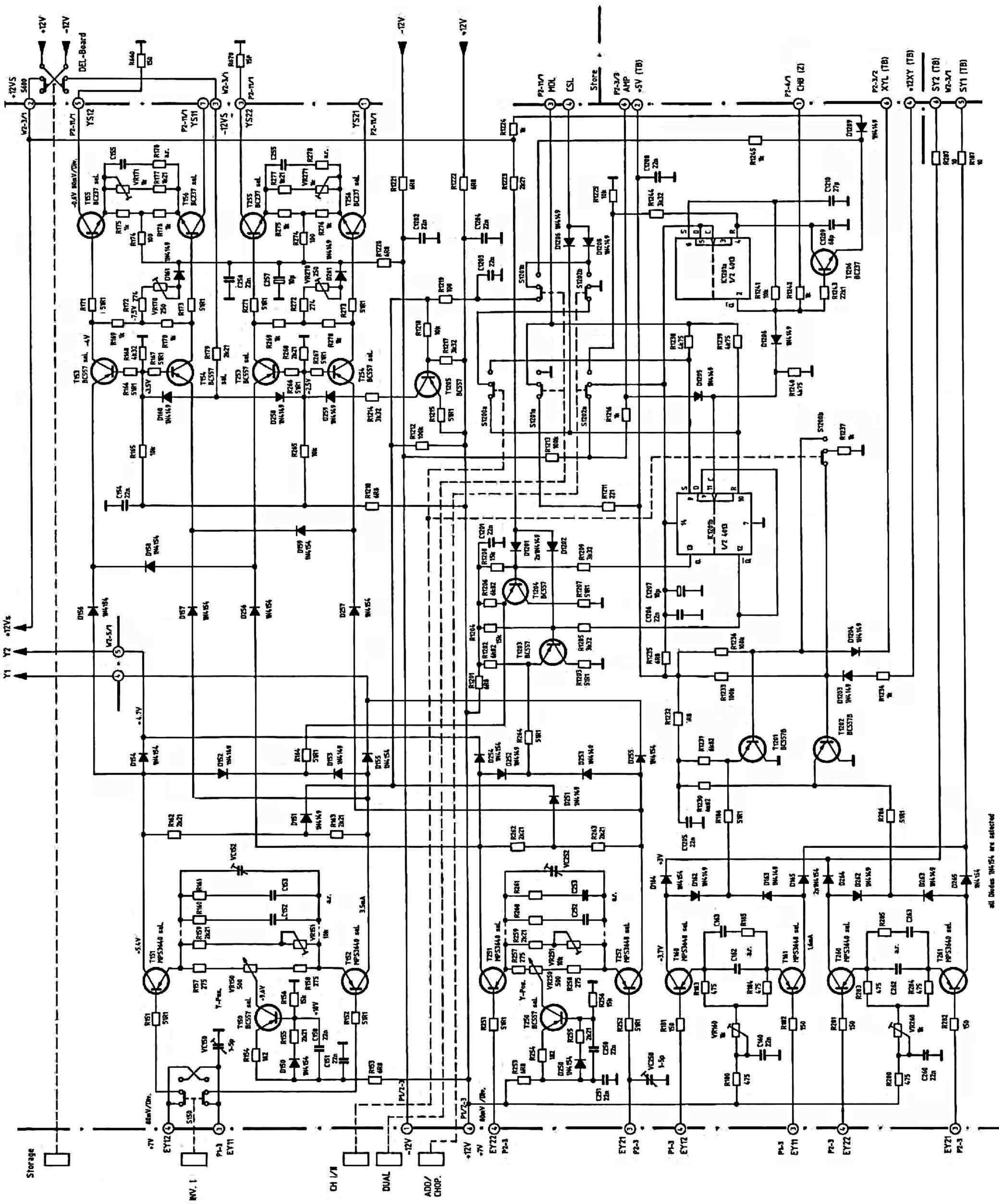
Bestückungsplan / Comp. Locations

Y-Vorverstärker
Preampl. Board Unit
EY-Board

Y-Zwischenverstärker Kanal I und II, Kanal Flip-Flop Chopper Generator, Steuerlogik

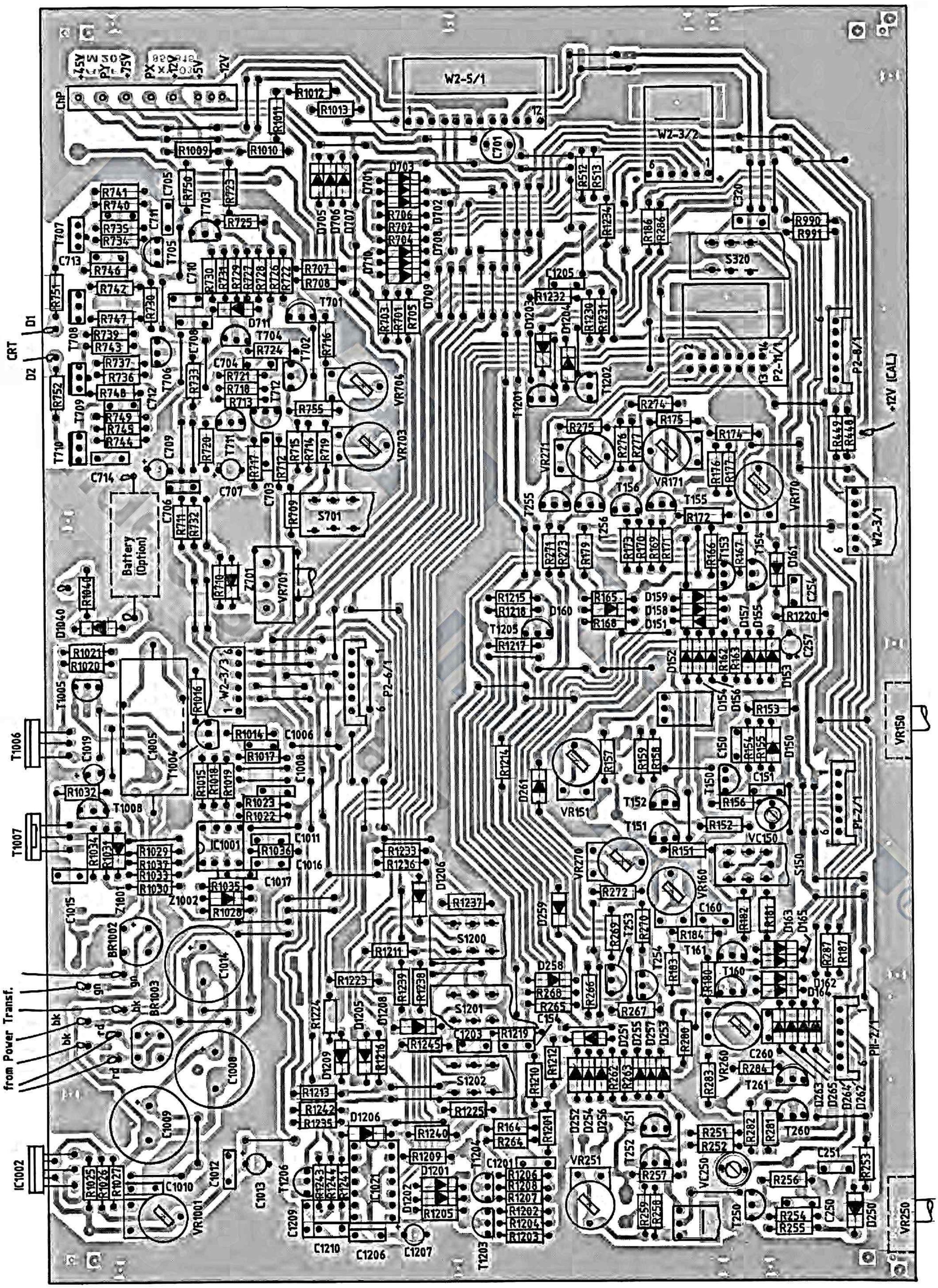
Y-Intermediate Amplifier Ch. I and Ch. II, Channel Flip-Flop, Chopper Generator, Gates

HM208



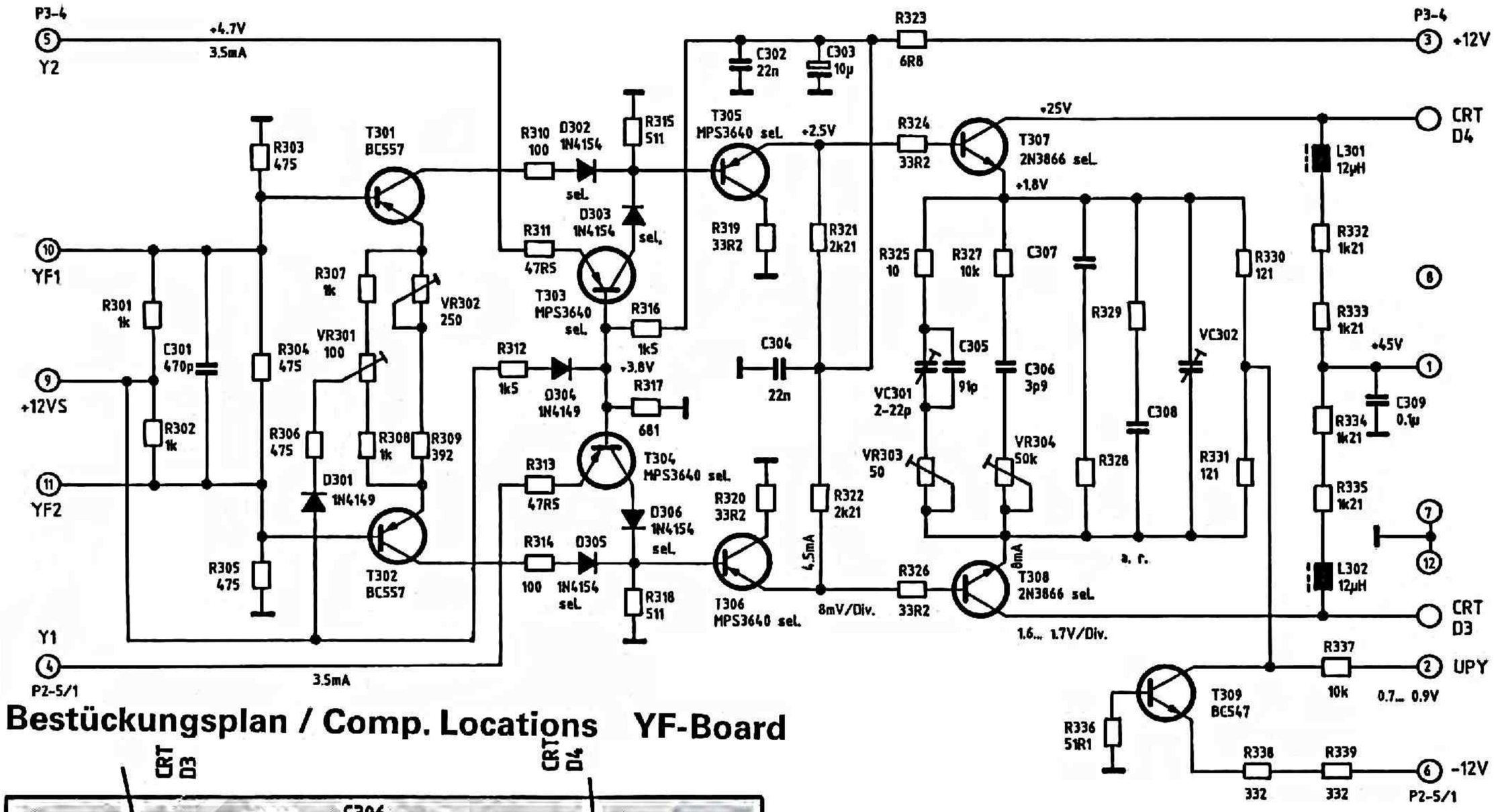
Bestückungsplan XY-Board
Component Locations XY-Board

