

ANLEITUNG

Verstärker-Einschub

Typ 1A1

Ab Seriennummer 20 000

Deutsche Kurzfassung

Tektronix, Inc. • P.O. Box 500 • Beaverton, Oregon • Phone 644 - 0161 • Cables: Tektronix

070-0914-00

© (1969) Tektronix, Inc. — All rights reserved

669

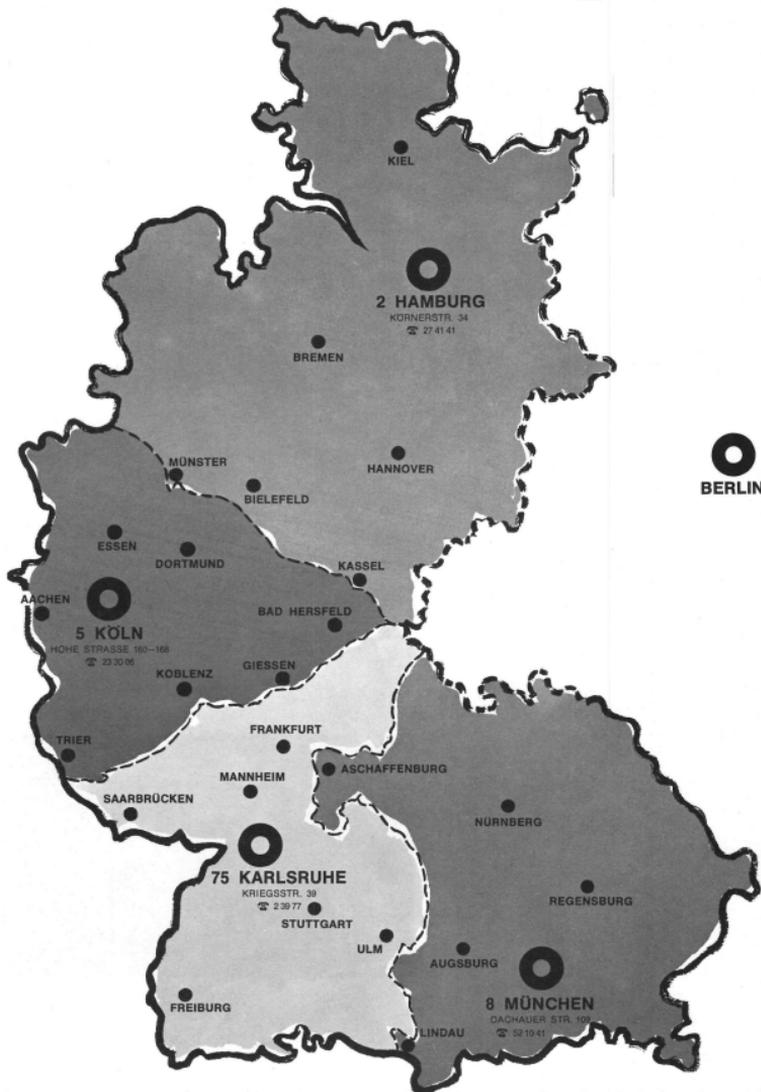
ROHDE & SCHWARZ

VERTRIEBS-GMBH
HAMBURG KARLSRUHE KÖLN MÜNCHEN

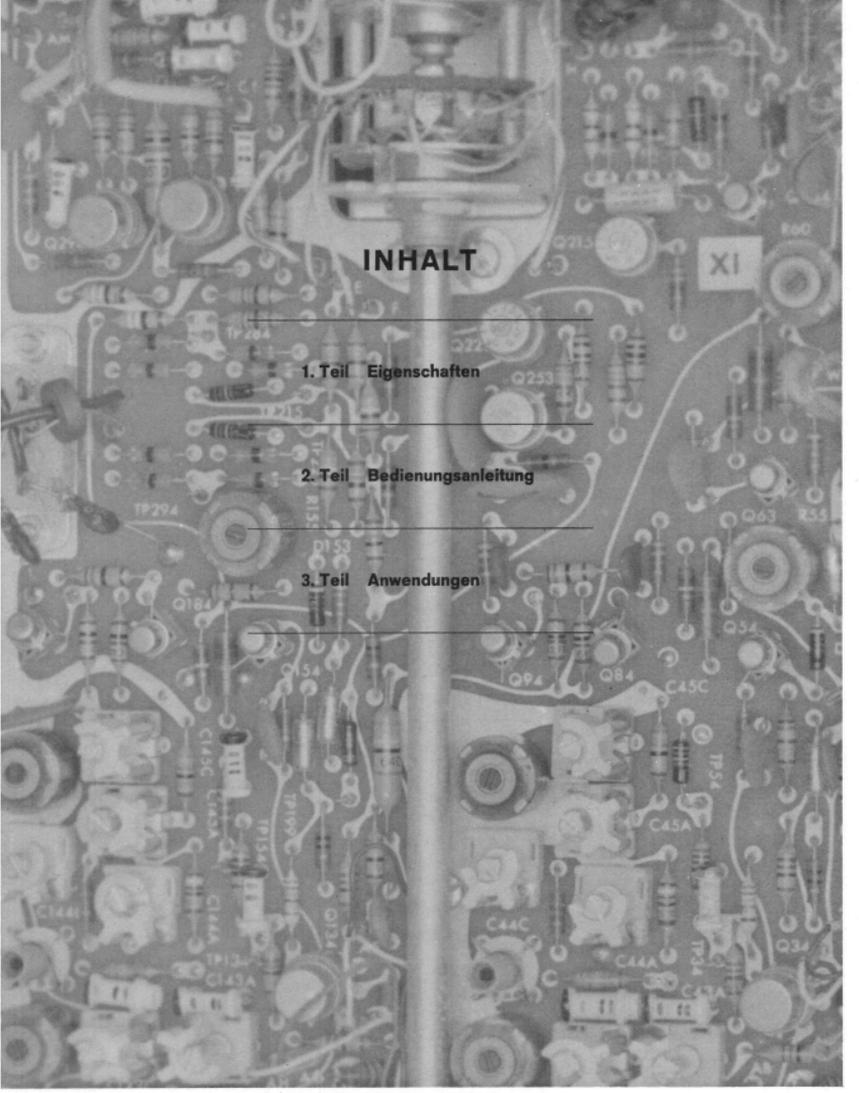


BERLIN

HANDELS-GMBH
1 BERLIN ERNST-REUTER-PLATZ 10 ☎ 34 05 36



VERTRIEB, WARTUNG UND REPARATUR ALLER GERÄTE DURCH UNSERE NIEDERLASSUNGEN



INHALT

1. Teil **Eigenschaften**

2. Teil **Bedienungsanleitung**

3. Teil **Anwendungen**

8493

8109

TYPE 1A1 DUAL-TRACE PLUG-IN UNIT

TEKTRONIX, INC., PORTLAND, OREGON, U. S. A.

THIS INSTRUMENT IS MANUFACTURED UNDER
THE PATENT OF TEKTRONIX, INC.

POSITION

PULL FOR
INVERT.005 V/CM
VAR ATTEN BALVARIABLE
VOLTS/CM

CALIB

.05
V/CM
GAIN

VOLTS/CM

.5 .2



CHANNEL 1

INPUT SELECTOR

AC DC GND



INPUT 1

1 MΩ

15 pF

CALIBRATED
PREAMP

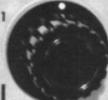
MODE

CHOP

ALT

ADD

CH 1



CH 2

SERIAL

000000

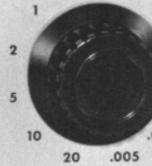
CH 1
SIGNAL OUTCH 1
TRIGGER OUTVARIABLE
VOLTS/CM

CALIB

.05
V/CM
GAIN

VOLTS/CM

.5 .2



CHANNEL 2

INPUT SELECTOR

AC DC GND



INPUT 2

1 MΩ

15 pF



POSITION

PULL FOR
INVERT.005 V/CM
VAR ATTEN BAL

Bild 1-1 Zweispur-Verstärkereinschub Typ 1A1

1. TEIL

EIGENSCHAFTEN

Änderungen, sofern sie diesen Teil betreffen, sind am Schluß dieses Handbuchs aufgeführt.

Einleitung

Der Zweispur-Verstärker-Einschub Typ 1A1 enthält 2 identische geeichte Vorverstärker-Kanäle von hoher Verstärkung und kleiner Anstiegszeit. Jeder der beiden Kanäle läßt sich unabhängig vom andern zur Einspur-Darstellung verwenden oder elektronisch umschalten, um eine Zweispur-Darstellung zu erzeugen. Zusätzlich lassen sich beide Ausgänge der Kanäle zusammenschalten, wodurch je nach Stellung der Polaritätsschalter die Summe oder Differenz der angelegten Signale erhalten wird.

Jeder Kanal ist mit Bedienungselementen für die Wahl der Eingangskopplung, Abschwächung, Verstärkung, Polarität und Strahlage ausgerüstet, die es gestatten, die Darstellung auf dem Schirm so vorzunehmen, daß sich ein Optimum für die Betrachtung und die Details ergibt.

Bei Zweispurbetrieb besteht die Möglichkeit der Wahl zweier Betriebsarten, CHOPPED (freilaufende Teilbildumschaltung)

und ALTERNATE (ablenksynchrone Kanalumschaltung). Bei der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED schaltet ein eingebauter, freilaufender Multivibrator die Kanäle mit einer Frequenz von etwa 1 MHz um. Bei ablenksynchroner Kanalumschaltung ALTERNATE werden die Kanäle durch den Zeitbasis-Generator des Oszillografen am Ende jeder Zeitablenkung während des Strahlrücklaufs intern umgeschaltet.

Jeder Kanal hat einen Grundablenkfaktor von 0,05 V/cm. Kanal 1 kann als ungeeichter kapazitiv gekoppelter Vorverstärker für Kanal 2 mit einem Verstärkungsfaktor von 10 X verwendet werden, wodurch der Ablenkfaktor von Kanal 1 auf 500 μ V/cm erweitert wird.

Der Einschub Typ 1A1 kann mit allen Tektronix-Oszillografen der Serien 530, 540 oder 550 verwendet werden. Er kann auch in Verbindung mit einem Einschub-Adapter Typ 81 oder 81A in Oszillografen der Serie 580 verwendet werden. Bei Verwendung von Einschub-Speisespannungseinheiten des Typs 127, 132 oder 133 kann der Typ 1A1 für andere Oszillografen oder Meßeinrichtungen verwendet werden.

GEEICHTER VORVERSTÄRKER

Eigenschaften	Arbeitskennwert	Zusätzliche Angaben
Ablenkfaktor	5 mV . . . 20 V/cm in 12 geeichten Stufen für jeden Kanal.	Stufenfolge 1-2-5
Ablenkgenauigkeit	Innerhalb $\pm 3\%$ des angezeigten Ablenkfaktors, wenn der Regler VARIABLE VOLTS/CM auf Rechtsanschlag steht.	Abgleich der Verstärkung bei 50 mV/cm.
Variabler Ablenkfaktor	Ungeeichter, stetig einstellbarer Ablenkfaktor bis mindestens 2,5 X den angezeigten Wert des Schalters VOLTS/CM. Dies ermöglicht einen maximalen ungeeichten Ablenkfaktor von 50 V/cm in der Stellung 20 V/cm.	
Frequenzwiedergabe (Abfall höchstens — 3 dB): Typ 1A1 mit Tektronix-Oszillografen:	ungefähr 500 μ V/cm Kanal 1 und 2 in Kaskade.	Mit dem Regler VARIABLE VOLTS/CM in Stellung CALIB.
544, 546, 547, 556, 581, 581A, 585 oder 585A	2 Hz . . . 15 MHz 0 . . . 28 MHz 0 . . . 50 MHz	Oszillografen der 580er-Serie mit Einschub-Adapter Typ 81A.
581, 581A 585 oder 585A	2 Hz . . . 14 MHz 0 . . . 23 MHz 0 . . . 33 MHz	Muß mit Einschub-Adapter Typ 81 verwendet werden.
541, 541A, 543, 543A, 543B, 545, 545A oder 545B	2 Hz . . . 14 MHz 0 . . . 23 MHz 0 . . . 33 MHz	
551 oder 555	2 Hz . . . 13 MHz 0 . . . 21 MHz 0 . . . 27 MHz	

Eigenschaften – Typ 1A1

Eigenschaften	Arbeitskennwert			Zusätzliche Angaben
531, 531A, 533, 533A, 535 oder 535A	2 Hz ... 10 MHz	0 ... 14 MHz	0 ... 15 MHz	
536	2 Hz ... 8 MHz	0 ... 10,5 MHz	0 ... 11 MHz	
¹ Anstiegszeit (berechneter Kleinstwert): Typ 1A1 mit Tektronix-Oszillografen; 544, 546, 547, 556, 581, 581A, 585 oder 585A	24 ns	13 ns	7 ns	Oszillografen der 580er-Serie mit Einschub-Adapter Typ 81A.
581, 581A, 585 oder 585A	25 ns	16 ns	11 ns	Mit Einschub-Adapter Typ 81.
541, 541A, 543, 543A, 543B, 545, 545A, 545B oder 555	25 ns	16 ns	11 ns	
551	27 ns	17 ns	13 ns	
531, 531A, 533, 533A, 535 oder 535A	35 ns	25 ns	24 ns	
536	44 ns	35 ns	32 ns	
Eingangs-Impedanz				1 MΩ (± 1 %) parallel zu etwa 15 pF typischer Wert.
Maximale Eingangsspannung				600 V, zusammengesetzte Anteile aus Gleichspannung und Spitzenwert der Wechselspannung oder 600 V _{ss} Wechselspannung
Betriebsarten der Eingangskopplung	Ein Schalter auf der Frontplatte wählt Wechselspannungs- oder Gleichspannungskopplung			GND trennt das Signal vom Eingang und erdet den Verstärkereingang.
Wechselspannungskopplung; untere Frequenzwiedergabe				Typischer Wert — 3 dB bei 2 Hz direkt, 0,2 Hz mit Abschwächertastkopf 10 X.
Betriebsarten der vertikalen Darstellung	nur Kanal 1 nur Kanal 2 Zweispur, ablenksynchrone Umschaltung der Kanäle Zweispur, freilaufende Teilbildumschaltung algebraische Addition			
Freilaufende Umschaltfrequenz Chopper (Zerhacker)	Umschaltfolge von etwa 1 MHz, so daß von jeder Spur einander folgend Abschnitte von 500 ns dargestellt werden.			Abschnitte von ungefähr 300 ns sind sichtbar, wenn der Schalter der Kathode der Elektronenstrahlröhre in Stellung Chopped Blanking steht.

¹ mit folgender Formel berechnet

$$\text{Anstiegszeit} = \frac{0,35}{* \text{Frequenz}}$$

* die obere Grenze der Bandbreite verwenden

Eigenschaften	Arbeitskennwert	Zusätzliche Angaben
<p>Verhältnis der Gleichtaktunterdrückung</p> <p>Umkehrung der Polarität</p> <p>Strahlspur-Abwanderung (nach Einlaufzeit) Schalter VOLTS/CM auf 0,005</p> <p>Rauschen, für beliebige Stellung des Schalters INPUT SELECTOR</p>	<p>20:1 für Gleichtaktsignale von 1 kHz bei einer Amplitude bis zu 10 cm.</p> <p>Das Signal sowohl von Kanal 1 als auch von Kanal 2 kann umgekehrt werden.</p>	<p>Bei optimaler Abgleichung der Verstärkung beider Kanäle</p> <p>Typischer Wert weniger als 5 mV/Stunde</p> <p>Internes Rauschen etwa $200 \mu V_{ss}$</p>
<p>Kanal 1 Ausgangssignal</p> <p>Spannung des Ausgangssignals</p> <p>Ausgangsimpedanz</p> <p>Ausgangskopplung</p> <p>Frequenzwiedergabe (nicht mehr als — 3 dB Abfall)</p>	<p>Verstärkungsfaktor von 10, $\pm 10 \%$</p> <p>direkt</p> <p>0 ... 35 MHz 0 ... 24 MHz</p>	<p>Schalter VOLTS/CM von Kanal 1 auf 0,005</p> <p>etwa 50Ω</p> <p>Gleichspannungspegel von etwa 0,45 V, der durch den Regler POSITION von Kanal 1 nicht beeinflusst wird.</p> <p>Schalter VOLTS/CM von Kanal 1 auf 0,05 Schalter VOLTS/CM von Kanal 1 auf 0,005</p>
<p>Kanal 1 Triggerausgang</p> <p>Spannung am Triggerausgang</p> <p>Bandbreite</p> <p>Ausgangskopplung</p> <p>Ausgangsimpedanz</p>	<p>Verstärkungsfaktor von 100, $\pm 20 \%$</p> <p>Genügend, um eine stabile Triggerung eines Signals von 50 MHz bei einer dargestellten Amplitude von 2 cm oder mehr zu erhalten.</p> <p>direkt</p>	<p>An der Buchse CH 1 TRIGGER OUT gemessen</p> <p>Schalter VOLTS/CM von Kanal 1 auf 0,005</p> <p>Nur mit Oszillografen Typ 544, 546, 547 oder 556.</p> <p>Gleichspannungspegel 0 V, ± 1 V. Wird durch den Lage-regler POSITION von Kanal 1 nicht beeinflusst.</p> <p>Ungefähr $5 k\Omega$ bei Gleichspannung abfallend auf 50Ω bei 2 MHz.</p>
MECHANISCHE DATEN		
<p>Aufbau</p> <p>Ausführung</p>	<p>Aluminiumlegiertes Chassis mit 3 steckbaren Platten sowie 2 Schaltungsplatten.</p> <p>Bedruckte eloxierte Frontplatte</p>	

