

50X1-HUM

Page Denied

Next 1 Page(s) In Document Denied

Elektrische Spannungs- und Stromregler

Allgemeines

Bei der sich immer mehr verfeinernden Technik ist es längst notwendig geworden, bei der Überwachung und Regelung des Ablaufes technischer Vorgänge die unzulängliche Handbedienung auszuschalten und diese Aufgabe Apparaten zu überlassen, die sie schnell und sicher erfüllen.

Ein umfangreiches Teilgebiet dieses Zweiges der Technik ist die Regelung elektrischer Spannungen und Ströme. Die meisten Verbraucher elektrischer Energie sind empfindlich gegen Spannungsschwankungen oder benötigen auch manchmal eine Spannung, deren Größe von der Belastung abhängig ist. Diesen Forderungen entsprechend werden die Spannungen oder Ströme von Generatoren und auch häufig unmittelbar die den Verbrauchern zugeführten Spannungen geregelt. Von einem solchen Regler muß man

hohe Regelungsgenauigkeit und große Regelschwindigkeit verlangen.

Der GASELAN-Kohledruckregler, System Pintsch, Berlin, der als Spannungsregler, Stromregler, oder Drehzahlregler gebaut wird, erfüllt aber nicht nur diese Bedingungen, sondern weist darüber hinaus folgende besonderen Vorteile auf: Er hat keine sich öffnenden und sich schließenden Kontakte.

Daher braucht er praktisch *keine Wartung.*

Er besitzt bei richtiger Anpassung an die Regelaufgabe *unbegrenzte Lebensdauer.*

Es können *erhebliche Energien unmittelbar gesteuert* werden. Er verursacht *keine Funkstörungen.*

Titelbild: Regler zur Konstanzhaltung von Netzwechselspannungen

50X1-HUM

Er ist in Verbindung mit seiner soliden Konstruktion fast *unempfindlich gegen Erschütterungen.*

Die eingebaute Spezialluftdämpfung mit Graphitdämpfern macht im Gegensatz zur Öldämpfung die *Regelungsgeschwindigkeit unabhängig von der Umgebungstemperatur.*

Das Meßwerk ist so ausgebildet, daß eine *astatische Regelung* erfolgt, d. h. der Regelwert verändert sich nicht mit der Arbeitsstellung.

Die Regelung von Wechselspannungen ist *frequenzunabhängig.*

Es entsteht bei Netzregelungen *keine Verzerrung der Kurvenform.*

Aufbau und Wirkungsweise

Der grundsätzliche Aufbau ist in der Abb. 1 dargestellt.

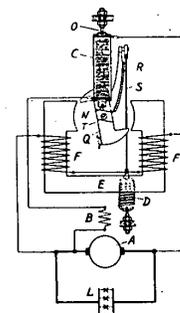


Abb. 1

50X1-HUM

Der GASELAN-Regler ist ein Widerstandsregler; denn er benutzt als steuerndes Organ einen veränderlichen Widerstand, der so in die zu regelnde Anlage eingeschaltet wird, daß dadurch die Regelgröße (Spannung, Strom, Drehzahl) beeinflußt werden kann. Das kann beispielsweise durch unmittelbare Vorschaltung vor einen Verbraucher (Netzregler, Abb. 2), durch Einschaltung in den Feldkreis einer Maschine (Feldregler, siehe Abb. 1) oder in den Gleichstromkreis vormagnetisierter Drosseln geschehen.

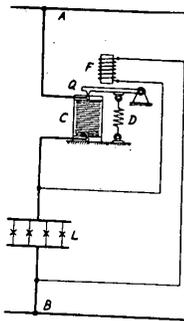


Abb. 2

Der Widerstand des GASELAN-Reglers besteht aus einer oder aus mehreren Säulen C (siehe Abb. 1), die aus aufeinander geschichteten Kohleringen gebildet werden. Der elektrische Widerstand dieser Säulen ändert sich mit dem auf ihnen lastenden Druck in weiten Grenzen. Er verändert sich mit abnehmender Pressung.

Die Säulen ruhen auf einem exzentrisch an dem drehbaren Anker Q eines Elektromagneten E angebrachten Stift N,

der sie je nach Ankerstellung mehr oder weniger gegen ein oberes Widerlager O preßt. Somit ändert sich der Widerstand der Säulen mit der Ankerstellung.

