

T TECHNISCHE INFORMATIONEN

GRUNDIG
3-83

Das neue Meßoszilloskop MO 53
mit beispiellosen Meßmöglichkeiten.



**Jetzt mit
Diktiergeräte-Informationen**



Fachberichte aus dem Hause Grundig zur Electronic, Video- und Audiotechnik

H. F. ZWANZGER
L. BLOSS

Das GRUNDIG-Oszilloskop mit Zeitbereichsautomatik MO 53



Bild 1 Vorderansicht MO 53

1. Allgemeines

Wer das Angebot am Oszilloskopmarkt der letzten Jahre beobachtet hat, stellt fest, daß gerade auf diesem Sektor ein gewaltiger Innovationsprung zu verzeichnen war. Moderne Oszilloskope bieten Features, die noch vor kurzer Zeit Geräten einer jeweils höheren Preisklasse gut zu Gesicht gestanden hätten. Natürlich kommt diese Entwicklung nicht von ungefähr: Die Anforderungen des Marktes sind enorm gewachsen, neue Anwendungsgebiete werden erschlossen und die Oszilloskop-Anbieter und damit Mitbewerber wurden auch immer mehr. Dem Anwender kann es nur recht sein, denn Konkurrenz macht die Geräte preiswerter und – ganz bestimmt auf diesem Sektor – immer besser.

Mit dem neuen Oszilloskop MO 53 stellt jetzt GRUNDIG ein Meßgerät vor, das in der Summe seiner Eigenschaften neue Maßstäbe in der Oszilloskop-technik seiner Preisklasse setzt. Einmalig jedoch für ein Echtzeit-Oszilloskop ist seine Zeitbereichsautomatik, die dem Benutzer bei einer Vielzahl von Anwendungen eine große Bedienvereinfachung bringt. Auch wenn der Vergleich ein wenig hinkt – aber wer möchte heute bei modernen Multimetern noch auf die Bereichsautomatik verzichten? Wer beim Oszilloskop die Vorteile der automatischen Zeitbereichsumschaltung bei einfacheren Kontroll- und Routinemessungen, aber auch im Laborbereich erst einmal schätzen gelernt hat, möchte sie bestimmt nicht mehr missen.

Doch auch die anderen Eigenschaften des MO 53 sind bemerkenswert:

- Bandbreite 50 MHz (– 3 dB) bei einer Eingangsempfindlichkeit von 2 mV/cm bis 10 V/cm
- Zweikanalbetrieb wahlfrei Alternierend/Chopped/ $\pm Y_1 \pm Y_2$
- Verzögerungsleitung, dadurch Darstellungsmöglichkeit der triggenden Flanke
- Hauptzeitbasis »A« mit den Zeitbereichen 500 ms/cm bis 0,1 μ s/cm, schnellster Zeitbereich bei Dehnung $\times 10$: 10 ns/cm

- Bereichsumschaltung automatisch oder manuell. Bereichsanzeige über gut lesbare 7-Segment-LED's
- Der Dehnungsfaktor ist in die Bereichsanzeige eingerechnet
- Hold-off-Potentiometer zur sauberen Darstellung komplexer Signale
- Verzögerte, triggerbare zweite Zeitbasis »B« mit den Zeitbereichen 5 ms/cm bis 0,1 μ s/cm, schnellster Zeitbereich bei Dehnung: 10 ns/cm Bereichsumschaltung manuell, Bereichsanzeige wie bei Zeitbasis »A«
- Alternierende Zeitbasisdarstellung, d. h. Hauptzeitbasisdarstellung mit aufgehelltem Bereich der verzögerten Zeitbasis, alternierend mit verzögerter Zeitbasis. Die B-Zeitlinie läßt sich dabei mit dem ALT-SWEEP-SEP-Potentiometer in Y-Richtung von der A-Zeitlinie trennen.
- Triggerpegelautomatik, d. h. der Einstellbereich des Niveaupotentiometers (LEVEL) liegt stets innerhalb des angebotenen Signalpegels. Dadurch ist stabile Triggerung auch ohne Suchen des richtigen Triggerniveaus gewährleistet.
- TV-Triggerung mit Halbbildselektor oder Zeilentriggerung
- Alternierende Triggerung, d. h. Triggerung auf zwei voneinander frequenzunabhängige Signale bei alternierendem Zweikanalbetrieb
- Triggersignalweg wahlweise gleichspannungsgeschleift, wechelspannungsgeschleift oder mit eingeschleiftem Tiefpaß-(LF) oder Hochpaßfilter (HF)
- Einmalige Triggerung (Single Sweep)
- X/Y-Betrieb
- Helligkeitsgesteuerte Focusnachführung
- Beleuchtbares Innenraster
- Scharf zeichnende 12 kV-Röhre – mit 10 kV betrieben
- Beam-Finder zum schnellen Auffinden der weit außerhalb des Schirmbildes verschobenen Leuchtlinie

eindeutig und erklärt sich durch die Darstellung selbst. Im folgenden Abschnitt werden stattdessen einzelne Blöcke herausgegriffen und etwas detaillierter erläutert. Die Beschreibung der Blöcke bis zum Kanalschalter gilt sinngemäß für beide Y-Kanäle.

2.2.1 Abschwächersystem

Die Blöcke hochohmiger Vorteiler, Impedanzwandler, niederohmiger Teiler und schaltbarer Vorverstärker bilden zusammen das Abschwächersystem. Durch Kombination verschiedener Teiler- und Verstärkungsfaktoren werden die Ablenkkoeffizienten von 2mV/cm bis 10 V/cm erzielt. Zusammen mit der 1:2,5 Feineinstellung wird dieser Bereich lückenlos überstrichen.

Tabelle 1 zeigt, durch welche Kombinationen die verschiedenen Ablenkkoeffizienten erzielt werden.

Ablenk- koeffizient	Ab- schwächer hochohmig	nieder- ohmig	Relative Verstärkung schaltbarer Verstärker
2 mV/cm	1:1	1:1	10fach
5 mV/cm	1:1	1:2,5	10fach
10 mV/cm	1:1	1:5	10fach
20 mV/cm	1:1	1:1	1 fach
50 mV/cm	1:1	1:2,5	1 fach
100 mV/cm	1:1	1:5	1 fach
200 mV/cm	1:10	1:1	1 fach
500 mV/cm	1:10	1:2,5	1 fach
1 V/cm	1:10	1:5	1 fach
2 V/cm	1:100	1:1	1 fach
5 V/cm	1:100	1:2,5	1 fach
10 V/cm	1:100	1:5	1 fach

Tabelle 1

2.2.2 Hochohmiger Vorteiler

Das Abschwächersystem des MO 53 kommt im hochohmigen Eingangskreis mit nur drei Teilerstellungen aus. Erzielt werden hier die Teilerfaktoren 1:1, 1:10 und 1:100. Die Teiler 1:10 und 1:100 sind als frequenzkompensierte Widerstandsteiler ausgeführt. Deren Eingangsimpedanz beträgt 1 M Ω /25pF.

2.2.3 Impedanzwandler

Breitbandige Spannungsverstärkerstufen müssen mit niederem Quellwiderstand angesteuert werden, um die maximal mögliche Grenzfrequenz zu erzielen. Eingangswiderstände von 1 M Ω – wie in Oszilloskopen allgemein üblich – erfordern deshalb Impedanzwandler, um den hochohmigen Meßeingang anzupassen. Für diese Aufgabe ist prinzipiell ein Feldeffekttransistor in Drainschaltung (Sourcefolger) geeignet.

Gleichspannungsgekoppelte Verstärker wie auch im MO 53 würden wegen der geforderten Drifteigenschaften jedoch einen relativ teuren Dual Fet erfordern. Es ist daher üblich geworden, den Signalweg innerhalb des Impedanzwandlers in zwei korrespondierende Pfade aufzuteilen. Diese sind für ihre Teilaufgabe optimiert und trotz des geringfügig höheren Bauelementeaufwandes ist diese Lösung derzeit am wirtschaftlichsten. Der Grund dafür sind die stark gesunkenen Preise, auch für driftarme Operationsverstärker. **Bild 3** zeigt die Prinzipschaltung eines solchen Impedanzwandlers.

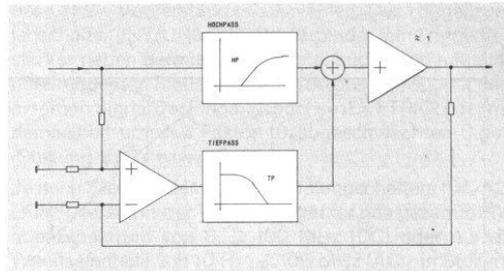


Bild 3 Prinzipschaltung des Impedanzwandlers

Das Meßsignal wird in einen hochfrequenten und in einen niederfrequenten Signalanteil aufgespalten, ausgewertet und an einem Summationspunkt wieder zusammengemischt. Die hierbei auftretenden prinzipiellen Amplitudenverläufe über die Frequenz sind in **Bild 4** dargestellt.

Die guten Drifteigenschaften dieser Anordnung erhält man dadurch, daß der niederfrequente Signalanteil über einen Operationsverstärker geführt wird, welcher mit dem gesamten Impedanzwandler einen geschlossenen Regelkreis bildet. Allein der Operationsverstärker bestimmt also die Drifteigenschaften des Impedanzwandlers, da sämtliche in der Gesamtschaltung auftretenden Driftspannungen ausgeregelt werden. Die denkbare Realisierung eines nach dem beschriebenen Prinzip arbeitenden Impedanzwandlers zeigt **Bild 5**.

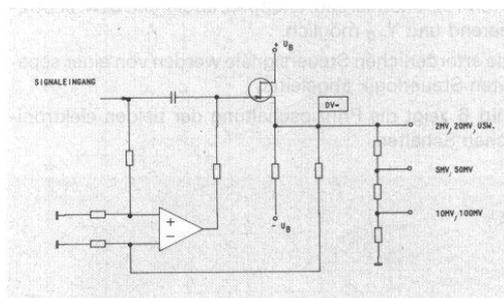


Bild 5 Mögliche Realisierung des Impedanzwandlers

2.2.4 Niederohmiger Teiler

Wird dafür Sorge getragen, daß der zuvor beschriebene Impedanzwandler keinen Gleichspannungsoffset aufweist, ist es möglich, danach einen weiteren Stufenteiler anzuordnen. Damit sind dann weitere Abschwächerstellungen möglich.

Sinnvoll ist dies, wenn der Innenwiderstand des Teilers so klein gewählt wird, daß das Teilverhältnis auch über die Frequenz unabhängig von exemplarbedingten ohmschen und kapazitiven Lastschwankungen bleibt. Sind diese Bedingungen erfüllt, so kann auf abgleichbare Frequenzkompensationen verzichtet werden.

Im MO 53 werden die 1. 2. 5. Abstufungen mit niederohmigen Teilern erzielt und allein damit **acht!** Abgleiche eingespart.

2.2.5 Schaltbarer Vorverstärker

Er ist das letzte Glied in der Kette des Abschwächersystems. Das bis dahin unsymmetrische Meßsignal wird

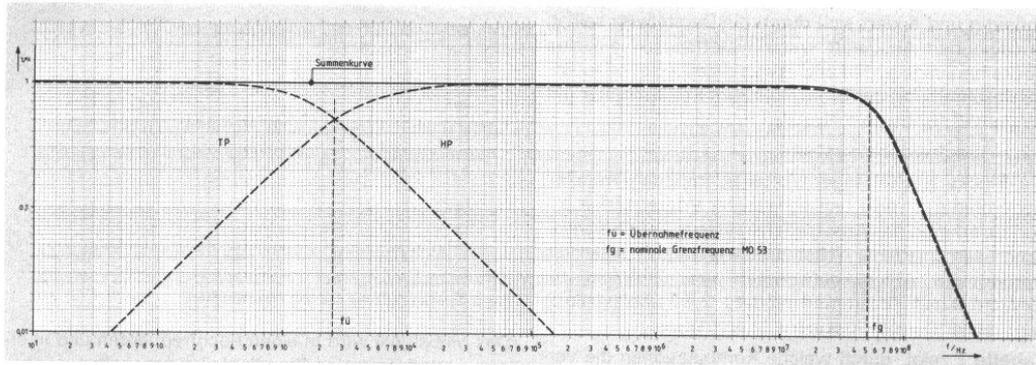


Bild 4 Mischung von NF- und HF-Signalanteil

hier symmetriert und in der Amplitude verstärkt. In den Teilerstellungen 10 mV/cm, 5 mV/cm und 2 mV/cm wird die Grundverstärkung um Faktor 10 angehoben. Bei gegebenem Verstärkungs – Bandbreite – Produkt sinkt die Grenzfrequenz dieser Stufe in den genannten Teilerstellungen. Damit die Grenzfrequenz des Gesamtverstärkers dennoch > 50 MHz bleibt, mußte die Grenzfrequenz des schaltbaren Verstärkers – und hier speziell die des Eingangskreises – entsprechend hoch angesetzt werden.

2.2.6 Elektronischer Schalter

Die identischen Vorverstärker Y_{-A} und Y_{-B} sind über je einen elektronischen Anlogschalter an den gemeinsamen Endverstärker gekoppelt. Hierbei sind die Betriebsarten Y_{-A} , alternierend, chopped, addierend bzw. subtrahierend und Y_{-B} möglich.

Die erforderlichen Steuersignale werden von einer separaten Steuerlogik abgeleitet.

Bild 6 zeigt die Prinzipschaltung der beiden elektronischen Schalter.

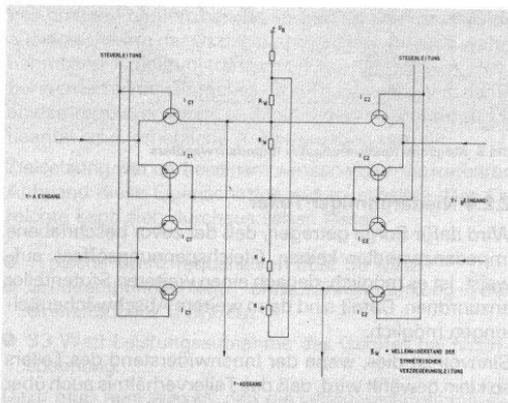


Bild 6 Prinzipschaltung elektronischer Schalter mit Abschlußnetzwerk

Jeweils zwei Differenzverstärkerpaare in Basisschaltung arbeiten auf ein gemeinsames Widerstandsnetz. Sein Innenwiderstand bleibt unabhängig vom Schaltzustand konstant, so daß es gleichzeitig als eingangsseitiger Abschluß für die Verzögerungsleitung dienen kann. Elektronische Schalter nach dem vorliegenden Arbeitsprinzip arbeiten extrem breitbandig und rückwirkungsfrei. Systembedingte Umschaltstörungen bleiben minimal,

da die mittlere Stromaufnahme während und nach dem Umschaltvorgang konstant bleibt.

2.2.7 Verzögerungsleitung

Mit Hilfe der Verzögerungsleitung wird das Y-Signal um ca. 100 nsec verzögert. Damit wird es trotz vorhandener Signallaufzeit im Triggersignalweg möglich, die auslösende Flanke z.B. einer Sprungfunktion sichtbar zu machen.

Aufgebaut ist die Verzögerungsleitung aus gegenläufig gewendelten Leiterpaaren auf PE-Kern. Sie ist symmetrisch und hat einen Wellenwiderstand von 115 Ω .

2.2.8 Ablenkendstufen

X- und Y-Ablenkendstufen müssen relativ große Signalamplituden bereitstellen. Die Ablenkung des Elektronenstrahls erfolgt elektrostatich, der Verstärker wird daher im Ruhezustand nicht belastet. Bedingt durch die Kapazität von Ablenkplatten, den Zuleitungen sowie sonstiger zusätzlicher Schalkapazitäten tritt jedoch im geforderten Arbeitsfrequenzbereich eine beträchtliche dynamische Belastung in Form von Umladungsarbeit auf.

Die Ablenkendstufen müssen selbstverständlich so dimensioniert sein, daß sie die zu erwartende Blindleistung aufbringen können.