HM208

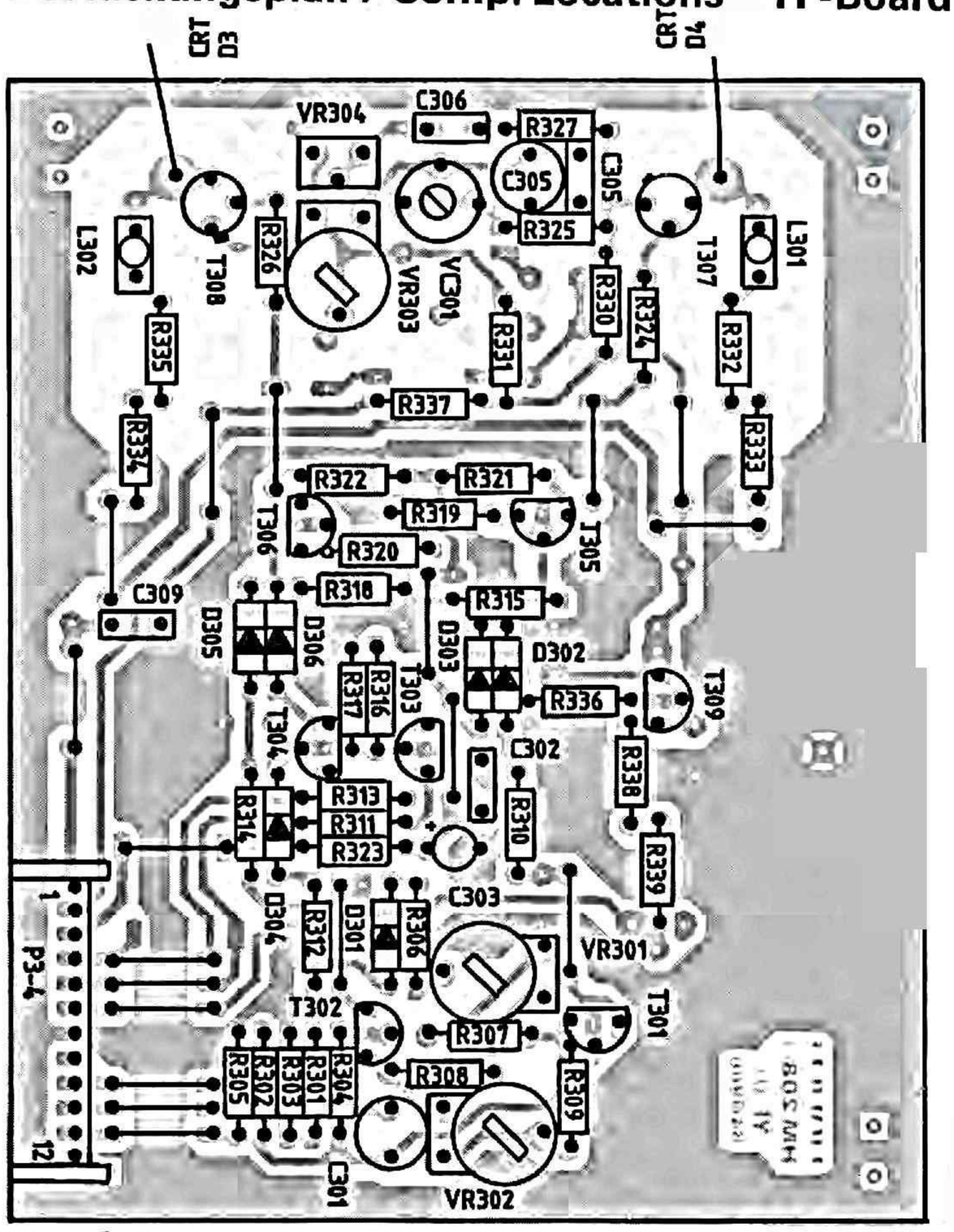


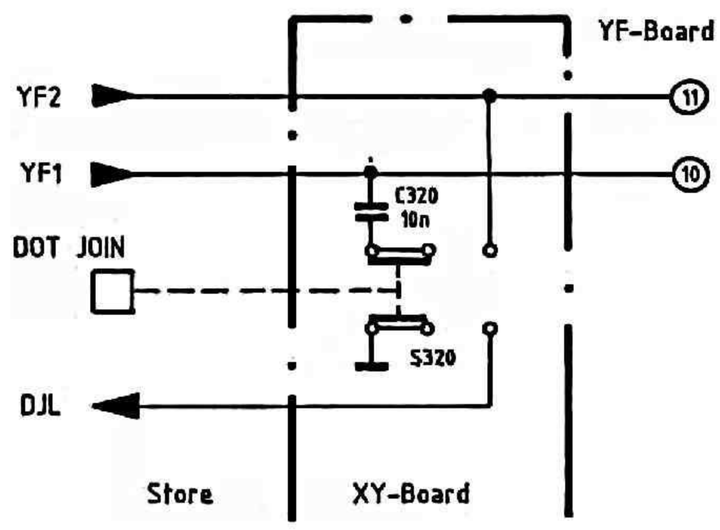
Y-Endverstärker / Y-Final Amplifier

HM 208



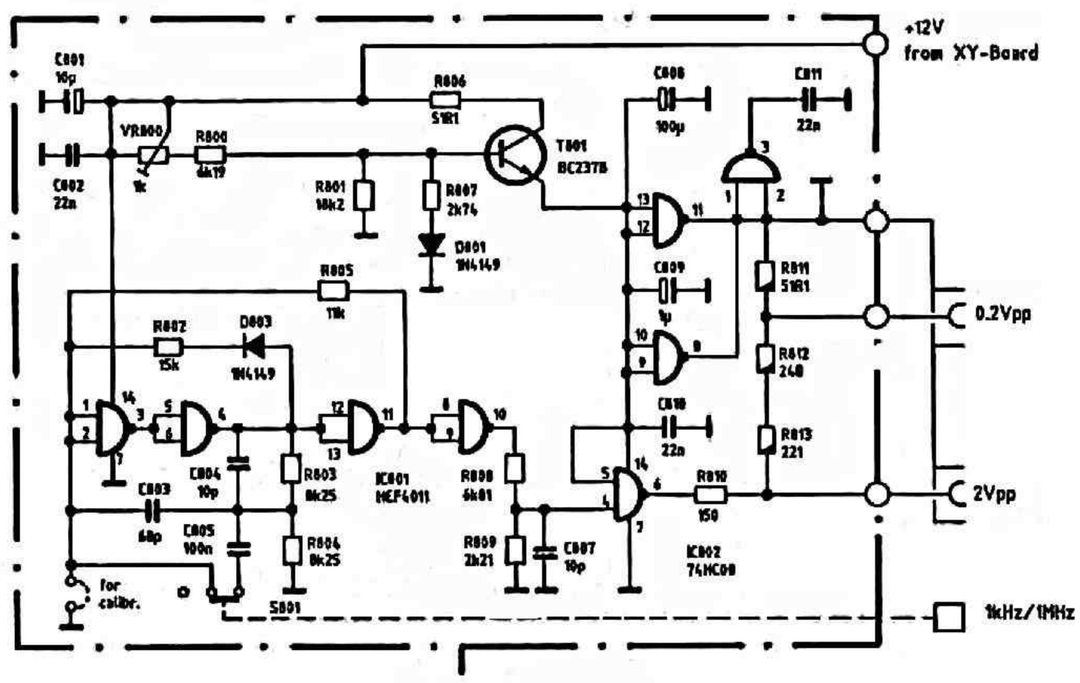
Bestückungsplan / Comp. Locations YF-Board



