

ANLEITUNG

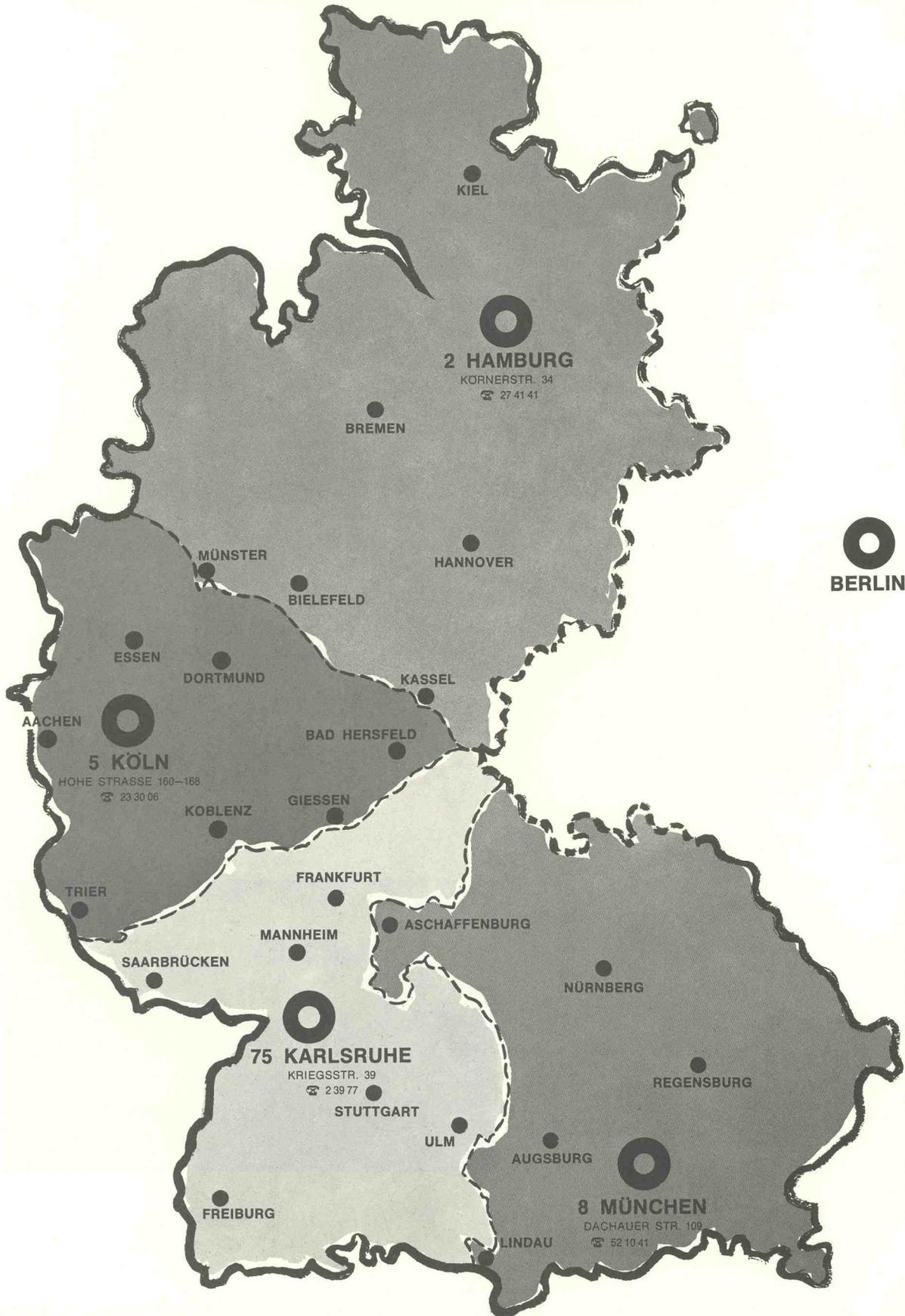
Verstärker-Einschub

Typ CA

Deutsche Kurzfassung

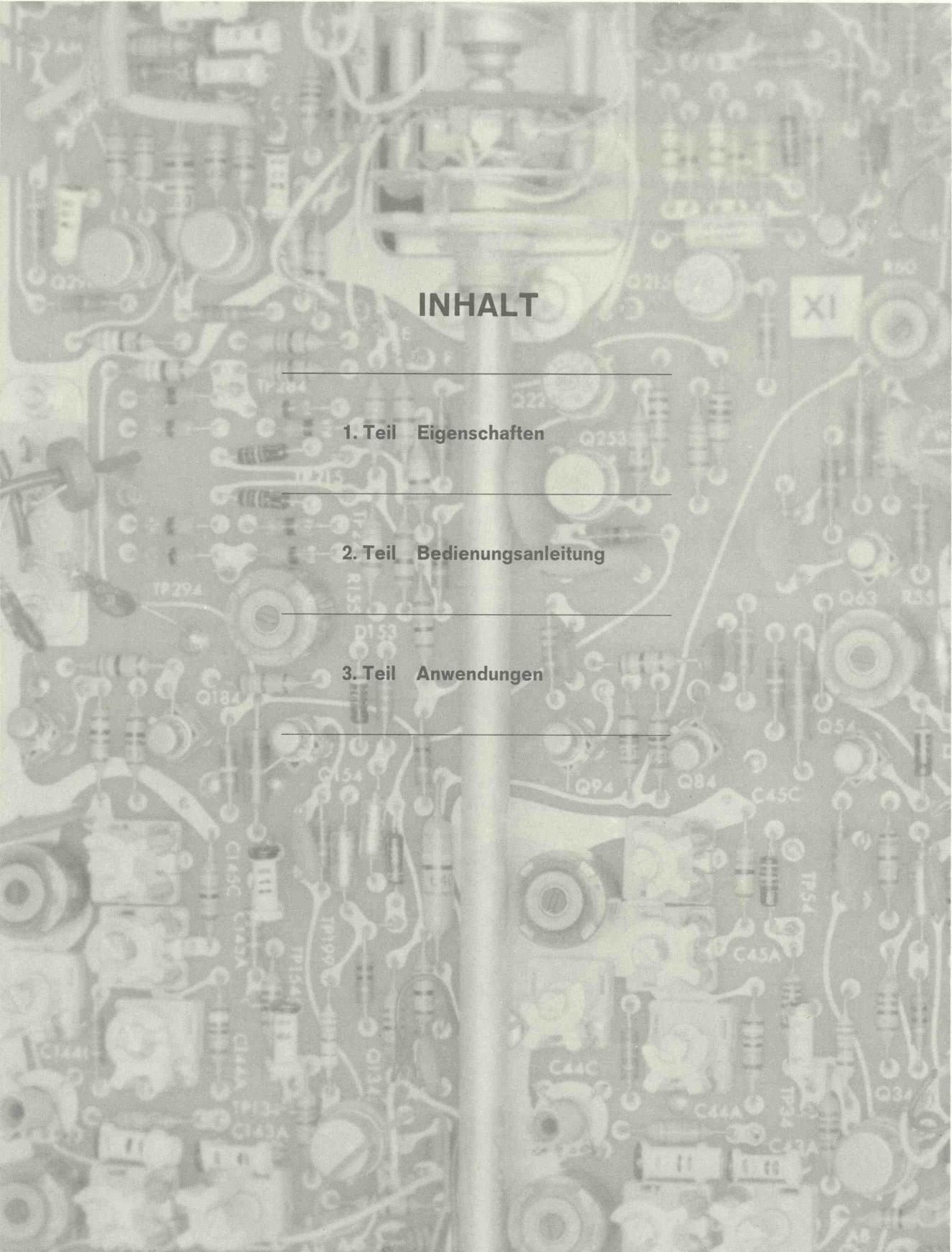
ROHDE & SCHWARZ

VERTRIEBSGMBH
HAMBURG KARLSRUHE KÖLN MÜNCHEN



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

VARIABLE VOLTS/CM

2 1 .5

5 10 20

1 MEG. 20 μ F

CHANNEL A

DC AC

POLARITY
NORMAL (+) INVERTED (-)

VERTICAL POSITION

GAIN ADJ.

DC BAL.

TEKTRONIX

CALIBRATED

TYPE CA PLUG-IN UNIT

MODE

A ONLY

B ONLY

ALTERNATE

ADDED ALGEBRAICALLY

CHOPPED

DUAL-TRACE CALIBRATED PREAMP
.05-20 V/CM DC COUPLED
PREAMP RISETIME \approx .01 μ SEC

VARIABLE VOLTS/CM

2 1 .5

5 10 20

1 MEG. 20 μ F

CHANNEL B

DC AC

POLARITY
NORMAL (+) INVERTED (-)

VERTICAL POSITION

GAIN ADJ.

DC BAL.

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

SERIAL 000000

CALIBRATED

1. TEIL EIGENSCHAFTEN

Einleitung

Der Zweispur-Verstärker-Einschub Typ CA 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 Bedienelementen 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 eingebaute, freilaufender Multivibrator die Kanäle mit einer Frequenz von etwa 100 kHz um. Bei ablenksynchroner Kanalumschaltung ALTERNATE werden die Kanäle durch den Zeitbasis-Generator des Oszillografen am Ende jeder Zeitablenkung während des Strahlrücklaufs intern umgeschaltet.

Der Einschub Typ CA kann mit allen Tektronix-Oszillografen der Serie 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 CA für andere Oszillografen oder Meßeinrichtungen verwendet werden.

GEEICHTER VORVERSTÄRKER

Eigenschaften	Arbeits-Kennwert		Zusätzliche Angaben
Ablenkfaktor	0,05 . . . 20 V/cm in 9 geeichten Stufen für jeden Kanal		Stufenfolge 1 - 2 - 5
Ablenkgenauigkeit	Innerhalb $\pm 3\%$ des angezeigten Ablenkfaktors		Der Abgleich der Verstärkung wird mit dem Regler GAIN ADJ. eingestellt
Variabler Ablenkfaktor	Ungeeichter, stetig einstellbarer Ablenkfaktor bis mindestens 2,5 X 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 CA mit Tektronix-Oszillografen:	Gleichspannungs-Kopplung	Wechselspannungs-Kopplung	
541A, 543B, 544, 545A 545B, 546, 547, 555 581A, 585A	0 . . . 24 MHz	2 Hz . . . 24 MHz 0,2 Hz . . . 22 MHz mit 10 X Tastkopf	mit Einschub-Adapter Typ 81