In der Vergangenheit wurde dies dadurch erreicht, daß die Ablenkendstufen entsprechend niederohmig ausgelegt wurden. Das Ergebnis waren relativ hohe Verlustleistungen, die sich auch durch Kompensation der kapazitiven Last mit Drosselspulen nur schwer auf ein vernünftiges Maß reduzieren ließen. Solche Schaltungskonzepte erforderten teure, hochbelastbare Transistoren, die obendrein nur durch zusätzliche Kühlkörper im zulässigen Arbeitstemperaturbereich gehalten werden konnten.

Leider sind Kühlkörper auch nicht problemlos, da sie die kapazitive Belastung weiter erhöhen. Im Oszilloskop MO 53 wurde das Problem durch Einsatz aktiver Schaltungskonzepte gelöst. Gemeinsames Merkmal solcher Schaltungskonzepte sind die drastisch reduzierten Ruhestrome und die damit verbundene deutliche Absenkung der Verlustleistung in den Ablenkendstufen. Wie eine solche Schaltung realisiert werden kann, zeigt Bild 7. Dort ist ein Zweig der an und für sich symmetrischen X-Ablenkendstufe dargestellt.

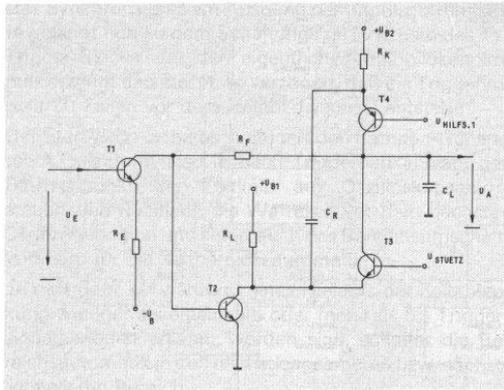


Bild 7 Prinzipschaltung der X-Endstufe

Die Schaltung enthält keinen Außenwiderstand im klassischen Sinne mehr. Dieser wurde vielmehr durch eine Stromquelle T 4 (Aktivlast) ersetzt, deren geringer Ruhestrom zusammen mit dem Parallelgegenkopplungswiderstand R_f die positive Aussteuerungsgrenze bestimmt. Da R_f weitgehend von der Lastkapazität C_L entkoppelt ist, sind für einen akzeptablen Frequenzgang relativ große Werte erlaubt. Im MO 53 beträgt deren Wert für $R_f = 33 \text{ k}\Omega$. Dies entspricht dem 4,4-fachen Wert eines sonst üblichen Außenwiderstandes!

Der Ausgangskreis T 3, T 4 stellt dynamisch eine Komplementär-Endstufe dar, da die Stromquelle über den Kondensator C_R eine wechselstrommäßige Ansteuerung erhält. T 4 ist dadurch in der Lage, kurzzeitig große Ladeströme für die Lastkapazität zu liefern. Dies versteilt positive Impulsflanken und erklärt unter anderem auch die ausgezeichneten HF-Eigenschaften dieser Schaltung.

Ähnlich arbeitet auch die Y-Endstufe des MO 53. Unterschiede ergeben sich unter anderem durch den erheblich erweiterten Arbeitsfrequenzbereich von ca. 80 MHz. Selbstverständlich sind hier niederohmiger Dimensionierungen als im X-Verstärker erforderlich. Auch auf die dort benutzte »über-alles-Gegenkopplung« wurde aus Stabilitätsgründen verzichtet. Dennoch ergeben sich im Vergleich mit bisherigen Schaltungen auch hier die bereits geschilderten Vorzüge.

2.3 Zeitablenkung, Triggerschaltung

Die Gebrauchstüchtigkeit eines Oszilloskops hängt ganz wesentlich von seinen Triggereigenschaften ab. Schließlich lassen sich nur sauber »stehende« Oszillogramme auswerten – das gilt natürlich besonders für komplexe Signale. Ein Oszillogramm steht dann, wenn der Rampengenerator – bezogen auf das Meßsignal – zum richtigen Zeitpunkt ausgelöst wird, eine Sägezahnspannung erzeugt und nach einer ganz bestimmten Wartezeit (»Hold-off-Zeit«) auf Bereitschaft schaltet, um von der nächsten Triggerflanke erneut an derselben Stelle des Meßsignals ausgelöst zu werden.

Dazu ist zunächst nötig, daß das Triggersignal genügend hoch verstärkt wird. Das geschieht bei interner Triggerquelle in der Y-Vorstufe und dann im Triggerverstärker. Mit dem Triggerquellenschalter (CH 1/BOTH/CH 2) läßt sich bei interner Triggerkopplung (»INT«) zwischen dem Signal des CH 1 - Vorverstärkers, der Endstufe und dem

des CH 2 - Vorverstärkers auswählen. Der Triggerquellenschalter (INT/LINE/EXT/10) verbindet den Triggerverstärker neben dem internen Signal auch noch mit einer netzfrequenten Sinusspannung (Stellung LINE), mit dem externen Signal der Eingangsbuchse »EXT TRIG« oder mit demselben um den Faktor 10 abgeschwächten Signal (Stellung »EXT« bzw. »EXT/10«).

Je nach Stellung des Triggerkopplungschalters (DC/AC/LF/HF) verstärkt der Triggerverstärker das gesamte Frequenzspektrum von $0 \dots \geq 100 \text{ MHz}$ (DC) oder nur die Wechselanteile von $10 \text{ Hz} \dots \geq 100 \text{ MHz}$ (AC); in Stellung »LF« ist ein Tiefpaßfilter mit einer 3 dB Bandbreite von 10 kHz, bei »HF« ein Hochpaßfilter mit einer Bandbreite von 8 kHz wirksam.

Der Ausgang des Triggerverstärkers steuert (siehe Blockschaltbild **Bild 8**) parallel vier Schaltungsteile an: Den Schmitt-Trigger der Hauptzeitbasis A, den Schmitt-Trigger der 2. Zeitbasis B, die TV-Triggerschaltung und die Triggerpegelautomatik.

Die Triggerpegelautomatik besteht im wesentlichen aus zwei Spitzenwertgleichrichtern (**Bild 9**). Der erste (T 1) erzeugt ein Gleichspannungsniveau, das dem positiven Scheitelwert, der andere (T 2) erzeugt ein Gleichspannungsniveau, das dem negativen Scheitelwert des Triggersignals entspricht.

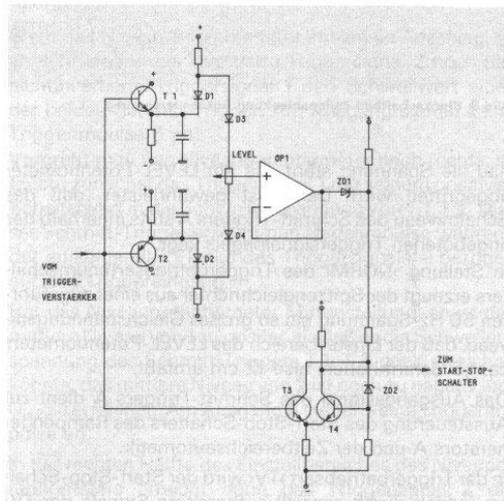


Bild 9 Schaltung der Triggerpegelautomatik in Stellung »AUT«.

Die Dioden D 1 bzw. D 2 kompensieren die Basis-Emitterspannungen der Transistoren T 1 und T 2. Zwischen der Anode von D 1 und der Katode von D 2 steht also eine Spannung, die in der Betriebsart »AUT« genau dem Spitze-Spitze-Wert des Triggersignals entspricht. Vermindert um die Flußspannungen der Schottky-Dioden D 3, D 4 liegt somit zwischen den Anschlüssen des Niveau-Potentiometers (LEVEL) eine Gleichspannung an, die stets kleiner ist als das aktuelle Triggersignal.

Die am Schleifkontakt des LEVEL-Potentiometers anstehende Spannung gelangt zum Impedanzwandler (OP 1) und wird durch ZD 1 um eben deren Zenerspannung im Niveau angehoben.

Der Schmitt-Trigger A, (in **Bild 9** bestehend aus T 3, T 4, ZD 2) ist so dimensioniert, daß an der Basis von T 4 ge-

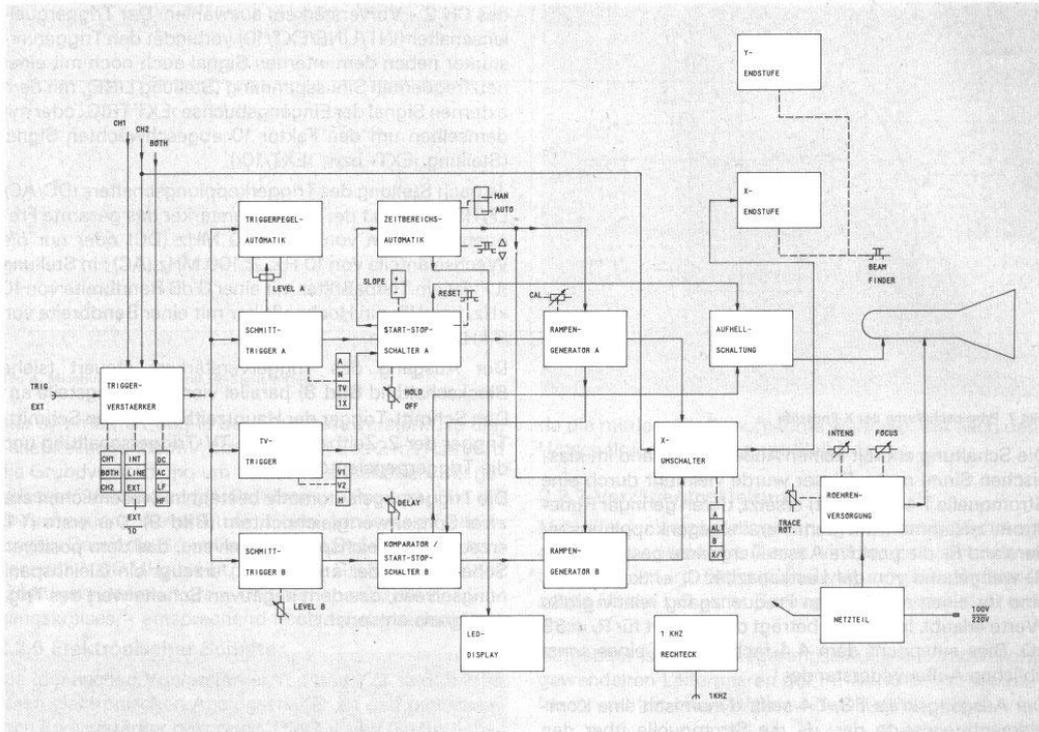


Bild 8 Blockschaltbild Zeilenablenkung/Röhrenversorgung

nau die Spannung steht, die am LEVEL-Potentiometer abgegriffen wird. Damit ist gewährleistet, daß das Schaltniveau des Schmitt-Triggers A stets innerhalb des angebotenen Triggersignalpegels liegt.

In Stellung »NORM« des Triggerbetriebsartenschalters erzeugt der Spitzengleichrichter aus einer zugeführten 50 Hz-Spannung ein so großes Gleichspannungsniveau, daß der Einstellbereich des LEVEL-Potentiometers ca. 1,5 Schirmhöhen, also 12 cm umfaßt.

Das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers A dient zur Aussteuerung des Start-Stop-Schalters des Rampengenerators A und der Zeitbereichsautomatik.

In der Triggerbetriebsart »TV« wird der Start-Stop-Schalter jedoch durch speziell aufbereitete Signale der TV-Triggerschaltung ausgelöst.

Wie Eingangs bereits erwähnt, kommt im MO 53 ein Halbbildselektor zum Einsatz, der es erlaubt, gezielt auf das erste oder zweite Halbbild eines normgerechten Videosignals zu triggern. Der Triggerzeitpunkt liegt dabei 20 Zeilen vor dem jeweiligen Halbbildwechsel.

Erstmals wurde hier eine Schaltung verwirklicht, die eine beliebige Videosignalarität akzeptiert und automatisch den richtigen Triggerimpuls zur Rampenauslösung erzeugt (Bild 10).

Das Videosignal durchläuft zunächst einen Verstärker »V«, der einen besonderen Eingang zum Umschalten der Polarität besitzt: High am Eingang P bewirkt invertierende Verstärkung, Low nichtinvertierende Verstärkung. Danach durchläuft das FBAS-Signal die Impulsabtrennstufe, die das Synchronsignal vom Zeileninhalt trennt.

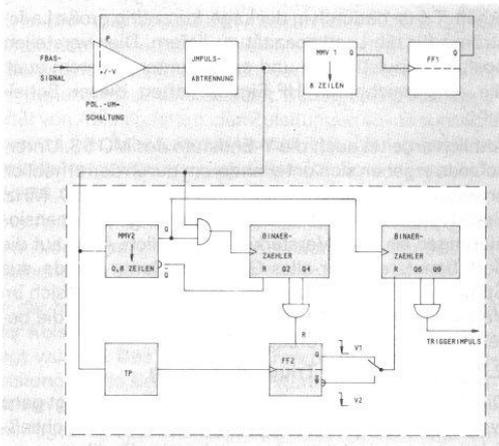


Bild 10 TV-Triggerschaltung

Diese Schaltung kann naturgemäß nur richtig arbeiten, wenn das FBAS-Signal mit richtiger Polarität an der Impulsabtrennstufe anliegt. Sollte dies nicht der Fall sein, erhält der monostabile Multivibrator MMV 1 zumindest im Bereich der Vertikalaustattung keine Eingangsflanken. Sein Ausgang Q fällt nach 8 Zeilen ab, seine negative Ausgangsflanke steuert das Flip-Flop FF 1 an, dessen Ausgang Q ändert seinen Zustand und veranlaßt den Verstärker V, die Polarität zu wechseln. Ab diesem Zeitpunkt arbeitet die Impulsabtrennstufe sauber, das Synchronsignal liegt an MMV 1 an, dessen Ausgang nun nicht mehr abfällt und den Betriebszustand von »V« stabil hält.

Das Synchronsignal am Ausgang der Impulsabtrennstufe gelangt nun zu dem Schaltungsteil innerhalb des TV-Trigger-Blocks, der den eigentlichen Halbbildkennimpuls erzeugt und diesen so verzögert, daß ein Triggerimpuls 20 Zeilen vor dem Halbbildwechsel entsteht.

Der Start-Stop-Schalter A steuert den Rampen-Generator A, bestimmt also je nach Triggerflankenwahl den Startzeitpunkt der Zeitlinie am Oszilloskopschirm, steuert den Rücklauf, die Wartezeit vor dem nächsten Sägezahnbeginn und liefert auch das Bereichsumschaltkriterium für die Zeitbereichsautomatik.

Je nachdem, ob während eines Hinlaufs der Zeitablenkung weniger als eineinhalb oder mehr als $5\frac{1}{2}$ Triggerimpulsperioden erkannt worden sind, schaltet die Bereichsautomatik in den nächstlangsameren bzw. nächst-schnelleren Bereich.

Herzstück der Bereichsautomatik sind zwei 5-Bit-BCD-Vor-Rückwärtszähler; einer für die Hauptzeitbasis, einer für die verzögerte Zeitbasis. Der Zähler der zweiten Zeitbasis ist so verschaltet, daß er nie einen langsameren Bereich einnimmt als die Hauptzeitbasis. Steht die Hauptzeitbasis im schnellsten Zeitbereich ($0,1 \mu\text{s}/\text{cm}$), so kann man also die zweite Zeitbasis in ihrem Bereich nicht mehr verändern!

Der Start-Stop-Impuls der ersten Zeitbasis gelangt zur Aufhellungsschaltung, die dessen Amplitude auf 55 V vergrößert, auf Wehnelt-Niveau bringt (-1000 V) und damit die Bildröhre hell- bzw. dunkelsteuert.