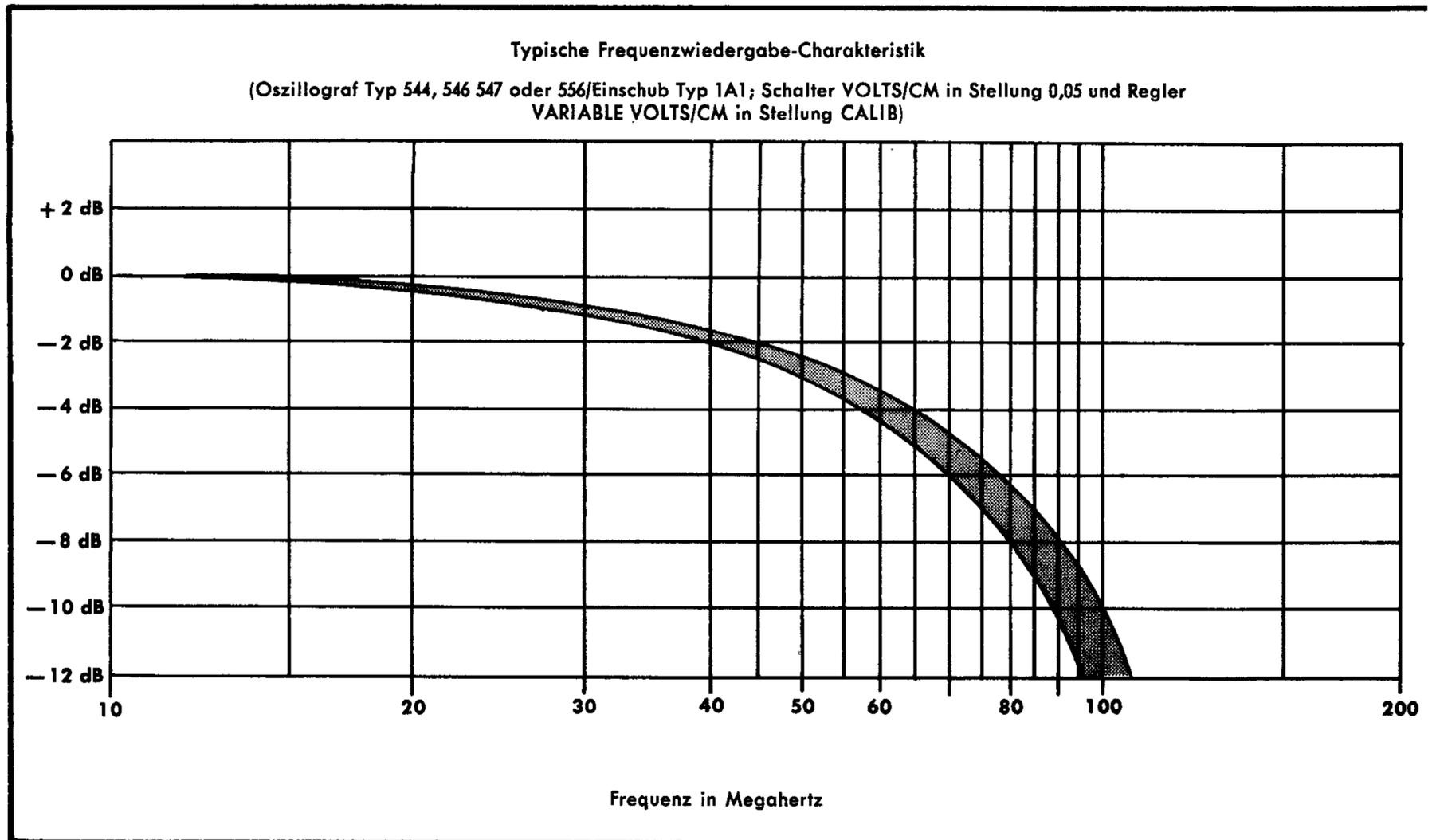


Bild 1-2 Typische Frequenzwiedergabe-Charakteristik des Einschubs Typ 1A1 bei Verwendung in Verbindung mit einem Oszillografen Typ 544, 546, 547 oder 556. Eine Signalquelle mit einem Quellenwiderstand von 25 Ω wurde für den Betrieb des Typs 1A1 verwendet (der 50 Ω -Generatorausgang wird über ein 50 Ω -Kabel mit 50 Ω -Abschluß verbunden).

2. TEIL

BEDIENUNGSANLEITUNG

Änderungen, sofern sie diesen Teil betreffen, sind am Schluß dieses Handbuchs aufgeführt.

FUNKTIONSBESCHREIBUNG DER BEDIENUNGSELEMENTE UND ANSCHLÜSSE

Die Funktionen aller Bedienungselemente, Abgleichvorrichtungen und Anschlüsse, mit Ausnahme des Betriebswählerschalters MODE und der Anschlüsse CH 1 SIGNAL OUT und CH 1 TRIGGER OUT, sind für beide Kanäle identisch.

POSITION Lage	Regler für die vertikale Verschiebung der Strahlspur auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre.	INPUT Eingangsbuchse	Signal-Eingang für den Kanal 1 oder 2.
PULL FOR INVERT Invers-Schaltung	Schalter mit zwei Stellungen, der die Darstellung des Eingangssignals in normaler oder umgekehrter Polarität bezogen auf das angelegte Signal ermöglicht.	MODE Betriebsart	Ein 5stufiger Schalter wählt die Betriebsart wie folgt: CH 1 — Ermöglicht die Verwendung von Kanal 1 allein. ALT — Zweispur-Ablenksynchrone Betriebsart (getriggerte elektronische Umschaltung der Kanäle während des Strahlrücklaufintervalls). CHOP — Betrieb der Zweispur-Teilbildumschaltung (freilaufende elektronische Umschaltung der Kanäle mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 MHz). ADD — Ermöglicht die algebraische Addition der Ausgänge der beiden Kanäle. CH 2 — Ermöglicht die Verwendung von Kanal 2 allein.
VARIABLE VOLTS/CM Variabel Volt/cm	Ermöglicht eine überlappende ungeeichte stetig einstellbare Abschwächung zwischen den geeichten Ablenkfaktoren und erweitert den Abschwächerbereich auf ungefähr 50 V/cm. Wird der Schalter von seiner geeichten Stellung CALIB weggedreht, so betätigt er einen Schalter, der den Überlappungsbereich ermöglicht.	CH 1 SIGNAL OUT Kanal 1 Signalausgang	Ausgangssignal von Kanal 1. Ermöglicht das Einführen des in Kanal 1 verstärkten Signals in Kanal 2.
.05 V/CM GAIN Verstärkung 0,05 V/cm	Ein Schlitzpotentiometer zum Abgleich des Grundablenkfaktors des Kanals bei 0,05 V/cm.	CH 1 TRIGGER OUT Triggersignalausgang von Kanal 1	Triggersignal von Kanal 1. Ermöglicht die Verwendung von Kanal 1 als externe Triggersignalquelle.
.005 V/CM VAR ATTEN BAL Gleichspannungssymmetrie 0,005 V/cm	Ein Schlitzpotentiometer zum Abgleich der Gleichspannungssymmetrie, so daß die Strahlspur bei Betätigung des Reglers VARIABLE VOLTS/CM nicht verschoben wird, wenn kein Signal am Eingang liegt.	VORSICHT!	
VOLTS/CM Eingangsabschwächer Volt/cm	12stufiger Schalter für die Wahl der geeichten vertikalen Ablenkfaktoren.	Wird der Einschub Typ 1A1 in einem Oszillografen Typ 555 in abgeänderter Ausführung (Serie Nr. 101 bis 6999 oder Serie Nr. ab 7000) mit Zeitbasiseinheiten Typ 21 und 22 anstelle von Typ 21A und 22A verwendet, so wird von den Typen 21 und 22 eine Spannung von + 87 V von Stift 19 der Zeitbasiseinheiten an Stift 5 des Verbindungssteckers des Einschubs Typ 1A1 zu den zugehörigen Schaltkreisen und an die Buchse der Frontplatte CHANNEL 1 TRIGGER OUT geführt (siehe Bild 2-1). Diese Spannung wird wohl keine Bauteile des Triggerausgangsverstärkers von Kanal 1 des Typs 1A1 beschädigen, doch bewirkt sie, daß der Kreis nicht arbeiten kann. Ferner ist die Spannung von + 87 V an der Buchse gefährlich. Um ein richtiges Arbeiten des Typs 1A1 zu gewährleisten, beseitige man die Spannung von + 87 V durch Lösen der Verbindung zwischen Stift 19 des Anschlußsteckers der Typen 21 und 22 und den keramischen Anschlußstreifen oberhalb der Röhre V152 in diesen Einheiten. (Die Zeitbasiseinheiten Typ 21A und 22A können mit dem Einschub Typ 1A1 verwendet werden und brauchen nicht abgeändert zu werden.)	
INPUT SELECTOR Eingangswähler	3stufiger Schalter, der eine direkte oder kapazitive Kopplung des Eingangs mit dem Verstärker ermöglicht. Eine dritte Stellung GND verbindet den Verstärkereingang mit Erde, ohne daß das Eingangssignal geerdet wird.		

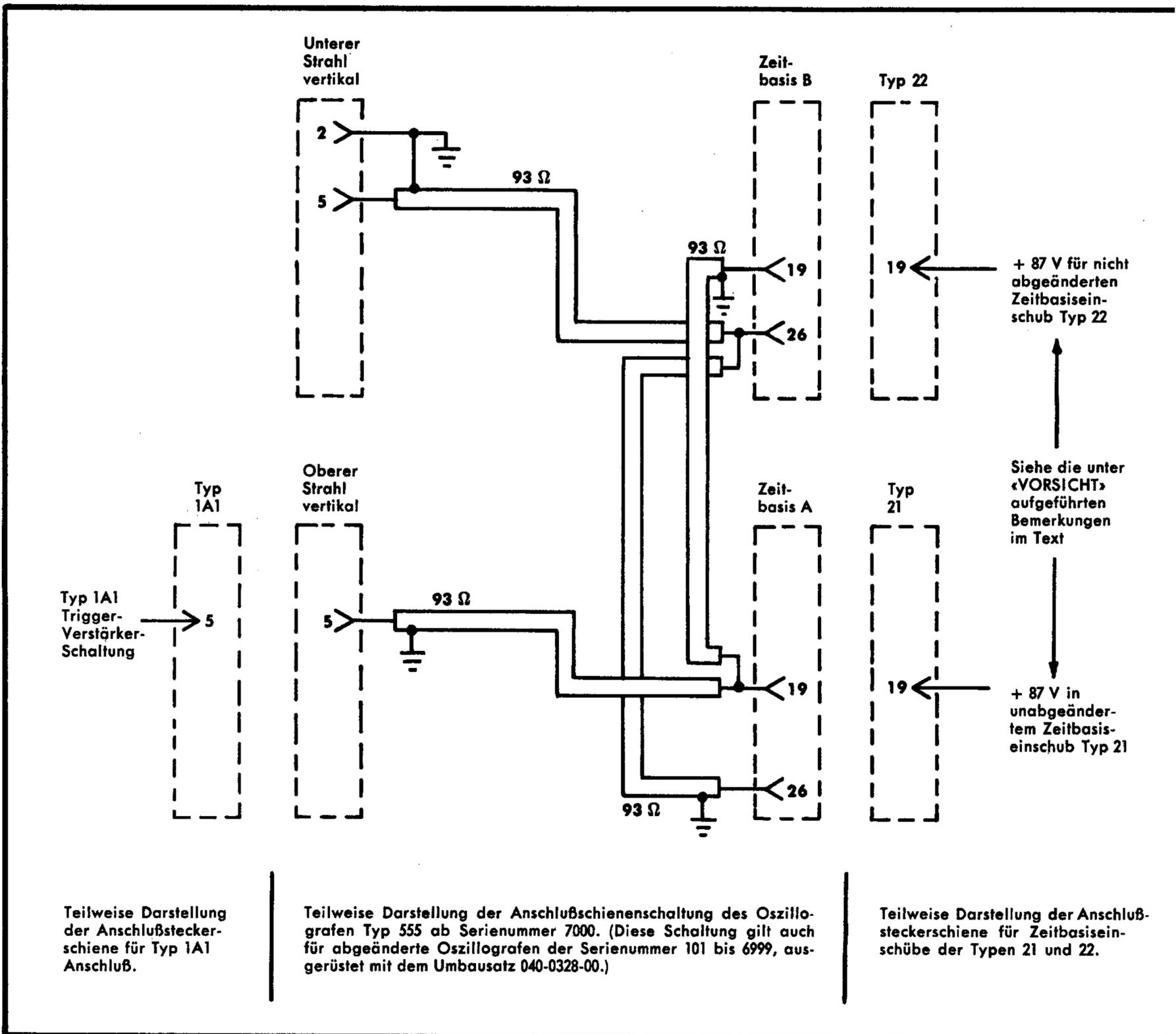


Bild 2-1 Teilweise Darstellung von Verbindungen zwischen Anschlußschienen zur Erläuterung der erforderlichen Änderungen der Zeitbasiseinschübe Typ 21 und 22 oder Verwendung des Typs 1A1 im Oszillografen Typ 555 für das obere Strahlensystem.

ERSTE INBETRIEBNAHME

Das nachfolgende Verfahren soll Ihnen helfen, den Betrieb des Typs 1A1 kennen zu lernen.

1. Der Typ 1A1 wird in die Öffnung des Oszillografen eingeschoben, die Feststellschraube festgezogen und der Netzschalter des Oszillografen eingeschaltet.
2. Man warte eine Anwärmzeit von etwa 2 bis 3 Minuten und lasse die Zeitablenkung des Oszillografen mit einer Ablenkgeschwindigkeit von 0,5 ms/cm frei laufen.

3. Die zugänglichen Bedienelemente des Typs 1A1 werden für beide Kanäle wie folgt eingestellt:

INPUT SELECTOR	DC
VOLTS/CM	.05
VARIABLE VOLTS/CM	CALIB
PULL FOR INVERT	Eingedrückt (normal)
POSITION	Bereichmitte
MODE	CH 1

4. Die Lage des Strahls wird ungefähr 1 cm oberhalb der Rastermittellinie mit dem Regler POSITION von Kanal 1 gelegt.

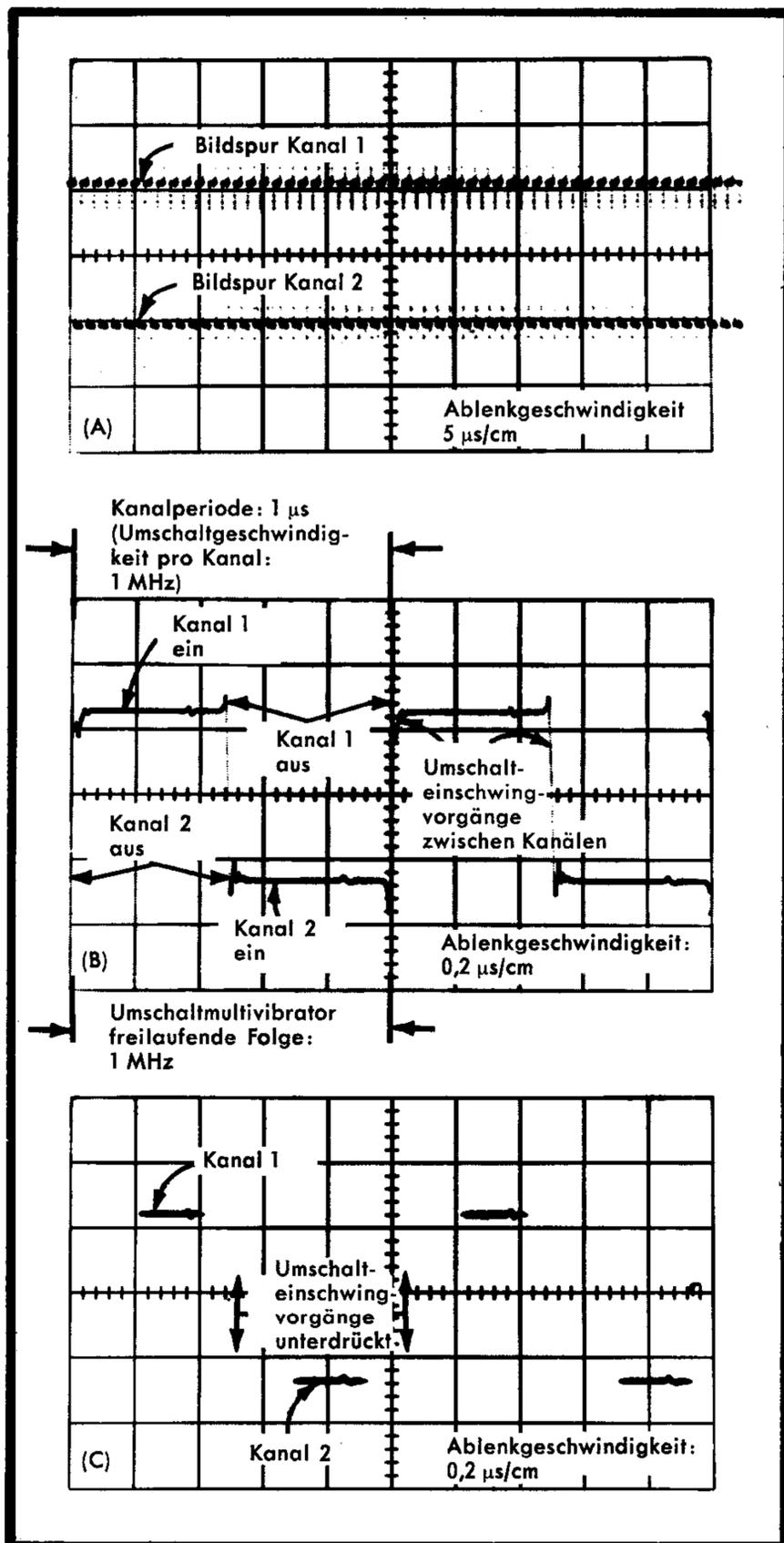


Bild 2-2 Signalformen der freilaufenden Teilbildumschaltung: (A) Die Bildspur ist in Abschnitte geteilt; (B) Wirkung der Umschaltung der freilaufenden Umschaltung von Kanal zu Kanal; und (C) Umschalteinschwingvorgänge unterdrückt.