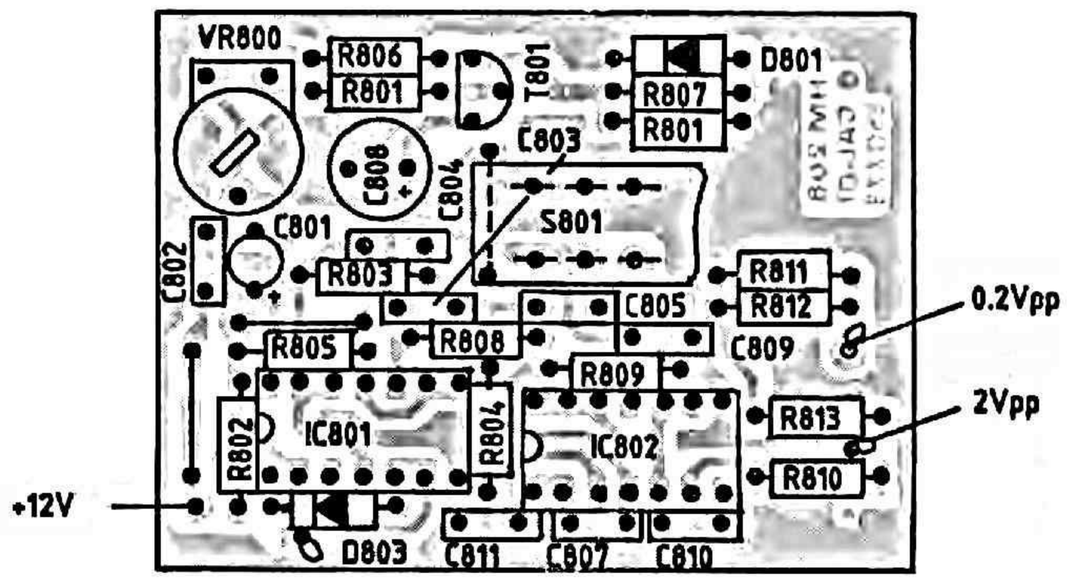


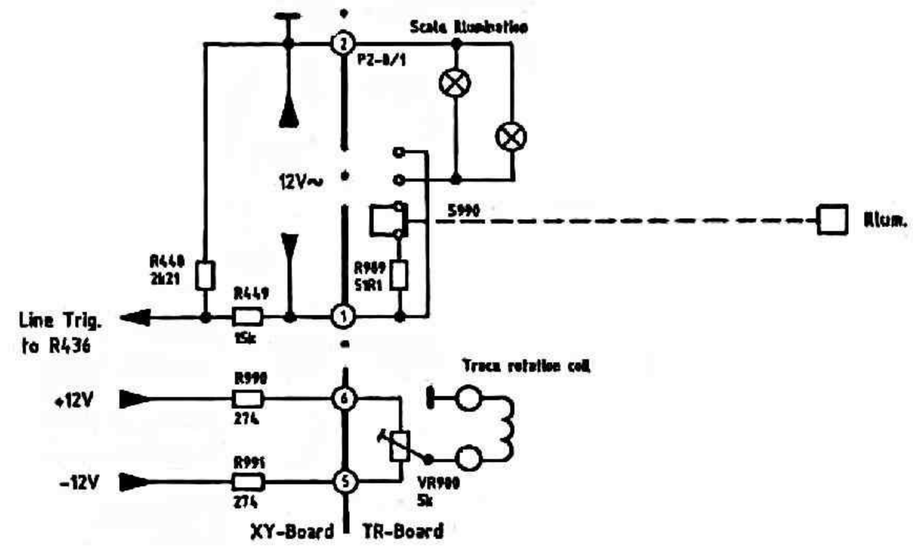
Calibrator

HM 208

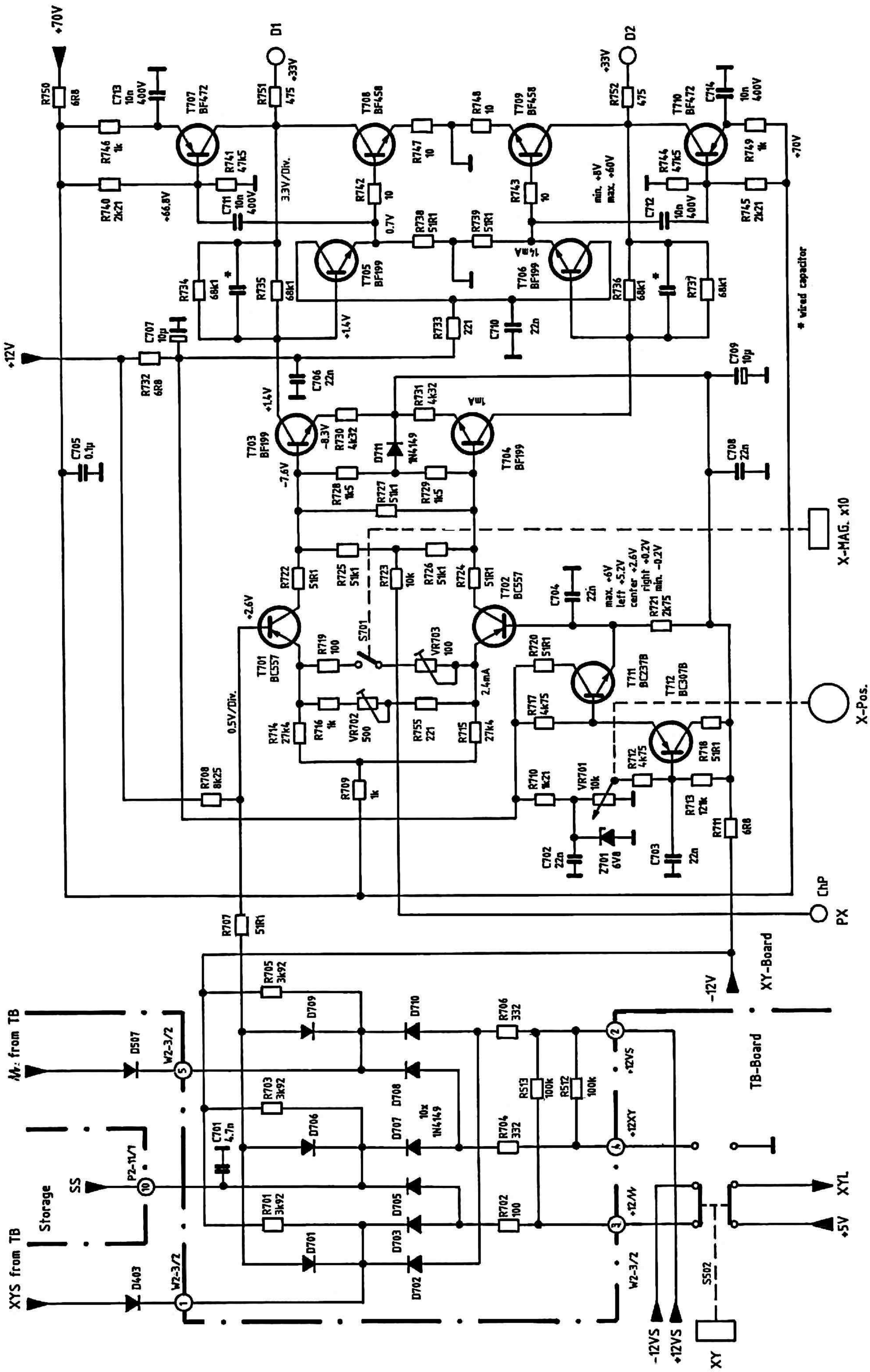


Bestückungsplan / Comp. Locations CAL-Board

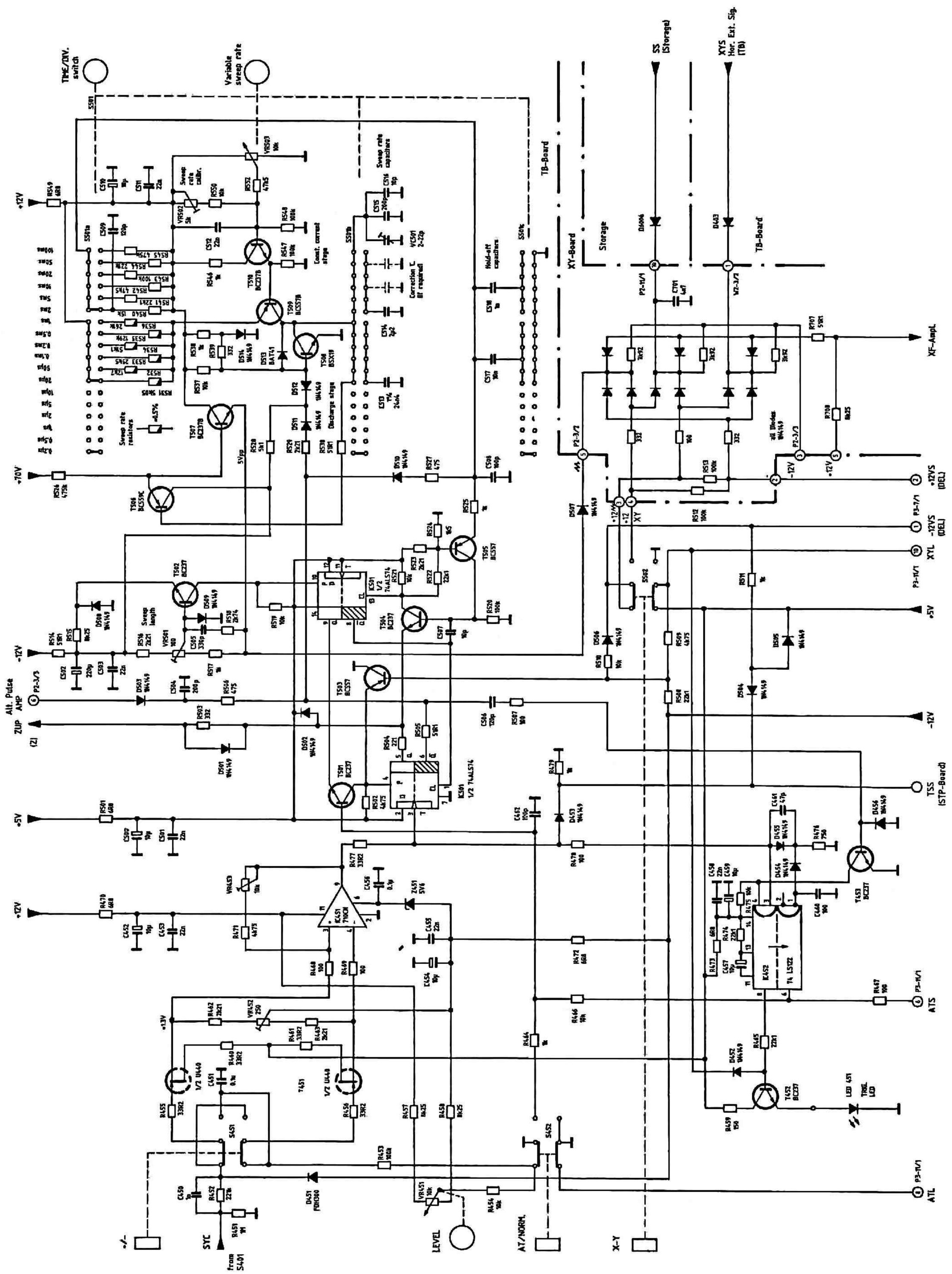




X-Endverstärker / X-Final Amplifier

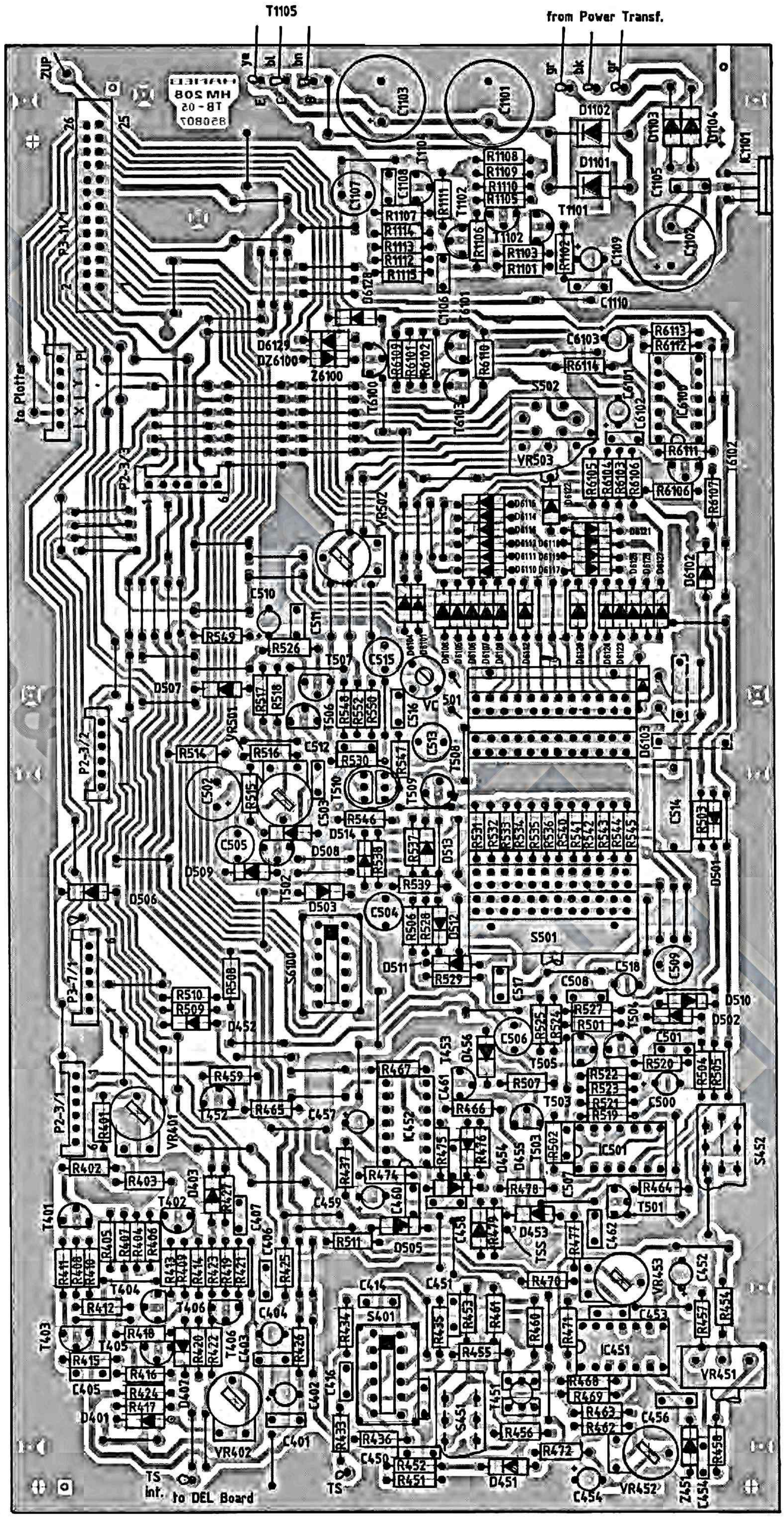


Trigger Circuit, Timebase Circuit



D11 1.86

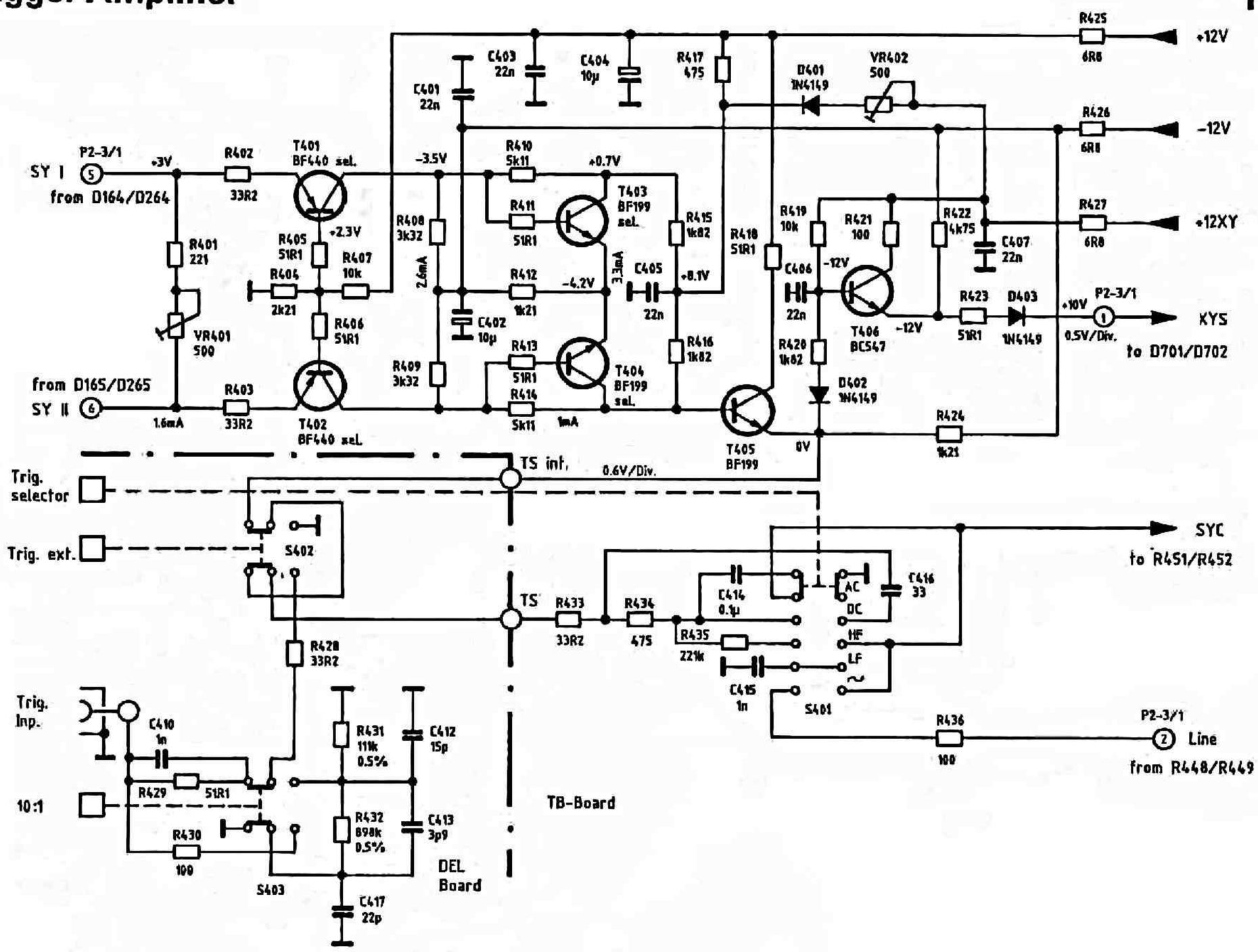
HM-208



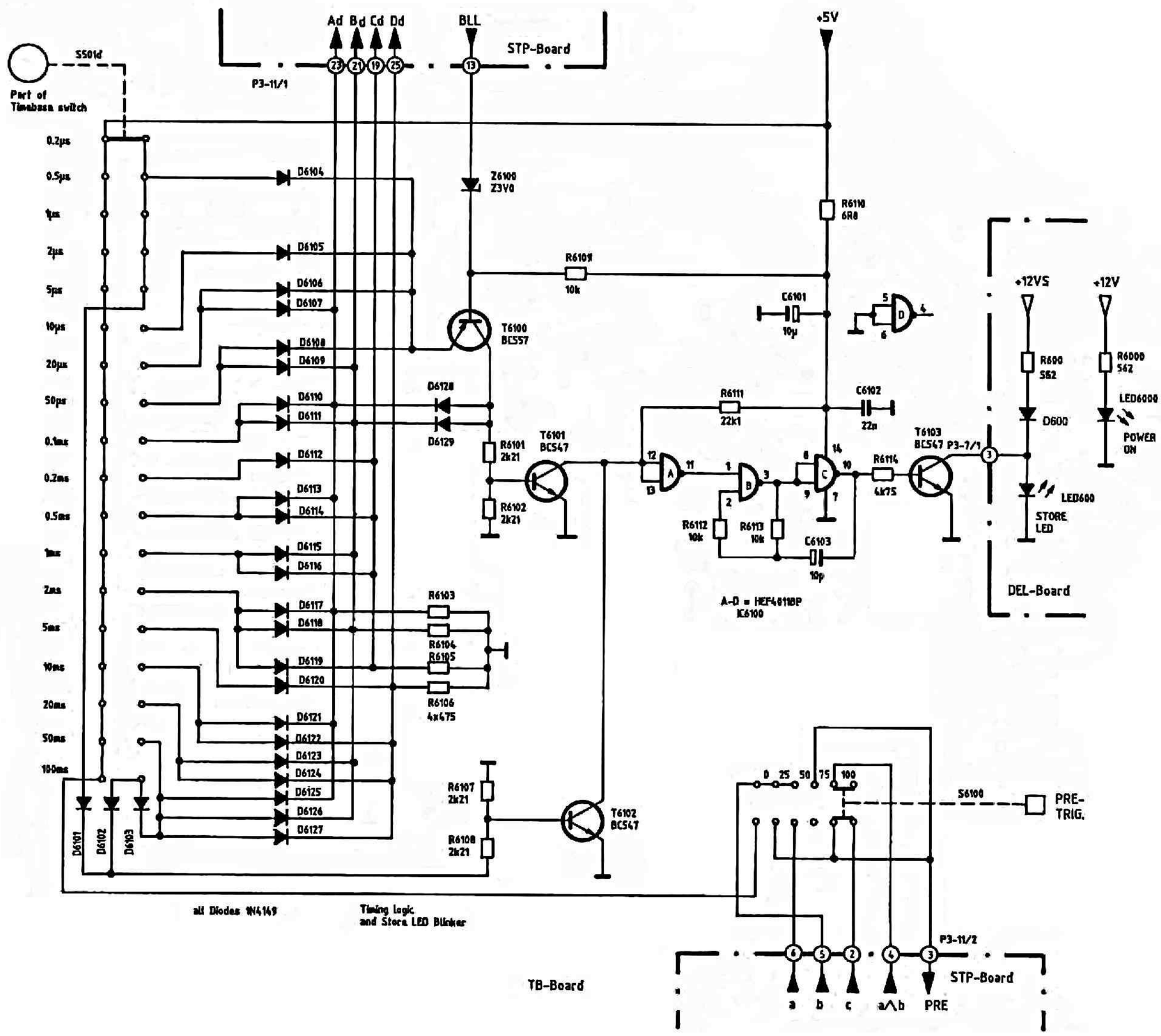
Bestückungsplan TB-Board
Component Locations TB-Board

Trigger Amplifier

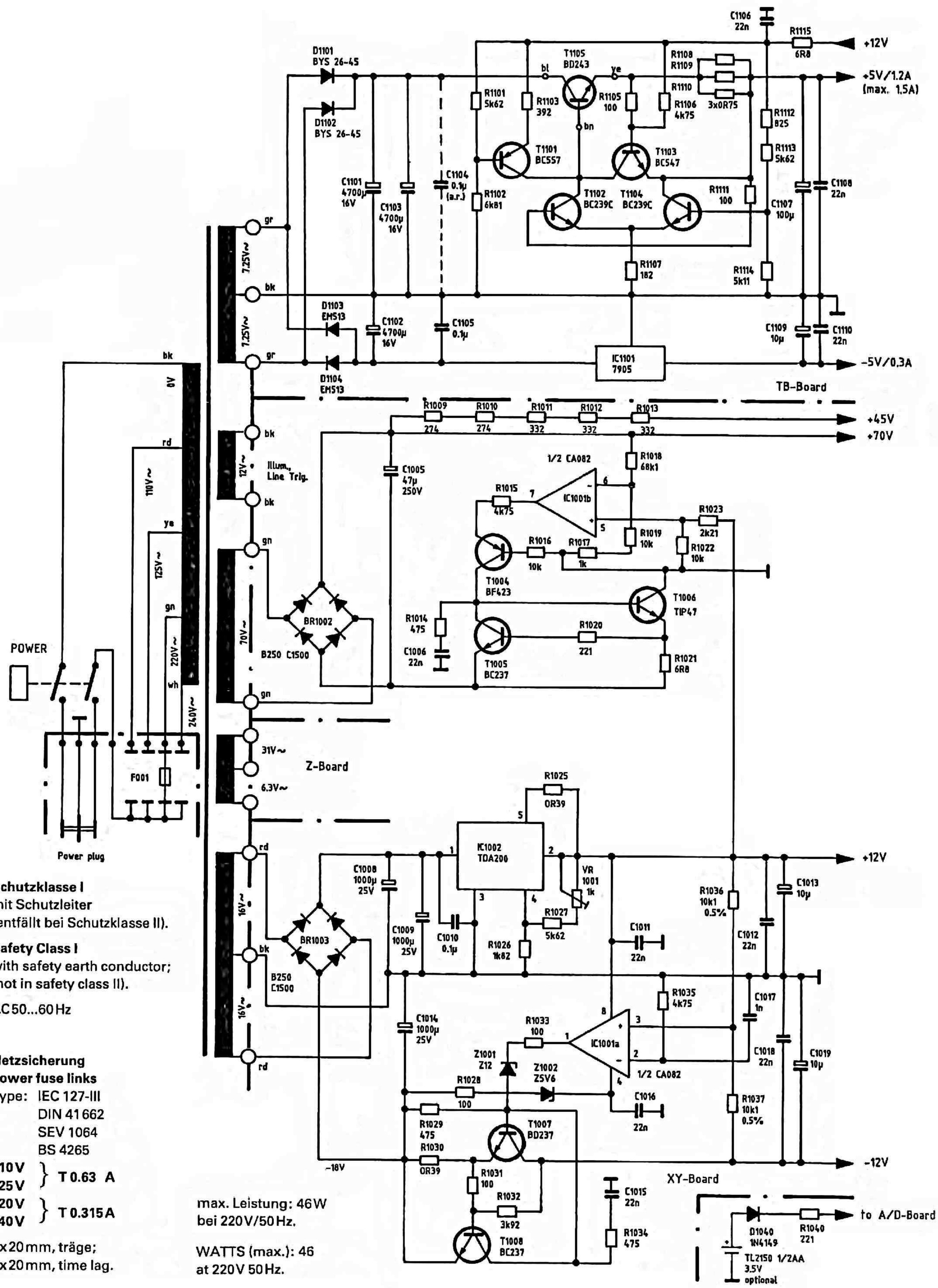
HM 208



Digital Timebase Logic



Power Supply



Schutzklasse I
mit Schutzleiter
(entfällt bei Schutzklasse II).

