Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 64 (1973)

Heft: 5

Artikel: Anforderungen an elektronische Zeitrelais für industriellen Einsatz

Autor: Borer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915520

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Anforderungen an elektronische Zeitrelais für industriellen Einsatz

Von *W. Borer*

621.318.563.5

1. Einleitung

Im Bestreben, die Zuverlässigkeit elektronischer Zeitrelais weiter zu verbessern, wurden eingehende Untersuchungen über die Ursache von Ausfällen und Pannen durchgeführt. Die sich über einige Jahre erstreckenden Kontrollen ergeben ein zuverlässiges Bild über die Art und die Häufigkeit der Fehlerursachen. Diese wiederum zeigen, an welche Bauelemente erhöhte Anforderungen gestellt werden müssen, um die Zuverlässigkeit zu verbessern.

2. Erfahrungen

Neben der normalen Abnützung und dem Versagen von Bauteilen sind Ausfälle wegen ungünstigen Betriebsbedingungen zu nennen, z. B. übermässige Beanspruchung durch kurzzeitige Netz-Überspannungen, Umwelteinflüsse wie Temperatur, Feuchtigkeit, Staub, Schock, Vibrationen. Aus den Untersuchungen geht ferner hervor, dass ein hoher Prozentsatz der Ausfälle auf falsches Anschliessen, z. B. an zu hohe Spannung und zu grosse Belastung der Ausgangskontakte zurückzuführen ist.

Tabelle I zeigt den prozentualen Anteil der Ausfälle von Baugruppen und Bauteilen nach Ursachen geordnet.

Ausser den in Tabelle I erwähnten Ursachen sind auch ungenaue oder falsche Funktionsabläufe Gründe, die zu Störungen führen. So können z. B. zu grosse Streuungen im Zeitablauf die zeitliche Reihenfolge, Einsatzpunkte, Begrenzungen usw. empfindlich stören oder verhindern. Trotz dem hohen Stand der heutigen Fertigungstechnik von elektrischen und elektronischen Bauelementen sind Versager dieser Art auf Veränderungen an Zeit- und Glättungskondensatoren, Widerständen, Potentiometern, Dioden und Transistoren usw. zurückzuführen.

Ein respektabler Prozentsatz von elektronischen Zeitrelais weist bei einer Nachkontrolle überhaupt keine Fehler auf. Es muss aber angenommen werden, dass beim Anwender Fehlschaltungen aufgetreten sind. Die Ursachen sind nur zu vermuten. So können Störeinflüsse durch kapazitive, induktive oder galvanische Verkopplung über den Netzteil und die Steuerleitungen in die Schaltung gelangen, was zu ungenauem Ablauf oder zu Fehlschaltungen führen kann.

3. Anforderungen

3.1 Vorschriften

Elektronische Zeitrelais, die in Starkstromanlagen verwendet werden, müssen den Sicherheitsvorschriften des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins genügen. Da zurzeit keine spezielle Vorschriften für Zeitrelais bestehen, erfolgt die Prüfung nach den «Provisorischen Sicherheitsvorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik». Bauteile werden dabei nach den einschlägigen Vorschriften geprüft.

In der Bundesrepublik Deutschland müssen Zeitrelais den Regeln VDE 0435/9,62 und 0435a/9,72 genügen. Diese Regeln legen die über VDE 0110/5,15 bzw. VDE 0160/7,71 und VDE 0660/8,69 hinausgehenden Massnahmen fest.

In all diesen Vorschriften und Regeln werden in erster Linie die Aspekte der Sicherheit, wie Kriechstrecken, Luftabstände, Prüfspannungen usw. festgelegt. Diese allein genügen aber den tatsächlichen Verhältnissen in der Praxis nicht. Es müssen noch folgende Punkte mit berücksichtigt werden:

3.2 Schutz gegen Überspannungen

In Versorgungsnetzen, besonders aber in Industrienetzen, muss immer mit kurzzeitigen Überspannungen gerechnet werden. Ursachen für die Erzeugung von Überspannungen sind vor allem das Aus- und Einschalten von Leitungen, das Abschalten von induktiven Lasten (Motoren, Schaltschütze, Steuertransformatoren, Magnetventile usw.). Ebenso treten bei Blitzeinschlägen in Freileitungs- und Verteilsysteme oder in ihrer Nähe sehr hohe Überspannungen auf. Über die Höhe und den Verlauf dieser kurzzeitigen Überspannungen sind im allgemeinen Angaben nur schwer erhältlich. Sie können aber den 10- bis 100fachen Wert der Nennspannung erreichen und während einiger Mikrosekunden bis Millisekunden auftreten.

