

ELV-203-2-Kanal-Oszilloskop-Bausatz

Die ausführliche Beschreibung der Schaltungstechnik dieses ausgereiften 20 MHz-Oszilloskop-Bausatzes wird im vorliegenden zweiten Teil sowie im folgenden dritten Teil dieses Artikels dargestellt.

IV. Schaltungsbeschreibung

Die Schaltungstechnik moderner Oszilloskope ist recht aufwendig und komplex. Dies beruht darauf, daß die Anforderungen an entsprechende Geräte hinsichtlich Leistung, Bedienungskomfort und Funktionsumfang ständig gestiegen sind. Der Oszilloskopbausatz ELV 203 repräsentiert den neuesten Stand der Technik in jeder Hinsicht. Entsprechend umfangreich ist auch die Schaltung.

Zur besseren Übersicht ist die Gesamtschaltung in 7 Teilschaltbilder aufgeteilt, welche logische Funktionseinheiten bilden.

Die spätere Realisierung, d. h. Aufbau und Inbetriebnahme ist angesichts des Schaltungsumfanges vergleichsweise einfach, da der Bausatz auf dem in Europa meistverkauften Seriengerät, dem HM 203, basiert und sowohl HAMEG als auch ELV ein ausgereiftes Bausatzkonzept entwickelt haben, das einen zuverlässigen Aufbau ermöglicht.

Ein betriebsfertiger Abgleichbaustein zur späteren Geräteeinstellung ist daher auch Bestandteil des Bausatzes.

Die Beschreibung der Schaltung erfolgt nun anhand der nachstehend aufgeführten

Funktionseinheiten der einzelnen Teilschaltbilder:

- Bild 2: Y-Teilerschalter/Vorverstärker
- Bild 3: Y- und Trigger-Zwischenverstärker/Kanalwahl und Komponenten-Tester
- Bild 4: Trigger-Verstärker/-Filter/-Komparator
- Bild 5: Zeitbasis-Generator
- Bild 6: X- und Y-Endverstärker
- Bild 7: Bildröhrenkreis/Helltastung
- Bild 8: Netzteil

Das Zusammenwirken der Funktionseinheiten und die Verbindung untereinander ist aus dem Blockschaltbild in Abbildung 1 ersichtlich.

IV. 1. Vertikal-Verstärker

Der Vertikal-Verstärker besteht aus dem in Abbildung 2 gezeigten Y-Teilerschalter/Vorverstärker, dem Y-Zwischenverstärker (Abbildung 3) sowie dem Y-Endverstärker, der in Abbildung 6 zu sehen ist. Nachfolgend die Beschreibung im einzelnen.

Bild 2: Y-Teilerschalter/Vorverstärker

Für die Anpassung des aufzuzeichnenden Signals an den Eingang des Vertikal-Verstärkers (Y-Verstärker) besitzt das ELV

203 einen 10stelligen Eingangsteiler. Seine Eingangsimpedanz wird von den frequenzkompensierten dekadischen Teilern bestimmt. Sie ist in allen Stellungen gleich.

Nach der Vorteilung (S 103, Ebene A und B) gelangt das Signal auf den Trennverstärker. Höherfrequente Signalanteile steuern den FET T 101 an, der mit D 101 gegen Überspannung geschützt wird. Niederfrequente Signalanteile gelangen 2 : 1 geteilt auf den Operationsverstärker IC 100, der die 2 : 1 Teilung durch seine 6 dB-Verstärkung (2fach) aufhebt.

Über T 105 gelangt dieser Signalanteil an den Source-Anschluß von T 101. Hier werden beide Signalanteile zusammengefügt und mit T 102, 103, 104 weiterverarbeitet.

Vom Emitter T 104 gelangt das Signal über R 135 zur Gegenkopplung auf den invertierenden Eingang von IC 101. Die Verstärkung kann mit Hilfe des Schalters SW 100 durch geringere Gegenkopplung um den Faktor 5 erhöht werden. Die Empfindlichkeit des Gerätes beträgt dann 1 mV pro Teilstrich.

Vom Emitter des Transistors T 104 gelangt das entsprechend aufbereitete Eingangssignal auch auf das niederohmige Widerstandsnetzwerk RN 101 und von dort weiter zur Schalterebene S 103 C. Hierdurch werden weitere Teilungen des Signals möglich. Eine Frequenzkompensation des niederohmigen Teilers ist dabei nicht erforderlich.

