

Relais (Übersicht)

Be 01

2 Blätter

A Aufgabe und Arbeitsweise der Relais

Relais dienen zum Schalten von elektrischen Stromkreisen, wobei der Schaltvorgang im allgemeinen rückgängig gemacht und wiederholt werden kann sowie bestimmte Schaltzeiten eingehalten werden können.

Die Ausführungsformen der Relais unterscheiden sich einerseits durch die Art der Erregung, worunter man das physikalische Prinzip der Betätigung ihrer Kontakte für die zu schaltenden Stromkreise versteht, andererseits durch die Art der verwendeten Schalter (Bild 1).

Die Relais werden vorwiegend elektrisch (z. B. elektromagnetisch), aber auch mechanisch (z. B. durch Flüssigkeits- oder Gasdruck) betätigt.

Bei den *elektromechanischen Relais* wird der Stromkreis mechanisch durch bewegte Kontaktteile geschaltet. Ein elektromechanisches Relais kann mehrere getrennte Stromkreise schalten, die mit dem Erregerstromkreis nicht galvanisch verbunden sind.

Bei den *elektronischen Relais* (z. B. der Elektronenröhre) wird der Stromkreis elektronisch durch bewegte elektrische Ladungsträger geschlossen. Hier sind der Erregerstromkreis und der Schaltstromkreis miteinander galvanisch verbunden.

Die Relais und ihre Erregerstromkreise können so ausgebildet sein, daß sie nur auf eine bestimmte Stromart, Stromrichtung oder Frequenz ansprechen. Wenn bei einem Relais der geschaltete Strom größer als der Erregerstrom ist, so wirkt es als Verstärker.

Anziehung, die elektrostriktive und die magnetostriktive Wirkung) zur Betätigung von bewegbaren Kontaktteilen benutzt.

Von den elektromechanischen Relais wird das mit elektromagnetischer Erregung am häufigsten angewendet. Wegen seiner vorwiegenden Verwendung in der Fernmeldetechnik wird das elektromagnetische Relais auch als *Fernmelderelais* bezeichnet.

Man unterscheidet *neutrale* (ungepolte) Relais und *gepolte* Relais. Neutrale Relais sprechen unabhängig von der Richtung des Erregerstromes an, während bei den gepolten Relais die Stromrichtung des Erregerstromkreises das Ansprechen bestimmt.

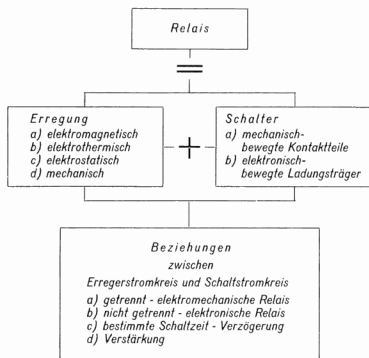


Bild 1. Übersicht über die Arbeitsweisen von Relais

B Ausführungsformen der Relais

Eine Übersicht über die Ausführungsformen von Relais für die Funktechnik und Elektronik gibt Bild 2. Die Relais werden nach ihrer Wirkungsweise, nach ihrer Bauart oder nach ihrer Anwendung bezeichnet.

1 Elektromechanische Relais

Bei den elektromechanischen Relais werden die Wirkungen des elektrischen Stromes (meist die magnetische Wirkung oder die Wärmewirkung, weniger häufig die elektrostatistische

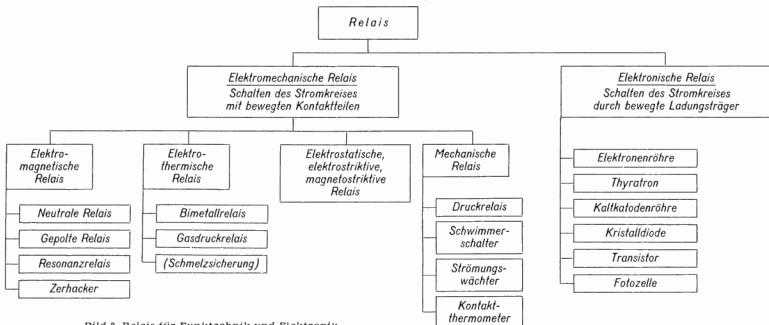


Bild 2. Relais für Funktechnik und Elektronik

Be 01

1a Das neutrale Relais

Den grundsätzlichen Aufbau eines neutralen Relais zeigt Bild 3. Das neutrale Relais besteht aus einer Erregerspule 1 mit einem Eisenkern 2, vor dem der Relaisanker 3 beweglich angeordnet ist. Wenn durch die Erregerspule 1 Strom fließt,