Ausfälle von Baugruppen und Bauteilen

Tabelle I

Bauteil oder Baugruppe	Ursache des Ausfalls	Anteile des Ausfalls %
Netzteil	Einwirkung von zu hohen kurzzeitigen Überspannungsspitzen	29,2
Netzteil	Zeitrelais falsch oder an zu hoher Spannung angeschlossen	7,2
Ausgangsrelais	Zerstörung der Kontakte durch Kurzschlüsse oder Überlastung	11,6
Ausgangsrelais	Unterbruch von Relaisspulen Zu grosser Kontakt-Übergangswiderstand Kein Durchgang mehr	8,7
Dioden Transistoren Thyristoren	Unterbrüche an Dioden, Kurzschlüsse, Durchschläge an Transistoren und Thyristoren	14,1
Kondensatoren	Zu grosse Restströme Unterbrüche an Anschlussstellen. Durchschläge	3,6
Widerstände	Unterbrüche	3,2
Potentiometer	Unterbrüche, Kontaktfehler am Schleifer, Verschmutzungen	6,2
Mech. Teile	Defekte Gehäuse, Klemmen, Drehknöpfe	8,4
	Keine Fehler festgestellt Funktion voll gewährleistet	7,8

Tatsächlich wurden bei Messungen in einem Walzwerk Werte von 18 kV während einigen Mikrosekunden festgestellt.

Überspannungen treten auch in Gleichstromanlagen auf. Ein Beispiel soll über die Grössenordnung der auftretenden Spannung Aufschluss geben:

Bekanntlich ist die in einer Spule im Augenblick der Abschaltung aufgespeicherte Energie

$$E = \frac{1}{2} L I^2$$

(L Induktivität; I Strom)

Liegt zu dieser Spule z. B. ein Kondensator parallel – dieser Kondensator kann auch die Eigenkapazität der Spule und die Streukapazität der Schaltung sein –, so wird die gesamte Energie an diesen Kondensator abgegeben. Berücksichtigt man die in der Praxis auftretenden Verluste nicht, so gilt:

$$\frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} C U^2$$

und daraus folgt:

$$U_{ü} = I \sqrt{\frac{L}{C}}$$

An einem Relais mit den folgenden Daten:

Anschlußspannung	24 V_
Induktivität	0,1 Hy
Widerstand	200 Ω
Wicklungskapazität	200 pF

entsteht eine Abschaltspannung von

$$U = \frac{24}{200} \sqrt{\frac{0{,}1}{200 \cdot 10^{12}}} = 2700 \text{ V}$$

Ohne geeignete Schutzmassnahmen können diese Überspannungen zur Zerstörung der Geräte führen oder zumindest unliebsame Fehlschaltungen auslösen. Zur Dämpfung der Überspannungen, die auf den Netzteil gelangen, bestehen verschiedene Möglichkeiten. Die Beschaltung kann z. B. gemäss den Fig. 1...5 erfolgen:

Auf die Wirkungsweise, die Vor- und Nachteile der angegebenen Schutzschaltungen soll im Rahmen dieses Aufsatzes nicht näher eingegangen werden. Über die Wahl der geeigneten Schutzschaltung muss von Fall zu Fall entschieden werden. Aus preislichen und konstruktiven Gründen muss man auch hier, wie in andern Fällen, oft auf einen Kompromiss eingehen.