5. Mit dem Betriebswahlschalter MODE in Stellung CH 2 wird die Lage des Strahls 1 cm unterhalb der Rastermittellinie mit dem Lageregler POSITION von Kanal 2 gelegt.
6. Der Betriebswahlschalter MODE wird in Stellung ALT gebracht. Die Strahlspuren beider Kanäle 1 und 2 sollen dargestellt werden.
7. Der Zeitbasisschalter TIME/CM des Oszillografen wird auf 50 ms eingestellt. Es kann beachtet werden, daß für jeden Durchgang der Zeitablenkung ein Kanal dar-

gestellt wird, während der andere gesperrt ist. Die elektronische Umschaltung von einem Kanal zum andern erfolgt während des Rücklauf-Intervalls.

8. Der Schalter MODE wird in Stellung CHOP gebracht. Es ist zu bemerken, daß beide Spuren gleichzeitig zu beginnen scheinen und über den Schirm wandern.
9. Mit dem Zeitbasisschalter TIME/CM des Oszillografen in Stellung 5 μs werden die Bedienungselemente der Triggerung des Oszillografen eingestellt, um eine stehende Abbildung zu erhalten. Es ist zu beachten, daß jede Spur aus vielen kurzdauernden Teilen oder Abschnitten mit sichtbaren Umschaltüberschwingungen zwischen den Kanälen besteht (siehe Bild 2-2A).
10. Um die Umschaltwirkung der Teilbildumschaltung klar zu sehen, wird die Ablenkgeschwindigkeit auf 0,2 μs/cm erhöht. Man beachte, daß Kanal 1 während ungefähr 0,5 μs eingeschaltet und Kanal 2 für ungefähr 0,5 μs während des ersten halben Zyklus ausgeschaltet ist. Während des nächsten halben Zyklus ist Kanal 2 während 0,5 μs eingeschaltet und Kanal 1 ausgeschaltet (siehe Bild 2-2B). Die Umschaltfolge pro Kanal wird durch die Schaltgeschwindigkeit des freilaufenden Multivibrators bestimmt und beträgt ungefähr 1 MHz.
11. Durch Schalten des Kathodenbetriebsschalters der Elektronenstrahlröhre (an der Rückseite des Geräts der meisten Tektronix-Oszillografen) in Stellung für Zweikanal-Umschaltunterdrückung (CHOPPED BLANKING) können die Umschaltspitzen der Kanalumschaltung unterdrückt werden (siehe Bild 2-2C).
12. Der Zeitbasisschalter des Oszillografen TIME/CM wird in Stellung 0,5 ms gebracht. Die Kanäle 1 und 2 werden über ein «T»-Zwischenstück mit dem Eichgenerator verbunden (ist eine UHF-Buchse am Ausgang des Eichgenerators, so ist ein Zwischenstecker zu verwenden). An die Eingänge wird eine Spannung von 0,1 V vom Eichgenerator des Oszillografen gelegt.
13. Die Buchse CH 1 TRIGGER OUT wird über ein kurzes koaxiales Kabel und wenn nötig, einen Zwischenstecker mit der Triggersignal-Eingangsbuchse des Oszillografen verbunden. Die Bedienungselemente der Triggerung werden für eine externe Triggerung an der ansteigenden Flanke eingestellt. Das Eichsignal beider Kanäle soll dargestellt sein. Jedes Signal soll eine Amplitude von 2 cm haben.

BEMERKUNG

Wenn die Signalamplituden nicht genau 2 cm betragen, so kann diese Ungenauigkeit bis nach Abschluß dieses Betriebsverfahrens unbeachtet bleiben. Nachfolgende Abschnitte zeigen, wie die Verstärkung des Einschubs richtig eingestellt wird.

14. Der Betriebswahlschalter MODE wird in Stellung ADD (Addition) gebracht. Die Darstellung soll nun ein Signal mit einer Amplitude von 4 cm umfassen. Dies ist die Summe der Signale von Kanal 1 und 2 (von je 2 cm). Es

Bedienungsanleitung – Typ 1A1

ist zu beachten, daß jeder der Lageregler POSITION die Darstellung vertikal verschiebt.

15. Mit der Zeitbasis für freilaufenden Betrieb eingestellt, wird der Polaritätsschalter von Kanal 1 PULL FOR INVERT in Stellung INVERT geschaltet. Die Darstellung soll nun eine gerade Linie sein und die algebraische Differenz der beiden Signale anzeigen. Da beide Signale gleiche Amplituden und Signalformen haben, ist die Differenz 0.
16. Die Eichspannung des Oszillografen wird auf 20 mV eingestellt.
17. Der Eingangsabschwächer VOLTS/CM von Kanal 1 wird in Stellung 0,005 gebracht und der Betriebsartschalter MODE in Stellung CH 2.
18. Die Verbindung zwischen Kanal 2 und dem Eichspannungssignal wird getrennt (die Verbindung zwischen Kanal 1 und dem Eichspannungssignal soll nicht getrennt werden). Die Buchse des Ausgangssignals von Kanal 1 CH 1 SIGNAL OUT wird über ein koaxiales Kabel mit Kanal 2 verbunden.
19. Der Kopplungsschalter von Kanal 2 INPUT SELECTOR wird in Stellung AC gebracht und der Eingangsabschwächer von Kanal 2 VOLTS/CM auf 0,1. Die Trigger-Bedienungselemente des Oszillografen werden eingestellt, um eine stehende Abbildung zu erhalten. Eine Darstellung des Eichspannungssignals mit einer Amplitude von mindestens 2 cm wird erhalten. Dies bedeutet, daß Kanal 1 das Eichspannungssignal 10 X oder mehr verstärkt, bevor das Signal den Eingang INPUT von Kanal 2 erreicht ($10 \times 20 \text{ mV} = 200 \text{ mV}$ oder 0,2 V).

20. Die Verbindung zwischen der Ausgangsbuchse CH 1 SIGNAL OUT und dem Eingang INPUT von Kanal 2 wird getrennt.

Vor der Verwendung des Typs 1A1 für genaue Messungen müssen die Einstellungen der Verstärkung GAIN und der Gleichspannungssymmetrie .005 V/CM VAR ATTEN BAL an der Frontplatte für jeden Kanal abgeglichen werden. Dieser Abgleich ist in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

Abgleich des Verstärkungsfaktors

Der Abgleich des Verstärkungsfaktors soll regelmäßig geprüft werden, um sicher zu sein, daß die vertikalen Ablenkfaktor-Werte richtig sind. Dies gilt besonders bei der ersten Verwendung des Typs 1A1 sowie bei Einsatz in verschiedenen Oszillografen. Die Prüfung jedes Kanals wird entsprechend dem nachfolgenden Verfahren vorgenommen:

1. Die zugänglichen Bedienungselemente auf der Frontplatte des Typs 1A1 werden für beide Kanäle wie folgt eingestellt:

INPUT SELECTOR	DC
VOLTS/CM	0,05
PULL FOR INVERT	Eingedrückt (normal)

POSITION	Bereichmitte
VARIABLE VOLTS/CM	CALIB
MODE	CH 1

2. Die Bedienungselemente des Oszillografen für die Zeitablenkung und Triggerung werden für eine freilaufende Zeitablenkung von 0,1 ms/cm eingestellt.
3. Ein Signal mit einem Spitzenwert von 0,2 V wird vom Eichgenerator des Oszillografen über ein koaxiales Kabel an den Eingang INPUT von Kanal 1 gelegt.
4. Die sich ergebende Darstellung soll eine Amplitude von genau 4 cm ergeben. Wenn nicht, muß der Regler GAIN von Kanal 1 eingestellt werden, um die richtige Signalamplitude zu erhalten. (Man verwende den Lageregler POSITION von Kanal 1, damit die Darstellung mit den Rasterlinien zur Deckung kommt.)

BEMERKUNG

Um die größte Genauigkeit zu erhalten, soll eine Eichsignalquelle mit einer Amplitudengenauigkeit von besser als 3 % verwendet werden.

5. Mit dem Betriebsartschalter MODE in Stellung CH 2 wird das Eichspannungssignal an den Eingang INPUT von Kanal 2 gelegt.
6. Die Darstellung soll eine Amplitude von genau 4 cm ergeben. Wenn nicht, muß der Regler GAIN von Kanal 2 eingestellt werden, um die richtige Signalamplitude zu erhalten. Man verwende den Lageregler POSITION von Kanal 2, damit die Darstellung mit den Rasterlinien zur Deckung gebracht werden kann.
7. Die Verbindung zum Eichspannungssignal soll gelöst werden.

Abgleich der Gleichspannungssymmetrie

Die Einstellglieder der Gleichspannungssymmetrie .005 V/CM VAR ATTEN BAL von Kanal 1 und 2 sind vom Doppelbereich oder Grob-Fein-Typ. Der Feineinstellbereich beträgt 30°. Wird dieser Bereich überschritten, so wird er von der Grobeinstellung übernommen, um eine rasche grobe Einstellung zu ermöglichen. Sind die Gleichspannungspegel eines Kanals nicht richtig eingestellt, dann wird die Strahls spur bei signallosem Eingang, wenn der Regler VARIABLE VOLTS/CM gedreht wird, vertikal verschoben. Tritt eine Verschiebung der Strahls spur ein, so wird die Einstellung der Gleichspannungssymmetrie .005 V/CM VAR ATTEN BAL für jeden Kanal wie folgt vorgenommen:

1. Die Bedienungselemente auf der Frontplatte des Typs 1A1 werden eingestellt, wie im Abschnitt «Abgleich des Verstärkungsfaktors» beschrieben, mit Ausnahme, daß der Schalter für die Eingangskopplung INPUT SELECTOR auf Stellung GND und der Eingangsabschwächer VOLTS/CM auf 0,005 gebracht wird.

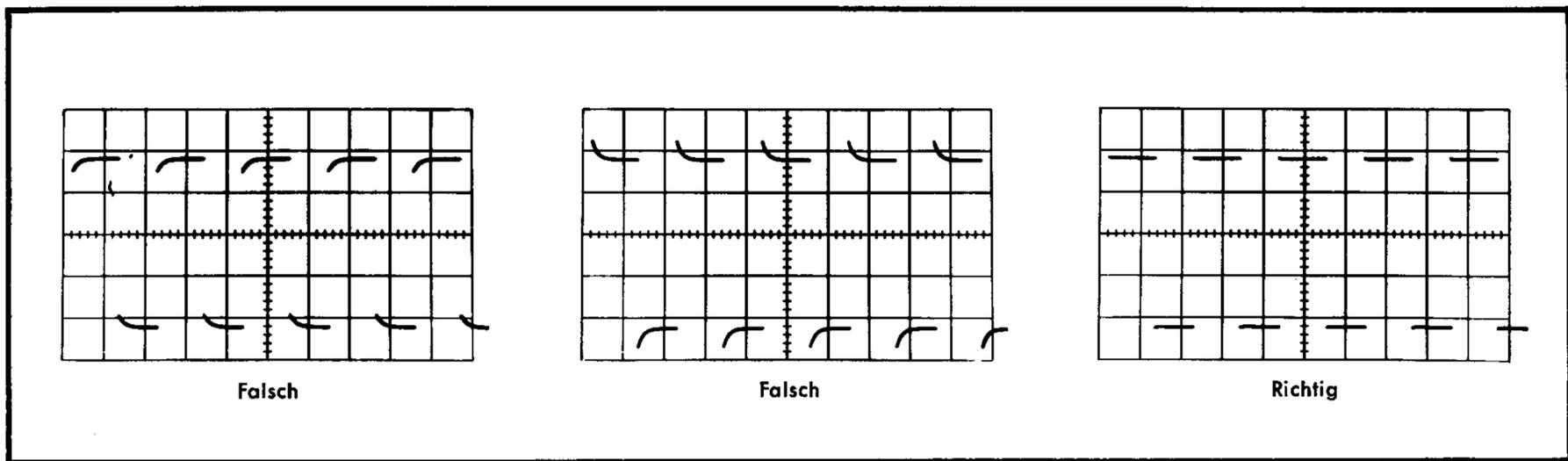


Bild 2-3 Tastkopf-Abgleich-Signale bei Verwendung eines Eichsignals von 1 kHz.

- Vorsichtig muß nun der Regler für den Abgleich der Gleichspannungssymmetrie $.005\text{ V/CM VAR ATTN BAL}$ von Kanal 1 auf einen Punkt eingestellt werden, an dem keine Verschiebung der Strahlspur eintritt, wenn der Regler VARIABLE VOLTS/CM von Kanal 1 durch seinen vollen Bereich hin und her gedreht wird.
- Der Betriebsartschalter MODE wird in Stellung CH 2 gebracht.
- Vorsichtig muß nun der Regler für den Abgleich der Gleichspannungssymmetrie $.005\text{ V/CM VAR ATTN BAL}$ von Kanal 2 auf einen Punkt eingestellt werden, an dem keine Verschiebung der Strahlspur eintritt, wenn der Regler VARIABLE VOLTS/CM von Kanal 2 durch seinen vollen Bereich hin und her gedreht wird.

ALLGEMEINER BETRIEB

Jeder der beiden Vorverstärkerkanäle kann durch Bringen des Betriebsartschalters MODE in Stellung CH 1 oder CH 2 und Anschließen des zu untersuchenden Signals an den entsprechenden Eingang unabhängig verwendet werden. In Tabelle 2-1 sind verschiedene Eingangssysteme aufgeführt, die sich für den Eingang des Typs 1A1 eignen. Bild 2-4 zeigt ein Blockschema des Eingangs bei Verwendung des in Methode 8 beschriebenen Systems von Tabelle 2-1. Bild 2-5 zeigt die Darstellung von Wirkwiderstand und Blindwiderstand des Eingangs in Funktion der Frequenz des Typs 1A1.

Verwendung von Tastköpfen

Ein üblicher passiver Abschwächertastkopf mit einer Standard-Kabellänge von 107 cm verringert sowohl die kapazitive als auch die ohmsche Belastung des Meßkreises, verringert aber zugleich die Empfindlichkeit. Die durch den Tastkopf hervorgerufene Abschwächung gestattet die Messung von Signalspannungen, die bei einer direkten Einspeisung in den Eingang des Typs 1A1 eine Übersteuerung der Elektronenstrahlröhre zur Folge hätte. Trotzdem dürfen die dem Tastkopf oder dem Einschub zugeführten Signalspan-

nungen nicht die maximal zulässigen Spannungswerte überschreiten. Bei der Durchführung von Amplituden-Messungen mit einem Abschwächertastkopf ist darauf zu achten, daß die Werte der zu beobachtenden Vorgänge mit dem Abschwächerfaktor des Tastkopfs zu multiplizieren sind. Um die Genauigkeit von Impuls- oder Hochfrequenzmessungen sicherzustellen, ist die Kompensation des Tastkopfes zu überprüfen. Der Abgleich wird wie folgt vorgenommen:

- Der Eichspannungsgenerator des Oszilloskopfen wird für ein Ausgangssignal von geeigneter Amplitude eingestellt.
- Der Betriebsartschalter MODE wird auf den für die Verwendung mit dem Tastkopf vorgesehenen Kanal geschaltet.
- Mit der Spitze des Tastkopfs berühre man die Ausgangsbuchse des Eichgenerators und stelle die Bedienelemente des Oszilloskopfen ein, damit mehrere Schwingungen des Signals dargestellt werden.
- Die Tastkopfkomensation wird abgeglichen, um eine beste Wiedergabe des Rechtecksignals, wie es in der Skizze rechts von Bild 2-3 gezeigt wird, zu erhalten.

BEMERKUNG

Wird eine andere als die im Oszilloskopfen eingebaute Rechteckspannungsquelle für den Abgleich des Tastkopfs verwendet, so ist darauf zu achten, daß die Folgefrequenz nicht höher als 5 kHz ist. Bei höheren Frequenzen scheint sich die Signalamplitude beim Abgleich der Kompensation zu verändern. Dadurch wird der genaue Abgleich schwierig. Bleibt aber der Tastkopf schlecht kompensiert, so ist das Einschwingverhalten und die Frequenzwiedergabe des Systems schlecht, und die Messungen werden ungenau.

