

KFK-187:2

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

November 1963

Physikalisches Institut

KFK 187

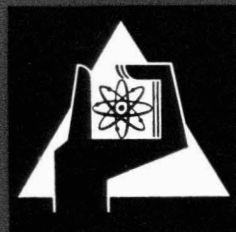
Labor für Elektronik

Langsame Koinzidenzstufe mit kontinuierlich einstell-
barer Verzögerungszeit und Koinzidenzauflösezeit

W. Bauer

Gesellschaft für Kernforschung m. b. H.
Zentralbücherei

7. Apr 1964



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

November 1963

KFK 187

Labor für Elektronik

Langsame Koinzidenzstufe mit kontinuierlich einstellbarer
Verzögerungszeit und Koinzidenzauflösezeit

von

[L. Bauer]
W. Bauer



Gesellschaft für Kernforschung m.b.H.
Zentralbücherei

17. Apr 1964

Gesellschaft für Kernforschung mbH.

Karlsruhe

Einleitung

Bei den in der Schnell-Langsam-Technik üblichen langsamen Koinzidenzstufen wird sowohl die Verzögerung der Eingangsimpulse, als auch die Länge der zur Koinzidenz zu bringenden Impulse durch Verzögerungskabel bestimmt. Der Umgang mit den Kabeln ist in mancher Hinsicht unbequem und zeitraubend, und die erreichbaren Koinzidenzauflösungszeiten liegen wegen der schlechten Ansiegszeiten der Impulse in den Verzögerungskabeln kaum unter einer μsec .

Wenn man die Absicht hat, eine Apparatur öfters umzujustieren, wobei jedesmal andere Verzögerungskabel nötig sind, oder wenn eine Koinzidenzstufe in größerer Stückzahl gebaut werden soll und alle in verschiedene Hände kommen und zu verschiedenen Zwecken verwendet werden, entsteht der Wunsch nach einer bequemeren und rascheren Einstellmöglichkeit der Verzögerungs- und Koinzidenzauflösezeiten.

Es wird im folgenden eine Koinzidenzstufe beschrieben, die die kontinuierliche Einstellbarkeit von Monovibratorschaltungen mit der Stabilität von Schaltungen mit Verzögerungskabeln vereinigt. Das Gerät ist inzwischen in einer Serie von 40 Stück gebaut worden und ist an verschiedenen Stellen des Kernforschungszentrums in Betrieb.

I. Blockschaltbild

Wie man aus dem Blockschaltbild, Abbildung 1 sieht, kann das Gerät die Koinzidenz von maximal vier Eingangsimpulsen und die Antikoinzidenz eines fünften anzeigen. Die fünf Eingangsimpulse gelangen zunächst in je eine der Verzögerungsschaltungen "Zeitglied V". Diese liefern fünf Ausgangsimpulse, deren Längen kontinuierlich durch eine Gleichspannung verändert werden können. Die Rückflanken dieser Impulse steuern die Impulsformerstufen "Zeitglied IF" an, deren Ausgangsimpulse ebenfalls kontinuierlich einstellbar sind. Diese Impulse gelangen zur eigentlichen Koinzidenzstufe, die im Falle einer Koinzidenz je einen negativen und einen positiven Einheitsimpuls liefert. Außerdem ist der eigentliche Koinzidenzimpuls, die Überlappung der Eingangssignale, zur Beobachtung nach außen geführt.

Die Schaltungen "Zeitglied V" und "Zeitglied IF" sind bis auf einzelne Bauteile identisch; deshalb konnte für beide dieselbe gedruckte Karte verwendet werden, sodaß die ganze Koinzidenzstufe nur aus zwei gedruckten Schaltungen besteht, von denen das Zeitglied zehnmal, die Koinzidenzkarte einmal vorkommt. Dies erleichtert Serienherstellung und Service.

II. Zeitglied

Da die beiden Zeitglieder nahezu identisch sind, kann ihre Wirkungsweise gemeinsam anhand der Abbildung 2 beschrieben werden, die das Blockschaltbild des Zeitglieds darstellt. Es handelt sich offensichtlich um einen etwa ausgedehnten Monovibrator.

