



Das elektronische TN-Uhrenrelais

DIETER NEZIK

Das elektronische TN-Uhrenrelais

Dieter Nezik

Uhrenrelais dienen zum Fortschalten von Nebenuhren und anderer Zeitdienstgeräte mit polwechselnden Impulsen, wenn die steuernde Hauptuhr dazu nicht unmittelbar geeignet ist. Dies ist z. B. der Fall, wenn der Hauptuhrenaussgang nicht genügend belastet werden kann, Haupt- und Nebenuhren für verschiedene Betriebsspannungen ausgelegt sind oder die Hauptuhr nicht die erforderliche Impulsform liefert. Auch am Ende einer langen Übertragungsleitung kann eine Impulserneuerung nötig sein. Die frühere Bauweise der gepolten Relais mit Dauermagneten wurde bereits seit längerem zugunsten einer einfachen Fertigung unter ausschließlicher Verwendung des TN-Ovalrelais verlassen. Seither hat es nicht an Versuchen gefehlt, die elektromechanischen Schaltmittel ganz oder teilweise durch Halbleiter zu ersetzen [1]. Anfangsschwierigkeiten entstanden dadurch, daß die ersten Leistungstransistoren bis an ihre Grenzwerte belastet werden mußten, um die geforderten Ströme zu schalten. Diese Schwierigkeiten sind jedoch längst überwunden, so daß das hier beschriebene elektronische TN-Uhrenrelais geeignet ist, die bisherigen elektromechanischen Ausführungen zu verdrängen. Sein Einsatz liegt im Interesse einer hohen Betriebssicherheit bei völliger Wartungsfreiheit.

Grundschaltung

Die Polarität der Ausgangsspannung des Uhrenrelais soll der der Eingangsspannung entsprechen. Bei fehlendem Eingangssignal ist es vorteilhaft, die Ausgangsklemmen möglichst niederohmig zu verbinden, um Störspannungen abzuleiten. Bei einer elektromechanischen Ausführung sind diese Bedingungen bereits mit zwei Umschaltkontakten zu erfüllen (Bild 1). Die zusätzlich notwendigen Freilaufdioden G1 und G2 sorgen dafür, daß ein durch den induktiven Verbraucher fließender Strom nicht plötzlich durch einen wechselnden Kontakt unterbrochen werden kann. Wenn beide Kontakte gleichzeitig wechseln, wie dies im Sekundenbetrieb vorkommt, sind zusätzlich die Dioden G3 und G4 erforderlich. Diese wirken dann in Verbindung mit G1 und G2 als Brückengleichrichter und liefern die freierzeugende elektromagnetisch erzeugte Energie aus dem induktiven Verbraucher in die Batterie zurück.

Bild 2 zeigt die Grundschaltung mit Transistoren. Durch entsprechende Steuerung ihrer Basen kann man eine Stromrichtungsumkehr im Verbraucher oder einen Kurzschluß der Ausgangsklemmen erzwingen. Polwechselnde Signale entstehen dann am Ausgang, wenn abwechselnd entweder nur die Transistoren T2 und T3 oder nur T1 und T4 leitend sind. Sind z. B. T2 und T3 leitend, fließt

BILD 1 Schaltung eines Uhrenrelais mit Kontakten
BILD 2 Grundschaltung eines Uhrenrelais mit Halbleitern