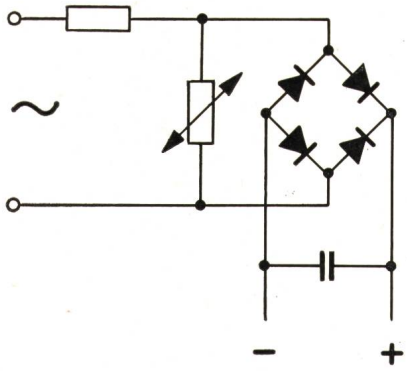

Fig. 1
Beschaltung mit spannungsabhängigem Widerstand (VDR)

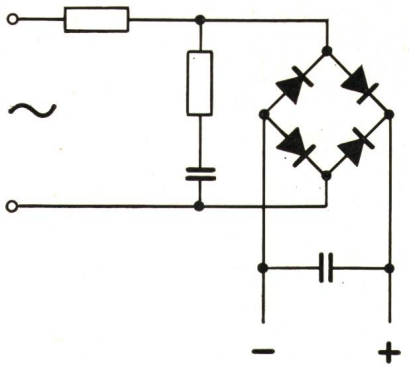

Fig. 2
Beschaltung mit einfachem linearen Netzwerk

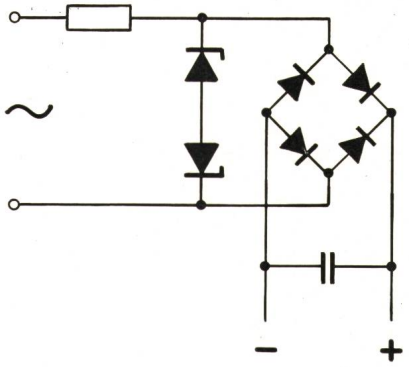

Fig. 3
Beschaltung mit Leistungs-Zenerdiode

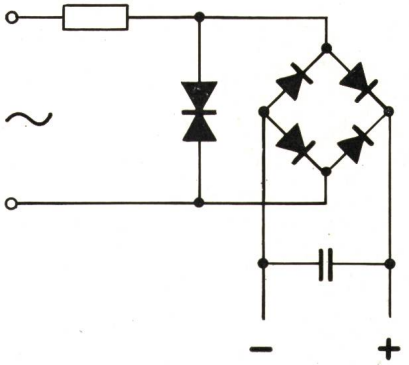

Fig. 4
Beschaltung mit Selenelementen

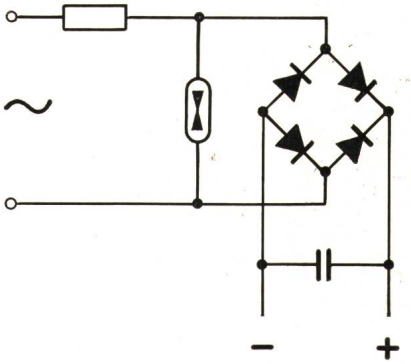

Fig. 5
Beschaltung mit Edelgasableiter

3.3 Prüfung der Überspannungsfestigkeit

Um das Verhalten elektronischer Zeitrelais beim Auftreten von Überspannungen zu prüfen, sollten normierte Prüfspannungen, auch Stoßspannungen genannt, angewendet werden. Diese entsprechen angenähert in ihrer Grösse und ihrem zeitlichen Verlauf den in der Praxis auftretenden Überspannungen. Der Normstoss ist in der Publ. 0173 des SEV und in «Leitsätze für die Erzeugung und Verwendung von Stoßspannungen für Prüfzwecke» des VDE 0450 definiert. Die Prüfung selber sollte z. B. nach der Publ. 3002 des SEV, Zweiter Teil «Regeln für die Prüfung von Niederspannungsmaterial mit Stoßspannung», durchgeführt werden. Dabei müsste aber die Stoßspannung, bei einer Nennspannung von 250 V, mindestens 6 kV betragen.

3.4 Wiederholgenauigkeit, Zeiteinstellung, Zeitbereiche

Bezogen auf die Funktion elektronischer Zeitrelais ist die Güte der Wiederhol- und Einstellgenauigkeit massgebend.

Die Wiederholgenauigkeit gibt an, mit welcher Genauigkeit ein eingestellter Zeitwert wiederholt wird. In der Regel wird die Abweichung in Prozent des eingestellten oder des Skalenendwertes bei Nennspannung und einer Umgebungstemperatur von 20 °C angegeben. Wiederholgenauigkeiten von 1...2 % sind übliche Werte. Sie können mit den heute zur Verfügung stehenden Bauelementen und geeigneten Schaltungen auch preisgünstig realisiert werden.