Ein herkömmlicher Monovibrator zeigt die für den vorliegenden Anwendungsfall unerwünschten Eigenschaften einer Schaltung, in der zuviele Einzelfunktionen mit zu wenigen aktiven Bauelementen erzielt werden sollen. Eine Veränderung eines Parameters, z.B. der Impulslänge, beeinflusst in unkontrollierbarer Weise mehrere andere Eigenschaften, etwa die Ansteuerbarkeit, die Totzeit oder die Impulsform.

Die Entladung des zeitbestimmenden Kondensators im Monovibrator geschieht nicht nur durch den Strom, der durch den zugehörigen Widerstand fließt, sondern auch über den Kollektorreststrom des gerade gesperrten Transistors. Damit ergibt sich eine Temperaturabhängigkeit, die schwer zu beseitigen ist.

Die Zeit, die nach einem Impuls des Monovibrators gewartet werden muß, bis wieder ein brauchbarer Impuls erzeugt werden kann, ist von der Größenordnung der Impulslänge. innerhalb dieser Zeit kann man nur sehr undefinierte oder überhaupt keine Ausgangsimpulse erhalten.

Schließlich ist es bei einem Monovibrator unvermeidlich, zur Einstellung impulsführende Leitungen an die Frontplatte zu ziehen, was meist erhebliche Schwierigkeiten mit sich bringt.

Wenn man versucht, die dem Monovibrator zugrunde liegende Idee so zu interpretieren, daß die erwähnten Nachteile vermieden werden, kommt man zu einer Schaltung, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Die RC-Entladung wird durch einen linearen Sägezahn ersetzt, der gewünschte

Zeitpunkt wird durch einen Vergleich zwischen diesem Sägezahn und einer fest eingestellten Gleichspannung gewonnen.

III. Einzelheiten der Schaltung "Zeitglied IF" Abbildung 3

T_1 ist ein Eingangsverstärker, der aus negativen Eingangsimpulsen von ziemlich beliebiger Form einen positiven Einheitsimpuls erzeugt, der das Flipflop T_2 , T_3 ansteuert. Dieser Eingangsverstärker fehlt, wenn die Schaltung durch die positive Rückflanke des Ausgangsimpulses der vorherigen Stufe getriggert werden soll. Vor dem Kondensator C_1 liegt, in Serie dazu, im Chassis noch ein Widerstand von 1 k-Ohm, der den Eingangswiderstand der Schaltung bestimmt.

Der an T_3 beim Kippen entstehende positive Impuls öffnet den Schalter T_5 des Bootstrap-Sägezahngenerators T_6 , wodurch am Emitter von T_6 der Sägezahnimpuls loszulaufen beginnt. Während T_8 als Emitterfolger arbeitet, dessen Emitter etwa auf dem Spannungsniveau liegt, das an seiner Basis eingestellt wurde, ist T_7 gesperrt, bis der Sägezahnimpuls dasselbe Niveau erreicht.

In diesem Moment wird der Strom von T_8 nach T_7 umgeschaltet, und der am Kollektor von T_7 entstehende positive Impuls schaltet das Flipflop zurück. Durch die Gleichstromkopplung zwischen Flipflop, Sägezahngenerator, Diskriminator und wieder zum Flipflop und durch die gewählten Spannungsniveaus wird erreicht, daß das Flipflop in der Ruhestellung, insbesondere auch nach dem Einschalten der Netzspannungen, in der richtigen Stellung, nämlich T_2 leitend, T_3 gesperrt, steht.

Damit jede Karte mit einer Gleichspannung zwischen 0 und +6 Volt am Regeleingang R genau die gleichen Impulslängen liefert, wurden zwei Möglichkeiten vorgesehen. Am Potentiometer R_{21} wird der kürzeste Impuls durch Verschiebung der unteren Ansprechante des Diskriminators justiert; an R_{16} wird die Spannung eingestellt, die für die Steilheit des Sägezahnes verantwortlich ist.