Eingangswähler

Um sowohl die Gleichspannungs- als auch die Wechselspannungskomponente eines zugeführten Signals darzustellen,

Tabelle 2-1 Methoden der Signalankopplung

Methode	Vorteile	Grenzen	Benötigtes Zubehör	Belastung der Quelle (siehe Bild 2-5, X _c und R Eingangskurven)	Vorsichtsmaßnahmen
1. Offene (unabgeschirmte) Prüflösungen	Einfachheit	Begrenzte Frequenzwiedergabe. Einstreuung unterworfen.	Zwischenstück für BNC auf Bananenstecker (103-0033-00). Zwei Prüfkabel erforderlich.	1 MΩ und 15 pF am Eingang + Prüflösungen	Einstreuungen und Störschwingungen
2. Nicht abgeschlossenes koaxiales Kabel	Volle Empfindlichkeit	Begrenzte Frequenzwiedergabe. Hohe Kabelkapazität.	Koaxiales Kabel mit BNC-Stecker	1 MΩ und 15 pF plus Kabelkapazität	Hohe kapazitive Belastung
3. 1 X Tastkopf, 1 MΩ	Volle Empfindlichkeit	Hohe Kabelkapazität	1 X-Tastkopf P6028 mit BNC-Stecker ausgerüstet	1 MΩ und ≈ 63 pF	Hohe kapazitive Belastung
4. Abgeschlossenes koaxiales Kabel. Abschluß am Eingang des Typs 1A1.	Volle Empfindlichkeit. Ganze Bandbreite des Typs 1A1/Oszillografen. Relativ flache ohmsche Belastung. Lange Kabel mit gleichförmiger Wiedergabe.	Stellt eine Abschlußbelastung am Ende des koaxialen Kabels dar (typischer Wert 50 Ω). Ein Trennkondensator kann erforderlich sein, um eine Gleichspannungsbelastung oder Beschädigung des Anschlusses zu verhüten.	Koaxiales Kabel mit BNC-Stecker Abschlußwiderstand am Eingang von Typ 1A1. (BNC 50 Ω Abschluß, 011-0049-00).	Abschlußwiderstand R ₀ plus 15 pF am Typ 1A1 Ende des Koaxialkabels kann Reflexionen verursachen.	Reflexionen von 15 pF am Eingang. Gleichspannungs- und Wechselspannungsbelastung des Prüfpunkts. Belastungsgrenze des Abschlußwiderstands.
5. Gleich wie 4, mit koaxialem Abschwächer am Abschluß.	Weniger Reflexionen von 15 pF am Abschluß.	Reduzierte Empfindlichkeit (höherer Ablenfaktor).	Koaxiale BNC-Abschwächer	Nur Abschlußwiderstand R ₀	Gleichspannungs- und Wechselspannungsbelastung des Prüfpunkts. Belastungsgrenze des Abschwächers.
6. Abgriff am abgeschlossenen koaxialen System (BNC T-Glied: US-274/U am Eingang Typ 1A1)	Ermöglicht das Untersuchen von Signalen mit normaler Belastung. Gleichspannungs- oder Wechselspannungskopplung ohne Verwendung koaxialer Abschwächer.	15 pF Belastung am Abgriff.	BNC T-Glied und Signalleitungen mit BNC-Stecker	1 MΩ und 15 pF am Abgriff.	Reflexionen vom 15-pF-Eingang.
7. 10 X, 10 MΩ Tastkopf 100 X, 10 MΩ Tastkopf 1000 X, 100 MΩ Tastkopf	Verringert ohmsche und kapazitive Belastung, nahezu ganze Bandbreite des Typs 1A1/Oszillografen.	X 0,1 Empfindlichkeit X 0,01 Empfindlichkeit X 0,001 Empfindlichkeit	Abschwächerfaktor P6006, P6008, P6010 10 X P6007, P6009 100 X P6015 1000 X	P6006: ∞ 7 pF, 10 MΩ P6008: ∞ 7,5 pF, 10 MΩ P6010: ∞ 10 pF, 10 MΩ P6007: ≥ 2 pF, 10 MΩ P6009: ∞ 2,5 pF, 10 MΩ P6015: ∞ 3 pF, 100 MΩ	Prüfung des Tastkopfabgleichs. Es sollen Rechtecksignale mit Frequenzen von weniger als 5 kHz mit Vorzug 1 kHz verwendet werden.

Methoden	Vorteile	Grenzen	Benötigtes Zubehör	Belastung der Quelle (siehe Bild 2-5, X _c und R Eingangskurven)	Vorsichtsmaßnahmen
8. 500 Ω und 5 kΩ Tastköpfe (müssen am Eingang des Typs 1A1 mit 50 Ω abgeschlossen sein)	Reduziert kapazitive Belastung auf ungefähr 0,7 pF. Normale Bandbreite des Typs 1A1/Oszillografen. Tastkopfkompensation muß nicht abgeglichen werden, da kein sichtbarer Effekt zu bemerken ist, wenn mit Typ 1A1/Oszillograf verwendet.	Ohmsche Belastung. Empfindlichkeit X 0,1 oder X 0,01. Um eine Belastung durch Gleichspannung oder Beschädigung des Abschlusses zu vermeiden, könnte ein Trennkondensator nötig sein. Untere Grenzfrequenz bei Wechselspannungskopplung: 70 kHz für Typ P6034; 7 kHz für Typ P6035.	P6034: 10 X P6035: 100 X Zubehör in Bild 2-4 aufgeführt	P6034: 500 Ω, 0,7 pF P6035: 5 kΩ, 0,6 pF	Gleichspannungs- und Wechselspannungsbelastung. Nennspannung des Tastkopfs.
9. Stromtransformator. Am Eingang des Typs 1A1 mit 50 Ω abgeschlossen. Obere Frequenzwiedergabe durch Typ 1A1/Oszillograf bestimmt.	Der Stromtransformator kann ein fester Teil des Prüfkreises sein. Weniger als 2,2 pF zu Meßkreischassis. Mißt Signale in Transistorkreisen.	Stromnennwerte effektiv: CT-1: 0,5 A CT-2: 2,5 A Empfindlichkeit CT-1: 5 mV/mA CT-2: 1 mV/mA	CT-1: Koaxialer Adapter und BNC-Abschluß. CT-2: Nichts Zusätzliches (evtl. zusätzliche Koaxialkabel für jeden Transformator.)	CT-1: Einfügung; 1 Ω parallel zu etwa 5 μH. Bis zu 1,5 pF. CT-2: Einfügung; 0,04 Ω parallel zu ungefähr 5 μH. Bis zu 2,2 pF.	Keine schnell anschließbare Einrichtung. CT-1: untere Grenzfrequenz ungefähr 75 kHz. CT-2: untere Grenzfrequenz ungefähr 1,2 kHz und 1/5 der Empfindlichkeit von CT-1.
10. Tastkopf P6019 mit Verstärker Typ 134. Bandbreite des Systems mit Typ 1A1/Oszillograf: ≈ 30 MHz.	Mißt Signalströme ohne Unterbrechung des Prüfkreises. Grundablenkfaktor: 0,2 mA/cm mit dem Typ 1A1, Schalter VOLTS/CM in Stellung 0,05*	Untere Frequenzgrenze: ≤ 12 Hz	Keines, wenn Tastkopf und Verstärker zusammen mit Netzgerät bestellt werden.	Einfügung Z: 2,8 μH parallel zu 0,004 Ω in Serie mit 1,7 nH.	Beim Wechseln der Tastköpfe ist die Niederfrequenz-Wiedergabe und Verstärkung zu prüfen. Der Wahlschalter des Tastkopfs Typ 134 muß in geeigneter Stellung stehen.
11. Tastkopf P6020 mit Verstärker Typ 134. Bandbreite des Systems mit Typ 1A1/Oszillograf: ≈ 40 MHz.	Mißt Signalströme ohne Unterbrechung des Prüfkreises. Grundablenkfaktor: 0,2 mA/cm mit dem Typ 1A1, Schalter VOLTS/CM in Stellung 0,05*	Untere Frequenzgrenze: ≤ 100 Hz	Keines, wenn Tastkopf und Verstärker zusammen mit Netzgerät bestellt werden.	Einfügung Z: 0,6 μH parallel zu 0,025 Ω in Serie mit 0,2 nH.	Beim Wechseln der Tastköpfe ist die Niederfrequenz-Wiedergabe und Verstärkung zu prüfen. Der Wahlschalter des Tastkopfs Typ 134 muß in geeigneter Stellung stehen.

* Der Schalter Current/Div des Tastkopfs Typ 134 ist geeicht, wenn der Schalter VOLTS/CM des Typs 1A1 in Stellung 0,05 steht.

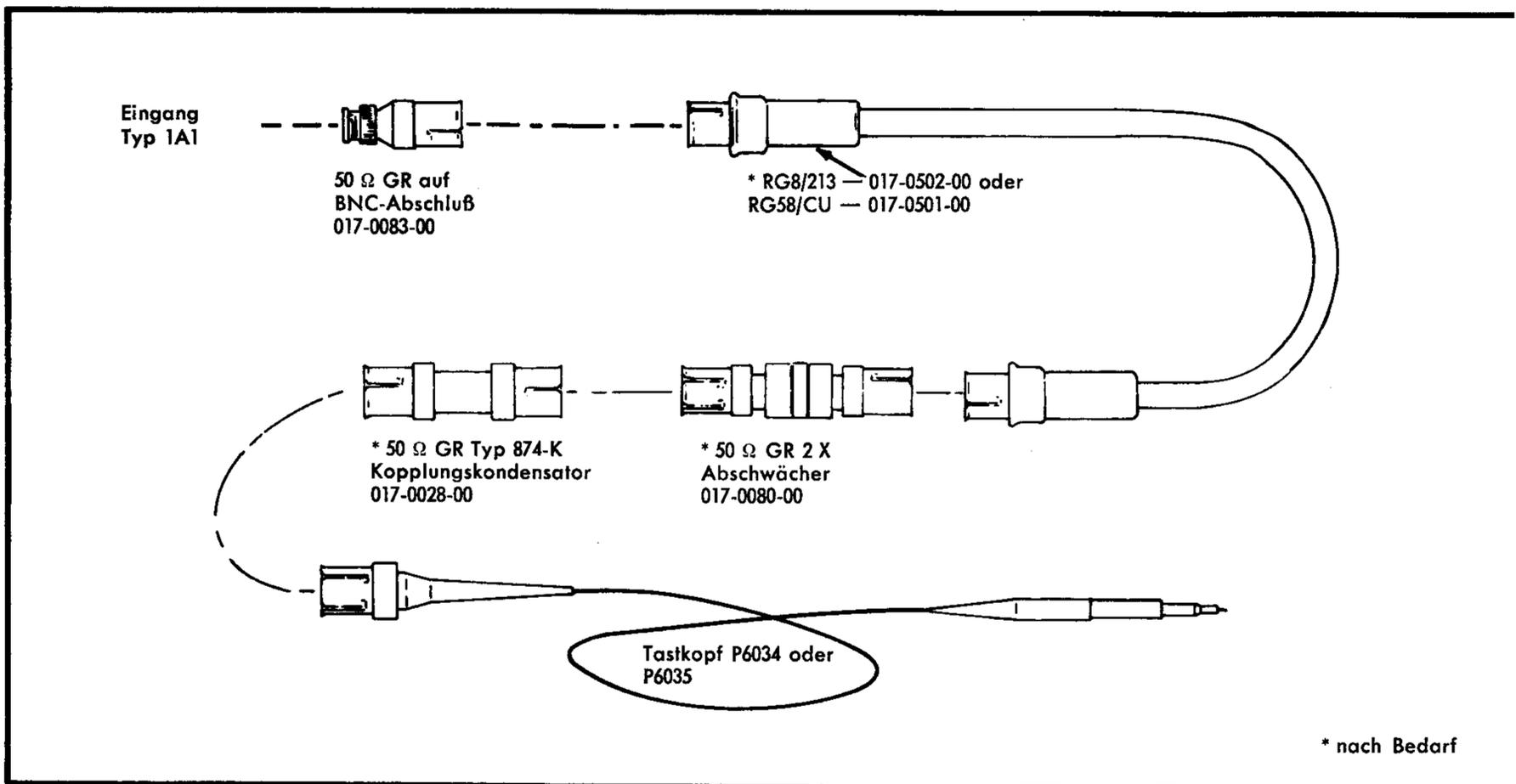


Bild 2-4 Empfohlene Folge von Bauteilen bei Verwendung des Tastkopfs P6034 oder P6035. Siehe Tabelle 2-1.

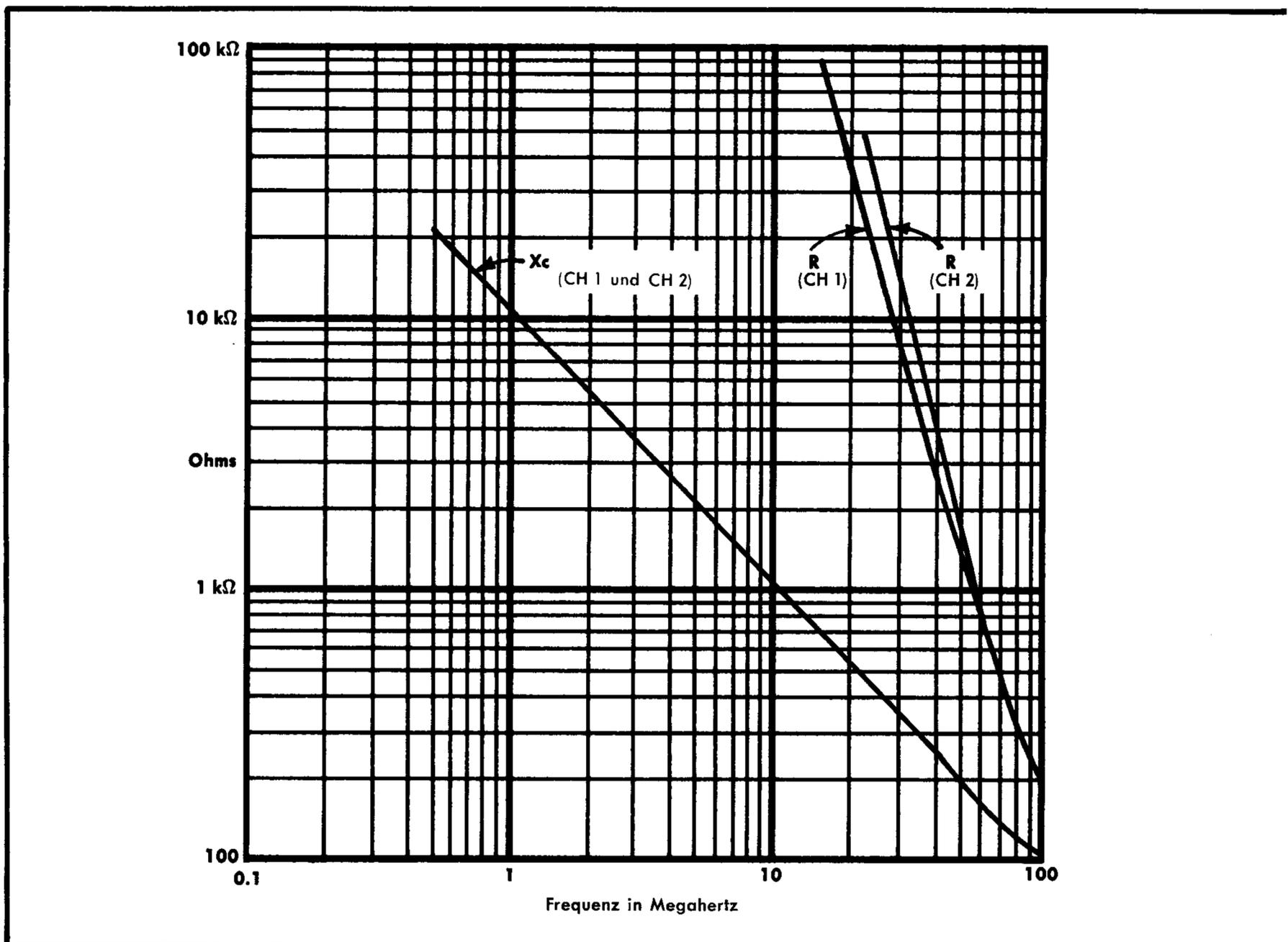


Bild 2-5 Nomineller Eingangswiderstand und kapazitive Reaktanz in Funktion der Frequenz bei beliebiger Stellung des Schalters VOLTS/CM des Typs 1A1. Beachte, daß die Eingangsimpedanz (R und X_c) mit zunehmender Frequenz absinkt.

wird der Eingangswähler INPUT SELECTOR in Stellung DC gebracht; soll dagegen nur die Wechsellspannungskomponente eines Signals dargestellt werden, so muß die Stellung AC verwendet werden.

In der Stellung AC dieses Schalters wird die Gleichspannung durch einen Kondensator in der Eingangsschaltung abgeblockt. Die Zeitkonstante des Eingangskreises beträgt etwa 0,1 s, und die untere Grenzfrequenz liegt bei etwa 2 Hz bezogen auf -3 dB. Daher tritt ein gewisser Abfall bei der Wiedergabe der Dauer ein (abfallende Dächer), wenn zum Beispiel ein symmetrisches 50-Hz-Rechtecksignal untersucht wird. Bei Verwendung eines 10fach-Abschwächertastkopfs mit dem Einschub 1A1 liegt die untere Grenzfrequenz bei 0,2 Hz. Mit einem 100fach-Tastkopf beträgt die Grenzfrequenz etwa 2 Hz.

Wird der Eingangswähler INPUT SELECTOR in Stellung GND gebracht, so wird die Eingangsschaltung des Typs 1A1 an Masse gelegt, um eine Gleichspannungsbezugslinie zu erhalten. Befindet sich der Schalter INPUT SELECTOR in Stellung GND, so wird zwar das der Eingangsbuchse zugeführte Signal intern abgetrennt, aber nicht an Masse gelegt. Die Stellung GND des Schalters behebt die Notwendigkeit des externen Erdens des Eingangs oder des Tastkopfs, um die Darstellung einer Null-Linie zu erhalten.