Über den Y-Verstärkungs-Feinregler VR 103 wird der Operationsverstärker IC 102 angesteuert. Hier erfolgt auch die Umwandlung des unsymmetrischen Signals in ein symmetrisches, das an den Anschlüssen Pin 7 und 8 zur Verfügung steht (EY 1 und EY 2).

Bild 3: Y-Zwischenverstärker/Kanalwahl

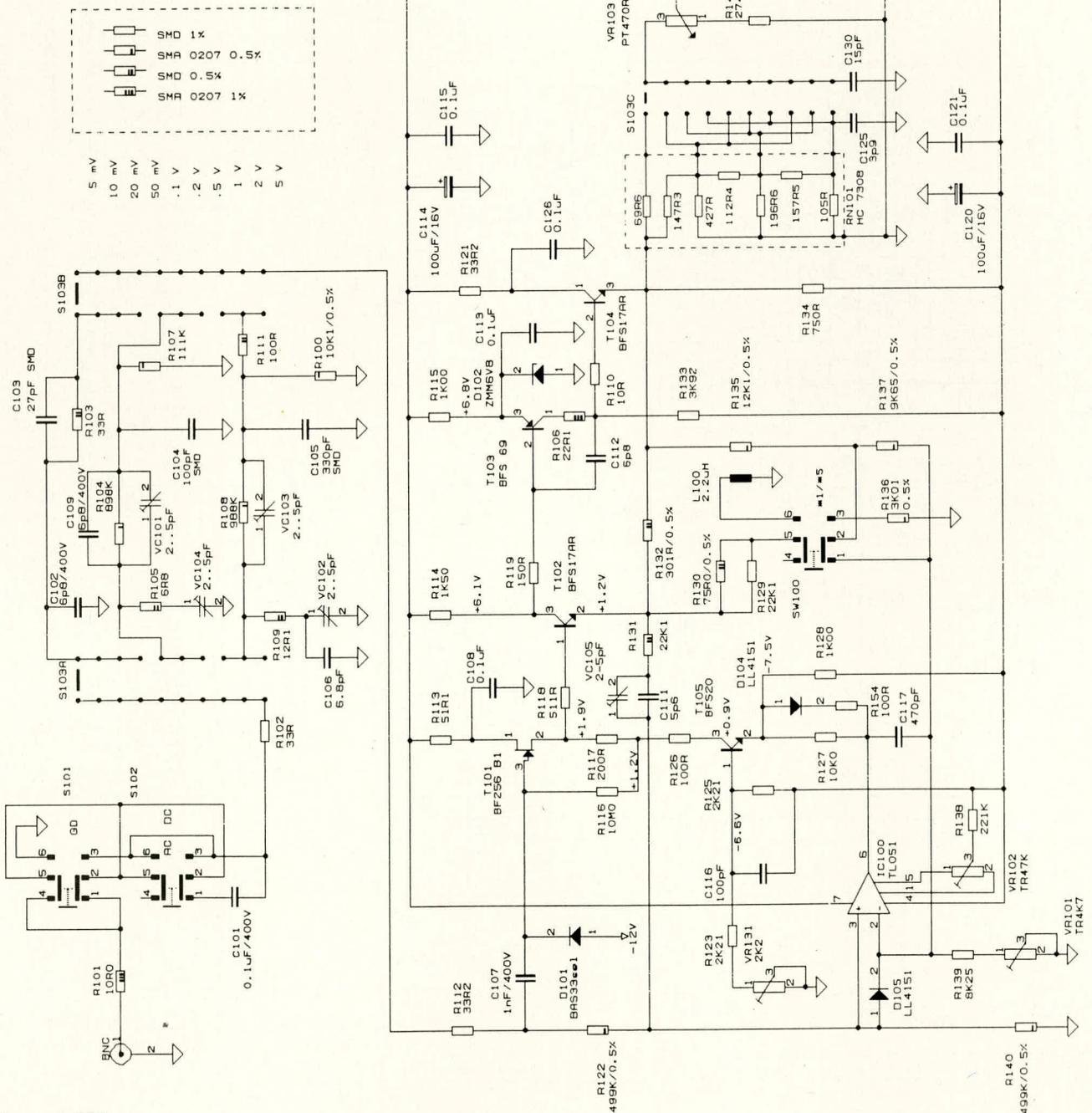
Insgesamt beinhaltet die in Abbildung 3 dargestellte Funktionseinheit sowohl den Y-Zwischenverstärker als auch den Trigger-Verstärker, die Kanalwahl und den Komponenten-Tester. Für eine übersichtliche und zusammenhängende Beschreibung empfiehlt es sich jedoch, zunächst den Y-Verstärkerzweig geschlossen zu erläutern und im weiteren Verlauf der Schaltungsbeschreibung auf die zusätzlichen Komponenten in dieser Abbildung zurückzukommen.