Der Kondensator C_5 unterstützt das Flipflop beim Starten des Sägezahnes und ermöglicht bei der Schaltung Zeitglied IF eine kürzeste Impulslänge von 0.1 μ sec, während ohne ihn nur 0.2 μ sec sicher zu erreichen sind, weil der Sägezahnimpuls zu spät beginnt.

Die Widerstände R_8 und R_{11} erzeugen durch Sperrung beider Flipflop-Transistoren einen "Dauerimpuls" am Ausgang E der Schaltung, wenn sie an +24 Volt gelegt werden. Dies bewährt sich in Verbindung mit dem Oszillographenausgang der Koinzidenz-Karte, da auf diese Weise hintereinander jeder einzelne zur Koinzidenzstufe gelangende Impuls beobachtet und eingestellt werden kann.

Abbildung 3 stellt das Zeitglied IF dar; das Zeitglied V unterscheidet sich davon in folgenden Punkten: Da bei der Verzögerung der Eingangsimpulse Zeiten zwischen 0.5 und 5 μ sec interessant sind, genügen die Transistoren 2 N 963 als T_2 und T_3 , und AF 127 als T_5 , T_6 , T_7 und T_8 . Die Widerstandswerte sind den anderen Transistoren angepaßt. C_5 fehlt, C_8 hat den Wert 680 pf; der Eingangverstärker ist wegen der durch die "ESONE"-Norm vorgeschriebenen negativen Eingangsimpulse immer vorhanden.

IV. Koinzidenzstufe

Die eigentliche Koinzidenzstufe, Abbildung 4, ist vom Typ des Dioden-Und-Gates. Die Ausgangsimpulse von vier Impulsformern gelangen sofort auf je eine Diode, der Antikoinzidenzimpuls wird vorher in T_1 umgepolt.

Wünscht man weniger als vier Koinzidenzen, so kann man entweder die unerwünschten Eingänge durch "Dauerimpuls" unwirksam machen, oder die überzähligen Zeitgliedkarten aus dem Chassis entfernen.

Der hinter den Koinzidenzdioden auftretende Impuls wird zunächst über einen Doppелеmitterfolger T_2 , T_3 nach außen geführt und steuert sodann über die Diode D_6 einen einfachen Monovibrator T_6 , T_7 an. Der Monovibrator enthält die Möglichkeit eines externen Gates: Er arbeitet nur, wenn der Ausgang H an 0 Volt gelegt ist.

Beide Kollektorimpulse des Monovibrators sind über Doppелеmitterfolger nach außen geführt und stellen je einen negativen und einen positiven Einheitsimpuls dar.

V. Mechanischer Aufbau

Die fünf Karten "Zeitglied V", die fünf Karten "Zeitglied IF" und die Koinzidenzkarte füllen eine 2-U-Kassette der ESO/EI-Form, die mit den ESONE-Norm-Spannungen +24, +6, -6, -12 Volt versorgt werden muß.

Die impulsführenden Leitungen zwischen den V-Karten und IF-Karten und zwischen den IF-Karten und der Koinzidenzkarte sind nicht abgeschirmt; sie dürfen nicht in einem Kabelbaum verlegt werden, sondern müssen getrennt voneinander auf kürzestem Wege gezogen werden.

Die Potentiometer, an denen die zeitbestimmenden Gleichspannungen eingestellt werden, sitzen an der Frontplatte; jede dieser Gleichspannungen ist zur Kontrolle an eine Buchse geführt.

VI. Arbeitsweise

Zur Beschreibung der Möglichkeiten des Geräts soll eine Aufstellung von Meßergebnissen dienen, die in der von H. Meyer (Standardisation of documentation sheets for electronic instrumentation following the ESONE standard) vorgeschlagenen Form angeordnet ist.

1. Verwendungszweck

1.1 Anwendungsmöglichkeit

Langsame Koinzidenzstufe für Schnell-Langsam-Koinzidenzanordnungen u.ä.