551	0 . . . 22 MHz	2 Hz . . . 22 MHz 0,2 Hz . . . 20 MHz mit 10 X Tastkopf	
531A, 533A, 535A	0 . . . 13,5 MHz	2 Hz . . . 12 MHz 0,2 Hz . . . 12 MHz mit 10 X Tastkopf	
536	0 . . . 10 MHz	2 Hz . . . 10 MHz 0,2 Hz . . . 10 MHz mit 10 X Tastkopf	

Eigenschaften – Typ CA

Eigenschaften	Arbeits-Kennwert	Zusätzliche Angaben
<p>Anstiegszeit (berechneter Kleinstwert): Typ CA mit Tektronix- Oszillografen:</p> <p>541A, 543B, 544, 545A 545B, 546, 547, 555 581A, 585A</p> <p>551</p> <p>531A, 533A, 535A</p> <p>536</p> <p>Eingangsimpedanz</p> <p>Maximale Eingangsspannung</p>	<p>Gleichspannungs- oder Wechselspannungs- Kopplung</p> <p>15ns</p> <p>16 ns</p> <p>26 ns</p> <p>35 ns</p>	<p>mit Einschub-Adapter Typ 81</p> <p>1 M Ω (\pm 1%) parallel zu ca. 20 pF typischer Wert</p> <p>600 V, zusammengesetzte Anteile aus Gleichspannung und Spitzen- wert der Wechselspannung</p>
<p>Betriebsarten der Eingangskopplung</p> <p>Wechselspannungskopplung; untere Frequenzwiedergabe</p>	<p>Ein Schalter auf der Frontplatte wählt Wechsel- spannungs- oder Gleichspannungskopplung</p>	<p>Typischer Wert — 3db bei 2 Hz direkt, 0,2 Hz mit Abschwächer- tastkopf 10 X</p>
<p>Betriebsarten der vertikalen Darstellung</p> <p>Freilaufende Umschaltfrequenz CHOPPER (Zerhacker)</p> <p>Verhältnis der Gleichtaktunterdrückung</p> <p>Umkehrung der Polarität</p>	<p>nur Kanal A nur Kanal B Zweispur, ablenksynchrone Umschaltung der Kanäle Zweispur, freilaufende Teilbildumschaltung der Kanäle; algebraische Addition</p> <p>Umschaltfolge von ca. 100 kHz, so daß von jeder Spur einander folgend Abschnitte von 5 μs dar- gestellt werden</p> <p>20 : 1 für Gleichtaktsignale von 1 V bei einer Amplitude bis zu 10 cm</p> <p>Das Signal kann sowohl von Kanal A als auch von Kanal B umgekehrt werden</p>	<p>Bei optimaler Abgleichung der Verstärkung beider Kanäle</p>
MECHANISCHE DATEN		
<p>Aufbau Ausführung Gewicht</p>	<p>Aluminiumlegiertes Chassis Foto geätzte eloxierte Frontplatte ca. 2,0 kg</p>	

2. TEIL

BEDIENUNGSANLEITUNG

FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN DER BEDIENUNGSELEMENTE UND ANSCHLÜSSE

Die Funktionen aller Bedienungselemente, Abgleichvorrichtungen und Anschlüsse mit Ausnahme des Betriebswahlschalters MODE sind für beide Kanäle identisch.