Safety Class I
with safety earth conductor;
(not in safety class II).

AC 50...60 Hz

Netzsicherung
Power fuse links
Type: IEC 127-III
DIN 41 662
SEV 1064
BS 4265

110 V / 125 V } **T 0.63 A**
220 V / 240 V } **T 0.315 A**

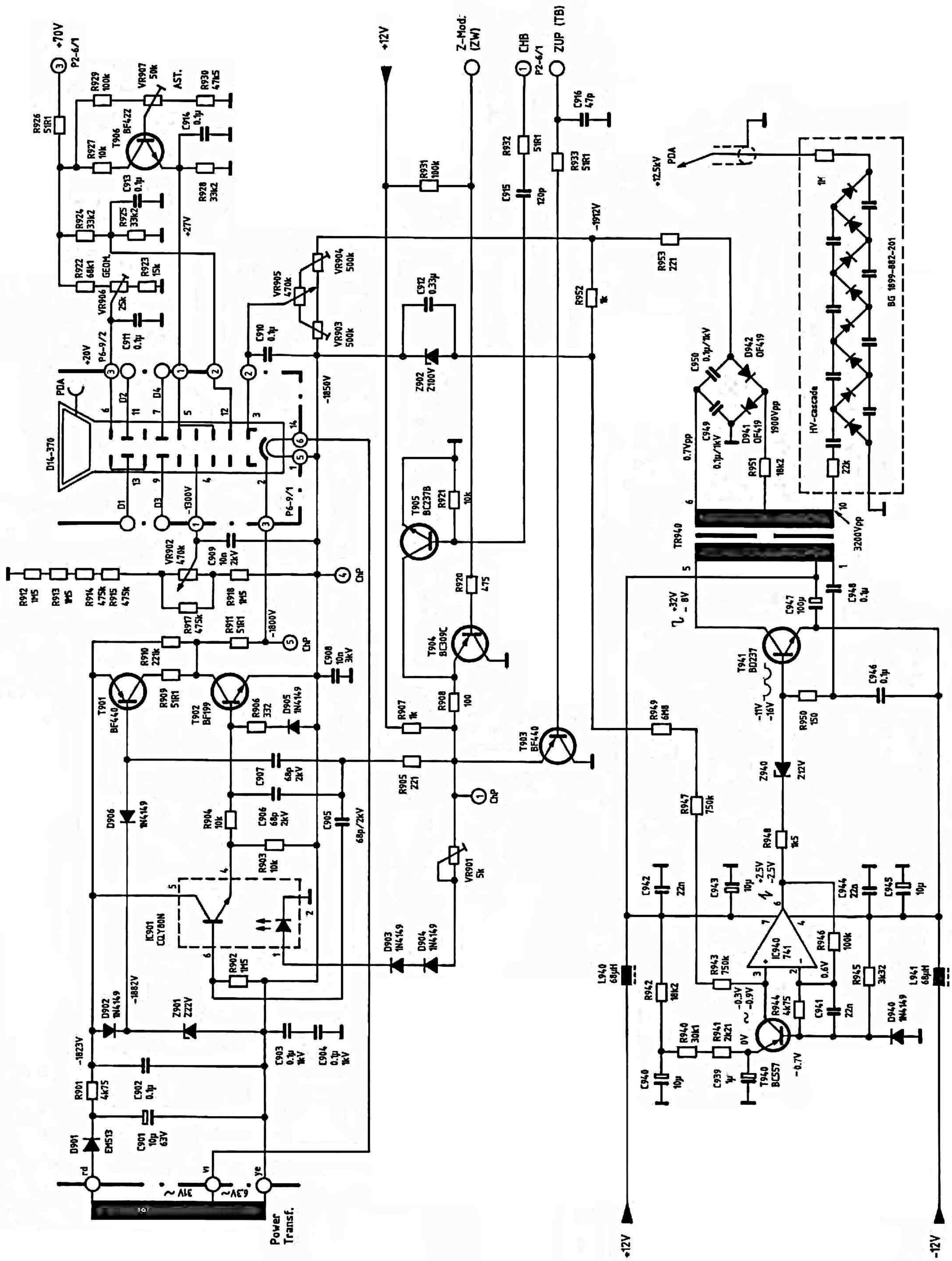
5x20 mm, träge;
5x20 mm, time lag.

max. Leistung: 46 W
bei 220 V/50 Hz.

WATTS (max.): 46
at 220 V 50 Hz.

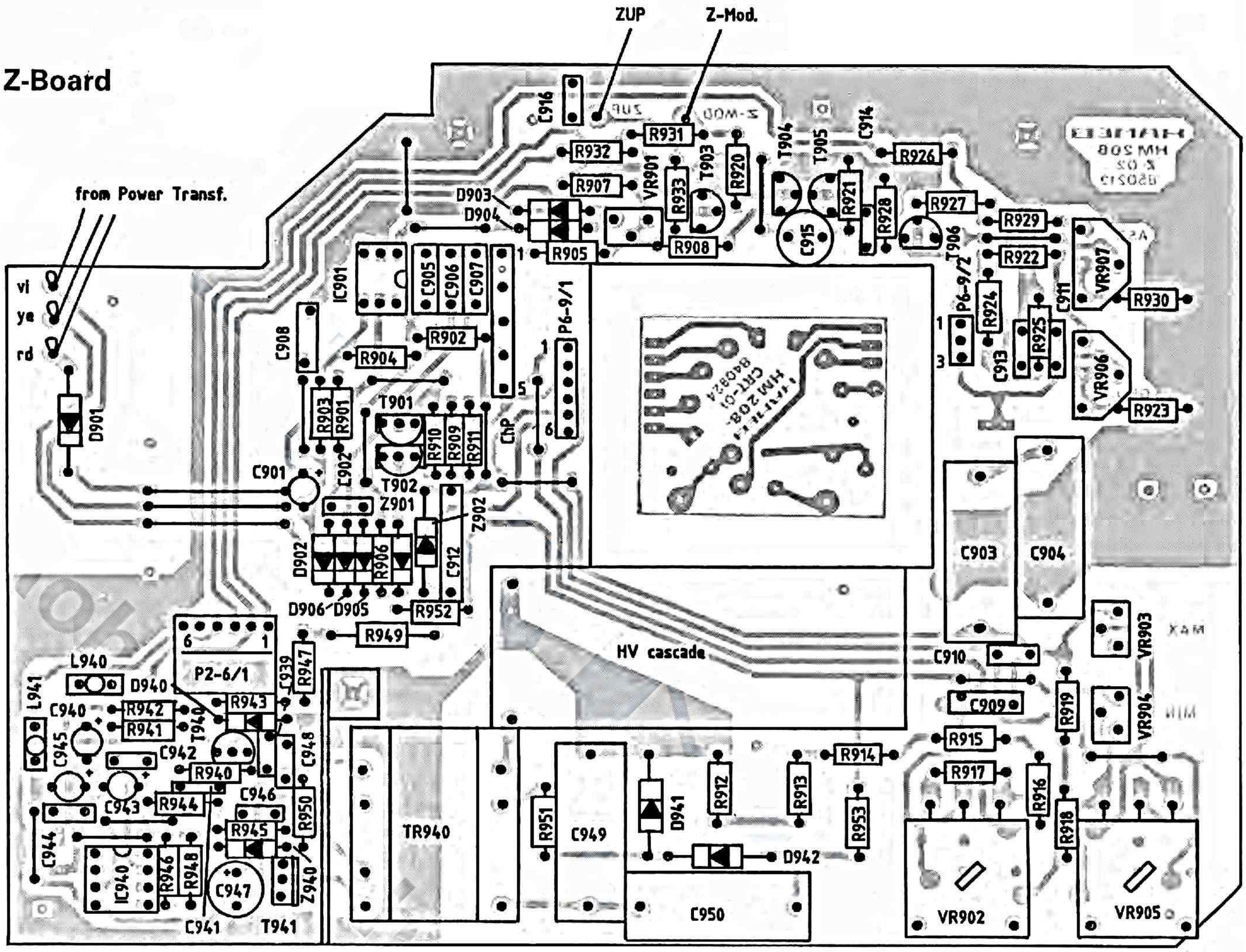
Kathodenstrahlröhre, Helltastung, Hochspannung
CRT-Circuit, Unblanking, HV-Supply

HM208

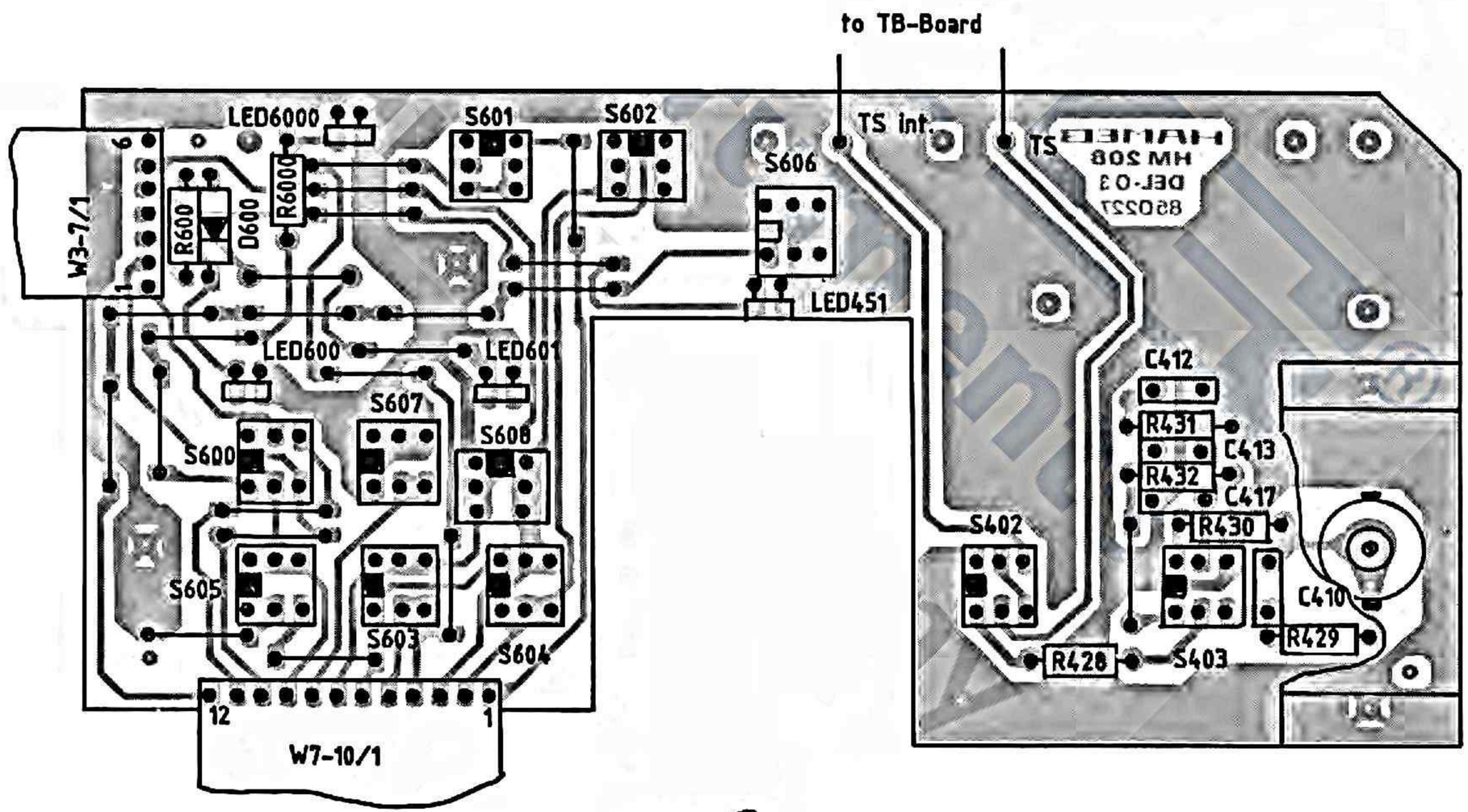


Bestückungsplan: Z-Board, DEL-Board und TR-Board
Component Locations: Z-Board, DEL-Board, and TR-Board