1.2 Mögliche Arbeitsweisen

Zweifach-, dreifach-, vierfach-Koinzidenz, oder zweifach- + Anti-, dreifach- + Anti-, vierfach- + Anti-Koinzidenz.

1.3 Mögliche Verbindungen

Eingangsimpulse aus langsamen bis mittelschnellen Diskriminatoren oder Einkanalanalysatoren; Ausgangsimpulse zum Oszillograph, zum Zähler, zum Vielkanalanalysator (Gate) u.ä.

1.4 Schaltungstechnik

Diode-Und-Gate; Verzögerung und Impulsformung mit Flipflop+ Sägezahn+Diskriminator, kontinuierlich einstellbar.

2. Eingangskarakteristik

2.1 Eingangsimpedanz 1000 Ohm

2.2 AC - gekoppelt

2.3 Brauchbare Eingangsimpulse

2.3.1 Mittelschnelle Impulsquellen, mit 50 Ohm abgeschlossen:

Anstiegszeit 10 nsec
RC-Abfall 50 nsec
Amplitude größer als 2 Volt

2.3.2 Langsame Impulsquellen, nicht abgeschlossen:

Anstiegszeit 0.1 - 0.5 μ sec
Amplitude 1 - 10 Volt

2.4 Eingangspolarität negativ

2.5 Maximale Amplitude der Eingangsimpulse 30 Volt

2.6 Typische Eingangsimpulse

Negative Rechteckimpulse von 6 Volt Amplitude, 0.1 μ sec
Anstiegszeit und 0.5 μ sec Länge

3. Koinzidenzauflösung

3.1 Koinzidenzauflösungszeit

Kontinuierlich regelbar 0.2 - 2 μ sec

3.2 Genauigkeit der Einstellung

3.2.1 In Abhängigkeit von den Eingangsimpulsen

Bei einer Änderung der Amplitude der Eingangsimpulse zwischen 2 und 10 Volt ändert sich die Breite des IF-Impulses nicht; die Breite des V-Impulses ändert sich dabei um 0.5 %.

3.2.2 In Abhängigkeit von der Temperatur

Die Breite sowohl der V- als auch der IF-Impulse ändert sich bei Temperaturänderungen zwischen 10° C und 45° C um weniger als 1 % des größtmöglichen Einstellwertes. Die Schaltungen arbeiten noch sicher zwischen 0° und 50° C.

3.2.3 In Abhängigkeit von den Schwankungen der Versorgungsspannungen

Die Änderung der Impulsbreite des V- und IF-Impulses ist kleiner als 1 ‰ bei Änderung der Versorgungsspannungen um 1 %.

3.3 Kurzzeit- und Langzeit-Stabilität

Verzögert man zwei Eingangsimpulse so, daß sich die zugehörigen IF-Impulse zeitlich voll überdecken, und schiebt mit Hilfe einer dritten V-Karte den dritten IF-Impuls zeitlich an den beiden ersten vorbei, so erscheint der Koinzidenzimpuls, sobald sich die drei Impulse eben überlappen. Dabei ergibt sich, daß innerhalb von 5 nsec das Koinzidenz-Signal von einer Zählrate 0 zur vollen Zählrate anwächst. Das heißt, daß der "Time-Jitter" kleiner als 5 nsec sein muß. Die Langzeitschwankungen des so gewonnenen Einsetzungspunktes der vollen Zählrate sind kleiner als 10 nsec in 24h.