Die Wiederholgenauigkeit muss auch bei Schwankungen der Betriebsspannung und bei Änderungen der Umgebungstemperatur gewährt sein. Änderungen der Betriebsspannung von − 15 % bis + 10 % sollten praktisch ohne Einfluss auf die Wiederholgenauigkeit sein. Im Betrieb können durchaus Umgebungstemperaturen zwischen − 20 °C bis + 60 °C auftreten. Dabei sollte die Wiederholgenauigkeit nicht mehr als 0,1... 0,15 %/°C abweichen.

Die Einstellgenauigkeit von elektronischen Zeitrelais wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Bei den meisten heute gebräuchlichsten Ausführungen wird der gewünschte Zeitwert mit einem Drehwiderstand eingestellt. Aus Preisgründen werden meistens Schicht-Potentiometer eingesetzt. Diese erlauben es wegen ihren Linearitätsabweichungen nicht zeitgetreue Einstellskalen zu verwenden. Elektronische Zeitrelais sind daher meistens mit einer linear geteilten Hilfsskala versehen, mit 10 oder mehr Teilstrichen. Die gewünschte Zeit muss daher durch Messen oder Probieren gefunden werden. Es ist aber durchaus möglich, sei es durch genaue lineare Potentiometer oder durch Widerstandsdekaden, eine genaue Einstellmöglichkeit zu schaffen.

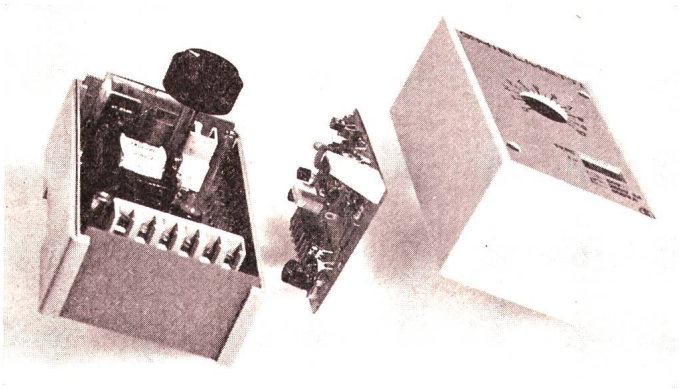

Fig. 6
Zeitrelais mit auswechselbarer Funktions- und Zeiteinheit

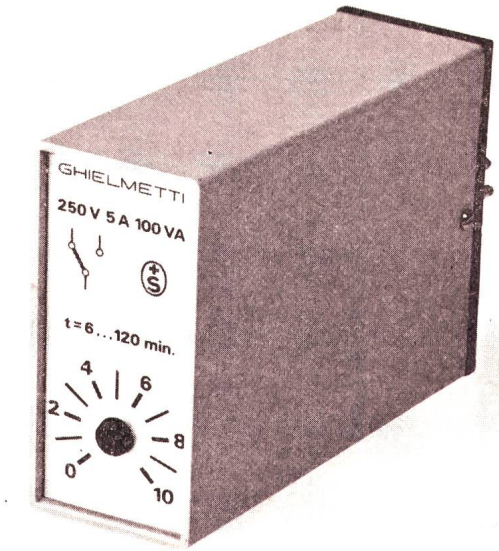

Fig. 7
Zeitrelais
Steckbare Ausführung

Bei digital arbeitenden Relais kann die Einstellung ohnehin genau vorgenommen werden. Anforderungen an die Einstellgenauigkeit zu stellen ist eine Frage des Aufwandes und damit der Kosten.

Der Zeitbereich eines elektronischen Zeitrelais wird dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend festgelegt. Den Bereich wird man bei gegebenem Einstellverhältnis so wählen, dass die Einstellung ohne Schwierigkeiten möglich ist. Über die Zeitbereiche bestehen bis heute keine Normen. Analysiert man die Angaben der verschiedenen Hersteller, ergeben sich für die verschiedenen Bereiche folgende Maximalwerte: 1, 3, 10, 15, 30, 60, 100, 300, 600 s und 30, 60, 120 min. Es werden aber auch Werte bis 10 und mehr Stunden angegeben. Das Einstellverhältnis zwischen der kürzesten zur längsten Zeit liegt zwischen 1:10 und 1:100. Die Erfahrung zeigt, dass ein Verhältnis von 1:20 bis 1:25 am ehesten den Anforderungen der Praxis entspricht. Zu beachten ist, dass die angegebene Maximalzeit der einzelnen Bereiche erreicht, besser aber überschritten, und der durch das Einstellverhältnis gegebene Minimalwert besser unterschritten wird.

