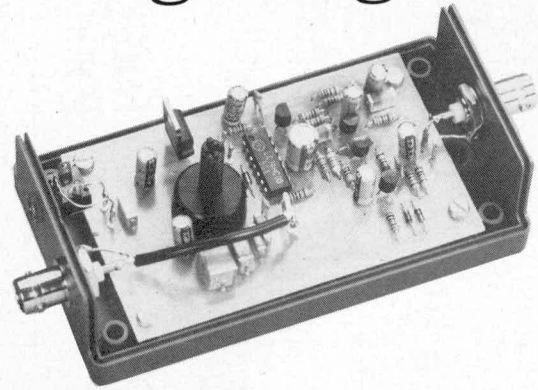
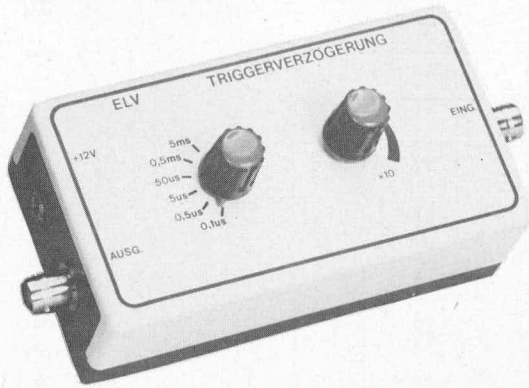


Oszilloskop-Triggerverzögerung



Mit der hier vorgestellten Triggerverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit (100 ns bis 50 ms) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, im Einstellbereich der Verzögerung, an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Neben dem Vorteil bei periodischen Vorgängen lassen sich auch ansteigende und abfallende Flanken, auf denen normalerweise getriggert wird, anschauen zu können, besteht zudem die Möglichkeit, durch anschließende Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit den interessierenden Zeitabschnitt zu dehnen und so die Auflösung zu erhöhen.

Bedienung und Funktion

Die Handhabung der ELV-Triggerverzögerung (auch Ablenkverzögerung genannt) ist denkbar einfach. Zunächst wird die Stromversorgung über ein handelsübliches 300 mA-Steckernetzteil angeschlossen. Der Spannungsbereich kann zwischen +9 V und +15 V schwanken.

Die Verbindung vom Ausgang der Triggerverzögerung zum externen Triggereingang des Oszilloskops erfolgt durch eine Standard-BNC-Verbindungsleitung.

An den Eingang der Triggerverzögerung wird ein Oszilloskop-Tastkopf angeschlossen, der je nach zu triggender Signalgröße auf 1:1 oder 10:1 zu schalten ist.

Ausgehend vom normalen Oszilloskop-Betrieb (interne Triggerung) wird das zu untersuchende Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden auf dem Bildschirm dargestellt.

Handelt es sich z. B. um ein Rechtecksignal ist üblicherweise die erste ansteigende Flanke auf dem Bildschirm nicht mehr sichtbar, da das Oszilloskop auf dieser Flanke triggert. Äquivalent dazu würde die abfallende erste Flanke nicht auf dem Bildschirm erscheinen, sofern das Oszilloskop auf negative Triggerung eingestellt wurde.

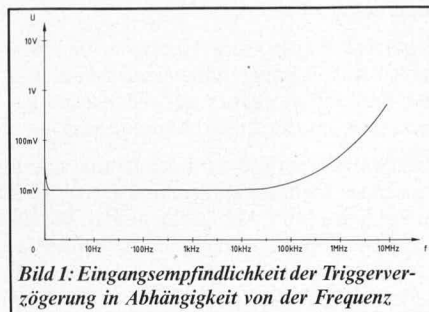
Soll die ansteigende Flanke genauer untersucht werden, muß die Ablenkgeschwindigkeit erhöht werden durch Drehung des Zeitbereichsschalters am Oszilloskop in Richtung kürzerer Ablenkzeiten. Bevor man zu einer hinreichenden Auflösung kommt, ist häufig, besonders bei steilen Flanken, dieser Signalteil nach rechts aus dem Bild gewandert.

Hier setzt die ELV-Triggerverzögerung ein, mit deren Hilfe die Auslösung der Zeitablenkung ab Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit verzögert werden kann, um damit

die Zeitablenkung an einer Stelle zu starten, die kurz vor dem zu betrachtenden Signal-Zeitabschnitt liegt.