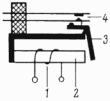


Bild 3. Neutrales (ungepoltetes) Relais; 1 = Erregerspule, 2 = Eisenkern, 3 = Relaisanker, 4 = Kontaktsatz

so zieht der Relaisanker 3 an und betätigt den Kontaktsatz 4. Der Relaisanker 3 wird unabhängig von der Richtung des durch die Erregerspule 1 fließenden Erregerstromes angezogen. Ein derartiges Relais wird als unepolt oder neutral bezeichnet.

1b Das gepoltete Relais

Beim gepolten Relais – auch polarisiertes Relais genannt (Bild 4) – wird die Ankerbewegung mit von der Richtung des Erregerstromes bestimmt. Die Erregerspule 1 bildet mit dem Eisenkern 2 den Erregermagneten, zwischen dessen Polen der Relaisanker 3 in der Lagerung 4 beweglich angeordnet ist. Zwischen dem Relaisanker 3 und den beiden Polen des Erregermagneten befindet sich je ein Luftspalt. In diesen beiden Luftspalten wird dem Erregerfluß des Erregermagneten der Dauerfluß eines permanenten Magneten 5 überlagert, und zwar für den einen Luftspalt additiv und für den anderen subtraktiv. Bei Erregung legt sich der Relaisanker 3 nach der Seite des stärkeren Gesamtflusses um und betätigt die Kontaktanordnung 6. Der eine Kontakt der Kontaktanordnung 6 wird geöffnet, der andere geschlossen. Das Umlegen des Relaisankers 3 hängt von der Richtung des Erregerflusses ab und wird somit durch die Stromrichtung in der Erregerspule bestimmt.

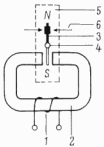


Bild 4. Gepoltes Relais; 1 = Erregerspule, 2 = Eisenkern, 3 = Relaisanker, 4 = Lagerung, 5 = Permanenter Magnet, 6 = Kontakte

Man unterscheidet drei Ausführungsarten von gepolten Relais, die durch die verschiedenen möglichen Ruhelagen des Relaisankers bedingt sind:

- a) zwei Ruhelagen des Relaisankers – im unerregten Zustand hält der Relaisanker immer einen der beiden Kontakte geschlossen. Welcher Kontakt geschlossen ist, hängt von der Vorgeschichte, von der Richtung des beim letzten Schaltvorgang durch die Erregerwicklung geflossenen Stromes, ab.
- b) mittlere Ruhelage (Mittelstellungsrelais) – der Relaisanker steht im unerregten Zustand in der Mitte, d. h. in der Ruhelage sind beide Kontakte geöffnet;
- c) einseitige Ruhelage – der Relaisanker hält im unerregten Zustand immer den gleichen Kontakt geschlossen.

Die Arbeitsweise dieser Ausführungsarten a bis c von gepolten Relais im Vergleich zum ungepolten (neutralen) Relais ist in Bild 5 dargestellt. Zu den gepolten Relais zählt auch das Drehspulrelais, bei dem die Erregerseite entsprechend dem Maßwerk der bekannten Drehspulinstrumente ausgebildet ist.

Jedes ungepolte Relais wird durch Einfügen eines Gleichrichters in den Erregerstromkreis abhängig von der Richtung des Erregerstromes, d. h. es wirkt dann wie ein gepoltes Relais.

Erregung	Kontaktbetätigung			Neutrale Relais
	a) zwei Ruhelagen links oder rechts	b) mittlere Ruhelage	c) einseitige Ruhelage	
I				
II				
III				

Bild 5. Kontaktbetätigung von gepolten und neutralen Relais in Abhängigkeit von der Erregung

1c Resonanzrelais

Während die bisher beschriebenen Relais auf Gleichstrom ansprechen beziehungsweise bei Erregung mit Wechselstrom der Relaisanker sich im Rhythmus der Frequenz bewegt, sprechen die Resonanz- oder Frequenzrelais nur bei einer bestimmten Frequenz an. Resonanzrelais werden für Frequenzen bis etwa 1 000 Hz gebaut.