4. Ausgangscharakteristik

4.1 Ausgangsimpulse bei einer max. Belastung von 560 Ohm/220 pF

Amplitude ± 10 Volt

Anstiegszeit 0.1 μ sec

Länge 0.7 μ sec

4.2 Maximaler Ausgangsimpuls, der erscheint, wenn keine Koinzidenz vorliegt

0 Volt

5. Versorgungsspannungen

+24, +6, -6, -12 Volt, je etwa 100 mA

6. 2-U-Kassette, ESOHE - Norm

VII. Schlußbemerkung

Man darf vermuten, daß eine geringfügige Weiterentwicklung der Schaltung "Zeitglied" zu einem umfassend brauchbaren Grundbaustein komplizierterer logischer Schaltungen führen könnte. Es müßte dazu neben dem Kollektor von T_2 auch der von T_3 (positiver Ausgang) nach außen geführt werden, außerdem noch der Emitter von T_6 und der Kollektor von T_7 (Sägezahn- und Diskriminatorimpuls). Eine Vergrößerung des überstreichbaren Zeitbereichs und eine noch kürzere Mindest-Impulslänge wäre wünschenswert.

In diesem Sinne ist denn auch inzwischen ein einfacher Dreifachimpulsgeber zur Prüfung digitaler Schaltungen entstanden, der nur aus Zeitgliedkarten mit einer zusätzlichen Karte und einem astabilen Multivibrator besteht.

