

Zählschaltungen

Es 11

1 Blatt

1 Grundsätzlicher Aufbau einer Zählschaltung

In FTA R6 51 sind als Anwendungsbeispiele für Glühmöhren die Relaisröhre für Zählschaltungen bis etwa 2000 Hz (Abschn. 8.10) und die Ziffernanzeigeröhre (Abschn. 8.4, nähere Beschreibung in FTA R6 53) erwähnt worden. Deren ständige Betriebsbereitschaft und Stromlosigkeit in den Wartezuständen lassen sie dafür besonders geeignet erscheinen.

Die Zusammenschaltung der Zählstufen zur Zähldekade ist aus Bild 1 ersichtlich. Die Zählimpulse werden allen Stufen einer Dekade zugleich zugeführt. Trotzdem müssen die einzelnen Stufen durch aufeinanderfolgende Impulse nacheinander betätigt werden und dabei soll die vorhergehende Stufe erlöschen. Diese Vorgänge werden durch eine bestimmte Schaltungsdimensionierung erreicht.

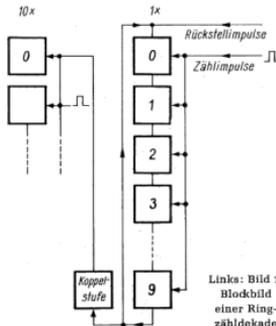
Nach Ablauf des 9. Impulses einer Dekade muß beim 10. Impuls die 9 erlöschen und die 1 der nächsten Dekade betätigt werden, gleichzeitig jedoch die 0 der ersten Dekade wieder zünden. Damit ist für die erste Dekade der Ring geschlossen. Dazu wird Ende und Anfang jeder Dekade miteinander verbunden (Ringzähler) (Bild 1).

Mehrstufige Zählergebnisse erhält man mit einer entsprechenden Anzahl hintereinander angeordneter Ringzähler zu je zehn Stufen. Die Hintereinanderschaltung erfolgt jeweils mit Hilfe einer Übertrager- oder Koppelstufe. Diese ist so bemessen, daß sie nach Durchlaufen eines Ringes bei dem dann folgenden Zählimpuls einen Impuls abgibt, der die 1 der nächsten Dekade zündet.

Im einzelnen werden die Stufen also so aufgebaut werden, daß:

- a) beim Einschalten der ersten Stufe (0) die nächstfolgende (1) zur Zündung vorbereitet wird,
- b) bei Ankunft des ersten Zählimpulses die zweite Stufe (also die 1) gezündet wird und die vorhergehende Stufe (0) erlischt sowie die nächstfolgende Stufe (2) zur Zündung vorbereitet wird usw.,
- c) der 10. Impuls das Löschen der 9, der ersten Dekade bewirkt und die 1 (also die zweite Stufe der ersten Dekade) so wie infolge der oben erwähnten Ringschaltung die 0 der ersten (also deren erste Stufe) wieder zündet.

Ferner muß eine in Bild 1 angedeutete Möglichkeit vorgesehen sein, alle Zähldekaden wieder auf 0 zurückzustellen.



Links: Bild 1. Blockbild einer Ringzähldekade

2 Zündung, Vorbereitung zur Zündung, Löschung

Das Zünden: Relaisröhren werden mit Hilfe einer Zündelektrode leitend gesteuert. Ihre Anoden-Katoden-Spannung, die ständig angeschaltet sein muß, hat einen Wert, der allein zum Zünden nicht ausreicht. Dazu ist zusätzlich ein bestimmter Mindestwert der Spannung an der Zündelektrode erforderlich. Hat die Röhre gezündet, so bleibt sie auch dann leitend, wenn die Zündelektrode keine Spannung führt. Deshalb reicht ein kurzer Zündimpuls zum leitend machen.