Der bei Stromdurchgang durch die Magnetspule F entstehenden Magnetkraft wirkt die Kraft der Feder D entgegen, die mit einem biegsamen Metallband S an einem Anker ausleger befestigt ist. Dieses Band legt sich bei der Drehung des Ankers an eine Leitkurve R an. Hierdurch wird das von der Feder ausgeübte Drehmoment so abgestimmt, daß es dem vom Magneten entwickelten Moment genau die Waage hält, wenn seine Spule vom Sollstrom durchflossen wird. Bei zu großem Strom überwiegt die Magnetkraft, die den Anker dann weiter in die Polbohrung hineinzieht. Der Anker dreht sich in entgegengesetzter Richtung, wenn der Spulenstrom zu klein wird.

Schaltet man nun beispielsweise die Spule an die Klemmen eines elektrischen Kreises, an denen die Spannung konstant sein soll, so ist der Spulenstrom dieser Spannung proportional und der Anker des Magneten in Ruhe, wenn die Spannung ihren Sollwert hat, und er bewegt sich, sobald die Spannung von ihm abweicht. Da sich nun gleichzeitig mit der Bewegung des Ankers der Widerstand der Kohlesäule ändert, wird die Regelgröße wieder auf ihren Sollwert zurückgeführt. Der Regler regelt also den Regelsollwert astatisch, d. h. der Regelwert verändert sich nicht mit der Arbeitsstellung.

Ein in seiner Dämpfungskraft einstellbarer Luftdämpfer verhindert, daß Regelvorgänge zu dauernden Pendelungen führen.

Bei Spannungsregelungen wird der Spule F des Reglers ein temperaturunabhängiger Widerstand vorgeschaltet, der den Temperaturgang des Reglers auf ein Mindestmaß herabsetzt. Ein Teil dieses Widerstandes dient häufig als Sollwert-einsteller.

Verschiedene Regelungsarten

In den Abbildungen 3 bis 8 des Anhanges sind einige Möglichkeiten der Regelung von Spannungen oder Strömen dargestellt. Bei Regelung von Spannungen liegt die Spule des Reglers an der betreffenden Spannung, bei Stromregelungen wird sie vom Verbraucherstrom oder einem Teil des Verbraucherstromes durchflossen.

Da es vorteilhaft ist, die Magnetspule mit Gleichstrom zu betreiben, wird bei Wechselspannungs- bzw. Wechselstromregelungen der Spule ein Trockengleichrichter vorgeschaltet.

Man kann die Spannung entweder unmittelbar oder mittelbar beeinflussen. Im ersten Fall werden die Kohlesäulen dem Verbraucher vorgeschaltet. Sie gleichen dann die Netzspannungsschwankungen durch veränderlichen Spannungsabfall aus. Es ist hierbei zu beachten, daß der Regelsollwert bei Spannungsregelungen immer nur unter der tiefsten, dem Regler zugeführten Spannung liegen kann. Bei Regelung von Wechselspannungen kann dem Regler ein Eingangstransformator vorgeschaltet werden, der die Netzspannung so weit heraufsetzt, daß sie im ungünstigsten Fall noch über dem Regelsollwert liegt.

Der Vorzug der unmittelbaren Regelung ist die hohe Regelgeschwindigkeit. Sie hängt in diesem Falle nämlich nur vom Regler, der ja ein Schnellregler ist, ab. Ihrer Anwendung wird aber dadurch eine Grenze gesetzt, daß bei größer werdender Verlustleistung die Anlage, in der der Regler arbeitet, unwirtschaftlich werden kann. Unseren größten Regler führen wir für eine Verlustleistung von 1200 W aus. Bei Netzspannungsänderungen von 30 % ergibt sich dabei eine Verbraucherleistung von etwa 3 kW. Auf Wunsch können wir aber die Regler auch mit einer Lastausgleichs-einrichtung versehen, so daß mehrere Regler parallel arbeiten und die zulässige Verbraucherleistung heraufgesetzt wird.