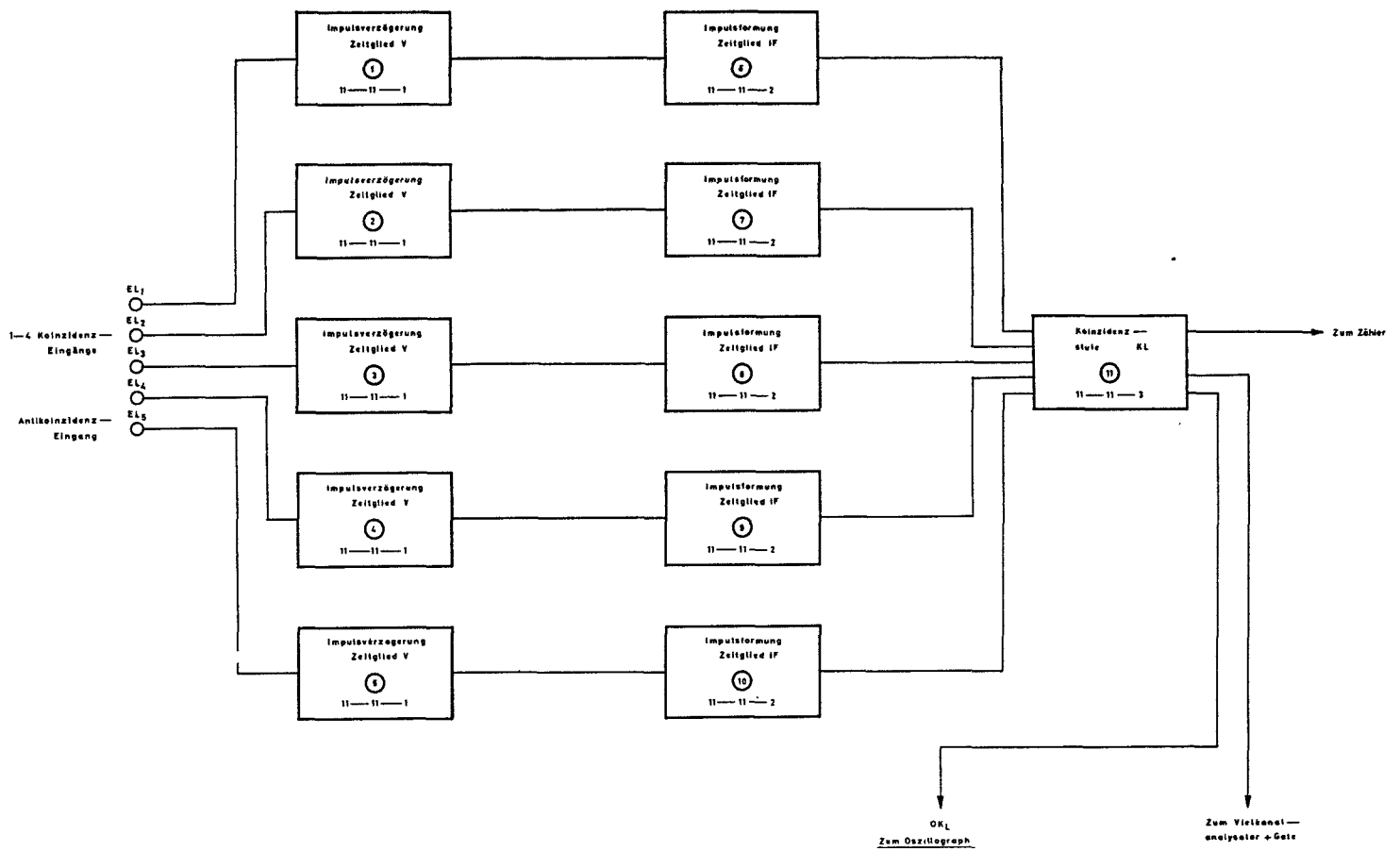


Abbildung 1
Blockschaltbild der Koinzidenzstufe