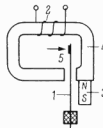


Bild 6. Resonanzrelais; 1 = abgestimmtes Ankersystem, 2 = Erregerspule, 3 = permanenter Magnet, 4 = Eisenkern, 5 = Kontaktanordnung

Bei den Resonanzrelais (Bild 6) ist das Ankersystem 1 mechanisch auf eine bestimmte Frequenz abgestimmt. Der Eisenkern 4 ist durch den permanenten Magneten 3 vormagnetisiert. Wird die Erregerspule 2 mit Wechselstrom dieser Resonanzfrequenz gespeist, so gerät das im Luftspalt des Eisenkerns 4 angeordnete, abgestimmte Ankersystem 1 in Resonanzschwingungen, wodurch die Kontaktanordnung 5 betätigt wird. Die im Rhythmus der Erregerfrequenz intermittierende Kontaktgabe der Resonanzrelais wird im allgemeinen durch eine zusätzliche Anordnung, z. B. ein nachgeschaltetes Relais, in eine stetige Kontaktgabe umgesetzt.

1d Zerhacker

Zerhacker (Vibratoren) sind elektromagnetische Relais, die als Selbstunterbrecher arbeiten. Sie dienen vorwiegend in Wechselrichtern zum Umformen von Gleichspannung in Wechselspannung.

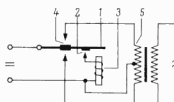


Bild 7. Zerhacker in Verbindung mit einem Transformator als Wechselrichter; 1 = abgestimmter Anker, 2 = Selbstunterbrecherkontakt, 3 = Erregerspule, 4 = Zerhackerkontakte, 5 = Transformator

Zerhacker (Bild 7) besitzen einen mechanisch auf eine bestimmte Frequenz abgestimmten Anker 1 (Schwingunge). Der Anker betätigt einen Selbstunterbrecherkontakt 2 (Treiberkontakt), durch den der Strom in der Erregerspule 3 (Treiberpule) abwechselnd unterbrochen und geschlossen wird. Dadurch schwingt der Anker mit seiner mechanischen Eigenfrequenz. Er betätigt neben dem Selbstunterbrecherkontakt 2 noch die Zerhackerkontakte 4, über die der Primärwicklung eines Transformators 5 zerhacker Gleichstrom zugeführt wird. In der Sekundärwicklung des Transformators 5 entsteht dann eine Wechselspannung.

2 Elektrothermische Relais

Bei den elektrothermischen Relais wird die Ausdehnung von Körpern bei Erwärmung durch den elektrischen Strom zur Betätigung von Kontakten benutzt.

Bild 8 zeigt ein **Bimetalrelais**. Es besteht aus einer Heizwicklung 1, die auf einem Bimetalstreifen 2 aufgebracht ist. Fließt durch die Heizwicklung 1 Strom, so wird der Bimetalstreifen 2 erwärmt und durch die verschieden starke Wärmeausdehnung der beiden Metalle so gebogen, daß der Kontaktsatz 3 betätigt wird.

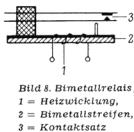


Bild 8. Bimetalrelais;
1 = Heizwicklung,
2 = Bimetalstreifen,
3 = Kontaktsatz

Rechts:
Bild 9. Gasdruckrelais;
1 und 2 = gasgefüllte
Glaskammern, 3 = Quecksilber,
4 = Heizwicklung,
5 und 6 = Kontakte

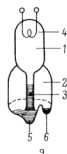


Bild 9 stellt ein **Gasdruckrelais** dar, bei dem die Ausdehnung eines Gases zur Bewegung des flüssigen Schaltmittels (Kontaktmittels) Quecksilber dient. Das Gasdruckrelais besteht aus zwei gläsernen, mit einem indifferenten Gas gefüllten Kammern 1 und 2, die durch das flüssige Schaltmittel Quecksilber 3 voneinander getrennt sind. Fließt durch die Heizwicklung 4 Strom, so wird das Gas in der Kammer 1 erwärmt, es dehnt sich aus und drückt das Quecksilber 3 mehr in die Kammer 2. Dabei steigt der Quecksilberpegel in der Kammer 2 und nimmt die gestrichelt gezeichnete Lage ein. Dadurch werden die Kontakte 5 und 6 über das Quecksilber geschlossen.

