

ANLEITUNG

Verstärker-Einschub

Typ 1A1

Deutsche Kurzfassung

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

070 - 0551 - 00

© (1967) Tektronix, Inc. — All rights reserved.

367



GARANTIE

Alle Tektronix-Geräte werden für die Dauer eines Jahres ab Versanddatum gegen Fabrikations- und Materialfehler garantiert. Tektronix Transformatoren, die in unseren Betrieben hergestellt wurden, werden für die Lebensdauer des Gerätes garantiert.

KUNDENDIENST

Benötigen Sie Betreuung, Ersatzteile, Auskunft betreffend Garantiefragen oder andere Hilfe, dann wenden Sie sich bitte an Ihren Tektronix-Lieferanten, durch welchen Sie Ihr Gerät bestellt haben. Alle Bestellungen für Ersatzteile werden durch diesen umgehend bearbeitet. Bei Bedarf steht Ihnen ein Ersatzteil-Schnelldienst zur Verfügung, damit Ihr Gerät instandgestellt werden kann.

Ihr Lieferant wird auch für einen raschen Kundendienst besorgt sein, durch den Sie Nachreichungen und Reparaturen ausführen lassen können.

Senden Sie bitte keine Geräte oder Teile zurück, bevor Sie die nötigen Anweisungen erhalten



INHALT

1. Teil Eigenschaften

2. Teil Bedienungsanleitung

3. Teil Anwendungen

R495

R169

TYPE 1A1 DUAL-TRACE PLUG-IN UNIT

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

THIS INSTRUMENT IS MANUFACTURED UNDER THE FOLLOWING U. S. PATENT 3,150,247

POSITION



PULL FOR INVERT



VARIABLE VOLTS/CM



CALIB

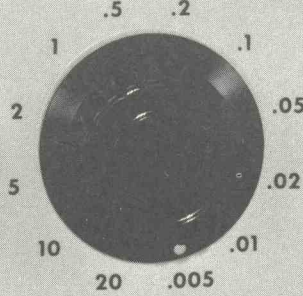
.05 V/CM GAIN



.005 V/CM VAR ATTEN BAL



VOLTS/CM



CHANNEL 1

INPUT SELECTOR
AC DC GND



INPUT 1

1 MΩ
15 pf

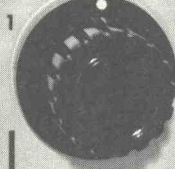


CALIBRATED PREAMP



MODE

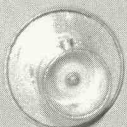
CH 1 CHOP CH 2



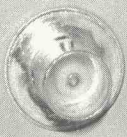
SERIAL

006224

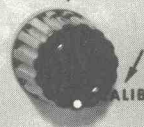
CH 1 SIGNAL OUT



CH 1 TRIGGER OUT



VARIABLE VOLTS/CM



CALIB

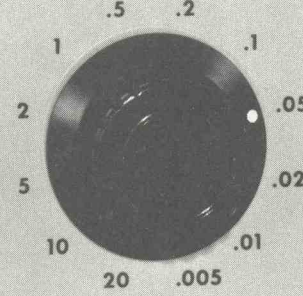
.05 V/CM GAIN



.005 V/CM VAR ATTEN BAL



VOLTS/CM



CHANNEL 2

INPUT SELECTOR
AC DC GND

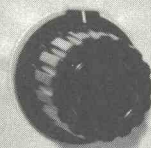


INPUT 2

1 MΩ
15 pf



POSITION



PULL FOR INVERT



1. TEIL EIGENSCHAFTEN

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 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	Arbeits-Kennwert			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 2,5X des angezeigten Werts des Schalters VOLTS/CM. Dies ermöglicht einen maximalen ungeeichten Ablenkfaktor von 50 V/cm in der Stellung 20 V/cm.			
Frequenzwiedergabe (Abfall höchstens — 3db): Typ 1A1 mit Tektronix-Oszillografen:	ungefähr	5 mV/cm	50 mV/cm	
	500 μ V/cm		... 20 V/cm	
	Kanal 1 und 2 in Kaskade.			
544, 546 oder 547	2 Hz ... 15 MHz	0 ... 28 MHz	0 ... 50 MHz	
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	
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	
Anstiegszeit (berechneter Kleinstwert): Typ 1A1 mit Tektronix-Oszillografen; 544, 546 oder 547	23 ns	12,5 ns	7 ns	

