STUMMER

NIXDORF COMPUTER

Service-Manual

Oszillografen-Technik

Oszillograf Typ 422/R 422

Deutsche Kurzfassung

Teil 2

8.75

1. Auflage

Bestellnummer:

S 0142 001 08 75 --

Diese Schrift ersetzt alle früheren Ausgaben über das gleiche Sachgebiet. Eine Weitergabe an nicht von der Nixdorf Computer AG autorisierte Dritte ist unzulässig.

© NIXDORF COMPUTER AG, 4790 PADERBORN, FÜRSTENWEG, TKD-DOKUMENTATION

Bedienungs-Anleitung
Oszillograf Typ 422 / R 422

Tektronix, Inc.
P.O.Box 500
Beaverton, Oregon
Phone 644-0161
Cables: Tektronix
268
070-0663-00

© (1968) Tektronix, Inc. - All rights reserved

K.D.K. 089

Tektronix Copyright

INHALT

1.	Allgemeines	1
1.1.	Frontdeckel und Handgriff	1
1.2.	Kühlung	2
1.3.	Gestell-Einbau	2
2.	Bedienungs-Elemente und Anschlüsse der Frontplatte	3
2.1.	Elektronenstrahlröhre	4
2.2.	Vertikal-Verstärker (beide Kanäle, sofern anwendbar)	4
2.3.	Eich-Generator	6
2.4.	Triggerung	6
2.5.	Zeitablenkung	8
2.6.	Speisespannung und externe Strahl-Unterdrückung	9
3.	Erste Inbetriebnahme	10
4.	Einstell-Hilfe	18
5.	Allgemeine Betriebsangaben	18
5.1.	Abtrennung des Speisespannungsteils	18
5.1.1.	Fernbetrieb des Speisespannungsteils	20
5.2.	Helligkeitsregelung	21
5.3.	Abgleich der Strahlspurausrichtung	21
5.4.	Kontrastfilter	22
5.5.	Anschlüsse der Eingangssignale	23
5.6.	Einfluß der Belastung des Typs 422	24
6.	Abgleich des Vertikalverstärkers	24
6.1.	Prüfung	24
6.2.	Abgleich	24
7.	Abgleich der Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe	25
7.1.	Prüfung	25
7.2.	Abgleich	25
8.	Wahl des Vertikalverstärker-Kanals	25
8.1.	Eingangskopplung	26
8.2.	Ablenkfaktor	26
8.3.	Kanal 2 10fach-Verstärkung	27
8.4.	Zweispurbetrieb	27
8.4.1.	Ablenksynchrone Betriebsart	27
8.4.2.	Betriebsart der freilaufenden Teilbildumschaltung	28
8.4.3.	Algebraische Addition	29

K.D K. 099

Tektronix Copyright

9.	Triggerung der Zeitablenkung	30
9.1.	Triggerquelle	30
9.1.1.	Kanal 1 und 2	30
9.1.2.	Kanal 1	30
9.1.3.	Extern	31
9.2.	Triggerkopplung	31
9.2.1.	Wechselspannungs-Betriebsart	31
9.2.2.	Wechselspannungs-Betrieb mit Hochpaß	32
9.2.3.	Gleichspannungs-Betrieb	32
9.3.	Triggerflanke	33
9.4.	Triggerniveau	33
9.5.	Trigger-Betriebsart	35
9.5.1.	Automatische Triggerung	35
9.5.2.	Freilaufender Betrieb	35
10.	Wahl der Ablenkgeschwindigkeit	36
11.	Horizontaler Lageregler	37
12.	Zeitablenk-Dehnung	37
13.	Externer Horizontal-Eingang	38
14.	Externe Strahl-Unterdrückung	39
15.	Eichgenerator	39
16.	Grundlegende Anwendungen	39
16.1.	Messung des Spitzen-Spitzenwertes einer Spannung	40
16.2.	Messung des Momentanwertes einer Spannung	42
16.3.	Messung von Vergleichsspannungen	44
16.4.	Messung der Zeitdauer	46
16.5.	Frequenz-Messungen	48
16.6.	Messung der Anstiegszeit	49
16.7.	Zeitdifferenz-Messungen	51
16.8.	Mehrkanal-Phasendifferenz-Messungen	54
16.8.1.	Genauere Phasenmessungen	55
17.	Der Typ 422 als Triggerquelle	56
18.	Gleichtakt-Unterdrückung	57

1. Allgemeines

Um die Leistungsfähigkeit des Typs 422 voll auszunützen, ist die Kenntnis des Betriebs und der Möglichkeiten des Geräts erforderlich. Dieser Abschnitt beschreibt die Funktion der Bedienungs-Elemente auf der Frontplatte und gibt Hinweise für die erste Inbetriebnahme und den allgemeinen Betrieb und führt einige grundlegende Anwendungen dieses Geräts auf.

1.1. Frontdeckel und Handgriff

Der mit dem Gerät Typ 422 gelieferte Frontdeckel ermöglicht eine staubdichte Abschließung der Frontplatte. Der Deckel soll als Schutz der Frontplatte verwendet werden, wenn das Gerät gelagert oder transportiert wird. Ein Fach im Deckel dient zum Aufbewahren von Tastköpfen, Meßkabeln und anderem Zubehör (siehe Bild 1).

Der mit Raststellungen versehene Handgriff des Typs 422 kann zum Tragen oder als Stütze zum Schrägstellen des Geräts verwendet werden. Für die Einstellung der Lage des Handgriffs wird dieser beim Drehpunkt gedrückt (siehe Bild 2) und der Handgriff auf den gewünschten Winkel gestellt. Zum Tragen und für die Betrachtung sind verschiedene Stellungen vorgesehen. Zum Lagern und für den Betrieb kann das Gerät auf die Gummifüße der Rückseite gestellt werden.

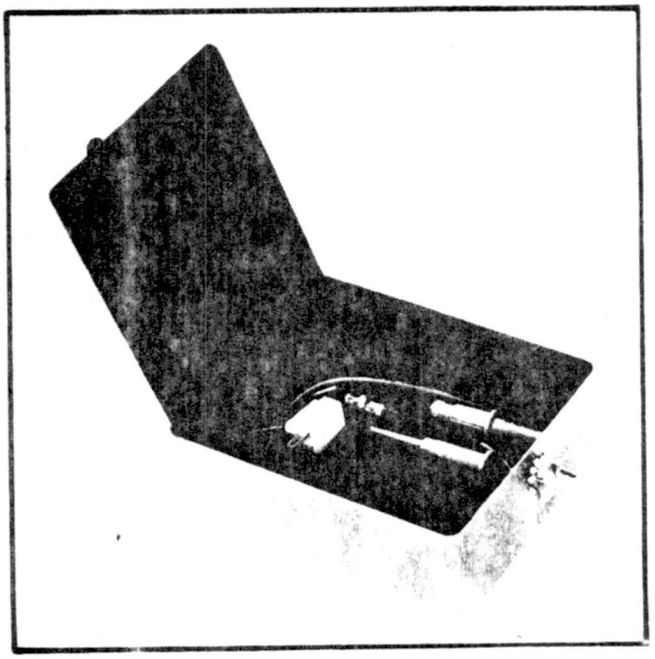


Bild 1

Ein Fach im Deckel dient zur Aufnahme von Zubehörteilen

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

1.2. Kühlung

Für den zweckmäßigen Betrieb benötigt das Gerät Typ 422 nur einen geringen Luftumlauf. Ein eingebauter thermischer Auslöser schützt das Gerät vor Übertemperatur und trennt die Speisespannung vom Gerät, wenn die Temperatur im Innern einen Sicherheitswert überschreitet. Die Speisespannung wird automatisch wieder eingeschaltet, sobald die Temperatur auf einen normalen Betriebswert sinkt.

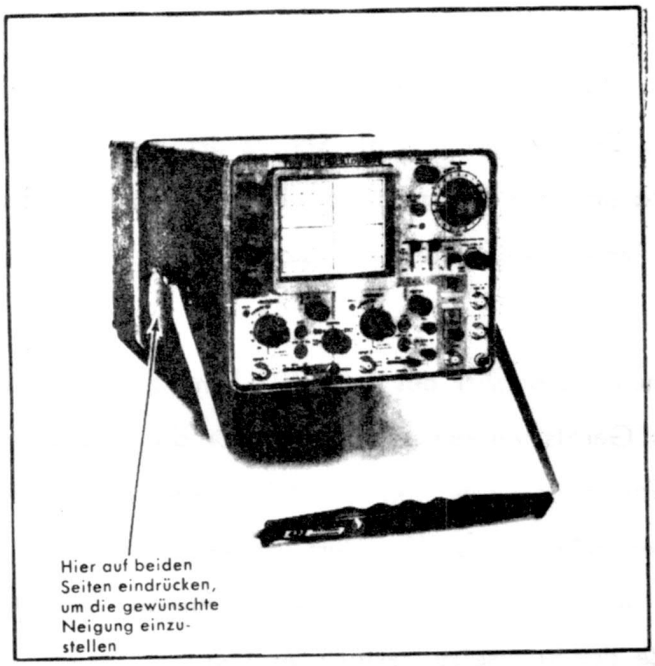


Bild 2

Drehen des Tragbügels ermöglicht Neigestellung des Typs 422

1.3. Gestelleinbau

Umfassende Angaben für den Einbau des Typs R422 in ein Einbaugestell sind im Teil 7 des Tektronix-Handbuchs aufgeführt.

K.D.K. 099

2. Bedienungs-Elemente und Anschlüsse der Frontplatte

Nachfolgend ist eine kurze Beschreibung der Funktion oder des Betriebs der Bedienungs-Elemente und Anschlüsse der Frontplatte aufgeführt (siehe Bild 3). Ausführliche Angaben sind in diesem Teil im Abschnitt "Allgemeine Betriebsangaben" enthalten.

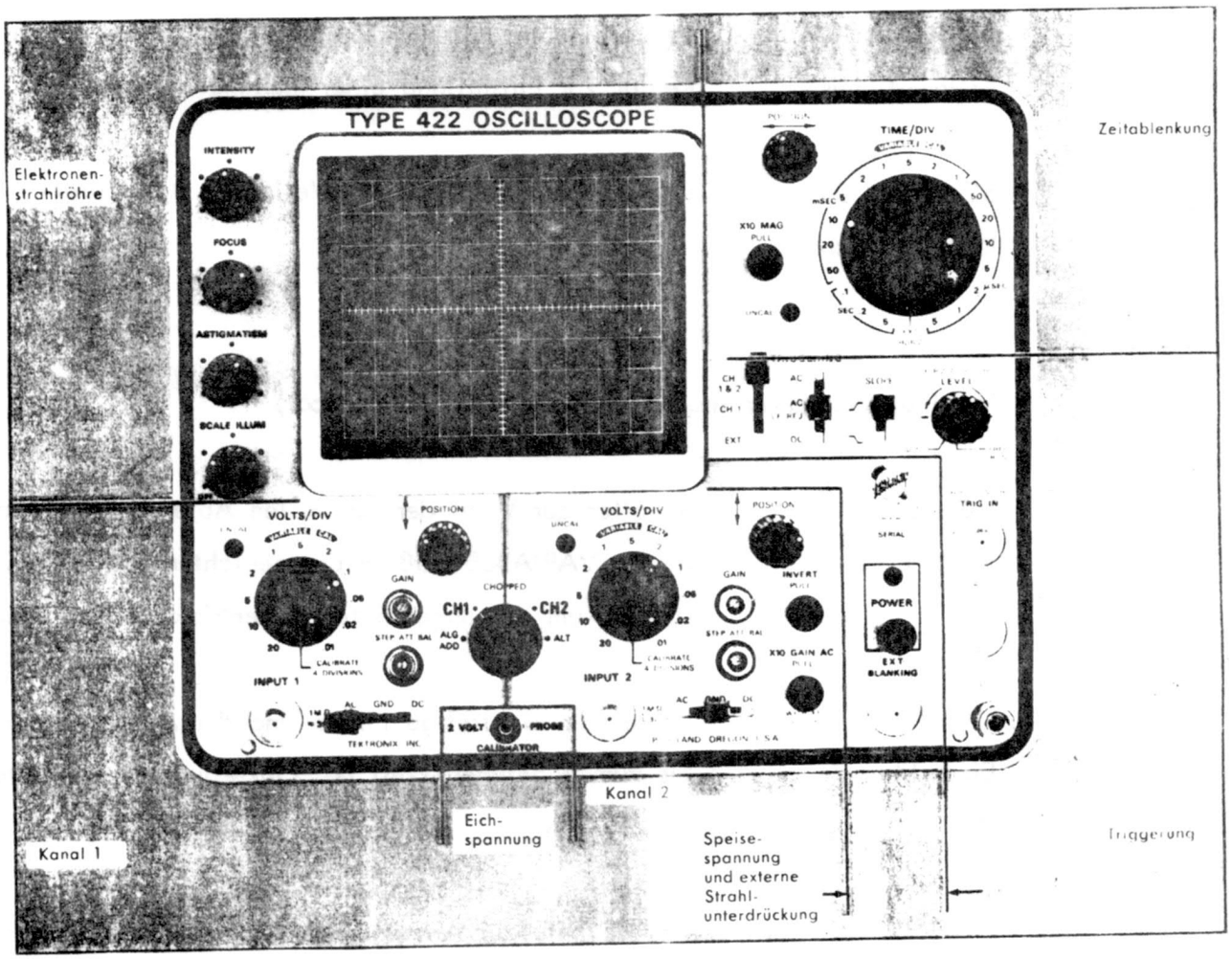


Bild 3

Bedienungs-Elemente und Anschlüsse der Frontplatte

2.1. Elektronenstrahlröhre

INTENSITY Helligkeit	Regler für die Einstellung der Helligkeit der Darstellung
FOCUS Bildschärfe	Regler zur Einstellung der Bildschärfe
ASTIGMATISM Astigmatismus	In Verbindung mit dem Regler FOCUS dient dieser Regler zur Einstellung einer maximalen Schärfe
SCALE ILLUM Rasterbeleuchtung	Regler zur Einstellung der Helligkeit der Rasterbeleuchtung

2.2. Vertikal-Verstärker (beide Kanäle, sofern anwendbar)

VOLTS/DIV Volt/Teil	Schalter zur Wahl der vertikalen Ablenkfaktoren (der Regler VARIABLE muß in der geeichten Stellung CAL stehen, um die angezeigten Ablenkfaktoren zu erhalten)
VARIABLE Einstellbar	Regler für die stetige Einstellung der Ablenkfaktoren bis zum 2,5fachen Wert der Einstellung des Schalters VOLTS/DIV
UNCAL Ungeeicht	Warnleuchte zur Anzeige, daß der Regler VARIABLE nicht in geeichter Stellung steht
POSITION Lage	Regler für die vertikale Einstellung der Lage der Darstellung

KDK 099

GAIN Verstärkung	Schlitzpotentiometer zur Einstellung der Verstärkung des vertikalen Eingangsverstärkers
STEP ATT BAL Gleichspannungs-symmetrie des Stufen-abschwächers	Schlitzpotentiometer zum Abgleich der Gleichspannungs-symmetrie des Eingangsverstärkers in den Stellungen 0,02, 0,05, 0,1 des Eingangsabschwächers VOLTS/DIV
INPUT Eingang	Signaleingang des Vertikalverstärkers
AC GND DC Eingangswähler	Schalter für die Wahl der Ankopplung des Eingangsignals an das Gitter des Eingangsverstärkers AC: Kapazitive Ankopplung des Eingangssignals, wobei die Gleichspannungskomponente abgeblockt wird. Die untere Grenzfrequenz (bei - 3db Abfall) beträgt ungefähr 2 Hz GND: Der Eingangskreis ist geerdet (das angelegte Signal wird abgetrennt, aber nicht geerdet) DC: Alle Anteile des Eingangssignals werden bei direkter Kopplung an den Eingangsverstärker gelegt
Mode Betriebsart (nicht bezeichnet)	Schalter für die Wahl der Betriebsart der vertikalen Darstellung ALG ADD: Die Signale von Kanal 1 und 2 werden algebraisch addiert und die Summe auf dem Schirm der Elektronen-strahlröhre dargestellt CH 1: Das Signal von Kanal 1 wird dargestellt

K D K 799

Tektronix Copyright

CHOPPED: Zweispurdarstellung der Signale beider Kanäle - Freilaufende Teilbildumschaltung. Von jedem Kanal werden Abschnitte von ungefähr 4 µs Dauer bei einer Folgefrequenz von ungefähr 100 kHz dargestellt.