Hierzu wird die ELV-Triggerverzögerung zunächst in ihren kleinsten Bereich gebracht (Dreheswitcher auf 100 ns = 0,1 µs und Potentiometer auf „x 1“). Der für die Triggerverzögerung zuständige Tastkopf wird zusätzlich zum bereits angeschlossenen Oszilloskop-Tastkopf an das zu untersuchende Eingangssignal gelegt.

Als nächstes wird am Oszilloskop auf externe Triggerung umgeschaltet. Durch Auswahl der Abschwächung am Tastkopf für die Triggerverzögerung (1:1 oder 10:1) kann ggf. die Triggerung optimiert werden. Der eingebaute Vorverstärker besitzt eine hohe Eingangsempfindlichkeit von typ. 20 mV im unteren und mittleren Frequenzbereich, die bis auf ca. 800 mV in der Nähe der oberen Grenzfrequenz von 10 MHz abnimmt. In Bild 1 ist der betreffende Kurvenverlauf dargestellt. Bei den häufig zu untersuchenden steilflankigen Signalen mit ausgeprägter Grundfrequenz arbeitet diese Triggerung sehr sicher, während bei extremen Signalmischen in manchen Fällen nur eine wesentlich aufwendigere Vorverstärker-/Triggererschaltung ein stehendes Bild ermöglicht.



Durch schrittweises Verdrehen des sechsstelligen Stufenschalters wird jetzt der Zeitbe-

reich des zu untersuchenden Signales möglichst weit an den linken Bildrand verschoben. Wurde eine Stufe zu weit gedreht, verschwindet der zu untersuchende Zeitbereich nach links aus dem Bild. Hier ist dann die nächste kürzere Verzögerungszeit zu wählen. Mit dem Einstellpoti „x 1 bis x 10“ kann nun eine feinfühligere kontinuierliche Verschiebung des interessierenden Zeitbereiches des zu untersuchenden Signals vorgenommen werden. Die optimale Einstellung ist dadurch gegeben, daß der Start der Zeitablenkung des Oszilloskops unmittelbar vor dem interessierenden Zeitabschnitt des zu untersuchenden Signals beginnt, d. h. der Kurventeil, der näher untersucht werden soll, ist ganz an den linken Oszilloskop-Bildrand geschoben.

Jetzt kann durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit (Drehung des Zeitbasischalters in Richtung kürzerer Ablenkzeiten) eine Dehnung des zu untersuchenden Signalbereiches vorgenommen werden, ohne daß dieser aus dem Bild herausläuft. Ggf. kann durch Feinabgleich der Triggerverzögerung mit Hilfe des Einstellpotis eine Korrektur der Signallage auf dem Bildschirm erfolgen.

Wesentliche Voraussetzung für das einwandfreie Arbeiten der ELV-Triggerverzögerung sind sich periodisch wiederholende Signale, die eine eindeutige Triggermöglichkeit bieten.

Zur Schaltung

Das zu triggende und anschließend zu verzögernde Eingangssignal im Bereich zwischen 20 Hz und 10 MHz wird gleichspannungsmäßig mit Hilfe von C 1 entkoppelt und durch R 1 auf das Massepotential der Schaltung bezogen. Über die Parallelschaltung C 2/R 2 gelangt das Signal auf das Gate des als Impedanzwandler geschalteten FETs T 1 des Typs BF 245 C. D 1, D 2 dienen dem Schutz vor Überspannungen.