Bei der mittelbaren Regelung liegt die Kohlesäule in irgendeinem Steuerkreis, dessen Stromänderungen leistungsmäßig verstärkte Änderungen im Hauptkreis hervorrufen. Beispiele hierfür sind die Regelungen von Maschinen Spannungen und Maschinenströmen durch Feldbeeinflussung des Stromerzeugers oder seiner Erregermaschine. Hierdurch wird es möglich, die Spannung oder den Strom aller Maschinengrößen bis herauf zu den größten Kraftwerksgeneratoren zu regeln. Ein weiteres Beispiel ist die Beeinflussung der Gleichstromwicklungen vormagnetisierter Drosseln, mit denen man Trockengleichrichter oder die Gitter von Gleich- und Wechselrichtern steuern kann.

Bei dieser Reglungsart wird die Regelzeit jedoch nicht mehr allein durch den Regler bestimmt, denn größere Maschinen und Aggregate folgen Regelimpulsen nur mit einer gewissen Trägheit, so daß die Regelzeit letzten Endes hauptsächlich durch deren Zeitkonstanten festgelegt ist.

Bei der Spannungsregelung von Drehstromgeneratoren genügt es im allgemeinen, das Meßwerk des Reglers mit der Spannung einer Phase gegen Null oder zwischen 2 Phasen zu speisen. Auf Wunsch kann der Regler aber auch so ausgeführt werden, daß man den Mittelwert aller 3 Phasen regelt.

Bei direkter Regelung von Drehstromnetzen sind 3 einzelne Regler erforderlich.

Kennwerte des GASELAN-Reglers

Der Regelfehler kann je nach Ansprüchen zwischen $\pm 0,2 \dots \pm 2 \%$ liegen. Mit höheren Genauigkeitsforderungen verringert sich der Regelbereich (Widerstandsbereich der Kohlesäulen).

Die Unempfindlichkeit, das ist die Spannungsabweichung, die notwendig ist, um den Regler zum Eingreifen zu veranlassen, beträgt je nach dem Regelfehler etwa $0,02 \dots 0,2 \%$.

Verschiedene Regelungsarten

In den Abbildungen 3 bis 8 des Anhanges sind einige Möglichkeiten der Regelung von Spannungen oder Strömen dargestellt. Bei Regelung von Spannungen liegt die Spule des Reglers an der betreffenden Spannung, bei Stromregelungen wird sie vom Verbraucherstrom oder einem Teil des Verbraucherstromes durchflossen.

Da es vorteilhaft ist, die Magnetspule mit Gleichstrom zu betreiben, wird bei Wechselspannungs- bzw. Wechselstromregelungen der Spule ein Trockengleichrichter vorgeschaltet.

Man kann die Spannung entweder unmittelbar oder mittelbar beeinflussen. Im ersten Fall werden die Kohlesäulen dem Verbraucher vorgeschaltet. Sie gleichen dann die Netzspannungsschwankungen durch veränderlichen Spannungsabfall aus. Es ist hierbei zu beachten, daß der Regelsollwert bei Spannungsregelungen immer nur unter der tiefsten, dem Regler zugeführten Spannung liegen kann. Bei Regelung von Wechselspannungen kann dem Regler ein Eingangstransformator vorgeschaltet werden, der die Netzspannung so weit heraufsetzt, daß sie im ungünstigsten Fall noch über dem Regelsollwert liegt.

Der Vorzug der unmittelbaren Regelung ist die hohe Regelschwindigkeit. Sie hängt in diesem Falle nämlich nur vom Regler, der ja ein Schnellregler ist, ab. Ihrer Anwendung wird aber dadurch eine Grenze gesetzt, daß bei größer werdender Verlustleistung die Anlage, in der der Regler arbeitet, unwirtschaftlich werden kann. Unsere größten Regler führen wir für eine Verlustleistung von 1200 W aus. Bei Netzspannungsänderungen von 30 % ergibt sich dabei eine Verbraucherleistung von etwa 3 kW. Auf Wunsch können wir aber die Regler auch mit einer Lastausgleichs-einrichtung versehen, so daß mehrere Regler parallel arbeiten und die zulässige Verbraucherleistung heraufgesetzt wird.

Bei der mittelbaren Regelung liegt die Kohlesäule in irgendeinem Steuerkreis, dessen Stromänderungen leistungsmäßig verstärkte Änderungen im Hauptkreis hervorrufen. Beispiele hierfür sind die Regelungen von Maschinenspannungen und Maschinenströmen durch Feldbeeinflussung des Stromerzeugers oder seiner Erregermaschine. Hierdurch wird es möglich, die Spannung oder den Strom aller Maschinen Größen bis herauf zu den größten Kraftwerksgeneratoren zu regeln. Ein weiteres Beispiel ist die Beeinflussung der Gleichstromwicklungen vormagnetisierter Drosseln, mit denen man Trockengleichrichter oder die Gitter von Gleich- und Wechselrichtern steuern kann.