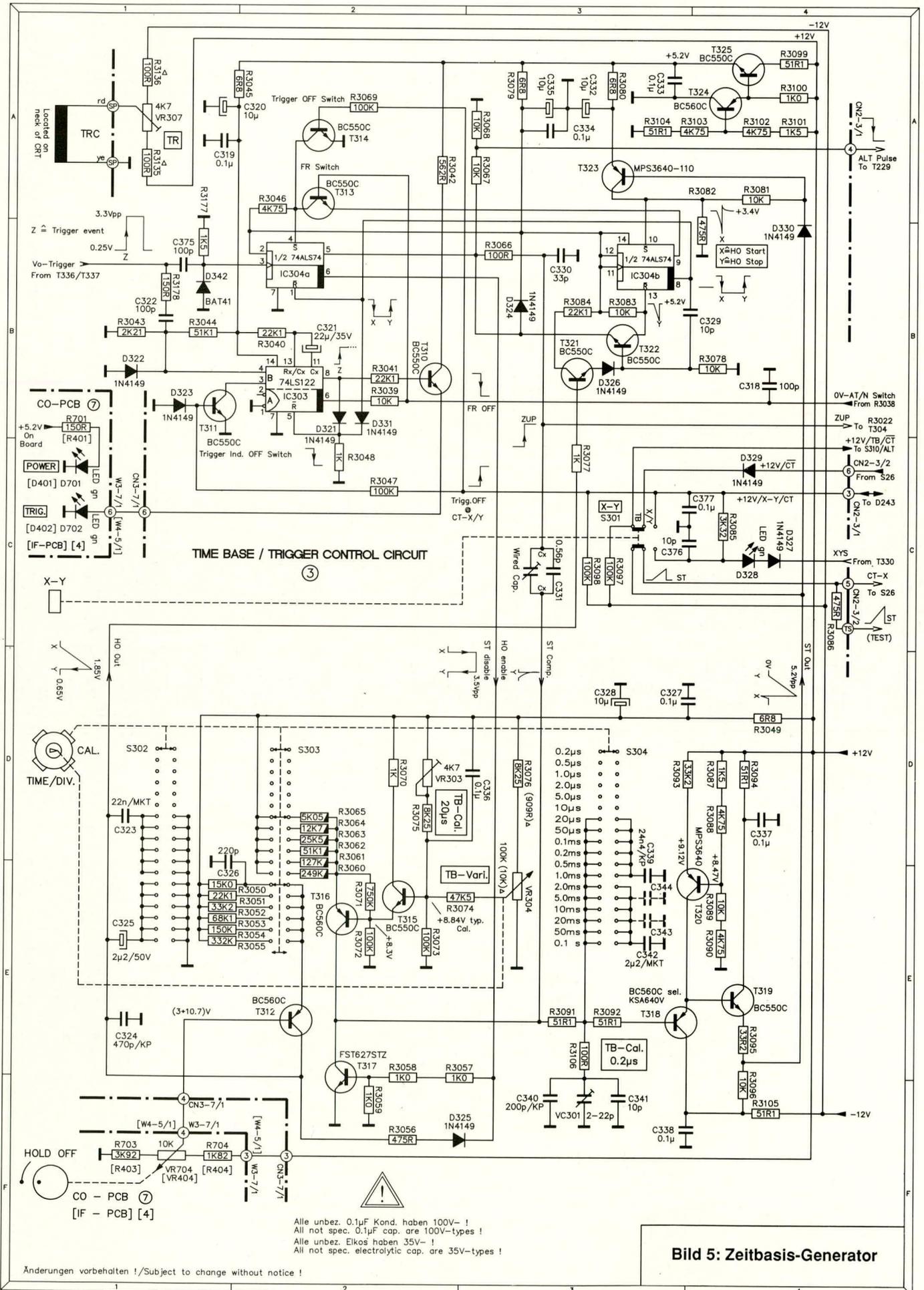
Die vom Y-Verstärker (Bild 2) kommenden Eingangssignale EY 1 und EY 2 gelangen auf die mit Y 1 und Y 2 bezeichneten Anschlußpunkte. Diese EY-Signale steuern nachfolgend jeweils einen Transistor (in Emitterschaltung) im ARRAY IC 23 an. Von dort gelangen die Signale auf den Y-Kanalschalter, bestehend aus den 4 Dioden D 211 bis D 214. Im

Emitterzweig befindet sich die Y-Positionseinstellung, welche am Anschluß 1 mit einer Konstantstromquelle verbunden ist und eine einstellbare frequenzabhängige Gegenkopplung besitzt (VC 23/VR 208).