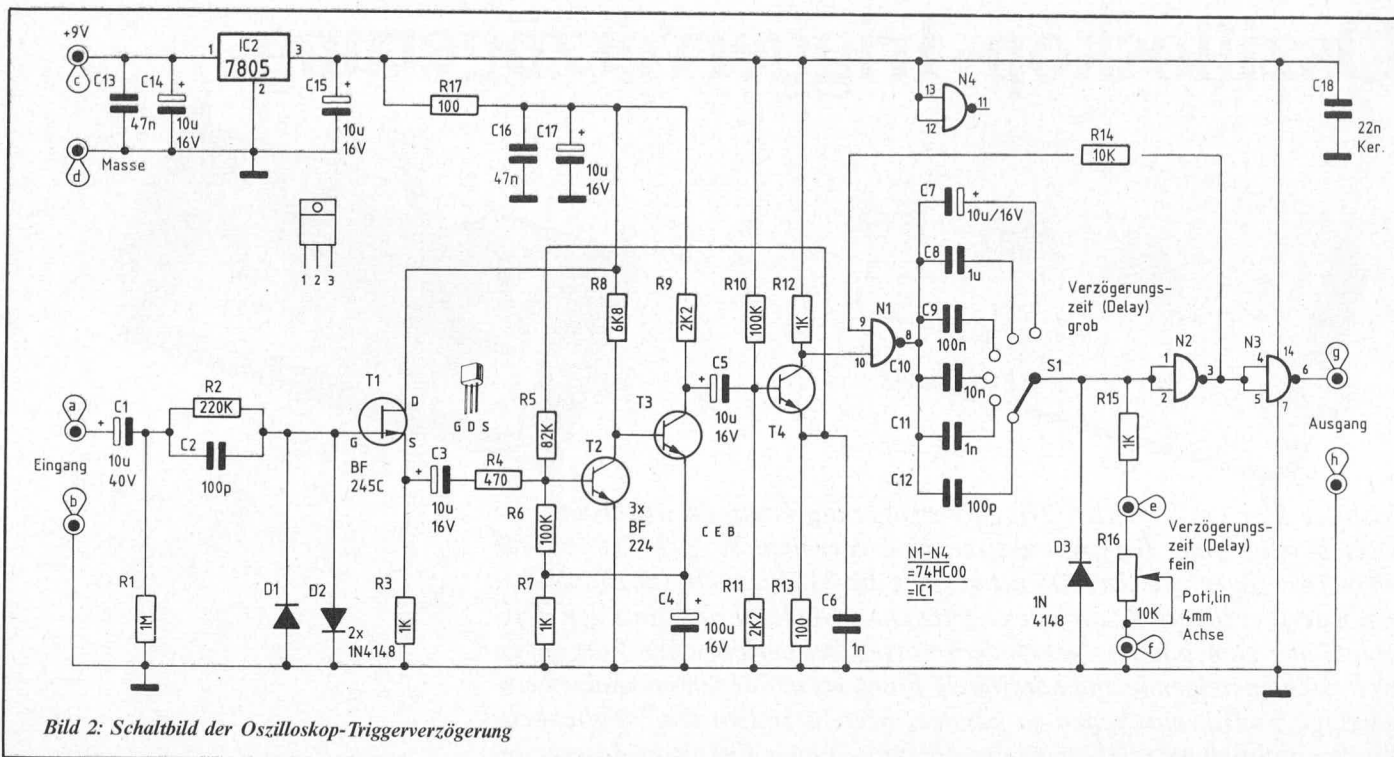


Bild 2: Schaltbild der Oszilloskop-Triggervverzögerung

Die Spannungsfestigkeit des Eingangs liegt bei 20 V_{eff}, wobei kurzzeitige Spannungsspitzen bis zu 100 V dem Gerät keinen Schaden zufügen können.

Am Lastwiderstand R 3 steht das aufbereitete und gepufferte Signal zur Verfügung. Über C 3, R 4 gelangt es auf die Basis von T 2 der nachfolgenden Verstärkerstufe.

T 2 und T 3 sind gleichspannungsmäßig gekoppelt und besitzen über die Kombination R 6, R 7 sowie C 4 eine automatische Arbeitspunkteinstellung.

Am Kollektor von T 3 wird das verstärkte Signal abgenommen und über C 5 auf die Endstufe bestehend aus T 4 mit Zusatzbeschaltung gegeben. Der Arbeitspunkt dieses Transistors wird mit Hilfe des Spannungsteilers R 10, 11 festgelegt. Am Emitter-Strombegrenzungswiderstand R 13 wird eine Rückführungsspannung abgegriffen und über R 5 zusätzlich auf die Basis der Vorverstärkerstufe T 2 gegeben. Hierdurch erfolgt eine zusätzliche Rückkopplung zur Arbeitspunktstabilisierung dieses Verstärkerteiils.

Am Kollektor von T 4 steht ein sauberes, weitgehend störspannungsfreies Rechtecksignal zur Verfügung, das zur direkten Ansteuerung des Eingangs (Pin 10) der Monoflop-Schaltung geeignet ist. (N 1, 2 mit Zusatzbeschaltung).