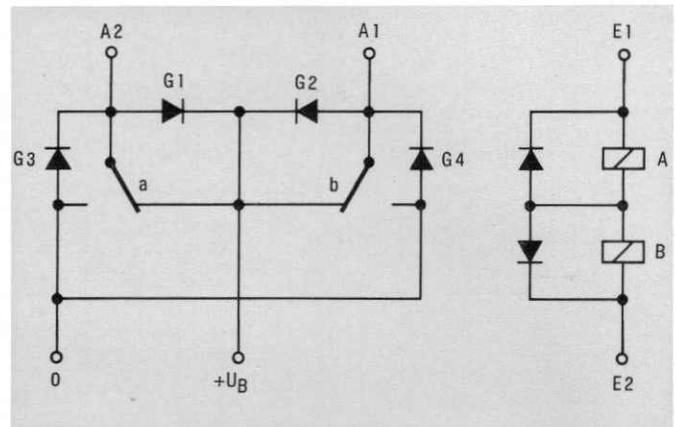


BILD 1

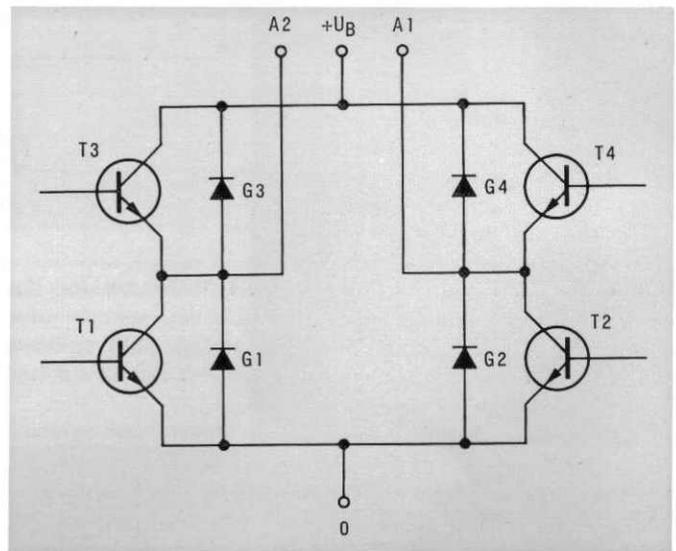


BILD 2

der Strom von $+U_B$ über T3, A2 und die Uhrenlinie nach A1 und über T2 nach 0. Der Strom fließt also in der Uhrenlinie von A2 nach A1. Sind die Transistoren T1 und T4 leitend, fließt der Strom in der Uhrenlinie in umgekehrter Richtung. Leiten dagegen die Transistoren T3 und T4, kann ein bei A2 eingepprägter Strom über die Diode G3 und den Transistor T4 nach A1, ein bei A1 eingepprägter Strom über G4 und T3 nach A2 zurückfließen: Die Ausgangsklemmen sind kurzgeschlossen. Durch eine geeignete Steuerschaltung läßt sich ein Kurzschluß über T1 und T3 bzw. T2 und T4 verhindern.

