

# Mitteilungen SEV

Objektyp: **Group**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :  
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen  
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes  
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **58 (1967)**

Heft 10

PDF erstellt am: **15.08.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Leistungselektronik in Industrie und Verkehr

621.38

[Nach Referaten von J. Förster, K. H. Ginsbach, E. Golde, M. Michel, G. Lehmann, K.-S. Stötzer und H.-J. Marx auf einer Pressefachtagung der AEG über das Thema «Leistungselektronik in Industrie und Verkehr»]

Den Begriff «Elektronik» kann man nach einem amerikanischen Vorschlag wie folgt definieren: «Elektronik ist das Gebiet der Wissenschaft und Technik, das sich mit den Vorgängen und Anwendungen der elektrischen Stromleitung im Vakuum, in Gasen und in Halbleitern befasst». Die gesamte Elektronik lässt sich in die zwei Gruppen Informationselektronik und Leistungselektronik aufteilen. Die wichtigsten Elemente der Leistungselektronik sind die elektronischen Ventile. Man unterscheidet nicht steuerbare Ventile, das sind Dioden, und steuerbare Ventile, zu denen die Röhrenventile, Thyratrons, und die Festkörperventile, Thyristoren, gehören. Siliziumdioden und Thyristoren konnten in den letzten zehn Jahren zu leistungsfähigen und betriebssicheren Bauelementen entwickelt werden. Diese Bauteile finden eine grosse Zahl von Anwendungen in der Leistungselektronik.

Die Diode ist ein Bauelement, das dem Stromdurchfluss in der einen Richtung, der Durchlassrichtung, einen sehr kleinen Widerstand und in der entgegengesetzten Richtung, der Sperrrichtung, einen sehr grossen Widerstand entgegengesetzt.

Der Thyristor ist eine Vierschichtdiode mit einem Steuerkontakt. Beim Anlegen einer Wechselfspannung an einen Thyristor bleibt der Stromdurchgang durch den Thyristor zunächst gesperrt. Durch einen kurzen Stromimpuls in den Steuerkontakt wird der Thyristor leitend; er wirkt dann wie eine Diode in der Durchlassrichtung. Die Möglichkeit, den gesperrten Thyristor durch einen Stromimpuls leitend zu machen, lässt ihn für zahlreiche Anwendungen in der Elektronik geeignet erscheinen.

Die Fabrikation von Thyristoren bietet heute keine Schwierigkeiten mehr. Die modernen Thyristoren zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit aus. Sie weisen gegenüber gesteuerten Quecksilberdampfventilen mehrere Vorteile auf. Sie benötigen keine besonderen Hilfseinrichtungen, sind sofort einschaltbereit, haben geringes Leistungsgewicht und -volumen und haben kürzere Freiwerdezeiten.

Die Leistungselektronik findet in der Energieerzeugung, -verteilung und -verwertung Anwendung. Sie ermöglicht die Erzeugung und Steuerung hoher Spannungen, hoher Ströme und hoher Leistungen. Für die Energieübertragung über grosse Distanzen lassen sich durch Quecksilberdampfgleichrichter Gleichströme mit einem Wirkungsgrad von 99,8 % erzeugen. Es besteht die Möglichkeit, für diesen Zweck auch Thyristoren anzuwenden. Für die Aluminium- und Chlorelektrolyse werden Ströme bis zu 150 kA bei einer Spannung bis zu 1 kV benötigt. Diese Energie kann mit einer Reihe von Siliziumgleichrichtern erzeugt werden. Ein Siliziumgleichrichter mit einem Volumen von 1,7 m<sup>3</sup> kann eine Gleichstromleistung von 10 MW erzeugen. Wenn ein solcher Gleichrichter einen Wirkungsgrad von 99,6 % aufweist, bedeutet das, dass eine Verlustleistung von 40 kW abgeführt werden muss. Dafür hat sich die Flüssigkeitskühlung bewährt, wobei nicht nur die Siliziumventile sondern auch die Sicherungen, die Zuleitungen und die Sammelschienen durch die Flüssigkeit gekühlt werden.

Grosse Leistungen werden in der Metallurgie für die induktive Erwärmung und für Lichtbogenöfen benötigt. Für die induktive Erwärmung werden Umrichter grosser Leistungen mit Frequenzen bis zu 1000 Hz gebaut, für die Metallveredelung in Lichtbogenöfen Gleichrichter mit grossen Stromstärken. Bei Lichtbogenöfen können Kurzschlüsse auftreten, wobei die Gefahr besteht, dass die elektronischen Ventile zerstört werden. Die Sicherung des Stromrichters gegen Schäden durch Kurzschlüsse ist so perfekt, dass beispielsweise eine Anlage für einen Strom von 8000 A mit einer Reserve von nur 7,5 % ausgelegt werden kann. Die Frequenz von Umrichtern für die induktive Erwärmung kann man bei verringerter Leistung bis auf 5 kHz und mehr steigern.