Der zweite Rampengenerator B wird durch den Komparator/Start-Stop-Schalter angesteuert. In der Betriebsart »Start after Delay« vergleicht der Komparator die Sägezahnspannung des Rampengenerators »A« mit einer durch das »DELAY«-Potentiometer vorgegebenen Gleichspannung. Erreicht die Sägezahnspannung dieses Gleichspannungsniveau, startet der Rampengenerator B und leitet seine Sägezahnspannung dem X-Umschalter zu, der je nach Betriebsart alternierend mit der Rampe der Hauptzeitbasis oder nur die Rampe der 2. Zeitbasis zur X-Endstufe durchschaltet.

In der getriggerten Betriebsart der zweiten Zeitbasis kommt eine Schaltung zum Einsatz, die es erlaubt, mit einem Niveaupotentiometer sowohl die ansteigende als auch die abfallende Flanke zur Triggerung zu erfassen, ohne eigens die Triggerpolarität umschalten zu müssen. Im Blockschaltbild ist dieser Schaltungsteil mit Schmitt-Trigger B gekennzeichnet.

2.3.1 Schaltungsbeschreibung

Ein Gegentakt-Triggerverstärker arbeitet mit seinem nichtinvertierenden Ausgang auf einen Schmitt-Trigger (T 1, T 2), dessen Schaltspannung auf positivem Niveau liegt und mit seinem invertierenden Ausgang auf einen Schmitt-Trigger (T 3, T 4), dessen Schaltspannung auf negativem Niveau liegt.

Gleichspannungsmäßig sind die Schmitttrigger-Eingänge durch C 1, C 2 vom Triggerverstärker entkoppelt. Das mittlere Niveau von 1 und 2 wird also durch das Niveaupotentiometer R 2 bestimmt.

Beide Schmitt-Trigger-Ausgänge arbeiten auf denselben Lastwiderstand (R 14, R 15); das Differenzglied C 3, R 16, D 1, ZD 3 erzeugt Nadelimpulse im TTL-Pegel zum Zeitpunkt der negativen Ausgangsflanken.

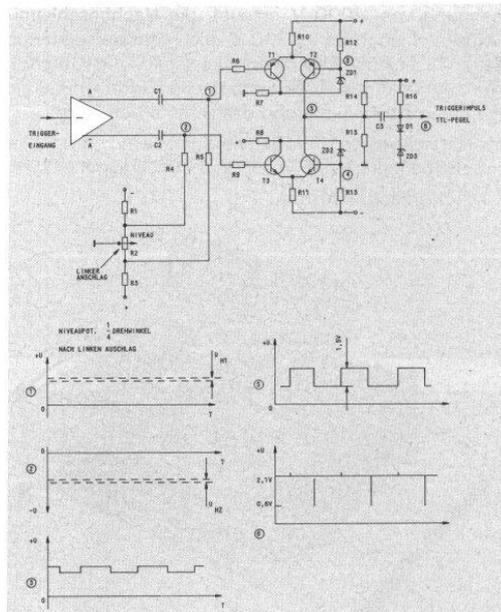


Bild 11 Schmitt-Trigger B mit Impulsdiagrammen.

Steht das Niveau-Potentiometer am linken Anschlag, so erreicht weder das invertierte Triggersignal 2 noch das nichtinvertierte Triggersignal 1 den Schwellwert eines der beiden Schmitt-Trigger. Am Ausgang stehen keine Triggerimpulse 6 an.

Verdreht man das Niveaupotentiometer nach rechts, so taucht zunächst das Triggersignal 1 mit seinem positiven Scheitelwert in die Schwellenspannung von T 1, T 2. Dieser Schmitt-Trigger erzeugt nun Nadelimpulse während der ansteigenden Flanke des Triggersignals – bezogen auf den Triggereingang.

Hat das Niveaupotentiometer Mittenstellung, so ist das mittlere Niveau von 1 zu positiv, als daß es die Schwellenspannung des Schmitt-Triggers T 1, T 2 noch erreichen könnte, das mittlere Niveau von 2 ist noch zu negativ, um U_{H2} zu erreichen. Am Ausgang 6 stehen keine Triggerimpulse an.

In der rechten Hälfte des Einstellbereiches des Niveaupotentiometers erreicht dann das Triggersignal 2 die Schwellenspannung von T 3, T 4; dieser Schmitt-Trigger erzeugt dann am Ausgang 6 Nadelimpulse zum Zeitpunkt der abfallenden Flanke des Triggersignals am Triggereingang.

2.3.2 Vorteile dieser Schaltungsanordnung:

Der Flankenwahlschalter kann entfallen; es muß durch die Umschaltung nicht in den Signalweg eingegriffen werden. Besonders einfache Bedienung – wenig Platzbedarf auf der Frontplatte.

Das Blockschaltbild (Bild 2) enthält noch einen TTL-1 kHz-Generator, dessen Ausgangssignal an der Frontplatte herausgeführt ist.

Mit diesem Signal werden Tastköpfe abgeglichen.

Die Versorgung der Oszilloskopröhre mit ihren verschiedenen Elektrodenspannungen besorgt der Block »Röhrenversorgung«. In ihm werden die stabilisierte Katoden-

spannung von -1000 V erzeugt, die Nachbeschleunigungsspannung von +9000 V, die Focussierspannung (Gitter 3), die erste Beschleunigungsspannung (Gitter 2), die Astigmatismuskorrekturspannung (Gitter 4) und die Spannung zur Minimierung des Geometriefehlers.

Das Netzteil versorgt alle Schaltungsteile mit den stabilisierten Spannungen +5 V, ±15 V, ±50 V und mit +120 V.

3. Mechanischer Aufbau

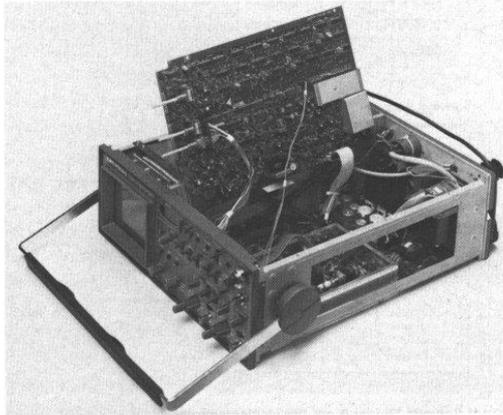


Bild 12 Innenansicht des MO 53

Die elektrische Schaltung ist im wesentlichen auf 4 zweiseitig-kupferkaschierten Leiterplatten untergebracht: eine große »untere« Leiterplatte, auf der Y-Verstärker, Netzteil, Röhrenversorgung und Aufhellerschaltung angeordnet sind, eine fast ebensogroße »obere« Leiterplatte mit Zeitablenkschaltung, Zeitbereichsautomatik, eine »Bedienplatte«, die hinter der Frontplatte montiert ist und alle Bedienelemente, Teile des Triggerverstärkers und die TTL-Logik zur Kanalumschaltung enthält sowie die »Endstufenplatte«, bestückt mit X- und Y-Endstufe, die räumlich unter dem Bildröhrensockel angeordnet ist.

Alle Leiterplatten haben einen zweiseitig angebrachten Montagedruck, der Servicearbeiten ganz wesentlich erleichtert. So ist jeder Schaltungspunkt auf der oberen-, unteren- und Endstufenplatte im eingeschalteten Zustand ganz einfach aufzufinden und gut zugänglich.

Die Leistungsaufnahme des MO 53 ist mit typisch 35 W so gering, daß der Gehäusemantel zur Wärmeabfuhr nicht mehr perforiert werden mußte; ein wichtiger Gesichtspunkt, da – wie schon erwähnt – Fremdkörper nicht mehr durch den Gehäusemantel ins Geräteinnere fallen können!

4. Bedienungshinweise:

Das Oszilloskop MO 53 ist ein in seinen Eigenschaften so komplexes Meßgerät, daß es sich lohnt, etwas näher auf dessen richtige Einstellung und die Folgen nicht ganz sachgemäßer Bedienung einzugehen.

Im Umgang mit dem Intensitätseinsteller kann man bei eingeschalteter Zeitbasis (also nicht x/y-Betrieb) eigentlich nichts falsch machen: Angst vor eingebrannter Leuchtlinie auf dem Röhrenschirm ist nicht angebracht, weder die Katodenbelastung bei maximaler Helligkeit noch die Leuchtschirmbelastung erreichen Werte, die langfristigen Betrieb gefährden.

Erstaunlicherweise sind es nämlich gerade Röhren mit

geringer Beschleunigungsspannung von 1...2 kV, deren Leuchtschirme zum Einbrennen neigen. Die Röhre des MO 53 hat jedoch einen metallhinterlegten Leuchtschirm und wird mit 10 kV Nachbeschleunigungsspannung betrieben. Sehr viel höher aber ist die Leuchtschirmbelastung bei x/y-Betrieb, großer Helligkeit und nicht angelegtem X- und Y-Signal. Das ergibt am Schirm nämlich bei entsprechender Focussierung einen eng begrenzten Leuchtpunkt, der über längere Zeit gesehen die Leuchtschicht schon gefährden kann.

Der MO 53 besitzt wie bereits erwähnt, eine hellkeitsgesteuerte Focusnachführung, d.h. der einmal scharf eingestellte Strahl braucht bei veränderter Intensitätseinstellung praktisch nicht mehr nachfocussiert werden.

Da neben dem focussteuernden Kriterium – die Helltastspannung zwischen Wehnelt und Katode – auch noch der mittlere Katodenstrom die Focusspannung beeinflusst, wird die Strahlschärfe – wie bei allen vergleichbaren Geräten mit »Focusautomatiken« auch – bei geänderter Hold-off-Einstellung oder kraß verringerter Wiederholfrequenz des Meßsignals bei gleichem Zeitbereich deutlich beeinflusst.

Der Beam-Finder-Taster hilft dem Anwender nach dem Einschalten des Gerätes die Leuchtlinie schnell zu finden, d.h. Fehleinstellungen des Gerätes rasch und gezielt zu beheben. Nun kann der Leuchtschirm deshalb dunkel sein, weil der Intensitätseinsteller am linken Anschlag steht, weil die Triggerung der Zeitbasis aus irgend einem Grund nicht arbeitet (in Betriebsart »Norm«), oder die Y- und/oder X-Verschiebepotentiometer am Anschlag stehen.

Bei manchen Vergleichsgeräten wirkt der Beam-Finder so, daß zwar der Aussteuerbereich der X- und Y-Endstufen eingengt wird, aber zusätzlich die Zeitablenkung bei nicht getriggertem Betrieb ausgelöst wird. Hinterher weiß man aber immer noch nicht, ob man nur die Verschiebepotentiometer richtig einstellen oder auch noch für Triggerung sorgen muß.

Im Oszilloskop MO 53 engt deshalb der Beam-Finder nur den Aussteuerbereich der Endstufen ein. Sieht man dann noch immer keine Leuchtlinie, weiß man, daß man entweder die Triggerpegelautomatik einschalten (»AUT«), oder in Stellung »NORM« mit dem LEVEL-Potentiometer das richtige Triggerniveau suchen muß.

Vorausgesetzt wird allerdings, wie bei anderen Geräten auch, daß man das INTENS-Potentiometer auf hell gestellt hat.

Mit dem TRACE-ROT-Steller wird die Zeitlinie genau parallel zu den horizontalen Linien des Innenrasters ausgerichtet. Dies wird zwar schon im Werk gemacht, doch können z.B. Erdmagnetfeldeinflüsse am Einsatzort des Gerätes eine Nachjustierung nötig machen.

Das an der Frontplatte herausgeführte 1 kHz-Kalibrierrechteck ist nicht dazu geeignet, die Y-Verstärkung oder den Zeitmaßstab nachzuprüfen. Dazu wären mehrere Amplituden- und Frequenzabstufungen nötig.

Vielmehr dient die Rechteckspannung dazu, Taster auf die Eingangsimpedanz der Y-Eingänge anzupassen. Ungewohnt für ein Oszilloskop ist die Art der Zeitbereichsumschaltung beim MO 53. Nicht nur, daß in einer Vielzahl von Anwendungen die Zeitbereichsautomatik die Umschaltung übernimmt, gestaltet sich auch die ma-

nuelle Bereichsumschaltung besonders einfach: Kurzes Antippen der entsprechenden Fortschalt-Tasten verändert den Zeitbereich jeweils eine Stufe schneller oder langsamer und schaltet auch gleichzeitig auf manuellen Betrieb um (LED »MAN« leuchtet). Längeres Drücken der Fortschalttasten bewirkt rasches Weiterschalten in die jeweilige Richtung. Dabei wird in der Zeitbasisbetriebsart »A« (Hauptzeitbasis) im Display-Fenster der aktuelle Zeitbereich der ersten – in den Betriebsarten »ALT« und »B« der Zeitbereich der zweiten Zeitbasis angezeigt.

Bemerkenswert ist, daß bei Dehnung der Zeitlinie (x10) zwar die LED »x10« aufleuchtet, der Dehnungsfaktor aber nicht mehr in die Bereichsanzeige eingerechnet werden muß. Sie zeigt stets den wirklichen Zeitmaßstab an. Vorsicht geboten ist nur, wenn die Zeitbasis-LED »A« blinkt: dann steht nämlich das cal-Potentiometer nicht am rechten Anschlag – die Zeitbasis A ist ungeeicht.

Der MO 53 besitzt einen »HOLD-OFF«-Steller. Mit ihm läßt sich die Wartezeit des Rampengenerators A in den Bereichen 20 ms/cm bis 0,1 μ s/cm mindestens drei mal länger darstellen, als der jeweilige Hinlauf des Leuchtpunktes selbst dauert.

In manchen Bereichen jedoch (100, 200 und 500 μ s/cm) ist der relative Einstellbereich des Hold-off-Potentiometers sehr viel größer. Beim Betrachten eines normalen periodischen Signals wirkt sich das jedoch als drastische Helligkeitsverminderung des Oszillogramms aus.

Erscheint einem also bei normalem Betrieb das Oszillogramm auch bei ganz aufgedrehtem Intensitäts-Potentiometers zu dunkel, liegt es sicher an falsch eingestellter Hold-off-Zeit.

Der Sinn des Hold-off-Potentiometers zeigt sich erst bei komplexen Impulsfolgen, Burst-Signalen, amplitudenmodulierten Spannungen, Doppelimpulsen usw.

Fällt nämlich beim Triggern auf eine solche Doppelimpulsfolge bei normal eingestellter Haltezeit deren Ende in den Zeitraum zwischen der Soll-Triggerflanke des ersten Impulses und der gleichen Flanke des zweiten Impulses, so startet die nächste Zeitablenkung bei eben diesem zweiten Impuls mit dem Erfolg, daß das Oszillogramm nicht »steht« (**Bild 13**). Da hilft dann keine noch so feinfühligere Einstellung des Triggerniveau-Potis. Erst das Verlängern der Wartezeit (»Hold-off«) über den zweiten Impuls hinaus bringt dann ein sauberes Oszillogramm (**Bild 14**).

Zusammen mit der zweiten Zeitbasis in der Betriebsart »ALT« kann bei falsch eingestelltem »Hold-off« aber auch der verblüffende Fall eintreten, daß zwar das Oszillogramm sauber getriggert erscheint (**Bild 15**), jedoch offensichtlich der aufgehellte Bereich auf der Zeitlinie der Hauptzeitbasis nicht mit der gedehnten Darstellung der Zeitbasis B (zweite Zeitlinie von oben in **Bild 15**) übereinstimmt.

Dabei ist es belanglos, ob die zweite Zeitbasis nur verzögert (Start after Delay) oder getriggert betrieben wird. Auch hier sollte man nicht gleich an einen Reparaturfall glauben, sondern in gleicher Weise wie oben beschrieben die Hold-off-Zeit verstellen. Der Erfolg zeigt sich in **Bild 16**, aufgehellter Bereich und gedehnte Darstellung stimmen überein.