Input Connector Eingangsbuchse	Signaleingangsbuchse für den Kanal.
AC-DC Eingangskopplung	Schalter, der eine kapazitive oder direkte Kopplung des Eingangs mit dem Verstärker ermöglicht.
VOLTS/CM Eingangsschwächer	9stufiger Schalter für die Wahl der geeichten vertikalen Ablenkfaktoren.
VARIABLE Veränderlich	Potentiometer, der eine ungeeichte, stetig einstellbare Abschwächung zwischen den geeichten Ablenkfaktoren ermöglicht und den Abschwächerbereich auf ungefähr 50 V/cm dehnt.
POLARITY Polarität	Schalter mit zwei Stellungen, der die Darstellung des Eingangssignals in normaler oder umgekehrter Polarität bezogen auf das angelegte Signal ermöglicht.
GAIN ADJ. Verstärkung	Ein Schlitzpotentiometer zum Abgleich des Grundablenkfaktors des Kanals.
VERTICAL POSITION Vertikale Lage	Regler für die vertikale Verschiebung der Strahlspur auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre.
DC BAL Gleichspannungssymmetrie	Ein Schlitzpotentiometer zum Abgleich der Gleichspannungssymmetrie, so daß die Strahlspur bei Betätigung des Reglers VARIABLE nicht verschoben wird, wenn kein Signal am Eingang liegt.
MODE Betriebsart	Ein 5stufiger Schalter wählt die Betriebsart wie folgt: A ONLY — Ermöglicht die Verwendung von Kanal A allein. B ONLY — Ermöglicht die Verwendung von Kanal B allein. ALTERNATE — Zweispurablenksynchrone Betriebsart (getriggerte elektronische Umschaltung der Kanäle während des Strahlrücklaufintervalls). CHOPPED — Betrieb der Zweispur-Teilbildumschaltung (freilaufende elektroni-

sche Umschaltung der Kanäle mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 kHz).

ADDED ALGEBRAICALLY — Ermöglicht die algebraische Addition der Ausgänge der beiden Kanäle.

ERSTE INBETRIEBNAHME

Das nachfolgende Verfahren soll Ihnen helfen, den Betrieb des Typs CA kennenzulernen.

1. Der Typ CA wird in die Öffnung des Oszillografen eingeschoben, die Arretierschraube festgezogen und der Netzschalter des Oszillografen eingeschaltet.
2. Man warte eine Anwärmzeit von zirka 2—3 Minuten ab und lasse die Zeitablenkung des Oszillografen mit einer Ablenkzeit von 1 ms/cm frei laufen.
3. Die zugänglichen Bedienungselemente des Typs CA werden für beide Kanäle wie folgt eingestellt:

AC-DC	DC
VOLTS/CM	.05
VARIABLE	CALIBRATED
POLARITY	NORMAL
VERTICAL POSITION	Bereichmitte
MODE	Kanal A

4. Die Lage des Strahls wird ungefähr 1 cm oberhalb der Rastermittellinie mit dem Regler VERTICAL POSITION von Kanal A gelegt.
5. Mit dem Betriebswahlschalter MODE in Stellung B ONLY wird die Lage des Strahls 1 cm unterhalb der Rastermittellinie mit dem Regler VERTICAL POSITION von Kanal B gelegt.
6. Der Betriebswahlschalter MODE wird in Stellung ALTERNATE gebracht. Die Strahlspuren beider Kanäle A und B 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 CHOPPED 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 0,1 ms werden die Bedienungselemente der Trig-

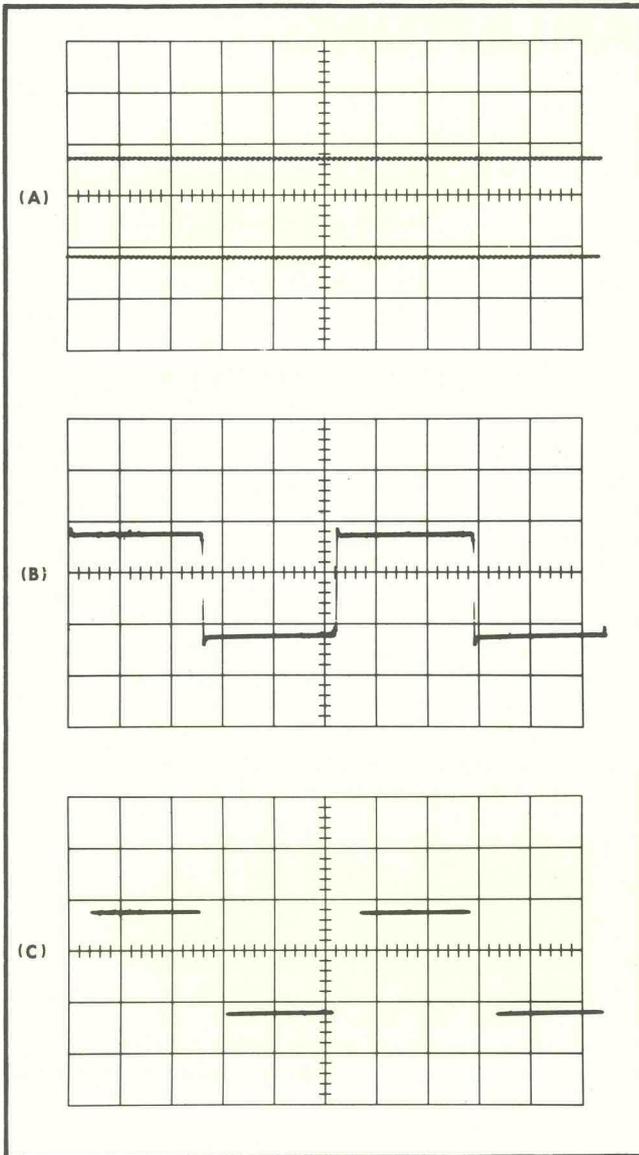


Bild 2-1 Signal der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED:
 a) Strahl in Abschnitte zerlegt.
 b) Umschaltvorgang der freilaufenden Teilbildumschaltung von Kanal zu Kanal.
 c) Umschaltspitzen unterdrückt.

gerung 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).

- Um die Umschaltwirkung der Teilbildumschaltung klar zu sehen, wird die Ablenkgeschwindigkeit auf $2 \mu\text{s}/\text{cm}$ erhöht. Man beachte, daß Kanal A während ungefähr $5 \mu\text{s}$ eingeschaltet ist, während Kanal B für ungefähr $5 \mu\text{s}$ während des ersten halben Zyklus ausgeschaltet ist. Während des nächsten halben Zyklus ist Kanal B während $5 \mu\text{s}$ eingeschaltet, während Kanal A ausgeschaltet ist (siehe Bild 2-1b). Die Umschaltfolge pro Kanal wird

durch die Schaltgeschwindigkeit des freilaufenden Multivibrators bestimmt und ist ungefähr 100 kHz.