Bei dieser Reglungsart wird die Regelzeit jedoch nicht mehr allein durch den Regler bestimmt, denn größere Maschinen und Aggregate folgen Regelimpulsen nur mit einer gewissen Trägheit, so daß die Regelzeit letzten Endes hauptsächlich durch deren Zeitkonstanten festgelegt ist.

Bei der Spannungsregelung von Drehstromgeneratoren genügt es im allgemeinen, das Meßwerk des Reglers mit der Spannung einer Phase gegen Null oder zwischen 2 Phasen zu speisen. Auf Wunsch kann der Regler aber auch so ausgeführt werden, daß man den Mittelwert aller 3 Phasen regelt.

Bei direkter Regelung von Drehstromnetzen sind 3 einzelne Regler erforderlich.

Kennwerte des GASELAN-Reglers

Der Regelfehler kann, je nach Ansprüchen zwischen $\pm 0,2 \dots \pm 2 \%$ liegen. Mit höheren Genauigkeitsforderungen verringert sich der Regelbereich (Widerstandsbereich der Kohlesäulen).

Die Unempfindlichkeit, das ist die Spannungsabweichung, die notwendig ist, um den Regler zum Eingreifen zu veranlassen, beträgt je nach dem Regelfehler etwa $0,02 \dots 0,2 \%$.

Die Regelzeit läßt sich, wie aus oben Gesagtem bereits hervorgeht, nur für unmittelbare Regelung angeben. Sie beträgt dort etwa 0,2 Sekunden.

Belastbarkeit: Die GASELAN-Regler können bis zu 1200 W Leistungsumsatz im Regler ausgeführt werden. Wenn eine weitere Steigerung erwünscht ist, können mehrere Regler parallel geschaltet werden. Hierzu ist dann aber eine Ausgleichsrichtung notwendig, die eine gleichmäßige Verteilung der Last auf die einzelnen Regler bewirkt.

Die Widerstände lassen sich durch Wahl der Säulenabmessungen, Säulenzahl und Säulenschaltungen an alle vorkommenden Verhältnisse anpassen.

Der erreichbare Widerstandsbereich der Kohlesäulen ist abhängig von der Leistung und der geforderten Genauigkeit des Reglers. Er fällt mit höherer Leistung, da dabei die verfügbare Magnetkraft auf eine größere Säulenzahl verteilt werden muß, und mit höherer Genauigkeit, da man den höchsten Säulendruck kleiner halten muß als bei ungenaueren Reglern, um den Einfluß der Reibungskräfte zu mindern.

Die folgende Tabelle gibt einen ungefähren Anhalt über die erreichbaren Widerstandsverhältnisse (größter Widerstand zu kleinstem Widerstand) in Abhängigkeit von der Leistung und der geforderten Genauigkeit. Gewisse Abweichungen hiervon nach oben oder unten, die mit den Absolutwerten der Widerstände zusammenhängen, sind jedoch möglich.

Regel- fehler %	Leistungsumsatz in den Säulen							
	50 W		200 W		500 W		1000 W	
± 0,5	—	40:1	—	12:1	—	5:1	—	—
± 1	56:1	165:1	16:1	48:1	—	22:1	—	12:1
± 2	165:1	275:1	48:1	82:1	—	38:1	—	16:1

In den beiden Spalten jeder Leistungsgruppe gilt die linke für eine kleinere Reglerbauart, die rechte für eine größere. Ist nur eine Zahlenangabe gemacht, so ist nur eine Baugröße möglich.

Durch Anwendung von Steuermitteln, die die Meßwertänderungen verstärken, können die Regelfehler ungefähr auf den dritten Teil herabgesetzt werden.

Der Widerstand der Kohlesäulen kann nicht völlig verschwinden. Darauf ist bei der Planung einer geregelten Anlage Rücksicht zu nehmen. Bei unmittelbar wirkendem Regler muß ein Restspannungsabfall von 5... 10 % der Verbraucherspannung, bei mittelbar wirkendem 5... 10 % der Spannung des Steuerkreises (beispielsweise Feldkreis von Generatoren) für die Kohlesäulen eingerechnet werden. Der höhere Wert gilt für Regelung mit größerer Genauigkeit.