Zu erklären ist dieser Effekt mit der alternierenden Darstellung der zwei Zeitlinien: Zu Beginn der Hauptzeitba-

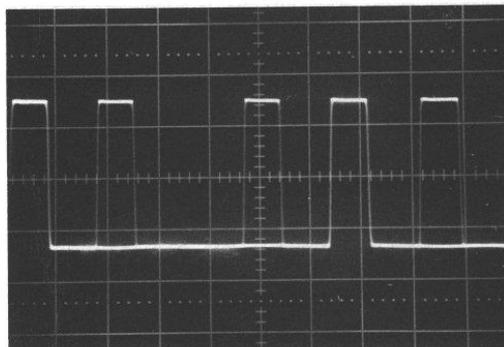


Bild 13 Richtige HOLD – OFF – Zeit

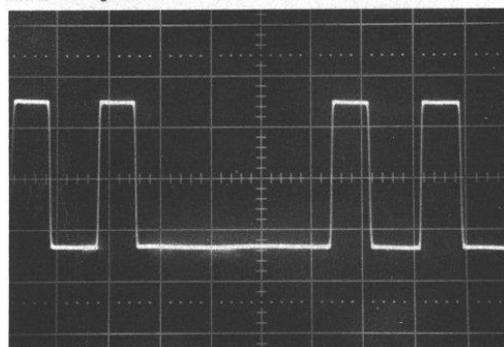


Bild 14

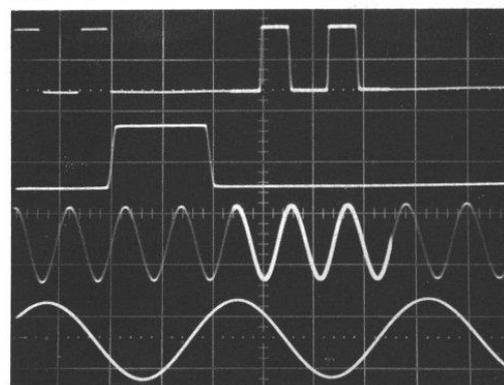


Bild 15

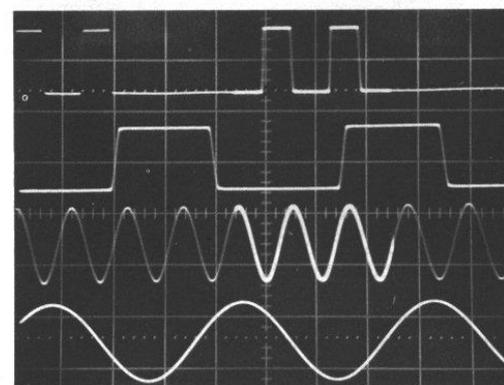


Bild 16

sisdarstellung (obere Zeitlinie) liegt der Triggerzeitpunkt richtig, die Zeitlinie wird geschrieben und nach der Verzögerungszeit der zweiten Zeitbasis aufgehellt – soweit ganz richtig. Das Ende der Haltezeit fällt aber zwischen die zwei Impulse, die erste Zeitbasis startet beim nächsten Hinlauf falsch. Man sieht es nur nicht, weil jetzt lediglich der aufgehellte Bereich gedehnt dargestellt wird. Der liegt jetzt zeitlich aber anders als bei der oberen Zeitlinie und sieht deshalb auch gedehnt anders aus. Der nächste Startzeitpunkt der Hauptzeitbasis liegt wieder richtig – der Zyklus wiederholt sich.

Weit verbreitet ist die Meinung, die Triggerschaltung eines Oszilloskops sei umso besser, je kleiner die Amplitude des kleinsten gerade noch triggernden Signals sei. Das wäre vielleicht richtig, wenn man es stets mit sauberen, unverrauschten und ungestörten Meßsignalen zu tun hätte. Leider ist dem nicht so, schon gar nicht bei Signalen im Millivoltbereich.

Ein Oszilloskop, dessen Triggerschaltung eine Ansprechschwelle von z.B. 1 mm Signalamplitude am Schirm hat, wäre dann im 2 mV/cm-Bereich nicht mehr in der Lage ein Sinussignal sauber zu verarbeiten, dem ein Rauschanteil von 200 μ V Spitze-Spitze überlagert ist – das sind je nach Rauschart und Häufigkeit auftretender Spannungsspitzen max. 30 μ V effektiv! Überhaupt kommt es viel häufiger vor, daß man in irgendeiner Form gestörte Signale betrachten will, als daß man auf eine sehr kleine Wechselspannung triggern muß. Beim MO 53 wurde deshalb eine Ansprechschwelle von ca. 4 mm für niederfrequente Signale bis zu 1 cm für eine 50-MHz-Wechselspannung gewählt.

Viel Wert wurde auf vielseitige Triggerbetriebsarten gelegt. Die Triggerpegelautomatik (Stellung »Aut«) sorgt dafür, daß bei normalen Meßsignalen mit nicht zu hohem Scheitelfaktor und Amplituden > 1 cm in jeder Stellung des LEVEL-Potentiometers die Zeitablenkung sauber triggert. Da die Triggerpegelautomatik nur Frequenzen > 10 Hz verarbeiten kann, empfiehlt es sich, den Triggerkopplungsschalter auf »AC« zu stellen. Ein eventuell vorliegender Gleichspannungsoffset kann so die Triggerfunktion nicht stören.

Die Stellung »NORM« des Triggerbetriebsartenschalters empfiehlt sich bei allen etwas heikleren Meßsignalen, die eine feinere Triggerniveau-Einstellung erfordern. Das Level-Potentiometer überstreicht dabei einen Bereich von ca. 12 cm am Leuchtschirm – also eineinhalb Schirmhöhen.

In Stellung »DC« des Triggerkopplungsschalters ist zu beachten, daß bei wirksamer Triggerquelle »CH 2« die Verschiebepotentiometer die Triggerung nicht beeinflussen können, ein eingangsseitiger Gleichspannungsoffset jedoch eine andere Stellung des LEVEL-Potentiometers erfordert.

Anders bei eingeschalteter Triggerquelle »BOTH«: Hier wird das Triggersignal nach der Kanalzusammenführung, also vor der Y-Endstufe abgezweigt. Praktisch bedeutet das, daß die Y-Verschiebepotentiometer den Triggereinsatzpunkt am Schirm nicht mit verändern – es ist also möglich, das Meßsignal quasi aus dem Triggerpegel herauszuschieben (in Stellung »DC«) und damit die Triggerung zu unterbrechen.

Bei Zweikanalbetrieb und eingeschalteter Triggerquelle »Both« gibt es noch einige Fakten zu beachten: Die Zeita-

blenkung triggert immer nur auf ein mit dem LEVEL-Potentiometer jeweils eingestelltes Niveau. Bei alternierendem Zweikanalbetrieb müssen also sowohl das CH 1-Signal wie auch das CH 2-Signal dieses Triggerniveau am Leuchtschirm schneiden – die Signalkurven überlappen. Mit einem Trick läßt sich das jedoch oft umgehen: In **Bild 15** und **Bild 16** sieht man zwei gänzlich verschiedene Signale die sich nicht überlappen – eine Rechteckspannung in der oberen Schirmhälfte, eine damit nicht frequenzgekoppelte Sinusspannung in der unteren Schirmhälfte.

Dennoch triggert der MO 53 sauber und alternierend auf beide Signale. Das geht, wenn der Triggerkopplungsschalter auf »HF« steht und die Sinusspannung eine Frequenz von > 1 kHz hat. Bei zwei Rechteckspannungen wäre deren Frequenz recht belanglos, lediglich das Frequenzspektrum der Flanken sollte > 100 kHz sein. Möglich macht diese Betriebsart das Differenzglied im »HF«-Filter, das den Gleichspannungsoffset und niedere Frequenzanteile beider Y-Signale eliminiert und sie praktisch auf ein gemeinsames Ausgangsniveau setzt.

Einzusehen ist auch, daß natürlich an **beiden** Y-Eingängen triggerfähige Signale anliegen müssen, um bei der Triggerbetriebsart INT/BOTH ein Oszillogramm zu bekommen. Denn liegt nur an einem Y-Eingang ein Signal an, so wartet der Rampengenerator nach einem von dem mit dem Meßsignal beaufschlagten Y-Kanal getriggerten Hinlauf vergebens auf eine neue Triggerflanke – der Leuchtschirm bleibt dunkel.

Nicht viel sinnvoller ist bei dieser Triggerart der Vertikal-Mode »CHOP«. Der Rampengenerator triggert dann auf

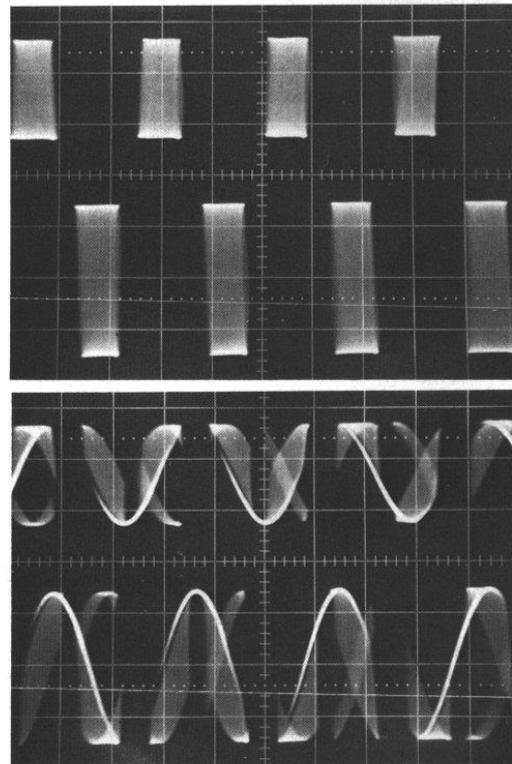


Bild 17

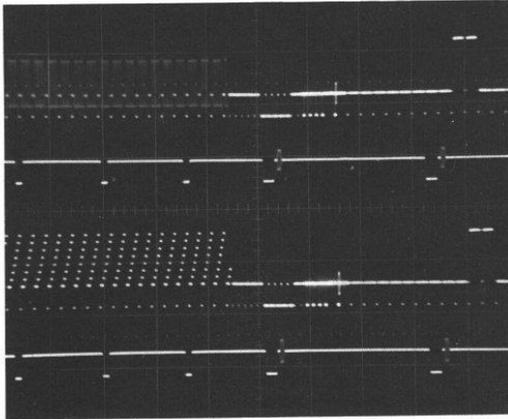


Bild 18

die Chopperflanken – die Folge ist ein wirres Oszillogramm, bei dem man bei entsprechendem Zeitbereich das Meßsignal als Rechteckflächen geschrieben sieht (Bild 17) oder zerhackte Sinusteilstücke.

Der MO 53 ist das einzige Oszilloskop seiner Preisklasse mit Halbbildselektor. Diese für den Videobereich äußerst nützliche Einrichtung hat noch dazu die einmalige Eigenschaft, jede Videopolarität ohne manuelle Umschaltung akzeptieren zu können.

Bild 18 zeigt zwei verschiedene, jedoch miteinander synchronisierte Videosignale. Betriebsart Alt.-Zeitbasis, Vertical-Mode »ALT«, TV-Trigger V 1.

Die jeweils oberen Oszillogramme bilden die Hauptzeitbasis, aufgehehlt im Bereich der zweiten Zeitbasis, darunter alternierend die zweite Zeitbasis. Man erkennt, daß man auf diese Weise sehr bequem die Vierersequenz der Pal-Umschaltung beider Videosignale überprüfen kann: Hauptzeitbasis = 1. Teilbild – erkenntlich am eineinhalbfachen Zeilenabstand des ersten Burstsignals nach dem letzten Nachtrabant; 2. Zeitbasis = 3. Teilbild – halber Zeilenabstand Burst – letzter Nachtrabant.

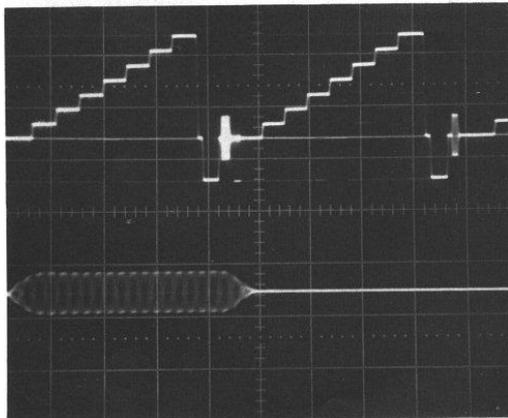


Bild 20

Technische Daten MO 53

Den technischen Daten liegen DIN 43740, DIN 43745 und DIN 57411 zugrunde. Mit * bezeichnete Daten gelten im Temperaturbereich + 20 °C bis + 30 °C.

Elektronenstrahlröhre: Typ D 14-651 GH/112r Fa. AEG-Telefunken 13 cm Planschirm mit Innenraster. Beleuchtung abschaltbar. Potentiometer für Strahldrehung an Frontplatte.

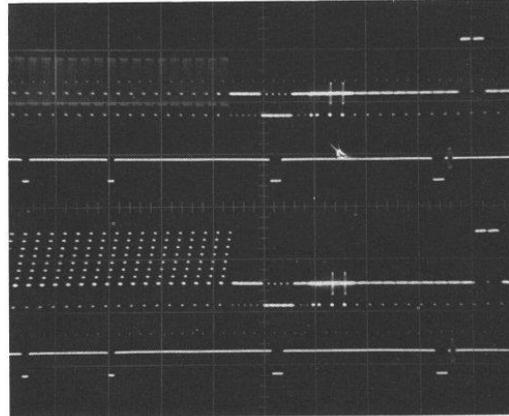


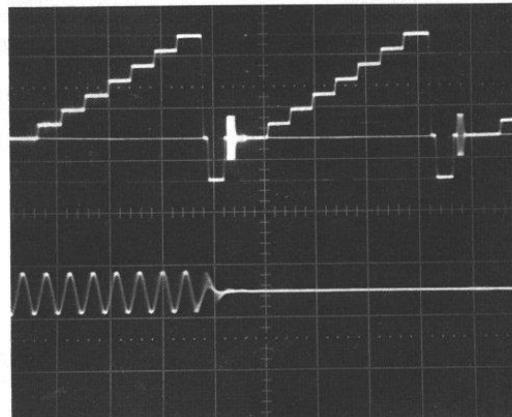
Bild 19

Bild 19 zeigt dieselben Signale bei TV-Trigger V 2: 2. Teilbild: ein Zeilenabstand. 4. Teilbild: zwei Zeilenabstände.

Am Beispiel eines Videosignals, diesmal zeilenfrequent getriggert (>H<) läßt sich auch sehr gut der Unterschied der ungetriggerten (START AFTER DELAY) zur getriggerten 2. Zeitbasis darstellen: Bild 20 zeigt ein Videosignal, der mittlere Burst ist aufgehehlt und wird unten gedehnt dargestellt. Betriebsart der zweiten Zeitbasis ist ungetriggert. Der Burst ist wegen der Umschaltung der Farbträgerphase nach jeder Zeile in gedehnter Darstellung nur als Leuchtfläche zu sehen.

Bild 21 zeigt das gleiche Signal mit getriggelter 2. Zeitbasis. Der Farbträger zeigt sich jetzt als sauber stehende Sinusschwingung. Vom Phasensprung nach jeder Zeile ist nichts mehr zu sehen.

Allgemein liegen die Vorteile einer getriggerten zweiten Zeitbasis beim jitterfreien Betrachten kleinster Ausschnitte der ersten Zeitbasis, also bei großen Zeitbereichsunterschieden zwischen erster und zweiter Zeitbasis.