- Durch Schalten des Kathodenbetriebsschalters der Elektronenstrahlröhre (an der Rückseite des Geräts der meisten Tektronix-Oszillografen) in Stellung für Zweikanal-Umschaltunterdrückung können die Umschaltspitzen der Kanalumschaltung unterdrückt werden (siehe Bild 2-1c).
- Der Zeitbasisschalter des Oszillografen TIME/CM wird in Stellung 1 ms gebracht. Die Kanäle A und B 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.
- 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 der Einheit richtig eingestellt wird.

- Der Betriebswahlschalter MODE wird in Stellung ADD ALGEBRAICALLY gebracht. Die Darstellung soll nun ein Signal mit einer Amplitude von 4 cm umfassen. Dies ist die Summe der Signale von Kanal A und B (von je 2 cm). Es ist zu beachten, daß jeder der Lageregler VERTICAL POSITION die Darstellung vertikal verschiebt.
- Mit der Zeitbasis, für freilaufenden Betrieb eingestellt, wird der Polaritätsschalter von Kanal A POLARITY in Stellung INVERTED 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.

Bevor der Typ CA für genaue Messungen verwendet wird, sind die Bedienungselemente an der Frontplatte GAIN ADJ. und DC BAL der beiden Kanäle genau einzustellen. Dieses Vorgehen ist in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Abgleich des Verstärkungsfaktors

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

- Die zugänglichen Bedienungselemente auf der Frontplatte des Typs CA werden für beide Kanäle wie folgt eingestellt:

AC-DC	DC
VOLTS/CM	.05
POLARITY	NORMAL
VERTICAL POSITION	Bereichmitte
VARIABLE	CALIBRATED
MODE	A ONLY

2. Die Bedienungselemente des Oszillografen für die Zeitablenkung und Triggerung werden für eine freilaufende Zeitablenkung von 1 ms/cm eingestellt.
3. Ein Signal mit einem Spitzenwert von 0,1 V wird vom Eichgenerator des Oszillografen über ein koaxiales Kabel an den Eingang von Kanal A gelegt.
4. Die sich ergebende Darstellung soll eine Amplitude von genau 2 cm ergeben. Wenn nicht, muß der Regler GAIN ADJ. von Kanal A eingestellt werden, um die richtige Signalamplitude zu erhalten. (Man verwende den Lageregler VERTICAL POSITION von Kanal A, damit die Darstellung mit den Rasterlinien zur Deckung kommt.)
5. Mit dem Betriebsartschalter MODE in Stellung B ONLY wird das Eichspannungssignal an den Eingang CHANNEL B gelegt.
6. Die Darstellung soll eine Amplitude von genau 2 cm ergeben. Wenn nicht, muß der Regler GAIN ADJ. von Kanal B eingestellt werden, um die richtige Signalamplitude zu erhalten. (Man verwende den Lageregler VERTICAL POSITION von Kanal B, damit die Darstellung mit den Rasterlinien zur Deckung gebracht werden kann.)
7. Die Verbindung zum Eichspannungssignal soll gelöst werden.

Ableich der Gleichspannungssymmetrie

Nachdem der Einschub CA eine gewisse Zeit in Betrieb war, kann der Strahl durch Drehen des Reglers VARIABLE seine Lage verändern. Dies ist durch kleine Änderungen der Betriebscharakteristik von Bauteilen in den Verstärkerstufen und sich dadurch ergebende Änderungen der Betriebsspannungen bedingt. Um diese Verschiebung zu korrigieren, wird wie folgt vorgegangen:

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

AC-DC	DC
VOLTS/CM	.05
POLARITY	NORMAL
VERTICAL POSITION	Bereichmitte
VARIABLE	CALIBRATED
MODE	A ONLY

2. Während der Regler VARIABLE durch den ganzen Bereich gedreht wird, stelle man den Regler DC BAL von Kanal A so ein, daß der Strahl sich nicht verschiebt.

3. Der Betriebsartschalter MODE wird in Stellung B ONLY gebracht.
4. Während der Regler VARIABLE von Kanal B durch seinen Bereich gedreht wird, stelle man den Regler DC BAL so ein, daß der Strahl sich nicht verschiebt.

ALLGEMEINER BETRIEB

Jeder der beiden Vorverstärkerkanäle kann durch Bringen des Betriebsartschalters MODE in Stellung A ONLY oder B ONLY und Anschließen des zu untersuchenden Signals an den entsprechenden Eingang unabhängig verwendet werden.

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 CA 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 sicherzustellen, ist die Kompensation des Tastkopfs 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 2-3 gezeigt wird, zu erhalten.

Eingangswähler

Um sowohl die Gleich- als auch Wechselspannungskomponente eines zugeführten Signals darzustellen, wird der Eingangswähler AC-DC in Stellung DC gebracht; soll dagegen nur die Wechselspannungskomponente eines Signals dargestellt werden, so muß die Stellung AC verwendet werden. Die untere Grenzfrequenz beträgt bei Wechselspannungskopplung etwa 2 Hz.

Tabelle 2-1 Methoden der Signalkopplung

Methode	Vorteile	Grenzen	Benötigtes Zubehör	Belastung der Quelle	Vorsichtsmaßnahmen
1. Offene (unabgeschirmte) Prüfleitungen	Einfachheit	Begrenzte Frequenzwiedergabe. Einstrahlung unterworfen.	Zwischenstück für BNC auf Bananenstecker (103-033) Zwei Prüfkabel erforderlich	1 M Ω 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 M Ω und 15 pF plus Kabelkapazität	Hohe kapazitive Belastung
3. Abgeschlossenes koaxiales Kabel. Abschluß am Eingang des Typs CA	Volle Empfindlichkeit Ganze Bandbreite des Typs CA/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 Abschlußes zu verhüten.	Koaxiales Kabel mit BNC-Stecker Abschlußwiderstand am Eingang von Typ CA (BNC 50 Ω Abschluß, 011-049).	Abschlußwiderstand R ₀ plus 15 pF am Typ CA Ende des Koaxialkabels kann Reflexionen verursachen.	Reflexionen von 15 pF am Eingang. Gleichspannungs- und Wechselfeldbelastung 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 Wechselfeldbelastung des Prüfpunkts. Belastungsgrenze des Abschwächers.
5. Abgriff am abgeschlossenen koaxialen System (BNC T-Glied: UG-274/U am Eingang Typ CA	Ermöglicht das Untersuchen von Signalen mit normaler Belastung. Gleichspannungs- oder Wechselfeldkopplung ohne Verwendung koaxialer Abschwächer.	15 pF Belastung am Abgriff.	BNC T-Glied und Signalleitungen mit BNC-Stecker	1 M Ω und 15 pF am Abgriff.	Reflexionen vom 15-pF-Eingang.