Der Eigenverbrauch des Reglermeßkreises (Spule, Vorwiderstand und Sollwertesteller) beträgt je nach Größe des verwendeten Meßwerkes 25... 35 W. Er muß bei der Bemessung von Anlagen kleinerer Leistung beachtet werden.

Temperaturgang: Da sich die Wicklung des Meßwerkes im Betrieb erwärmt, ist ein Ansteigen des Regelwertes nach der Inbetriebnahme zu beobachten. Dieser Vorgang ist in etwa 45 Minuten abgeschlossen. Durch geringe spezifische Belastung der Meßwerkspule und durch Einschaltung eines temperaturunabhängigen Widerstandes in den Fühlkreis wird er auf etwa 2 % begrenzt.

Notwendige Unterlagen zur Bestimmung eines Reglers

Die an einen Regler gestellten technischen Bedingungen sind ebenso mannigfaltig wie die Verwendungsmöglichkeiten. Man kann keine Typenreihe festlegen, die beispielsweise ähnlich wie bei Transformatoren durch Leistung und Spannung des Verbrauchers gegeben ist; denn auf den Regler entfallen nur die Differenzen zwischen zugeführter Leistung und Verbraucherleistung. Der Unterschied in diesen Differenzen bei Anlagen annähernd gleicher Verbrauchsdaten ist erfahrungsgemäß so erheblich, daß sie die verschiedensten

Reglergrößen bedingen. Man muß also von Fall zu Fall auf Grund genauer technischer Angaben den Regler berechnen, der dann aus normalisierten Bauteilen zusammengesetzt werden kann.

Man hüte sich aus den angeführten Gründen auch davor, bei allen Angaben beliebige Sicherheitszuschläge zu machen. Eine grundlos hohe Forderung bei einer Größe zieht außer unnützer Vergrößerung und Verteuerung des Reglers Verminderungen der anderen Größen nach sich (vergleiche hierzu die Tabelle über den Widerstandsbereich in Abhängigkeit von Regelfehler und Leistung).

Zur Berechnung eines Reglers sind im allgemeinen folgende Angaben notwendig:

I. Regelsollwert (konstant zu haltende Spannung, Strom oder Drehzahl).

II. Zulässiger Regelfehler in Prozent vom Sollwert.

III. 1. Bei unmittelbarer Spannungsregelung (Netzregelung Kohlesäule im Nutzstromkreis Abb. 3 und 4).

- a) Höchste und niedrigste Spannung der Stromquelle
- b) Größt- und Kleinstwert des Verbrauchstromes.
- c) Wenn eine Abhängigkeit der Stromquellen-spannung vom Verbrauchstrom besteht, Angaben hierüber.
- d) (Nur bei Wechselspannung.) Cosinus des Phasenverschiebungswinkels zwischen Nutzstrom und Regelspannung bei kleinster und größter Last.
- e) (Nur bei Wechselspannung.) Frequenz.

2. Bei unmittelbarer Stromregelung (Abb. 5).

- a) Höchste und niedrigste Spannung der Stromquelle.

b) Höchste und niedrigste Gegenspannung des Verbrauchers.

c) (Nur bei Wechselstrom.) Cosinus des Phasenverschiebungswinkels zwischen Strom und Gegenspannung.

d) (Nur bei Wechselstrom.) Frequenz.

3. Bei mittelbarer Regelung (Feldregelung Abb. 6, 7 und 8); Kohlesäule im Feldkreis eines Generators, seiner Erregermaschine, eines Motors oder in einem sonstigen Steuerkreis.

a) Höchster und niedrigster Wert der Spannung des Steuerkreises (Erregerkreises). Eventuell Abhängigkeit der Steuerspannung vom Erregerstrom.

b) Höchster und niedrigster Wert des Erregerstromes.

c) Widerstand der Feldwicklung.

Bei Regelung eines Generators durch Beeinflussung seines eigenen Feldes sind die Positionen a...c für dieses Feld anzugeben, bei Beeinflussung des Erregermaschinenfeldes sind die Pos. a...c für das Erregerfeld der Erregermaschine anzugeben. Es sind stets die Werte anzugeben, bei denen der Sollwert der Regelgröße zustande kommt.

