stellung der automatischen Sicherung an anderer Stelle vorzunehmen, so daß das Netzgerät dort aufgestellt werden kann, wo es am wenigsten hinderlich ist.
Der Einsatz dieser Geräte hat in der Praxis zu wesentlichen Verbesserungen der Arbeitsbedingungen und damit zu erheblichen Einsparungen an Aufwendungen und Arbeitszeiten geführt.

Eine Reihe von stromstabilisierten Transistor-Netzgeräten sehr hoher Konstanz, die bei kernphysikalischen Untersuchungen für den Betrieb magnetischer Linsen gebraucht werden, sind in Vorbereitung und können etwa Ende des Jahres geliefert werden.

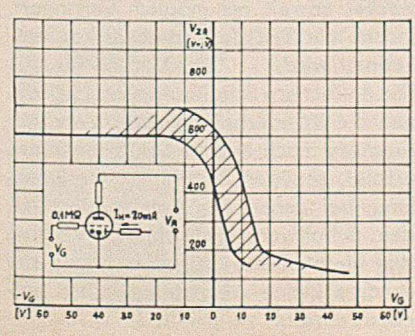
Paul Herrmann, Berlin-Wilmersdorf

Das Arcotron, ein Thyratron mit kalter Kathode

Das elektronische Bauelement mit ausgesprochener Schaltcharakteristik ist die Kaltkathodenröhre (Relaisröhre); denn sie kennt nur zwei stabile Zustände: EIN oder AUS. Kaum ein anderes Element kann deshalb in der industriellen Elektronik mit gleich einfachen Schaltungen auskommen, geht es doch dort fast immer um Schaltvorgänge. Die gut definierten, temperaturunabhängigen Daten und das selbständige Anzeigen des ein- oder ausgeschalteten Zustandes durch Glimmlicht sind weitere angenehme Eigenschaften dieses noch relativ jungen Elementes.

Bild 1: Das Arcotron BT 15 für 3 A ist bedeutend kleiner als ein Thyratron gleicher Leistung.

Bild 2: Steuercharakteristik (Zündspannung Anode-Kathode als Funktion der Gitterspannung) eines Arcotrons (BT 15).



Auch das Arcotron ist eine Kaltkathodenröhre mit Gasfüllung, unterscheidet sich aber in mancher Hinsicht von der Relaisröhre, ohne deren besondere Vorteile vermissen zu lassen: keine Anheizzeit, sondern sofortige Betriebsbereitschaft, keine unnötige Heizleistung, sehr große Lebensdauer und Robustheit, Zuverlässigkeit, Lage- und Temperaturunabhängigkeit etc.
Es liegt nahe, die Kaltkathodenröhre als elektronischen Schalter anstelle von mechanisch bewegten Kontakten einzusetzen, um die Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Arbeitsfrequenz eines Gerätes zu erhöhen. Dabei stößt man aber auf Schwierigkeiten, sobald Ströme von mehr als etwa 50 mA zu schalten sind, weil über der gezündeten Röhre ein Spannungsabfall (bei modernen Röhren mit Reinmetallkathode ca. 100 V) entsteht, der zu einem nicht mehr vernachlässigbaren Leistungsverlust im «Schalter» führt. Eine höhere Belastung wäre nicht nur unwirtschaftlich, sondern müßte auch die Röhre bald zerstören.
Das Arcotron besitzt eine in der Cerberus-Röhrenfabrik entwickelte neuartige Kathode, welche bereits bei Strömen von ca. 20 mA das Entstehen einer Bogenentladung in einer geeigneten Gasfüllung erlaubt. Diese ergibt im Gegensatz zur Glimmentladung in der Relaisröhre eine Brennspannung von nur ca. 20 Volt. Die Kathode kann aber Ströme bis zu einigen Ampères führen, da sie auch hohe Temperaturen schadlos erträgt.
Es ist also möglich, mit dem Arcotron auch leistungsstarke Verbraucher (z. B. bis 1000 Watt bei 380 V mit einer 3-A-Röhre) elektronisch zu steuern. Bisher brauchte man für diesen elektronischen Zweck Thyratrons, welche eine geheizte Kathode mit allen bekannten Nachteilen haben. Das Arcotron kann also als glückliche Synthese aus Kaltkathoden-Relaisröhre und Thyratron bezeichnet werden, bei der die Nachteile aber wegfallen.