Methode	Vorteile	Grenzen	Benötigtes Zubehör	Belastung der Quelle	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 CA/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. 500Ω und 5 kΩ Tastköpfe (müssen am Eingang des Typs CA mit 50Ω abgeschlossen sein)</p>	<p>Reduziert kapazitive Belastung auf ungefähr 0,7 pF. Normale Bandbreite des Typs CA/Oszillograf. Tastkopfkompensation muß nicht abgeglichen werden, da kein sichtbarer Effekt zu bemerken ist, wenn mit Typ CA/Oszillograf verwendet.</p>	<p>Ohmsche Belastung. Empfindlichkeit X 0,1 oder 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.</p>	<p>P6034: 10X P6035: 100X Zubehör in Bild 2-2 aufgeführt</p>	<p>P6034: 500Ω, 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 CA mit 50Ω abgeschlossen. Obere Frequenzwiedergabe durch Typ CA/Oszillograf bestimmt.</p>	<p>Der Stromtransformator kann ein fester Teil des Prüfkreises sein. Weniger als 2,2 pF zu Meßkreischassis. 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; 1Ω parallel mit etwa 5µh. Bis zu 1,5 pF. CT-2: Einfügung; 0,04Ω parallel mit ungefähr 5µh. 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.

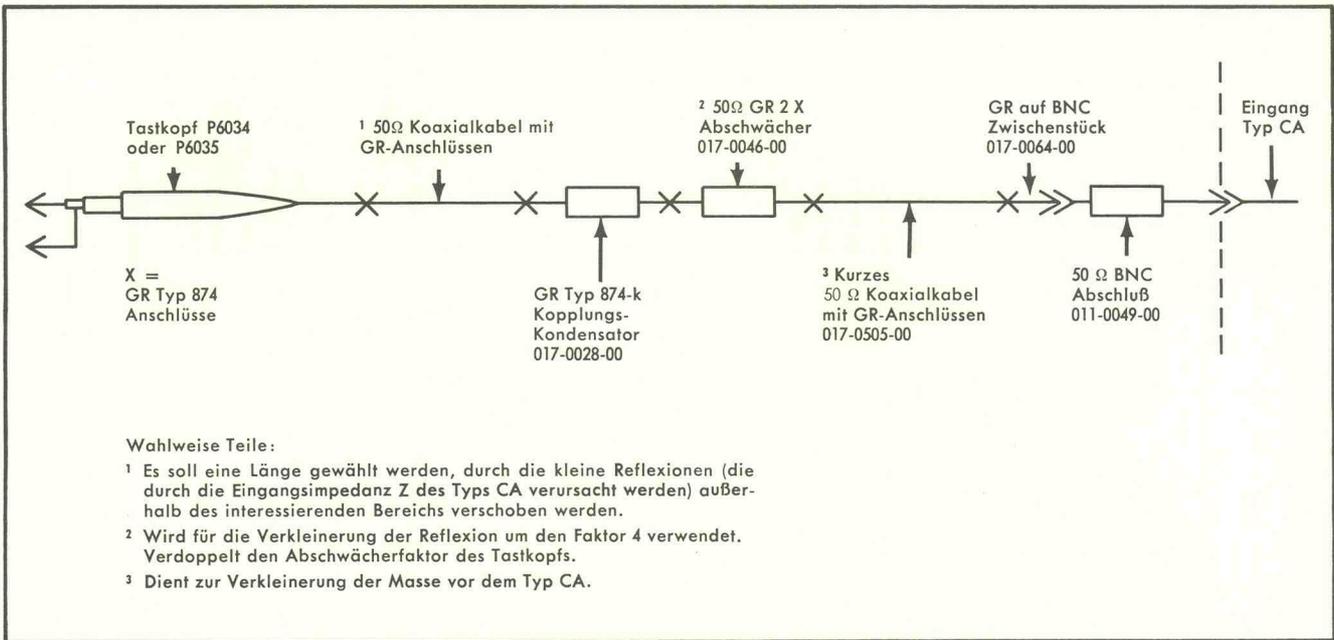


Bild 2-2 Verwendung des Tastkopfs P6034 oder P6035 mit dem Einschub Typ CA

Eingangsspannungsteiler und Regler (VOLTS/CM und VARIABLE)

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 abhängig. Die geeichten Ablenkfaktoren, wie sie durch die Stellung des Schalters VOLTS/CM angegeben werden, sind nur dann gültig, wenn sich der Regler VARIABLE in der Stellung CALIBRATED befindet. Fehler bei der Ausmessung der Darstellung können dadurch auftreten, daß dieser Regler aus der Stellung CALIBRATED herausgedreht wurde.

Der Bereich des Reglers VARIABLE 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 an den linken Anschlag gedreht und befindet sich der Schalter VOLTS/CM in Stellung 20, so wird durch den Regler VARIABLE 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 CA für jeden beliebigen Ablenkfaktor eingestellt werden, der innerhalb des Bereichs des Reglers VARIABLE liegt.

Polaritätsschalter

Der Polaritätsschalter POLARITY läßt sich zur Invertierung der dargestellten Vorgänge, speziell bei Verwendung der zweispurigen Darstellung, verwenden. Der Polaritätsschalter besitzt zwei Stellungen: NORMAL und INVERTED. In der Stellung NORMAL zeigt die Darstellung die gleiche Polarität wie das Eingangssignal; das heißt, ein positiver Impuls,

der dem Einschub Typ CA zugeführt wird, wird auch als positiv ansteigendes Signal auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre dargestellt. Bei Gleichspannungskopplung wird eine positive Spannung, die an den Typ CA gelegt wird, eine Verschiebung des Strahls nach oben bewirken. In der Stellung INVERTED wird das dargestellte Signal invertiert; das heißt, ein positiver Impuls, der dem Einschub Typ CA zugeführt wird, wird umgedreht, bzw. als negativer Impuls auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre dargestellt. Bei Gleichspannungskopplung wird eine positive Spannung, die an den Typ CA gelegt wird, den Strahl nach unten verschieben.

Betriebsartschalter MODE

Der Schalter MODE weist fünf Stellungen auf: A ONLY, B ONLY, ALTERNATE, CHOPPED und ADDED ALGEBRAICALLY. Diese Schalterstellungen und ihre Bedeutungen sind in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

Einspurbetrieb – Kanal A und Kanal B

Um ein einzelnes Signal (einstrahlige Darstellung) auf dem Schirm darzustellen, wird das entsprechende Signal entweder der Eingangsbuchse von CHANNEL A oder CHANNEL B zugeführt und der Betriebsartschalter MODE auf den entsprechenden Kanal: A ONLY oder B ONLY geschaltet.