Eigenschaften – Typ 1A1

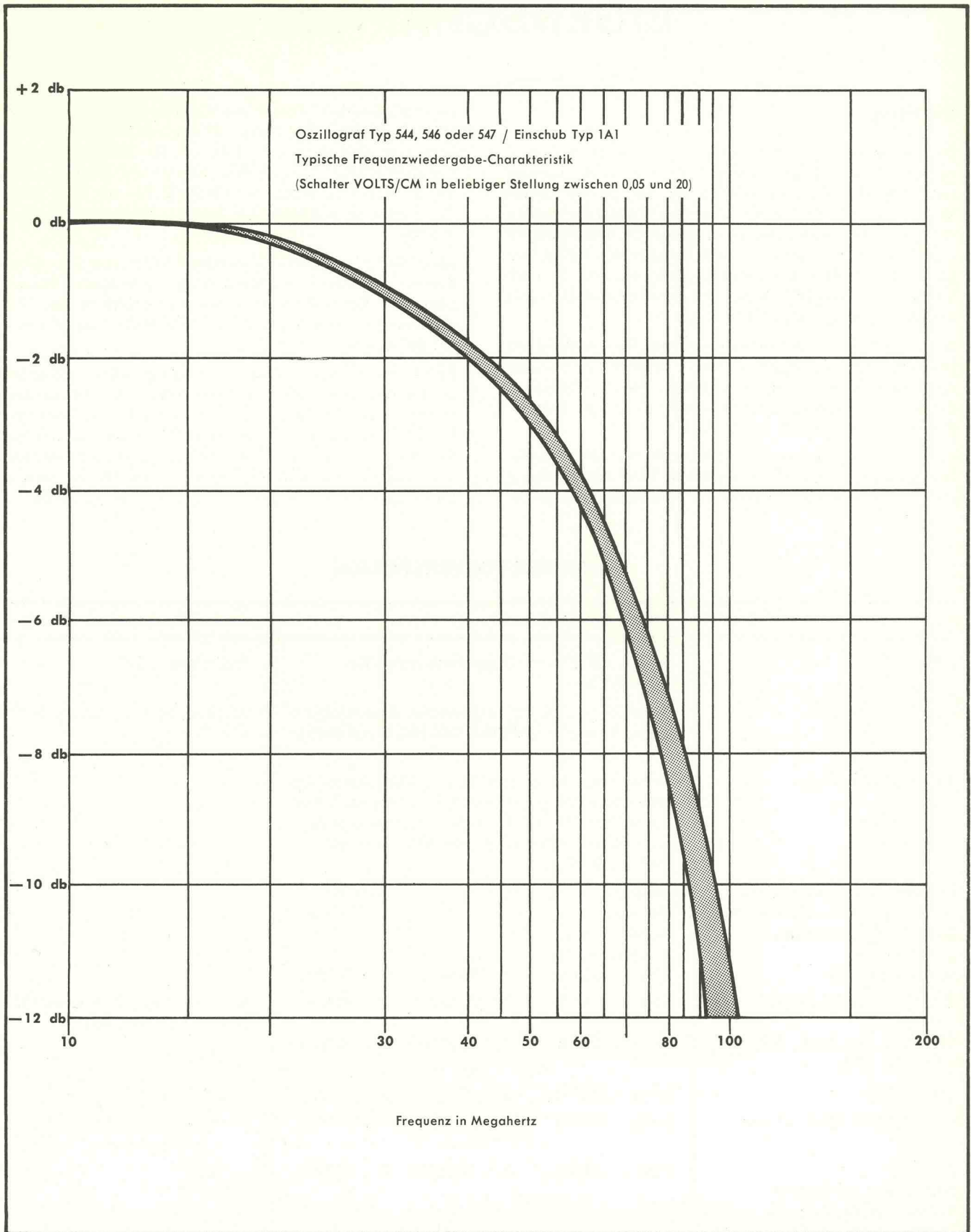


Bild 1-1 Typische Frequenzwiedergabe-Charakteristik des Einschubs Typ 1A1 bei Verwendung in Verbindung mit einem Oszillografen Typ 544, 546 oder 547. Eine Signalquelle mit einem Quellenwiderstand von 25Ω wurde für den Betrieb des Typs 1A1 verwendet.

Eigenschaften	Arbeits-Kennwert	Zusätzliche Angaben
581, 581A, 585 oder 585A	25 ns 15 ns 10,5 ns	Muß mit Einschub-Adapter Typ 81 verwendet werden. 1 M Ω (\pm 1%) parallel zu ca. 15 pF typischer Wert. 600 V, zusammengesetzte Anteile aus Gleichspannung und Spitzenwert der Wechselspannung oder 600 V _{ss} Wechselspannung
541, 541A, 543, 543A, 543B, 545, 545A, 545B oder 555	25 ns 15 ns 10,5 ns	
551	26 ns 16,5 ns 13 ns	
531, 531A, 533, 533A, 535 oder 535A	35 ns 25 ns 23 ns	
536	44 ns 33 ns 31 ns	
Eingangs-Impedanz		
Maximale Eingangsspannung		
Betriebsarten der Eingangskopplung	Ein Schalter auf der Frontplatte wählt Wechselspannungs- oder Gleichspannungskopplung	GND trennt das Signal vom Eingang und erdet den Verstärkereingang. Typischer Wert —3db bei 2 Hz direkt, 0,2 Hz mit Abschwächertastkopf 10 X.
Wechselspannungskopplung; untere Frequenzwiedergabe		
Betriebsarten der vertikalen Darstellung	nur Kanal 1 nur Kanal 2 Zweispur, ablenksynchrone Umschaltung der Kanäle Zweispur, freilaufende Teilbildumschaltung algebraische Addition	Bei optimaler Abgleichung der Verstärkung beider Kanäle Typischer Wert weniger als 5 mV/Stunde Internes Rauschen ca. 200 μ V _{ss}
Freilaufende Umschaltfrequenz Chopper (Zerhacker)	Umschaltfolge von ca. 1 MHz, so daß von jeder Spur einander folgend Abschnitte von 500 ns dargestellt werden.	
Verhältnis der Gleichtaktunterdrückung	20 : 1 für Gleichtaktsignale von 1 kHz bei einer Amplitude bis zu 10 cm.	
Umkehrung der Polarität	Das Signal sowohl von Kanal 1 als auch von Kanal 2 kann umgekehrt werden.	
Strahlspur-Abwanderung (nach Einlaufzeit)		
Schalter VOLTS/CM auf 0,005		
Rauschen, für beliebige Stellung des Schalters INPUT SELECTOR		
Kanal 1 Ausgangssignal		An der Buchse CH 1 SIGNAL OUT gemessen. Regler VARIABLE VOLTS/CM in Stellung CALIB, Schalter VOLTS/CM von Kanal 1 auf 0,005
Spannung des Ausgangssignals	ungefähr 50 mV/cm oder Verstärkungsfaktor von 10, \pm 10%	Gleichspannungspegel von ca. 0,45 V, der durch den Regler POSITION von Kanal 1 nicht beeinflußt wird. Kanal 1 Schalter VOLTS/CM auf 0,05 Kanal 1 Schalter VOLTS/CM auf 0,005
Ausgangsimpedanz	ca. 50 Ω	
Ausgangskopplung	direkt	
Frequenzwiedergabe (nicht mehr als —3db Abfall)	0 ... 35 MHz 0 ... 24 MHz	