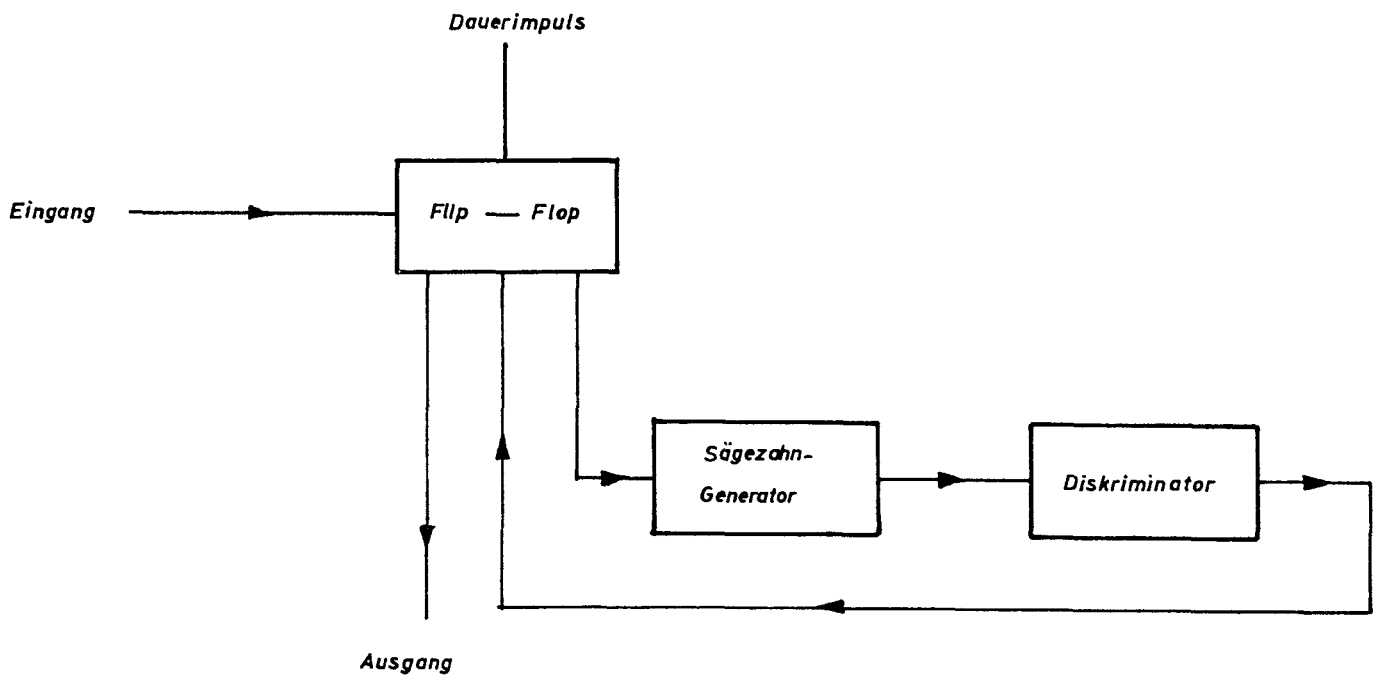


Abbildung 2
Blockschaltbild des Zeitglieds

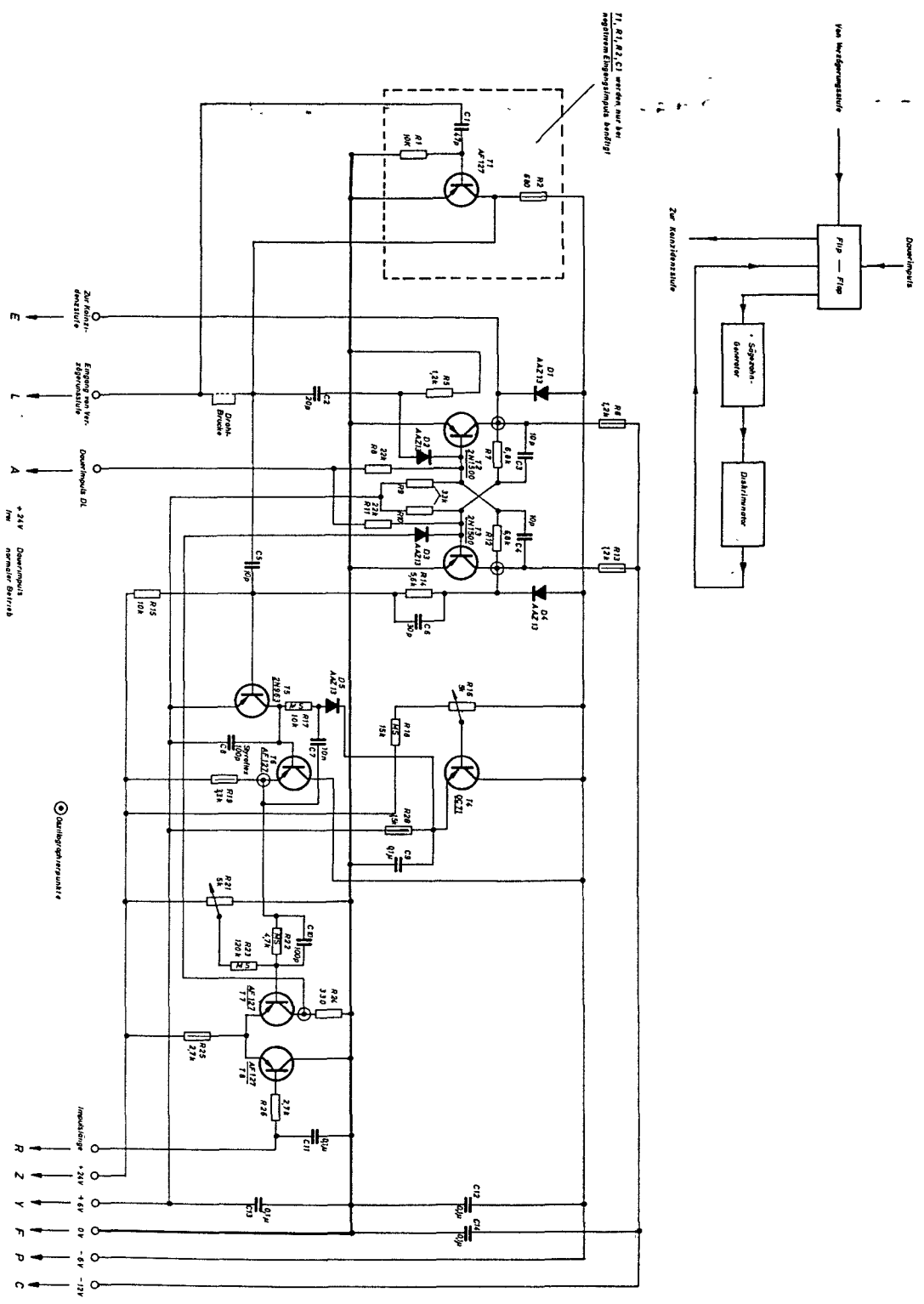