Eingangsspannungsteiler und Regler (VOLTS/CM und VARIABLE VOLTS/CM)

Die Größe der von einem Signal hervorgerufenen vertikalen Auslenkung des Strahls ist von der Signalamplitude, dem Abschwächerfaktor (falls vorhanden) des verwendeten Tastkopfs, der Stellung des Eingangsabschwächers VOLTS/CM und der Stellung des Reglers VARIABLE VOLTS/CM abhängig. Die geeichten Ablenkfaktoren, wie sie durch die Stellung des Schalters VOLTS/CM angegeben werden, sind nur dann gültig, wenn sich der Regler VARIABLE VOLTS/CM in der Stellung CALIB befindet. Fehler bei der Ausmessung der Darstellung können dadurch auftreten, daß dieser Regler aus der Stellung CALIB herausgedreht wurde.

Der Bereich des Reglers VARIABLE VOLTS/CM beträgt maximal 2,5 : 1, um eine stufenlose (ungeeichte) Einstellung des Ablenkfaktors zwischen den geeichten Stellungen des Schalters VOLTS/CM vornehmen zu können. Wird der Regler einige Grade aus seiner Stellung CALIB bewegt, so wird ein Schalter betätigt, der die Kanalverstärkung erhöht, um einen überlappenden Bereich zu erhalten. Wird der Regler an den linken Anschlag gedreht und befindet sich der Schalter VOLTS/CM in Stellung 20, so wird durch den Regler VARIABLE VOLTS/CM der vertikale Ablenkfaktor auf etwa 50 V/cm erweitert. Mit Hilfe der Spannung des Eichgenerators des Oszillografen oder einer anderen geeichten Spannungsquelle kann der Typ 1A1 für jeden beliebigen Ablenkfaktor eingestellt werden, der innerhalb des Bereiches des Reglers VARIABLE VOLTS/CM ist.

Polaritätsschalter

Der Polaritätsschalter PULL FOR INVERT (NORM-INVERT) läßt sich zur Inversion der dargestellten Vorgänge, speziell bei Verwendung der zweispurigen Darstellung, verwenden. Der Polaritätsschalter besitzt zwei Stellungen. In der normalen Stellung (eingedrückt) zeigt die Darstellung die gleiche Polarität wie das Eingangssignal, d. h., ein positiver Impuls, der dem Einschub Typ 1A1 zugeführt wird, wird auch als positiv ansteigendes Signal auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre dargestellt. Bei Gleichspannungskopplung wird eine positive Spannung, die an den Typ 1A1 gelegt wird, eine Verschiebung des Strahls nach oben bewirken.

In der Stellung INVERT (gezogen) wird das dargestellte Signal invertiert; das heißt, ein positiver Impuls, der dem Einschub Typ 1A1 zugeführt wird, wird umgedreht, bzw. als negativer Impuls auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre dargestellt. Bei Gleichspannungskopplung wird eine positive Spannung, die an den Typ 1A1 gelegt wird, den Strahl nach unten verschieben.

Betriebsartschalter MODE

Der Schalter MODE weist fünf Stellungen auf: CH 1, ALT, CHOP, ADD und CH 2. Diese Schalterstellungen und ihre Bedeutungen sind in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben. Nützliche Hinweise für die Triggerung sind in den Abschnitten ALT und CHOP hinzugefügt.

Einspurbetrieb – Kanal 1 und Kanal 2

Um ein einzelnes Signal (Einstrahl-Darstellung) auf dem Schirm darzustellen, wird das entsprechende Signal entweder der Eingangsbuchse von Kanal 1 oder Kanal 2 zugeführt und der Betriebsartschalter MODE auf den entsprechenden Kanal CH 1 (Kanal 1) oder CH 2 (Kanal 2) geschaltet.

Um ein Signal auf einem Kanal darzustellen, unabhängig davon, ob das gleiche oder ein anderes Signal dem andern Kanal zugeführt wird, wird das gewünschte Signal, das zur Darstellung gelangen soll, durch Stellung des Schalters MODE auf den betreffenden Kanal CH 1 oder CH 2 gewählt.

Zweispur-Betrieb – Ablenksynchrone (ALT) oder freilaufende Umschaltung (CHOP)

Um zwei Signale gleichzeitig darzustellen (Zweispurbetrieb), wird die eine Signalamplitude der Eingangsbuchse INPUT des Kanals 1, das zweite Signal der Eingangsbuchse INPUT des Kanals 2 zugeführt. Der entsprechende PULL FOR INVERT-Schalter wird auf normale oder inverse Darstellung gestellt, je nachdem, ob die Signaldarstellung normal oder invers erfolgen soll, und der Betriebsartschalter MODE wird auf ALT oder CHOP gestellt.

Im allgemeinen wird die Stellung CHOP (freilaufende Teilbildumschaltung) für Ablenkgeschwindigkeiten bis zu $10 \mu\text{s/cm}$ für die Darstellung von zwei nicht repetitiven Signalen,

Bedienungsanleitung – Typ 1A1

die aber innerhalb der am Schalter TIME/CM eingestellten Zeitspanne auftreten, verwendet. Nicht repetitive Signale sind Signale, die einmal auftreten, wie Einschwingvorgänge oder zufällig auftretende Signale. Die CHOP-Stellung ist ebenso zur Darstellung niederfrequenter, synchroner Signale geeignet. Unter synchronen Signalen sind solche mit der gleichen Folgefrequenz bzw. Signale, die über ein ganzzahliges Vielfaches frequenzverkoppelt sind, zu verstehen.

BEMERKUNG

Bei Verwendung der freilaufenden Teilbildumschaltung überzeuge man sich, daß der Kathodenwahlschalter der Elektronenstrahlröhre in Stellung Zweikanal-Umschaltunterdrückung CHOPPED BLANKING steht, damit störende Umschaltspitzen der Kanalumschaltung unterdrückt werden.

Die Stellung ALT (ablenksynchrone Kanalumschaltung) eignet sich für Ablenkgeschwindigkeiten von 0,5 ms/cm oder schneller zur Darstellung hochfrequenter synchroner und asynchroner Signale. Asynchrone Signale sind Signale, die nicht die gleiche Folgefrequenz aufweisen oder die nicht über ein ganzzahliges Vielfaches frequenzverkoppelt sind. Tabelle 2-2 faßt die nachfolgende Diskussion über Zweispurbetrieb zusammen.

Darstellung zweier nicht repetitiver oder niederfrequenter (unter 10 kHz) synchroner Signale. Um die wahren Zeit- und Phasenverhältnisse zwischen zwei nicht repetitiven oder niederfrequenten synchronen Signalen zu zeigen, ist die Verwendung der freilaufenden Teilbildumschaltung nötig. Einschwingvorgänge bis zu 0,1 ms lassen sich noch gut darstellen oder auflösen: Bei 10 μ s/cm enthält ein Einschwingvorgang von 0,1 ms Dauer z. B. etwa 100 «Ein»-Segmente in der Darstellung. Wird eine höhere Ablenkgeschwindigkeit verwendet, so ist die Anzahl der Teilabschnitte, die die Bilder zusammensetzen, geringer und daher die Auflösung schlechter.

Um eine stabile Darstellung zu erhalten, soll entweder die interne Triggerung auf Kanal 1 allein (von Stift 5 des Verbindungssteckers — vergleiche dazu das Blockschaltbild in Abschnitt 10 der englischen Anleitung) oder die Buchse CH 1 TRIGGER OUT als externe Triggerquelle verwendet werden. Besitzt der verwendete Oszillograf die Möglichkeit, Kanal 1 intern als Triggersignalquelle zu verwenden, so ist von dieser Möglichkeit Gebrauch zu machen, indem der Schalter für die Wahl der Triggerquelle in die für den Einschub vorgesehene Stellung gebracht wird.

BEMERKUNG

Man verwende die Stellung PLUG IN (Einschub) des Schalters für die Wahl der Triggerquelle mit Vorzug gegenüber der externen Signalführung von der Buchse CH 1 TRIGGER OUT zum Triggereingang, um die optimale Bandbreite des Triggerausgangsverstärkers von Kanal 1 auszunützen.

Ist keine Stellung PLUG IN vorhanden, so ist das an der Buchse CH 1 TRIGGER OUT verfügbare Signal als Triggerquelle von Kanal 1 allein zu verwenden. Zur Verwendung des Signals wird die Buchse CH 1 TRIGGER OUT durch ein Koaxialkabel mit dem Triggereingang des Oszillografen

verbunden und der Schalter für die Wahl der Triggerquelle auf EXT gebracht.

VORSICHT!

An die Buchsen CH 1 TRIGGER OUT und CH 1 SIGNAL OUT dürfen keine Fremdspannungen angelegt werden, da zugehörige interne Kreise beschädigt werden können. Ein Kurzschließen dieser Anschlüsse gegen Masse wird dagegen keine Beschädigung zur Folge haben.

Werden bei freilaufender Teilbildumschaltung asynchrone Signale dem Typ 1A1 zugeführt und die Triggerung durch Kanal 1 allein vorgenommen, so wird das Signal von Kanal 1 stehen bleiben, während das Signal von Kanal 2 frei laufend erscheint. Wird aber die Frequenz des an Kanal 2 liegenden Signals so verändert, daß es mit dem Signal von Kanal 1 synchron wird oder umgekehrt, so erscheinen beide Signale als stehende Darstellungen auf dem Schirm. Dies ist eine Anwendung, die bei der Bestimmung des Schwebungs-Nulls zweier Signale nützlich sein kann.

Der Schalter für die Wahl der Triggerquelle des Oszillografen soll nicht auf NORM INT oder INT (Abnahme des Triggersignals vom Vertikalverstärker des Oszillografen) gestellt werden, da eine stehende Darstellung sich dabei nur schwer erreichen läßt, manchmal auch gänzlich unmöglich ist. Bei freilaufendem Zweikanal-Teilbildumschalt-Betrieb ist das Triggersignal in den Stellungen NORM INT oder INT ein Gemisch aus den Signalspannungen, die den einzelnen Kanälen zugeführt werden, überlagert, aber nicht synchronisiert mit dem freilaufenden Umschaltsignal. Das Umschaltsignal besitzt eine Rechteckcharakteristik, gleich der in Bild 2-2B gezeigten. Seine Amplitude ist von dem eingestellten Bildspurabstand abhängig (vorausgesetzt, daß in den zugeführten Signalen keine Gleichspannungskomponenten enthalten sind), und seine Frequenz ist die Umschaltfrequenz (also etwa 1 MHz).

Da das vom Vertikalverstärker des Oszillografen bezogene interne Triggersignal bei freilaufender Teilbildumschaltung ein zusammengesetztes Triggersignal ist und nicht-synchronisierte Kanalumschalt-Signale enthält, kann die interne Triggerung zuerst auf eines der zugeführten Signale erfolgen, dann aber auf ein Umschaltsignal ansprechen oder umgekehrt, was eine instabile Darstellung zur Folge hat.

Darstellung zweier asynchroner Signale. Um eine stabile Darstellung von zwei asynchronen Signalen, die nicht die Bandbreite des Systems überschreiten, zu erhalten, wird die ablenksynchrone Betriebsart verwendet und der Schalter der Triggersignalquelle des Oszillografen auf NORM INT oder INT gebracht. Für die Triggerung von Signalen unter 1 kHz wird die Wechselspannungskopplung der Triggerung verwendet, und um eine saubere Triggerung und eine helle Darstellung für Signale über 1 kHz zu erhalten, wird die Wechselspannungskopplung mit Hochpaß verwendet. Da das Triggersignal vom Triggerankopplungskreis des vertikalen Verstärkers des Oszillografen bezogen wird, zeigt die Darstellung nicht die wahren Zeitverhältnisse zwischen beiden Signalen, da die Triggerung auf das jeweils zugeführte Signal erfolgt, sobald der betreffende Kanal eingeschaltet wird.

Tabelle 2-2 Zweispurbetrieb

Angelegte Signale (das eine an Kanal 1 und das andere an Kanal 2)	Typ 1A1 Stellung des Betriebsart-schalters MODE	Stellung des Schalters für die Wahl der Triggerquelle des Oszillografen	Schaltstellung der Triggerkopplung des Oszillografen.	Darstellung zeigt richtiges Zeitverhältnis zwischen Signalen. Andere Bemerkungen.
(a) Zwei nicht repetitive Signale oder zwei niederfrequente synchrone Signale (unter 10 kHz). Das Referenzsignal wird an Kanal 1 gelegt.	CHOP	Plug-In* (Einschub) oder Ext (extern). (Mit einem koaxialen Verbindungskabel wird der Ausgang Channel 1 TRIGGER OUT mit dem Trigger-Eingang des Oszillografen verbunden.)	Wechselspannungskopplung AC oder AC Slow oder Wechselspannungskopplung mit Hochpaß AC Fast oder AC LF Reject.	Ja. Verwendung von Ablenkgeschwindigkeiten bis zu 10 µs/cm. Höhere Ablenkgeschwindigkeiten vermindern die Auflösung.
(b) Zwei asynchrone Signale von beliebiger Frequenz innerhalb der Bandbreite des Systems.	ALT	Norm Int oder Int**	Wechselspannungskopplung für tiefere Frequenzen AC oder AC Slow. Wechselspannungskopplung mit Hochpaß für höhere Frequenzen AC Fast oder AC LF Reject.	Nein.
(c) Zwei synchrone Signale, 250 Hz und höher.	ALT	Plug-In* (Einschub) oder Ext (extern). (Mit einem koaxialen Verbindungskabel wird der Ausgang Channel 1 TRIGGER OUT mit dem Trigger-Eingang des Oszillografen verbunden.) Norm Int oder Int**	Wechselspannungskopplung AC oder AC Slow oder Wechselspannungskopplung mit Hochpaß AC Fast oder AC LF Reject. AC Fast oder AC LF Reject.	Ja. Referenzsignal wird an Kanal 1 gelegt. Nein.

* In Stellung Plug-In (Einschub) ist ein internes Signal von Kanal 1 allein an Stift 5 des Anschlußsteckers zum Oszillografen verfügbar. Ist der Oszillograf nicht für die Verwendung dieser Triggerquelle eingerichtet, wird die Stellung Ext. und das Signal vom Ausgang CH 1 TRIGGER OUT verwendet.

** In Schaltstellung Norm Int oder Int wird das interne Triggersignal vom Vertikalverstärker des Oszillografen abgeleitet. Bei Zweispurbetrieb ist das interne Triggersignal ein Gemisch aus den angelegten Signalen, überlagert auf den Gleichspannungspegeln der Lageeinstellung der Kanäle, wenn diese umgeschaltet werden.

Um eine stabile Darstellung in dieser Betriebsart zu erhalten, ist es von großer Wichtigkeit, daß die Einstellung des Triggerniveaus des Oszillografen so vorgenommen wird, daß eine Triggerung der Zeitbasis durch das jeweils eingeschaltete Signal erfolgen kann. Ferner müssen die beiden zugeführten Signale eine genügende Amplitude haben, um den Erfordernissen des Triggersignals des Oszillografen zu entsprechen.

Ist die Amplitude eines der dargestellten Signale kleiner als die andere, ist aber für interne Triggerung genügend groß, so muß der Triggerpegel auf einen Punkt eingestellt werden, der eine einwandfreie Triggerung durch das kleinere der beiden Signale gewährleistet. Zu diesem Zweck wird der Triggerniveauregler näher an die 0-Stellung gebracht.

Obwohl es leicht erscheinen mag, eine stabile Triggerung von asynchronen Signalen zu erhalten, gibt es doch bestimmte Bedingungen, die Jitter verursachen können. Bei

Verwendung der Triggerbetriebsart der Wechselspannungskopplung mit Hochpaß kann Jitter leicht auftreten, wenn Triggerung durch hochfrequente asynchrone Signale, die durch Einstellung der Lageregler mit Abstand dargestellt sind, versucht wird. Tritt Jitter auf, so kann er durch näheres Zusammenschieben oder Überlagern der Darstellungen vermindert und oft ganz unterbunden werden. Dadurch wird nicht nur der Jitter vermindert, sondern meist auch die Bildhelligkeit erhöht.

Bei der Triggerbetriebsart der Wechselspannungskopplung ist eine stabile Triggerung von asynchronen Signalen über 1 kHz schwerer zu erreichen, und der Jitter wird größer sein. Bei Ablenkgeschwindigkeiten von 0,5 ms/cm und höher wird der Effekt der Aufhellung der Darstellung bei vertikaler Annäherung der beiden Bildspuren und Abschwächung bei vertikaler Entfernung immer offensichtlicher. Dieser Effekt ist normal und ist durch das Problem der Triggerung durch

Bedienungsanleitung – Typ 1A1

das bei alternierendem Betrieb zusammengesetzte Triggersignal bedingt. Das Signal ist dem beim Betrieb der freilaufenden Teilbildumschaltung erhaltenen sehr ähnlich.

Das bei ablenksynchroner Kanalumschaltung erhaltene zusammengesetzte Triggersignal besteht aus den asynchronen Signalen, die dem Einschub Typ 1A1 zugeführt wurden, überlagert mit Gleichspannungspegeln der Strahlagen des Umschaltsignals. Die Schaltanteile des zusammengesetzten Triggersignals sind niederfrequente Rechtecksignale, deren Amplitude durch die Stellung der Lageregler POSITION und, falls vorhanden, der Gleichspannungskomponenten der Signale, bestimmt wird. Das Umschaltsignal allein ähnelt, betrachtet mit einem Prüfoszillografen, der in Bild 2-2B dargestellten Signalform, wenn die Bildspuren einen Abstand von 2 cm aufweisen. Die Folgefrequenz des Umschaltsignals ist die Hälfte der Zeitablenkfrequenz.