Eigenschaften – Typ 1A1

Eigenschaften	Arbeits-Kennwert	Zusätzliche Angaben
Kanal 1 Triggerausgang		An der Buchse Channel 1 TRIGGER OUT gemessen
Spannung am Triggerausgang	ca. 0,5 V/cm oder ein Verstärkungsfaktor von 100, $\pm 20\%$	Kanal 1 Schalter VOLTS/CM auf 0,005
Bandbreite	Genügend, um eine stabile Triggerung einer Wellenform von 50 MHz bei einer dargestellten Amplitude von 2 cm oder mehr zu erhalten.	Nur mit Oszillografen Typ 544, 546 oder 547.
Ausgangskopplung	direkt	Gleichspannungspegel 0 V, ± 1 V. Wird durch den Lage-regler POSITION von Kanal 1 nicht beeinflusst.
Ausgangsimpedanz		über 1 MHz, ca. 100 Ω

MECHANISCHE DATEN

Aufbau	Aluminiumlegiertes Chassis mit 3 steckbaren Platten mit gedruckter Schaltung.	
Ausführung	Fotogeätzte eloxierte Frontplatte	

2. TEIL

BEDIENUNGSANLEITUNG

FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN DER BEDIENUNGSELEMENTE UND ANSCHLÜSSE

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

POSITION Lage
Regler für die vertikale Verschiebung der Strahlspur auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre.

NORM-INVERT Normal-Invers
Schalter mit zwei Stellungen, der die Darstellung des Eingangssignals in normaler oder umgekehrter Polarität bezogen auf das angelegte Signal ermöglicht.

VARIABLE VOLTS/CM Veränderlich Volt/cm
Ermöglicht eine überlappende ungeeichte stetig einstellbare Abschwächung zwischen den geeichten Ablenkfaktoren und dehnt 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.

.05 V/CM GAIN Verstärkung
Ein Schlitzpotentiometer zum Abgleich des Grundablenkfaktors des Kanals bei 0,05 V/cm.

.005 V/CM VAR ATTEN BAL Gleichspannungssymmetrie
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.

VOLTS/CM Eingangsabschwächer
12stufiger Schalter für die Wahl der geeichten vertikalen Ablenkfaktoren.

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.

Input Connector Eingangsbuchse
Signal-Eingangsbuchse für den Kanal.

MODE Betriebsart
Ein 5stufiger Schalter wählt die Betriebsart wie folgt:

CH 1 — Ermöglicht die Verwendung von Kanal 1 allein.

ALT — Zweispurablenksynchrone 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.

CH 1 SIGNAL OUT Kanal 1 Signalausgang
Ausgangssignal von Kanal 1. Ermöglicht das Einführen des in Kanal 1 verstärkten Signals in Kanal 2.

CH 1 TRIGGER OUT
Triggersignalausgang von Kanal 1
Triggersignal von Kanal 1. Ermöglicht die Verwendung von Kanal 1 als externe Triggersignalquelle.

VORSICHT!

Wird der Einschub Typ 1A1 in einem Oszillografen Typ 555 in abgeänderter Ausführung (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 an Stift 5 des Verbindungssteckers des Einschubs Typ 1A1 zu den zugehörigen Schaltkreisen und an die Buchse der Frontplatte CHANNEL 1 TRIGGER OUT geführt. 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 Anschlußstreifen in diesen Einheiten. (Die Zeitbasiseinheiten Typ 21A und 22A können mit dem Einschub Typ 1A1 verwendet werden und brauchen nicht abgeändert zu werden.)

ERSTE INBETRIEBNAHME

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

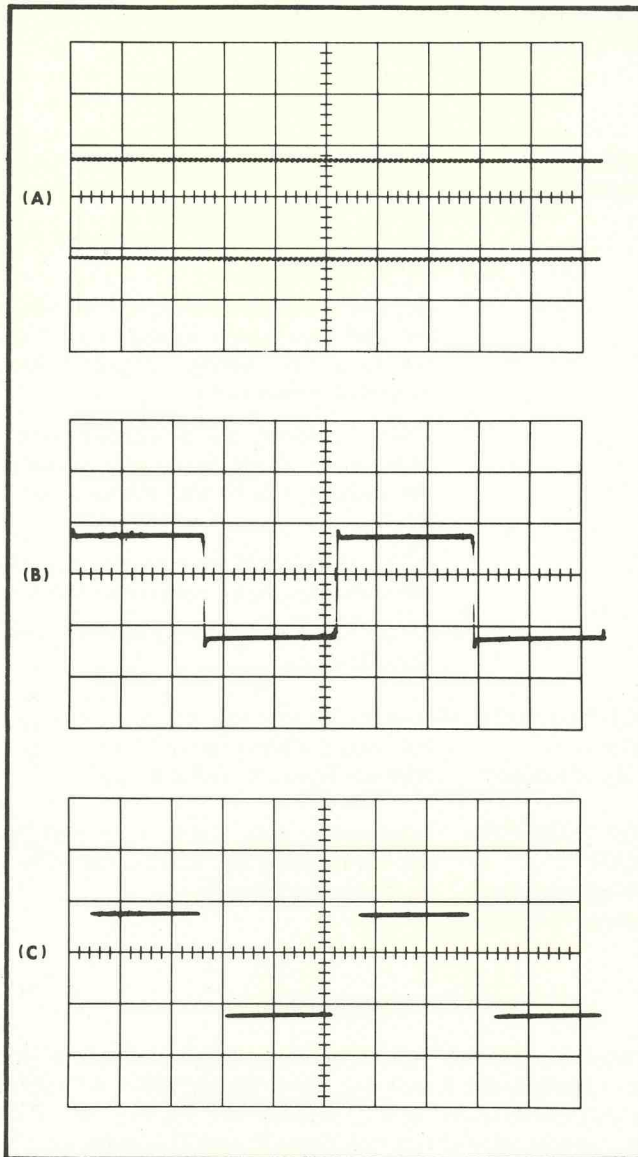


Bild 2-1 Signal der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED:
 a) Strahl in Abschnitte zerlegt.
 b) Umschaltvorgang der freilaufenden Teilbildumschaltung von Kanal zu Kanal.
 c) Umschaltspitzen unterdrückt.