Der Aufbau des Arcotrons ist ähnlich dem des Thyratrons: ein Steuergitter dient zum Zünden der Entladung zwischen Kathode und Anode. Die kalte Kathode wird mittels einer Hilfs-Gasentladung zur Emission angeregt, deren Leistungsverbrauch wesentlich kleiner ist, als der eines Heizfadens. Das Volumen der Röhre kann deshalb gegenüber dem eines Thyratrons stark verkleinert werden.
Die Steuereigenschaften eines Arcotrons für 220 V ≈ sind in der Steuercharakteristik Bild 2 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Röhre bei einer negativen Vorspannung des Gitters von mehr als —20 V sicher gesperrt bleibt, bei einer positiven Vorspannung von mehr als + 20 V sicher zündet.
Arcotrons werden bereits für verschiedene Spannungen und Ströme hergestellt und haben folgende Bezeichnungen:

BT 12 für Gleichspannung
700 V = max. 3 A

BT 13 für Wechselspannung
380 V ≈ max. 3 A

BT 14 für Wechselspannung
380 V ≈ max. 6 A

BT 15 für Wechselspannung
220 V ≈ max. 3 A

BT 17 für Wechselspannung
500 V ≈ max. 3 A

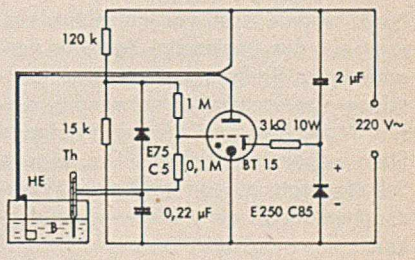


Bild 3: Heizungsregelung mit dem Arcotron BT 15 an 220 V ≈. Steuerung durch Kontaktthermometer, das mit max. 100 µA belastet wird. Max. Heizleistung 500 W.

Arcotrons lassen sich in der industriellen Elektronik zum Steuern von Heizelementen, Magnetkupplungen, Hubmagneten, Magnetventilen und ähnlichen Elementen auf einfachste Weise einsetzen. Arbeitet man mit Wechselspannung, so entsteht wegen der Gleichrichterwirkung der Röhre ein pulsierender Gleichstrom im Verbraucher. Ist dieser ein Magnet, so muß oft eine leichte Abfallverzögerung vorgesehen werden, um ein Brummen zu verhindern. Die Grundschaltung der Hilfskreise zeigt Bild 3, in welcher ein Temperaturregler mit Kontaktthermometer schematisch dargestellt wird.

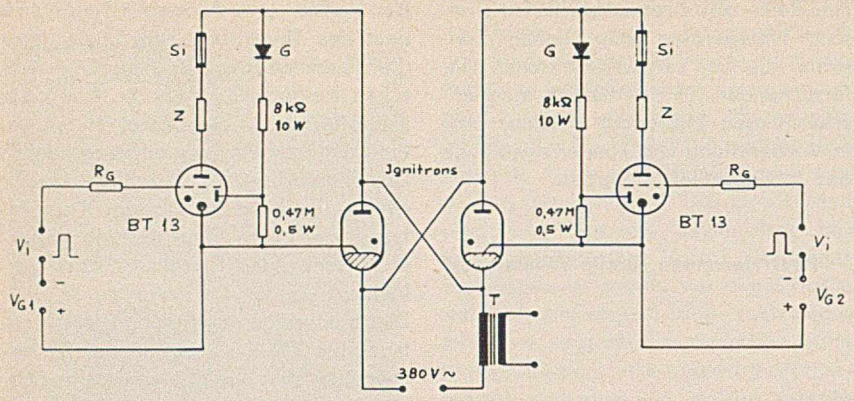


Bild 4: Steuerung von zwei antiparallel geschalteten Ignitrons durch je ein Arcotron.
T = Lasttrafo
G = Gleichrichter, 600 V Sp. Sp. 50 mA
Si = Sicherung 2 A
Z = Begrenzungsimpedanz für Zündstiftstrom (einige Ω ev. kleine Induktivität)
VG 1, VG 2 = 30—60 V
Vi = > 100 V, > 100 µS
RG = 10—100 kΩ

Dank ihrer großen Überlastungsunempfindlichkeit, vor allem bei hohen Stromspitzen, eignen sich Arcotrons auch vorzüglich zum Zünden von Ignitrons.

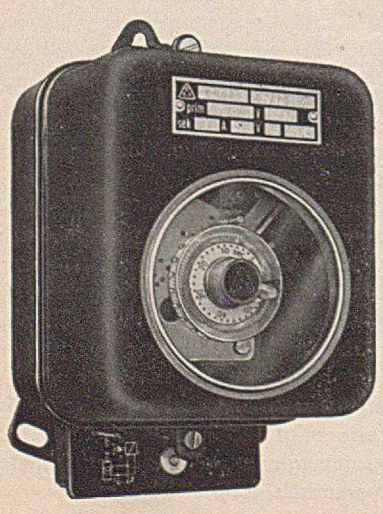
Natürlich läßt sich bei Steuerung mit Impulsen auch eine Regelung der Verbraucherleistung durch Phasenanschnitt ausführen. Häufig verwendet man die Arcotrons auch in kleineren Punktschweißmaschinen (bis ca. 5 kVA) direkt als Endröhre. Die kleinen Abmessungen, verzögerungsfreie Betriebsbereitschaft und Lageunabhängigkeit erfüllen einen alten Wunsch vieler Apparatekonstrukteure.