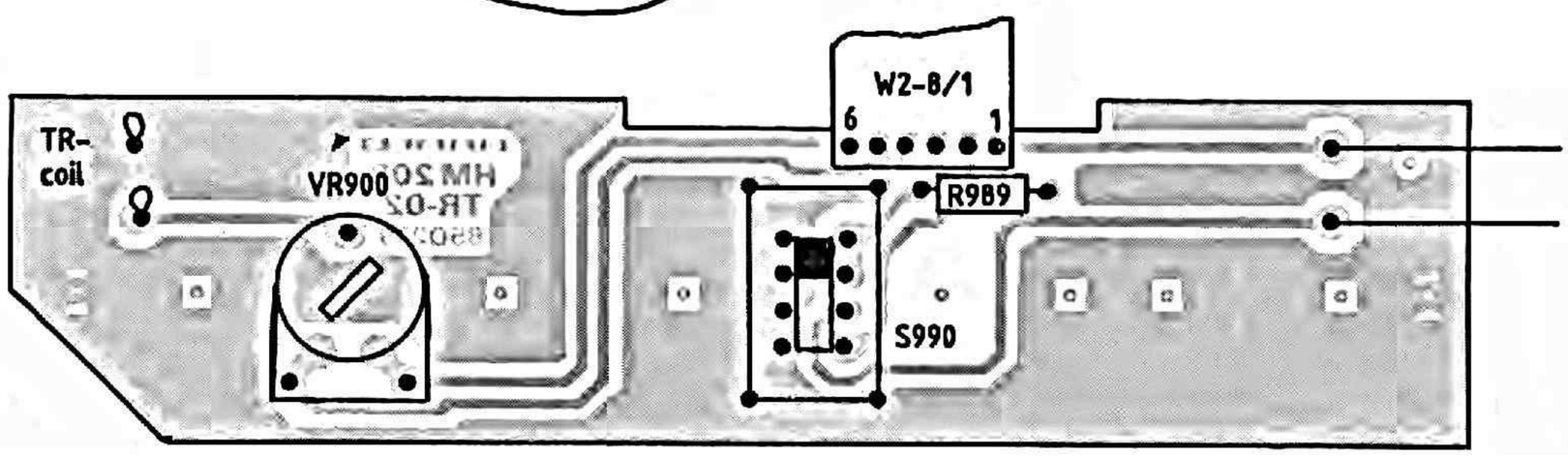
Z-Board



DEL-Board

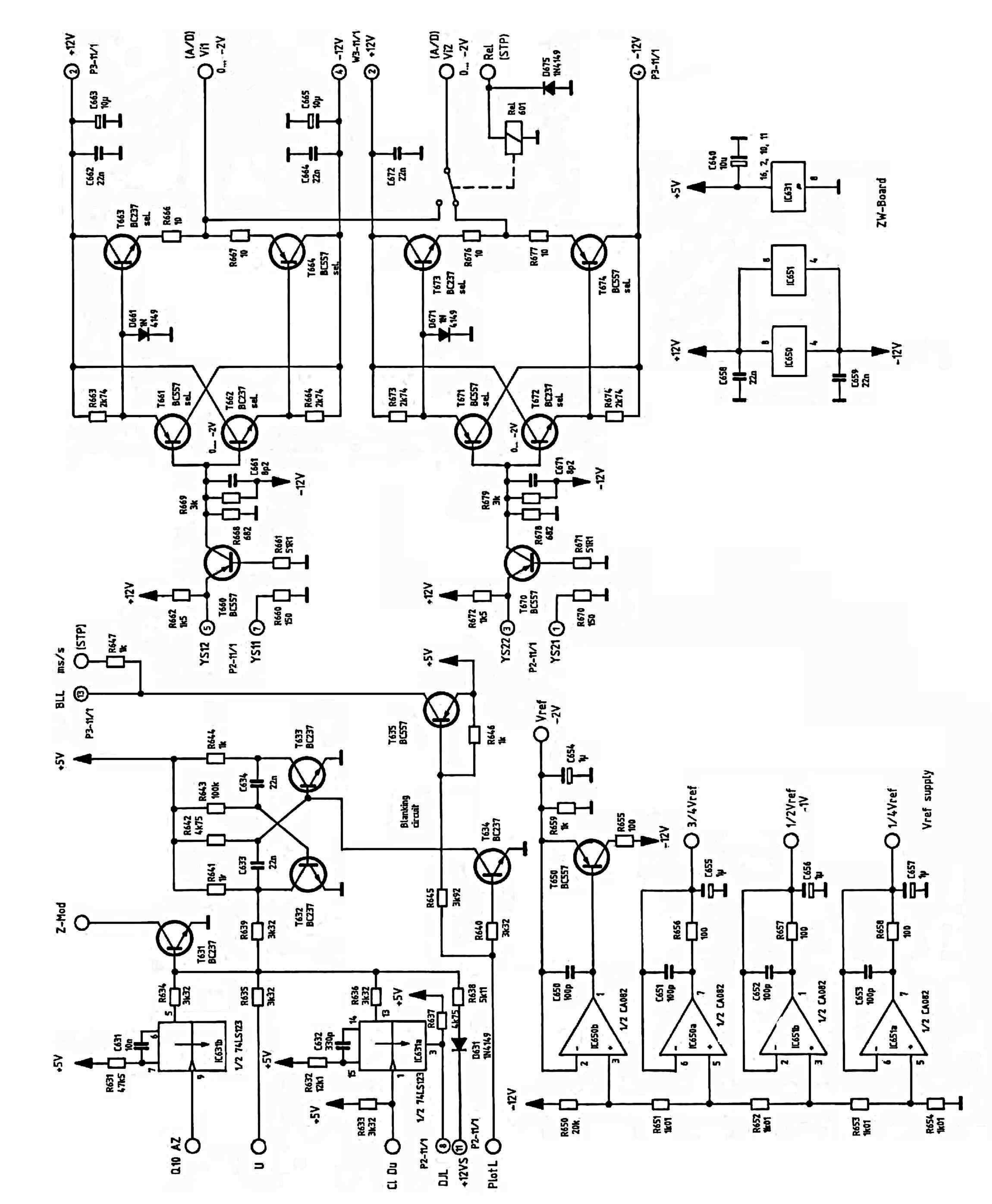


TR-Board



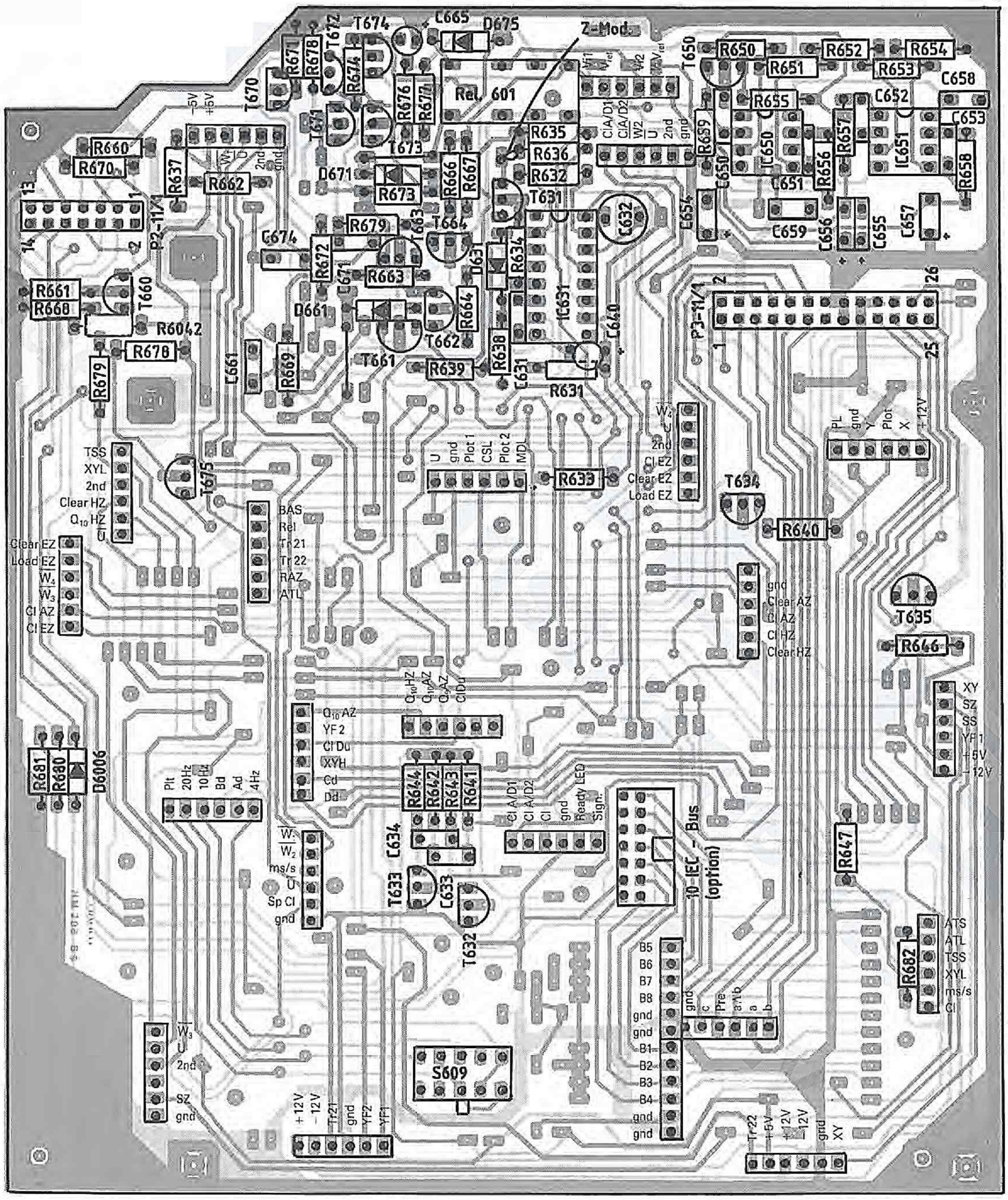
Dunkelsteuerung, Y-Zwischenverstärker (A/D), V_{ref}-Netzteil
Blanking Circuit, Y-Intermediate Ampl. (A/D), V_{ref}-Supply