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 ca. 2 bis 3 Minuten und lasse die Zeitablenkung des Oszillografen mit einer Ablenkgeschwindigkeit von 0,5 ms/cm frei laufen.
3. Die zugänglichen Bedienungselemente des Typs 1A1 werden für beide Kanäle wie folgt eingestellt:

INPUT SELECTOR	DC
VOLTS/CM	.05
VARIABLE VOLTS/CM	CALIB
NORM-INVERT	NORM
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.
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 dargestellt 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 μ s werden die Bedienungselemente der Triggerung des Oszillografen eingestellt, um eine stehende Abbildung zu erhalten. Es ist zu beachten, daß jede Spur aus vielen kurzdauernden Teilchen oder Abschnitten mit sichtbaren Umschaltüberschwingungen zwischen den Kanälen besteht (siehe Bild 2-1a).
10. Um die Umschaltwirkung der Teilbildumschaltung klar zu sehen, wird die Ablenkgeschwindigkeit auf 0,2 μ s/cm erhöht. Man beachte, daß Kanal 1 während ungefähr 0,5 μ s eingeschaltet und Kanal 2 für ungefähr 0,5 μ s während des ersten halben Zyklus ausgeschaltet ist. Während des nächsten halben Zyklus ist Kanal 2 während 0,5 μ s eingeschaltet und Kanal 1 ausgeschaltet (siehe Bild 2-1b). Die Umschaltfolge pro Kanal wird durch die Schaltgeschwindigkeit des freilaufenden Multivibrators bestimmt und ist 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 2-1c).
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 CHANNEL 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 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 NORM-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 Betriebsschalter 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 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 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
NORM-INVERT	NORM
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 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 Betriebsschalter MODE in Stellung CH 2 wird das Eichspannungssignal an den Eingang 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 Einstellelemente 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 Ein-

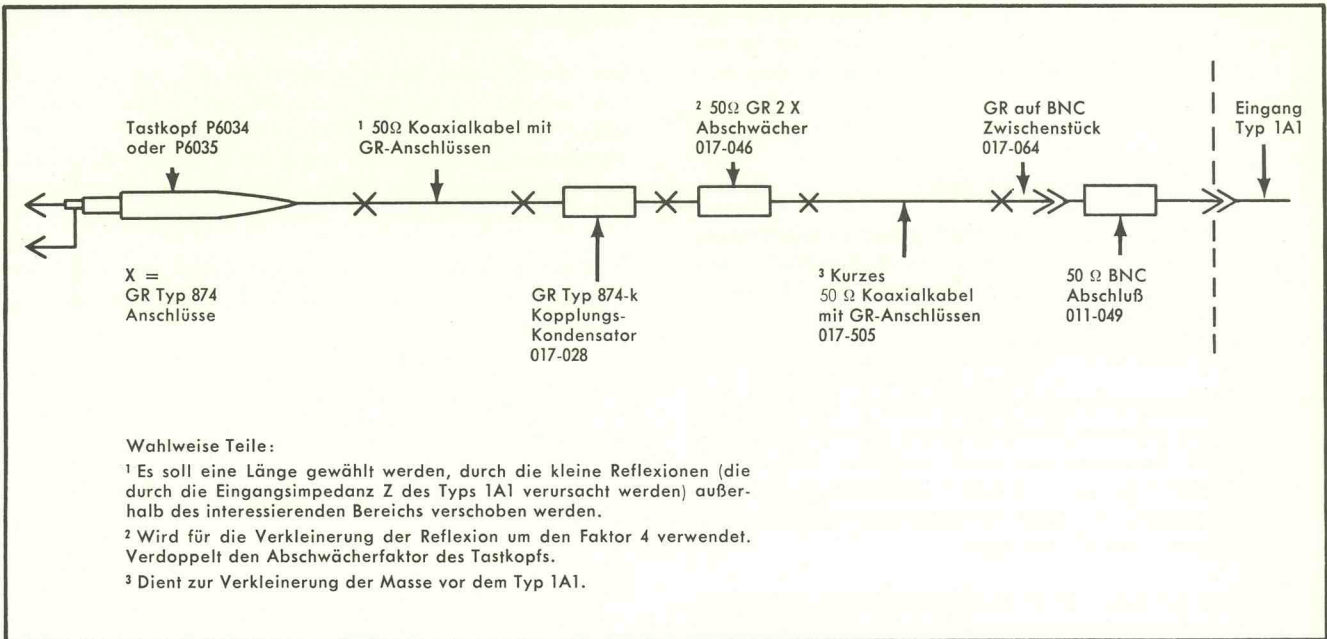


Bild 2-2 Verwendung des Tastkopfs P6034 oder P6035 mit dem Einschub Typ 1A1.