Als vorteilhaft für den Anwender elektronischer Zeitrelais erweist sich die Auswechselbarkeit der Zeit- und Funktionsglieder. Der Aufwand für den Umbau auf einen andern Zeitbereich wird dadurch fühlbar herabgesetzt. Fig. 6 zeigt ein Relais dieser Bauart. Steckrelais gemäss Fig. 7 entsprechen diesen Forderungen ebenfalls weitgehend.

3.5 Klimatische und mechanische Einflüsse

Im industriellen Einsatz sind elektronische Zeitrelais vielfältigen Einflüssen ausgesetzt. Es sind dies Temperatur, Feuchtigkeit, Staub, Schock, Vibrationen sowie die bereits erwähnten Schwankungen der Betriebsspannung und kurzzeitige Überspannungen. Diese Einflüsse sollen die Funktions- und Betriebssicherheit möglichst nicht beeinträchtigen.

Der Einfluss der Umgebungstemperatur kann durch geeignete Wahl der Schaltung, Verwendung hochwertiger Bau-

elemente und Kompensationsmassnahmen weitgehend ausgeschaltet werden.

Für die Zeitkreise stehen heute Kunststoffolien-Kondensatoren hoher Stabilität zur Verfügung. Auch Potentiometer mit einer T-Schicht haben ähnliche Eigenschaften. Die Einwirkungen von Feuchtigkeit und Staub kann man durch Tauchlackierung und Verwendung abgedichteter Gehäuse weitgehend ausschalten. Bei sehr hoher Beanspruchung und für aggressive Atmosphäre ist eine hermetische Kapselung oder Vergiessen des Zeitrelais mit Giessharz vorteilhaft.

In Schaltanlagen, Schützensteuerungen und Maschinen sind Zeitrelais oftmals Stössen und Vibrationen ausgesetzt. Diese können zu mechanischen Zerstörungen, Kontaktprellen und zu Fehlschaltungen der Ausgangsrelais führen. Stabile Gehäuse, weitgehend schockfeste Bauelemente und glasfaserverstärkte Leiterplatten bieten Schutz gegen diese Beeinflussungen.

3.6 Ausgangsrelais

Ein elektronisches Zeitrelais besteht aus dem zeitbestimmenden und dem Ausgangsteil. Meistens wird im Ausgang ein elektromechanisches Relais eingesetzt. Es sind heute aber auch Geräte mit kontaktlosem Ausgang erhältlich. Die Ausgangsrelais müssen ebenfalls den bereits erwähnten Einflüssen genügen. Tiefe und hohe Temperaturen, Feuchtigkeit und Verschmutzungen wirken sich ebenso nachteilig auf die Lebensdauer und Zuverlässigkeit aus. In den letzten Jahren hat die Relaistechnik ebenso Fortschritte aufzuweisen wie andere Gebiete. Es stehen deshalb heute Relais zur Verfügung, welche hinsichtlich Konstruktion und Materialauswahl den üblichen Industriebedingungen ohne weiteres genügen. Bei extremen Bedingungen sind aber geeignete Massnahmen vorzusehen. Hauptursachen von Ausfällen der Ausgangsrelais sind die Überlastung der Kontakte, Verschmutzung und Korrosionserscheinungen bedingt durch Umwelteinflüsse. Oft stellt man fest, dass den Angaben des Herstellers in bezug auf die Schaltleistung nicht genügend Beachtung geschenkt wird. Die Lebensdauer eines Relais, das mech. 20...100 Millionen Schaltungen durchhält, nimmt in Abhängigkeit des Schaltstromes und der Last rasch ab (Fig. 8).