HM208

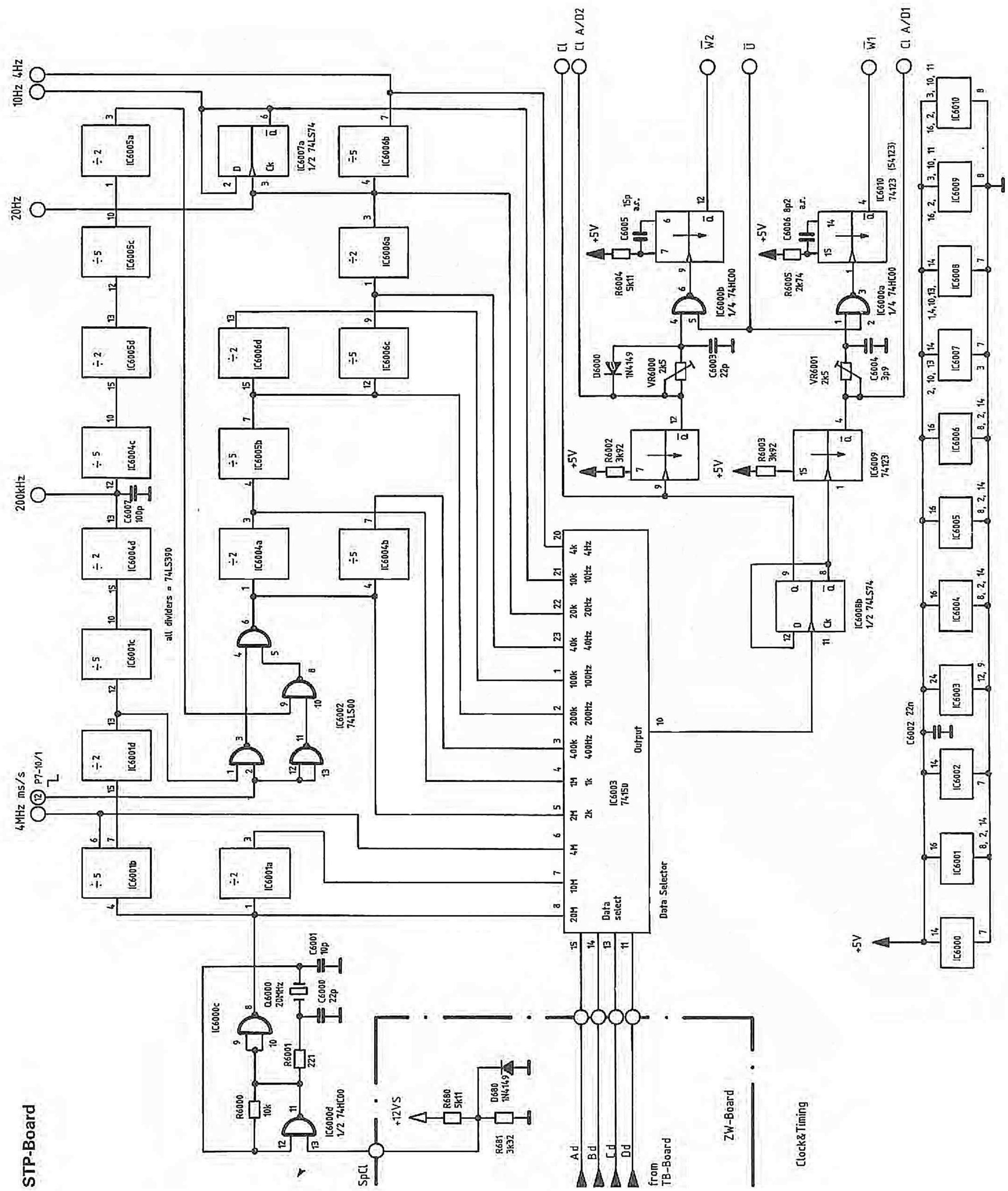


Bestückungsplan ZW-Board
Component Locations ZW-Board

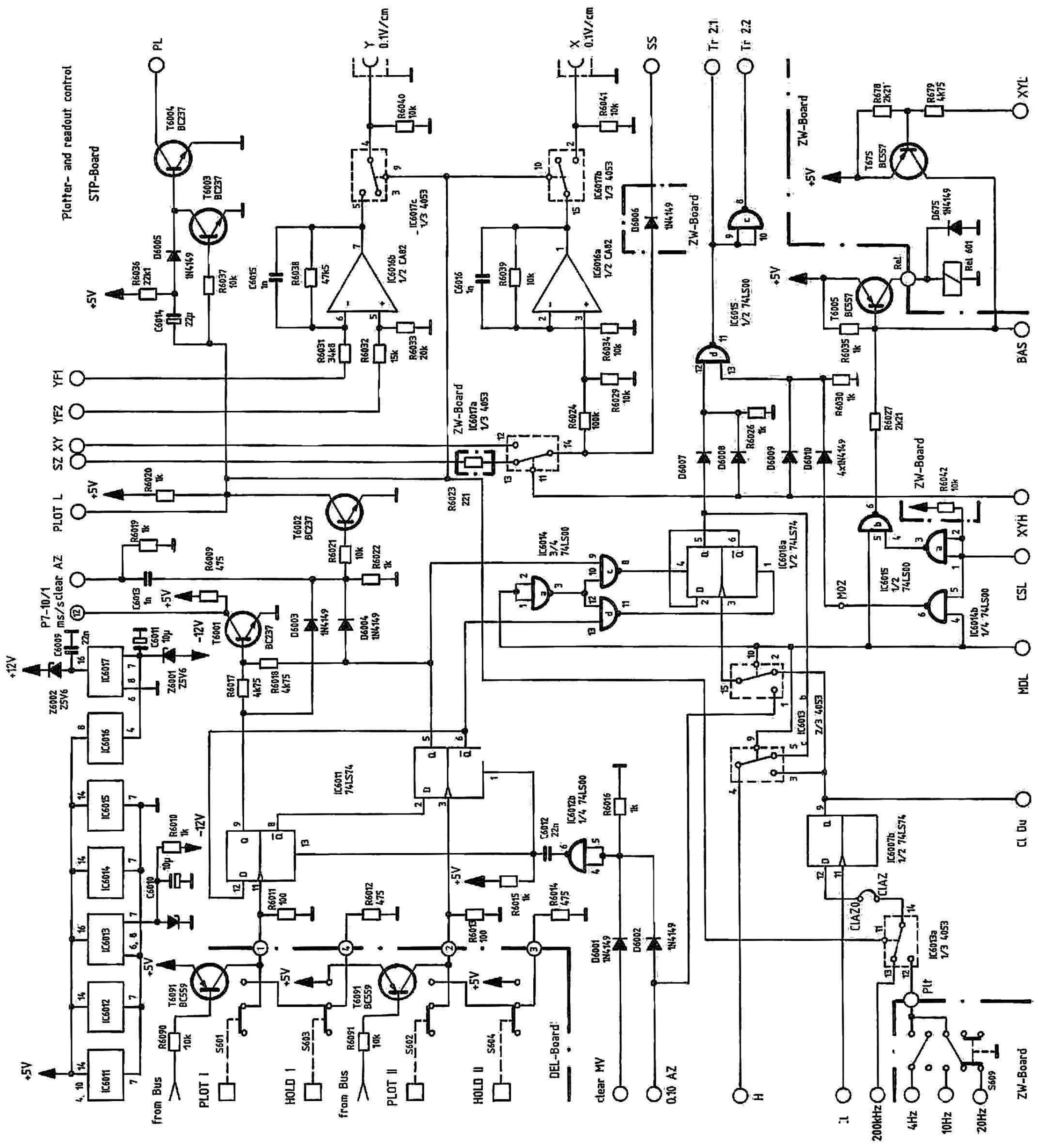
HM208



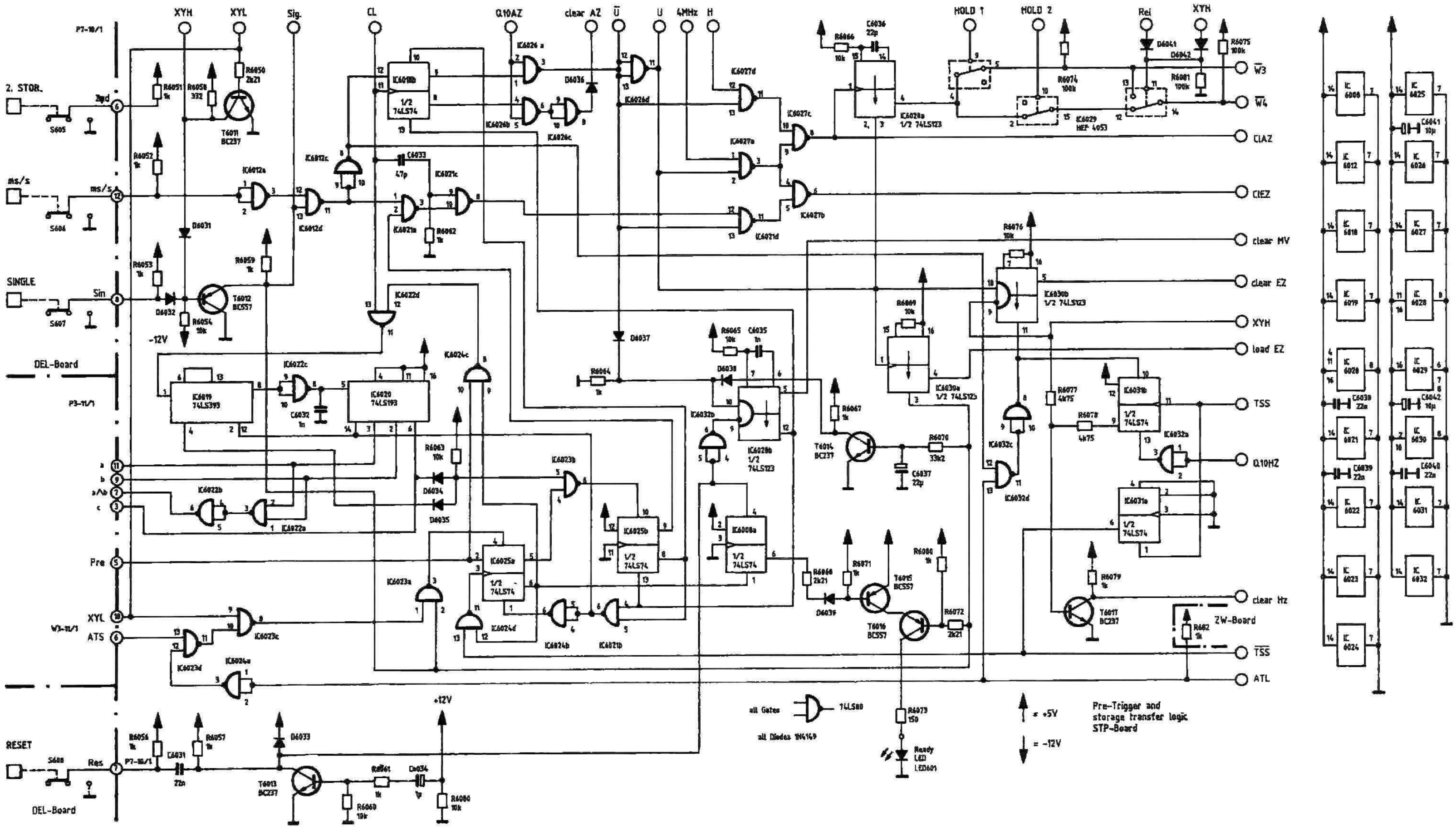
Digitale Zeitbasis
Clock and Timing



Plottersteuerung und Ausleselogik
Plotter- and Readout-Control

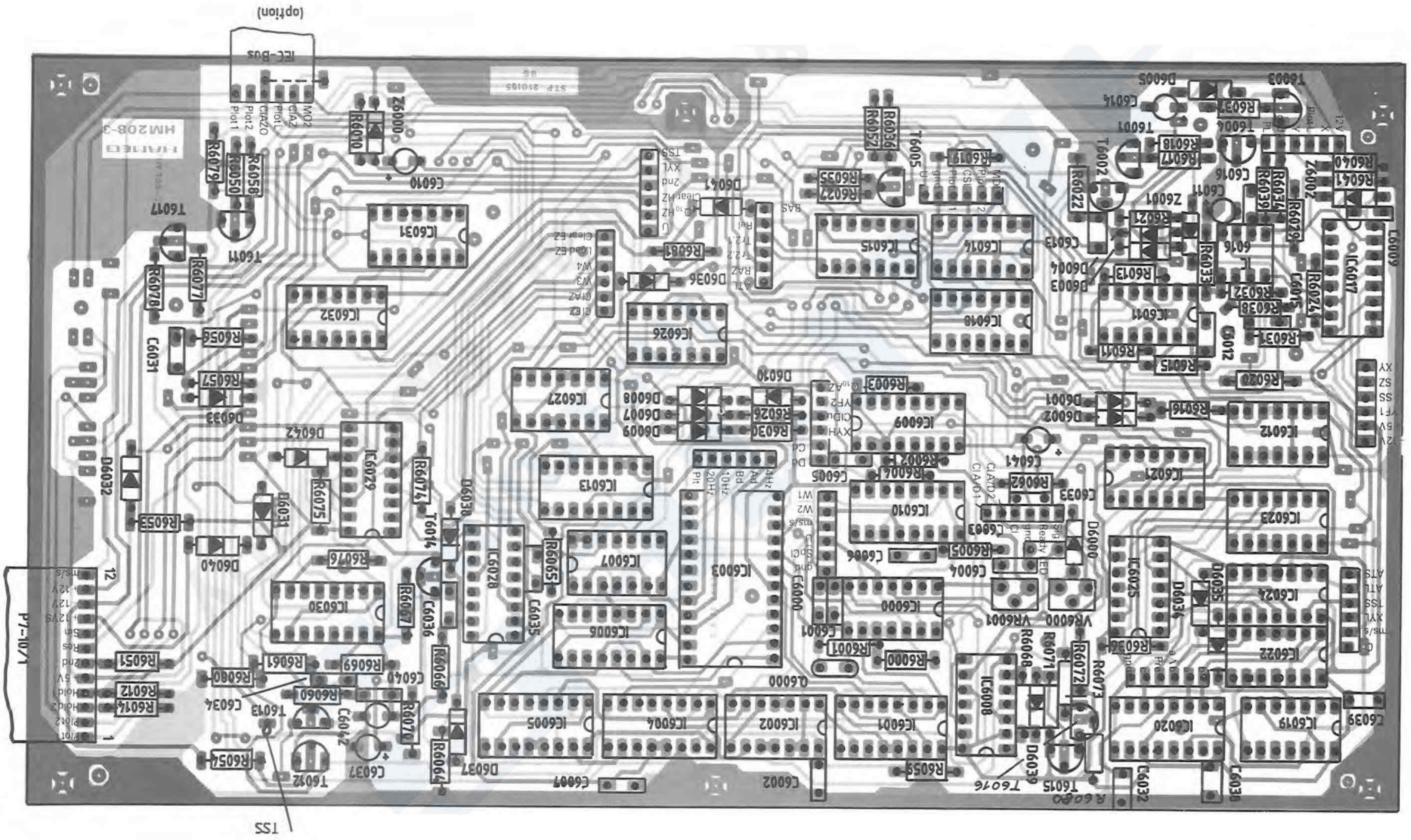


Pre-Trigger und Umspeicherlogik
Pre-Trigger and Storage Transfer-Logic

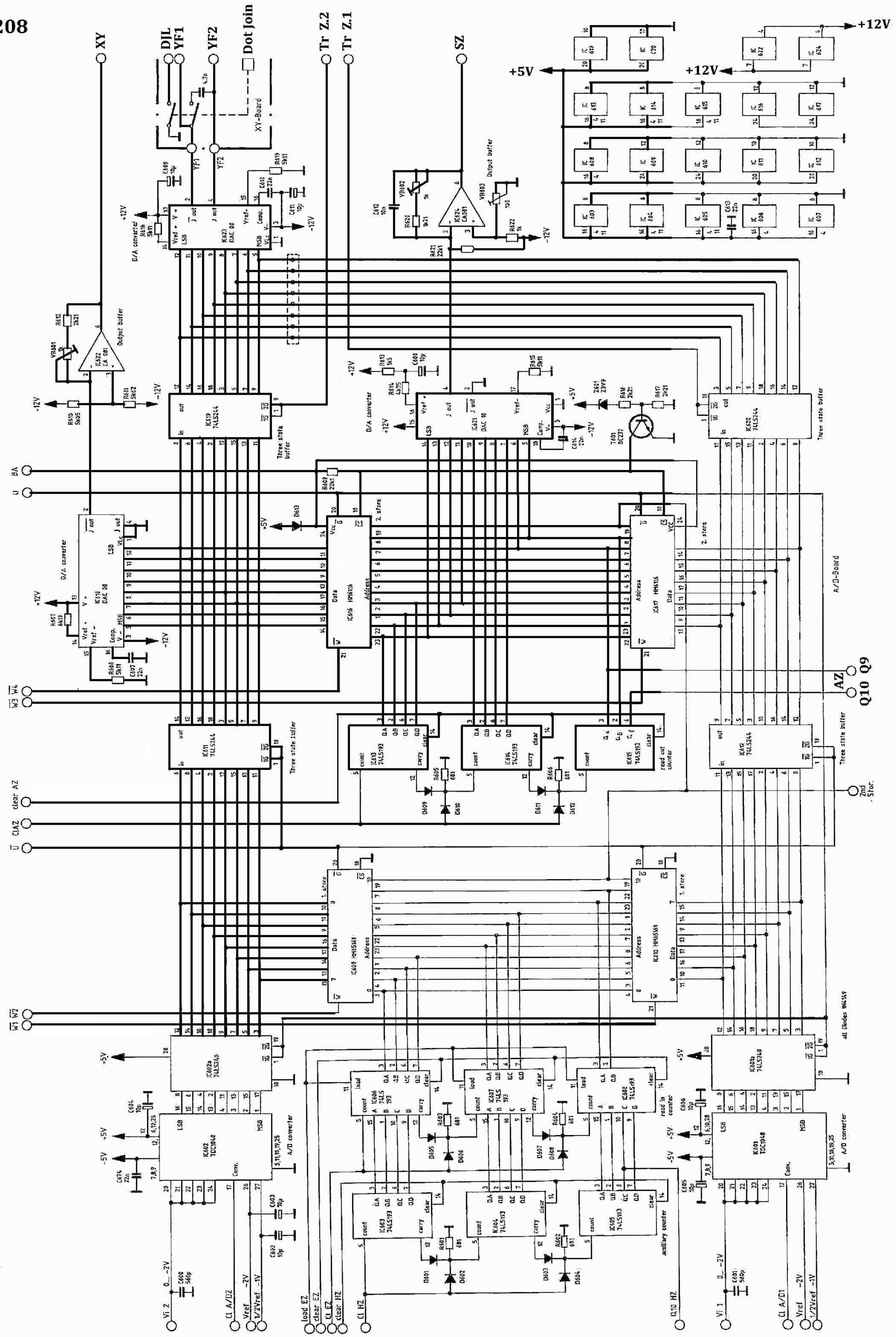


Bestückungsplan STP-Board
Component Locations STP-Board

HM208

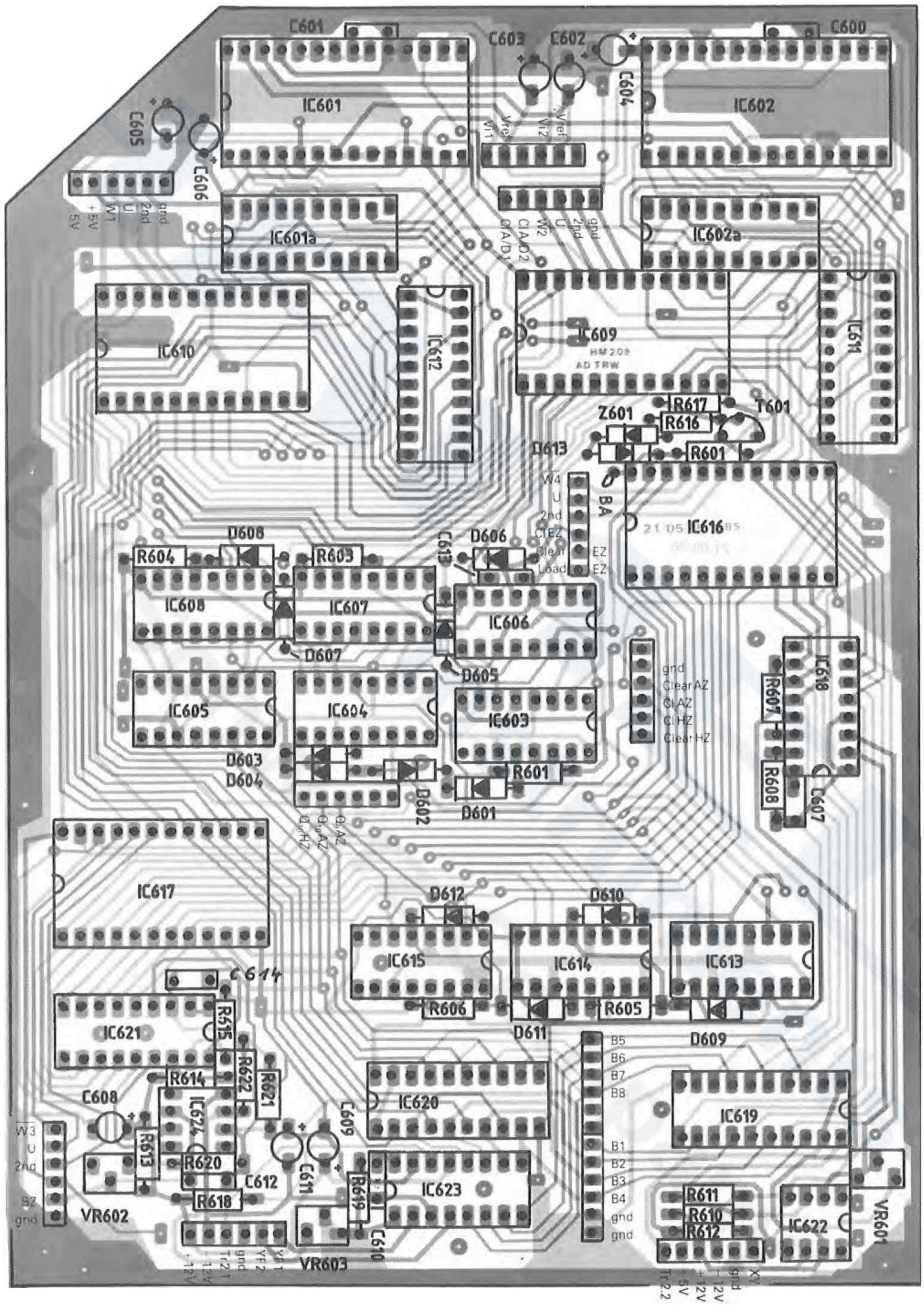


HM 208