Das Vorbereiten zum Zünden: Wird der Zündelektrode eine positive Vorspannung erteilt, die zum Zünden jedoch nicht ganz ausreicht, so hat man sie auf diese Weise zum Zünden vorbereitet: Ein jetzt auftretender positiver Spannungsimpuls mit einem Wert, der allein zum Zünden nicht ausreicht hätte, zündet lediglich die so vorbereitete Röhre, jedoch nicht die nicht vorgespannten Stufen.

Damit ist trotz der Parallelschaltung aller Röhren bezüglich der Ansteuer-Impulse die Auswahl der bestimmten Stufe, die gerade zünden soll, möglich.

Das Löschen: Gelöscht werden kann nur durch Absenken der Anoden-Katoden-Spannung der Relaisröhre unter den Brennspannungswert.

3 Funktion einer Zähldekade mit Relaisröhren

Bild 2 zeigt die Gesamtschaltung einer Zähldekade. Um das Prinzip zu erläutern, wird zunächst nur das Vorwärtszählen betrachtet. Alle Anoden der Relaisröhren R6 0 bis R6 9 liegen über einen gemeinsamen Anodenvorwiderstand R_A ständig am Pluspol der Speisespannung. Die Zählimpulse werden den Zündelektroden parallel über die Kondensatoren C_Z zugeführt. Ein eventuell auftretender positiver Zündimpuls gelangt an alle Relaisröhren der Dekade. Er zündet, eine bestimmte Spannungsamplitude vorausgesetzt, jedoch nur

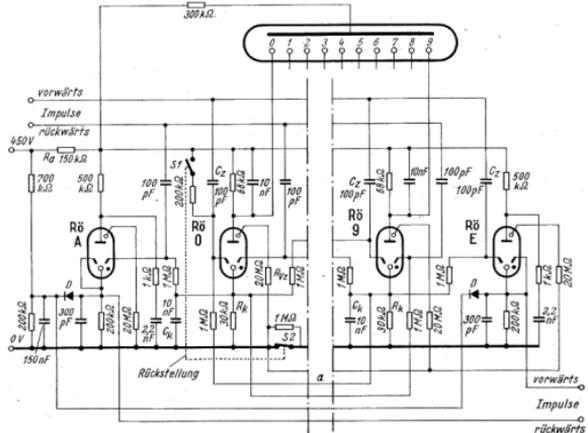


Bild 2. Zusammenschaltung der Relaisröhren einer Zähldekade mit einer Ziffernanzeigeröhre. Die Dekade ist für das Vor- und Rückwärtszählen geeignet. Am Anfang (R6 A) und am Ende (R6 E) befindet sich je eine Koppelstufe

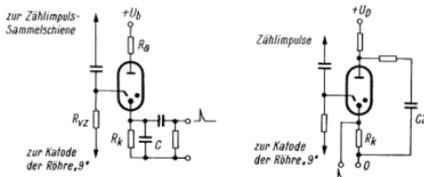


Bild 3. Schaltbild einer selbstlöschenden Koppelstufe

diejenige Röhre, deren Zündelektrode schon eine genügend hohe positive Vorspannung aufweist. Diese Vorspannung wird von der Kathode der jeweils vorhergehenden Röhre abgeleitet: Jede Zündelektrode ist nämlich über einen Vorwiderstand R_{vz} mit der Kathode der vorhergehenden Röhre verbunden. Da ein Katodenwiderstand R_k zu jeder Röhre gehört, wird eine daran stehende (positive) Spannung an die Zündelektrode der folgenden Röhre weitergegeben. Spannung tritt aber an dem zu einer gezündeten Röhre gehörenden Katodenwiderstand auf. Der Katodenwiderstand muß so bemessen sein, daß die an ihm stehende Spannung mit Sicherheit gerade noch nicht zum Zünden der folgenden Röhre führt. Damit ist die der gezündeten Röhre folgende Stufe zur Zündung vorbereitet.