Gesamtbeschleunigungsspannung: 10 kV

Meßfläche: 8 x 10 cm

Rasterbeleuchtung: über Kurzhubschalter am Focus-Einsteller

Y-Verstärker: 2 Kanäle, elektronisch umschaltbarer Beamfinder

Betriebsarten: 1. Nur Kanal A oder -A 2. Nur Kanal B oder -B auch bei XVIA B 3. Zweikanalbetrieb A/B 4. Chopper- bzw. Alternate-Betrieb frei wählbar, Chopperfrequenz: 500 kHz 5. Kanal A ± B

Ablenkkoeffizient: 2 mV/cm ... 10 V/cm, geeicht ± 20 mV/cm ... 10 V/cm $\pm 5\%$ 2 mV/cm ... 10 mV/cm

Feineinstellung: $\geq 1:2,5$ rote LED für uncal. Stellung

Frequenzbereich: 0 ... 50 MHz (-3 dB)

Anstiegszeit: ≤ 7 ns

Überschwingen: $\leq 3\%$ bezogen auf 5 cm Auslenkung (gemessen mit Generator t_r ca. 2 ns)

Eingangsimpedanz: 1 M Ω /25 pF

Eingangsspannung: 250 V = max.

Dachschräge bei 10 ms: $\leq 10\%$ in Stellung $\gamma \sim$

Nichtlinearität: $\leq 5\%$ über die mittleren 80 % der Nennablenkung

Signalverzögerung: Die auslösende Flanke wird voll abgebildet

Aussteuerbarkeit: ≥ 16 cm bei 8 MHz ≥ 7 cm bei 50 MHz

Verschieberegion: ± 6 cm

Nullpunkt drift: $\leq 0,5$ mm/K nach 30 min. Einlaufzeit

Kompensations-Rechteck: $U_{SS} \approx 1$ V Rechteckspannung (Frequenzkompensation der Teillastköpfe) $f \approx 1$ kHz

X-Verstärker: Gleichspannungsverstärker X-Ablenkung über Kanal Y_B

Ablenkkoeffizient: 2 mV/cm ... 10 V/cm, geeicht $\pm 3\%$ 20 mV ... 10 V $\pm 5\%$ 2 mV ... 10 mV

Feineinstellung: $\geq 1:2,5$ rote LED für uncal. Stellung

Frequenzbereich: 0 ... 1 MHz (-3 dB)

Anstiegszeit: $\leq 0,35$ μ s

Phasendifferenz X/Y: $< 3^\circ$ bei $f = 250$ kHz

Eingangsimpedanz: 1 M Ω /25 pF

Nichtlinearität: $\leq 5\%$ über die mittleren 80 % der Nennablenkung

Verschieberegion: $\geq \pm 4$ cm

Nullpunkt drift: $\leq 0,5$ mm/K nach 30 min. Einlaufzeit

Hauptzeitablenkung Ablenkkoeffizienten: 21 Stufen: 500/200/100/50/20/10/5/2/1 ms/cm 500/200/100/50/20/10/5/2/1/0,5/0,2/0,1 μ s/cm Bereichswahl automatisch oder manuell Bereichsanzeige über grüne 7-Segment-LED

Feineinstellung: $\geq 1:2,5$ Zeitbasis-LED ΔA : blinkt in uncal. Stellung

Fehlergrenze der Zeitkoeffizienten: $\leq 3\%$ (in Stellung γ CAL γ)

Fehlergrenze der Linearität: $\leq 5\%$ bezogen auf die mittleren 80 % der Nennablenkung. Die ersten und letzten 50 ns der Ablenkung bleiben unberücksichtigt.

Dehnung: 10-fach, kleinster Zeitkoeffizient 10 ns/cm, rote LED-Anzeige γ Magnifier Ablenkfaktor wird bei Bereichsanzeige berücksichtigt.

Fehler bei Dehnung: $\pm 5\%$ gemessen in Strahlmitte bei $x 1$

Zeitlinienlänge: Nutzbare Länge 10 cm

Hold off Einstellung: $> 1:3$ in den Bereichen 20 ms ... 100 ns/cm

Triggermöglichkeiten: Auto, mit Triggerpegelautomatik, Frequenzbereich 10 Hz ... > 50 MHz Norm, mit einstellbarem Triggerniveau ± 6 cm 1x einmalige Ablenkung mit Bereitschaftsanzeige (LED, grün)

Triggerquellen: Int.: Y₁, Y₁/Y₂, Y₂ Netz Ext., Ext./10

Triggerflanke: positiv oder negativ

Triggersignalanzeige: LED, grün

Kopplungsmöglichkeiten: DC: Gleichspannungsgekoppelt Frequenzbereich 0 Hz ... 50 MHz AC: Wechselspannungsgekoppelt Frequenzbereich -10 Hz ... -50 MHz LF: über Tiefpaß, Grenzfrequenz -10 kHz HF: über Hochpaß, Grenzfrequenz -8000 Hz TV I: Triggerzeitpunkt 16 Zeilen vor Halbbild I TV II: Triggerzeitpunkt 16 Zeilen vor Halbbild II TVZ: Triggerung zeilenfrequent

***Triggerschwelle:** intern: -5 mm bis 10 MHz/1 cm bis 50 MHz TV: -10 mm extern: -300 mV bis 10 MHz/600 mV bis 50 MHz TV: 500 mV ... 5 V

Verzögerte Zeitablenkung

Betriebsarten: A: Nur Zeitbasis A Alt.: Zeitbasis A, aufgeheilt während Zeitbasis B, alternierend Zeitbasis B mit Strahlseparation B: Nur Zeitbasis B

Ablenkkoeffizienten: 15 Stufen: 5/2/1 ms/cm 500/200/100/50/20/10/5/2/1/0,5/0,2/0,1 μ s/cm Bereichswahl manuell

Fehlergrenzen der Ablenkkoeffizienten: siehe Hauptzeitablenkung

Nichtlinearität: siehe Hauptzeitablenkung

Zeitlinienlänge: siehe Hauptzeitablenkung

Dehnung: siehe Hauptzeitablenkung

Zusätzlicher Fehler bei Dehnung: siehe Hauptzeitablenkung

Verzögerungszeit: einstellbar über 10-Gang-Wendelpotentiometer und Präzisionskalenknopf

Jitter: $< 1:10000$

Triggerung: Wahlweise ist Zeitbasis B triggerbar auf ansteigende oder abfallende Flanke mit separatem Niveau-Steller

Externe Helligkeitsmodulation: Hell: Pegel $\leq 0,8$ V Dunkel: Pegel ≥ 2 V: 0 ... 1 MHz an BNC-Buchse an Geräterückseite 10 k Ω /80 pF

Stromversorgung

Netzbetrieb: 110 V $\pm 10\%$ 220 V $\pm 10\%$ Umschaltung extern mit äußerer Kennzeichnung Schutzklasse I 45 ... 60 Hz

Leistungsaufnahme: max. 40 VA

Mechanische Daten

Gehäuse: Flachformat

Abmessungen: Breite ca. 365 mm Höhe ca. 175 mm Tiefe ca. 430 mm

Gewicht: ca. 9,5 kg

Es geht um Ihre Sicherheit!

Regeltrenntransformator RT 5A

nach VDE 0550/0552
Prim. 220 V, 800 VA
Sec. 0...250 V, 3,5 A
 $R_i \leq 3 \Omega$

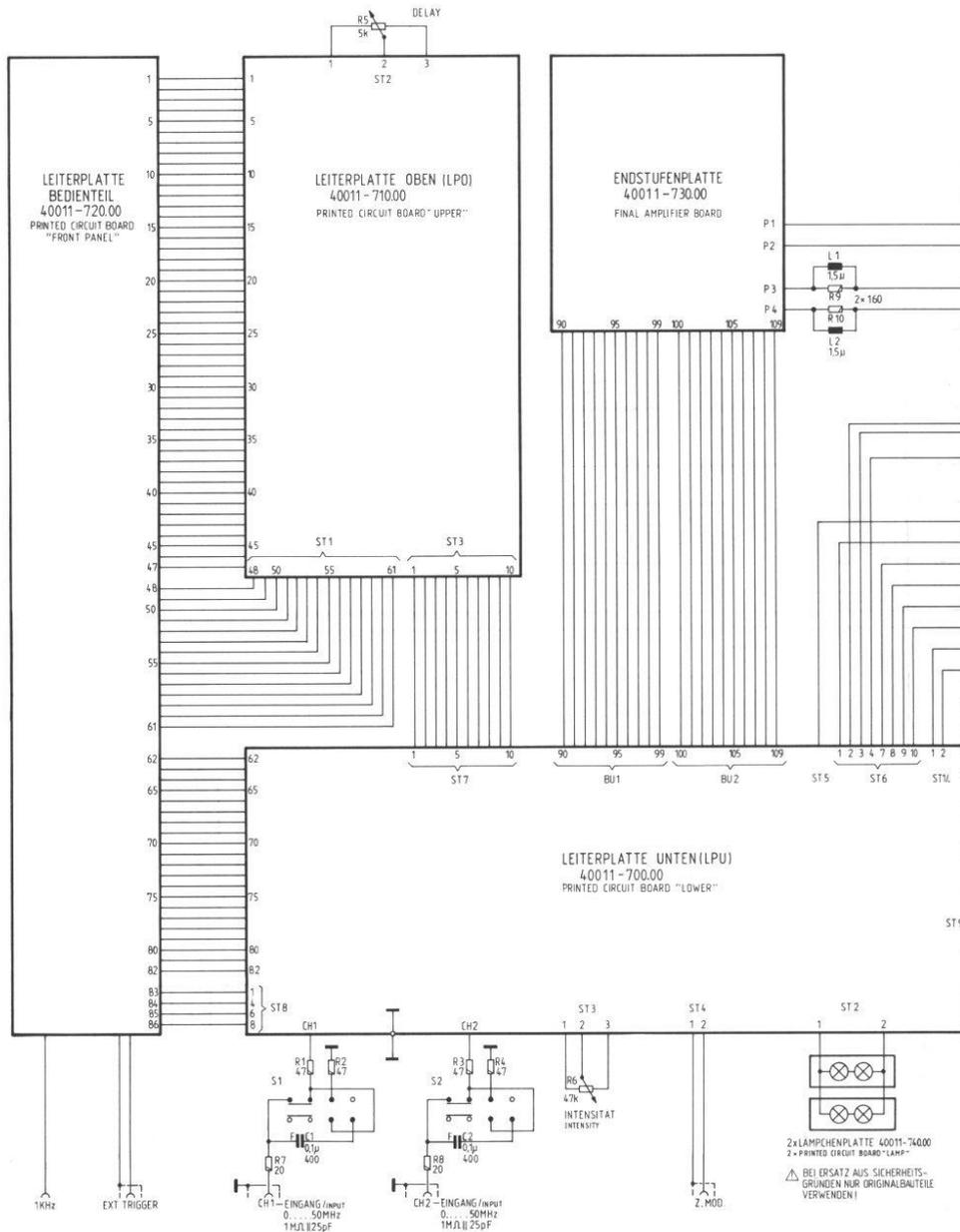
Die Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik schreibt für Arbeitsplätze mit Schutztrennung Trenntransformatoren vor, die der VDE-Vorschrift 0550 entsprechen müssen.

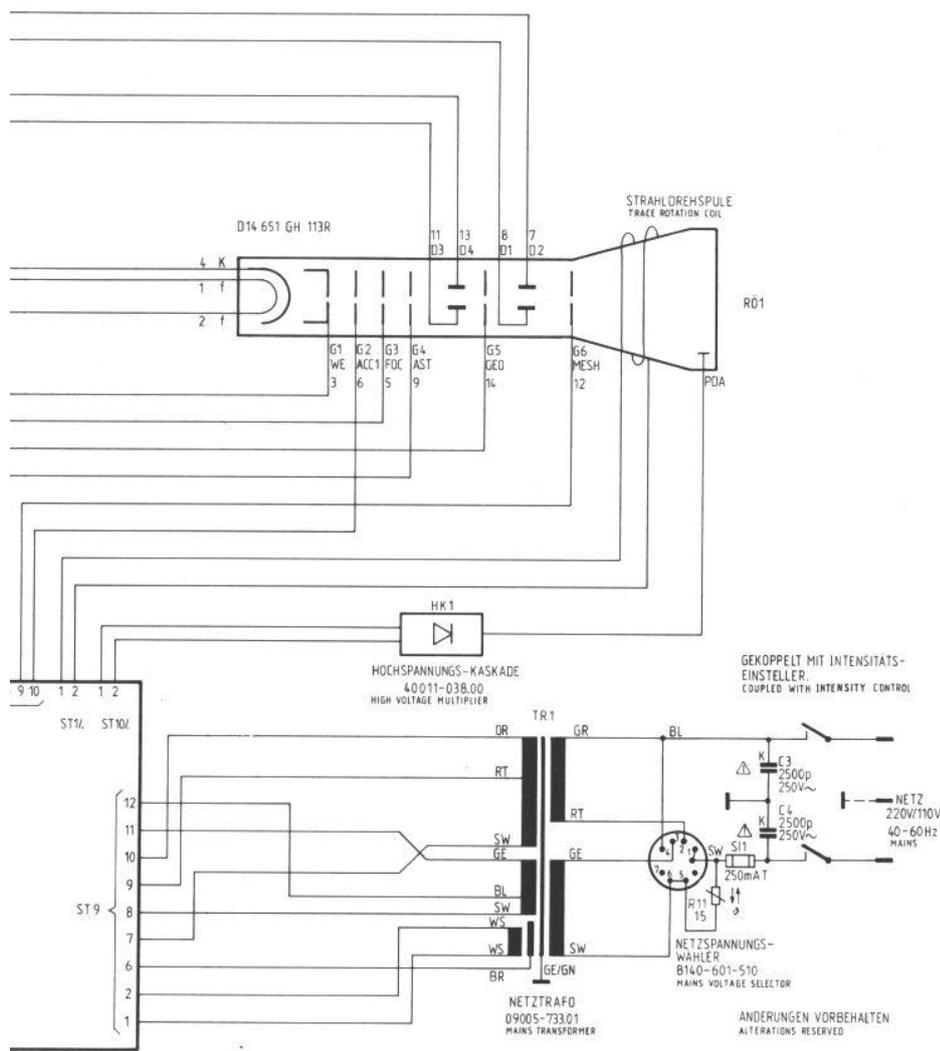
Lassen Sie sich deshalb beim Kauf eines Regeltransformators die Einhaltung dieser Sicherheitsbestimmungen ausdrücklich schriftlich bestätigen.