Abbildung 3
Zeitglied JF

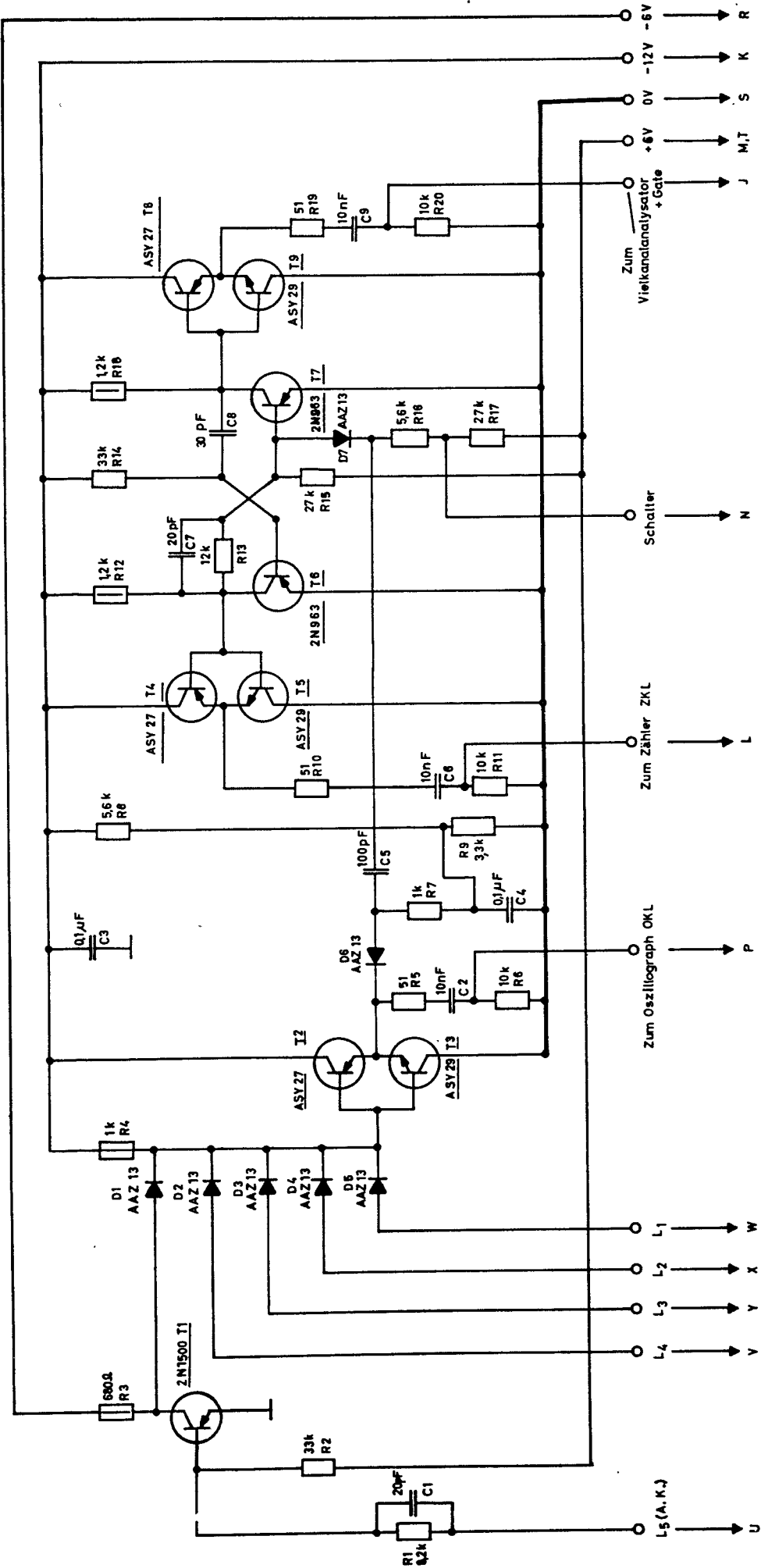


Abbildung 4
Koinzidenzstufe