

Die gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichter in der Radiotelephonie = Les redresseurs à vapeur de mercure à cathode de mercure et à grilles polarisées en radiotéléphonie

Autor(en): **Pièce, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und
Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des
télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico /
Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **13 (1935)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873474>

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.

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Publicato dall'Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt — Sommaire — Sommario: Die gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichter in der Radiotelephonie. Les redresseurs à vapeur de mercure à cathode de mercure et à grilles polarisées en radiotéléphonie. — Radio-Störkennlinien und Fahrdrachtpolarität elektrischer Bahnen. — Ein neues Impulsübertragungssystem mittels Thyatronröhren. Un nouveau système de transmission d'impulsions au moyen de lampes thyatron. — Buchführung bei den Telephonämtern. — Zum 60. Geburtstag von Generaldirektor Dr. Furrer. Le 60^e anniversaire de M. Furrer, directeur général. — Beromünster. — Verschiedenes. Divers: La „Maison de la Radio“ à Lausanne. — Neues Spleisserwerkzeug. Nouveaux outils d'épisseurs. — Le Bureau temporaire automobile de l'Administration française des PTT. — Die künftige Gestaltung des englischen Fernsehens. — Weiterleitung nichtbeantworteter Anrufe. — Wann ist eine Erfindung offenkundig nicht mehr neu? — T. A. Watson. — Politique américaine de trafic. — La propagande par la qualité. — Fachliteratur. Littérature professionnelle. — Personalmeldungen. Personnel. Personale.

Die gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichter in der Radiotelephonie.

Von R. Pièce, Sottens.

Einleitung. Für die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom bietet der Quecksilberdampfgleichrichter so viele Vorteile, dass sein Gebrauch sich zusehends verallgemeinert. Neuerdings ist er durch die Einfügung von Steuergittern wesentlich verbessert worden; es darf also damit gerechnet werden, dass er neue wichtige Gebiete erobern wird. Folgendes sind die bedeutendsten bis jetzt erzielten Fortschritte:

- Regulierung der Gleichspannung ohne Verwendung von Induktionsreglern oder von Transformatoren mit verschiedenen Anzapfungen;
 - Automatische Löschung der Rückzündungen im Innern des Gleichrichters und der Kurzschlüsse auf der Gleichstromseite;
 - Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom;
 - Umwandlung der Frequenz (z. B. Dreiphasenstrom, 50 Perioden, in Einphasenstrom, $16\frac{2}{3}$ Perioden);
 - Speisung von kollektorlosen Einphasenmotoren.
- Die rasche Entwicklung dieses Gebietes der Elektrotechnik konnte den Radiotechnikern nicht entgehen; die Erzeugung von hochgespanntem Gleichstrom zur Speisung von Hochleistungssenderöhren hatte ihnen von jeher schon einiges Kopfzerbrechen verursacht. Die gewaltigen Fortschritte der Radiotelephonie haben zur Errichtung von starken Sendestationen geführt, die Anodenspannungen bis zu 20,000 Volt erfordern. Zur Erzeugung dieser Spannungen verwendet man im allgemeinen Gleichstromgeneratoren, Gleichrichter mit Zweielektrodenröhren oder dann Quecksilberdampfgleichrichter.

Es gibt zwei Arten von Quecksilberdampfgleichrichtern, die beide zum Betrieb von Sendestationen

Les redresseurs à vapeur de mercure à cathode de mercure et à grilles polarisées en radiotéléphonie.

Par R. Pièce, Sottens.

Introduction. L'emploi du redresseur à vapeur de mercure pour la transformation du courant alternatif en courant continu, tend de plus en plus à se généraliser, vu les nombreux avantages qu'il présente sur les autres systèmes. L'adjonction, relativement récente, de grilles polarisées a donné au redresseur à vapeur de mercure un essor considérable, qui permet d'en attendre les applications les plus intéressantes. Citons les résultats remarquables déjà obtenus:

- réglage de la tension continue sans emploi de régulateur d'induction ou de transformateur à prises variables;
- extinction automatique d'allumages en retour, à l'intérieur du redresseur, et de courts-circuits côté continu;
- transformation du courant continu en courant alternatif;
- transformation de la fréquence (par exemple du courant triphasé 50 périodes en monophasé $16\frac{2}{3}$ périodes);
- alimentation de moteurs monophasés sans collecteurs.