GRUNDIG AG
Geschäftsbereich ELECTRONIC
Würzburger Straße 150
8510 Fürth/Bay.
Telefon 0911/7330-1
Telex 06-23435

GRUNDIG
electronic



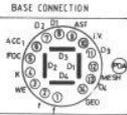




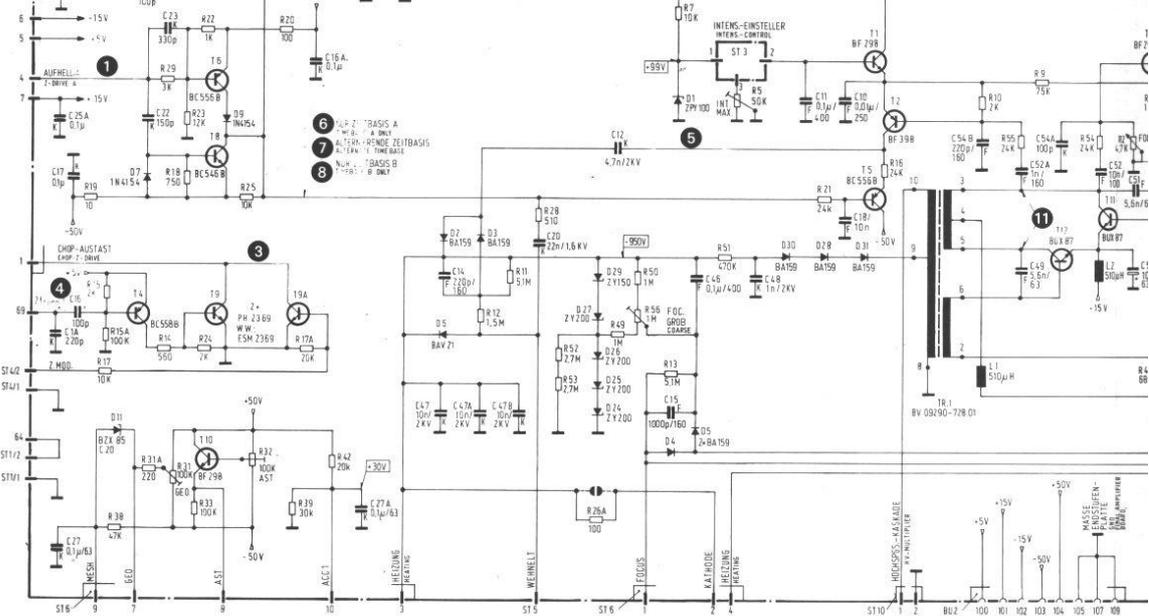
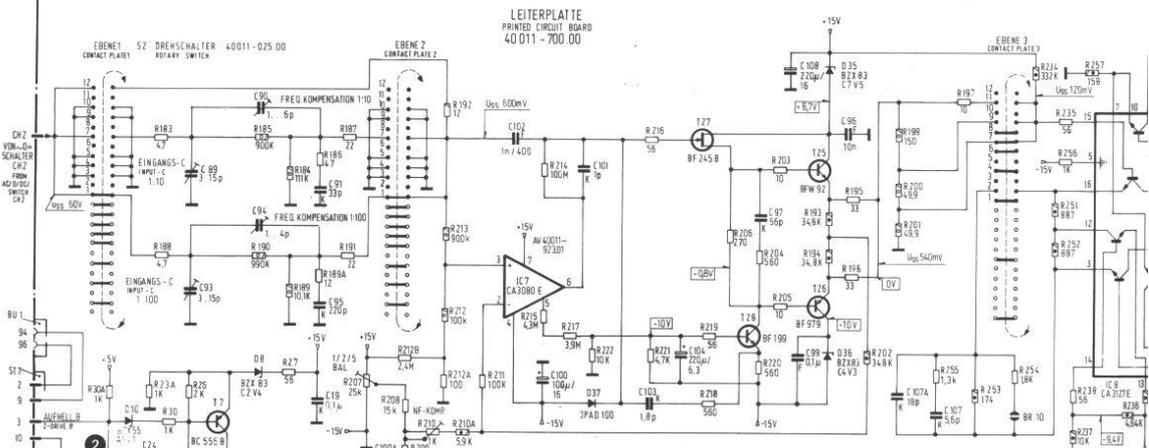
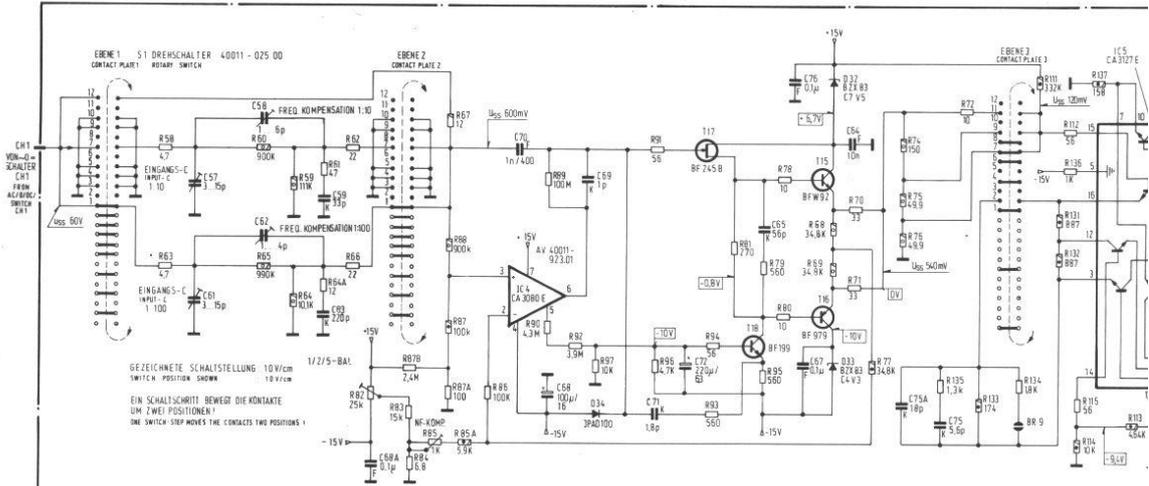
1-740.00
IP-
HEIßTS-
BAUTEILE

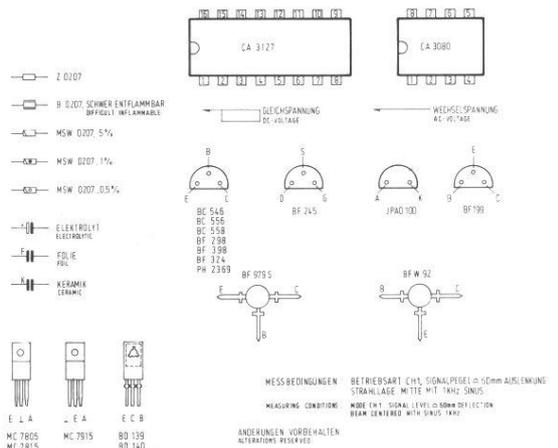
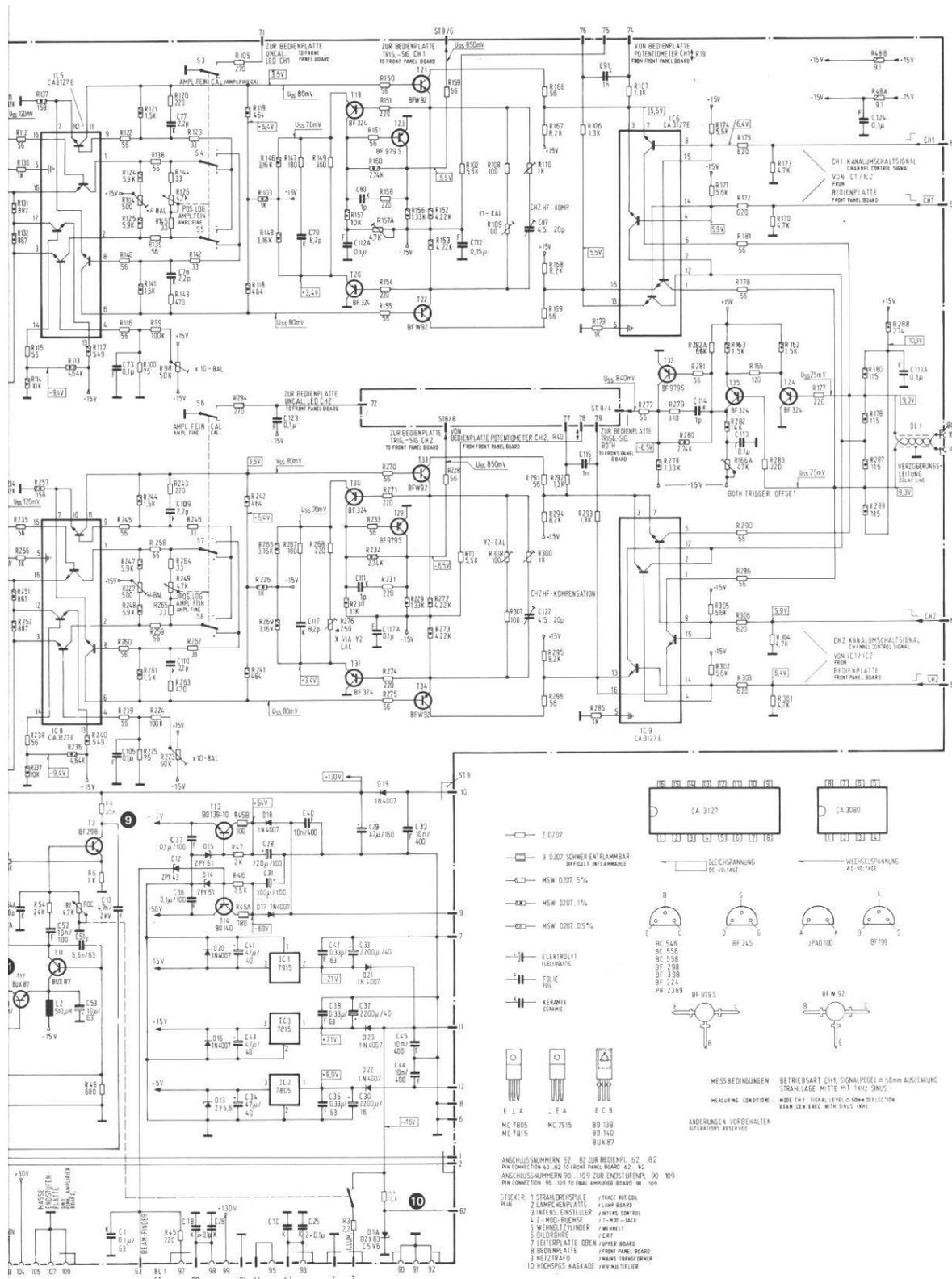


SOCKELSCHALTUNG



D14 651 GH 113R





ANSCHLUSSNUMMERN: 52 ZUR BEDIENPL. 52 ZUR BEDIENPL.
 PIN CONNECTION: 52 TO FRONT PANEL BOARD, 52 TO FRONT PANEL BOARD
 ANSCHLUSSNUMMERN: 90-109 ZUR ENDFOLGENP. 90-109
 PIN CONNECTION: 90-109 TO FINAL AMPLIFIER BOARD, 90-109

STECKER: 1 STRAHLENSPULLE / TRAPEZ OUT CON. / LAMP BOARD
 2 LAMPE-BEDIENPLATTE / LAMP BOARD
 3 INTENS. EINSTELLER / INTENS. CONTROL
 4 2-IND.-BUCHSE / 2-IND.-JACK
 5 WEHSELZYLINDER / SWITCH
 6 BILDFÖHNE / CRT
 7 LEITERSPLATTE OBEN / UPPER BOARD
 8 BEDIENPLATTE / FRONT PANEL BOARD
 9 WECHSELBOGEN / PANEL TRANSFORMER
 10 HOCHSPES. KASKADE / HV MULTIPLIER

Meßbedingungen zu den Oszillogrammen Leiterplatte „UNTEN“

Measuring conditions to the oscillograms “BOTTOM” Circuit Board

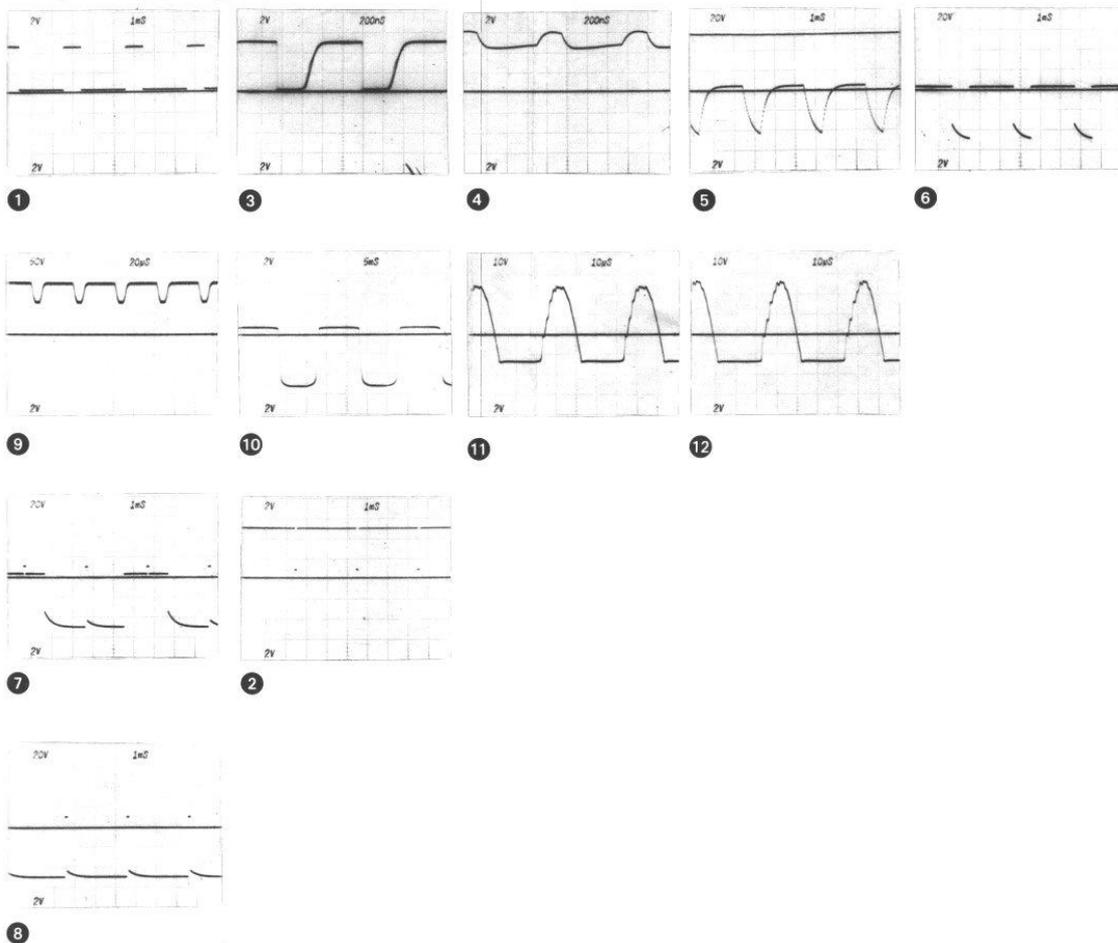
Sinussignal an CH 1, ca. 1 kHz, 6 cm Auslenkung
Sine-wave signal to CH 1, 1 kHz approx., deflection 6 cm

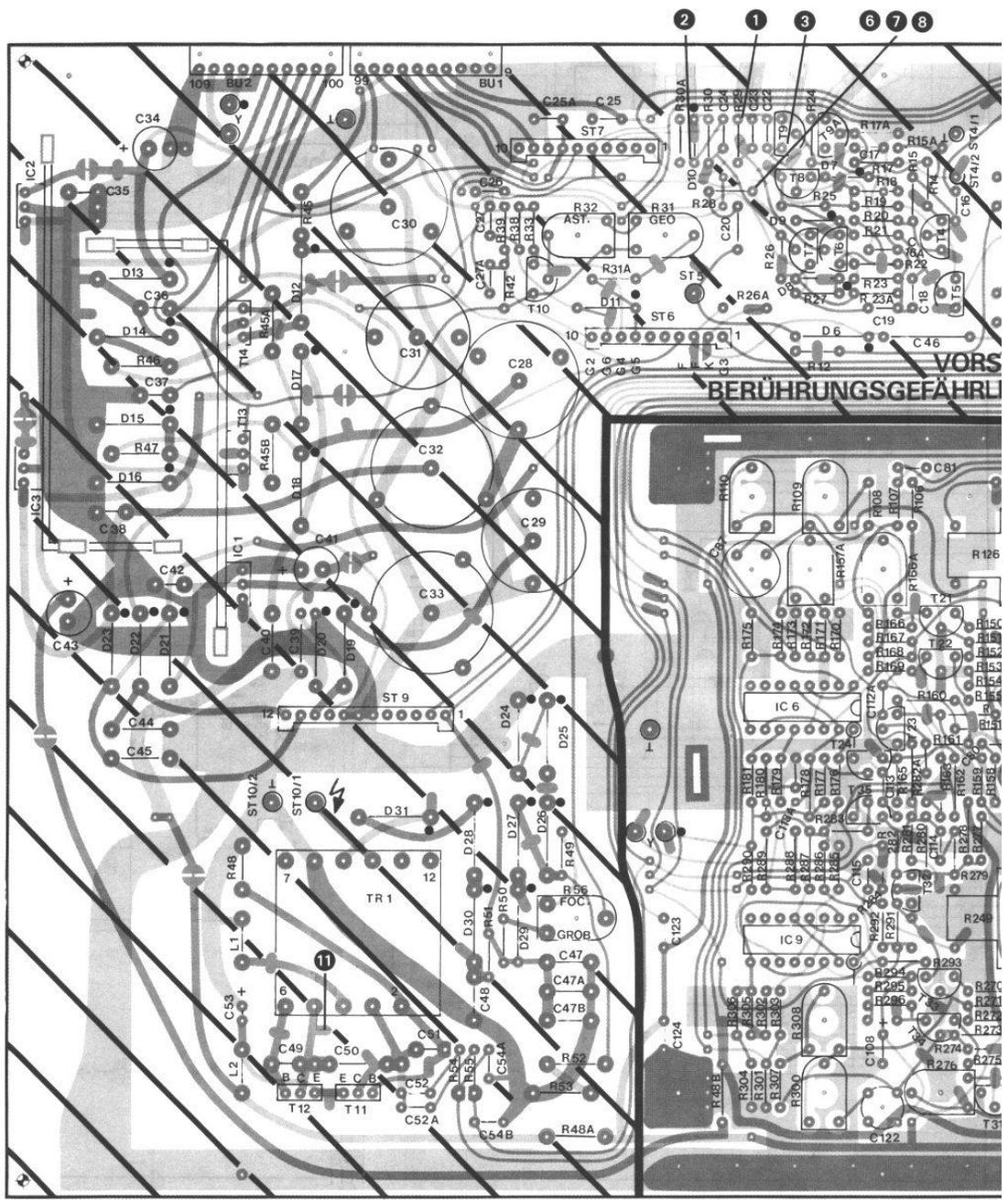
Triggerflanke : 
 Trigger edge : 
 A-Trigger : AUTO
 DC
 CH 1
 INT