ALT: Zweispurdarstellung der Signale beider Kanäle; ablenksynchrone Kanalumschaltung. Die Darstellung wird am Ende jeder Zeitablenkung von einem Kanal zum anderen umgeschaltet.

INVERT
Invers

Beim Ziehen des Schalters erhält man eine inverse Darstellung des Signals von Kanal 2.

X 10 GAIN AC
Wechselspannungs-verstärkung X 10

Erhöht die Wechselspannungsverstärkung des Verstärkers von Kanal 2 um den Faktor 10, wenn der Schalter gezogen wird. Verkleinert den Ablenkfaktor 10 X.

2.3. Eichgenerator

2-VOLT-PROBE
Tastkopf

Ausgang eines Rechtecksignals von 2 Volt zum Abgleich und zur Prüfung der Verstärkung eines Tastkopfs.

2.4. Triggerung

Source
Quelle (nicht bezeichnet)

Schalter für die Wahl der Trigger-Signalquelle.

CH 1 und CH 2: Internes Triggersignal, das vom dargestellten Signal (Kanäle) erhalten wird.

K.D.K. 089

CH 1: Internes Triggersignal, das nur von Kanal 1 erhalten wird.

EXT: Die Zeitablenkung wird von einem Signal getriggert, das an die Buchse TRIG IN gelegt wird.

Coupling
Kopplung (nicht bezeichnet)

Schalter für die Wahl der Ankopplung des Triggersignals.

AC: Unterdrückung des Gleichspannungsanteils und Abschwächung von Signalen unter 50 Hz.

AC LF REJ: Unterdrückung des Gleichspannungsanteils und Abschwächung von Signalen unter 50 kHz.

DC: Annahme von Gleichspannungs- und Wechselspannungssignalen.

SLOPE
Flanke

Schalter für die Wahl der Flanke des Triggersignals, an welcher die Zeitablenkung ausgelöst wird.

: Die Zeitablenkung wird durch den ansteigenden Abschnitt des Triggersignals ausgelöst.

: Die Zeitablenkung wird durch den abfallenden Anteil des Triggersignals ausgelöst.

LEVEL
Niveau

Regler für die Einstellung der Höhe der Amplitude auf dem Triggersignal, an welchem die Zeitablenkung ausgelöst wird. Wird der Regler auf Linksanschlag in die Stellung AUTO gebracht, so wird die Zeitablenkung automatisch ausgelöst. In der Stellung FREE RUN auf Rechtsanschlag läuft die Zeitablenkung frei.

TRIG IN
Triggersignal-Eingang

Eingang für externes Triggersignal.

Tektronix Copyright

GATE OUT
Torspannung

Ausgangsbuchse, an der eine rechteckförmige negative Torspannung von 0,5 Volt oder mehr entnommen werden kann. Der Rechteckimpuls stimmt mit der Zeitablenkung zeitlich überein.

2.5. Zeitablenkung

POSITION
Lage

Regler für die Einstellung der horizontalen Lage der Darstellung.

X 10 MAG
Zeitdehnung 10 X

Schalter zur Erhöhung der Zeitablenkgeschwindigkeit auf den 10fachen Wert der Einstellung des Zeitbasisschalters TIME/DIV durch Dehnung des mittleren Abschnitts der Darstellung.

TIME/DIV
Zeitbasis

Schalter für die Wahl der Zeitablenkgeschwindigkeit der Zeitbasis. (Der Einstellregler VARIABLE muß in Stellung CAL - geeicht - stehen, um die angezeigte Ablenkgeschwindigkeit zu erhalten).

In der Stellung EXT HORIZ wird die horizontale Ablenkung durch ein externes Signal bewirkt, das an den horizontalen Eingang HORIZ IN angeschlossen wird.

VARIABLE
Einstellbar

Regler für die stetige Einstellung der Ablenkgeschwindigkeit bis mindestens 2,5 X der Einstellung des Schalters TIME/DIV. Die Zeitablenkgeschwindigkeit ist nur geeicht, wenn der Regler auf Rechtsanschlag in Stellung CAL, geeicht, steht.

KDK 069

UNCAL Ungeeicht	Warnleuchte, die anzeigt, daß der Regler VARIABLE nicht in der geeichten Stellung CAL steht.
HORIZ ATTEN Horizontaler Abschwächer	(Trigger-Niveauregler LEVEL) Ermöglicht eine Abschwächung von ungefähr 10 : 1 von externen horizontalen Signalen, die an den Eingang HORIZ IN gelegt sind, wenn der Schalter TIME/DIV in Stellung EXT HORIZ (externes Horizontalsignal) steht.
HORIZ IN Eingang	(Buchse TRIG IN) Eingang für externes horizontales Signal, wenn der Zeitbasisschalter TIME/DIV in Stellung EXT HORIZ (externes Horizontalsignal) steht.

2.6. Speisespannung und externe Strahlunterdrückung

POWER Speisespannung	Leuchte: Dient zur Anzeige, daß der Speisespannungsschalter POWER eingeschaltet ist und das Gerät an eine Speisespannungsquelle angeschlossen ist. Schalter: Dient zur Einschaltung der Speisespannung im Gerät.
EXT BLANKING Externe Strahlunterdrückung	Eingang für die externe Zuführung eines Signals für die Strahlunterdrückung.

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

3. Erste Inbetriebnahme

Die nachfolgenden Schritte zeigen die Verwendung der Bedienungs-Elemente und Anschlüsse des Typs 422. Es ist zu empfehlen, daß dieses Verfahren für die erste Inbetriebnahme vollständig durchgeführt wird, um den Bedienenden mit dem Gerät vertraut zu machen.

1. Die Bedienungs-Elemente der Frontplatte werden wie folgt eingestellt:

Vertikale Bedienungs-Elemente
(beide Kanäle, falls anwendbar)

VOLTS/DIV	CALIBRATE 4 DIV
VARIABLE	CAL
AC GND DC	GND
POSITION	Bereichmitte
Mode	CH 1
INVERT	eingedrückt
X 10 GAIN AC	eingedrückt

Horizontale Bedienungs-Elemente

POSITION	Bereichmitte
TIME/DIV	0,5 ms
VARIABLE	CAL
X 10 MAG	eingedrückt

Bedienungs-Elemente der Triggerung

Source	CH 1 und CH 2
Coupling	AC
SLOPE	positiv (⌐‾)
LEVEL	AUTO

K.D.K. 089

Andere Bedienungs-Elemente

INTENSITY	Linksanschlag
FOCUS	Bereichmitte
ASTIGMATISM	Bereichmitte
SCALE ILLUM	beliebige Stellung
POWER	gezogen

2. Der Oszillograf Typ 422 wird an eine Speisespannungsquelle angeschlossen, die den Anforderungen des Geräts für Spannung und Frequenz genügt.

3. Der Helligkeitsregler INTENSITY wird nach rechts gedreht, bis eine Bildspur von gewünschter Helligkeit zu sehen ist (ungefähr Bereichmitte).

4. Die Regler für Bildschärfe FOCUS und Astigmatismus ASTIGMATISM werden eingestellt, daß eine scharfe, gut definierte Darstellung über die gesamte Länge der Bildspur erhalten wird.

5. Der Spannungsteiler VOLTS/DIV von Kanal 1 wird auf 0,01 gestellt.

6. Die Bildspur wird mit dem Lageregler von Kanal 1 zur Übereinstimmung mit einer der horizontalen Rasterlinien gebracht. Wenn die Strahlspur nicht parallel mit der Rasterlinie verläuft, so soll nach dem Abschnitt "Einstellung der Strahlspur-Ausrichtung" in diesem Abschnitt vorgegangen werden.

7. Der Schalter VOLTS/DIV von Kanal 1 wird wieder in die Eichstellung CALIBRATE 4 DIVISIONS gebracht.

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

8. Die Darstellung soll ein Rechtecksignal von 4 Rasterteilen Höhe und ungefähr 5 Schwingungen zeigen. Ist die Amplitude der Darstellung nicht 4 Teile, so muß sie mit dem Abgleichsregler GAIN der Frontplatte eingestellt werden, wie in diesem Abschnitt unter "Abgleich des Verstärkungsfaktors" beschrieben ist. Die Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe nach dem Eingangsspannungsteiler soll ebenso geprüft werden, wie sie im Abschnitt "Abgleich der Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe" in diesem Teil beschrieben ist.

9. Der Einstellregler VARIABLE von Kanal 1 wird durch seinen Bereich gedreht. Es ist zu beachten, daß die Warnleuchte UNCAL, ungeeicht, aufleuchtet, wenn der Regler VARIABLE von seiner geeichten Stellung CAL weggedreht wird (im Rechtsanschlag). Steht der Regler auf Linksanschlag, dann ist der ungeeichte vertikale Ablenkfaktor ungefähr das 2,5fache des angezeigten Ablenkfaktors. Der Regler VARIABLE wird wieder auf CAL gestellt.

10. Mit dem Lageregler POSITION von Kanal 1 wird die Darstellung in die obere Hälfte der Rasterfläche gelegt.

11. Der Betriebsartschalter wird auf Kanal 2 CH 2 gestellt.

12. Die Darstellung von Kanal 2 soll ähnlich der von Kanal 1 sein. Verstärkung und Gleichspannungssymmetrie können auf gleiche Weise geprüft werden wie für Kanal 1. Der Abschwächerregler von Kanal 2 VARIABLE wirkt auf dieselbe Weise wie der für Kanal 1.

13. Mit dem Lageregler POSITION von Kanal 2 wird die Darstellung auf die untere Hälfte der Rasterfläche gelegt.

K.D.K. 089

14. Der Inversschalter INVERT wird gezogen. Die Bildspur befindet sich nun in der oberen Hälfte der Rasterfläche. Der Inversschalter INVERT wird wieder eingedrückt.

15. Der Betriebsartschalter wird auf ALT, ablenksynchrone Kanalumschaltung gestellt. Die Darstellungen der Kanäle 1 und 2, wie sie in den Schritten 10 und 13 eingestellt wurden, sollen zu sehen sein. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird durch seinen Bereich gedreht. Es ist zu beachten, daß das Flackern zwischen den Bildspuren abnimmt, wenn die Zeitablenkgeschwindigkeit vergrößert wird. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird wieder auf 0,5 ms eingestellt.

16. Der Betriebsartschalter wird auf CHOPPED, freilaufende Teilbildumschaltung, gestellt. Es ist zu beachten, daß die Darstellung unstabil ist, wenn der Schalter für die Wahl der Triggerquelle in Stellung CH 1 und CH 2 steht.

17. Der Schalter für die Triggerquelle wird auf CH 1 gestellt. Die Darstellung soll identisch sein mit der in Schritt 15 erhaltenen. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird auf 10 µs gestellt, beide Eingangsspannungsteiler VOLTS/DIV auf 0,01 und der Schalter für die Triggerquelle auf CH 1 und CH 2. Es ist zu beachten, daß eine Umschaltung zwischen den Kanälen erfolgt, die sich durch die Unterteilung der Spuren in Abschnitte zeigt. Die Ablenkgeschwindigkeit wird langsam verkleinert, und es kann beobachtet werden, daß die Spuren bei ungefähr 0,2 ms als ausgezogene Linien erscheinen. Die besten Ergebnisse werden für die Betriebsart der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED erhalten, wenn die Ablenkgeschwindigkeiten unter diesem Wert sind. Die Schalter VOLTS/DIV werden wieder in Stellung CALIBRATE 4 DIVISIONS und der Schalter der Triggerquelle auf CH 1 gebracht. Die Ablenkgeschwindigkeit wird noch mehr verkleinert, wobei festzustellen ist, daß eine verwendbare Darstellung bis zu den langsamsten Ablenkgeschwindigkeiten erhalten wird. Der Schalter TIME/DIV wird wieder auf 0,5 ms gestellt.

K D K 099

Tektronix Copyright

18. Der Betriebsartschalter wird in Stellung ALG ADD, algebraische Addition, gebracht. Die Darstellung soll eine Amplitude von 8 Teilen haben. Für diese Darstellung sind die Signale von Kanal 1 und 2 addiert. Es ist zu beachten, daß jeder Lageregler POSITION die Darstellung verschieben kann.

19. Der Inversschalter INVERT wird gezogen und beide Lageregler POSITION in Bereichmitte gestellt. Die Darstellung soll eine gerade Linie sein und anzeigen, daß die algebraische Summe der beiden Signale 0 ist.

20. Einer der Schalter VOLTS/DIV wird auf 0,01 gestellt. Die Darstellung eines Rechtecksignals zeigt an, daß die algebraische Summe der beiden Signale nicht mehr 0 ist. Der Betriebsartschalter wird wieder auf Kanal 1 und beide Schalter VOLTS/DIV auf CALIBRATE 4 DIVISIONS gestellt. Der Inversschalter INVERT wird eingedrückt.

21. Der Niveauregler LEVEL wird nun nach rechts gedreht bis zur Stellung FREE RUN. Die Bildspur erscheint als 2 Linien in einem Abstand von 4 Teilen (freilaufende Zeitablenkung).

22. Der Niveauregler LEVEL wird nach links gedreht, bis eine stabile Darstellung erscheint. Dies zeigt, daß die Zeitablenkung getriggert ist. Der Regler LEVEL wird weiter nach links gedreht, und es ist zu beachten, daß immer mehr von der ansteigenden Flanke zu sehen ist (die ansteigende Flanke der Spur scheint sich in negativer Richtung zu bewegen), wenn der Niveauregler gegen - gedreht wird. Der Regler wird bis zum linken Anschlag in Stellung AUTO gedreht. Die Bildspur scheint wieder stabil zu sein.

KDK 099

23. Der Flankenschalter SLOPE wird in Stellung "negative Flanke" gestellt. Die Bildspur beginnt mit dem negativen Teil der Rechteckkurve. Der Schalter wird wieder in Stellung "positive Flanke" gebracht. Die Bildspur soll nun wieder mit dem positiven Teil des Rechtecksignals beginnen.