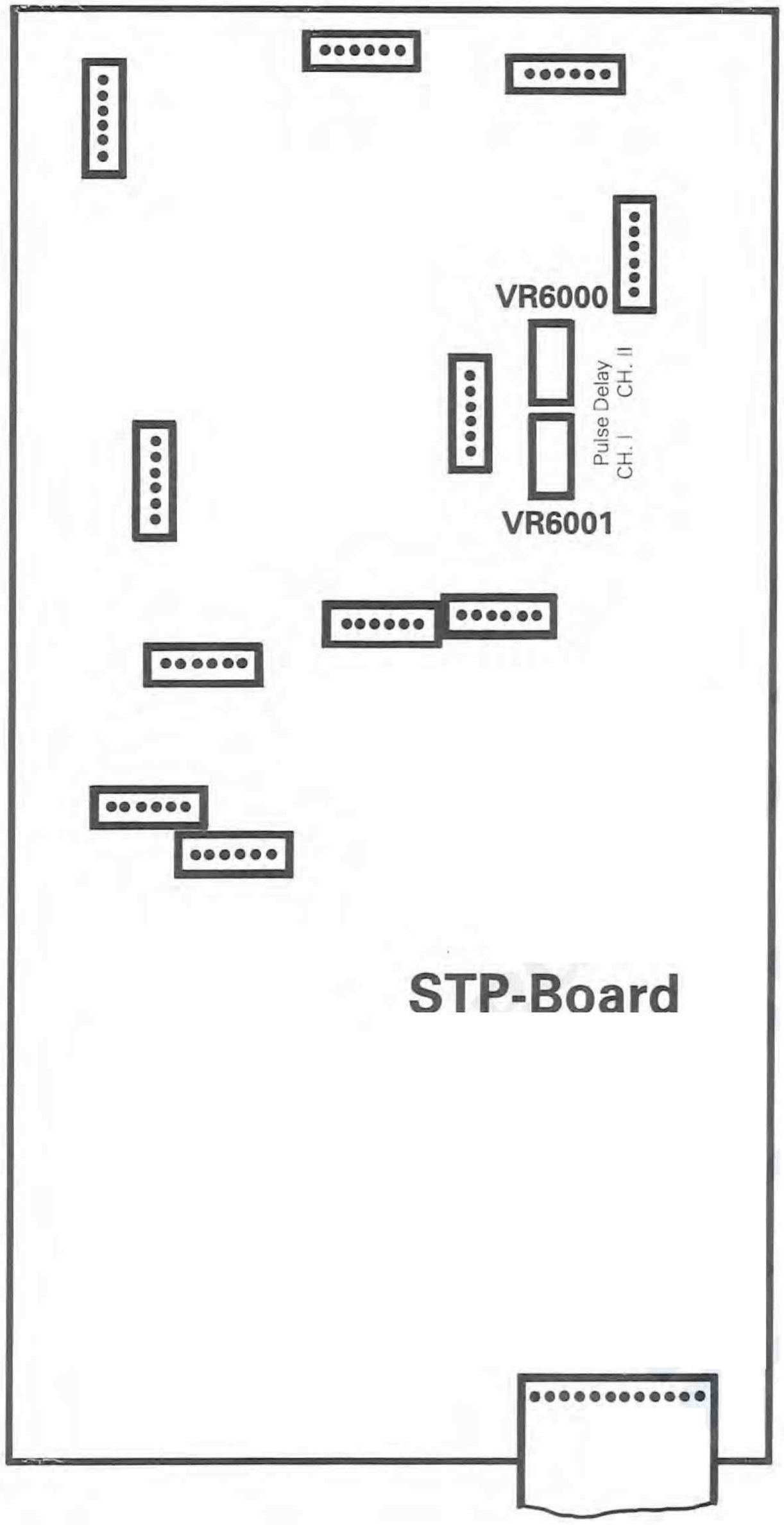


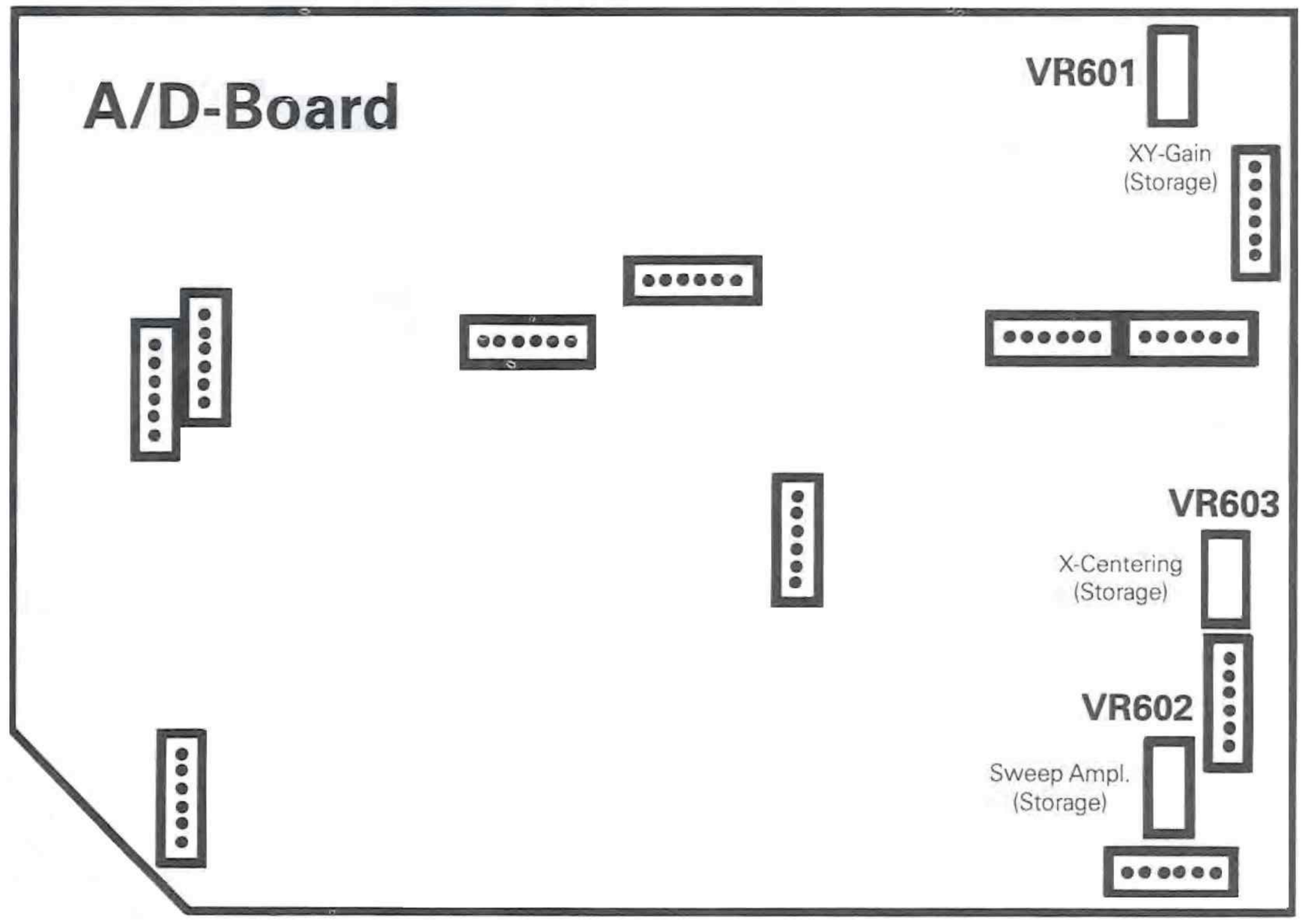
A/D-Converter

Bestückungsplan A/D-Board
Component Locations A/D-Board



Adjusting Plan HM 208 (Dig.)





HAMEG

Oscilloscopes

Multimeters

Counter Timers

Power Supplies

Calibrators

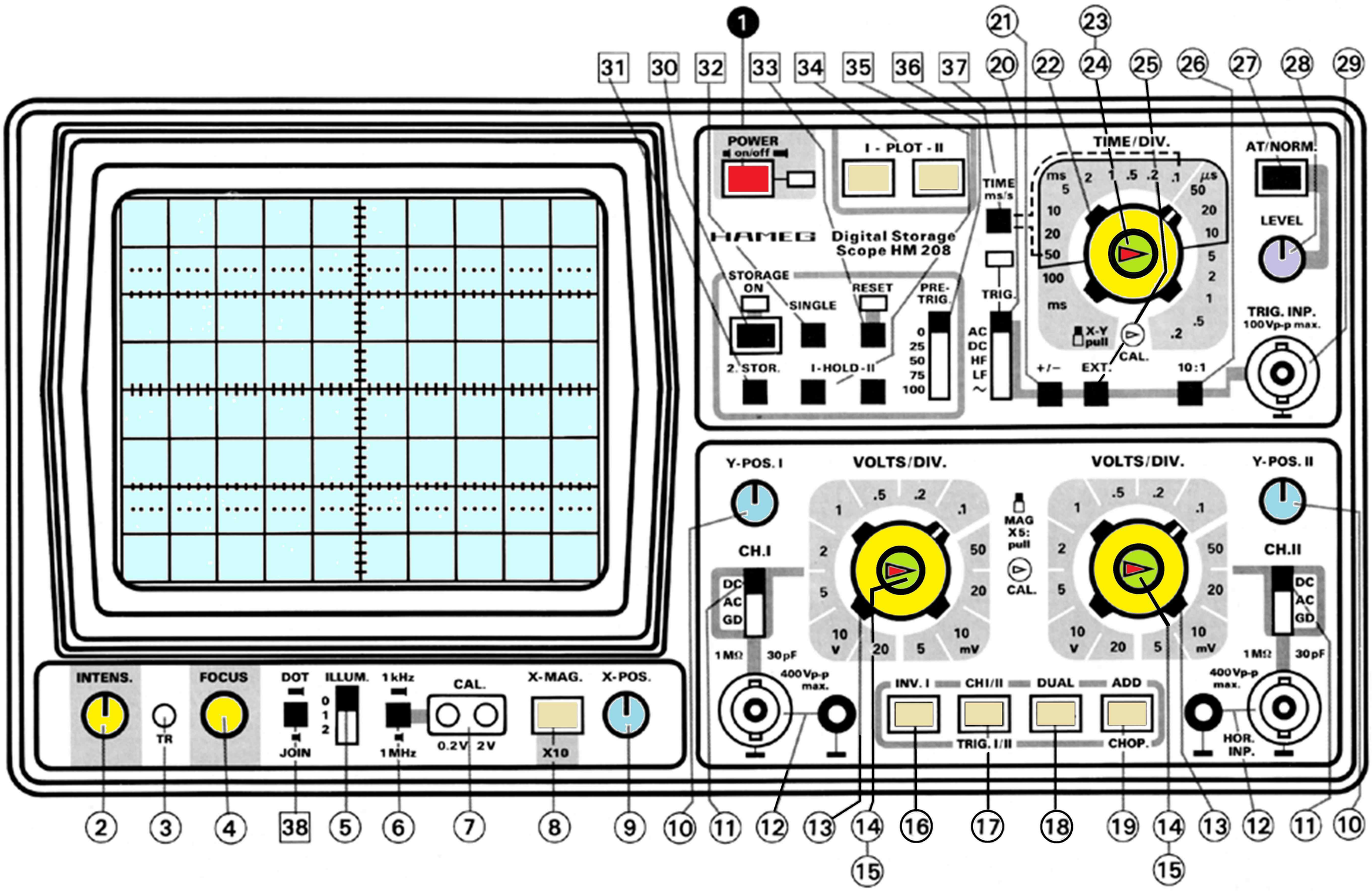
Signal Generators

Check Point Testers

West Germany
HAMEG GmbH
Kelsterbacher Str. 15-19
6000 FRANKFURT am Main 71
Tel. (069) 67805-0 · Telex 413866
Telefax (069) 6780513

France
HAMEG S.a.r.l.
5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 46778151 · Télex 270705
Telefax (1) 47263544