Les progrès rapides réalisés dans cette branche de l'électrotechnique ne devaient pas échapper aux radio-techniciens, pour lesquels la question de la source de courant continu haute tension pour les lampes émettrices à grande puissance a toujours présenté certaines difficultés. Le développement énorme qu'a pris la radiotéléphonie nécessitant la construction de stations à grande puissance, a obligé les constructeurs à utiliser des tensions anodiques allant jusqu'à plus de 20,000 volts. Ces tensions anodiques sont obtenues en général, soit par des génératrices à courant continu, soit par des redres-

dienen. Der Hauptunterschied liegt im Bau der Kathode. Bei der ersten Ausführungsart, die wir hier besprechen möchten, besteht sie aus einer gewissen Menge Quecksilber, bei der zweiten aus einem Glühdraht, der durch eine Hilfsstromquelle geheizt wird. Diese Bemerkung ist vielleicht nötig, um Verwechslungen zu vermeiden.

Der Quecksilberdampfgleichrichter tauchte in der Radiotechnik schon vor der Verwendung von Steuergittern auf. In den Werkstätten der Marconi-Gesellschaft in Chelmsford ist ein Apparat von Brown-Boveri (12.000 Volt, 400 kW) seit 1929 versuchsweise in Betrieb.

Von den Stationen, die zur Zeit mit B. B. C.-Gleichrichtern ausgerüstet sind, seien erwähnt: Beromünster, Monte Ceneri, Athlone, Warschau, Budapest, Zeesen, Heilsberg, Langenberg, Breslau, Leipzig, München, Berlin. In Beromünster ist der alte Typ durch einen neuen mit Steuergittern ersetzt worden, und auch Sottens soll in nächster Zeit einen solchen erhalten. Fig. 1 zeigt den alten Gleichrichter von Beromünster.

Wir dürfen hier mit Genugtuung daran erinnern, dass die erfreuliche Verbreitung der Quecksilberdampfgleichrichter in der Radiotechnik ein Verdienst der schweizerischen Industrie ist, insbesondere der Firma Brown-Boveri, die dem Studium und dem Bau dieser Hochspannungsapparate ihre besondere Aufmerksamkeit zugewandt hat.

Für eine Sendestation ist die Beschaffung eines Gleichrichters freilich teurer als die Beschaffung anderer Erzeuger von hochgespanntem Gleichstrom, aber diese einmalige Mehrausgabe wird rasch ausgeglichen durch den höheren Wirkungsgrad, die geringeren Unterhaltungskosten und die beträchtlichen Vorteile im Betrieb.

Zur Erhärtung unserer Aussage über den Wirkungsgrad seien ein paar Zahlen angeführt; es sind Angaben einer grossen Radiogenossenschaft, die diese Frage mit Bezug auf eine Station von 15 kW Antennenleistung untersucht hat. Die Zahlen beziehen sich auf die gesamte Anlage, d. h. Umformer, Filter, Spannungsregler, Transformatoren, Hilfsapparate usw.

seurs à lampes diodes, soit par des redresseurs à vapeur de mercure.

Il existe deux types de redresseurs à vapeur de mercure, employés tous deux dans les stations d'émission. La différence essentielle réside dans la constitution de la cathode, qui est constituée par une certaine quantité de mercure pour le type de redresseur faisant l'objet de ce petit exposé et par un filament incandescent, chauffé par une source auxiliaire, pour l'autre genre d'appareil. Nous pensons utile de faire ici cette remarque afin d'éviter toute confusion.

Le redresseur à vapeur de mercure fit déjà son apparition dans le domaine de la radiotechnique avant l'emploi des grilles polarisées. Un appareil Brown-

Boveri (12.000 volts, 400 kW) est en service pour essais, aux usines Marconi à Chelmsford, depuis 1929.