24. Mit dem Schalter Triggerkopplung in Stellung AC, Wechselspannungskopplung, soll die Darstellung stabil sein sowohl in Stellung AUTO (automatisch) als auch wenn der Niveauregler LEVEL in Bereichmitte steht. In der Stellung AC LF REJ (Wechselspannungskopplung mit Hochpaß) mag die Triggerung für die Stellung AUTO unstabil sein, doch soll sie stabil sein, wenn sie mit dem Niveauregler LEVEL eingestellt wird. Nun soll auf DC, Gleichspannungskopplung, geschaltet werden. Mit dem Schalter der Triggerquelle in Stellung CH 1 und CH 2 wird der Niveauregler LEVEL für eine stabile Darstellung eingestellt. Wird der Lageregler POSITION von Kanal 1 gedreht, kann festgestellt werden, daß die Bildspur verschwindet, wenn sie um mehrere Teile verschoben wird. Der Schalter für die Triggerquelle wird auf CH 1 gestellt und der vertikale Lageregler POSITION hin- und hergedreht, so daß die Darstellung auf dem Schirm auf- und abwärts verschoben wird. Die Triggerung der Darstellung bleibt für jede beliebige Einstellung des Lagereglers POSITION erhalten. Weiter ist zu beachten, daß mit automatischer Triggerung für beliebige Stellungen des Schalters für die Wahl der Triggerquelle eine stabile Darstellung erhalten wird. Die Triggerkopplung wird wieder auf Wechselspannungskopplung AC geschaltet.

25. Der Schalter für die Wahl der Triggerquelle wird auf CH 1 und CH 2 geschaltet. Die Darstellung soll gleich der in Stellung CH 1 erhaltenen sein. Der Betriebsartschalter wird auf CH 2 gebracht und der Eingangsabschwächer von Kanal 1 VOLTS/DIV auf 0,01. Das Signal von Kanal 2 wird getriggert und dargestellt. Der Schalter zur Wahl der Triggerquelle

KDK 089

Tektronix Copyright

wird zurück auf die Stellung CH 1 gebracht. Die Darstellung ist nun unstabil, da sie nicht getriggert wird. Der Betriebsartschalter wird nun auf CH 1 gebracht, und der Schalter VOLTS/DIV von Kanal 1 auf CALIBRATE 4 DIVISIONS gestellt.

26. Ist ein externes Signal verfügbar (0,6 V_{ss} minimal zwischen 50 Hz und 15 MHz), so kann die Stellung EXT des Schalters für die Triggerquelle demonstriert werden. Das externe Signal wird an die beiden Eingänge INPUT 1 und TRIG IN gelegt. Der Schalter für die Eingangskopplung von Kanal 1 AC GND DC wird auf DC und der Schalter VOLTS/DIV auf eine Stellung gebracht, daß eine Darstellung über 6 Rasterteile erhalten wird. Die Funktionen des Schalters für die Triggerkopplung, des Flankenwahlschalters SLOPE und des Niveaureglers LEVEL sind für die Stellung EXT die gleichen, wie die in Schritt 21 bis 24 beschriebenen (für eine Auslenkung von 6 Teilen). Der Schalter VOLTS/DIV von Kanal 1 wird auf CALIBRATE 4 DIVISIONS gestellt und der Schalter der Triggerquelle auf CH 1.

27. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird auf 5 ms gestellt. Der Zeitdehnungsschalter X 10 MAG wird gezogen. Die Darstellung zeigt nun ungefähr eine Schwingung in 2 Teilen. Der Schalter X 10 MAG wird wieder eingedrückt und der Schalter TIME/DIV auf 0,5 ms gestellt. Die Darstellung soll ähnlich der erhaltenen sein, wenn der Schalter TIME/DIV auf 5 ms und die Zeitablenkdehnung eingeschaltet ist.

28. Der horizontale Lageregler POSITION wird nun gedreht, so daß die Darstellung ungefähr in Rastermitte beginnt. Nun wird der Regler POSITION in Gegenrichtung gedreht. Es ist zu beachten, daß während einer Drehung von ungefähr 60° die Bildspur sich langsam

nach links bewegt und der Regler leicht gedreht werden kann. Dann steigt der mechanische Widerstand des Reglers leicht an, und die Bildspur bewegt sich viel rascher nach links. Dieser Regler bietet eine Kombination von Grob- und Feineinstellung. Um diesen Regler wirkungsvoll zu betätigen, wird er leicht über den gewünschten Punkt der Abgleichung gedreht (Grobeinstellung). Nach Änderung der Drehrichtung kann die Feineinstellung verwendet werden, um eine genauere Festlegung der Lage zu erhalten. Der Beginn der Bildspur wird wieder an die linke Kante des Rasters gelegt.

29. Steht ein externes Signal zur Verfügung (von 1 ... 10 Volt), so kann die Funktion des externen Horizontalverstärkers gezeigt werden. Zum Schutze des Phosphorschirms wird der Helligkeitsregler INTENSITY auf einen kleineren Wert eingestellt. Dann wird der Zeitbasisschalter TIME/DIV auf Stellung EXT HORIZ gebracht und der Abschwächerregler HORIZ ATTEN (Niveauregler LEVEL) auf Rechtsanschlag. Das externe horizontale Eingangssignal wird an den Eingang HORIZ IN (Buchse TRIG IN) gelegt. Nun wird der Helligkeitsregler INTENSITY wieder nachgestellt, um eine entsprechende Darstellung zu erhalten. Es soll eine rechteckförmige Darstellung von 4 Teilen vertikal erhalten werden, wobei die horizontale Länge der Darstellung mit dem Abschwächerregler HORIZ ATTEN eingestellt werden kann. Der Abschwächerregler HORIZ ATTEN wird nun eingestellt, daß die Darstellung weniger als 1 Teil horizontal einnimmt. Der Zeitdehnungsschalter X 10 MAG wird gezogen. Die Lage der Darstellung wird, wenn nötig, wieder ins Bildfeld gebracht. Es ist zu beachten, daß die Darstellung ungefähr 10 X horizontal breiter geworden ist. Der Schalter X 10 MAG wird wieder eingedrückt.

30. Ist ein externes Signal verfügbar (minimum + 2 Volt Spitzenwert), dann kann die Funktion des Kreises für die externe Strahlunterdrückung

K.D.K. 659

Tektronix Copyright

EXT BLANKING dargestellt werden. Ein externes Signal wird an den Eingang INPUT 1 gelegt. Der Kopplungsschalter AC GND DC wird auf DC gestellt und der Schalter VOLTS/DIV von Kanal 1 eingestellt, daß eine Amplitude von ungefähr 6 Rasterteilen erhalten wird, und der Schalter TIME/DIV wird eingestellt, um ungefähr 5 Schwingungen des Signals zu erhalten. Das vertikale Eingangssignal wird ferner an den Eingang EXT BLANKING geführt. Es ist zu beachten, daß positive Spitzen von + 2 Volt oder mehr von der Darstellung unterdrückt werden.

31. Das grundlegende Betriebsverfahren des Oszillografen Typ 422 ist damit vollständig beschrieben. Nähere Angaben sind, wo nötig, in nachfolgenden Abschnitten aufgeführt.

4. Einstellhilfe

Auf Bild 4 ist die Frontplatte des Oszillografen Typ 422 dargestellt. Diese Darstellung kann vervielfältigt werden und als Einstellhilfe für spezielle Messungen, Anwendungen oder Verfahren verwendet werden. Ferner kann sie als Hilfe für Übungen verwendet werden, um die Vertrautheit mit dem Gerät zu ermöglichen.

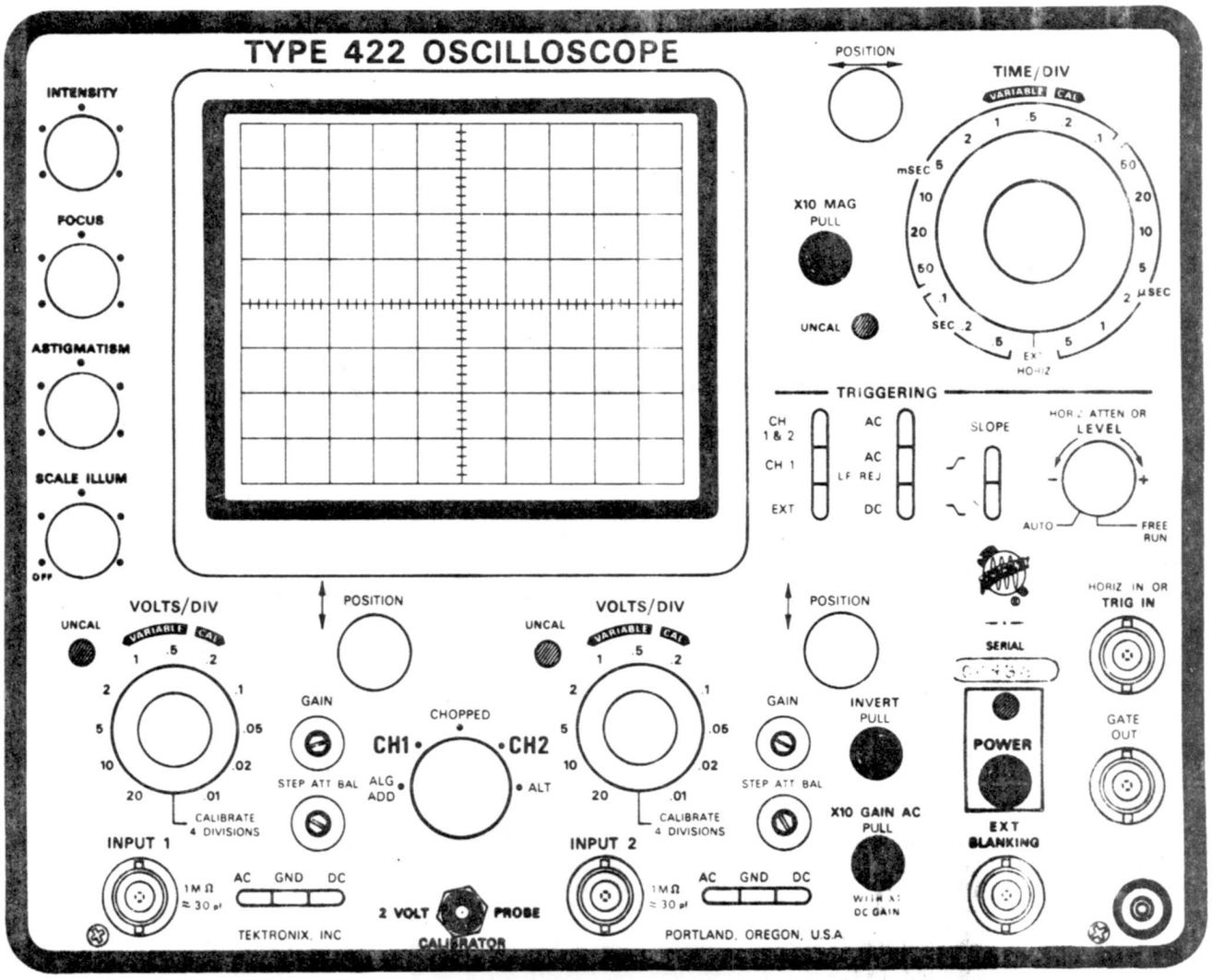
5. Allgemeine Betriebsangaben

5.1. Abtrennung des Speisespannungsteils

Der Speisespannungsteil kann vom Anzeigeteil des Typs 422 zur Durchführung von Wartung, Eichung oder Fernbetrieb getrennt werden. Nach Lösen der vier Schrauben auf der Rückseite des Speisespannungsteils können die Einheiten getrennt werden, wobei der Speisespannungsteil nach hinten von den Trägerstangen weggezogen wird.

Bild 4

Einstellhilfe für Typ 422



K.D.K. 099

Tektronix Copyright

5.1.1. Fernbetrieb des Speisespannungsteils

Der Typ 422 kann mit entferntem Speisespannungsteil betrieben werden. Der Verbindungsstecker an der Rückseite des Anzeigeteils kann gelöst und als Verlängerungskabel verwendet werden. Wird das Gerät mit einem längeren als dem vorgesehenen Verlängerungskabel verwendet, dann wird das Gerät nicht richtig arbeiten. Um den Verbindungsstecker zu entfernen, werden die drei Schrauben gelöst, die ihn an die Anzeigeeinheit halten, und der Stecker wird leicht nach oben geschoben. Anschließend kann der Stecker von der Rückseite der Einheit weggezogen werden. Der Speisespannungskabel kann nun von der Rückseite des Anzeigeteils abgewickelt werden. Die beiden Klemmfedern (siehe Bild 5) am Speisespannungsteil dienen der Verriegelung des Speisekabels mit dem Speisespannungsteil im Fernbetrieb. Um diese Klammern zu verwenden, wird eine Klemmfeder in die vorgesehene Öffnung des Anschlußsteckers eingehängt. (Prüfe, ob der Speisespannungsschalter POWER ausgeschaltet ist). Bei gleichzeitigem Drücken der anderen Klemmfedern wird der Verbindungsstecker angeschlossen. Für die Entfernung des Steckers wird in umgekehrter Reihenfolge vorgegangen wie für dessen Befestigung.

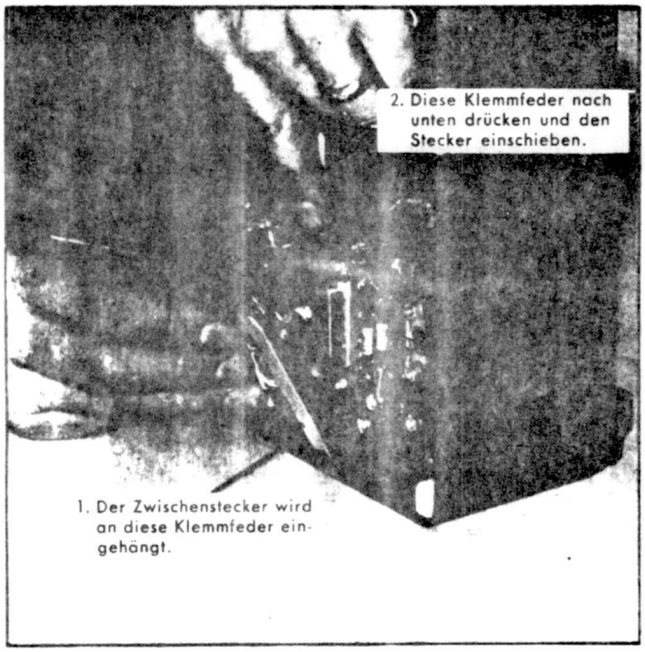


Bild 5

Fixieren des Speisespannungskabels für den Fernbetrieb des Speisespannungsteils

VORSICHT !

Die Klemmfedern dürfen nicht verbogen werden, so daß sie ohne das vorstehende Verfahren einklinken. Sind sie auf solche Weise verbogen, so werden sie einklinken, wenn der Speisespannungsteil auf dem Anzeigeteil befestigt wird, und es wird schwierig sein, eine Trennung ohne Beschädigung des Geräts zu erhalten.

5.2. Helligkeitsregelung

Die Einstellung des Helligkeitsreglers INTENSITY kann die richtige Einstellung der Bildschärfe und des Astigmatismus der Darstellung beeinflussen. Um den Phosphorbelag des Bildschirms der Elektronenstrahlröhre zu schützen, soll der Helligkeitsregler INTENSITY nicht mehr als nötig aufgedreht werden, um eine befriedigende Darstellung zu erhalten. Auch muß darauf geachtet werden, daß der Helligkeitsregler INTENSITY nicht zu hoch gestellt ist, wenn von einer schnellen auf eine langsame Ablenkgeschwindigkeit geschaltet wird, oder wenn der Zeitbasisschalter TIME/DIV in Stellung EXT HORIZ geschaltet wird.