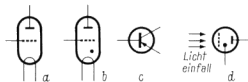
Zu den elektrothermischen Relais kann man auch die Schmelzsicherungen rechnen. Bei den Schmelzsicherungen ist der Erregerstromkreis mit dem Schaltstromkreis identisch, der bei Überlastung durch Schmelzen des Schmelzdrahtes unterbrochen wird. Im Gegensatz zu anderen Relais ist bei Schmelzsicherungen der Schaltvorgang weder umkehrbar noch wiederholbar.

3 Elektronische Relais

Bei den elektronischen Relais, deren Schaltvorgang durch bewegte elektrische Ladungsträger (Elektronen bzw. Ionen) bewirkt wird, sind im Gegensatz zu den elektromechanischen Relais der Erregerstromkreis und der Schaltstromkreis galvanisch nicht getrennt. Bild 10 zeigt die wichtigsten Arten der elektronischen Relais: die Elektronenröhre, die Relaisröhre als Thyatron mit geheizter Katode bzw. als Glimmerrelais mit kalter Katode, die Kristalldiode, den Transistor und die Fotozelle.

In vielen Fällen werden in die Schaltstromkreise von elektronischen Relais elektromechanische Relais, und zwar meist elektromagnetische Relais, gelegt, weil diese eine größere Schallleistung besitzen und bei Bestückung mit mehreren Kontakten auch mehrere getrennte Stromkreise schalten können.

Bild 10. Elektronische Relais;
a = Elektronenröhre,
b = Thyatron,
c = Transistor,
d = Fotozelle



Die Ansprechempfindlichkeit von elektromechanischen Relais läßt sich durch das Vorschalten von elektronischen Relais – z. B. Transistoren – wesentlich steigern.

4 Mechanische Relais

Bei den mechanischen Relais werden die elektrischen Kontakte durch nichtelektrische Größen, z. B. Druck, Strömung, Niveau oder Temperatur, betätigt. Die mechanischen Relais werden für Aufgaben der Regelung und der Automatisierung verwendet.

4a Druckrelais

Druckrelais (Bild 11) sprechen auf Flüssigkeits- oder Gasdruck an. Die durch den Druck 1 einer Flüssigkeit oder eines Gases bewegte Membran 2 betätigt den Kontakt 3.

4b Schwimmerschalter

Beim Schwimmerschalter (Bild 12) betätigt bei einer Änderung des Flüssigkeitsniveaus 1 in einem Behälter 2 der Schwimmer 3 über ein Hebelgestänge 4 den Kontaktsatz 5.

4c Strömungswächter

Strömungswächter sprechen auf die Strömung eines flüssigen oder gasförmigen Mediums an. Wasserdurchflußwächter (Bild 13) dienen z. B. zum Überwachen des Kühlwasserkreislaufes von Senderöhren. In der Rohrleitung 1 ist die Meßscheibe 2 angeordnet, deren Bewegung mit dem Hebel 3 durch die bewegliche Dichtung (Membran) 4 nach außen übertragen wird. Der Hebel 3 ist in der Lagerung 5 drehbar angeordnet. Durch die Wasserströmung wird die Meßscheibe 2 nach unten

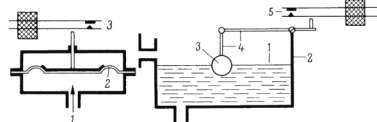
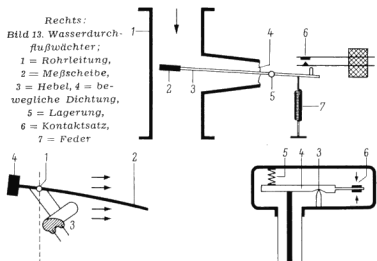


Bild 11. Druckrelais;
1 = Flüssigkeits- oder
Gasdruck, 2 = Membran,
3 = Kontaktsatz