Bei jeder negativen Flanke (Wechsel von „high“ nach „low“) an Pin 10 von N 1 erfolgt am Ausgang (Pin 8) ein Potentialwechsel von „low“ (ca. 0 V) auf „high“. Dieser Wechsel wird über einen der Kondensatoren C 7 bis C 12 sowie S 1 auf die beiden parallel geschalteten Eingänge (Pin 1, 2) des nachfolgenden Gatters N 2 gegeben. Dessen Ausgang (Pin 3) springt im selben Moment auf „low“ und bewirkt damit an Pin 9 von N 1 eine Selbsthaltung, unabhängig vom Eingangsspegel an Pin 10.

Die Verzögerungszeit (Monozeit) wird durch einen der Kondensatoren C 7 bis C 12 (je

nach Stellung von S 1) in Verbindung mit R 15, R 16 festgelegt. Nach Ablauf dieser Zeit ist die Spannung an den Eingängen Pin 1, 2 von N 2 soweit in Richtung Massepotential abgefallen, daß der Ausgang (Pin 3) wieder auf „high“ springt. Hierdurch wird auch das Gatter N 1 an Pin 9 freigegeben, so daß ein weiterer negativer Spannungssprung an Pin 10 einen neuen Verzögerungsablauf starten kann. D 3 dient zur schnelleren Entladung der zeitbestimmenden Kondensatoren nach Ablauf der Monozeit.

Das Gatter N 3 nimmt eine weitere Invertierung und Pufferung vor.

Am Platinenanschlußpunkt „g“ das entsprechende aufbereitete Signal mit TTL-Pegel zur externen Triggereung eines Oszilloskops zur Verfügung. Die steigende Flanke ist nahezu unverzögert, während die fallende Flanke den verzögerten Zeitpunkt markiert. Je nachdem, ob die externe Triggereung am Oszilloskop auf positive oder negative Triggereung eingestellt ist, kann somit zwischen beiden Funktionen gewählt werden.

Zum Nachbau

Bis auf die 3 Buchsen und das Einstellpoti sind sämtliche Bauelemente auf einer einzigen, übersichtlich gestalteten Leiterplatte untergebracht.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente anhand des Bestückungsplanes auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Zweckmäßigerweise wird die Platine in ein passendes Gehäuse eingebaut. Zuvor sind entsprechend der Abbildung an den beiden Stirnseiten die Bohrungen für die BNC-Eingang- und Ausgangsbuchse sowie die 3,5 mm-Klinkenbuchse zur Stromversorgung einzubringen. Danach sind die Buchsen durch die Bohrungen zu stecken und fest zu verschrauben.

Die Befestigung der Leiterplatte im Gehäuse erfolgt über 4 Schrauben M 3 x 6 mm.

Die Eingangsbuchse wird mit zwei kurzen Silberdrahtabschnitten an die entsprechenden Platinenanschlußpunkte gelötet (Zentralstift der Buchse an den Platinenanschlußpunkt „a“ und Außenanschluß der Buchse an Platinenanschlußpunkt „b“). Die 3,5 mm-Klinkenbuchse wird entsprechend der Abbildung 3 ebenfalls über 2 kurze Silberdrahtabschnitte an die entsprechenden Platinenanschlußpunkte gelegt.

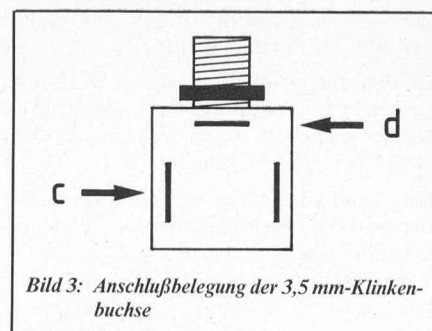
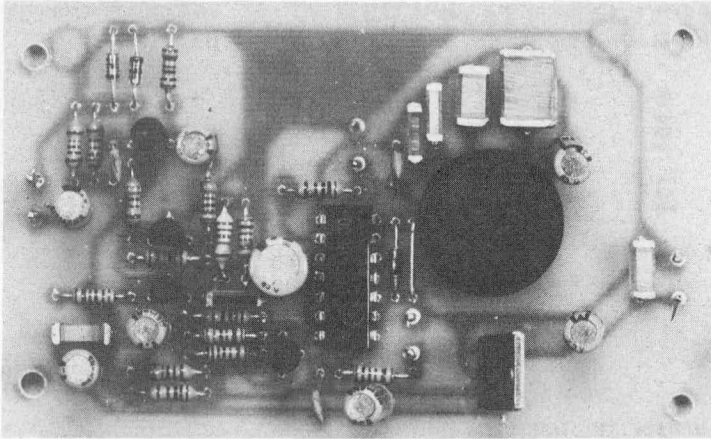