5.3. Abgleich der Strahlspurausrichtung

Wenn die freilaufende Strahlspur nicht parallel zu den horizontalen Rasterlinien liegt, wird der Abgleich der Strahlspurausrichtung wie folgt vorgenommen:

1. Die Lage der Strahlspur wird auf die Rastermittellinie gebracht.
2. Das Abgleichpotentiometer TRACE ROTATION ADJUSTMENT (an der Rückseite des Geräts nach Entfernen des Speisespannungsteils; der Speisespannungsteil muß zu diesem Zweck fernbetrieben werden) wird abgeglichen, bis die Strahlspur parallel zu den horizontalen Rasterlinien verläuft.

K.D.K. 089

Tektronix Copyright

5.4. Kontrastfilter

Das mit dem Oszillograf Typ 422 gelieferte Metallgewebefilter dient als Abschirmung des Bildschirms der Elektronenstrahlröhre gegen hochfrequente Störstrahlungen. Es dient auch als Kontrastfilter und bewirkt eine bessere Sichtbarkeit der Bildspuren bei hellen Umgebungslichtverhältnissen. Um das Filter zu entfernen, wird der Filterrahmen unten gegen die Halterung gedrückt und das Filter oben vom Bildschirm weggenommen (siehe Bild 6).

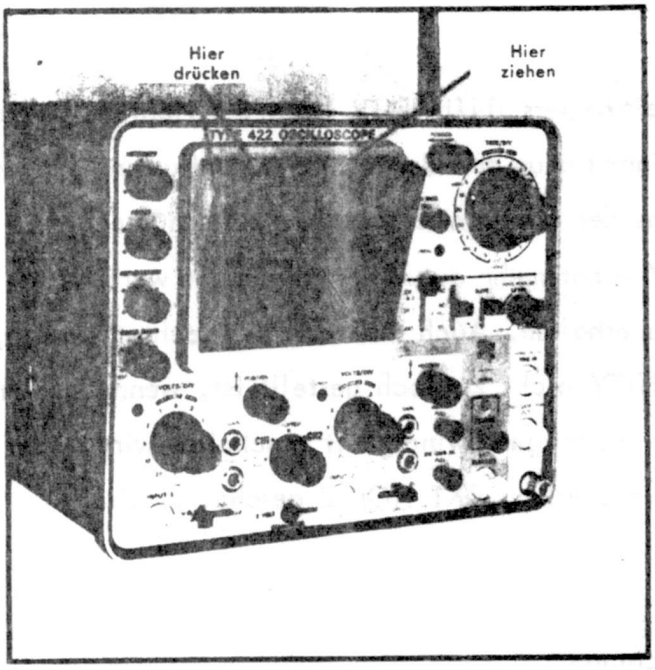


Bild 6

Entfernung des Lichtfilters oder der Schirmschutzscheibe

Ferner wird ein gefärbtes Kontrastfilter mitgeliefert. Dieses Filter verringert Lichtreflexionen durch den Bildschirm der Elektronenstrahlröhre auf ein Mindestmaß und bewirkt eine Erhöhung des Kontrasts, wenn die Darstellung unter Bedingungen von hohem Umgebungslicht betrachtet werden muß. Wird weder das Metallgewebefilter noch das gefärbte Lichtfilter verwendet, so soll die Schirmschutzscheibe aus klarem Plastik verwendet werden. Die klare Schirmschutzscheibe ermöglicht die beste Darstellung für die fotografische Aufnahme von Oszillogrammen. Sie ist auch für die Betrachtung von Darstellungen hoher Schreibgeschwindigkeiten vorzuziehen.

KOK 699

Filter oder Schirmschutzscheibe sollen immer verwendet werden, um den Bildschirm der Elektronenstrahlröhre vor Kratzern zu schützen. Die Schirmschutzscheibe und das gefärbte Lichtfilter können in den gleichen Halter eingesetzt werden und durch Druck nach hinten ausgewechselt werden. Zum Einsetzen werden sie in den Halter eingedrückt.

5.5. Anschlüsse der Eingangssignale

Im allgemeinen bieten 10fach-Abschwächertastköpfe die einfachste Art, um ein Signal an den Eingang des Oszillografen Typ 422 anzuschließen. Die hohe Eingangsimpedanz eines 10fach-Abschwächertastkopfs ermöglicht, den Betrieb des Prüflings besser unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen zu betreiben. Allerdings schwächt ein 10fach-Tastkopf das Eingangssignal um den Faktor 10 ab. Um elektrostatische Störeinstreuungen zu vermeiden, ist der Tastkopf abgeschirmt. Die Wiedergabe hoher Frequenzen ist bei Verwendung von Tektronix-10fach-Tastköpfen nur leicht beeinträchtigt. Die untere Frequenzgrenze bei Wechselspannungskopplung des Eingangs wird auf ungefähr 0,2 Hz erweitert.

In gewissen Fällen kann das Signal an den Oszillografen Typ 422 mit kurzen unabgeschirmten Kabeln angeschlossen werden. Dies gilt besonders bei Signalen von hohem Pegel und niederen Frequenzen. Werden solche Leitungen verwendet, so muß eine gemeinsame Erdverbindung zwischen dem Typ 422 und dem Prüfling hergestellt werden. Die Leitungen müssen von Störquellen entfernt verlegt werden, um Fehler in der Darstellung zu vermeiden. Sind die Störeinstreuungen bei unabgeschirmten Leitungen zu groß, so soll ein koaxiales Kabel oder ein Tastkopf verwendet werden.

Bei Hochfrequenzanwendungen, die die volle Bandbreite benötigen, müssen koaxiale Kabel mit ihrer charakteristischen Impedanz am Eingang des Typs 422 abgeschlossen werden.

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

5.6. Einfluß der Belastung des Typs 422

Die Betriebsbedingungen eines Prüflings müssen so genau wie möglich simuliert werden. Sonst kann der Prüfling unter Umständen nicht ein normales Signal erzeugen. Der vorgehend erwähnte 10fach-Abschwächertastkopf ermöglicht die kleinste Belastung des Kreises. Die Tektronix-10fach-Abschwächertastköpfe haben einen Eingangswiderstand von ca. 10 M Ohm mit sehr kleiner Parallelkapazität.

Wird das Signal direkt an den Eingang des Typs 422 gelegt, dann ist die Eingangsimpedanz ungefähr 1 M Ohm parallel zu etwa 30 pF. Wenn das Signal an den Eingang des Typs 422 über ein koaxiales Kabel gelegt wird, dann wird die Eingangskapazität stark vergrößert. Ein koaxiales Kabel von etwa 1 Meter kann die Eingangskapazität weit über 100 pF vergrößern.

6. Abgleich des Vertikalverstärkers

6.1. Prüfung

Zur Prüfung der Verstärker jeden Kanals wird der Schalter VOLTS/DIV in die Stellung CALIBRATE 4 DIVISIONS und der entsprechende Regler VARIABLE auf CAL gebracht. Die vertikale Ablenkung muß genau 4 Teile betragen, wenn nicht, wird wie folgt abgeglichen:

6.2. Abgleich

Das Schlitzpotentiometer GAIN der Frontplatte wird abgeglichen, daß genau 4 Teile der Auslenkung erhalten werden.

BEMERKUNG

Muß die Verstärkung der beiden Kanäle einander nahe angepaßt werden (wie z.B. für den Betrieb der algebraischen Addition), so soll das Abgleichverfahren angewendet werden, das im Kapitel CALIBRATION der englischen Ausgabe des Tektronix-Handbuches beschrieben ist.

K D K 699

7. Abgleich der Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe

7.1. Prüfung

Um die Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe zu prüfen, wird der Eingangswähler AC GND DC auf GND und der Triggerniveau-Regler LEVEL auf AUTO gebracht. Der Eingangsabschwächer VOLTS/DIV wird von 0,05 auf 0,01 geschaltet. Wird die Strahlspur vertikal verschoben, wird der Abgleich der Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe STEP ATT BAL wie folgt vorgenommen:

7.2. Abgleich

Dieses Verfahren kann für den Abgleich der Gleichspannungssymmetrie der Vorstufe beider Kanäle verwendet werden. Der vertikale Betriebsartschalter wird für die Darstellung des gewünschten Kanals geschaltet. Vor der Durchführung dieses Abgleichs soll eine Anwärmzeit von 10 Minuten abgewartet werden.

1. Die Bedienungs-Elemente werden wie für die vorstehende Prüfung eingestellt und der Lageregler POSITION in Bereichmitte gedreht.

2. Der Regler VARIABLE wird in Stellung CAL gebracht und der Abgleichregler STEP ATT BAL eingestellt, um die Strahlspur in die Nähe der Rastermittellinie zu bringen.

3. Der Abgleich des Reglers STEP ATT BAL wird so vorgenommen, daß keine Verschiebung der Strahlspur eintritt, wenn der Schalter VOLTS/DIV von 0,05 auf 0,01 geschaltet wird. Dies wird mehrerer Nacheinstellungen des Reglers STEP ATT BAL bedürfen.

8. Wahl des Vertikalverstärker-Kanals

Jeder der beiden Eingangskanäle kann für die Einspur-Einstellung verwendet werden. Das Signal wird an den gewünschten Eingang INPUT gelegt und der Betriebsartschalter MODE für die Darstellung des verwendeten Kanals eingestellt. Doch ist

K D K 059

Tektronix Copyright

zu berücksichtigen, daß der Inversschalter und die Einrichtung der wechselspannungsgekoppelten 10-X-Verstärkung dieses Geräts nur für Kanal 2 vorgesehen ist. Um diese Einrichtungen zu verwenden, muß das Signal an den Eingang INPUT 2 gelegt werden. Für Zweispur-Darstellungen müssen die Signale an beide Eingänge INPUT gelegt und der Betriebsartschalter MODE auf eine der beiden Zweispur-Stellungen geschaltet werden.

8.1. Eingangskopplung

Die Eingangswähler AC GND DC von Kanal 1 und 2 ermöglichen die Wahl der Eingangskopplung. Die Art der gewünschten Darstellung bestimmt die zu verwendende Kopplung. Die Stellung GND dieses Schalters ermöglicht eine einfache Methode, um eine Gleichspannungs-Null-Referenz zu erhalten.

Die Stellung DC kann für die meisten Anwendungen verwendet werden. Ist jedoch der Gleichspannungsanteil des Signals wesentlich größer als der Wechselspannungsanteil, so wird die Stellung AC wahrscheinlich eine bessere Darstellung ergeben. Gleichspannungskopplung soll für die Darstellung von Wechselspannungssignalen unter 20 Hz verwendet werden (2 Hz bei Verwendung eines Abschwächertastkopfs 10 X), da sie sonst in der Stellung AC abgeschwächt werden.

Die Stellung GND ergibt eine Masse-Referenz am Eingang des Typs 422. Das angelegte Signal wird vom Verstärker abgetrennt, aber nicht geerdet. Der Eingangskreis wird auf Erdpotential gelegt, wodurch vermieden werden kann, daß der Eingang extern mit Erde verbunden werden muß, damit eine Gleichspannungs-Null-Referenz erhalten wird.

8.2. Ablenkfaktor

Die Größe der vertikalen Auslenkung, die durch ein Signal bewirkt wird, wird bestimmt durch die Signalamplitude, den Abschwächerfaktor des Tastkopfs (bei dessen Verwendung), die Einstellung des Schalters VOLTS/DIV

KDK 889

sowie die Einstellung des Reglers VARIABLE VOLTS/DIV. Die durch den Schalter VOLTS/DIV angezeigten Ablenkfaktoren gelten nur, wenn der Regler VARIABLE in geeichter Stellung CAL steht.

Der Regler VARIABLE VOLTS/DIV ermöglicht eine stetige (ungeeichte) Einstellung der vertikalen Ablenkung zwischen den geeichten Stufen des Schalters VOLTS/DIV. Der Regler VARIABLE erweitert den maximalen Ablenkfaktor des Typs 422 auf mindestens 50 V/Teil (in Stellung 20 V/Teil). Wenn der Schalter für den Zusatzverstärker in Kanal 2, X 10 GAIN AC gezogen wird, so müssen die angezeigten Ablenkfaktoren des Schalters VOLTS/DIV durch 10 dividiert werden, um den wahren Ablenkfaktor zu erhalten.

8.3. Kanal 2 10fach-Verstärkung

Der Schalter X 10 GAIN AC ermöglicht eine zusätzliche 10-X-Verstärkung für den Kanal-2-Verstärker, wodurch der minimale Ablenkfaktor auf 0,01 V/Teil in der Stellung 0,01 V/Teil des Schalters VOLTS/DIV erweitert wird. Die Gleichspannungskomponente des angelegten Signals wird nicht verstärkt. Beste Ergebnisse bei Verwendung des Zusatzverstärkers mit dem Schalter X 10 GAIN AC werden erhalten, wenn der Schalter AC GND DC in Stellung AC steht.

8.4. Zweispurbetrieb

8.4.1. Ablenksynchrone Betriebsart

Die ablenksynchrone Stellung des vertikalen Betriebsschalters zeigt auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre eine Darstellung, die zwischen Kanal 1 und 2 mit jeder Zeitablenkung alterniert. Obwohl die ablenksynchrone Betriebsart für alle Zeitablenkgeschwindigkeiten verwendet werden kann, ergibt die freilaufende Teilbildumschaltung CHOPPED bei Ablenkgeschwindigkeiten unter

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

0,5 ms/Teil eine bessere Darstellung. Bei diesen langsameren Ablenkgeschwindigkeiten wird die ablenksynchrone Umschaltung sichtbar.

Zweckmäßige Triggerung der ablenksynchronen Betriebsart kann durch Stellen des Schalters für die Wahl der Triggerquelle in Stellung CH 1 und CH 2 oder CH 1 erhalten werden. In Stellung CH 1 und CH 2 wird die Zeitablenkung durch das Signal jedes Kanals getriggert. Dies ermöglicht eine stabile Darstellung von zwei Signalen, die keine zeitliche Beziehung zueinander haben, doch wird das Zeitverhältnis zwischen den Signalen nicht gezeigt. In Stellung CH 1 zeigen die beiden dargestellten Signale das wahre Zeitverhältnis. Haben die Signale kein festes Zeitverhältnis zueinander, dann wird das Signal von Kanal 2 für die Schalterstellung CH 1 unstabil sein.

8.4.2. Betriebsart der freilaufenden Teilbildumschaltung

Die Stellung der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED des Betriebsartschalters ergibt eine Darstellung der elektronisch umgeschalteten Kanäle. Im allgemeinen ergibt die freilaufende Teilbildumschaltung die beste Darstellung für Ablenkgeschwindigkeiten, die langsamer sind als 0,2 ms/Teil oder wenn bei Zweispurbetrieb nicht repetitive Ereignisse darzustellen sind. Bei schnelleren Ablenkgeschwindigkeiten kann die Teilbildumschaltung sichtbar werden und die Darstellung stören.

Zweckmäßige interne Triggerung für die Betriebsart der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED wird erreicht, wenn der Schalter für die Triggerquelle in Stellung CH 1 steht. Wird die Stellung CH 1 und CH 2 verwendet, dann wird der Triggerkreis durch das Umschaltsignal zwischen den Kanälen getriggert, und beide Signale werden unstabil. Externe Triggerung wird dasselbe Ergebnis zeigen wie die Triggerung durch Kanal 1.

Zwei Signale, die zueinander eine zeitliche Beziehung haben, zeigen für die freilaufende Teilbildumschaltung das wahre Zeitverhältnis. Haben die Signale zueinander keine Zeitbeziehungen, wird die Darstellung von Kanal unstabil erscheinen.