Bild 12. Schwimmerschalter;
1 = Flüssigkeitsniveau,
2 = Behälter, 3 = Schwimmer,
4 = Hebelgestänge,
5 = Kontaktsatz



Rechts:
Bild 13. Wasserdurchflußwächter;
1 = Rohrleitung,
2 = Meßscheibe,
3 = Hebel, 4 = bewegliche Dichtung,
5 = Lagerung,
6 = Kontaktsatz,
7 = Feder

Bild 14. Windfahnenrelais;
1 = Lagerung, 2 = Windfahne, 3 = Quecksilberkontakt, 4 = Gegengewicht

Rechts: Bild 15. Kontaktthermometer;
1 = Meßrohr, 2 = Stab, 3 = Lagerung,
4 = Hebel, 5 = Druckfeder,
6 = Kontakte

bewegt, und über den Hebel 3 wird der Kontakt 6 betätigt. Bei Nachlassen oder Ausbleiben der Strömung wird der Kontakt 6 durch den Zug der Feder 7 geöffnet.

Windfahnenrelais (Bild 14) dienen zur Überwachung der Luftströmung in lufttechnischen Anlagen. In Ruhestellung nimmt die in der Lagerung 1 drehbar angeordnete Windfahne 2 die gestrichelt gezeichnete senkrechte Lage ein. Im Luftstrom wird die Windfahne 2 gehoben, wobei der mit ihr starr verbundene Quecksilberkontakt 3 betätigt wird. Das Gegengewicht 4 dient zum Ausgleich des Gewichtes der Windfahne 2.

4d Kontakt-Thermometer

Bei Kontakt-Thermometern (Bild 15) wird die Wärmeausdehnung eines Metalls infolge der Erhöhung der Umgebungstemperatur zur Kontaktbetätigung benutzt. Das sich unter der Einwirkung von Wärme stark ausdehnende Meßrohr 1 und

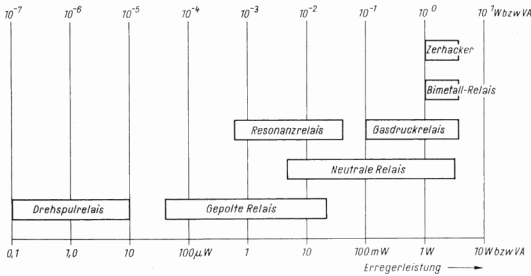


Bild 16. Diagramm der verschiedenen Erregerleistungen, die zum Ansprechen der aufgeführten Relaisarten erforderlich sind

Literatur

- Petzold: Das Fernmelderelais und seine Schaltungen
- Goetsch: Taschenbuch für Fernmeldetechniker
- Darr: Miniaturrelais, VDE-Fachberichte 1956
- Hebel und Vollmeyer: Das Fernmelderelais

der sich weniger dehnde Stab 2 sind am Boden miteinander verbunden. Die unterschiedliche Ausdehnung von Meßrohr 1 und Stab 2 bei Erwärmung bewirkt am oberen Ende eine Verschiebung. Durch diese Verschiebung betätigt der in der Lagerung 3 beweglich angeordnete Hebel 4, der von der Druckfeder 5 an den Stab 2 gedrückt wird, die Kontakte 6.

C Betriebseigenschaften

Die Eigenschaften der Relais sind in Kennwerten festgelegt, nach denen man das für einen bestimmten Verwendungszweck geeignete Relais aussuchen kann.

1 Erregerleistung

Eine Übersicht über die zur Kontaktbetätigung erforderliche Erregerleistung von elektromechanischen Relais gibt Bild 16. Für eine sichere Betätigung wählt man die Betriebsleistung etwa einhalb- bis zweimal größer als die Ansprechleistung, die den kleinsten für die Kontaktbetätigung notwendigen Wert darstellt. Die Betriebsleistung eines Relais hängt außer von der Ausführungsform und Bauart auch von der Art und Anzahl der Kontakte ab.

Bei den elektromechanischen Relais können die Schaltungen so ausgeführt werden, daß im Ruhezustand keine Erregerleistung verbraucht wird. Dagegen wird bei den elektronischen Relais (Röhre, Transistor) im allgemeinen auch im Ruhezustand eine Leistung verbraucht. Allerdings ist bei den elektronischen Relais eine praktisch leistungslose Steuerung möglich, im Gegensatz zu den elektromechanischen Relais.