Zahlreiche Aufgaben findet die Leistungselektronik in der Regelungstechnik. Sie ermöglicht zum Beispiel eine genaue Drehzahlregelung von Gleichstrom- und Drehstromantrieben. Die Regelung kann stetig und mit geringen Verlusten erfolgen. Für

Breitbandwalzwerke mit Bandgeschwindigkeiten von 1800 m/min und für Drahtwalzwerke mit noch grösseren Geschwindigkeiten wurden Stromrichteranlagen mit Thyristoren für grosse Leistungen gebaut; ebenso für den Bergbau, die Papierindustrie, für Hebezeuge und Fördereinrichtungen und Zementwerke.

Grossen Einfluss hatte in den letzten Jahren die Leistungselektronik auf das Verkehrswesen. Für die Speisung elektrischer Bahnen werden in Unterwerken durch Siliziumgleichrichter Spannungen von 1500 V und 3000 V erzeugt. Solche Gleichrichter sind in der Regel mit forcierter Luftkühlung versehen. Für den elektrischen Antrieb von Vollbahnen stehen in Europa verschiedene Spannungssysteme zur Verfügung: 15 kV mit 16⅔ Hz, 25 kV mit 50 Hz und Gleichspannungen von 1500 V und 3000 V. Die Leistungselektronik ermöglicht den Bau verhältnismässig einfacher Lokomotiven, die für mehrere der oben angegebenen Stromsysteme einsatzfähig sind. Es existieren Lokomotiven für zwei, drei und auch für vier Spannungssysteme. Für die Traktion in verschiedenen Ländern mit verschiedenen Systemen kann damit ein und dieselbe Lokomotive verwendet werden.

Für Gleichstromtriebfahrzeuge mit Batteriestromversorgung wurde die Gleichstrompulstechnik entwickelt. Mit ihr kann das Fahrzeug ohne Anfahr- und Bremswiderstände und ohne Schütze und Schaltwerke anfahren. Beim Bremsen wird die kinetische Energie des Fahrzeuges in die Batterie zurückgespeist. Auf diese Weise liess sich der Aktionsradius des Fahrzeuges um 50 % erhöhen. Die Zugkraft und Geschwindigkeitsregelung erfolgt stufenlos. Es werden Versuche durchgeführt, die Gleichstrompulstechnik auch für Fahrzeuge anzuwenden, die über Gleichstromfahrlösungen gespeist werden.

H. Gibas

Elektronische Temperaturmessung

536.53

[Nach A. C. Kalisvaart: Ein elektronisches Thermometer mit Transistor-Fühler. Regelungstechn. Praxis 9(1967)1, S. 8...10]

Das bekannte, meist als störend empfundene temperaturabhängige Verhalten von Halbleiter-Bauelementen lässt sich zur Temperaturmessung ausnutzen, wenn man die sich in Abhängigkeit von der Temperatur ändernde Basis-Emitter-Spannung eines Transistors auswertet. Diese Spannung des Transistors ist deshalb gut zur Auswertung geeignet, weil sie sich bei konstantem Kollektorstrom linear mit der Temperatur ändert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kollektorstrom exponentiell sowohl von der Temperatur als auch von der Basis-Emitter-Spannung

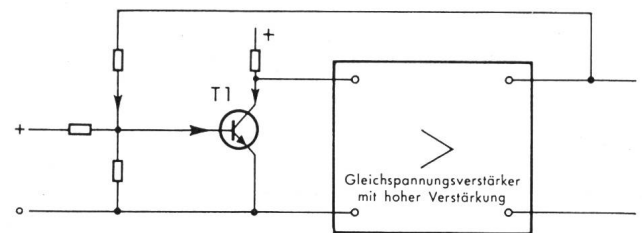


Fig. 1

Prinzipschema eines elektronischen Thermometers

abhängig ist. Im Falle eines Silizium-Planar-Transistors ist bei konstantem Kollektorstrom eine Änderung der Basis-Emitter-Spannung um den konstanten Betrag von 2,5 mV/°C ermittelt worden. Dies gilt für den Temperaturbereich von -25... +125 °C.

Verwendet man einen solchen Transistor als Eingangsstufe eines gegengekoppelten Verstärkers, dann lässt sich eine Ausgangsspannung gewinnen, die der Temperatur proportional ist (Fig. 1). Voraussetzung dafür ist eine starke Gegenkopplung zur Stabilisierung des Kollektorstromes.

Schaltungstechnisch kann dies dadurch erreicht werden, dass der Spannungsabfall am Kollektorwiderstand des als Temperaturfühler dienenden Transistors mittels eines nachgeordneten Differenzverstärkers konstant gehalten wird. Als Referenzspannung des Differenzverstärkers dient der Spannungsabfall an einer temperaturkompensierten Zenerdiode.

D. Krause