Zwei nicht repetitive Einschwingsignale oder willkürlich auftretende Signale, die innerhalb eines Zeitintervalls auftreten, bestimmt durch den Schalter TIME/DIV (10 X die Ablenkgeschwindigkeit), können bei Verwendung der freilaufenden Teilbildumschaltung CHOPPED miteinander verglichen werden. Um die Zeitablenkung richtig zu triggern, muß das Signal von Kanal 1 dem Signal von Kanal 2 voreilen. Da die Signale das wahre Zeitverhältnis zeigen, können Messungen des Zeitunterschieds gemacht werden.

8.4.3. Algebraische Addition

Die Stellung ALG ADD des Betriebsartschalters kann für die Darstellung der Summe oder Differenz zweier Signale oder für die Gleichtaktunterdrückung eines nicht gewünschten Signals (Unterdrückung ungefähr 100 : 1) verwendet werden. Die Verstärkung der beiden Kanäle wird aufeinander abgestimmt, gemäß den im Abschnitt CALIBRATION der englischen Tektronix-Ausgabe der Anleitung angeführten Verfahren. Doch kann die Auslenkung in verschiedenen Stellungen des Schalters VOLTS/DIV kleine Unterschiede ergeben, die durch die Toleranz der Eingangsabschwächer bedingt ist. Die Auslenkung für eine beliebige Einstellung des Schalters VOLTS/DIV kann nahe angepaßt werden durch Anlegen eines Signals an beide Eingänge und Umkehrung des Signals von Kanal 2 mit dem Schalter INVERT. Der Regler VARIABLE VOLTS/DIV des Kanals mit der größten Auslenkung wird eingestellt, bis eine gerade Linie wiedergegeben wird. Es müssen die nachfolgenden allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen beobachtet werden bei Verwendung der Betriebsart der algebraischen Addition.

1. Die höchstzulässige Eingangsspannung des Typs 422 darf nicht überschritten werden.

2. Es sollen keine Signale angelegt werden, die größer sind als der achtfache Wert der Einstellung des Schalters VOLTS/DIV. Es stehe z.B. der Schalter VOLTS/DIV auf 1, dann soll die angelegte Spannung an diesen Kanal nicht größer als 8 Volt sein. Größere Signale können die Darstellung verzerren.

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

3. Die vertikalen Lageregler POSITION sollen so eingestellt werden, daß das Signal jedes Kanals in Rastermitte dargestellt ist, wenn sie in den Stellungen CH 1 oder CH 2 des Betriebsartschalters betrachtet werden. Dies ermöglicht den größten dynamischen Bereich der Betriebsart der algebraischen Addition.

9. Triggerung der Zeitablenkung

Eine zweckmäßige Triggerung der Zeitablenkung ist für eine stabile Darstellung eines Eingangssignals erforderlich. Um eine stabile Darstellung zu erhalten, muß die Zeitablenkung durch ein Signal getriggert werden, das in fester zeitlicher Beziehung zum dargestellten Signal steht. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen helfen, eine richtige Triggerung zu erhalten.

9.1. Triggerquelle

9.1.1. Kanal 1 und 2

In der Stellung CH 1 und CH 2 des Schalters für die Wahl der Triggerquelle wird das Triggersignal vom dargestellten Signal erhalten. Diese Stellung ermöglicht den bequemsten Betrieb bei Einspurdarstellungen. Immerhin müssen für Zweispurdarstellungen spezielle Überlegungen getroffen werden, um richtige Darstellungen zu erhalten. Siehe Abschnitt "Zweispur-Betrieb" in diesem Teil über Angaben für die Triggerung von Zweispur-Darstellungen.

9.1.2. Kanal 1

Die Stellung CH 1 des Schalters für die Wahl der Triggerquelle liefert ein Triggersignal nur vom Signal, das an den Eingang INPUT 1 gelegt ist. Diese Stellung ermöglicht eine stabile Darstellung des Signals von Kanal 1 und eignet sich für gewisse Zweispur-Anwendungen (siehe Abschnitt "Zweispur-Betrieb").

KDK 699

9.1.3. Extern

Ein externes Signal, das an den Eingang TRIG IN gelegt wird, kann für die Triggerung der Zeitablenkung verwendet werden, wenn der Schalter für die Wahl der Triggerquelle in Stellung EXT steht. Das externe Signal muß eine feste Zeitbeziehung zum dargestellten Signal haben, um eine stabile Darstellung zu erhalten. Ist die Amplitude des internen Signals zu klein, um eine genügende Triggerung zu erhalten, oder enthält das Signal Anteile, die für die Triggerung unerwünscht sind, dann kann ein externes Signal verwendet werden, um eine getriggerte Darstellung zu erhalten. Es eignet sich auch für die Signalverfolgung in Verstärkern, Phasenschiebernetzwerken, Wellenformerkreisen usw. Das Signal eines einzelnen Meßpunkts in einem Kreis kann dann mit dem Eingang TRIG IN über einen Tastkopf oder ein Kabel verbunden werden. Die Zeitablenkung wird dann immer durch das gleiche Signal getriggert und ermöglicht die Prüfung von Amplitude, Zeitverhältnis oder Signalformänderungen der Signale an verschiedenen Punkten der Schaltung ohne Neueinstellung der Triggerregler.

9.2. Triggerkopplung

Mit dem Schalter für die Triggerkopplung können drei Kopplungsarten des Triggersignals an den Triggerkreis gewählt werden. Jede Stellung ermöglicht die Wahl oder Unterdrückung von Frequenzanteilen des Triggersignals, welche die Zeitablenkung auslösen.

9.2.1. Wechselspannungsbetriebsart

Die Stellung AC unterdrückt Gleichspannungsanteile des Triggersignals. Signale mit niederfrequenten Anteilen unter ungefähr 50 Hz werden abgeschwächt. Im allgemeinen kann die Wechselspannungskopplung für die meisten Anwendungen verwendet werden. Enthält aber das Signal unerwünschte niederfrequente Anteile oder soll die Zeitablenkung mit einem bestimmten Gleichspannungspegel getriggert werden, wird eine der übrigen Stellungen des Kopplungsschalters eine bessere Darstellung ermöglichen.

K D K. 099

Tektronix Copyright

In der Stellung AC hängt der Auslösepunkt vom mittleren Spannungspegel des Triggersignals ab. Tritt das Triggersignal willkürlich auf, dann wird sich der mittlere Spannungspegel ändern und wird auch eine Änderung des Triggereinsatzpunkts bewirken. Diese Verschiebung des Einsatzpunktes kann so groß sein, daß es unmöglich wird, eine stabile Darstellung zu unterhalten. In solchen Fällen soll Gleichspannungskopplung verwendet werden.

9.2.2. Wechselspannungsbetrieb mit Hochpaß

In der Stellung AC LF REJ werden alle Gleichspannungs- und Niederfrequenzsignale unter 50 kHz unterdrückt oder abgeschwächt. Die Zeitablenkung wird daher nur durch die höherfrequenten Anteile des Triggersignals ausgelöst. Diese Stellung eignet sich besonders für die Erhaltung einer stabilen Triggerung durch ein Triggersignal, welches netzfrequente Anteile enthält. Auch für die Stellung ALT des Betriebsartschalters ermöglicht die Wechselspannungskopplung mit Hochpaß die beste Wiedergabe bei hohen Ablenkgeschwindigkeiten beim Vergleich zweier Signale ohne zeitliche Beziehung (Triggerung sowohl durch Kanal 1 als auch Kanal 2).

9.2.3. Gleichspannungsbetrieb

Die Stellung DC ermöglicht eine stabile Triggerung durch niederfrequente Signale, die in Stellung AC abgeschwächt würden, oder durch Signale mit niedriger Folgefrequenz.

Der Niveauregler LEVEL kann so eingestellt werden, daß die Triggerung am gewünschten Gleichspannungspegel des Signals erfolgt. In der Stellung CH 1 und CH 2 des Schalters für die Wahl der Triggerquelle beeinflußt die Einstellung der Lageregler POSITION das Gleichspannungstriggerniveau.

K D K 699

Steht der Schalter für die Wahl der Triggerquelle in Stellung CH 1 und CH 2, dann soll Gleichspannungskopplung nicht für die ablenksynchrone Zweispur-Betriebsart verwendet werden. Bei Verwendung dieser Kopplung wird die Zeitablenkung durch den Gleichspannungspegel einer Spur getriggert und dann ganz gesperrt oder wird auf der anderen Spur frei laufen. Richtige Gleichspannungstriggerung kann für diese Betriebsart erhalten werden, wenn der Schalter für die Wahl der Triggerquelle auf CH 1 steht.

9.3. Triggerflanke

Der Flankenschalter SLOPE bestimmt, ob der Triggerkreis auf den ansteigenden oder abfallenden Abschnitt des Triggersignals anspricht. Wenn der Schalter SLOPE in positiver (⎍) Stellung steht, so wird die Darstellung mit dem ansteigenden Abschnitt des Signals beginnen; in negativer (⎍) Stellung beginnt die Darstellung mit dem abfallenden Abschnitt des Signals (siehe Bild 7). Werden mehrere Schwingungen eines Signals dargestellt, so ist die Einstellung des Schalters SLOPE wahrscheinlich unwichtig. Soll jedoch ein gewisser Abschnitt einer Schwingung betrachtet werden, ermöglicht der Schalter SLOPE, daß die Darstellung an der gewünschten Flanke des Eingangssignals beginnt.

9.4. Triggerniveau

Der Triggerniveauregler LEVEL bestimmt das Spannungsniveau auf dem Triggersignal, an welchem die Zeitablenkung ausgelöst wird. Steht der Regler LEVEL im + Bereich, dann spricht der Triggerkreis auf einen positiveren Bezugspunkt des Triggersignals an. Im - Bereich spricht der Triggerkreis auf eine mehr negativen Bezugspunkt des Triggersignals an. Bild 7 erläutert die Wirkung der verschiedenen Stellungen des Flankenschalters SLOPE und des Niveaureglers LEVEL.

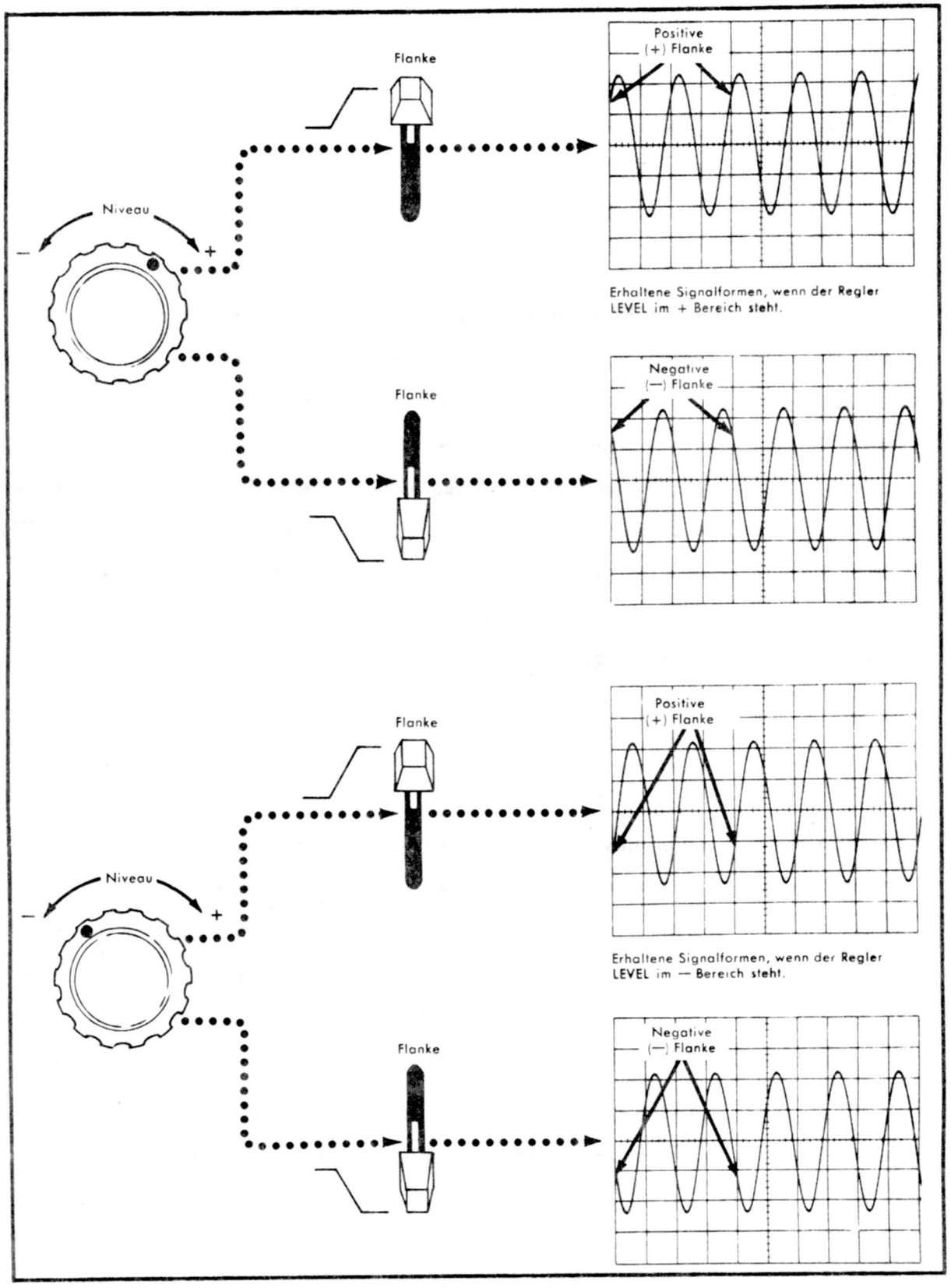
Vor Einstellung des Niveaureglers LEVEL wird zuerst die Triggerquelle, die Kopplung und die Flanke gewählt. Dann wird der Regler LEVEL auf Linksanschlag in die

K.D.K. 089

Tektronix Copyright

Bild 7

Wirkung des Triggerniveaureglers LEVEL und des Flankenwahlschalters SLOPE auf die Schirmbilddarstellung



KDK 099

Stellung AUTO gedreht (der Betrieb in der Stellung AUTO wird nachfolgend besprochen). Nun wird der Regler LEVEL nach rechts gedreht, bis eine Ablenkung erscheint und stabil bleibt. Weiteres Drehen im Uhrzeigersinn bewirkt, daß die Zeitablenkung auf positiveren Werten des Triggersignals ausgelöst wird. In der Rechtsanschlagstellung läuft die Zeitablenkung frei.

9.5. Trigger-Betriebsart

9.5.1. Automatische Triggerung

Der automatische Betrieb der Triggerung wird erhalten durch Drehen des Triggerniveaureglers LEVEL ganz nach links in die Stellung AUTO. In dieser Stellung erfolgt die Triggerung durch den Spannungsmittelwert des angelegten Signals. Ist kein Triggersignal vorhanden, dann wird die Zeitablenkung automatisch mit einer Folgefrequenz von 40 ... 55 Hz ausgelöst, um eine Referenzspur darzustellen. Automatische Triggerung kann sowohl mit internen als auch externen Triggersignalen verwendet werden. Bester Betrieb wird mit Signalen erreicht, deren Folgefrequenz über 55 Hz liegt.

Automatische Triggerung eignet sich besonders für die Untersuchung einer Serie von Signalen, da es nicht notwendig ist, den Triggerniveauregler LEVEL für jede Untersuchung neu einzustellen. Daher kann diese Betriebsart für die meisten Anwendungen verwendet werden, und die übrigen Betriebsarten dienen, wenn spezielle Anwendungen sie erfordern oder eine stabile Triggerung in der automatischen Betriebsart nicht möglich ist.