Wir stellen jedem Kunden auf seine Anfrage hin Fragebogen zur Verfügung, auf denen er in den normalen Anwendungsfällen die notwendigen Angaben machen kann. Bei speziellen Aufgaben, die durch die Fragebogen nicht erfassbar sind, sind wir stets gern zu mündlicher oder schriftlicher Beratung bereit.

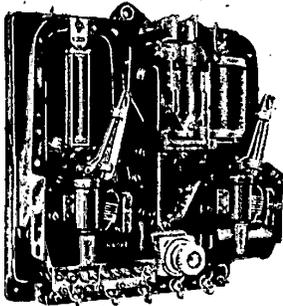
Es kommen Fälle vor, in denen die technischen Unterlagen nicht durch Messung festgestellt werden können, weil die gesamte Anlage gleichzeitig mit dem Regler erstellt wird, oder auch die Grenzbelastungen nicht experimentell hergestellt werden können. Hier ist dann zu empfehlen, sich von

den Firmen, die die Anlagen erstellen, unter Zugrundelegung des Fragebogens die Berechnungswerte (z. B. Erregerstromwerte von Generatoren) zu beschaffen.

Ein Regler, der auf Grund einwandfreier Unterlagen berechnet ist, arbeitet jahrelang ohne jegliche Wartung und hat eine fast unbegrenzte Lebensdauer. Störungen an Reglern bzw. an der Anlage kommen eigentlich nur dann vor, wenn die der Berechnung zugrunde gelegten Daten wesentlich von den wahren Werten abweichen.

Anwendungsmöglichkeiten der GASELAN-Spannungs- und Stromregler

Die Regler lassen sich grundsätzlich überall dort anwenden, wo durch selbsttätige Veränderung eines Widerstandes eine Spannung, ein Strom oder eine Drehzahl auf einen konstanten Wert gehalten oder eine Abhängigkeit der Spannung vom Strom eingehalten werden kann. Aus den vielen Möglichkeiten seien einige herausgegriffen, bei denen die GASELAN-Regler seit Jahrzehnten teilweise in großen Serien angewendet werden.



GASELAN-Kohledruckregler werden als Feldregler von Gleich- und Wechselstromgeneratoren jeder Größe verwendet, z. B. für Hauszentralen und Kraftwerksgeneratoren.

GASELAN-Kohledruckregler sind als Einheitsregler bei den deutschen Bahnen im Zugbeleuchtungssystem Gaselan vorm. Pintsch, das sich auch bei vielen ausländischen Bahnen bewährt hat, eingeführt (s. hierzu Abb. 9).

Abb. 9 Zugbeleuchtungsregler

GASELAN-Kohledruckregler werden als Netzspannungsregler für die Beleuchtung elektrisch betriebener Bahnen von der veränderlichen Fahrleitungsspannung aus verwendet.

GASELAN-Kohledruckregler sind als Regler für die Heizspannung, Gitterspannung und Anodenspannung in den Verstärkerräumen der Deutschen Post und vieler ausländischer Postverwaltungen eingeführt (siehe Abb. 10). Weitere Ausführungsarten von Kohledruckreglern zeigen die Abb. 11, 12.



Abb. 10 Anodenspannungsregler

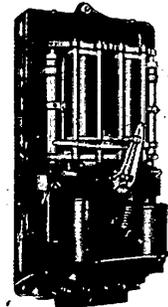


Abb. 11
Regler mittlerer Leistung

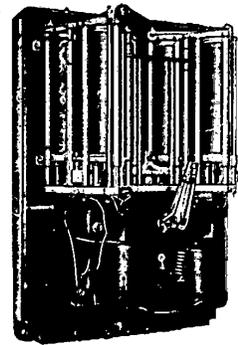


Abb. 12
Regler größerer Leistung

GASELAN-Kohledruckregler arbeiten auch in den Stromversorgungsanlagen von Verstärkerämtern, die über Netzgleichrichter und Pufferbatterien die Fernsprechzentralen speisen, als Steuerregler in gleichstromvormagnetisierten Drosselkreisen. Hier halten sie die Pufferspannung von Batterien mit Kapazitäten bis zu 15 000 Ah konstant oder steuern deren Ladestrom bei zeitweiliger Vollaufladung.