Trifft nun ein Zählimpuls ein, so zündet die Röhre dieser Stufe, und zwar nur diese. Die übrigen Röhren erhalten ja keine Vorspannung an der Zündelektrode, denn der Strom durch deren vorhergehende Stufen war Null.

Die der gerade gezündeten Stufe vorhergehende ist gleichzeitig zu löschen. Dafür muß deren Anoden-Katoden-Spannung unter den Brennspannungswert abgesenkt werden. Das geschieht mit Hilfe zweier Schaltungsmaßnahmen: erstens über den gemeinsamen Anodenwiderstand (ein Durchzünden einer zweiten Relaisröhre neben der ersten erhöht den Gesamtstrom und senkt die Anodenspannung ab), zweitens mit dem Katodenkondensator C_k . Bei einer noch nicht gezündeten Röhre ist dieser Kondensator „leer“, es steht an ihm keine Spannung. Die volle Speisespannung steht daher beim Zünden zur Verfügung. Hingegen hat sich bei einer gezündeten Röhre nach einiger Zeit der zugehörige Katodenkondensator C_k auf die Spannung aufgeladen, die am Katodenwiderstand R_k liegt. Sinkt jetzt infolge Zündens einer zweiten Röhre wegen des gemeinsamen Anodenwiderstandes die Anodenspannung ab, so bleibt die Katodenspannung wegen des zunächst noch voll geladenen Kondensators C_k konstant, und die Anoden-Katodenspannung an der Relaisröhre sinkt damit unter die Brennspannung ab, es erlischt.

Auf diese Weise löscht jeder Eingangsimpuls die zuvor leitende Röhre, zündet eine bestimmte Röhre und bereitet die Vorspannung für die nächstfolgende Röhre auf, die Entladung wird in einer vorgegebenen Richtung bei jedem Eingangsimpuls um jeweils eine Stufe weitergeführt. Wird die letzte Stufe einer Dekade gezündet, so wird dabei die Zündung der ersten Stufe (0) derselben Dekade vorbereitet (siehe Verbindung a in Bild 2).

4 Koppelstufe, Zifferanzeige

Gleichzeitig wird die Zündung einer Übertrager- oder Koppelstufe vorbereitet (Bild 3). Ihre Zündelektrode ist über den Vorwiderstand R_{vz} an die Kathode der letzten Stufe der Dekade angeschlossen. Die Koppelstufe ist selbstlöschend. Beim Eintreffen des 10. Zählimpulses wird sie gezündet, Rö 9 erlischt wie vorstehend beschrieben, die Koppelstufe zündet.

Jedoch ist ihr Katodenwiderstand R_k so groß, daß die Teilspannung an der Röhre unter Berücksichtigung ihres Anodenwiderstandes nicht zum Brennen ausreicht. Solange C nicht aufgeladen ist, zündet die Röhre trotzdem für kurze Zeit. Der damit am Katodenwiderstand R_k entstehende Spannungsimpuls zündet dann die erste Stufe der nächsten Dekade.

Die Zusammenschaltung mit Zifferanzeige-Röhren kann nach Bild 2 erfolgen. Die Anode jeder Relaisröhre steuert die Kathode der zugehörigen Ziffer direkt an. Zündet die Relaisröhre, so wird das Katodenpotential der betreffenden „Ziffer“ soweit abgesenkt, daß diese zündet.

5 Rückwärtszählen

Bei Subtraktion, bei Differenzbildung zweier Zählvorgänge ist ein Rückwärtszählen erforderlich. Hierzu stehen Relaisröhren zur Verfügung, die zwei gleichwertige Zündelektroden aufweisen. Sie werden so geschaltet, daß die eine Zündelektrode mit der Katodenspannung ihrer vorhergehenden Röhre zur Zündung vorbereitet werden kann (Vorwärtszählung vorbereitet), daß aber auch die andere Zündelektrode mit der Katodenspannung der nachfolgenden Röhre zur Zündung vorbereitet werden kann (Rückwärtszählung vorbereitet).