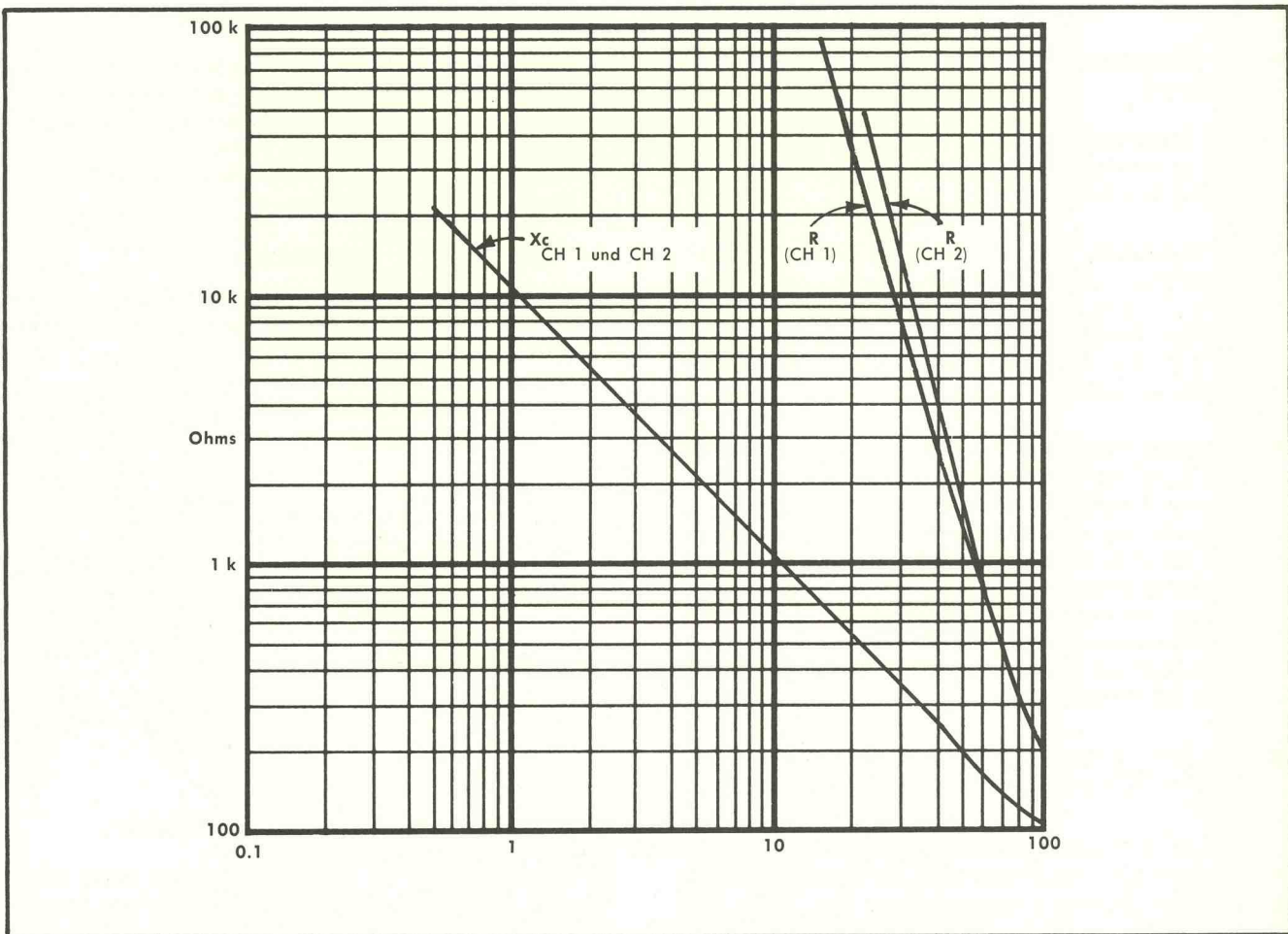


Bild 2-3 Nomineller Eingangswiderstand und kapazitive Reaktanz in Funktion der Frequenz bei beliebiger Stellung des Schalters VOLTS/CM.

stellung zu ermöglichen. Sind die Gleichspannungspegel eines Kanals nicht richtig eingestellt, dann wird die Strahlspur bei signallosem Eingang, wenn der Regler VARIABLE VOLTS/CM gedreht wird, vertikal verschoben. Tritt eine Verschiebung der Strahlspur 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.
2. Vorsichtig muß nun der Regler für den Abgleich der Gleichspannungssymmetrie .005 V/CM VAR ATTEN 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.
3. Der Betriebsartschalter MODE wird in Stellung CH 2 gebracht.
4. Vorsichtig muß nun der Regler für den Abgleich der Gleichspannungssymmetrie .005 V/CM VAR ATTEN 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 2-2 zeigt ein Blockschema des Eingangs bei Verwendung des in Methode 7 beschriebenen Systems von Tabelle 2-1. Bild 2-3 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 Signalspannungen 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 sicher zu stellen, ist die Kompensation des Tastkopfes zu überprüfen. Der Abgleich wird wie folgt vorgenommen:

1. Der Eichspannungsgenerator des Oszillografen wird für ein Ausgangssignal von geeigneter Amplitude eingestellt.
2. Der Betriebsartschalter MODE wird auf den für die Verwendung mit dem Tastkopf vorgesehenen Kanal geschaltet.
3. Mit der Spitze des Tastkopfs berühre man die Ausgangsbuchse des Eichgenerators und stelle die Bedienungselemente des Oszillografen ein, damit mehrere Schwingungen des Signals dargestellt werden.
4. Die Tastkopfkompensation wird abgeglichen, um eine beste Wiedergabe des Rechtecksignals, wie es in der Skizze rechts von Bild 2-4 gezeigt wird, zu erhalten.

BEMERKUNG

Wird eine andere als die im Oszillografen 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 Gleich- als auch Wechselspannungskomponenten eines zugeführten Signals darzustellen, wird der Eingangswähler AC-DC-GND in Stellung DC gebracht; soll dagegen nur die Wechselspannungskomponente 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 –3db. 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 AC-DC-GND in Stellung GND gebracht, so wird die Eingangsschaltung des Typs 1A1 an Masse gelegt, um eine Gleichspannungsbezugslinie zu erhalten, und ermöglicht damit, das Abgleich-Potentiometer

Tabelle 2-1 Methoden der Signalankopplung

Methode	Vorteile	Grenzen	Benötigtes Zubehör	Belastung der Quelle (siehe Bild 2-3, X _c und R Eingangskurven)	Vorsichtsmaßnahmen
1. Offene (unabgeschirmte) Prüfleitungen	Einfachheit	Begrenzte Frequenzwiedergabe. Einstrahlung unterworfen.	Zwischenstück für BNC auf Bananenstecker (103-033) Zwei Prüfkabel erforderlich	1 MΩ und 15 pF am Eingang + Prüflleitungen	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. 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 50Ω). Ein Trennkondensator kann erforderlich sein, um eine Gleichspannungsbelastung oder Beschädigung des Abschlußes zu verhüten.	Koaxiales Kabel mit BNC-Stecker Abschlußwiderstand am Eingang von Typ 1A1. (BNC-50 Ω Abschluß, 011-049).	Abschlußwiderstand R ₀ plus 15 pF am Typ 1A1 Ende des Koaxialkabels kann Reflexionen verursachen.	Reflexionen von 15 pF am Eingang. Gleichspannungs- und Wechsellastungsbelastung des Prüfpunkts. Belastungsgrenze des Abschlußwiderstands.
4. Gleich wie 3, mit koaxialem Abschluß.	Weniger Reflexionen von 15 pF am Abschluß.	Reduzierte Empfindlichkeit (höherer Ablenkfaktor).	Koaxiale BNC-Abschwächer	Nur Abschlußwiderstand R ₀	Gleichspannungs- und Wechsellastungsbelastung des Prüfpunkts. Belastungsgrenze des Abschwächers.
5. Abgriff am abgeschlossenen koaxialen System (BNC T-Glied: UG-274/U am Eingang Typ 1A1)	Ermöglicht das Untersuchen von Signalen mit normaler Belastung. Gleichspannungs- oder Wechsellastungskopplung 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.