Bild 3: Anschlußbelegung der 3,5 mm-Klinkenbuchse

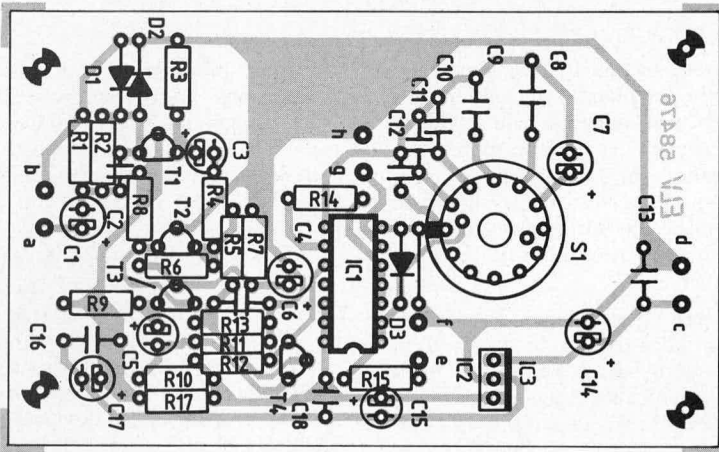
Für den Anschluß der Ausgangsbuchse dient ein ca. 60 mm langer Abschnitt einer Iadrigen, abgeschirmten, isolierten, flexiblen Leitung.

In gleicher Weise wird das ins Gehäuseoberteil eingebaute Einstellpoti mit einer Iadrigen, abgeschirmten, isolierten, flexiblen Leitung (ca. 60 mm) mit den zugehörigen Platinenanschlußpunkten verbunden. Der mittlere und linke Potianschluß liegen hierbei an der Abschirmung, die wiederum an den Platinenanschlußpunkt „f“ gelötet wird. Der rechte Potianschluß wird über die Innenader mit dem Platinenanschlußpunkt „e“ verbunden.

Nach dem Aufsetzen und Verschrauben des Gehäuseoberteils sowie dem Aufsetzen der beiden Drehknöpfe kann die Triggervverzögerung ihrem ersten Einsatz zugeführt werden.



Ansicht der fertig bestückten Oszilloskop-Triggervverzögerung



Bestückungsseite der Platine der Oszilloskop-Triggervverzögerung

Stückliste:

Triggervverzögerung

Widerstände

100 Ω	.....	R 13, R 17
470 Ω	.....	R 4
1 kΩ	.....	R 3, R 7, R 12, R 15
2,2 kΩ	.....	R 9, R 11
6,8 kΩ	.....	R 8
10 kΩ	.....	R 14
82 kΩ	.....	R 5
100 kΩ	.....	R 6, R 10
220 kΩ	.....	R 2
1 MΩ	.....	R 1
10 kΩ, Poti, 4 mm	.....	R 16

Kondensatoren

100 pF	.....	C 2, C 12
1 nF	.....	C 6, C 11
10 nF	.....	C 10
22 nF, Keramik	.....	C 18
47 nF	.....	C 13, C 16
100 nF	.....	C 9
1 μF	.....	C 8
10 μF/16 V	.....	C 3, C 5, C 7, C 14, C 15, C 17
10 μF/40 V	.....	C 1
100 μF/16 V	.....	C 4

Halbleiter

7805	.....	IC 2
74 HC 00	.....	IC 1
BF 245 C	.....	T 1
BF 224	.....	T 2-T 4
1N4148	.....	D 1-D 3

Sonstiges

- 1 Präzisionsdrehwähler 6.2 S
- 8 Lötstifte
- 20 cm 1adrig abgeschirmte Leitung
- 2 BNC-Buchsen
- 1 3,5 mm-Klinkenbuchse
- 1 14er Spannzangendrehkopf
- 1 14er Deckel
- 1 14er Pfeilscheibe
- 1 Knopfreduzierstück