Wird das bei ablenksynchroner Betriebsart zusammengesetzte Triggersignal intern kapazitiv an den Triggereingangskreis des Oszillografen gekoppelt, so kann eventuell der Triggerkreis nicht sofort auf die dem ablenksynchronen Umschaltsignal überlagerten Meßsignale ansprechen. Die Verzögerung wird durch die Erholungszeit des Triggereingangs-Netzwerks verursacht, da jede Periode des niederfrequenten Schaltsignals auf die Eingangsstufe der Triggerkreise wirkt. Beim Wechselspannungsbetrieb der Triggerung ist die Erholungszeit von der RC-Zeitkonstante des Trigger-Eingangskreises abhängig.

Daraus kann geschlossen werden, daß die Erholungszeit des Triggerkreises kürzer, folglich die Folgefrequenz der Zeitablenkung höher und die Darstellung heller ist, wenn Wechselspannungskopplung mit Hochpaß verwendet wird. Bei dieser Triggerbetriebsart wird ein kleinerer Wert des Kopplungskondensators, verglichen mit dem verwendeten Wert bei Wechselspannungsbetriebsart, für den Triggereingangskreis des Oszillografen verwendet. Die Erholungszeit der Triggerung kann verkürzt werden, und die Triggerung wird stabiler, wenn die Darstellungen hochfrequenter Signale vertikal näher zusammengebracht oder überlagert werden, statt sie voneinander zu trennen.

Darstellung zweier synchroner Signale, 250 Hz und höher.

Um die wahren Zeit- und Phasenverhältnisse zwischen synchronen Signalen bei 250 Hz und darüber zu zeigen, wird die ablenksynchrone Betriebsart und Triggerung von Kanal 1 allein verwendet. In der Praxis kann zur Darstellung von Signalen mit Frequenzen zwischen 250 Hz und 10 kHz sowohl die ablenksynchrone Kanalumschaltung als auch die freilaufende Teilbildumschaltung verwendet werden, da dies einen Überlappungsbereich darstellt. Mit dem Schalter für die Wahl der Triggerquelle in Stellung PLUG IN (Einschub) wird an Kanal 1 ein Referenzsignal gelegt. Der Schalter der Triggerkopplung wird auf die gewünschte Wechselspannungsbetriebsart (Wechselspannungskopplung oder Wechselspannungskopplung mit Hochpaß) gebracht. Falls der Oszillograf nicht mit einer Stellung PLUG IN (Einschub) ausgerüstet ist, wird das Signal vom Ausgang CH 1 TRIGGER OUT an die Eingangsbuchse TRIGGER INPUT des Oszillografen gelegt und der Schalter der Triggerquelle auf EXT gebracht.

Wird von Kanal 1 getriggert und ändert sich eines der Meßsignale in seiner Frequenz, so bleibt das auf Kanal 1 dar-

gestellte Signal stehen, während das andere frei durchzulaufen scheint. Dieses Phänomen ist zur Bestimmung der Schwebungs-Nulls zwischen zwei Frequenzen sehr nützlich. Stellt bei hochfrequenten Signalen die Bandbreitenbegrenzung des Triggersignalverstärkers von Kanal 1 des Typs 1A1 die eigentliche Begrenzung dar, so kann das Bezugstriggersignal für den Oszillografen von Fremdquellen geliefert werden. Wird das Triggersignal von dem an Typ 1A1 gelegten Meßsignal des Prüflings abgeleitet, so ist die Belastung durch den Oszillografen und durch die Verbindungskabel zu berücksichtigen. Stellt die Belastung einen nicht zu vernachlässigenden Faktor dar, so sind andere Methoden zu wählen. Wird zur Steuerung des Prüflings ein Signalgenerator verwendet, der einen Triggereingang besitzt, so kann die Triggerspannung des Generators für die externe Triggerung des Oszillografen verwendet werden. Oder man verbindet das Kabelende eines Abschwächertastkopfs mit der Triggereingangsbuchse des Oszillografen und die Tastkopfspitze mit der Triggerquelle.

Algebraische Addition zweier Signale - ADD

In vielen Anwendungsfällen ist das gewünschte Signal einem unerwünschten Signal, wie z. B. Netzbrumm usw., überlagert. Die algebraische Addition läßt in vielen Fällen eine Verbesserung des Nutz-Störsignalverhältnisses zu. Zu diesem Zweck wird an den einen Eingang eine Spannungsquelle gelegt, die sowohl das Nutz- wie auch das Störsignal enthält. An den andern Eingang wird nur das Störsignal eingespeist. Der Betriebsartschalter MODE wird in die Stellung ADD gebracht. Der Schalter PULL FOR INVERT wird auf die entgegengesetzte Polarität gestellt (abhängig von der Polarität des gewünschten Signals). Durch vorsichtige Einstellung (besonders bei niedrigen Frequenzen) des Reglers VARIABLE VOLTS/CM eines Kanals läßt sich das Störsignal um den Faktor 20, bezogen auf die Nutzsignalamplitude, verringern.

Verwendung des Verstärkerausgangs von Kanal 1 CH 1 SIGNAL OUT

Wird für die Beobachtung von Signalen mit kleinen Pegeln eines Prüflings eine höhere Empfindlichkeit benötigt, so kann Kanal 1 als kapazitiv gekoppelter 10facher Breitband-Vorverstärker für Kanal 2 verwendet werden. Zu diesem Zweck kann ein koaxiales kurzes Verbindungskabel (mit entsprechenden Anschlüssen) vom Ausgang CH 1 SIGNAL OUT an den Eingang von Kanal 2 gelegt werden. Der Eingangsabschwächer VOLTS/CM von Kanal 1 wird auf 0,005 und die Eingangskopplung INPUT SELECTOR von Kanal 2 auf Wechselspannungskopplung AC gebracht. Das Meßsignal wird an den Eingang von Kanal 1 gelegt.

BEMERKUNG

Um optimale Bandbreite und bestes Einschwingverhalten zu erreichen, soll das mit dem Gerät gelieferte koaxiale Verbindungskabel (Tektronix-Bestellnummer 012-0076-00) verwendet werden. Statt dessen kann auch ein 7½ cm langer, aus verzinnem Kupferdraht von 1 mm² Querschnitt hergestellter Verbindungsdraht verwendet werden.

VORSICHT!

An die Buchsen CH 1 SIGNAL OUT oder TRIGGER OUT dürfen keine Fremdspannungen gelegt werden, da die zugehörigen internen Schaltungen beschädigt werden können. Ein Kurzschließen dieser Anschlüsse gegen Masse wird dagegen keine Beschädigung zur Folge haben.

Die nachfolgenden Charakteristiken und die kurzgefaßten Bedienungshinweise werden zur Beachtung empfohlen:

1. Die Bandbreite bei Schaltung von Kanal 1 und Kanal 2 in Kaskade (Eingangsabschwächer VOLTS/CM beider Kanäle in Stellung 0,005), gemessen zwischen den -3 dB-Abfallpunkten beträgt etwa 2 Hz ... 15 MHz (Eingang INPUT von Kanal 1 gleichspannungsgespeist).
2. Der Nennwert der Ausgangsimpedanz des Kanal 1 Vorverstärkers beträgt 50 Ω .
3. Die Spannungsverstärkung des Kanal 1 Vorverstärkers ist 10fach bei Stellung des Schalters VOLTS/CM des Kanals 1 auf 0,005; 5fach bei Stellung auf 0,01; 2,5fach bei Stellung auf 0,02 und 1fach bei Stellung auf 0,05.
4. Verwendung des Vorverstärkers von Kanal 1 als Impedanzwandler, mit oder ohne Spannungsverstärkung. Bei 1 M Ω Eingang und 50 Ω Ausgang beträgt die Spannungsverstärkung bis etwa 10fach. Die Größe der Spannungsverstärkung hängt von der Einstellung des Schalters VOLTS/CM des Kanals 1 ab.
5. Das maximale Eingangssignal, das, an Kanal 1 gelegt, ohne Übersteuerung des Verstärkers voll verstärkt werden kann, beträgt bei Stellung des Schalters VOLTS/CM auf 0,005 und des Schalters INPUT SELECTOR auf AC von Kanal 1 ungefähr 50 mV. Steht der Eingangsschalter INPUT SELECTOR von Kanal 1 auf DC und der Lage-regler POSITION von Kanal 1 in Bereichmitte, so beträgt das maximale Eingangssignal, das ohne Verzerrung verstärkt werden kann, ± 25 mV.
6. Bei Zweistrahlbetrieb wird das Signal von Kanal 1 auf dem Schirm dargestellt, wenn Kanal 1 eingeschaltet ist. Anschließend wird das verstärkte Signal von Kanal 1 auf dem Schirm dargestellt, wenn Kanal 2 eingeschaltet ist. Auf diese Weise kann Kanal 1 als Monitor für sein eigenes Signal verwendet werden, während dieses dem Kanal 2 zugeführt wird.
7. In Anwendungsfällen, in denen der flache Frequenzgang der Kombination aus Typ 1A1 und Oszillograf nicht erwünscht ist, läßt sich ein entsprechendes Filter zwischen den Ausgang von Kanal 1 CH 1 SIGNAL OUT und den Eingang INPUT von Kanal 2 schalten. Dadurch nimmt die Meßanordnung die Frequenzcharakteristik des Filters an, vorausgesetzt, daß sich diese innerhalb der Systembandbreite befindet.
8. Das Ausgangsrauschen beträgt etwa 200 μ V, wenn dem Kanal 1 kein Signal zugeführt wird und sich der Schalter INPUT SELECTOR in Stellung AC oder DC befindet..

Durch Einschaltung eines Filters nach eigener Wahl zwischen den Ausgang von Kanal 1 CH 1 SIGNAL OUT und den Eingang INPUT von Kanal 2 läßt sich der Rauschpegel vermindern. So kann z. B. ein 400-Hz-Bandpaßfilter verwendet werden, wenn sehr kleine Pegel von 400-Hz-Signalen untersucht werden sollen.

9. Kapazitive Kopplung trennt das Gleichspannungs-Ruhe-signal (typischer Wert + 0,45 V) der Trennstufe Q164/Q174 des Kanals 1, so daß die Lage der Bildspur auf dem Schirm eingestellt werden kann. Kapazitive Kopplung wird sehr einfach durch Stellen des Schalters INPUT SELECTOR von Kanal 2 in Stellung AC erreicht.
10. Die Bedienungselemente von Kanal 1, MODE, POSITION, PULL FOR INVERT und VARIABLE VOLTS/CM haben keinen Einfluß auf das am Ausgang CH 1 SIGNAL OUT verfügbare Signal. Dies trifft für jede Betriebsart zu und bedeutet, daß diese Einstellelemente elektrisch nicht in der Vorverstärker-Schaltung liegen, da das Signal von Kanal 1 bereits vor diesen Einstellgliedern ausgekoppelt und dem Ausgang an der Frontplatte zugeführt wird.
11. Bei Verwendung des Kanals 1 als 10facher Vorverstärker für kleine Signale läßt sich das am Anschluß CH 1 SIGNAL OUT auftretende Signal in Wechselfeldkopplung jedem Eingang zuführen, das ein 10fach verstärktes Signal benötigt. Wird der Ausgang mit 50 Ω abgeschlossen, so ist zu beachten, daß das Signal auf die Hälfte verkleinert wird. Die Signalamplitude wird entsprechend kleiner, wenn die Last weniger als 50 Ω beträgt. Beispiele für andere Anwendungen sind: (a) X-Y-Darstellungen, wobei das X-Signal an Kanal 1 und der Ausgang von der Buchse CH 1 SIGNAL OUT an den externen horizontalen Eingang des Oszillografen gelegt wird; Kanal 2 wird für das Y-Signal verwendet. (b) Das Ausgangssignal vom Anschluß CH 1 SIGNAL OUT läßt sich zum Betrieb von Registriergeräten verwenden.

Vorteile der Verwendung des Triggerausgangsvorstärkers von Kanal 1

Ferner sind zur vorgehenden Betriebsanleitung über den Triggersignal-Ausgang CH 1 TRIGGER OUT sowie die interne Triggerquelle «Plug-In» folgende Angaben zu beachten:

Verwendung als Verstärkung für Triggersignale kleinen Pegels

1. Die Amplitude des Triggersignals vom Trigger-Ausgangsvorstärker des Kanals 1 wird durch den Regler VARIABLE (VOLTS/CM) nicht beeinflusst.

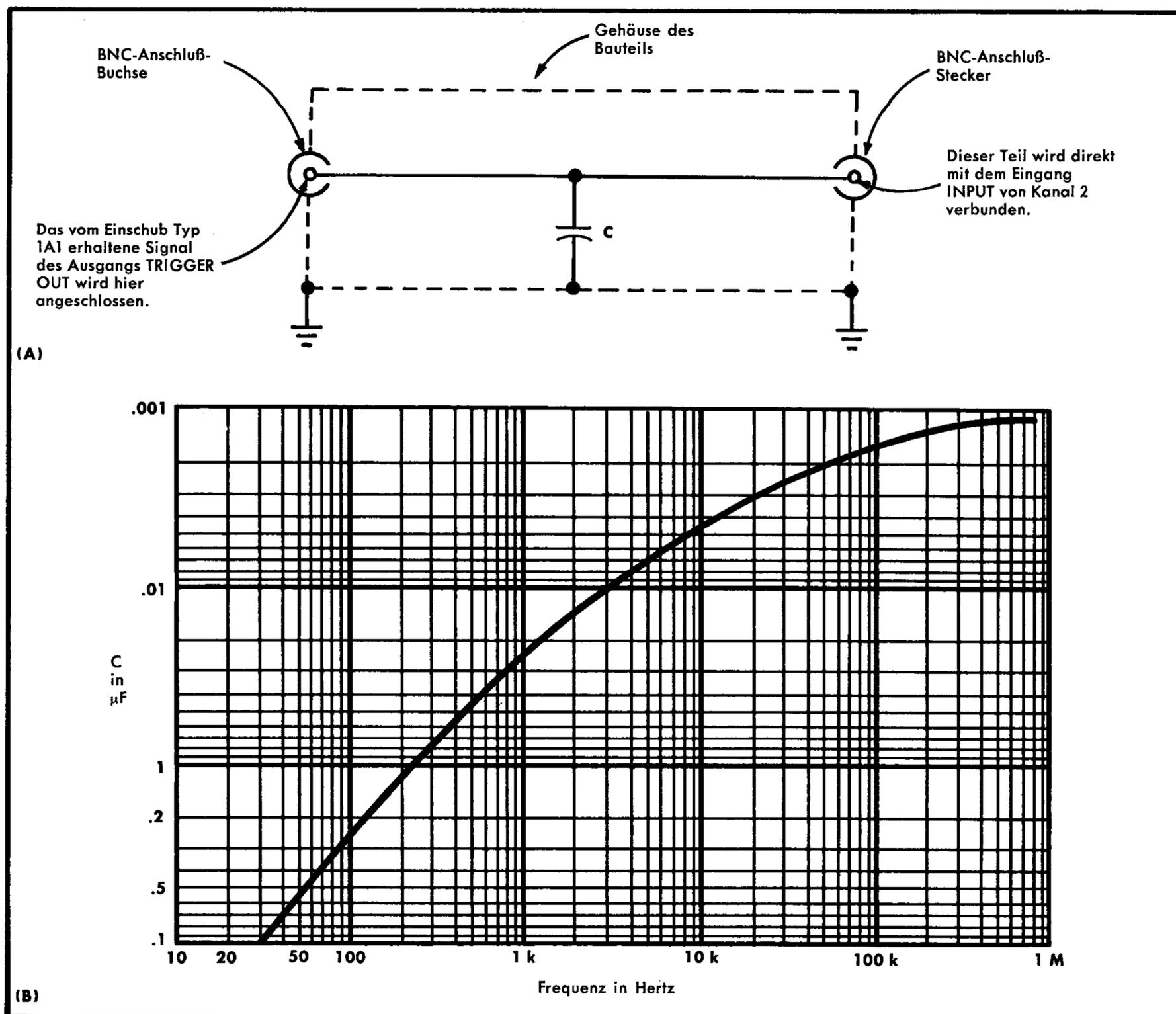


Bild 2-6 Aufbau eines Tiefpaßfilters. Die in (B) gezeigte Kurve zeigt den ungefähren Verlauf des oberen - 3 dB-Punktes für einen gegebenen Kapazitätswert.

2. Das Gleichspannungsniveau vom Signal des Trigger-Ausgangsverstärkers von Kanal 1 wird nicht durch den Regler POSITION von Kanal 1 beeinflusst. Bei Verwendung von Gleichspannungs-Triggerkopplung ist eine Wiedereinstellung des Triggerniveaureglers nicht nötig, wenn der Regler POSITION von Kanal 1 verschoben wird. Die Einstellung des Reglers POSITION in seine Endstellungen wird keine Verzerrung des Triggersignals bewirken.
3. Mit dem Schalter VOLTS/CM des Kanals 1 in Stellung 0,005 kann eine 100fache Verstärkung des Triggersignals erhalten werden. Dadurch kann eine stabile Triggerung von Signalen mit niederem Eingangspegel erhalten werden.