Methoden	Vorteile	Grenzen	Benötigtes Zubehör	Belastung der Quelle (siehe Bild 2-3, X _c und R Eingangskurven)	Vorsichtsmaßnahmen
<p>6. 10 X, 10 MΩ Tastkopf 100 X, 9,1 MΩ Tastkopf 1000 X, 100 MΩ Tastkopf</p>	<p>Verringert ohmsche und kapazitive Belastung, nahezu ganze Bandbreite des Typs 1A1/Oszillografen.</p>	<p>X 0,1 Empfindlichkeit X 0,01 Empfindlichkeit X 0,001 Empfindlichkeit</p>	<p>Abschwächerfaktor von P6006, P6008 10X P6007, P6009 100X P6015 1000X</p>	<p>P6006*: ∞ 7 pF, 10 MΩ P6007 : ∞ 2 pF, 10 MΩ P6008 : ∞ 7,5 pF, 10 MΩ P6009 : ∞ 2,5 pF, 10 MΩ P6015 : ∞ 3 pF, 100 MΩ</p>	<p>Prüfung des Tastkopfabgleichs. Es sollen Rechtecksignale mit Frequenzen von weniger als 5 kHz mit Vorzug 1 kHz verwendet werden.</p>
<p>7. 500 Ω und 5 kΩ Tastköpfe (müssen am Eingang des Typs 1A1 mit 50 Ω abgeschlossen sein)</p>	<p>Reduziert kapazitive Belastung auf ungefähr 0,7 pF. Normale Bandbreite des Typs 1A1/Oszillograf. Tastkopfkompensation muß nicht abgeglichen werden, da kein sichtbarer Effekt zu bemerken ist, wenn mit Typ 1A1/Oszillograf verwendet.</p>	<p>Ohmsche Belastung. Empfindlichkeit X 0,1 oder 0,01. Um eine Belastung durch Gleichspannung oder Beschädigung des Abschusses zu vermeiden, könnte ein Trennkondensator nötig sein. Untere Grenzfrequenz bei Wechselspannungskopplung: 70 kHz für Typ P6034; 7 kHz für Typ P6035.</p>	<p>P6034: 10 X P6035: 100 X Zubehör in Bild 2-2 aufgeführt</p>	<p>P6034: 500 Ω, 0,7 pF P6035: 5 kΩ, 0,6 pF</p>	<p>Gleichspannungs- und Wechselspannungsbelastung. Nennspannung des Tastkopfs.</p>
<p>8. Stromtransformator. Am Eingang des Typs 1A1 mit 50 Ω abgeschlossen. Obere Frequenzwiedergabe durch Typ 1A1/Oszillograf bestimmt.</p>	<p>Der Stromtransformator kann ein fester Teil des Prüfkreises sein. Weniger als 2,2 pF zu Meßkreischarakter. Mißt Signalströme in Transistorkreisen. CT-1: 20 A Spitzenwert. CT-2: 100 A Spitzenwert.</p>	<p>Stromnennwerte effektiv: CT-1: 0,5 A CT-2: 2,5 A Empfindlichkeit CT-1: 5 mV/mA CT-2: 1 mV/mA</p>	<p>CT-1: Koaxialer Adapter und BNC-Anschluß. CT-2: Nichts Zusätzliches (evtl. zusätzliche Koaxialkabel für jeden Transformator.)</p>	<p>CT-1: Einfügung; 1 Ω parallel mit etwa 5 µh. Bis zu 1,5 pF. CT-2: Einfügung; 0,04 Ω parallel mit ungefähr 5 µh. Bis zu 2,2 pF.</p>	<p>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.</p>

* Tastkopf P6006 hat weniger Eingangskapazität als P6008, doch hat P6008 eine grössere Bandbreite.

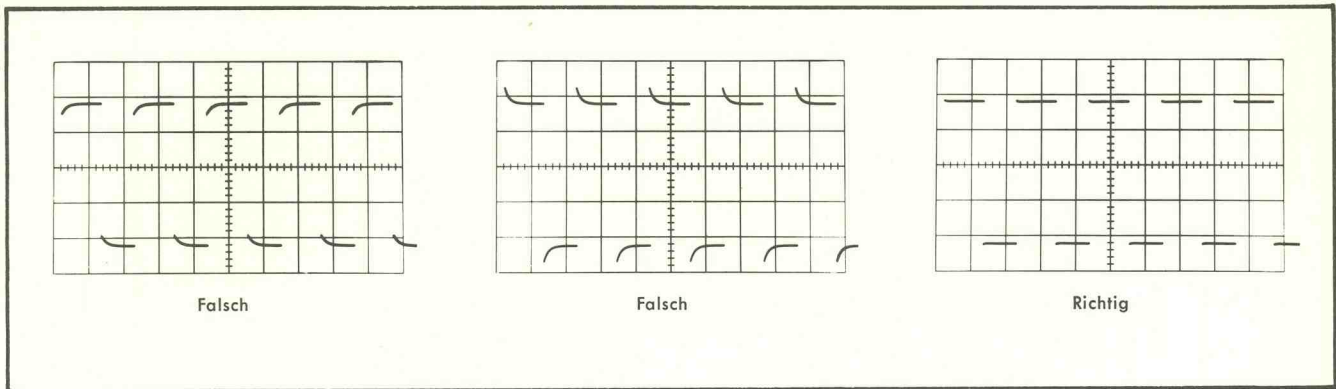


Bild 2-4 Tastkopf-Abgleich-Signale bei Verwendung eines Eichsignals von 1 kHz.

des Gitterstroms GRID CURRENT ZERO (siehe Abschnitt CALIBRATION in der englischen Ausgabe des Handbuchs) des verwendeten Kanals richtig einzustellen. Der genaue Abgleich dieses Reglers ist besonders bei größeren Empfindlichkeiten als 0,05 V/cm von Wichtigkeit. Befindet sich der Schalter AC-DC-GND 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 0-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 andern 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 NORM-INVERT läßt sich zur Invertierung der dargestellten Vorgänge, speziell bei Verwendung der zweispurigen Darstellung, verwenden. Der Polaritätsschalter besitzt zwei Stellungen. In der Stellung NORM 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 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 Signalspannung der Eingangsbuchse des Kanals 1, das zweite Signal der Eingangsbuchse des Kanals 2 zugeführt. Der entsprechende NORM-INVERT-Schalter wird auf NORM oder INVERT gestellt, je nachdem, ob die Signaldarstellung normal oder invertiert erfolgen soll, und der Betriebsartschalter MODE wird auf ALT oder CHOP gestellt.