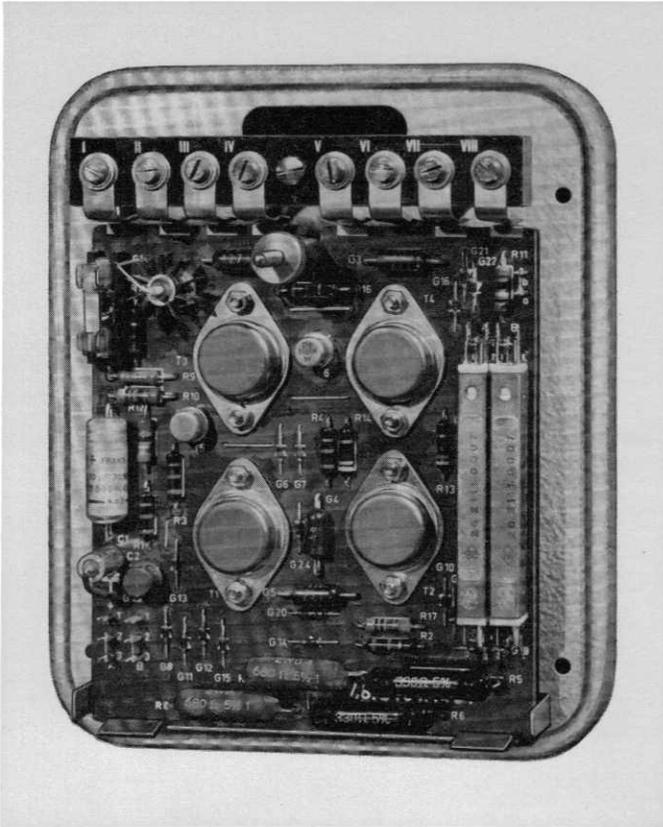


BILD 3

Steuerung

Den vereinfachten Stromlaufplan des elektronischen TN-Uhrenrelais zeigt Bild 4. T1 bis T4 sind Siliziumleistungstransistoren mit npn-Leitfähigkeit. Ohne Eingangssignal sind die Basen der Transistoren T3 und T4 über leitende pnp-Transistoren mit $+U_B$ verbunden. Die Ausgangsklemmen sind bipolar miteinander verbunden. Dieser Zustand wird durch den Ruhestrom über die Widerstände R1 und R2 aufrechterhalten. Der Ruhestrom ist gemessen am zu schaltenden Laststrom sehr gering, da sich die Stromverstärkungen der beiden beteiligten Transistoren multiplizieren. Bei vorhandenem Eingangssignal wird eines der beiden stromrichtungsabhängig geschalteten Reedrelais erregt. Sie sorgen für die unbedingt notwendige galvanische Trennung zwischen Eingang und Ausgang. Mit rein elektronischen Schaltmitteln wäre diese Trennung nur mit einem wirtschaftlich nicht vertretbaren Mehraufwand zu erreichen. Die Reedkontakte haben bei der hier gegebenen ohmschen Last auch bei Sekundenbetrieb eine Lebensdauer von vielen Jahren, so daß dadurch kein Nachteil entsteht. Wird nun z. B. der Kontakt a betätigt, erhält T1 über R3 Basisstrom, während T5 und T3 zwangsweise sperren, da der vorher in die Basis von T5 fließende Strom jetzt über den Kontakt a nach $+U_B$ abfließt. T1 und T3 können nicht gleichzeitig Strom führen. Der Widerstand R3 bestimmt den Leerlaufstrom der Anordnung. Dies ist im Gegensatz zum Ruhestrom der Strom, der bei angesteuertem Eingang — jedoch ohne Last — aus der Speisespannungsquelle entnommen wird. Er beträgt entsprechend dem Stromverstärkungsfaktor von T1 oder T2 etwa $1/30$ des zulässigen Laststromes. Sind während des Umschaltens im Sekundenbetrieb die Kontakte a und b gleichzeitig betätigt, leiten T1 und T2, während T3 und T4 sperren. Dieser Betriebszustand ist unschädlich.

Überlastungsschutz

Bei einem Kurzschluß der Ausgangsklemmen steht die volle Betriebsspannung an T1 oder T2. Die Widerstände R3 und R4 sind so gewählt, daß bei Überschreiten des zulässigen Laststromes die genannten Transistoren nicht mehr im sogenannten Sättigungsbereich arbeiten, während dies bei den Transistoren T3 oder T4 noch der Fall ist. Auf diese Weise ist eine natürliche Strombegrenzung gegeben, die zunächst die Transistoren T1 bzw. T2 vor Zerstörung schützt. Mit Beginn der Überlastung wird durch den hohen Spannungsabfall, z. B. am Transistor T1 der Strom durch R5 nicht mehr abgeleitet, sondern fließt durch die Z-Diode und zündet nach Ladung von C2 den Thyristor Th, der den Basisstrom von T1 ableitet und damit den Laststrom abschaltet. Dieser Zustand ist stabil, weil auch nach dem Öffnen des Kontaktes a über R6 und R7 ein noch genügend großer Haltestrom durch den Thyristor fließt. Das Zurückschalten in den betriebsfähigen Zustand kann wahlweise durch Unterbrechen der Betriebsspannung oder — was vorteilhafter ist — durch vorübergehendes Verbinden des hierfür vorgesehenen Ausganges R mit 0 geschehen. Dadurch wird der Thyristor stromlos und wieder sperrfähig, so daß nach Freigabe des Ausganges R der Ausgangszustand wiederhergestellt ist. Dabei ist es unmöglich, eine schädliche Stromführung bei überlastetem Ausgang zu erzwingen.