9.5.2. Freilaufender Betrieb

Steht der Triggerniveauregler LEVEL auf Rechtsanschlag, dann läuft die Zeitablenkung frei, unabhängig von irgend einem Triggersignal. Für die freilaufenden Strahlen, die in Stellung AUTO und FREE RUN erzeugt werden, besteht der Unterschied

K.D.K. 699

Tektronix Copyright

in der Folgefrequenz. Die Folgefrequenz in der freilaufenden Stellung ist abhängig von der Einstellung des Schalters TIME/DIV und die Spur erscheint im wesentlichen mit der gleichen Helligkeit bei allen Ablenkgeschwindigkeiten. Die Folgefrequenz in der automatischen Stellung ist fest bei 40 ... 55 Hz.

10. Wahl der Ablenkgeschwindigkeit

Der Zeitbasisschalter TIME/DIV ermöglicht 19 geeichte Ablenkgeschwindigkeiten im Bereich von 0,5 ms ... 0,5 s/Teil. Der Einstellregler VARIABLE ermöglicht eine stetige Einstellung der Ablenkgeschwindigkeiten zwischen den Werten, die mit dem Schalter TIME/DIV eingestellt werden. Wenn die Warnleuchte UNCAL aufleuchtet, ist die Zeitablenkgeschwindigkeit nicht geeicht.

Bei der Durchführung von Zeitmessungen vom Raster ermöglicht der Bereich zwischen der ersten und der neunten Rasterlinie, die linearste Zeitmessung durchzuführen (siehe Bild 8).

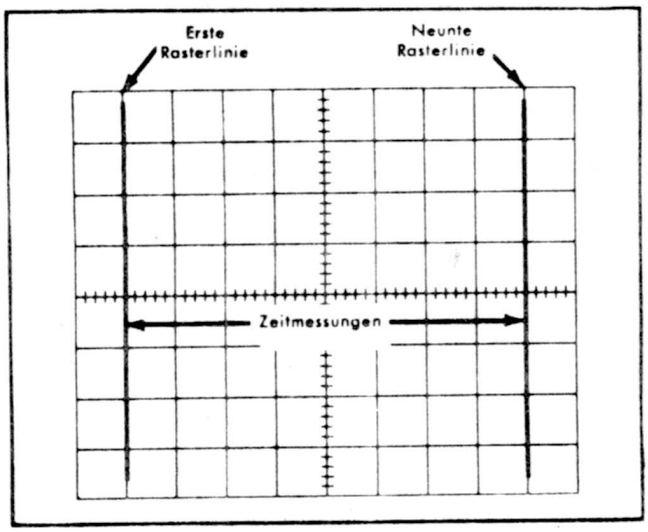


Bild 8

Rasterfeld, das für genaue Zeitmessungen verwendet werden soll

KDK 099

Daher sollen der erste und der letzte Rasterteil einer Darstellung nicht für genaue Zeitmessungen verwendet werden. Die Lage des Beginns des Zeitabschnitts soll auf die erste Rasterlinie gelegt werden und der Zeitbasisschalter TIME/DIV eingestellt werden, so daß das Ende des Zeitabschnitts zwischen die erste und die neunte Rasterlinie fällt.

11. Horizontaler Lageregler

Der horizontale Lageregler POSITION, der im Oszillografen Typ 422 verwendet wird, ist ein Doppelbereich-Regler mit Grob- und Feineinstellung. Beim Drehen dieses Reglers über einen Bereich von 60° wird eine Feineinstellung der Lage erhalten, und die Lage der Bildspur kann genau eingestellt werden. Am Ende des Feineinstellbereichs wird die Grobeinstellung wirksam, die eine rasche Einstellung der Bildspur ermöglicht. Um diesen Regler für die genaue Einstellung der Lage zu verwenden, wird der Regler zuerst gedreht, daß die Bildspuren ein wenig über die gewünschte Lage hinaus bewegt werden (Grob-Einstellbereich). Dann wird der Regler in umgekehrter Richtung gedreht, um den Fein-Einstellbereich für die Festlegung der genauen gewünschten Lage der Bildspur zu verwenden.

12. Zeitablenk-Dehnung

Die Zeitablenk-Dehnung dehnt den Mittelabschnitt der Darstellung 10 X (siehe Bild 9).

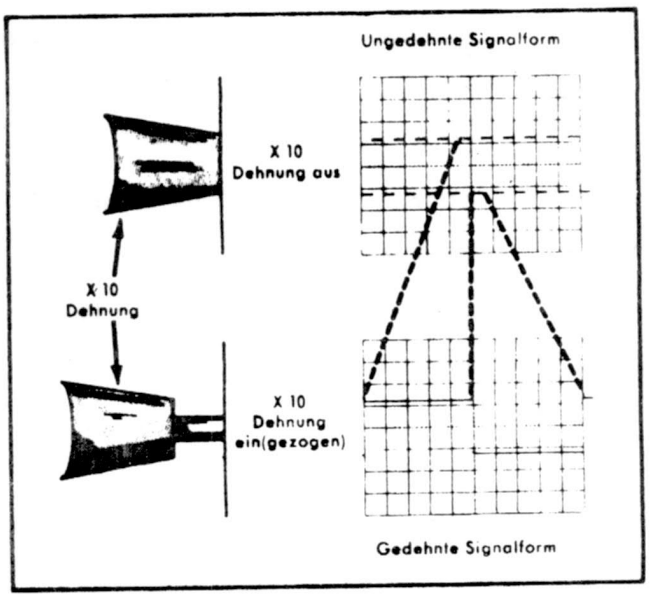


Bild 9

Betrieb der Zeitablenk-Dehnung

Tektronix Copyright

Um diese Einrichtung zu verwenden, wird der zu dehnende Abschnitt in die Rastermitte gebracht. Dann wird der Schalter X 10 MAG gezogen. Mit dem Lageregler POSITION kann das gedehnte Signal eingestellt werden, um die gewünschte Darstellung zu erhalten. Jeder Abschnitt des ursprünglichen Signals kann durch Einstellung des Lagereglers POSITION ins Gesichtsfeld gebracht werden.

Mit gezogenem Schalter X 10 MAG wird eine Ablenkgeschwindigkeit erhalten, die gleich dem Einstellwert des Schalters TIME/DIV dividiert durch 10 ist. Z.B. sei die Ablenkgeschwindigkeit des Schalters TIME/DIV 5 ms; dann beträgt die gedehnte Ablenkgeschwindigkeit 0,5 ms/Teil. Die gedehnte Ablenkgeschwindigkeit muß für alle Zeitmessungen verwendet werden, wenn der Schalter X 10 MAG gezogen ist. Die gedehnte Zeitablenkgeschwindigkeit ist geeicht, wenn die Warnleuchte UNCAL gelöscht ist.

13. Externer Horizontal-Eingang

In einigen Anwendungen ist es erwünscht, ein Signal in Funktion eines anderen Signals anstelle der Zeit darzustellen (interne Zeitablenkung). Die Stellung EXT HORIZ des Zeitbasisschalters TIME/DIV gibt die Möglichkeit, ein externes Signal an den Horizontalverstärker für diese Darstellungsart anzulegen. Das externe horizontale Signal wird an den Eingang HORIZ IN (TRIG IN) gelegt. Mit dem horizontalen Abschwächerregler HORIZ ATTEN (Triggerniveau-Regler LEVEL) auf Rechtsanschlag und ausgeschalteter Zeitablenkdehnung beträgt der horizontale Ablenkfaktor ungefähr 10 V/Teil. Mit eingeschalteter Zeitdehnung beträgt der Ablenkfaktor ungefähr 1 V/Teil. Der Regler HORIZ ATTEN ermöglicht eine stetig einstellbare Abschwächung innerhalb dieser Bereiche von mindestens 10 : 1.

14. Externe Strahlunterdrückung

Die Darstellung auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre des Typs 422 kann extern durch ein Signal, das an den Eingang EXT BLANKING gelegt wird, unterdrückt werden. Externe Strahlunterdrückungssignale werden galvanisch an ein Ablenkplattenpaar für die Strahlunterdrückung gekoppelt. Ein an den Eingang EXT BLANKING der Frontplatte gelegtes positives Signal von 2 Volt wird die Darstellung bei jeder eingestellten Helligkeit des Reglers INTENSITY ganz löschen. Mit der externen Strahlunterdrückung kann die Darstellung auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre nicht befriedigend helligkeitsmoduliert werden, sondern der Strahl nur entweder ein- oder ausgeschaltet werden. Strahlunterdrückungen mit Ablenksystemen (wie sie im Oszillografen Typ 422 verwendet werden) ergeben eine schlechte Graustufung.

15. Eichgenerator

Der im Oszillografen Typ 422 eingebaute Eichgenerator liefert ein geeichtes Signal für die Prüfung der vertikalen Verstärkung. In Stellung "Eichen über 4 Rasterteile" CALIBRATE 4 DIVISIONS der Eingangsspannungsteiler VOLTS/DIV wird das Signal intern an die Eingangsverstärker gelegt. Das Eichspannungssignal ist auch sehr geeignet für die Prüfung und den Abgleich der Tastkopfkompensation, wie sie in der Anleitung des Tastkopfs beschrieben ist. Zusätzlich kann der Eichgenerator auch als geeignete Signalquelle für die Anwendung an externen Einrichtungen verwendet werden.

16. Grundlegende Anwendungen

Die nachfolgenden Angaben beschreiben Verfahren und Technik für die Durchführung grundlegender Messungen mit dem Oszillografen Typ 422. Es wurde nicht versucht, diese Anwendungen einzeln zu beschreiben, da jede Anwendung den individuellen Erfordernissen angepaßt werden muß. Vertrautheit mit dem

K.D.K 099

Tektronix Copyright

Typ 422 ermöglicht dem Bedienenden, diese grundlegenden Techniken für eine Vielzahl von Anwendungen zu verwenden.

16.1. Messung des Spitzen-Spitzenwertes einer Spannung

Um den Spitzen-Spitzenwert einer Spannung zu messen, kann nachfolgendes Verfahren angewendet werden:

1. Das Signal wird an einen der Eingänge INPUT gelegt.

2. Der Betriebsartschalter wird für die Darstellung auf den verwendeten Kanal gestellt.

3. Der Eingangsabschwächer VOLTS/DIV wird eingestellt, daß eine Darstellung von ungefähr 6 Rasterteilen des Signals erhalten wird.

4. Der Schalter für die Eingangskopplung AC GND DC wird auf AC gestellt.

BEMERKUNG

Für niederfrequente Signale unter ungefähr 20 Hz soll die Stellung DC, Gleichspannungskopplung, verwendet werden, um eine Abschwächung zu verhüten.

5. Die Bedienungs-Elemente der Triggerung werden eingestellt, um eine stehende Darstellung zu erhalten. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird auf eine Stellung gebracht, daß die Darstellung mehrere Schwingungen des Signals enthalten wird.

6. Mit dem Lageregler POSITION wird die Darstellung so eingestellt, daß der untere Abschnitt des Signals mit einer der Rasterlinien unter der Rastermittellinie zur Deckung kommt und daß der obere Abschnitt des Signals im Betrachtungsfeld liegt. Mit dem horizontalen Lageregler POSITION wird die Darstellung verschoben,

daß eine der oberen Spitzen in die Nähe der vertikalen Rastermittellinie zu liegen kommt (siehe Bild 10).

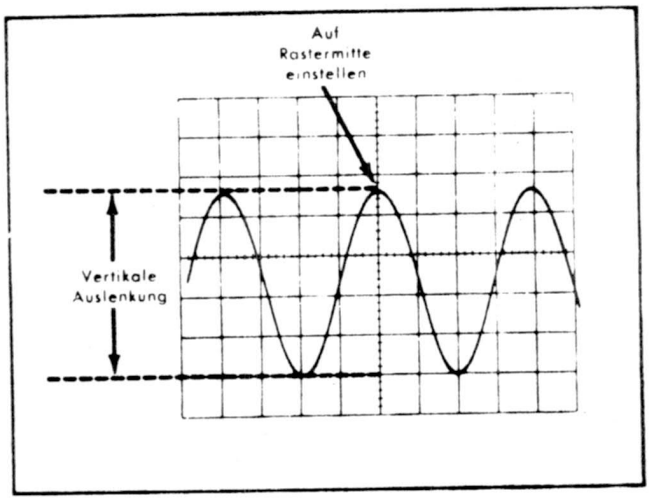


Bild 10

Messung des Spitzen-Spitzenwertes der Spannung eines Signals

7. Die vertikale Auslenkung von Spitze zu Spitze wird in Rasterteilen gemessen. Der Einstellregler VARIABLE VOLTS/DIV muß zu diesem Zweck in der geeichten Stellung CAL sein.

BEMERKUNG

Diese Technik kann auch verwendet werden, um Messungen zwischen zwei Punkten eines Signals anstelle der Messung von Spitze zu Spitze zu machen.

8. Die in Schritt 7 gemessene Distanz wird mit dem Einstellwert des Schalters VOLTS/DIV multipliziert. Allenfalls ist auch der Abschwächerfaktor des Tastkopfs zu berücksichtigen.

Beispiel:

Als Beispiel dieser Meßmethode wird angenommen, daß die vertikale Auslenkung von Spitze zu Spitze 4,6 Teile (siehe Bild 10) betrage, daß ferner ein 10-X-Abschwächer-Tastkopf verwendet wurde und der Eingangsabschwächer VOLTS/DIV auf 0,5 stehe.

KDK 339

Tektronix Copyright

$$Volt_{ss} = \text{Vertikale Auslenkung (Teile)} \times \text{Einstellwert Volt/Teil} \times \text{Tastkopf-Abschwächerfaktor}$$

Durch Einsetzen der gegebenen Werte ergibt sich:

$V_{ss} = 4{,}6 \times 0{,}5\ V \times 10$

Der Spitzen-Spitzenwert der Spannung beträgt 23 Volt.

16.2. Messung des Momentanwertes einer Spannung

Um den Gleichspannungspegel an einem gegebenen Punkt eines Signals zu messen, wird folgendes Verfahren verwendet:

1. Das Signal wird an einen der Eingänge INPUT gelegt.
2. Der Betriebsartschalter wird für die Darstellung auf den verwendeten Kanal gestellt.
3. Der Eingangsabschwächer VOLTS/DIV wird eingestellt, daß eine Darstellung von ungefähr 6 Rasterteilen des Signals erhalten wird.
4. Der Schalter für die Eingangskopplung AC GND DC wird auf GND gestellt.
5. Der Triggerniveau-Regler LEVEL wird auf AUTO gestellt.
6. Die Lage der Strahlspur wird auf die unterste Linie des Rasters oder eine andere Referenzlinie gelegt. Ist die Spannung bezogen auf Masse negativ, dann wird die Bildspur auf die oberste Linie des Rasters gelegt. Nach Festlegung dieser Referenzlinie soll der vertikale Lageregler POSITION nicht mehr verstellt werden.

K.D.K 099

BEMERKUNG

Um das Spannungsniveau inbezug auf eine andere Spannung als Erde zu messen, werden folgende Änderungen in Schritt 6 durchgeführt. Der Schalter für die Eingangskopplung AC GND DC wird auf DC gestellt. Die Referenzspannung wird an den Eingang INPUT gelegt und die Strahlspur auf die Referenzlinie verschoben.

7. Der Schalter für die Eingangskopplung AC GND DC wird auf DC gebracht. Die Null-Referenzlinie kann jederzeit durch Schalten in die Stellung GND überprüft werden.