Zweispurbetrieb – Ablenksynchrone (ALTERNATE) oder freilaufende Umschaltung (CHOPPED)

Um zwei Signale gleichzeitig darzustellen (Zweispurbetrieb), wird die eine Signalspannung der Eingangsbuchse des Ka-

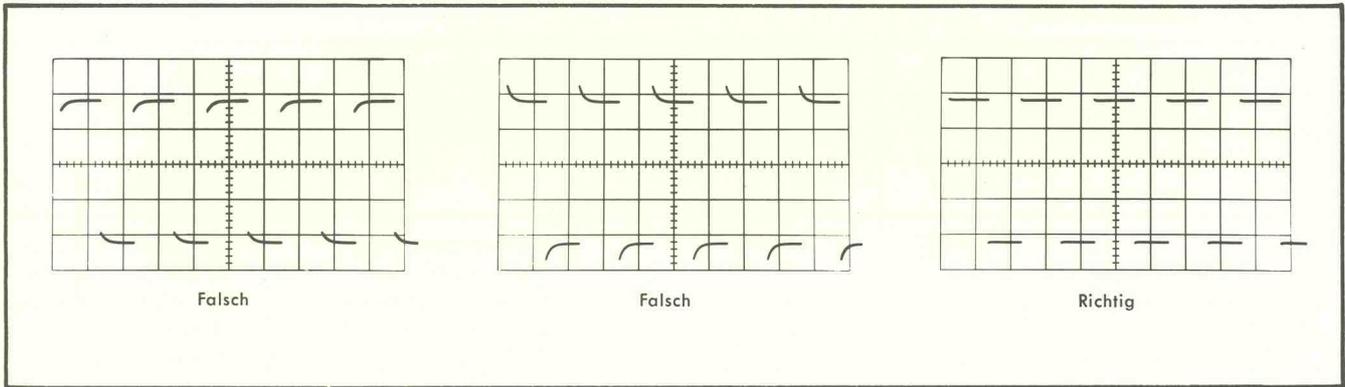


Bild 2-3 Tastkopf-Abgleich-Signale bei Verwendung eines Eichsignals von 1 kHz.

nals A, das zweite Signal der Eingangsbuchse des Kanals B zugeführt. Der entsprechende Schalter POLARITY wird auf NORMAL oder INVERTED gestellt, je nachdem, ob die Signal-darstellung normal oder invertiert erfolgen soll, und der Betriebsartschalter MODE wird auf ALTERNATE oder CHOPPED gestellt.

Im allgemeinen wird die Stellung CHOPPED für Ablenkgeschwindigkeiten bis zu 0,1 ms/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, Einschwingvorgänge oder zufällig auftretende Signale. Die Stellung CHOPPED 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 überzeugen man sich, daß der Kathodenwahlschalter der Elektronenstrahlröhre in Stellung Zweikanal-Umschaltunterdrückung CHOPPED steht, damit störende Umschaltspitzen der Kanalumschaltung unterdrückt werden.

Die Stellung ALTERNATE (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 1 ms lassen sich noch gut zeichnen oder auflösen. Bei 0,1 ms/cm enthält ein Einschwingvorgang von 1 ms Dauer zum Beispiel etwa 100 «Ein»-Segmente in der Darstellung. Wird eine höhere Ablenkgeschwin-

digkeit verwendet, so ist die Zahl der Teilabschnitte, die die Bilder zusammensetzen, geringer und daher die Auflösung schlechter.

Um eine stabile Darstellung zu erhalten, soll die externe Triggerung verwendet werden, wobei das externe Triggersignal eine zeitliche Beziehung zum dargestellten Signal 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 10 kHz wird die Wechselspannungskopplung der Triggerung verwendet, und um eine saubere Triggerung und eine helle Darstellung für Signale über 10 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 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

Tabelle 2-2 Zweispurbetrieb

Angelegte Signale (das eine an Kanal A und das andere an Kanal B)	Typ CA Stellung des Betriebsart- schalters MODE	Stellung des Schalters für die Wahl der Trigger- quelle des Oszillografen	Schaltstellung der Triggerkopplung des Oszillografen	Darstellung zeigt richtiges Zeitver- hältnis zwischen Signalen. Andere Bemerkungen
a) Zwei nicht repetitive Signale oder zwei niederfrequente syn- chrone Signale (unter 2 kHz). Das Refe- renzsignal wird an Kanal A gelegt.	CHOPPED	EXT (extern)	Wechselspannungs- kopplung AC oder AC Slow oder Wechsel- spannungskopplung mit Hochpaß AC Fast oder AC LF Reject	Ja. Verwendung von Ablenkgeschwindig- keiten bis zu 100 µs/cm Höhere Ablenk- geschwindigkeiten vermindern die Auflösung
b) Zwei asynchrone Signale von beliebiger Frequenz innerhalb der Bandbreite des Systems.	ALTERNATE	NORM INT oder INT *	Wechselspannungs- kopplung für tiefere Frequenzen AC oder AC Slow. Wechselspannungs- kopplung mit Hochpaß für höhere Frequenzen AC Fast oder AC LF Reject	Nein
c) Zwei synchrone Signale, 60 Hz und höher.	ALTERNATE	EXT (extern) (Mit einem koaxialen Verbindungskabel wird eines der Signale mit dem Trigger-Eingang des Oszillografen verbunden NORM INT oder INT *	Wechselspannungs- kopplung AC oder AC Slow oder Wechsel- spannungskopplung mit Hochpaß AC Fast oder AC LF Reject AC Fast oder AC LF Reject	Ja. Referenzsignal wird an Kanal A gelegt Nein

* 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.

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 10 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 CA zugeführt wurden, überlagert mit Gleichspannungspegeln der Strahlagen des Um-

schaltsignals. 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 Triggereingangsnetzwerks 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 Folge-

frequenz 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 Wechselspannungs-Betriebsart, 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.

Algebraische Addition zweier Signale — ADD

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

3. TEIL ANWENDUNGEN

Messung der Wechsellspannungskomponenten

Verwendung eines Kanals. Um den Wechsellspannungsanteil eines Signals zu messen, wird der Eingangswähler 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 A wird als Beispiel verwendet):

1. Der Eingangsabschwächer VOLTS/CM von Kanal A 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 A geführt, am besten über ein koaxiales Kabel oder einen Abschwächertastkopf.
3. Der Betriebsartschalter MODE wird in Stellung A ONLY 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 VERTICAL POSITION von Kanal A wird die vertikale Lage des Signals so auf dem Schirm eingestellt, daß die Signalamplitude leicht bestimmt werden kann. Die Lage des Signals wird zum Beispiel 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 in Stellung CALIBRATED 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.