Im allgemeinen wird die Stellung CHOP (freilaufende Teilbildumschaltung) für Ablenkgeschwindigkeiten bis zu $10 \mu\text{s}/\text{cm}$ für die Darstellung von zwei nicht repetitiven Signalen, 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 $0,5 \text{ ms}/\text{cm}$ 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 $0,1 \text{ ms}$ lassen sich noch gut darstellen oder auflösen. Bei $10 \mu\text{s}/\text{cm}$ enthält ein Einschwingvorgang von $0,1 \text{ ms}$ 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 6 der englischen Anleitung) oder die Buchse CHANNEL 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 CHANNEL 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 CHANNEL 1 TRIGGER OUT verfügbare Signal als Triggerquelle von Kanal 1 allein zu verwenden. Zur Verwendung des Signals wird die Buchse CHANNEL 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 CHANNEL 1 TRIGGER OUT und CHANNEL 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 INT NORM 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 2-1b 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 un stabile 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

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 μ s/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.)	Wechselspannungskopplung AC oder AC Slow oder Wechselspannungskopplung mit Hochpaß AC Fast oder AC LF Reject.	Ja. Referenzsignal wird an Kanal 1 gelegt.
		Norm Int oder Int**)	AC Fast oder AC LF Reject.	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 CHANNEL 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.

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.

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 Triggerniveaugregler 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 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 2-1b 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 Triggereingangskreises 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 dargestellte Signal stehen, während das andere frei durchzulaufen scheint. Dieses Phänomen ist zur Bestimmung des 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 Triggerausgang 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 etc., 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 NORM-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 die-

Bedienungsanleitung – Typ 1A1

sem 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 $7\frac{1}{2}$ cm langer, aus verzinnem Kupferdraht von 1 mm² Querschnitt hergestellter Verbindungsdraht verwendet werden.

Obwohl es den Anschein erwecken könnte, daß auch das an Ausgang CHANNEL 1 TRIGGER OUT verfügbare Signal an Kanal 2 gelegt werden könnte, ist das Triggersignal des hohen Rauschpegels wegen nicht verwendbar.

VORSICHT!

An die Buchsen CHANNEL 1 SIGNAL OUT oder TRIGGER OUT dürfen keine Fremdspannungen gelegt werden, da zugehörige interne Kreise 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 –3db-Abfallpunkten beträgt etwa 2 Hz ... 15 MHz (Eingang von Kanal 1 gleichspannungsgekoppelt).
2. Der Nennwert der Ausgangsimpedanz des Kanal 1 Vorverstärkers beträgt 50Ω.
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 MΩ Eingang und 50Ω 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 be-

trägt 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 dem Ausgang von Kanal 1 und dem Eingang 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 dem Ausgang von Kanal 1 und Eingang 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 Kanal 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, NORM-INVERT und VARIABLE VOLTS/CM haben keinen Einfluß auf das am Ausgang CHANNEL 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 CHANNEL 1 SIGNAL OUT auftretende Signal in Wechselspannungskopplung jedem Eingang zuführen, das ein 10fach vorverstärktes Signal benötigt. Wird der Ausgang mit 50Ω abgeschlossen, so ist zu beachten, daß das Signal auf die Hälfte verkleinert wird. Die Signalamplitude wird entsprechend kleiner, wenn die Last weniger als 50Ω 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 CHANNEL 1 SIGNAL OUT läßt sich zum Betrieb von Registriergeräten verwenden.

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 ebenso gut Kanal 2 verwenden. In diesem Falle wird das Signal an den Eingang des Kanal 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 anzulegen.

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

Messung der Wechsellspannungskomponenten

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

Um den Spitzen-Spitzenwert der Wechsellspannung 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 oberen Kante der Bildspur oder in der Mitte der Bildspur befinden würden.

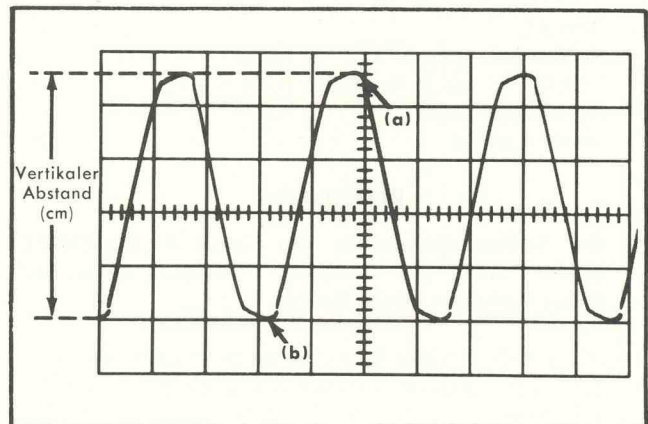


Bild 3-1 Messung des Spitzen-Spitzenwerts einer Signalspannung.

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:

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

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 Wechsellspannungsmessungen 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
NORM-INVERT (Kanal 2)	NORM
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, NORM-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 Triggeringang des Oszillografen verbunden.