D Begriffsbestimmungen von Relais-Eigenschaften

1 Relais-Zeitkonstante

Sie kennzeichnet das Ansprechverhalten des Relais und ist die Summe einer elektrischen Zeitkonstante für den Aufbau des magnetischen Feldes und einer mechanischen Zeitkonstante für die Überwindung der Trägheit.

Die elektrische Zeitkonstante $\tau_e = \frac{L}{R}$ ist der Quotient aus der Induktivität L der Erregerspule und ihrem ohmschen Widerstand R. Diese Zeitkonstante, die dem Relais selbst eigentlich ist, kommt nur dann zur Geltung, wenn das Relais unmittelbar an eine Spannungsquelle gelegt ist. Die Zeitkonstante ist für voll gewickelte Relaisspulen von gleichen Abmessungen praktisch gleich groß.

Wird das Relais nicht unmittelbar an die Spannungsquelle angeschlossen, so ist für die Zeitkonstante des gesamten Erregerkreises die Summe aller Induktivitäten und Widerstände (Vorwiderstände!) zu berücksichtigen. Wird zwischen Spannungsquelle und Relais ein Vorwiderstand geschaltet, so verkleinert sich die Zeitkonstante des Erregerstromkreises (gleicher Endzustand des Relais-Stromes vorausgesetzt), und das Relais spricht schneller an. Grund: eingepreßter Strom statt infolge der Induktivität langsam ansteigendem Strom. Natürlich ist der Gesamt-Leistungsverbrauch dabei höher als ohne Vorwiderstand.

Die mechanische Zeitkonstante τ_m ist die Zeit, die zum elastischen Durchbiegen der Kontaktfedern bzw. um deren Durchbiegung aufzuheben, gebraucht wird und um die Anker-masse zu beschleunigen, nachdem das magnetische Feld aufgebaut ist.

Errechnen läßt sich diese Größe nur schwer. Die am schnellsten ansprechenden Relais sind gepolte Relais, deren mechanische Zeitkonstante liegt in der Größenordnung von 1 msec.

2 Schalthäufigkeit

Die Anzahl der Betätigungen je Sekunde, die ein Relais betriebsmäßig ausführen kann, wird mit Schalthäufigkeit bezeichnet.

3 Erregung

Der Strom, der die Relaiswicklung durchfließt, multipliziert mit deren Windungszahl, ist die Erregung. Als Maß dafür hat sich der Ausdruck *Amperenwindung* eingebürgert. Eine physikalisch einwandfreie Benennung ist die in Ampere zu messende *Durchflutung*. Bei Vorhandensein mehrerer Wicklungen ist die Summe der Erregungen, unter Beachtung von deren Vorzeichen, maßgebend. Bei Telegrafie-Relais (gepolten Relais) gilt für die Errechnung der Erregung bei rechteckförmigem Strom dessen Höchstwert, bei sinusförmigem Strom sein Effektivwert.

4 Ansprechstrom, statisch

Der kleinste Wert des Erregergleichstromes, bei dem der Relais-Anker bis zur Kontaktgabe anzieht.

5 Ansprechleistung, statisch

Das Produkt aus dem Widerstand der Erregerspule und dem Quadrat des statischen Ansprechstromes. Die statische Ansprechleistung ist praktisch unabhängig von der Windungszahl für vollgewickelte Spulen mit gleichen Abmessungen.

6 Abfallstrom, statisch

Der größte Wert des Erregergleichstromes, bei dem der vorher durch angezogenen Anker geschlossene Kontakt eines Relais wieder öffnet.

7 Betriebs-Erregerstrom

Der im Betrieb übliche Erregerstrom; er wird in der Regel aus Sicherheitsgründen größer als der Ansprechstrom gewählt.

8 Betriebs-Leistung bzw. -Scheinleistung

Sie ist das Produkt aus Widerstand bzw. Scheinwiderstand der Erregerspule und dem Quadrat des Betriebsstromes. Bei statischem Betrieb ist die Leistung, bei dynamischem Betrieb die Scheinleistung maßgebend. Beide Größen sind praktisch unabhängig von der Windungszahl für vollgewickelte Spulen mit gleichen Abmessungen.