7. Der Wert des in Schritt 6 gemessenen Spitzenabstandes wird mit dem Einstellwert des Eingangsabschwächers

VOLTS/CM von Kanal A 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 betrage und ein 10X-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:

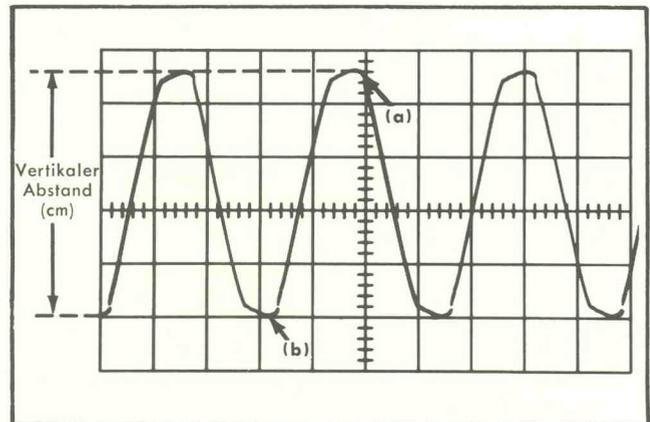


Bild 3-1 Messung des Spitzen-Spitzenwerts einer Signalspannung.

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

also:

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

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 des Kanals A wird so eingestellt, daß die an den Eingang gelegte Spannung nicht mehr als das 6fache dieser Schalterstellung beträgt.
2. Der Schalter MODE wird für die Darstellung des verwendeten Kanals eingestellt.
3. Die Bedienungselemente der Triggerung und der Zeitbasis des Oszillografen werden eingestellt, so daß die Zeitbasis mit der gewünschten Geschwindigkeit frei läuft.
4. Bei abgetrenntem Signal und kurzgeschlossenem Eingang wird mit dem Lageregler des verwendeten Kanals die Lage des Strahls mit einer der horizontalen Rasterlinien, wie zum Beispiel b) in Bild 3-2 zur Deckung gebracht. Diese Linie wird nun als Masse- (oder Null-) Bezugslinie

Anwendungen – Typ CA

verwendet. In jedem Fall hängt die Lage der gewählten Referenzlinie von der Polarität und dem Gleichspannungspegel des zu messenden Signals ab. Nach Festlegen der Bezugslinie soll der Lageregler VERTICAL POSITION nicht mehr verstellt werden.

BEMERKUNG

Um ein Spannungsniveau mit Bezug auf eine andere Referenzspannung als Null zu messen, werden folgende Änderungen in Schritt 4 vorgenommen: Der Schalter AC-DC wird in Stellung DC gebracht, die Referenzspannung an den Eingang gelegt und der Strahl mit der Referenzlinie zur Deckung gebracht.

- Der Eingangswähler AC-DC wird auf DC geschaltet.
- Das Signal wird, am besten über ein Koaxialkabel oder einen Abschwächertastkopf, an den Eingang von Kanal A gelegt.
- Mit den Bedienungselementen der Triggerung der Zeitbasis wird eine stabile Darstellung eingestellt.
- Der vertikale Abstand in Zentimeter wird von der Masse-(Null-)Bezugslinie in Schritt 4 festgelegt, zum Punkt auf dem Signal, der gemessen werden soll, wie beispielsweise zwischen a) und b) in Bild 3-2. Steht der Polaritätsschalter POLARITY in Stellung NORMAL 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 POLARITY in Stellung INVERTED, so sind die angezeigten Polaritäten umgekehrt.
- 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 NORMAL wird unter Verwendung eines 10fachen Abschwächertastkopfs zum Beispiel eine vertikale Aus-

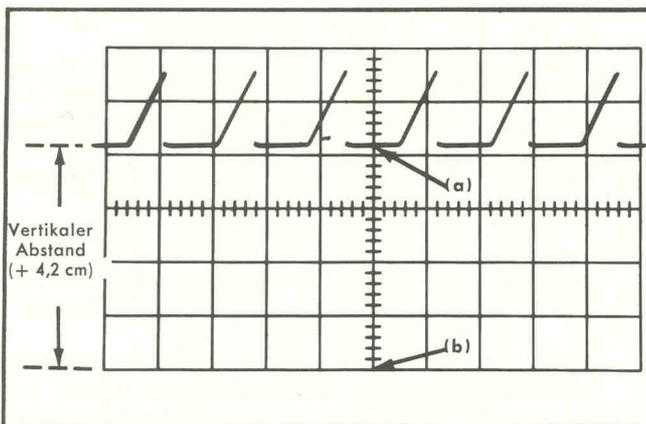


Bild 3-2 Messung des Momentanwerts einer Spannung bezogen auf eine Referenzspannung.

lenkung von 4,2 cm von der Referenzlinie aus gemessen (siehe Bild 3-2). Diese Werte werden in die nachfolgende Formel eingesetzt:

Momentanwert der Spannung (bezogen auf Masse als Referenz)	=	Vertikale Auslenkung und Polarität	VOLTS/CM X Schalterstellung	Ab-schwächer- X faktor des Tastkopfs
--	---	------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------

also:

Momentanwert der Spannung (bezogen auf Masse als Referenz)	=	+ 4,2 X 2 X 10 = + 84 V
--	---	-------------------------

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 Spannungsamplitude sind. Das nachfolgende Verfahren beschreibt die Bestimmung von Ablenkfaktoren für Kanal A. Das gleiche grundlegende Verfahren kann für Kanal B verwendet werden. Zur Bestimmung einer Folge von Ablenkfaktoren, die sich auf eine spezifische Referenzamplitude beziehen, verfähre man wie folgt:

- Ein Referenzsignal von bekannter Amplitude wird an den Eingang von Kanal A gelegt, und die Bedienungselemente VOLTS/CM und VARIABLE werden so eingestellt, daß die dargestellte Amplitude eine genaue Anzahl von Rasterteilen einnimmt. Nach Erhalt der gewünschten Auslenkung soll der Regler VARIABLE nicht mehr verstellt werden.

- 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.

Umrechnungsfaktor der Ablenkung	=	Referenzsignalamplitude in Volt	(Auslenkung in Zentimeter) (Schalterstellung VOLTS/CM)
---------------------------------	---	---------------------------------	--

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

Wahrer Ablenkfaktor	=	(Schalterstellung VOLTS/CM) (Umrechnungsfaktor der Ablenkung)
---------------------	---	---

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

Es sei zum Beispiel die Amplitude des an Kanal A gelegten Referenzsignals 30 V, der Schalter VOLTS/CM in Stellung 5 und der Regler VARIABLE 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 Ablenkfaktor 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 A gelegt.
- Der Schalter VOLTS/CM von Kanal A 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-Amplitude	=	Umrechnungsfaktor der Ablenkung	X	Auslenkung in Zentimeter	X	VOLTS/CM Schalterstellung
------------------	---	---------------------------------	---	--------------------------	---	---------------------------

Mit Stellung des Schalters VOLTS/CM auf 10 und unveränderter Einstellung des Reglers VARIABLE gemäß dem vorstehenden Beispiel bewirke zum Beispiel 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 CA ermöglichen die Messung von Zeitdifferenzen zwischen zwei Vorgängen. Zeitdifferenz-Messungen werden wie folgt durchgeführt:

- Die Eingangswähler der beiden Kanäle werden auf gleiche Stellungen gebracht; entweder AC oder DC, abhängig von der gewünschten Kopplungsart.
- Die Polaritätsschalter POLARITY werden auf NORMAL gebracht.
- Die Schalter VOLTS/CM werden so eingestellt, daß die dem Eingangsverstärker zugeführte Spannung eine ge-

eignete vertikale Auslenkung auf der Elektronenstrahlröhre verursacht.