BEMERKUNG

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

für die Wahl der Triggerquelle des Oszillografen 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 Oszillografen wird auf eine Ausgangsspannung von 20 mV eingestellt und die Tastkopfspitze mit dem Ausgang CAL OUT des Oszillografen 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:

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

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 Oszillografen 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

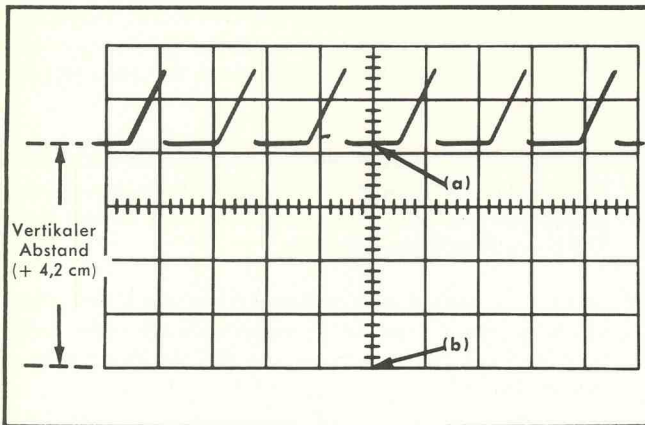


Bild 3-2 Messung des Momentanwerts einer Spannung bezogen auf eine Referenzspannung.

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 Bedienelementen 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 NORM-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 NORM-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 NORM-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:

$$\begin{matrix} \text{Momentanwert der} \\ \text{Spannung} \\ \text{(bezogen} \\ \text{auf Masse} \\ \text{als Referenz)} \end{matrix} = \begin{matrix} \text{Vertikale} \\ \text{Auslenkung} \\ \text{in cm und} \\ \text{Polarität} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{VOLTS/} \\ \text{CM} \\ \text{Schalter-} \\ \text{stellung} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{Abschwä-} \\ \text{cherfaktor} \\ \text{des} \\ \text{Tastkopfs} \end{matrix}$$

also:

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

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 von Kanal 1 gelegt, und die Bedienelemente 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:

$$\begin{matrix} \text{Umrechnungs-} \\ \text{faktor der} \\ \text{Ablenkung} \end{matrix} = \frac{\text{Referenzamplitude in Volt}}{(\text{Auslenkung in Zentimeter}) (\text{Schalter-} \\ \text{stellung VOLTS/CM})}$$

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:

$$\begin{matrix} \text{Wahrer} \\ \text{Ablenk-} \\ \text{faktor} \end{matrix} = (\text{Schalterstellung VOLTS/CM}) (\text{Umrech-} \\ \text{nungsfaktor der Ablenkung})$$

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 NORM-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 coaxialen 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 coaxiale 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).

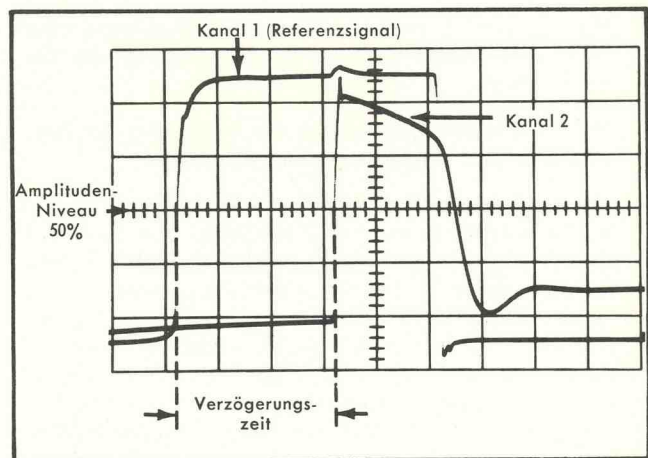


Bild 3-3 Messung der Verzögerungszeit zwischen zwei Impuls-Signalen.

- 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:

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

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:

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

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.

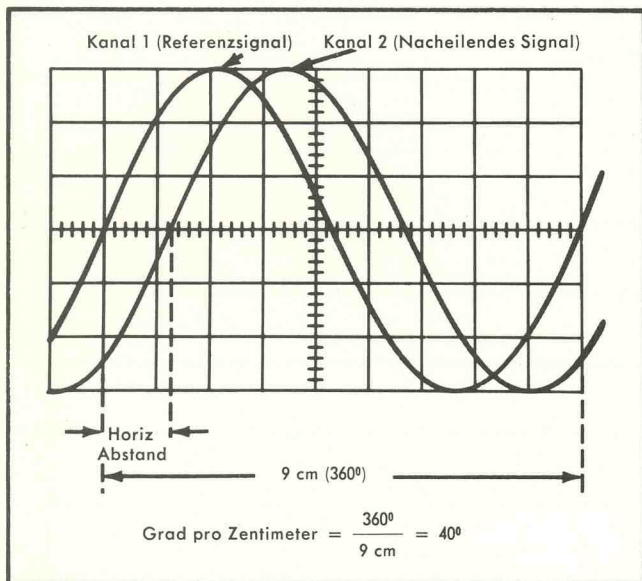


Bild 3-4 Messung des Phasenwinkels zweier Wellenformen

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.

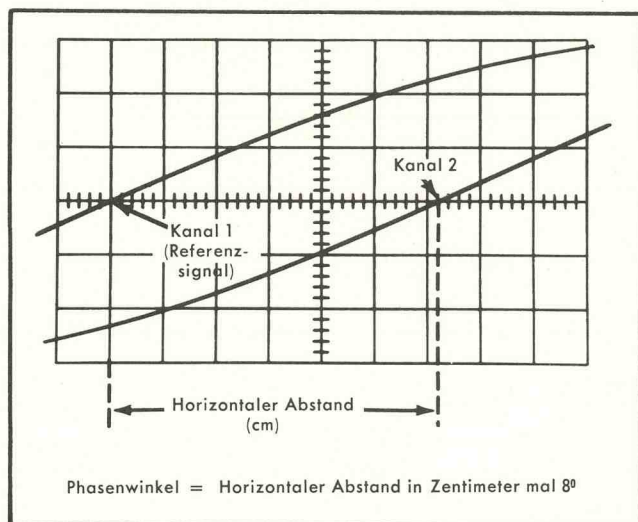


Bild 3-5 Berechnung des Phasenwinkels bei einer 5fach erhöhten Zeitablenkung.