Leistungsmerkmale und Betriebsbedingungen

Mit dem elektronischen Uhrenrelais lassen sich sowohl Minuten- als auch Sekundenimpulse erneuern. Eine impulsformende Wirkung wie das elektromechanische Uhrenrelais für Sekundenbetrieb hat es jedoch nicht. Die Spannung der steuernden Impulse darf zwischen 16 und 70 V betragen; als Speisespannung für den Ausgang sind Nennspannungen von 24, 36, 48 und 60 V mit entsprechenden Toleranzen zugelassen. Der Laststrom darf Werte bis zu 1,8 A bei 24 V und 1,5 A bei 60 V annehmen, was einer Last von mehr als 250 Nebenuhren zu je 6 mA entspricht. Der Spannungsabfall bleibt dabei kleiner als 1,5 V. Durch den Kondensator C3 am Ausgang in Verbindung mit der natürlichen Strombegrenzung entstehen abgeflachte Impulsflanken. Oberwellen, die sich als lästiges Schaltgeräusch in benachbarten Fernmeldeanlagen bemerkbar machen könnten, lassen sich dadurch weitgehend vermeiden. Während der Schaltzeit der Freilaufdiode verhindert dieser Kondensator ferner einen unzulässigen Spannungsanstieg an den Leistungstransistoren, wenn im angesteuerten Zustand die Last plötzlich abgetrennt wird.

BILD 3 Das elektronische TN-Uhrenrelais
 BILD 4 Vereinfachter Stromlaufplan des elektronischen Uhrenrelais