CERBERUS A.G., Männedorf

Industrie-Schaltrelais

Die Antriebstechnik im Werkzeug- und im sonstigen Maschinenbau bedient sich heute vorwiegend des Einzelantriebs, ja sogar des getrennten Antriebs verschiedener Baugruppen an einer Maschine. Dadurch ist es notwendig, diesen Maschinen und Anlagen eigene Steuerungen zu geben. Die eigene Schaltanlage ist von größeren Werkzeugmaschinen nicht mehr wegzudenken.

Bild 1: Zeitrelais ZR 701 f mit Innenverstellung und Kupplung.



Ein wichtiges Bauelement dieser Schaltanlagen ist das Industrie-Schaltrelais. Das Schaltrelais dient dazu, Steuerschaltungen mit geringstem Aufwand auf kleinster Grundfläche aufzubauen und die nachgeschalteten Schütze in der gewünschten Folge und zum gewünschten Zeitpunkt zu betätigen.
Entsprechend der Vielzahl der Steuerungsaufgaben ist die Vielfalt der Industrie-Schaltrelais. Für jede Aufgabe das geeignetste Schaltrelais zu liefern, das ist das Programm der E. Dold & Söhne KG, kurz genannt EDS.
Eines der wichtigsten Erzeugnisse der Firma ist das EDS-Zeitrelais, welches verwendet wird, wenn ein Stromkreis, nach erfolgter Erregung des Zeitrelais, verzögert ein-, aus- oder umgeschaltet werden soll. Der Antrieb der Zeitrelais erfolgt vorwiegend durch Synchronmotoren und ist dadurch, entsprechend der Netzfrequenz, zeitgenau ohne teure Stabilisierungseinrichtungen. Für besondere Aufgaben und bei Gleichstromerregung dient als Antrieb ein durch einen Elektromagneten gespannter Federkraftspeicher mit Wirbelstromregler oder ein Gleichstrommotor. Wird die Verzögerung selten oder nie verändert, so sind die Zeitrelais mit im Gehäuse liegender Verstellung (Bild 1) ausgerüstet. Muß die Verzögerung oft verstellt werden, so sind die mit Außenverstellung und großer Zeitskala gelieferten Zeitrelais zweckdienlicher (Bild 2). Die Maschinenindustrie bevorzugt Zeitrelais mit Hartsilber-Sprungkontakten, denn sie sind lageunabhängig und weitgehend rüttelsicher. Für Sonderfälle können Zeitrelais auch mit Quecksilberkontakten ausgerüstet werden.
Die Nutzkontakte der Zeitrelais werden durch das vom Antrieb gesteuerte Schaltwerk betätigt. Vor Beginn eines neuen Zeitablaufs muß die Erregerspannung abgeschaltet werden, damit eine Rückstellfeder mit Rückstellkraft P das Schaltwerk wieder in seine Ausgangslage drehen kann. Die für den Rücklauf benötigte Rückstellzeit t ergibt sich aus:

$$t = \frac{m \cdot s}{P}$$

Hierbei ist m = Masse der gesamten bewegten Teile des Schaltwerks und s = dem Weg, den diese Massen beim Rücklauf, bezogen auf den jeweiligen Trägheitsradius, zurücklegen müssen.
Die Kraft P der Rückstellfeder ist begrenzt durch die Übersetzung des Schaltwerks und das Drehmoment des Motors. Der Weg s ist ebenfalls gegeben durch die Übersetzung und die technisch bedingten Abmessungen der

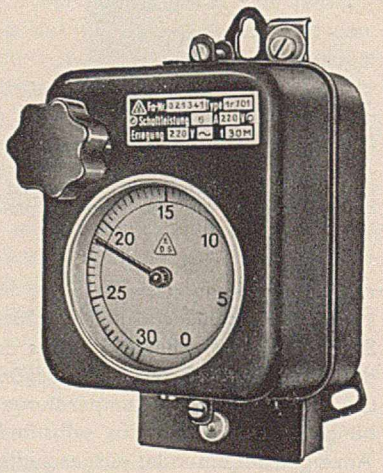


Bild 2: Zeitrelais ZR 701 f-A mit Außenverstellung und Kupplung.

Schaltwerkteile. Zur Verkürzung der Rückstellzeit werden daher die an dem Rücklauf beteiligten Massen des Schaltwerkes soweit als möglich verringert, indem ein Teil des Schaltwerkes entkuppelt wird.
Für einfachere Schaltaufgaben, bei denen die Wiederholung einer Verzögerung erst nach einigen Sekunden Pause erfolgt, genügen Zeitrelais ohne Kupplung, bei denen der Antrieb stets mit dem Schaltwerk kraftschlüssig verbunden bleibt. Diese Zeitrelais haben besonders kleine Abmessungen. Ein solches Zeitrelais zeigt Bild 3.