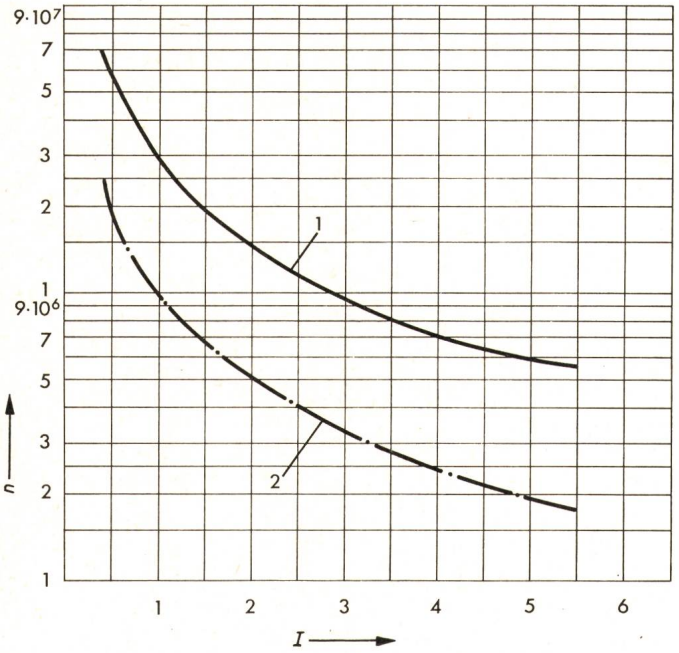

Fig. 8
Kontaktlebensdauer eines Kleinrelais

n Anzahl Schaltungen
I Schaltstrom
u Schaltspannung 250 V~
1 Ohmsche Last AC1
2 Spulenlast AC11

Üblicherweise werden heute Relais mit einem Schaltstrom von 2,5 bis 4 A, AC11 eingesetzt. Bei dieser Belastungsart ist ein 11facher Einschalt- und ein 1facher Ausschaltstrom $\cos \varphi = 0{,}4$ zulässig. Gelegentlich darf der Ausschaltstrom auch den 11fachen Wert annehmen. In den meisten Fällen stehen dabei 2 potentialfreie Umschaltkontakte zur Verfügung, was der Forderung der Praxis in der Regel genügt.

4. Schlusswort

Elektronische Zeitrelais, die in Starkstromanlagen und Industrienetzen eingesetzt werden, sind vielen Beeinflussungen ausgesetzt. Diese führen oft zur Zerstörung oder zur Herabsetzung der Funktionstüchtigkeit. Eingehende Untersuchungen hatten zum Ziel, die genauen Ursachen der Ausfälle festzustellen und um Hinweise zu erhalten, die Zuverlässigkeit der Geräte zu verbessern.

Es zeigt sich, dass die Einwirkung von kurzzeitigen Überspannungen die Hauptursache der Ausfälle ausmacht. Daneben sind als weitere Ursachen die Zerstörung von Kontakten am Ausgangsrelais und der Ausfall diverser Bauelemente zu nennen.

In der Schweiz sind Zeitrelais prüfpflichtig und müssen deshalb den einschlägigen Sicherheitsvorschriften genügen. In diesen Vorschriften werden in erster Linie die Aspekte der Sicherheit berücksichtigt.

Diese genügen aber den tatsächlichen Verhältnissen der Praxis nicht. Es sollten noch folgende Punkte einbezogen sein:

- Überspannungsfestigkeit
- Wiederholgenauigkeit
- Zeiteinstellung, Zeitbereiche
- Klimatische und mechanische Aspekte
- Ausgangsrelais

Auf das Problem der Überspannungen und Schutzmöglichkeiten wurde etwas näher eingegangen, da in dieser Hinsicht wahrscheinlich immer die meisten Ausfälle zu erwarten sind. Zieht man die Bilanz aus all den angeführten Aspekten, so ergibt sich, dass an elektronische Zeitrelais, um einen hohen Grad an Zuverlässigkeit, Funktionstreue und Lebensdauer zu erhalten, folgende Minimalanforderungen anzustreben sind:

– Abweichungen der Betriebsspannung	+ 10 % – 15 %
– Wiederholgenauigkeit:	
Bei konst. Spannung und 20 °C	1 %
Bei Spannungsschwankungen von ± 10 %	1,5 %
Temperaturstabilität zwischen – 10 und + 50 °C	0,1...0,15 % / °C
Fertigungstoleranz Endwert	+ 10 %
Fertigungstoleranz Minimalwert	– 10 %
– Einstellverhältnis	1 : 20...25
– Wiederbereitschaftszeit	200 ms
– Temperaturbereich	– 20 bis 60 °C
– Einschaltdauer	100 %
– Prüfspannungen:	
zwischen getrennten Stromkreisen	2000 V~
gegen geerdete Unterlagen	4000 V~
Stoßspannung auf den Netzteil mit Normstoss 1 | 50 µs	6 kV
– Klimatest 21 Tage	40 °C, 92 % rel. F.
– Schaltleistung der Ausgangskontakte:	
Schaltstrom	2,5 A, AC 11
Nennspannung	250 V