Verwendung als Vorverstärker für Signale kleinen Pegels

Signale von kleiner Amplitude (innerhalb einer bestimmten Bandbreite) können unter Verwendung des Triggerausgangs CH 1 TRIGGER OUT betrachtet werden, wie für den Signal-ausgang CH 1 SIGNAL OUT beschrieben wurde. Mit dem Schalter VOLTS/CM des Kanals 1 in Stellung 0,005 kann eine 100fache Verstärkung erhalten werden. Die maximale verzerrungsfreie Eingangssignalspannung, wenn der Schalter VOLTS/CM in Stellung 0,005 steht, beträgt 50 mV.

Für die Minderung des Rauschpegels bei Verwendung des Signals von der Buchse CH 1 TRIGGER OUT muß ein ge-

eignetes Filter verwendet werden, wenn Signale mit so niederem Eingangspegel betrachtet werden. Bild 2-6 zeigt den Bau eines Tiefpaß-Filters und gibt die zu verwendende Kapazität für den -3 dB-Punkt an (Bandbreite des Filters). Der -3 dB-Punkt der oberen Bandbreite gilt nur, wenn eine Belastung von hoher Impedanz am Ausgang des Tiefpaß-Filters verwendet wird. Bei Verwendung der Eingangsschaltung von Kanal 2 ist diese Bedingung erfüllt.

Der Kondensator soll in einem zusätzlichen Gehäuse montiert werden, welches zweckmäßige Abschirmung und geeigneten Einbau ermöglicht. Das Gehäuse kann ohne Bauteile mit folgender Bezeichnung bestellt werden (entsprechend Punkt 5 im Eichabgleich der englischen Ausgabe dieses Handbuchs): Koppler, Prüfeinrichtung mit BNC-Anschlüssen, Tektronix-Bestellnummer 011-0081-00.

3. TEIL

ANWENDUNGEN

Einleitung

Dieser Abschnitt der Anleitung beschreibt Verfahren und Methoden zur Durchführung grundlegender Messungen mit dem Einschub Typ 1A1 und dem dazugehörigen Tektronix-Oszillografen. Bei Verwendung nur eines Kanals wird im schrittweisen Vorgehen immer Kanal 1 als Beispiel angeführt. Werden beide Kanäle verwendet, wie bei der Durchführung von Phasenmessungen, so wird das Referenzsignal dem Kanal 1 zugeführt.

BEMERKUNG

Obwohl in den Fällen, in denen nur ein Kanal Verwendung findet, nur Kanal 1 als Beispiel angegeben wird, läßt sich doch ebensogut Kanal 2 verwenden. In diesem Falle wird das Signal an den Eingang des Kanals 2 gelegt und der Betriebsartschalter auf Kanal 2 CH 2 gebracht, wobei die Bedienungselemente von Kanal 2 für die Einstellung verwendet werden. Alle Verfahren setzen voraus, daß der Einschub Typ 1A1 mit einem Oszillografen verwendet wird, der eine vertikale Schirmausnutzung von 6 cm zuläßt. Wird der Typ 1A1 mit einem Oszillografen verwendet, der eine andere ausnutzbare Bildhöhe aufweist, so sind die Beispiele entsprechend auszulegen.

Es wurde nicht versucht, spezifische Anwendungen zu beschreiben, da Vertrautheit mit dem Gerät den Bediener in die Lage setzt, diese Verfahren für einen weiten Bereich von Anwendungen zu verwenden.

Messung der Wechselspannungskomponente

Verwendung eines Kanals. Um den Wechselspannungsanteil eines Signals zu messen, wird der Eingangswähler INPUT SELECTOR des verwendeten Kanals in Stellung AC gebracht. In dieser Stellung werden nur Wechselspannungskomponenten des Eingangssignals auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre dargestellt. (Ist aber die Frequenz des Wechselspannungsanteils des Eingangs sehr tief, soll die Schaltstellung DC verwendet werden.)

Um den Spitzen-Spitzenwert der Wechselspannung eines Signals zu messen, wird wie folgt vorgegangen (Kanal 1 wird als Beispiel verwendet):

1. Der Eingangsabschwächer VOLTS/CM von Kanal 1 wird so eingestellt, daß die an den Eingang gelegte Spannung nicht größer als das 6fache dieses Werts ist.
2. Das Signal wird an die Eingangsbuchse von Kanal 1 geführt, am besten über ein koaxiales Kabel oder einen Abschwächertastkopf.
3. Der Betriebsartschalter MODE wird in Stellung CH 1 gebracht.

4. Die Bedienungselemente der Triggerung werden eingestellt, um eine stabile Darstellung zu erhalten, und eine Zeitablenkgeschwindigkeit wird gewählt, daß die Darstellung mehrere Schwingungen des Signals enthält.
5. Mit dem Lageregler POSITION von Kanal 1 wird die vertikale Lage des Signals so auf dem Schirm eingestellt, daß die Signalamplitude leicht bestimmt werden kann. Die Lage des Signals wird z. B. so eingestellt, daß die negativen Spitzen sich mit einer der untern Rasterlinien decken und eine der positiven Spitzen nahe der vertikalen Mittellinie zu liegen kommt (siehe Bild 3-1).
6. Die vertikale Auslenkung von Spitze zu Spitze des Signals wird in Zentimeter ausgemessen. Man überzeuge sich, daß der Regler VARIABLE VOLTS/CM in Stellung CALIB steht.

BEMERKUNG

Bei der Messung von Signalamplituden kann die Strahlbreite einen beachtlichen Teil der gesamten Messung ausmachen. Um Messungen möglichst genau durchzuführen, soll immer von einer Seite der Strahlspur aus gemessen werden (dies gilt besonders bei der Messung kleiner Amplituden). Es ist zu beachten, daß in Bild 3-1 die Punkte (a) und (b) mit der untern Kante der Strahlspur übereinstimmen. Die Messung würde ebenso genau werden, wenn sich die Punkte (a) und (b) an der obern Kante der Bildspur oder in der Mitte der Bildspur befinden würden.

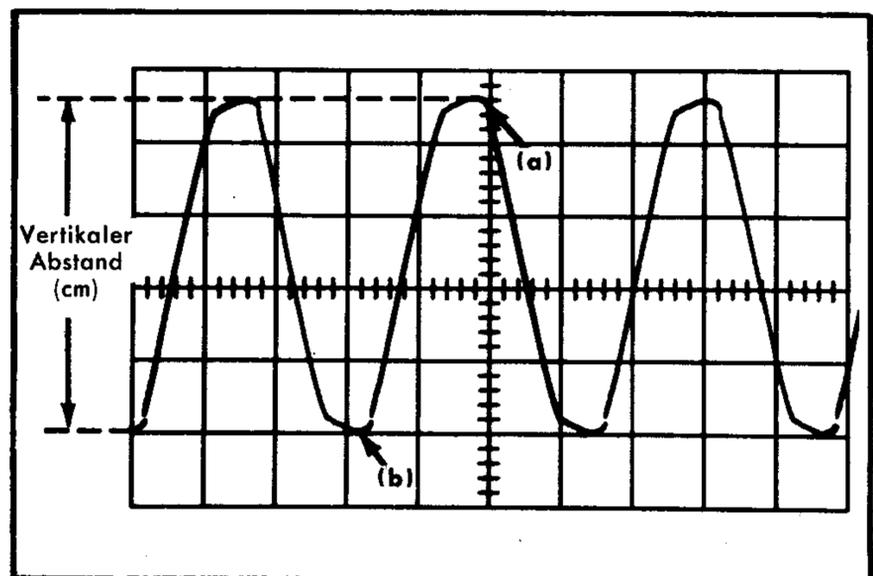


Bild 3-1 Messung des Spitzen-Spitzenwerts einer Signalspannung.

7. Der Wert des in Schritt 6 gemessenen Spitzenabstandes wird mit dem Einstellwert des Eingangsabschwächers VOLTS/CM von Kanal 1 und dem Abschwächerfaktor, falls vorhanden, des verwendeten Abschwächertastkopfs multipliziert.

Als Beispiel dieser Methode wird angenommen, daß die vertikale Auslenkung von Spitze zu Spitze 4,6 cm betra-

Anwendungen – Typ 1A1

ge und ein 10 X Tastkopf verwendet wurde. Die Schaltstellung des Eingangsabschwächers VOLTS/CM sei 0,5. Durch Einsetzen dieser Werte in die nachfolgende Formel erhält man den Spitzen-Spitzenwert von:

$$\text{Volt Spitze-Spitze} = \text{Vertikale Auslenkung in cm} \times \text{VOLTS/CM Schalterstellung} \times \text{Abschwächertastkopf X faktor des Tastkopfs}$$

also:

$$\text{Volt}_{ss} = 4,6 \times 0,5 \times 10 = 23 \text{ V}_{ss}$$

Verwendung von Kanal 1 als 10facher Vorverstärker für Kanal 2. Dieses Verfahren beschreibt eine Methode zur Durchführung von Wechselspannungsmessungen bei kleinen Pegeln unter Verwendung eines 10 X Abschwächertastkopfs, wobei die Tastkopfabschwächung nicht beachtet werden braucht. Die 10fache Abschwächung durch den Tastkopf wird durch die 10fache Verstärkung des Kanals 1 aufgewogen. Dadurch wird die nachfolgende Formel gültig:

$$\text{Volt Spitze-Spitze} = \text{Vertikale Auslenkung in cm} \times \text{VOLTS/CM Schalterstellung Kanal 1}$$

Das nachfolgende Verfahren beschreibt die Eichung des Typs 1A1, damit die Ablenkfaktoren des Schalters VOLTS/CM von Kanal 1 für die Verwendung in der vorstehenden Formel gelten.

1. Die Bedienungselemente auf der Frontplatte des Typs 1A1 werden wie folgt eingestellt:

POSITION (Kanal 2)	Bereichmitte
PULL FOR INVERT (Kanal 2)	IN (normal)
VARIABLE VOLTS/CM (Kanal 2)	CALIB
MODE	CH 2
VOLTS/CM (beide Kanäle)	0,005
INPUT SELECTOR (beide Kanäle)	AC

BEMERKUNG

Die Bedienungselemente von Kanal 1, POSITION, PULL FOR INVERT und VARIABLE VOLTS/CM haben auf dieses Verfahren keinen Einfluß.

2. Mit einem Koaxial-Verbindungskabel wird der Ausgang CH 1 SIGNAL OUT mit dem Eingang von Kanal 2 verbunden.
3. Mit einem weiteren koaxialen Verbindungskabel wird der Triggerausgang CH 1 TRIGGER OUT mit dem Triggereingang des Oszilloskopfes verbunden.

BEMERKUNG

Ermöglicht der verwendete Oszilloskop die interne Wahl des Triggersignals von Kanal 1 als Triggerquelle, so ist dieser Möglichkeit vor der externen Zuführung der Vorrang zu geben. Zu diesem Zwecke wird der Schalter

für die Wahl der Triggerquelle des Oszilloskopfes in Stellung Plug-In gebracht. Zuverlässige Triggerung durch das Kanal-1-Signal läßt sich im Bereich der Bandbreite des Triggerausgangsverstärkers erzielen.

4. Der 10fach-Abschwächertastkopf wird mit dem Eingang von Kanal 1 verbunden.
5. Der Eichgenerator des Oszilloskopfes wird auf eine Ausgangsspannung von 20 mV eingestellt und die Tastkopfspitze mit dem Ausgang CAL OUT des Oszilloskopfes verbunden.
6. Die Geschwindigkeit der Zeitablenkung wird so gewählt, damit mehrere Schwingungen des Eichspannungssignals dargestellt werden, und die Bedienungselemente der Triggerung werden für eine stabile Triggerung durch die externe Triggerquelle eingestellt. Wenn nötig, wird der Regler VARIABLE VOLTS/CM von Kanal 2 eingestellt, daß das Signal eine Amplitude von genau 4 cm hat. Die Bedienungselemente von Kanal 2 VARIABLE VOLTS/CM und VOLTS/CM sollen nach erfolgter Einstellung nicht mehr verstellt werden.
7. Der Tastkopf wird vom Anschluß CAL OUT des Eichgenerators getrennt.

Der Einschub Typ 1A1 ist nun zur Durchführung von Signalmessungen bereit. Die Schaltstellungen 0,005, 0,01, 0,02 und 0,05 des Eingangsabschwächers VOLTS/CM von Kanal 1 können in üblicher Weise verwendet werden. Die vertikalen Ablenkfaktoren sind die gleichen, wie die durch den Schalter VOLTS/CM angegebenen.

Mit dem Schalter VOLTS/CM in Stellung 0,01 würde z. B. bei Verwendung eines 10 X Abschwächertastkopfs eine vertikale Auslenkung von 3,5 cm gemessen. Werden diese Werte in die zu Beginn angegebene Formel eingesetzt, ergibt sich:

$$\text{Volt Spitze-Spitze} = 3,5 \times 0,01 = 0,035 \text{ V oder } 35 \text{ mV}$$

Messung des Momentanwerts einer Spannung

Um den Momentanwert einer Spannung an einem gegebenen Punkt eines Signals zu messen, gehe man wie folgt vor:

1. Der Eingangsabschwächer VOLTS/CM von Kanal 1 wird so eingestellt, daß die an den Eingang gelegte Spannung nicht mehr als das 6fache dieser Schalterstellung beträgt.
2. Die Bedienungselemente der Triggerung und der Zeitbasis des Oszilloskopfes werden eingestellt, so daß die Zeitbasis mit der gewünschten Geschwindigkeit frei läuft.
3. Mit dem Eingangswähler INPUT SELECTOR von Kanal 1 auf GND wird die Lage des Strahls (mit dem Regler POSITION von Kanal 1) mit einer der horizontalen Rasterlinien wie z. B. (b) in Bild 3-2 zur Deckung gebracht. Diese

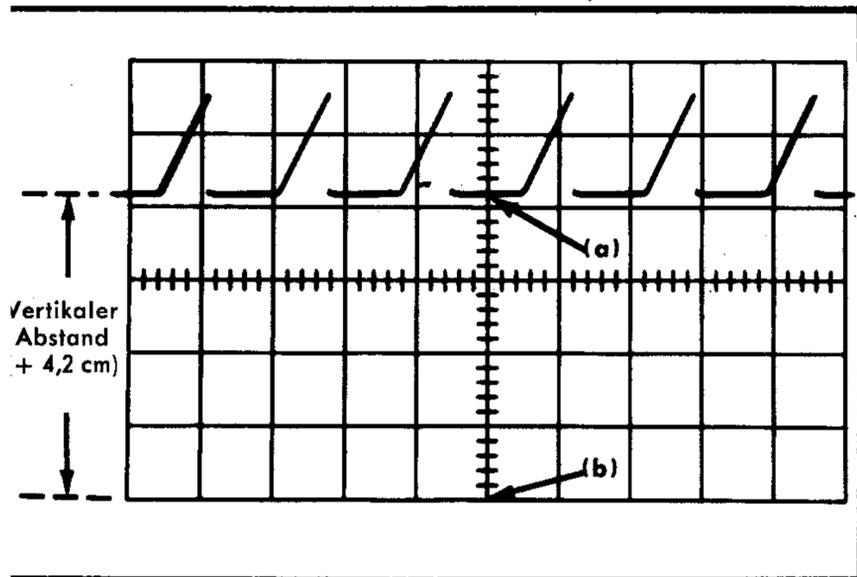


Bild 3-2 Messung des Momentanwerts einer Spannung bezogen auf eine Referenzspannung.

Linie wird nun als Masse- (oder Null-) Bezugslinie verwendet. In jedem Fall hängt die Lage der gewählten Referenzlinie von der Polarität und dem Gleichspannungspegel des zu messenden Signals ab. Nach Festlegung der Bezugslinie soll der Lageregler POSITION von Kanal 1 nicht mehr verstellt werden.

4. Der Eingangswähler INPUT SELECTOR von Kanal 1 wird auf DC geschaltet.
5. Das Signal wird, am besten über ein Koaxialkabel oder einen Abschwächertastkopf, an den Eingang von Kanal 1 gelegt.
6. Mit den Bedienungselementen der Triggerung der Zeitbasis wird eine stabile Darstellung eingestellt.
7. Der vertikale Abstand in Zentimeter wird von der Masse-(Null-)Bezugslinie, in Schritt 3 festgelegt, zum Punkt auf dem Signal, der gemessen werden soll, wie beispielsweise zwischen (a) und (b) in Bild 3-2, gemessen. Steht der Polaritätsschalter PULL FOR INVERT in Stellung NORM, und der Punkt auf dem Signal befindet sich über der Referenzlinie, so zeigt dies eine positive (+) Polarität an. Befindet sich der Punkt unterhalb der Linie, so ist die Polarität negativ (—). Steht der Schalter PULL FOR INVERT in Stellung INVERT, so sind die angezeigten Polaritäten umgekehrt.
8. Die gemessene Distanz wird mit dem Einstellwert des Schalters VOLTS/CM und dem Abschwächerfaktor, wenn vorhanden, des Tastkopfs multipliziert. Dies ist der Momentanwert des Gleichspannungspegels am gemessenen Punkt. Mit dem Eingangsabschwächer VOLTS/CM in Stellung 2 und dem Polaritätsschalter PULL FOR INVERT in Stellung NORM wird unter Verwendung eines 10fachen Abschwächertastkopfs z. B. eine vertikale Auslenkung von 4,2 cm von der Referenzlinie aus gemessen (siehe Bild 3-2). Diese Werte werden in folgende Formel eingesetzt:

$$\text{Momentanwert der Spannung (bezogen auf Masse als Referenz)} = \text{Vertikale Auslenkung in cm und Polarität} \times \text{VOLTS/CM Schalterstellung} \times \text{Abschwächerfaktor des Tastkopfs}$$

also:

$$\text{Momentanwert der Spannung (bezogen auf Masse als Referenz)} = + 4,2 \times 2 \times 10 = + 84 \text{ V}$$

9. Um die Einstellung der (Null-) Bezugslinie ohne Abtrennung des Signals zu überprüfen, schalte man den Eingangswähler INPUT SELECTOR auf GND. Um eine andere Bezugslinie als Null festzulegen, wird der Eingangswähler INPUT SELECTOR auf DC geschaltet, die Tastkopfspitze mit der entsprechenden Bezugsspannung verbunden und der freilaufende Strahl mit einer der horizontalen Rasterlinien zur Deckung gebracht.