8. Die Bedienungs-Elemente der Triggerung werden für eine stabile Darstellung eingestellt. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird eingestellt, daß die Darstellung das gewünschte Signal zeigt.

9. Der Abstand zwischen der Referenzlinie und dem Punkt auf dem Signal, an welchem der Gleichspannungspegel gemessen werden soll, wird in Rasterteilen gemessen. In Bild 11 wird z.B. die Messung zwischen der Referenzlinie und Punkt a gemacht.

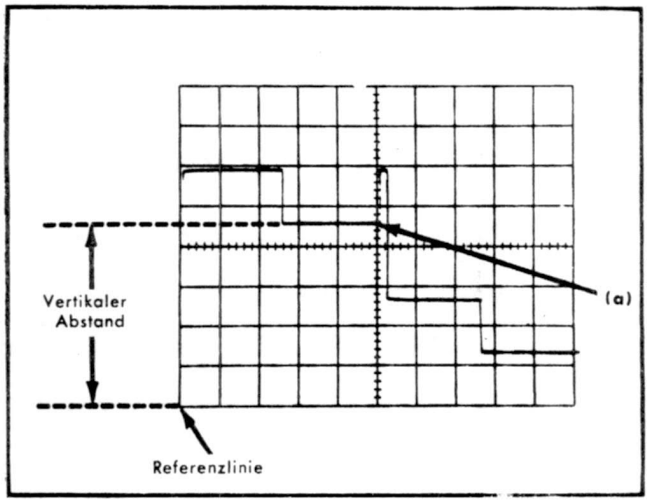


Bild 11

Messung des Momentanwertes einer Spannung bezogen auf eine Referenz

10. Die Polarität des Signals wird festgestellt. Ist das Signal oberhalb der Referenzlinie, dann ist die Spannung positiv, ist sie unter der Linie, ist die Spannung negativ.

K.D.K 099

Tektronix Copyright

11. Die in Schritt 9 gemessene Distanz wird mit dem Einstellwert des Schalters VOLTS/DIV multipliziert. Bei Verwendung eines Tastkopfs ist sein Abschwächerfaktor zu berücksichtigen.

Beispiel:

Als Beispiel dieser Meßmethode wird angenommen, daß der vertikale Abstand mit 4,6 Teilen gemessen werde (siehe Bild 11), das Signal oberhalb der Referenzlinie liege, daß ferner ein 10-X-Abschwächer-Tastkopf verwendet werde und der Einstellwert des Schalters VOLTS/DIV 2 sei.

Unter Verwendung der Formel:

Momentan-wert der Spannung	=	Vertikaler Abstand (Teile)	x	Polarität	x	Einstell-wert Volt/Teil	x	Tastkopf-Abschwächer-faktor

Durch Einsetzen der gegebenen Werte ergibt sich:

Momentanwert der Spannung = 4,6 x + 1 x 2V x 10

Der Momentanwert der Spannung ist + 92V.

16.3. Messung von Vergleichsspannungen

Bei gewissen Anwendungen mag es wünschbar sein, eine Folge von Ablenkfaktoren festzulegen, die unterschiedlich von den angezeigten Werten des Schalters VOLTS/DIV sind. Dies ist besonders für Vergleiche von Signalen von Vorteil, die genaue Vielfache einer gegebenen Spannungsamplitude sind. Zur Bestimmung einer Folge von Ablenkfaktoren, die sich auf eine spezifische Referenzamplitude beziehen, wird wie folgt vorgegangen:

1. Ein Referenzsignal von bekannter Amplitude wird an den Eingang INPUT gelegt, und die Bedienungs-Elemente VOLTS/DIV und VARIABLE werden so eingestellt, daß die dargestellte Amplitude eine genaue Anzahl von Rasterteilen einnimmt. Nach Einstellung der gewünschten Auslenkung soll der Regler VARIABLE nicht mehr verstellt werden.

2. Die Amplitude des Referenzsignals (Volt) wird durch das Produkt der Auslenkung in Rasterteilen (in Schritt 1 festgelegt) und des eingestellten Wertes der Schalterstellung VOLTS/DIV dividiert. Das Ergebnis ist der Umrechnungsfaktor der Ablenkung.

$$\text{Umrechnungsfaktor der Ablenkung} = \frac{\text{Referenzsignal-Amplitude (Volt)}}{\text{Auslenkung (in Rasterteilen)} \times \text{Einstellwert VOLTS/DIV}}$$

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

$$\text{Eingestellter Ablenkfaktor} = \text{Einstellwert VOLTS/DIV} \times \text{Umrechnungsfaktor der Ablenkung}$$

Dieser eingestellte Ablenkfaktor gilt nur für den verwendeten Kanal und ist nur richtig, wenn der Regler VARIABLE von seiner in Schritt 1 festgelegten Stellung nicht verstellt wird.

4. Um den Spitzen-Spitzenwert der Amplitude eines zu vergleichenden Signals zu bestimmen, wird das Referenzsignal abgetrennt und das Meßsignal an den Eingang gelegt.

5. Der Schalter VOLTS/DIV wird so eingestellt, daß eine Darstellung mit genügend großer Amplitude erhalten wird, um die Messung durchzuführen. Der Regler VARIABLE VOLTS/DIV darf dabei nicht verstellt werden.

K D K 639

Tektronix Copyright

6. Der vertikale Abstand wird in Rasterteilen gemessen und die Amplitude unter Verwendung nachfolgender Formel bestimmt:

Signal-Amplitude = Eingestellter Ablenkfaktor × Auslenkung (Rasterteile)

Beispiel:

Als Beispiel dieser Meßmethode wird angenommen, das Referenzsignal habe eine Amplitude von 30 V, der Einstellwert des Schalters VOLTS/DIV betrage 5 und es werde eine Ablenkung von 4 Teilen dargestellt. Durch Einsetzen dieser Werte in die Formel für den Umrechnungsfaktor der Ablenkung (Schritt 2) ergibt sich:

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

Dann ergibt bei einem Einstellwert des Schalters VOLTS/DIV von 10 der eingestellte Ablenkfaktor (Schritt 3):

Eingestellter Ablenkfaktor = 10 x 1,5 = 15 Volt/Teil

Zur Bestimmung des Spitzen-Spitzenwertes der Amplitude eines angelegten Signals, das eine vertikale Auslenkung von 4,5 Teilen bewirkt, wird die Formel für die Signal-Amplitude (Schritt 6) verwendet:

Signal-Amplitude = 15 x 4,5 = 67,5 V

16.4. Messung der Zeitdauer

Um die Zeit zwischen zwei Punkten eines Signals zu messen, wird das folgende Verfahren verwendet:

1. Das Signal wird an einen der Eingänge INPUT gelegt.

2. Der Betriebsartschalter wird für die Darstellung des Signals von ungefähr 5 Teilen eingestellt.

K D K 099

3. Mit dem Schalter VOLTS/DIV wird eine Darstellung des Signals von ungefähr 5 Teilen eingestellt.

4. Der Triggerniveau-Regler LEVEL wird auf AUTO gestellt.

5. Mit dem Zeitbasisschalter TIME/DIV wird die schnellste Zeitablenkgeschwindigkeit gewählt, bei der die Darstellung zwischen den Zeitmeßpunkten weniger als 8 Teile ist (siehe Bild 12). Siehe den Abschnitt "Wahl der Ablenkgeschwindigkeit" in diesem Teil betreffend die Nichtlinearität des ersten und letzten Teils des Rasterfeldes.

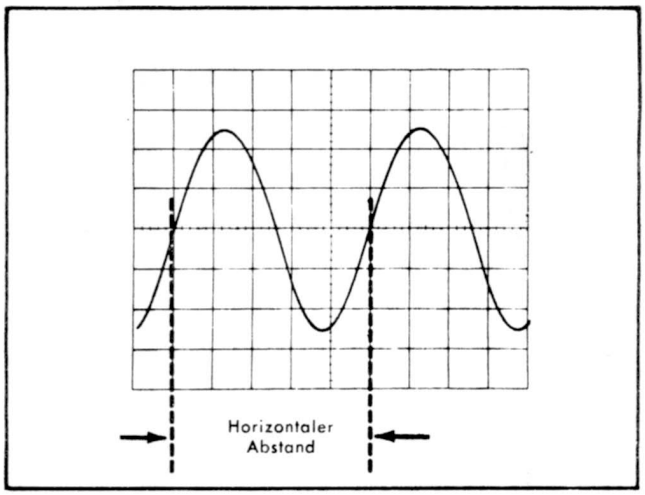


Bild 12

Messung der Zeitdauer zwischen Punkten eines Signals

6. Mit dem vertikalen Lageregler POSITION werden die Punkte, zwischen denen die Zeitmessung vorgenommen wird, auf die horizontale Rastermittellinie gelegt.

7. Mit dem horizontalen Lageregler POSITION wird der Anfangspunkt der Zeitmessung auf die erste Rasterlinie gebracht.

8. Der horizontale Abstand zwischen den Zeitmeßpunkten wird in Rasterteilen gemessen. Der Einstellregler VARIABLE TIME/DIV muß in geeichter Stellung CAL stehen.

K D K 059

Tektronix Copyright

9. Die in Schritt 8 gemessene Distanz wird mit dem Einstellwert des Schalters TIME/DIV multipliziert. Bei Verwendung der Zeitablenkdehnung wird das Ergebnis durch 10 dividiert.

Beispiel:

Als Beispiel dieser Meßmethode wird angenommen, daß der Abstand zwischen den Zeitmeßpunkten 5 Teile sei (siehe Bild 12), der Schalter TIME/DIV auf 0,1 ms stehe und der Schalter für die Zeitablenkdehnung ausgeschaltet sei.

Unter Verwendung der Formel:

$$\text{Zeitdauer} = \frac{\text{Horizontaler Abstand (Teile)} \times \text{TIME/DIV Einstellwert}}{\text{Zeitablenkdehnung}}$$

Durch Einsetzen der gegebenen Werte ergibt sich:

$$\text{Zeitdauer} = \frac{5 \times 0{,}1 \text{ ms}}{1}$$

Die Zeitdauer beträgt 0,5 ms.

16.5. Frequenzmessungen

Die Frequenz eines periodisch sich wiederholenden Signals kann wie folgt bestimmt werden:

1. Der Zeitabschnitt einer Schwingung eines Signals wird, wie in der vorhergehenden Anwendung beschrieben, gemessen.
2. Die Frequenz eines Signals ist der reziproke Wert der Zeitdauer einer Schwingung.

KDK 099

Beispiel:

Als Beispiel dieser Meßmethode wird die Frequenz des in Bild 12 gezeigten Signals, das eine Zeitdauer von 0,5 ms hat, bestimmt:

$$\text{Frequenz} = \frac{1}{\text{Zeitdauer}} = \frac{1}{0{,}5\ \text{ms}} = 2\ \text{kHz}$$

16.6. Messung der Anstiegszeit

Für das Messen der Anstiegszeit wird grundsätzlich die gleiche Technik verwendet wie für die Messung der Zeitdauer. Der Hauptunterschied besteht in den Punkten, zwischen denen die Messungen durchgeführt werden. Das nachfolgende Verfahren gibt die grundlegende Methode für die Messung der Anstiegszeit zwischen den 10%- und 90%-Amplitudenpunkten des Signals.

1. Das Signal wird an einen der Eingänge INPUT gelegt.

2. Der Betriebsartschalter wird für die Darstellung auf den verwendeten Kanal gestellt.

3. Die Bedienungs-Elemente VOLTS/DIV und VARIABLE werden so eingestellt, daß die Amplitude der Darstellung eine genaue Anzahl von Rasterteilen einnimmt.

4. Der Zeitbasisschalter TIME/DIV wird auf die schnellste Zeitablenkgeschwindigkeit gestellt, die eine Darstellung von weniger als 8 Teilen zwischen den 10%- und 90%-Amplituden-Punkten des Signals darstellen.

5. Die 10 %- und 90 %-Punkte des ansteigenden Abschnitts des Signals werden bestimmt. Die in Tabelle 1 angegebenen Werte gelten für die Punkte 10 % über dem Beginn des ansteigenden Abschnitts und 10 % unterhalb der Spitze des ansteigenden Abschnitts (90 %).

KDK 099

Tektronix Copyright

Tabelle 1

Rasterteile der Darstellung	10 %- und 90 %-Punkte
4	0,4 Teile
5	0,5 Teile
6	0,6 Teile
7	0,7 Teile
8	0,8 Teile

6. Mit dem horizontalen Lageregler POSITION wird der 10 %-Punkt des Signals auf die erste Rasterlinie gebracht. Der 10%-Punkt einer Darstellung über 6 Rasterteile würde z.B. 0,6 Teile oberhalb des Beginns des ansteigenden Abschnitts sein (siehe Bild 13).

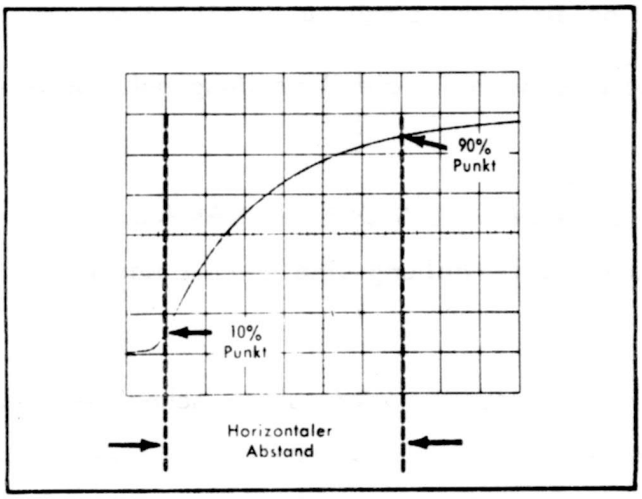


Bild 13

Messung der Anstiegszeit

7. Mit dem vertikalen Lageregler wird der 90%-Punkt abwärts auf die Rastermittellinie verschoben.

8. Der horizontale Abstand zwischen den 10%- und 90%-Punkten wird gemessen. Dabei muß der Regler VARIABLE TIME/DIV in Stellung CAL stehen.

K D K 009

9. Der in Schritt 8 gemessene Abstand wird mit dem Einstellwert des Zeitbasisschalters TIME/DIV multipliziert. Bei Verwendung der Zeitablenkdehnung wird das Ergebnis durch 10 dividiert.

Beispiel:

Als Beispiel dieser Meßmethode sei der Abstand zwischen den 10%- und 90%-Punkten 6 Teile (siehe Bild 13), und bei eingeschalteter Zeitablenkdehnung stehe der Schalter TIME/DIV auf 1 µs.
Unter Verwendung der Formel für die Zeitdauer ist die Anstiegszeit bestimmt:

$$\text{Zeitdauer (Anstiegszeit)} = \frac{\text{Horizontaler Abstand (Teile)} \times \text{TIME/DIV Einstellung}}{\text{Zeitablenkdehnung}}$$

Durch Einsetzen der erhaltenen Werte ergibt sich:

$$\text{Anstiegszeit} = \frac{6 \times 1\ \mu s}{10} = 0{,}6\ \mu s$$

16.7. Zeitdifferenz-Messungen

Die geeichten Zeitablenkgeschwindigkeiten und die Zweispur-Einrichtung des Oszillografen Typ 422 ermöglichen die Messung von Zeitdifferenzen zwischen zwei Vorgängen. Zeitdifferenz-Messungen werden wie folgt durchgeführt:

1. Die Schalter für die Wahl der Eingangskopplung AC GND DC werden auf gleiche Stellungen gebracht, abhängig von der gewünschten Art der Eingangskopplung.