Nach diesem Prinzip ist in Bild 2 die Dekade auch für das Rückwärtszählen eingerichtet. Die beiden Zündelektroden jeder Relaisröhre sind hier, wie vorstehend beschrieben, über Vorwiderstand $R_{vz} = 1 \text{ M}\Omega$ mit den Katoden der davor und dahinter liegenden Röhren verbunden. Alle im Bild 2 links von der Kathode der Relaisröhren liegenden Zündelektroden sind über Koppelkondensatoren an den Eingang für Vorwärtszählung gelegt, und alle rechts neben der Kathode liegenden Zündelektroden münden in den Eingang für Rückwärtszählung.

Gelangt ein Vorwärtszähl-Impuls an den Eingang, so zündet die auf die schon gezündete Röhre folgende Stufe, wobei die vorher leitende erlischt. Diese wird jedoch sofort wieder zum Zünden vorbereitet, wie auch die auf die gezündete folgende. Kommt jetzt als nächstes ein Rückwärtszähl-Impuls über die zugehörige Sammelschiene, dann wird die (zum Zählen vorbereitete) vorhergehende Röhre gezündet. Käme hingegen ein weiterer Vorwärtszähl-Impuls über die andere Sammelschiene, so würde die nachfolgende Röhre gezündet, denn sie wurde ebenfalls zur Zündung vorbereitet.

Rückstellung: In Bild 2 läßt sich die Rückstellung auf Null mit dem doppelpoligen Druckknopfschalter S 1 / S 2 durchführen. Wird er gedrückt, so schließt S 1 und zündet die Null (erste Stufe der Dekade, Rö 0). S 2 öffnet gleichzeitig, und alle übrigen Stufen löschen.

Koppelstufen: Die Stufen am Eingang (Rö E) und am Ausgang (Rö A) sind Koppelstufen und dienen zur Impuls-Übertragung an die nächst höhere Ringzähldekade. Diese Stufen sind, wie in Kap. 4 beschrieben, selbstlöschend infolge der hohen Katoden- (200 k Ω) und Anoden-Vorwiderstände (500 k Ω) in Verbindung mit dem Kondensator C 2.

Die Dioden dienen zur Impulsbegrenzung auf einen bestimmten Spannungswert, dieser ist mit einem Spannungsteiler einstellbar.

Impulsweitergabe über die Koppelstufen: Ist Rö 9 gezündet und kommt als nächstes ein Vorwärtszähl-Impuls, so zünden sowohl Rö 0 (Ringzähl-Verbindung) als auch die „Vorwärtszähl-Koppelröhre“ Rö A. Diese erlischt jedoch wieder, sobald C 2 auf einen Spannungswert unter deren Brennspannung entladen ist. Der Impuls, der zwischen Zünden und Löschen der Koppelröhre an deren Katodenwiderstand entsteht, gelangt auf die zweite Zähldekade.

Wäre Rö 0 gezündet und käme als nächstes ein Rückwärtszähl-Impuls, so zünden Rö 9 derselben Dekade (Ringschaltung) und gleichzeitig für kurze Zeit die „Rückwärtszähl-Koppelröhre“ Rö E. Die einen Rückwärtszähl-Impuls an die nächste Dekade weitergibt und diese damit um eine Stelle zurückschaltet. – Die höchste Dekade enthält keine Koppelstufen.

Hilfsleitroden: Zum Erreichen stabiler Betriebsverhältnisse, die insbesondere für Zählerschaltungen sehr wichtig sind, haben manche Relaisröhren Hilfsentladungsstrecken. Die dafür gedachten Leitroden sind in Bild 2 über hoheohmige Widerstände mit der Null-Leitung der Schaltung verbunden. Die Hilfsentladung brennt ständig zwischen Anode und Hilfslektrode und bewirkt eine Vorionisierung.