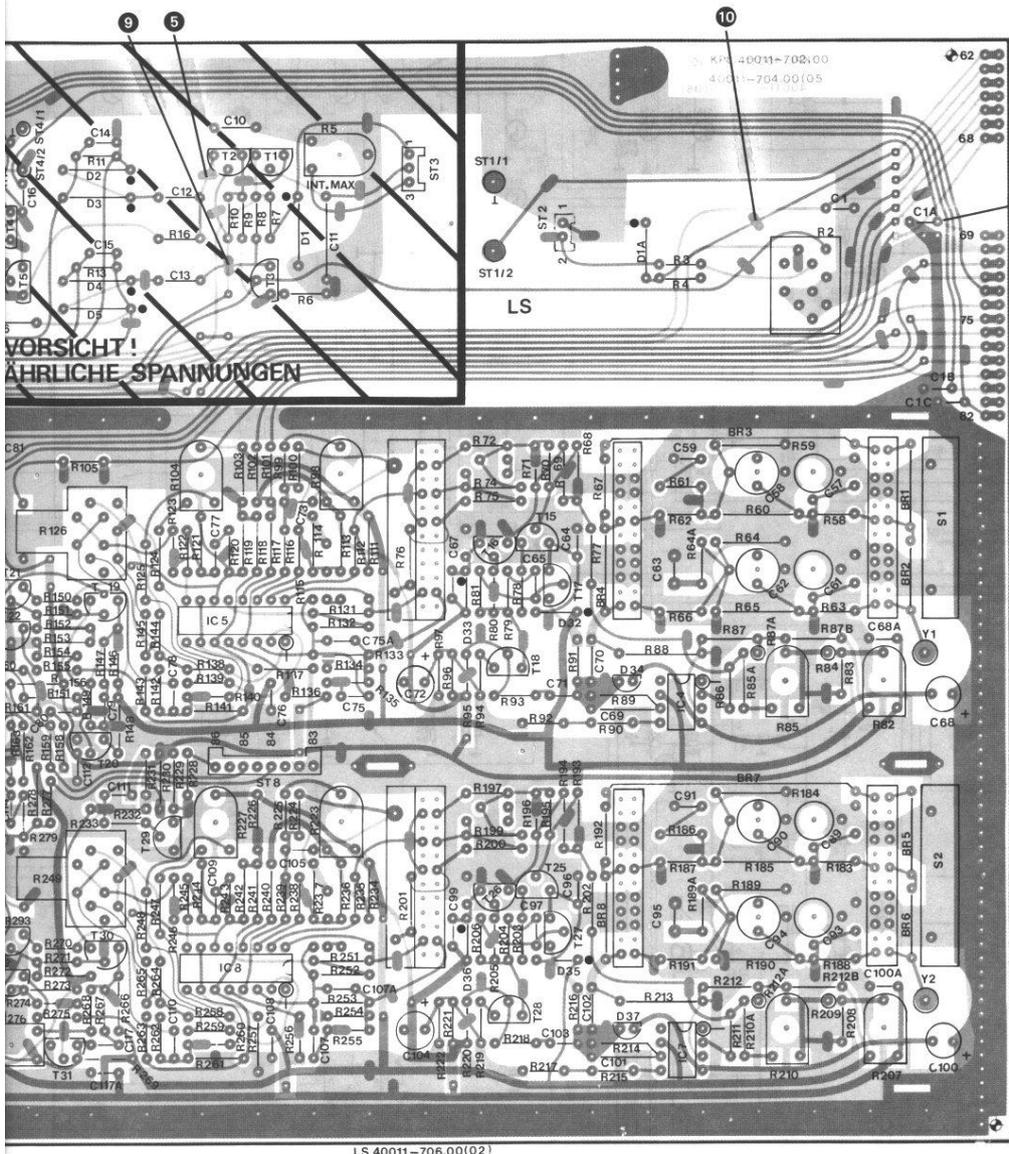
VERTICAL MODE: CH 1 bei/at ①...⑪ außer/excepted ③, ④
 BOTH, CHOP bei/at ③, ④

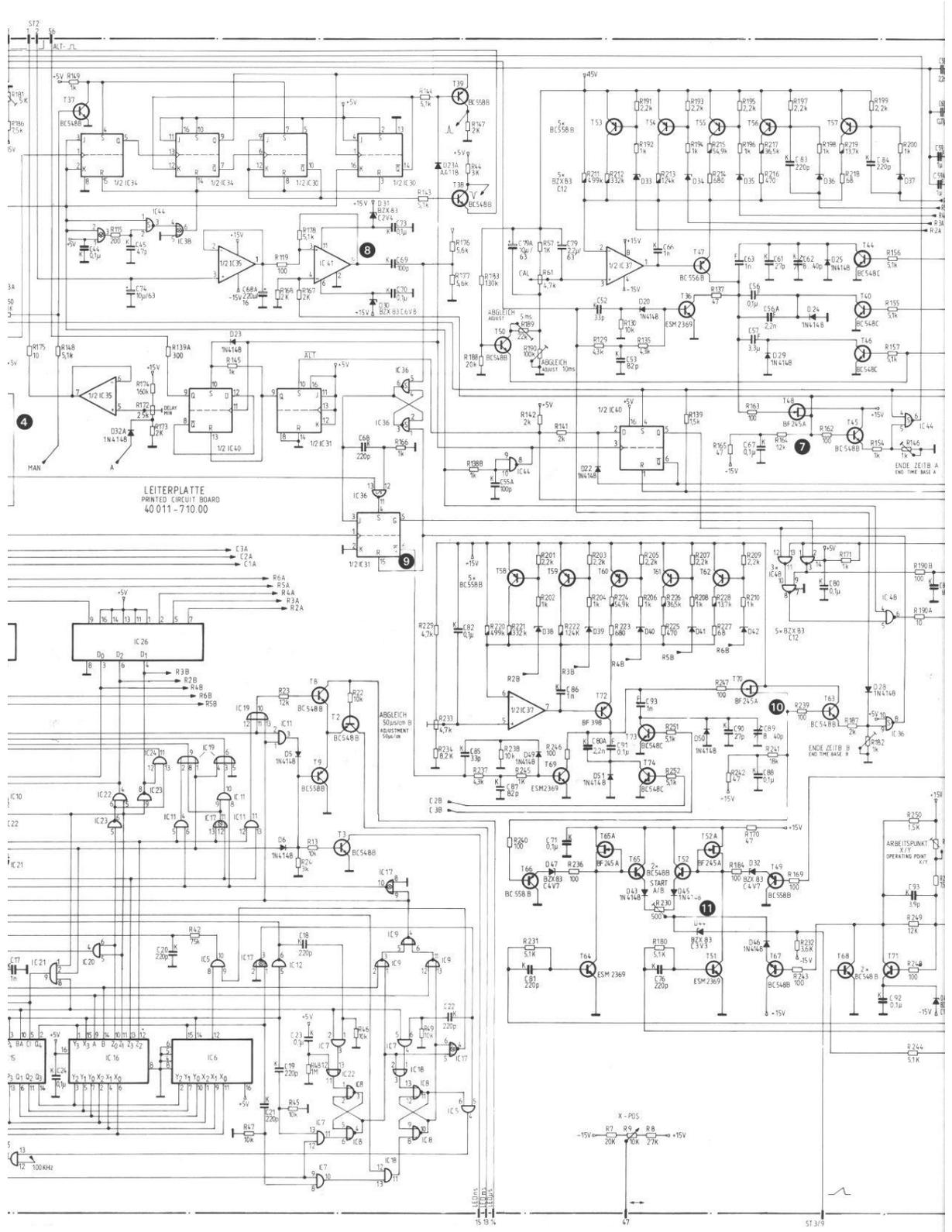
TIME BASE : nur/only A : 200 μ s/cm bei/at ①, ③...⑥, ⑨...⑫
 ALT A : 200 μ s/cm } bei/at ⑦, ②
 B : 10 μ s/cm }
 nur/only B : 10 μ s/cm bei/at ⑧