2. Der Betriebsartschalter wird entweder auf CHOPPED oder ALT gestellt. Im allgemeinen eignet sich die Stellung CHOPPED besser für niederfrequente und die Stellung ALT für hochfrequente Signale.

K.D.K. 099

Tektronix Copyright

Nähere Angaben über die Bestimmung der Betriebsart befinden sich unter den Titeln "Triggerquelle" und "Zweispur-Betrieb" in diesem Teil.

3. Der Schalter für die Triggerquelle wird auf CH 1 gestellt.

4. Das Bezugssignal wird an Eingang INPUT 1 und das Vergleichssignal an Eingang INPUT 2 gelegt. Das Bezugssignal soll dem Vergleichssignal zeitlich voreilen. Für den Anschluß der Signale an die Eingänge INPUT sollen koaxiale Kabel oder Tastköpfe mit gleichen Verzögerungszeiten verwendet werden.

5. Sind die Signale von entgegengesetzter Polarität, wird der Schalter INVERT gezogen, um die Darstellung von Kanal 2 umzukehren.

6. Die Schalter VOLTS/DIV werden so eingestellt, daß eine vertikale Auslenkung von 4 oder 5 Teilen erhalten wird.

7. Der Triggerniveau-Regler LEVEL wird für eine stabile Darstellung eingestellt.

8. Mit dem Zeitbasisschalter TIME/DIV wird eine Ablenkgeschwindigkeit eingestellt, damit ein Abstand von 3 oder 4 Teilen zwischen den beiden Signalen erhalten wird.

9. Die Signale (oder die Punkte auf der Darstellung, zwischen denen die Messung durchgeführt wird) werden mit den entsprechenden Lagereglern POSITION inbezug auf die horizontale Mittellinie zentriert.

10. Mit dem horizontalen Lageregler POSITION wird das Signal von Kanal 1 (Bezugssignal) so verschoben, daß das Signal die horizontale Rastermittellinie bei einer vertikalen Rasterlinie schneidet.

11. Der Abstand zwischen dem Signal von Kanal 1 und dem Signal von Kanal 2 (siehe Bild 14) wird gemessen.

KDK 099

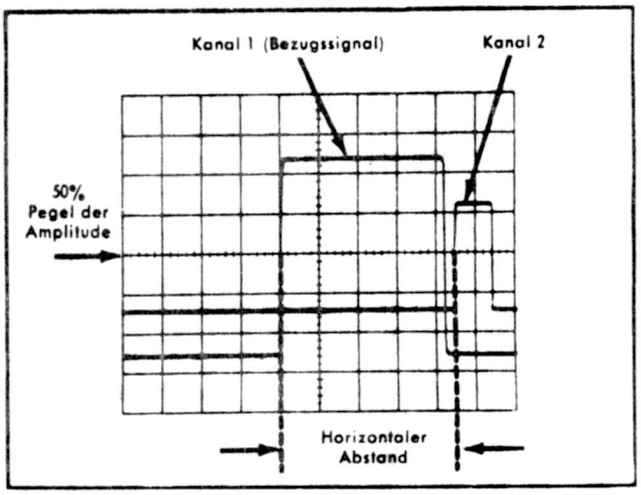


Bild 14

Messung des Zeitunterschieds zwischen zwei Impulsen

12. Die gemessene Distanz wird mit dem Einstellwert des Schalters TIME/DIV multipliziert, und bei Verwendung der Zeitablenkdehnung wird das Ergebnis durch 10 dividiert.

Beispiel:

Es stehe z.B. bei eingeschalteter Zeitablenkdehnung der Schalter TIME/DIV auf 50 µs und es werde eine horizontale Distanz zwischen den Signalen von 4,5 Teilen gemessen (siehe Bild 14).

Unter Verwendung der Formel:

$$\text{Zeitverzögerung} = \frac{\text{TIME/DIV Einstellwert} \times \text{Horizontaler Abstand (Teile)}}{\text{Zeitablenkdehnung}}$$

Durch Einsetzen der erhaltenen Werte ergibt sich:

$$\text{Zeitverzögerung} = \frac{50\ \mu s \times 4{,}5}{10}$$

Die Zeitverzögerung beträgt 22,5 µs.

Tektronix Copyright

16.8. Mehrkanal-Phasendifferenz-Messungen

Der Phasenvergleich zweier Signale mit gleicher Frequenz läßt sich unter Verwendung der Zweispur-Einrichtung des Oszillografen Typ 422 durchführen. Um den Vergleich vorzunehmen, kann folgendes Verfahren verwendet werden:

1. Die Schritte 1 bis 7 des in Abschnitt "Zeitdifferenz-Messungen" aufgeführten Verfahrens werden durchgeführt.

2. Mit dem Zeitbasisschalter TIME/DIV wird eine Ablenkgeschwindigkeit gewählt, daß eine Darstellung von etwas weniger als einer ganzen Schwingung des Signals erhalten wird.

3. Die Einstellregler VARIABLE VOLTS/DIV werden so eingestellt, daß die Darstellungen gleich groß sind und eine Amplitude von ungefähr 6 Teilen haben. Wenn nötig, muß der Schalter VOLTS/DIV nachgestellt werden, damit Darstellungen von gleicher Amplitude erhalten werden.

4. Mit den vertikalen Lagereglern POSITION werden die Signale in Rastermitte zentriert.

5. Der Regler VARIABLE TIME/DIV wird so weit gedreht, daß eine Periode des Referenzsignals (Kanal 1) genau 9 Rasterteile horizontal einnimmt (siehe Bild 15). Jeder Rasterteil entspricht 40° einer Schwingung (360° dividiert durch 9 Teile = 40°/Teil). Die horizontale Ablenkung kann dadurch in Winkelgraden pro Teil ausgedrückt werden.

6. Der horizontale Abstand zwischen den entsprechenden Punkten der Signale wird gemessen. Es soll festgestellt werden, ob das Signal von Kanal 2 voreilend oder nacheilend auf das Bezugssignal von Kanal 1 ist.

KDK 089

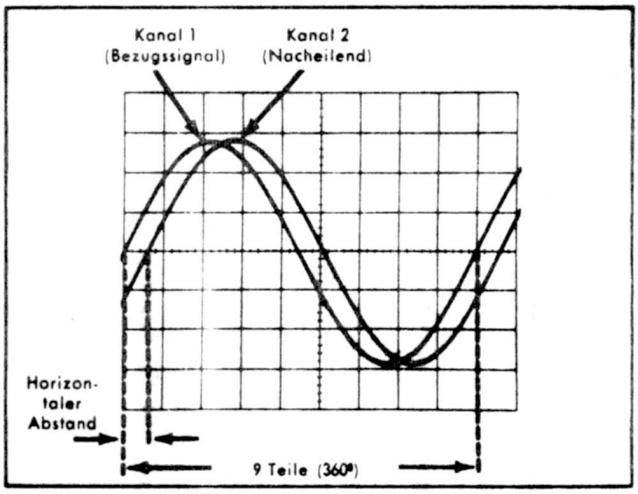


Bild 15

Messung der Phasendifferenz

7. Die gemessene Distanz (in Rasterteilen) wird mit 40°/Teil (horizontale Ablenkung) multipliziert, um die genaue Größe der Phasendifferenz zu erhalten.

Beispiel:

Der horizontale Abstand sei 0,6 Teile bei einer horizontalen Ablenkung von 40°/Teil, wie in Bild 15 gezeigt.

Unter Verwendung der Formel:

Phasen-unterschied	=	Horizontaler Abstand (Teile)	x	Horizontale Ablenkung (Grad/Teil)

Durch Einsetzen der erhaltenen Werte ergibt sich:

Phasendifferenz = 0,6 x 40°

Die Phasendifferenz ist 24°.

16.8.1. Genauere Phasenmessungen

Genauere Phasenmessungen werden durch höhere Ablenkgeschwindigkeiten mit dem Schalter TIME/DIV erhalten. Am leichtesten kann die Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit mit der Zeitablenkdehnung erhalten werden. Die gedehnte

K D K 059

Tektronix Copyright

Zeitablenkgeschwindigkeit wird bestimmt durch Division der vorher eingestellten Ablenkgeschwindigkeit durch die Größe der Zeitablenkdehnung.

Beispiel:

Wird z.B. die Ablenkgeschwindigkeit um den Faktor 10 erhöht, dann wird die gedehnte horizontale Ablenkung 40° durch 10 = 4°/Teil. Bild 16 zeigt das gleiche Signal wie in Bild 15, jedoch mit eingeschalteter Dehnung. Bei einem horizontalen Abstand von 6 Teilen beträgt die Phasendifferenz:

Phasen-differenz	=	Horizontaler Abstand (Teile)	x	Gedehnte Ablenkung (Grad/Teil)

Durch Einsetzen der erhaltenen Werte ergibt sich:

Phasendifferenz = 6 x 4°

Die Phasendifferenz beträgt 24°.

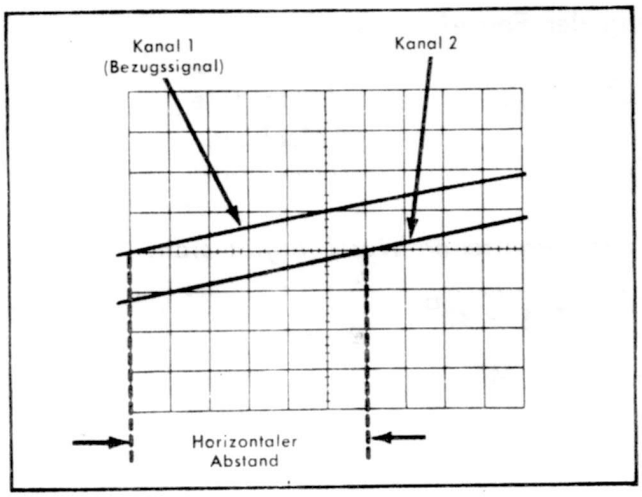


Bild 16

Genauere Phasenmessung durch erhöhte Ablenkgeschwindigkeit

17. Der Typ 422 als Triggerquelle

Üblicherweise liefert das darzustellende Signal das Triggersignal für den Oszillografen. In einigen Fällen mag es jedoch wünschbar sein, diesen Vorgang umzukehren und die Signalquelle durch den Oszillografen zu triggern.

KDK 669

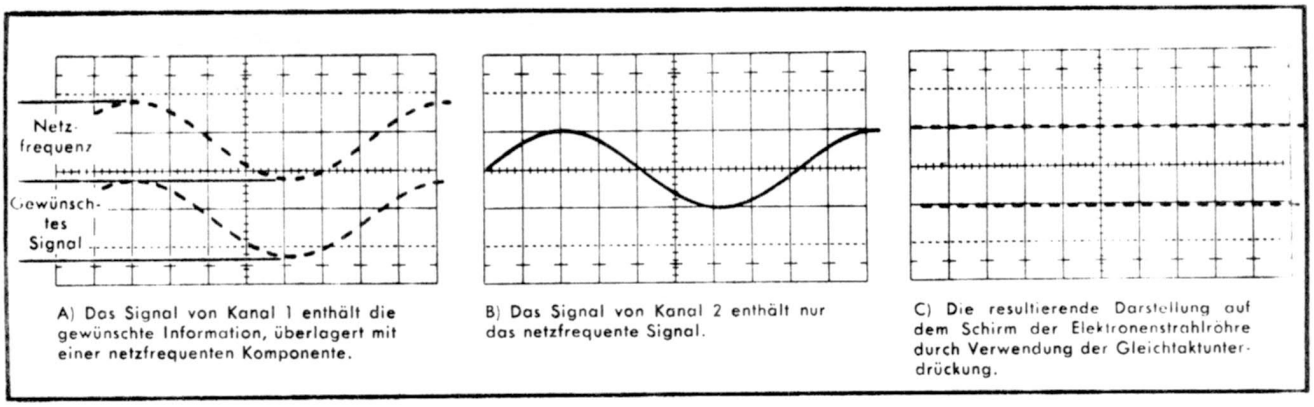
Zu diesem Zweck wird das Ausgangssignal der Torspannung von der Buchse GATE OUT des Typs 422 an den Eingang der Signalquelle gelegt. Der Triggerniveau-Regler LEVEL wird auf FREE RUN gestellt und der Schalter TIME/DIV für die gewünschte Darstellung eingestellt. Da die Signalquelle durch ein Signal getriggert wird, welches eine feste zeitliche Beziehung zur Zeitablenkung des Typs 422 hat, wird der Ausgang der Signalquelle eine stabile Darstellung auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre bewirken, als ob der Typ 422 in üblicher Weise getriggert worden wäre.

18. Gleichtakt-Unterdrückung

Die Einrichtung der algebraischen Addition des Oszillografen Typ 422 kann für die Darstellung von Signalen verwendet werden, welche unerwünschte Anteile enthalten. Diese unerwünschten Anteile können durch Gleichtakt-Unterdrückung ausgeschaltet werden. Die Vorsichtsmaßnahmen, die im Abschnitt "Algebraische Addition" angeführt wurden, müssen beachtet werden.

1. Das Signal, das sowohl die gewünschte wie auch die unerwünschte Information enthält, wird an den Eingang INPUT 1 gelegt.

2. Ein Signal, das dem unerwünschten Anteil des Signals von Kanal 1 gleich ist, wird an den Eingang INPUT 2 gelegt. In Bild 17 ist z.B. ein netzfrequentes Signal an Kanal 2 gelegt, um den netzfrequenten Anteil des Signals von Kanal 1 zu unterdrücken.



A) Das Signal von Kanal 1 enthält die gewünschte Information, überlagert mit einer netzfrequenten Komponente.

B) Das Signal von Kanal 2 enthält nur das netzfrequente Signal.

C) Die resultierende Darstellung auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre durch Verwendung der Gleichtaktunterdrückung.

Bild 17 Verwendung der Einrichtung ALG, ADD für die Gleichtakt-Unterdrückung

K D K 059

Tektronix Copyright

3. Beide Schalter für die Wahl der Eingangskopplung AC GND DC werden auf DC gestellt (auf AC, falls der Gleichspannungsanteil des Eingangssignals zu groß ist).

4. Der Betriebsartschalter wird auf ALT gebracht. Die Schalter VOLTS/DIV werden so eingestellt, daß die Signale ungefähr die gleiche Amplitude haben.

5. Der Schalter für die Wahl der Triggerquelle wird auf CH 1 und CH 2 gestellt.

6. Der Betriebsartschalter MODE wird auf ALG ADD gestellt. Der Schalter INVERT wird gezogen, so daß die Gleichtaktsignale von entgegengesetzter Polarität sind.

7. Der Schalter VOLTS/DIV von Kanal 2 und der zugehörige Regler VARIABLE werden eingestellt, daß eine maximale Unterdrückung der Gleichtaktsignale erreicht wird.

8. Das verbleibende Signal soll nur den gewünschten Anteil des Signals von Kanal 1 enthalten. Das unerwünschte Signal ist unterdrückt.

Beispiel:

Ein Beispiel dieser Betriebsart ist in Bild 17 gezeigt. Das an Kanal 1 angelegte Signal enthält unerwünschte netzfrequente Anteile (siehe Bild 17 A). Ein entsprechendes netzfrequentes Signal ist an Kanal 2 (Bild 17 B) angeschlossen. Bild 17 C zeigt den gewünschten Anteil des Signals, wie er bei Verwendung der Gleichtakt-Unterdrückung dargestellt wird.

K D K 089

NIXDORF COMPUTER AG PADERBORN