Mechanische Lebensdauer	20 Millionen Schaltungen
Kontaktlebensdauer bei Belastung	ist anzugeben
– Rüttelfestigkeit	3 g, Amplitude 1 mm in allen Richtungen

Mit Absicht wurde in diesem Beitrag nicht auf die Vor- und Nachteile der eigentlichen Zeitkreise, und ob analoge oder digitale Schaltungen Anwendung finden, eingetreten. Die Anforderungen sind in allen Fällen die gleichen. Dieser Beitrag soll als Anregung aufgefasst werden, in naher Zukunft auch in der Schweiz die Anforderungen an elektronische Zeitrelais in Regeln oder Vorschriften festzulegen.

Literatur

[1] *E. Zurowski:* Relais. ETZ-B 24(1972)14, S. 348...351.

[2] *W. F. Davidsmeyer* und *W. Kreutz:* Elektronische Zeitrelais. ETZ-B 24(1972)23, S. 600...603.

[3] *K. D. Friedrich:* Zeitrelais contra Mechanik. ETZ-B 24(1972)23, S. 604 ...606.

[4] *H. Von Ballmoos:* Elektronische Zeitrelais und deren Einsatz in der Industrie. Schweizer Maschinenmarkt 72(1972)33, S. 82...85.

[5] Electronic timer survey. Industrial Electronics 6(1968)9, p. 363...369.

[6] *H. Menzel* und *J. Förster:* Anforderungen an Zeitrelais für industrielle Zwecke. Elektro-Welt 3(1958)24, S. 453...457.

[7] *W. Borer:* Zeitrelais. Aufbau, Wirkungsweise, Schaltmöglichkeiten und Anwendung. Techn. Rdsch. 47(1955)2, S. 9...13.

[8] Überspannungen in Wechselstromnetzen. Cerberus Elektronik -(1964)22.

[9] *W. Knipping:* Ein kleiner gasgefüllter Überspannungsableiter. Siemens Z. 37(1963)4, S. 331...332.

[10] *W. Bölsterling* und *H. Honnef:* Freilaufdioden zum Schutz von Halbleitergleichrichtern oder Schaltkontakten gegen Überspannungen. ETZ-A 87(1966)4, S. 144...148.

[11] *P. Schneider:* Der Überspannungsschutz bei Kleinapparaten. Anwendung einfacher linearer Netzwerke. Techn. Rdsch. 59(1967)25, S. 33...35.

[12] *W. Aye* und *H. Rafler:* Ein Halbleiterbauelement zur Dämpfung von Spannungsspitzen. Elektrotechnik 45(1963)22 Beilage Industrie-Elektronik 6(1963)4, S. 31...34.

[13] *H. Schäffersmann:* Überspannungsschutz beim Abschalten induktiver Stromkreise. Elektrotechnik 50(1968)14, S. 231...233.

[14] *C. S. Silver:* The protectors they safeguard equipment and components. Electronic Products 11(1969)9, p. 46...58.

[15] *W. Walters:* Transient suppression with a power zener diode. Electronic Products 12(1968)3, p. 83...87.

[16] Schutz vor Überspannungen. Cerberus Elektronik -(1972)34.

[17] *A. F. Schaffernak:* Zur Störsicherheit elektronischer Steuersysteme. ETZ-B 24(1972)13, S. 315...321.

[18] *W. Meissen, H. Runge* und *A. Schönung:* Anforderungen der Elektronik in der Energietechnik an die Netzwechselspannung. ETZ-A 90 (1969)14, S. 343...347.

[19] *H.-J. Schmidt:* Umgebungseinflüsse auf Relais. Elektrotechnik 50 (1968)8, S. 104...106.

[20] *E. Eggensberger:* Das Relais — ein vielseitiges Bauelement. Messen und Prüfen 4(1968)10, S. 567...570.

Adresse des Autors:

W. Borer, Ingenieur, Ghielmetti AG, 4500 Solothurn.