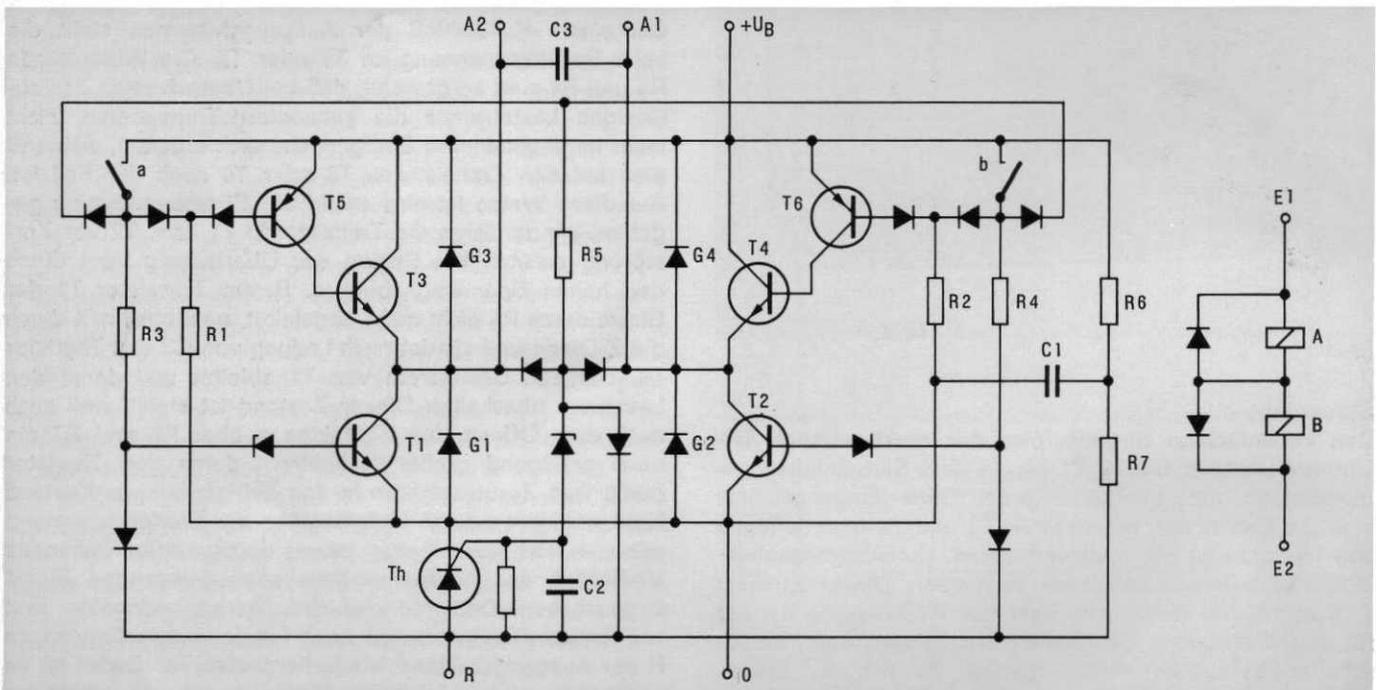


BILD 4

Die Speisespannung braucht nicht gesiebt zu sein. Die Spannungsquelle muß jedoch im Sekundenbetrieb ohne Impulspause die über die Dioden zurückgelieferte Energie aufnehmen können, ohne daß die Spannung wesentlich ansteigt. Der positive Pol der Spannungsquelle darf an Erde liegen, wie das bei Fernmeldeanlagen der Fall ist. Nicht zulässig ist das Erden des negativen Poles, weil dann der Überlastungsschutz nicht wirksam werden kann.

Elektronischer Impulsformer

Neben dem elektronischen Uhrenrelais ist ein Impulsformer lieferbar, der sich durch besondere, vom klassischen Uhrenrelais her nicht bekannte Eigenschaften auszeichnet. Empfangene kurze Impulse lassen sich damit auf eine einstellbare Dauer verlängern oder durch einen Impuls entgegengesetzter Polarität sofort abbrechen, wobei die Ausgangsspannung ihre Polarität ebenfalls wechselt. Hierzu sind die Transistoren im Bild 4 als bistabiler Multivibrator geschaltet, so daß die Anordnung bistabilen Charakter bekommt – dies jedoch nur so lange, bis ein bei jedem Impuls ausgelöster Zeitschalter die Leistungstransistoren sperrt. Dadurch ist das Gerät ebenso in der Lage, polwechselnde Sekundenimpulse kurzer Dauer in sekund-

lich polwechselnde Rechteckimpulse umzuformen und Minutenimpulse von z. B. einer Sekunde Dauer auf das notwendige Maß zu verlängern. Der Laststrom des Gerätes darf bis zu 600 mA betragen.

Einsatzmöglichkeiten

Die hier beschriebenen Geräte bieten einen vollständigen Ersatz für die elektromechanischen Uhrenrelais. Die Abmessungen sind so gewählt, daß die Einsätze in die bekannten Halter passen (Bild 3). In den TN-Uhrenzentralen der Baustufen II und III sind die elektronischen Impulsformer anstelle der früher üblichen sogenannten Kontaktrelais serienmäßig eingebaut, während die Uhrenrelais wahlweise in elektronischer oder elektromechanischer Ausführung lieferbar sind. Der einzige Nachteil der elektronischen Uhrenrelais ist darin zu sehen, daß sich eine Erdschlußmessung nur bei erdfreier Batterie vornehmen läßt, da die Uhrenlinie nicht vom Pluspol der Batterie getrennt werden kann.

Literatur:

[1] Nezik, D.: Ein kontaktloses Uhrenrelais mit Halbleitern. TN-Nachrichten (1964) 62, S. 16-19.