Da es sich um ein 2-Kanal-Oszilloskop handelt, ist sowohl der in Abbildung 2 dargestellte Y-Teilerschalter/Vorverstärker als auch der Y-Zwischenverstärker (Bild 3) zweifach vorhanden.

Bild 2:
Y-Teilerschalter und Vorverstärker. Da es sich beim ELV 203 um ein 2-Kanal-Oszilloskop handelt, ist dieser Schaltungsteil zweifach vorhanden.





Der Einfachheit halber ist in Abbildung 2 nur ein Kanal gezeigt, während die Weiterverarbeitung durch den Y-Zwischenverstärker in Abbildung 3 für den ersten Kanal mit IC 23 und für den zweiten Kanal mit IC 24 erfolgt.

Die so weit aufbereiteten Signale des zweiten Kanals durchlaufen den Y-Kanalschalter D 215 bis D 218 und werden anschließend mit den Signalen des ersten Kanals zusammengeführt (Verbindungspunkt D 211/D 215 sowie D 212 und D 216).

Von dort geht es weiter über R 2168 und R 2169 zu den Eingängen Y 1 und Y 2 des Y-Endverstärkers, der in Abbildung 6 dargestellt ist. Hierauf gehen wir im Verlauf der Gesamtbeschreibung aller Endverstärker noch im Detail ein.

IV.2. Zeitablenkung/Triggerung

Zum Bereich der Zeitablenkung gehört auch die Triggerung, denn für ein stehendes Bild auf dem Oszilloskopschirm ist ein exakter Start der Zeitablenkung unbedingt erforderlich.

Bevor wir auf den eigentlichen Zeitbasis-Generator eingehen, folgt zunächst die Beschreibung der Triggerung, beginnend bei der Gewinnung des Triggersignals aus den Y-Eingangssignalen bis hin zur Ansteuerung des Zeitbasis-Generators.

Bild 3: Trigger-Zwischenverstärker

Die von den Vorverstärkern stammenden symmetrischen Signale steuern auch die jeweiligen Triggerverstärker an. Für Kanal 1 sind dies die Transistoren T 231, 232 und für Kanal 2 die Transistoren T 233, 234. Mit den darauffolgenden Diodenschaltern wird bestimmt, welches Signal weiterverarbeitet wird, da normalerweise auch bei Zweikanal-Darstellung nur auf die Signale eines Kanals getriggert wird.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der alternierenden Triggerung. Wie bei alternierender Kanaldarstellung, wird auch hier nach jedem X-Ablenkvorgang umgeschaltet. Das Umschaltsignal stammt bei alternierender Triggerung vom IC 26 A, ansonsten ist der Schalter S 25 b maßgebend.

Für den Abgleich der Verstärkung des X-Signals im XY-Betrieb dient VR 216 am Ausgang der Diodenschalter.

Über die Widerstände R 2230 und R 2231 gelangen die Triggersignale zur Weiterverarbeitung zum Schaltbild 4.

Bild 4: Trigger-Verstärker-/Filter-Komparator

Das vom jeweiligen Triggerverstärker stammende Signal wird mit T 327, 326 sowie T 328, 329 verstärkt und steht als unsymmetrisches Signal am Kollektor von

T 330 zur Verfügung. Von dort gelangt das Signal über D 327 zum XY-Schalter S 301 sowie dem Komponententester-Schalter S 26 (Abbildung 3) und kann im XY-Betrieb die X-Endstufe ansteuern.

Zum Triggern wird das Signal über den Trigger-EXTERN-Schalter S 305 geführt. Hiermit kann zwischen interner und externer Triggerung gewählt werden. Bei externer Triggerung wird mit dem an der TRIG.INP. BNC-Buchse anliegenden Signal getriggert.

Auf S 305 folgt der TV-Separatorschalter S 306. In Stellung V und H wird das Signal zur Abtrennung des Bildinhaltes über T 331/T332/T333 sowie D 337 auf den Triggerkomparator IC 305 geführt.

Befindet sich der Schalter TV SEP in Stellung OFF, ist der Signalweg über das Triggerfilter (S 307), den Flankenwahlschalter (S 308 a) und den Doppel-FET T 335 auf den Triggerkomparator wirksam.

Bei Normaltriggerung ist der Level-Einsteller VR 306 wirksam und liefert die Referenzspannung für den Komparator. Die Triggerumschaltung AT/NORM. erfolgt mit S 309. Das Triggerkomparator-Ausgangssignal gelangt über T 336/C 375 zur Zeitbasislogik.