- Der Schalter MODE wird nach Wunsch entweder in Stellung CHOPPED oder ALTERNATE gebracht. Gewöhnlich eignet sich die Stellung CHOPPED besser für niederfrequente und die Stellung ALTERNATE für hochfrequente Signale.
- Das Referenzsignal wird an Kanal A gelegt und das zu vergleichende Signal an Kanal B. Man verwende ein koaxiales Kabel oder einen Tastkopf.
- Der Schalter für die Wahl der Triggerquelle des Oszillografen soll für eine externe Triggerung des Signals eingestellt sein. Man verwende einen T-Anschluß am Eingang des Kanals A für das an den Trigger-Eingang anzulegende Triggersignal.

BEMERKUNG

Der Oszillograf erfordert ein Triggersignal mit einer Amplitude von mindestens 0,2 V.

- 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 B wird gemessen (siehe Bild 3-3).
- 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 Zeitablenkdehnung, und durch 1, wenn keine Zeitablenkdehnung verwendet wird, dividiert. Es gilt die nachstehende Formel:

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

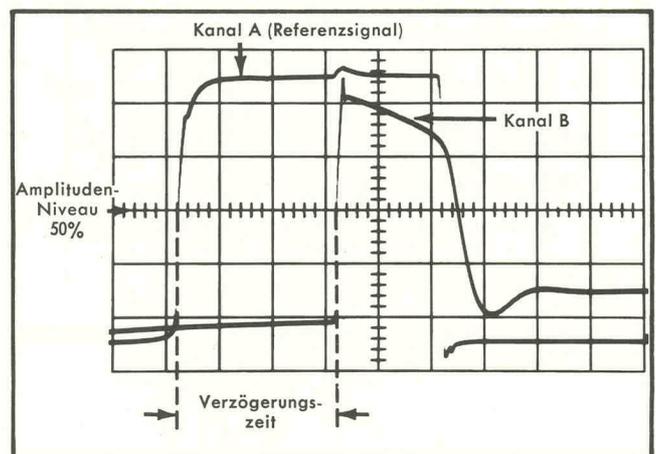


Bild 3-3 Messung der Verzögerungszeit zwischen zwei Impuls-Signalen.

Anwendungen – Typ CA

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

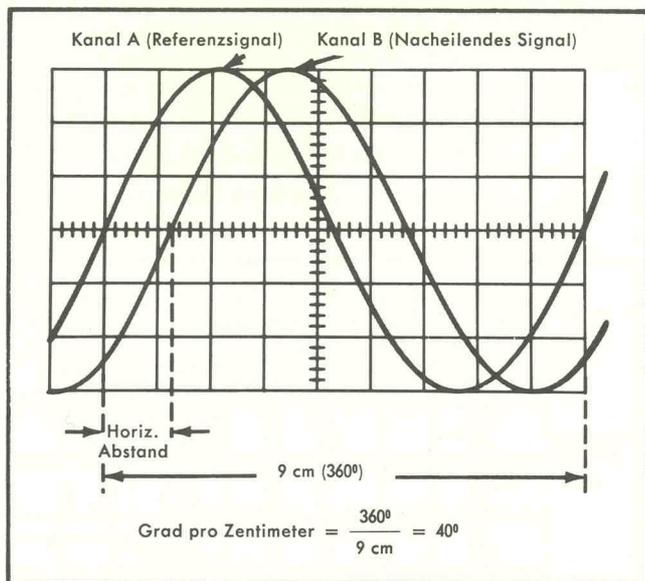


Bild 3-4 Messung des Phasenwinkels zweier Wellenformen

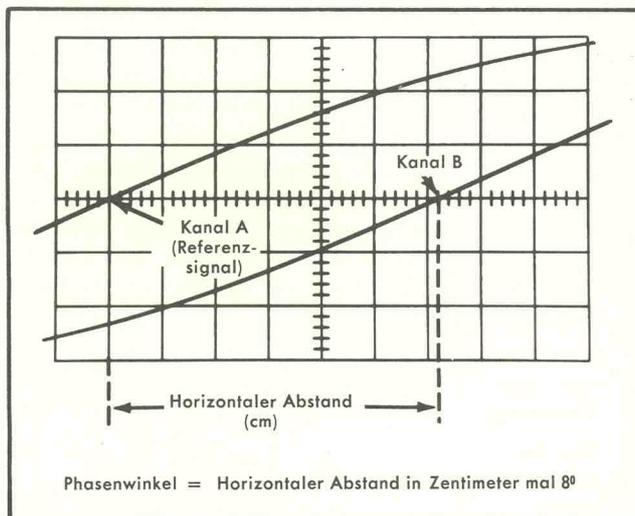


Bild 3-5 Berechnung des Phasenwinkels bei einer 5fach erhöhten Zeitablenkung.

4. Mit den Lagereglern VERTICAL POSITION wird die Darstellung vertikal symmetriert, das heißt, gleiche Abstände auf jeder Seite der vertikalen Rastermittellinie.
5. Der Regler VARIABLE des Oszillografen wird so weit nach links gedreht, daß eine Periode des Referenzsignals 9 cm horizontal einnimmt. Mit den Bedienungselementen der Triggerflanke und des Triggerniveaus wird das Referenzsignal am gewünschten Punkt getriggert. Jeder Zentimeter des horizontalen Rasters entspricht nun 40° einer ganzen Schwingung (siehe Bild 3-4).
6. Die horizontale Distanz zwischen entsprechenden Punkten der Signale wird in Zentimeter gemessen. Der Abstand, und ob das Signal von Kanal B voreilend oder nacheilend ist, wird festgestellt (siehe Bild 3-4).
7. Der Abstand wird mit $40^\circ/\text{cm}$ multipliziert, um die Größe der Phasendifferenz zu erhalten. Genauere Messungen werden durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit erhalten, doch darf dabei die Einstellung des Reglers VARIABLE des Oszillografen nicht verstellt werden. Natürlich muß diese Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit in der Berechnung berücksichtigt werden.

Wird zum Beispiel 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 behilflich sind. Bild 3-5 zeigt als Beispiel, wie die Phasendifferenz des Kanals B nach dieser Methode bestimmt werden kann.