Messung von Vergleichsspannungen

Bei gewissen Anwendungen mag es wünschbar sein, eine Folge von Ablenkfaktoren festzulegen, die unterschiedlich von den angezeigten Werten des Schalters VOLTS/CM sind. Dies ist besonders für Vergleiche von Signalen von Vorteil, die genaue Vielfache einer gegebenen Signalamplitude sind. Das nachfolgende Verfahren beschreibt die Bestimmung von Ablenkfaktoren für Kanal 1. Das gleiche grundlegende Verfahren kann für Kanal 2 verwendet werden. Zur Bestimmung einer Folge von Ablenkfaktoren, die sich auf eine spezifische Referenzamplitude beziehen, verfähre man wie folgt:

1. Ein Referenzsignal von bekannter Amplitude wird an den Eingang INPUT von Kanal 1 gelegt, und die Bedienungselemente VOLTS/CM und VARIABLE VOLTS/CM werden so eingestellt, daß die dargestellte Amplitude eine genaue Anzahl von Rasterlinien einnimmt. Nach Erhalt der gewünschten Auslenkung soll der Regler VARIABLE VOLTS/CM nicht mehr verstellt werden.
2. Die Amplitudengröße des Referenzsignals (Volt) wird durch das Produkt der Auslenkung in Zentimeter (in Schritt 1 festgelegt) und des eingestellten Werts der Schalterstellung VOLTS/CM dividiert. Das Ergebnis ist der Umrechnungsfaktor der Ablenkung:

$$\text{Umrechnungsfaktor der Ablenkung} = \frac{\text{Referenzamplitude in Volt}}{\text{Auslenkung in Zentimeter} \times \text{Schalter-Stellung VOLTS/CM}}$$

3. Um den wahren Ablenkfaktor für jede beliebige Stellung des Schalters VOLTS/CM von Kanal 1 zu berechnen, wird der Einstellwert des Schalters VOLTS/CM mit dem in Schritt 2 erhaltenen Umrechnungsfaktor der Ablenkung multipliziert:

$$\text{Wahrer Ablenkfaktor} = (\text{Schalterstellung VOLTS/CM}) (\text{Umrechnungsfaktor der Ablenkung})$$

Der für eine beliebige Stellung des Schalters VOLTS/CM von Kanal 1 erhaltene wahre Ablenkfaktor gilt nur für Kanal 1 und nur, wenn der Regler VARIABLE VOLTS/CM von seiner in Schritt 1 festgelegten Stellung nicht verstellt wird.

Anwendungen – Typ 1A1

Es sei z. B. die Amplitude des an Kanal 1 gelegten Referenzsignals 30 V, der Schalter VOLTS/CM in Stellung 5 und der Regler VARIABLE VOLTS/CM so eingestellt, daß die Amplitude der Darstellung genau 4 cm beträgt. Setzt man die gegebenen Werte in die Formeln für den Umrechnungsfaktor der Ablenkung und für den wahren Ablenkungsfaktor ein, so ergibt sich:

$$\text{Umrechnungsfaktor der Ablenkung} = \frac{30}{(4)(5)} = 1,5$$

$$\text{Wahrer Ablenkfaktor} = (5)(1,5) = 7,5 \text{ V/cm}$$

- Um den Spitzen-Spitzenwert der Amplitude eines zu vergleichenden Signals zu bestimmen, wird das Referenzsignal abgetrennt und das Meßsignal an Kanal 1 gelegt.
- Der Schalter VOLTS/CM von Kanal 1 wird so eingestellt, daß eine Darstellung mit genügend großer Amplitude erhalten wird, um die Messung durchzuführen.
- Der vertikale Abstand wird in Zentimeter gemessen und die Amplitude unter Verwendung der nachfolgenden Formel bestimmt:

Signal- Ampli- tude	=	Umrechnungs- faktor der Ablenkung	X	Auslenkung in Zentimeter	X	VOLTS/CM Schalter- stellung
---------------------------	---	---	---	--------------------------------	---	-----------------------------------

Mit Stellung des Schalters VOLTS/CM auf 10 und unveränderter Einstellung des Reglers VARIABLE VOLTS/CM gemäß dem vorstehenden Beispiel bewirke z. B. das zu vergleichende Signal eine vertikale Auslenkung von 4,5 cm. Werden nun diese Werte, sowie der Umrechnungsfaktor der Ablenkung von 1,5 in die Formel für die Signalamplitude eingesetzt, ergibt sich:

$$\text{Signalamplitude (in Volt)} = (1,5)(4,5)(10) = 67,5 \text{ V}$$

Zeitmessungen

Die geeichten Zeitablenkgeschwindigkeiten des Oszillografen und die Zweispureinrichtung des Typs 1A1 ermöglichen die Messung von Zeitdifferenzen zwischen zwei Vorgängen. Zeitdifferenz-Messungen werden wie folgt durchgeführt:

- Die Eingangswähler INPUT SELECTOR werden auf gleiche Stellungen gebracht; entweder AC oder DC, abhängig von der gewünschten Kopplungsart.
- Die Polaritätsschalter PULL FOR INVERT werden auf NORM gebracht.
- Die Betriebsartschalter MODE werden nach Wunsch auf CHOP oder ALT gebracht. Im allgemeinen eignet sich die Stellung CHOP besser für niederfrequente und die Stellung ALT für hochfrequente Signale.
- Mit einem kurzen koaxialen Kabel verbinde man die Anschlüsse CH 1 TRIGGER OUT des Typs 1A1 und Triggeringang des Oszillografen. Siehe den Abschnitt «Be-

merkung» nach Schritt 3 des Abschnitts «Verwendung von Kanal 1 als 10facher Vorverstärker für Kanal 2» in diesem Teil des Handbuchs als Hinweis für eine andere Methode.

- Die Schalter VOLTS/CM werden so eingestellt, daß die an die Eingänge gelegten erwarteten Spannungen eine genügende vertikale Auslenkung auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre bewirken.
- Das Referenzsignal wird an Kanal 1 und das Vergleichssignal an Kanal 2 gelegt. Es sollen koaxiale Kabel und Tastköpfe verwendet werden, die gleiche Verzögerungen aufweisen.
- Der Schalter für die Wahl der Triggerquelle des Oszillografen soll für eine externe Triggerung des Signals gestellt sein.
- Die Bedienungselemente der Zeitbasis des Oszillografen werden auf eine geeichte Ablenkgeschwindigkeit eingestellt, die die genaue Messung des Abstands zwischen den beiden Signalen ermöglicht.
- Der horizontale Abstand zwischen dem Referenzsignal und dem Signal von Kanal 2 wird gemessen (s. Bild 3-3).

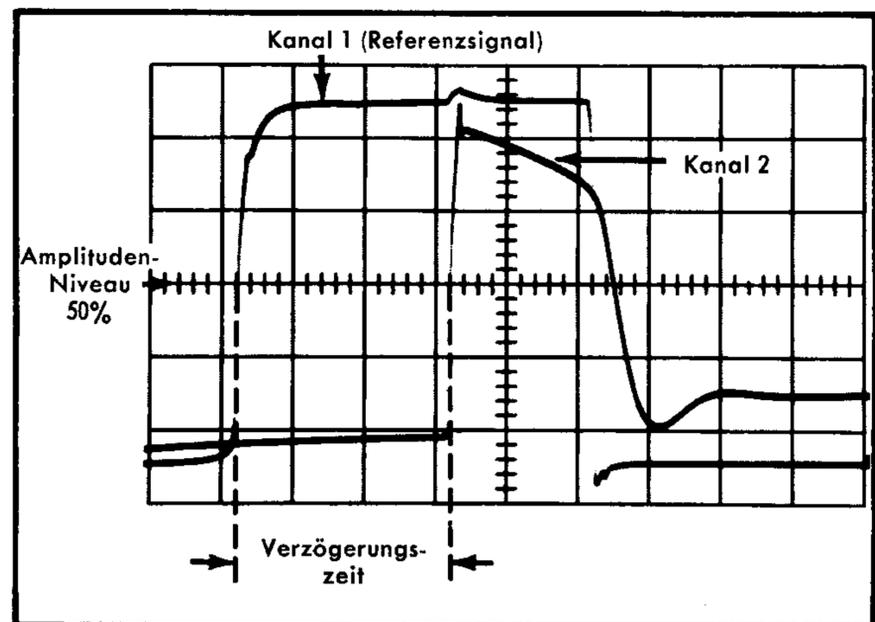


Bild 3-3 Messung der Verzögerungszeit zwischen zwei Impuls-Signalen.

- Die gemessene Distanz wird mit dem Einstellwert des Zeitbasisschalters des Oszillografen multipliziert, um das scheinbare Zeitintervall zu erhalten.
- Um das tatsächliche Zeitintervall zu erhalten, wird das scheinbare Zeitintervall durch den Betrag der Zeitablenkdehnung, bei Verwendung der Zeitdehnung, und durch 1, wenn keine Zeitablenkdehnung verwendet wird, dividiert. Es gilt die nachstehende Formel:

$$\text{Verzögerungszeit} = \frac{(\text{Schalterstellung Zeit/cm})(\text{Distanz in cm})}{\text{Zeitablenk-Dehnung}}$$

Mit Zeitbasisschalter in Stellung $2 \mu\text{s}$ und Zeitablenkdehnung für 5X Dehnung werde z. B. eine horizontale Distanz von 3 cm (wie in Bild 3-3 gezeigt) zwischen der

Vorderflanke des Referenzsignals und der Vorderflanke des von Kanal 2 dargestellten Signals gemessen. Durch Einsetzen dieser Werte in die vorstehende Formel ergibt sich:

$$\text{Verzögerungszeit} = \frac{(2 \mu\text{s}) (3 \text{ cm})}{5} = 1,2 \mu\text{s}$$

Phasenmessungen

Der Phasenvergleich zweier Signale mit gleicher Frequenz läßt sich unter Verwendung der Zweispur-Einrichtung des Einschubs Typ 1A1 durchführen. Um den Vergleich vorzunehmen, wird wie folgt vorgegangen:

1. Die ersten sieben Schritte des unter dem Abschnitt «Zeitmessungen» ausgeführten Verfahrens werden durchgeführt.
2. Die Ablenkgeschwindigkeit des Oszillografen wird so eingestellt, daß eine Darstellung von weniger als einer Schwingung des Signals erhalten wird.
3. Mit den Reglern VARIABLE VOLTS/CM für jeden Kanal werden die Signalamplituden auf gleiche Größe und volle vertikale Rasterhöhe eingestellt. Wenn nötig, werden die Schalter VOLTS/CM nachgestellt, damit die Darstellung gleich großer Signalamplituden erhalten wird. (Um die Vergleiche leichter durchzuführen, werden gleiche Amplituden verwendet.)
4. Mit den Lagereglern POSITION wird die Darstellung vertikal symmetriert, das heißt gleiche Abstände auf jeder Seite der Rastermittellinie.

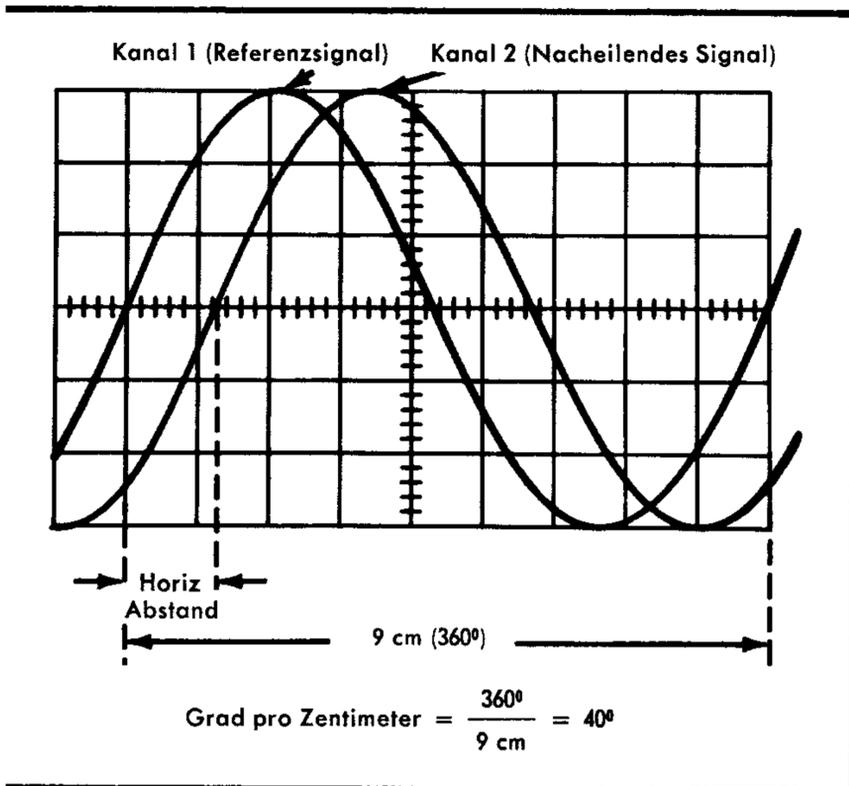


Bild 3-4 Messung des Phasenwinkels zweier Wellenformen

5. Der Regler VARIABLE TIME/CM des Oszillografen wird so weit nach links gedreht, daß eine Periode des Referenzsignals 9 cm horizontal einnimmt. Mit den Bedienelementen der Triggerflanke und des Triggerniveaus wird das Referenzsignal am gewünschten Punkt getriggert. Jeder Zentimeter des horizontalen Rasters entspricht nun 40° einer ganzen Schwingung (s. Bild 3-4).
6. Die horizontale Distanz zwischen entsprechenden Punkten der Signale wird in Zentimeter gemessen. Der Abstand, und ob das Signal von Kanal 2 voreilend oder nacheilend ist, wird festgestellt (siehe Bild 3-4).
7. Der Abstand wird mit 40°/cm multipliziert, um die Größe der Phasendifferenz zu erhalten.

Genauere Messungen werden durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit erhalten, doch darf dabei die Einstellung des Reglers VARIABLE TIME/CM des Oszillografen nicht verstellt werden. Natürlich muß diese Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit in der Berechnung berücksichtigt werden.

Wird z. B. die Ablenkgeschwindigkeit um den Faktor 5 erhöht, so stellt bei der Messung des Abstands der beiden Signale jeder Zentimeter 8° (40° geteilt durch 5) einer Schwingung dar. Auf diese Weise lassen sich Phasenverschiebungen bis zu 80° genauer messen. Bei der Vorbereitung zur Messung wird das Bild horizontal so eingestellt, daß die Rasterteilungen für die Bestimmung des genauen Abstandes dienen. Bild 3-5 zeigt als Beispiel, wie die Phasendifferenz des Kanals 2 nach dieser Methode bestimmt werden kann.

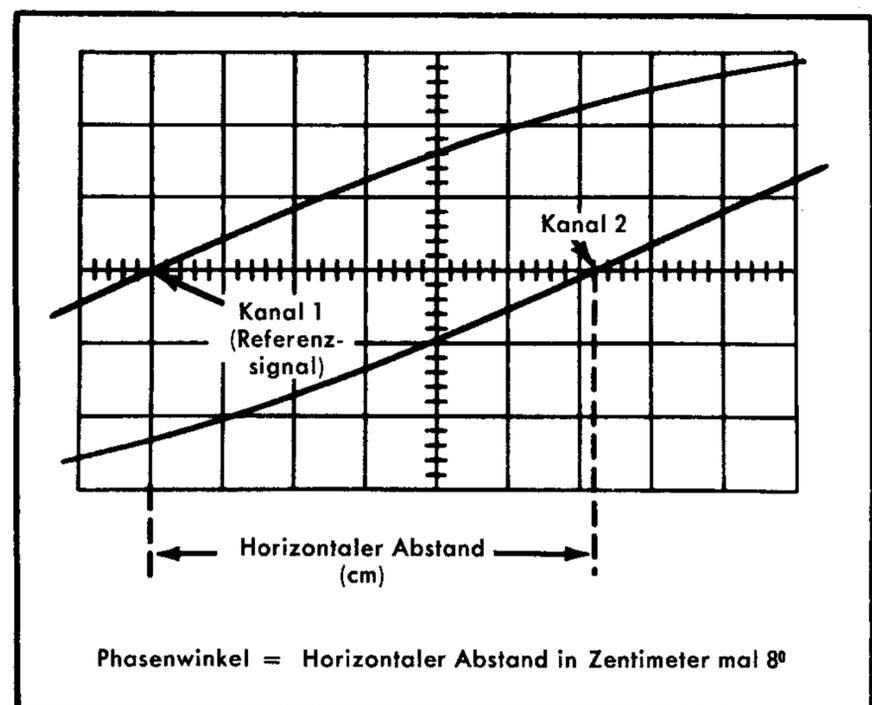


Bild 3-5 Berechnung des Phasenwinkels bei einer 5fach erhöhten Zeitablenkung.