Bild 5: Zeitbasis-Generator

Der den Generator auslösende Spannungssprung wird auch für die gesamte Steuerlogik verwendet. Bei automatischer Triggerung steuert er auch den Automatik-Sensor IC 303, der bei ständiger Folge der Spannungssprünge abgeschaltet wird. Kernstück der Logikschaltung ist das flankengetriggerte duale D-Flip-Flop IC 304 des Typs 74LS74. Beide Flip-Flops sind miteinander logisch verknüpft, wodurch sich ein streng festgelegter Ablauf der Sägezahnzeugung ergibt.

Für die Zeitablenkung wird ein absolut linear ansteigender Sägezahn benötigt. Die entsprechende Linearität erreicht man mit Hilfe einer Konstantstromstufe, die aus einem PNP-Transistor (T 316 = BC560C) mit umschaltbarem Emitterwiderstand besteht.

Der Kollektor dieses Transistors liegt an dem jeweils wirksamen Ladekondensator, der von dem konstanten Strom geladen wird. Nach Erreichen einer bestimmten Spannungshöhe schließt ein zweiter Transistor (T 317) den Ladekondensator kurz. Der Entladezustand wird solange aufrecht erhalten, bis die Zeitbasislogik die nächste Aufladung freigibt.

Die Sägezahnspannung wird über die Emitterfolger T 318, 319 ausgekoppelt und gelangt über S 301 auf die X-Endstufe. Auf letztere gehen wir im Rahmen der gesamten Endstufen-Beschreibung noch detailliert ein.

Zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Zeitablenkung soll ein kompletter Zyklus anhand nachfolgenden Beispiels erläutert werden.

1. Das Flip-Flop I erhält vom Komparator IC 304 a einen Triggerimpuls (steigende Flanke). Der Ausgang Q 5 nimmt High-Potential an und taster die Strahlröhre hell (ZUP). Q 6 wird low und sperrt darau fhin den Entladetransistor T 317. Die Aufladung des gerade eingeschalteten Zeitkondensators beginnt.

2. Die Basis von T 323 wird über D 330 mit dem unsymmetrischen Sägezahn angesteuert. Erreicht die Amplitude der Sägezahnspannung einen bestimmten Wert, der den betreffenden Transistor sperrt, so steht an Pin 10 des IC 304 b Low-Potential an. Hierdurch wird IC 304 a gesetzt.

Der Ausgang Q 5 nimmt Low-Potential an, woraufhin die Strahlröhre dunkel wird. Ausgang Q 6 wird „high“, der Transistor T 317 schaltet durch und entlädt sehr schnell den Zeitkondensator. Der Clock-Eingang Pin 3 bleibt aber für Triggerimpulse noch gesperrt.

3. Die Holdoff-Zeit (HO-Zeit = Sperrzeit der Triggerung) beginnt nun. Sie wird bestimmt von den HO-Kondensatoren, welche über die Schalterebene S 302 geschaltet werden, sowie von den Widerständen R 3050 bis R 3055, deren Einschaltung über S 303 erfolgt.

4. Die Holdoff-Zeit ist abgelaufen, wenn die Ladung des Holdoff-Kondensators ausreicht, T 321 und T 322 in den leitenden Zustand zu schalten. Dann wird, durch ein Low-Potential an IC 304 b Pin 13, dieses D-Flip-Flop zurückgesetzt und startet bei Automatik-Triggerung (Freilauf-Schalter T 313 leitend) den nächsten X-Ablenkvorgang durch Setzen von IC 304 a an Pin 4. Der Transistor T 313 wird durch das Mono-Flop IC 303 gesteuert, welches entweder durch das Triggersignal oder ohne Triggersignal von IC 304 b (über D 331) ausgelöst wird.

Nur bei NORM-Triggerung wird die Basis von T 313 konstant auf 0 Volt gehalten. Damit steht am Kollektor von T 313 ständig High-Potential an. Befinden sich nach Ablauf der Holdoff-Zeit die Anschlüsse 1 und 4 des IC 304 a auf High-Potential, kann die Zeitbasis nun durch eine steigende Flanke am Clock-Eingang (Pin 3) gestartet werden.

Damit ist ein kompletter Ablaufzyklus der Zeitablenkung durchlaufen.

Im folgenden Kapitel dieser Beschreibung wenden wir uns dem Bildröhrenkreis mit den vorgeschalteten X- und Y-Endstufen sowie dem Netzteil zu.