B-Trigger : START AFTER DELAY







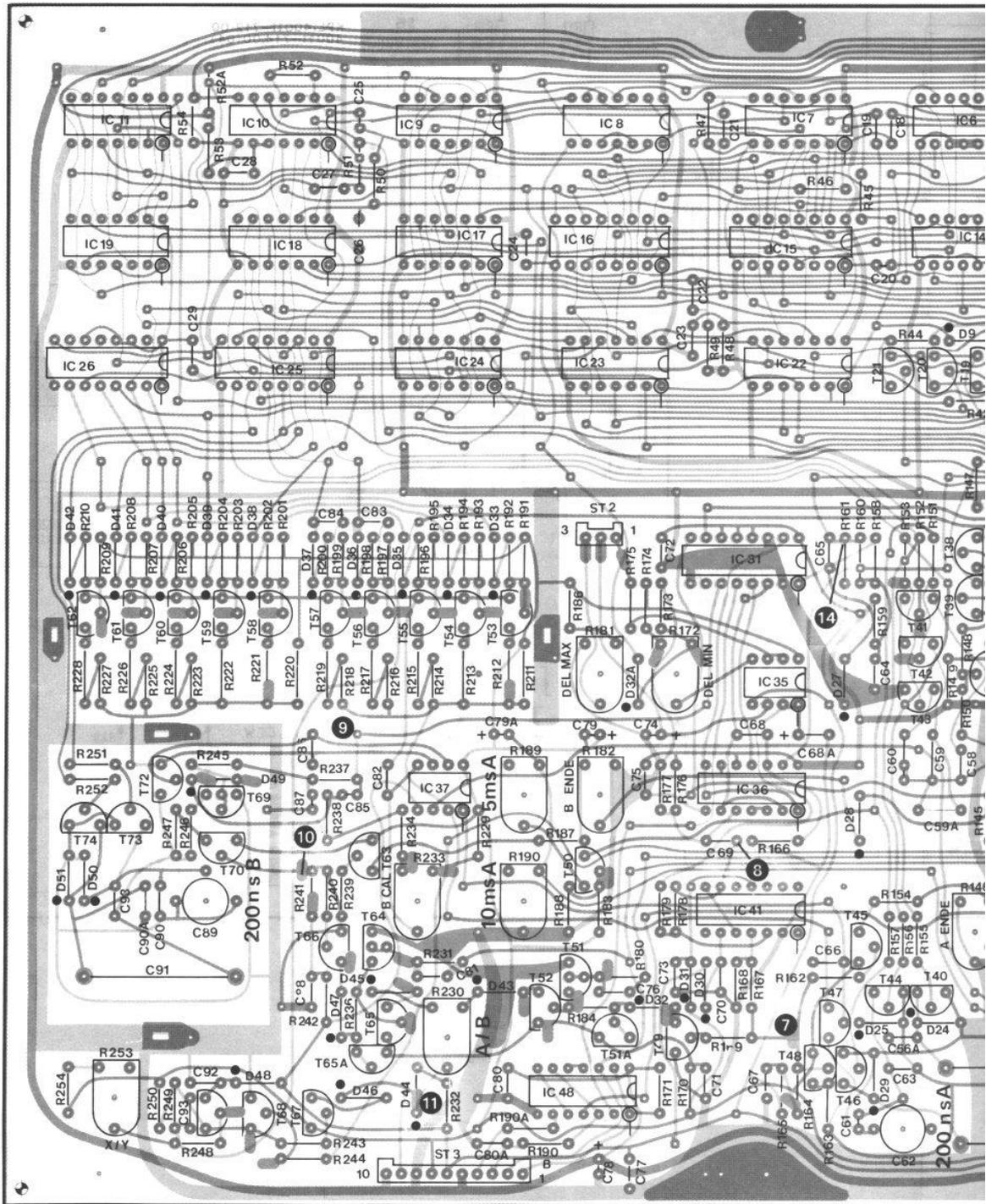


LEITERPLATTE
PRINTED CIRCUIT BOARD
40 011 - 710 00

X-POS

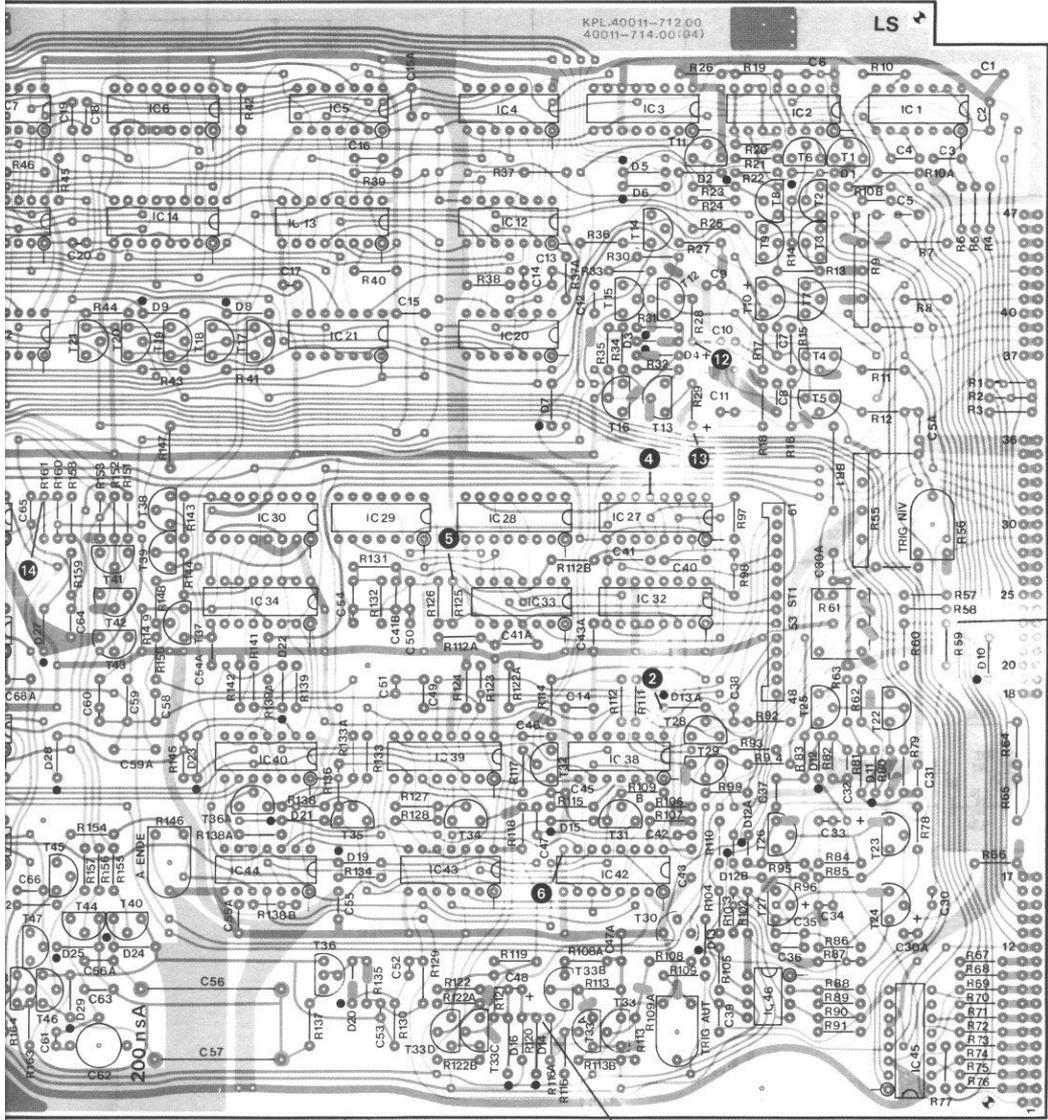
LEITUNG
15 13 14

ST 3/9

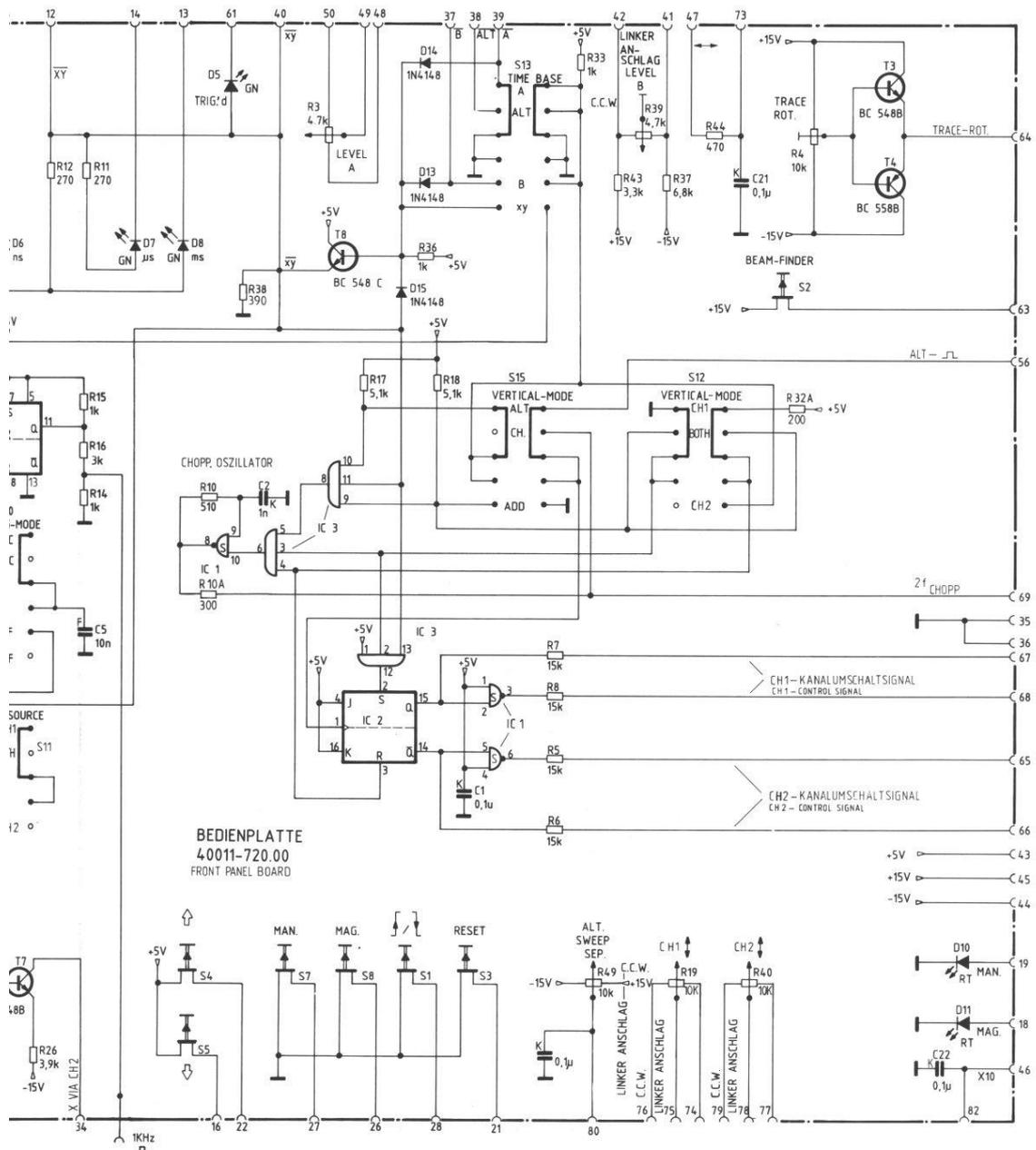


KPL 40011-712.00
40011-714.00(04)

LS

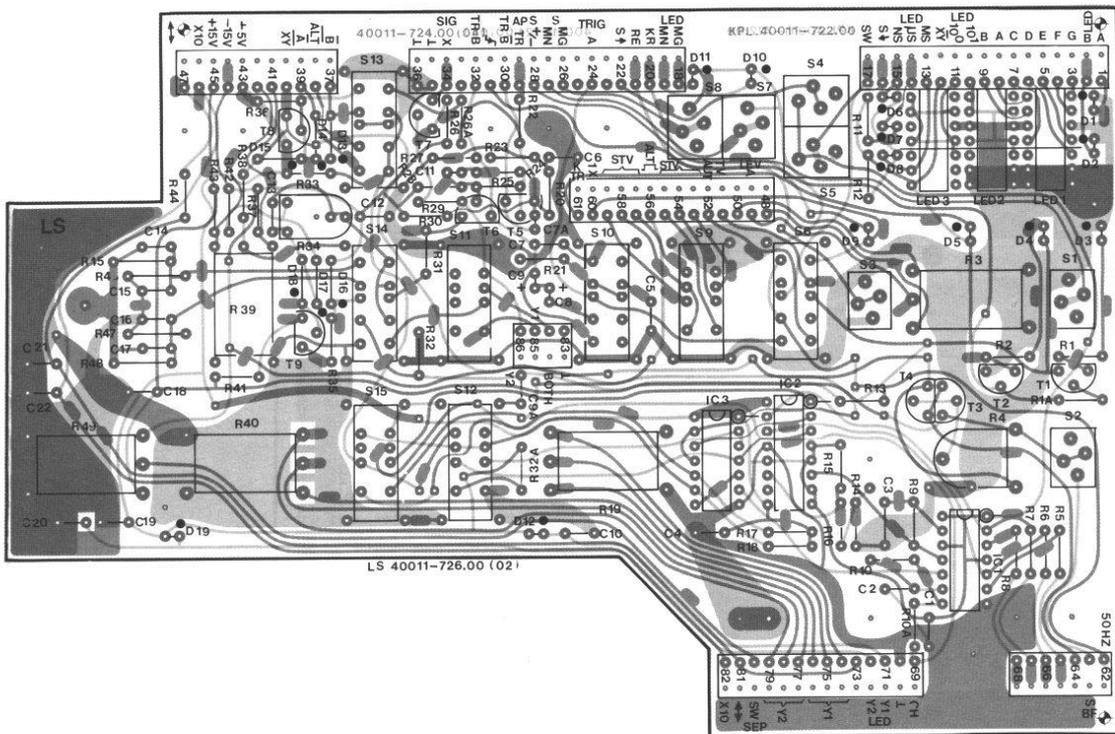


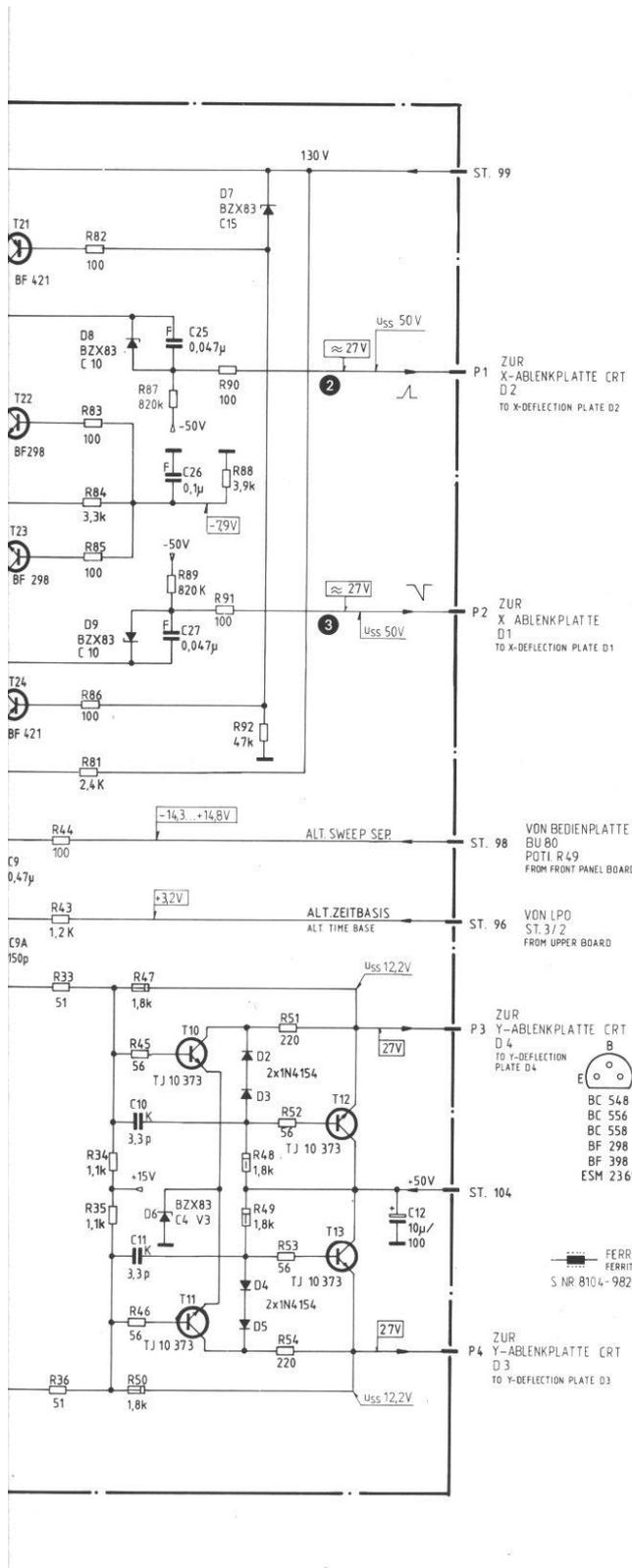
LS 40011-716.00(02)



BEDIENPLATTE
40011-720.00
FRONT PANEL BOARD

ANSCHLUSSNUMMERN 1...61 ZUR LEITERPLATTE OBEN 1...61
PIN CONNECTION 1...61 TO PRINTED CIRCUIT BOARD "UPPER" 1...61
ANSCHLUSSNUMMERN 62...86 ZUR LEITERPLATTE UNTEN 62...86
PIN CONNECTION 62...86 TO PRINTED CIRCUIT BOARD "LOWER" 62...86





Meßbedingungen „Endstufenplatte“

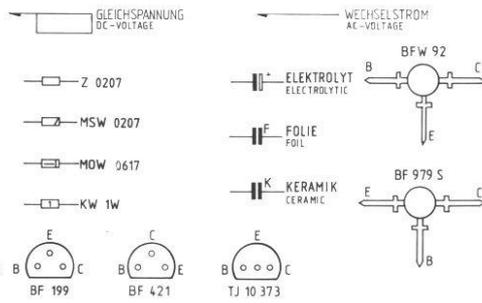
Sinussignal an CH 1, ca. 1 kHz, 6 cm Auslenkung

- Triggerflanke : 
 A-Trigger : AUTO
 : DC
 : CH 1
 : INT
 TIME BASE : A 200 µs/cm

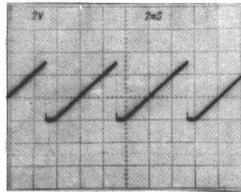
ANSCHLUSSNR. ST 90... 109 ZUR LEITERPLATTE BU 90... 109
 PIN CONNECTIONS ST 90... 109 TO PRINTED CIRCUIT BOARD "LOWER" BU 90... 109

MESSBEDINGUNGEN: BETRIEBSART CH 1, STRAHLLAGE MITTE,
 SIGNALPEGEL Δ 60mm AUSLENKUNG
 MIT 1kHz SINUS

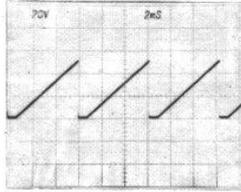
MEASURING CONDITIONS: MODE CH 1, BEAM CENTERED
 SIGNAL LEVEL Δ 60mm DEFLECTION
 WITH SINUS 1kHz



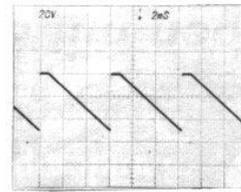
ANDERUNGEN VORBEHALTEN!
 ALTERATIONS RESERVED!



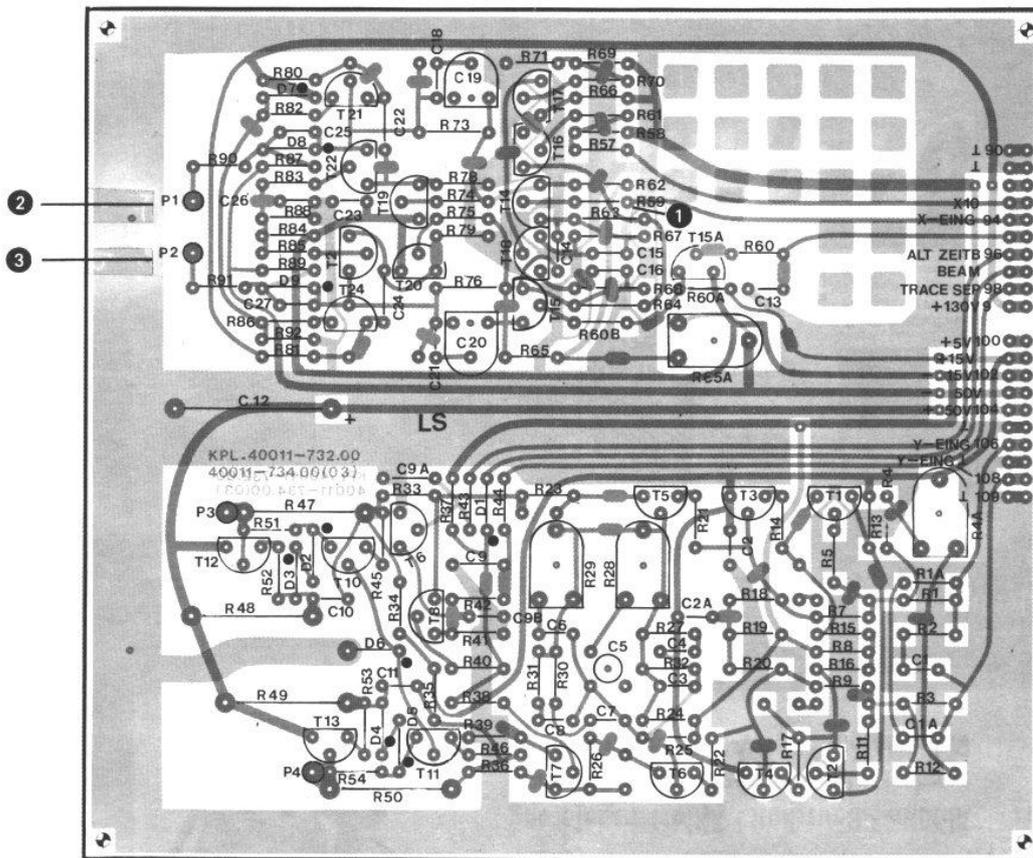
1



2



3



LS 40011-736.00(02)