Printed in West Germany

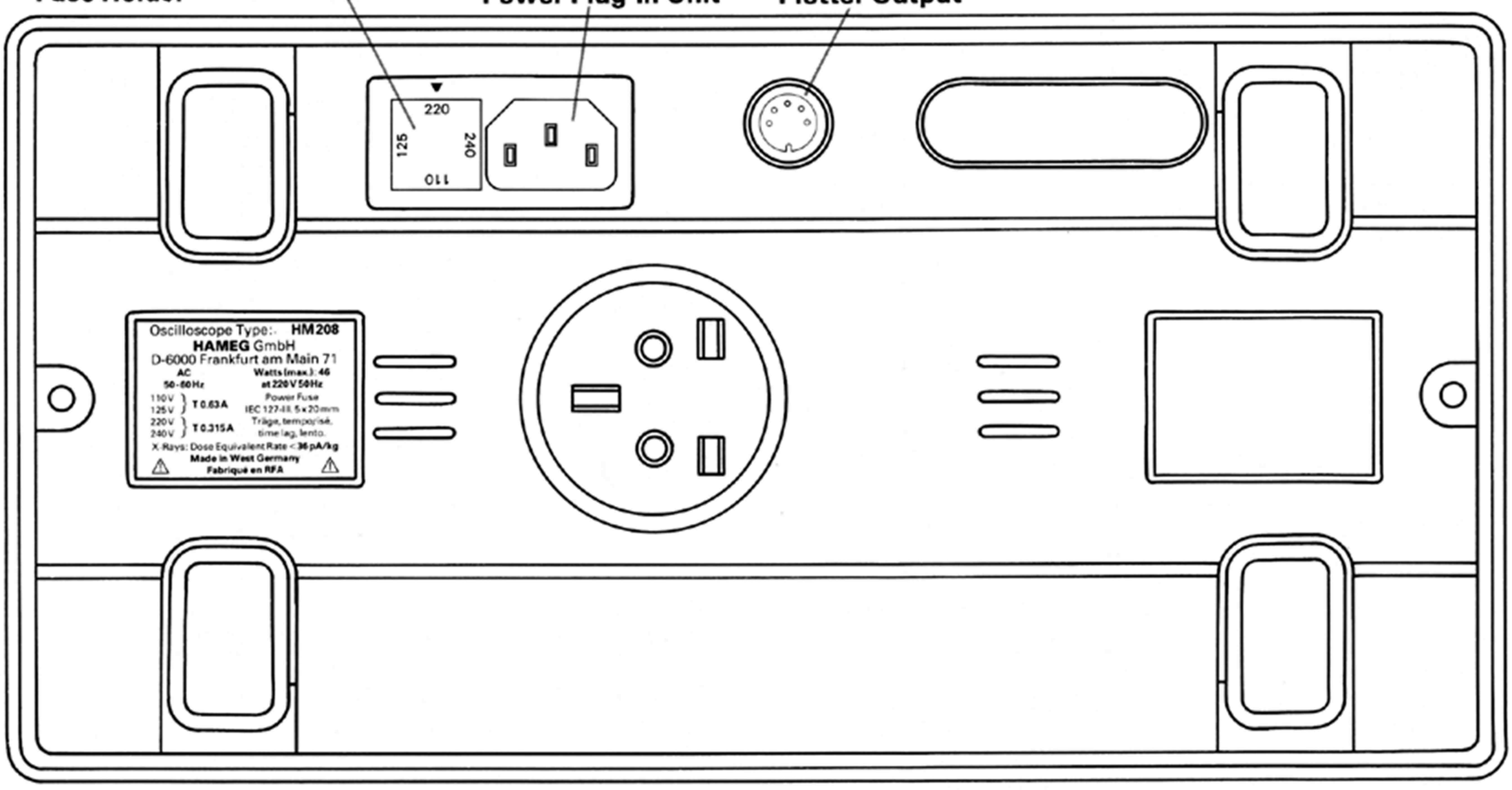


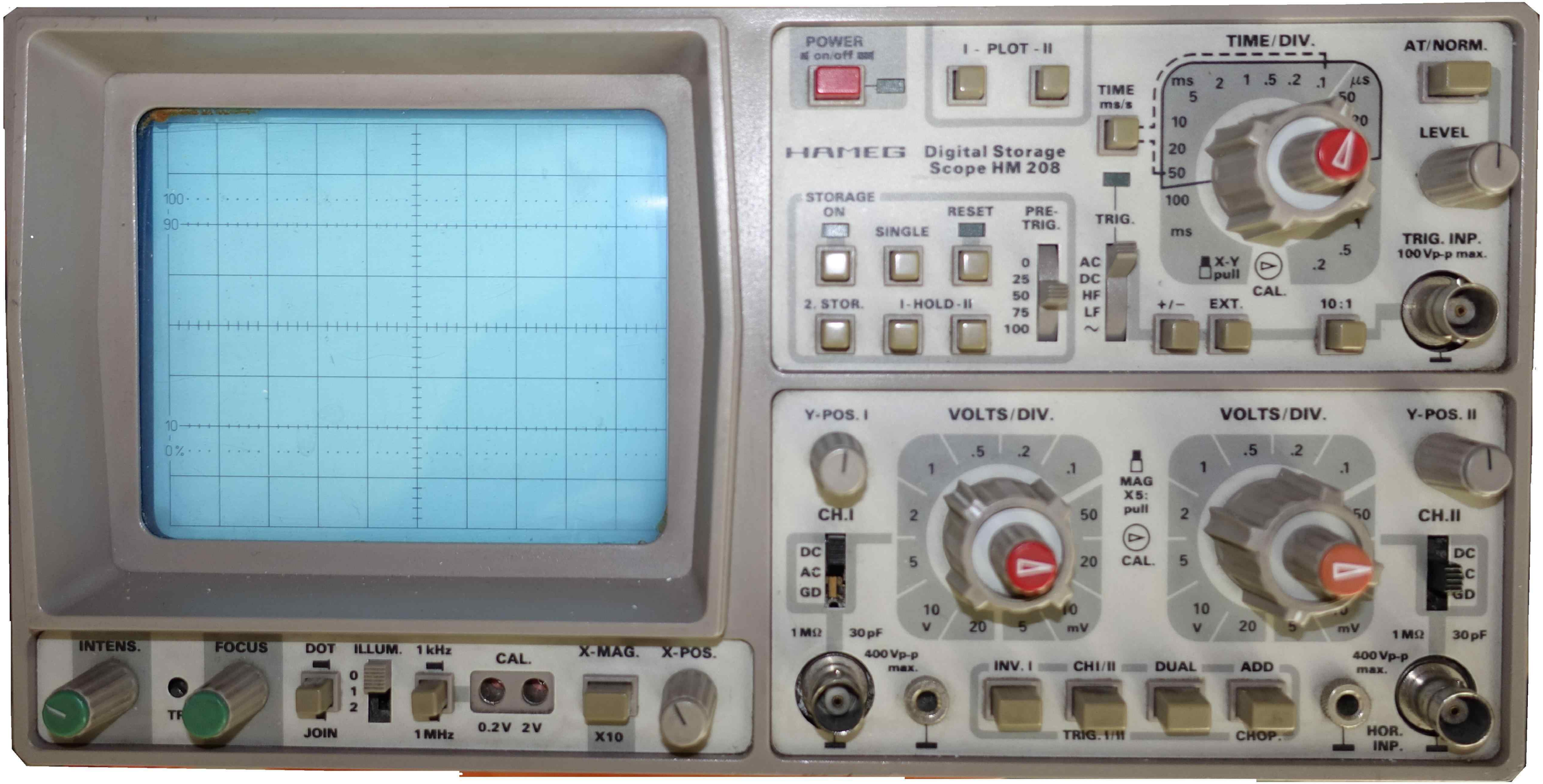
Netzspannungs-Umschaltung;
Sicherungshalter
Mains / Line Voltage Selector
Fuse Holder

Kaltgerätestecker
Power Plug-In Unit

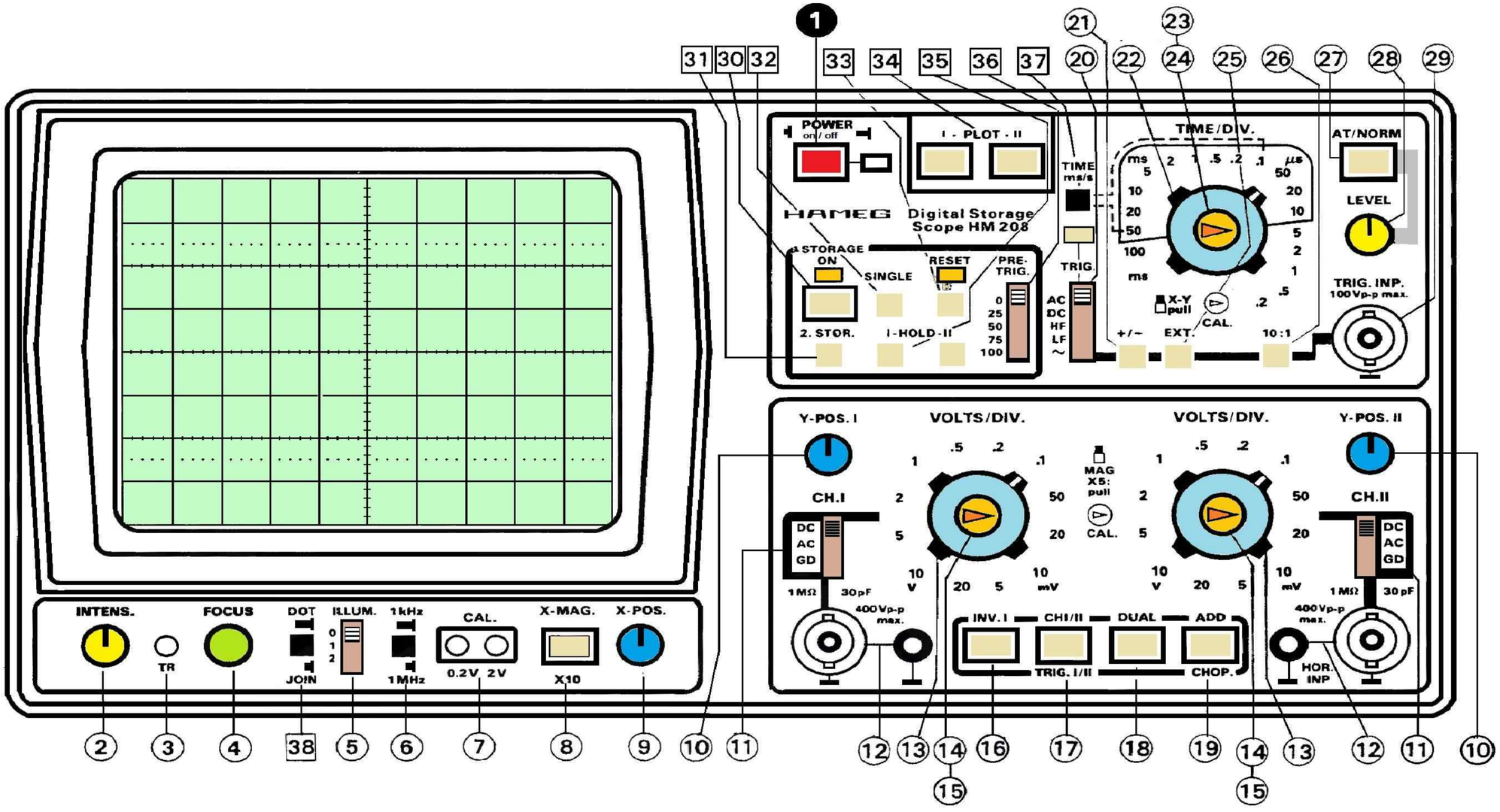
Plotterausgang
Plotter Output

Rückseite
Rear View



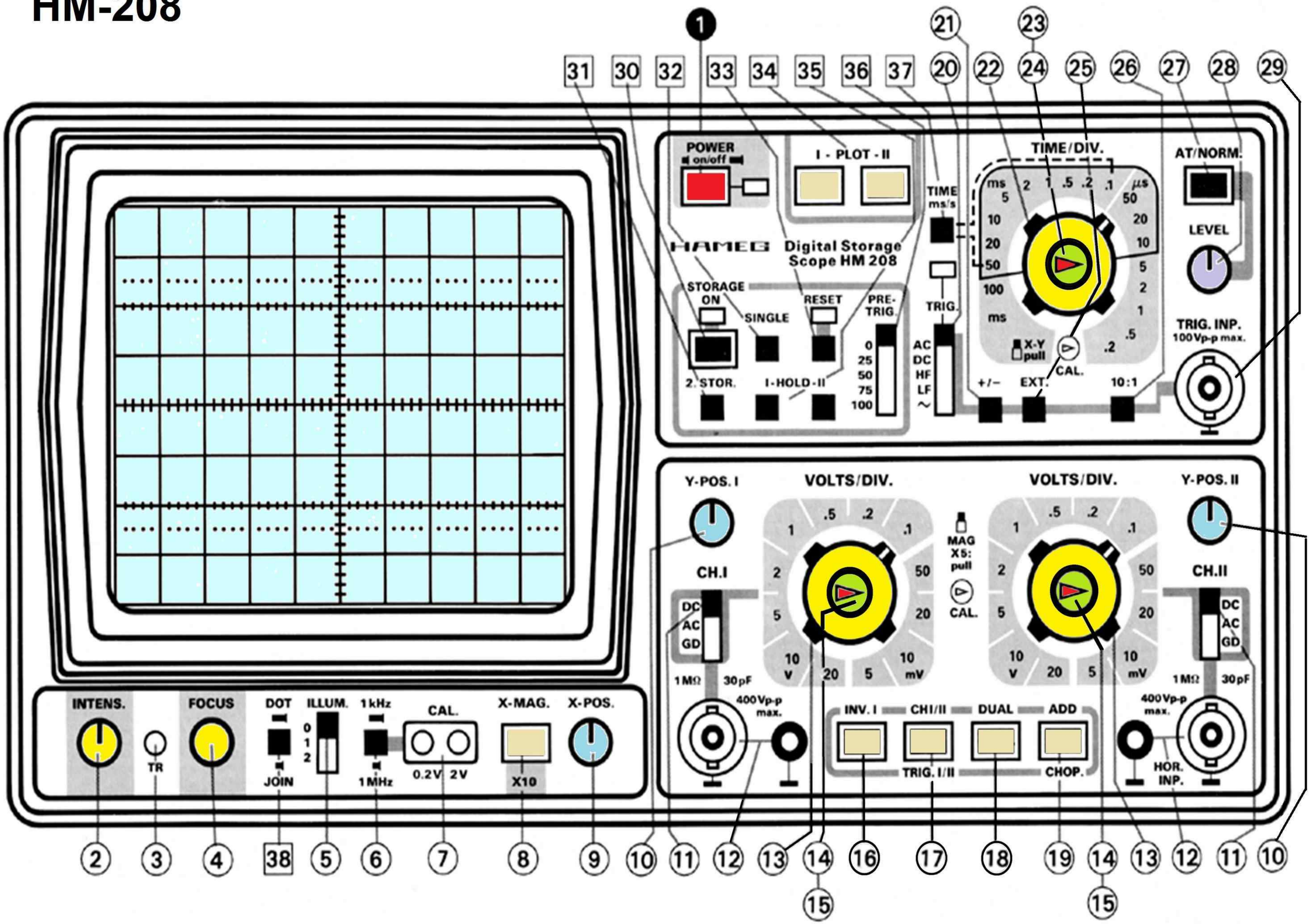

POWER
on/off
I - PLOT - II
HAMEG
Digital Storage
Scope HM 208
TIME/DIV.
AT/NORM.
TIME
ms/s
LEVEL
STORAGE
ON
SINGLE
RESET
PRE-
TRIG.
TRIG.
AC
DC
HF
LF
2. STOR.
I-HOLD-II
X-Y
pull
CAL.
+/−
EXT.
10:1
TRIG. INP.
100 Vp-p max.
Y-POS. I
VOLTS/DIV.
VOLTS/DIV.
Y-POS. II
CH.I
MAG
X5:
pull
CAL.
CH.II
DC
AC
GD
1 MΩ
30 pF
400 Vp-p
max.
INV. I
CHI/II
DUAL
ADD
TRIG. I/II
CHOP.
HOR.
INP.
INTENS.
FOCUS
DOT
ILLUM.
1 kHz
CAL.
X-MAG.
X-POS.
JOIN
1 MHz
0.2V 2V
X10

HM-208


POWER
on / off
I - PLOT - II
HAMEG
Digital Storage
Scope HM 208
STORAGE
ON
SINGLE
RESET
PRE-
TRIG.
2. STOR.
I-HOLD-II
TIME
ms/s
TRIG.
AC
DC
HF
LF
TIME/DIV.
X-Y
pull
CAL.
+/-
EXT.
10:1
AT/NORM
LEVEL
TRIG. INP.
100Vp-p max.
Y-POS. I
VOLTS/DIV.
CH.I
DC
AC
GD
1MΩ
30pF
400Vp-p
max.
MAG
X5:
pull
CAL.
VOLTS/DIV.
Y-POS. II
CH.II
INV. I
CHI/II
DUAL
ADD
TRIG. I/II
CHOP.
HOR.
INP
INTENS.
TR
FOCUS
DOT
JOIN
ILLUM.
1kHz
1MHz
CAL.
0.2V 2V
X-MAG.
X10
X-POS.

HAMEG HM-208

HM-208


POWER
on/off
I - PLOT - II
HAMEG
Digital Storage
Scope HM 208
STORAGE
ON
SINGLE
RESET
PRE-
TRIG.
2. STOR.
I-HOLD-II
0
25
50
75
100
TIME
ms/s
TRIG.
AC
DC
HF
LF
~
TIME/DIV.
ms
5
10
20
50
100
2
1
.5
.2
.1
µs
50
20
10
5
2
1
.5
.2
X-Y
pull
CAL.
+/−
EXT.
10:1
AT/NORM.
LEVEL
TRIG. INP.
100Vp-p max.
Y-POS. I
VOLTS/DIV.
CH.I
DC
AC
GD
1MΩ
30pF
400Vp-p
max.
MAG
X5:
pull
CAL.
INV. I
CHI/II
DUAL
ADD
TRIG. I/II
CHOP.
Y-POS. II
CH.II
HOR.
INP.
INTENS.
TR
FOCUS
DOT
JOIN
ILLUM.
0
1
2
1kHz
1MHz
CAL.
0.2V
2V
X-MAG.
X10
X-POS.