GASELAN-Kohledruckregler werden verwendet, um den Strom in galvanischen Anlagen konstant zu halten. Besonders hervorzuheben sei hier die ausgeführte Regelung des Stromes eines Generators von 440 V 16 000 A in einer Großgalvanik.

GASELAN-Kohledruckregler sind geeignet zur Anwendung in der Lichttechnik, beispielsweise zur Konstanthaltung der Ströme von Photometerlampen und des Lichtstromes von Belichtungs- und Kopierlampen.

GASELAN-Kohledruckregler finden große Verwendung zur Regelung der Ladespannung von Akkumulatoren-Ladeeinrichtungen.

GASELAN-Kohledruckregler haben Verwendung gefunden in den Stromversorgungsanlagen und Verstärkeranlagen stationärer und ortsveränderlicher Funksender, beispielsweise auch auf Schiffen und Flugzeugen.

* * *

Die außerordentlich hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit der GASELAN-Spannungsregler werden durch ungefähr 200 000 Ausführungen bewiesen, die zum Teil seit zwanzig und mehr Jahren in Betrieb sind.

50X1-HUM



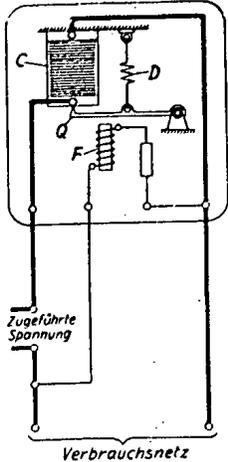


Abb. 3

Netzregelung auf konstante Spannung mit Hilfe eines veränderlichen Netzvorschaltwiderstandes (Gleichstrom)

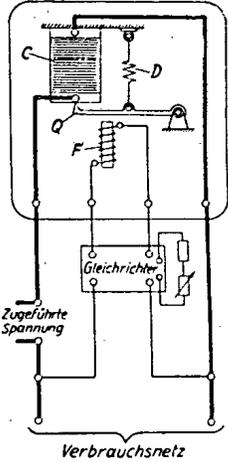


Abb. 4

Netzregelung von Wechselspannungen mit Hilfe eines veränderlichen Netzvorschaltwiderstandes

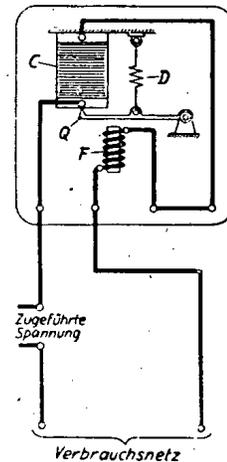


Abb. 5

Netzregelung auf konstanten Strom mit Hilfe eines veränderlichen Netzvorschaltwiderstandes (Gleichstrom)

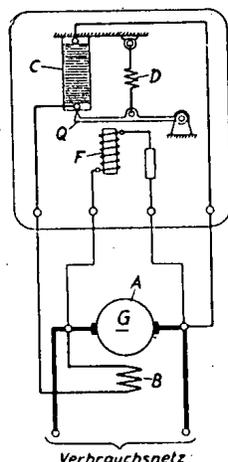


Abb. 6

Regelung auf konstante Spannung durch Feldbeeinflussung d. Stromerzeugers (Gleichstrom)

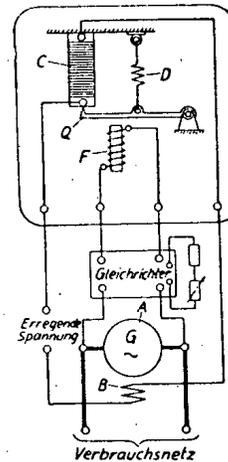


Abb. 7

Regelung von Wechselspannungen durch Feldbeeinflussung des Stromerzeugers

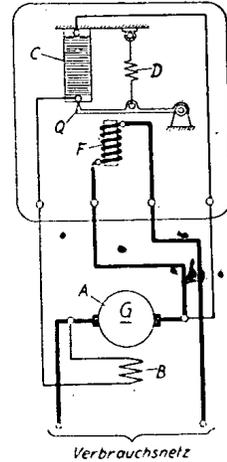


Abb. 8

Regelung auf konstanten Strom durch Feldbeeinflussung des Stromerzeugers (Gleichstrom)

50X1-HUM

50X1-HUM