A l'heure actuelle, un certain nombre d'émetteurs sont équipés de redresseurs B. B. C.; citons en particulier: Beromünster, Monte Ceneri, Athlone, Varsovie, Budapest, Zeesen, Heilsberg, Langenberg, Breslau, Leipzig, Munich et Berlin. Notons aussi que Beromünster vient de remplacer son redresseur ancien modèle par un nouveau redresseur à grilles polarisées et que dans un avenir très prochain, Sottens sera doté d'un appareil semblable.

La figure 1 représente l'ancien redresseur de Beromünster. Il est in-

teressant de rappeler ici que le développement réjouissant que prend le redresseur à vapeur de mercure dans le domaine de la radiotechnique est dû à l'industrie suisse, en particulier à la maison Brown-Boveri, qui s'est spécialisée dans l'étude et la construction de ces appareils pour les hautes tensions.

Pour une station d'émission, les frais d'installation d'un tel redresseur sont certainement plus élevés que ceux d'autres sources de courant continu haute tension, mais cette première dépense se trouve vite récupérée du fait du rendement supérieur, des frais d'entretien minimes et des avantages considérables au point de vue exploitation.

A l'appui de ce que nous venons d'affirmer en ce qui concerne le rendement, nous citerons quelques chiffres fournis, il y a plusieurs années, par une

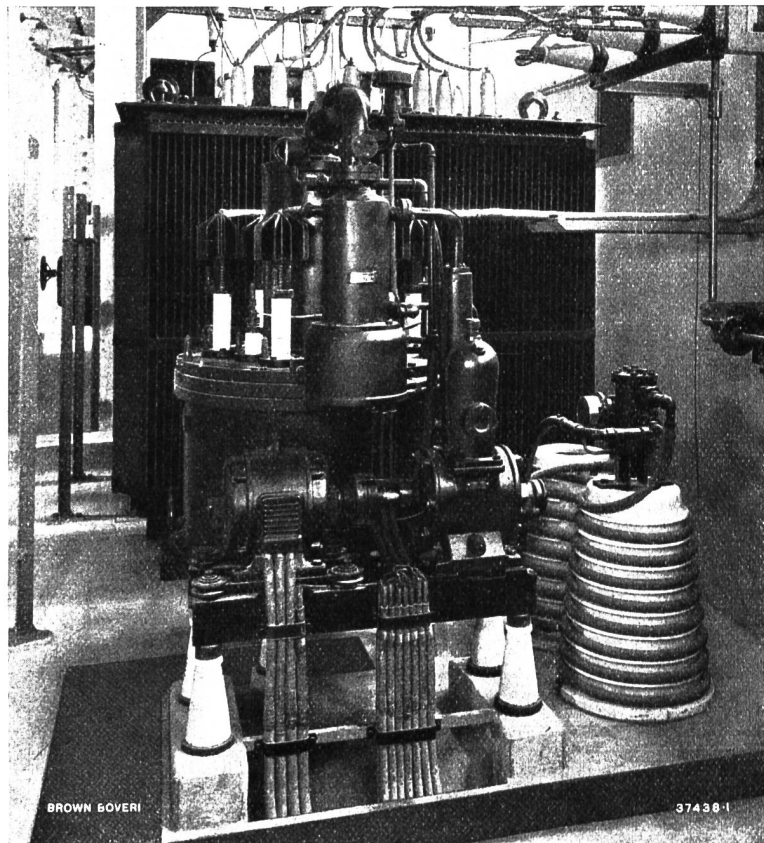


Fig. 1.

Typ	Wirkungsgrad
Quecksilberdampfgleichrichter B. B. C.	84%
Quecksilberdampfgleichrichter mit Glühkathode	82%
Quecksilberdampfgleichrichter mit Zweielektrodenröhren	77,6%
Umformergruppen	77%

Heute ist der Wirkungsgrad noch grösser, da mit der Verwendung von Steuergittern der Induktionsregler weggefallen ist. Dieser Umformertyp ist unter allen der leistungsfähigste. Die Ausgaben für den Unterhalt sind gering, weil das sehr widerstandsfähige Material sich sozusagen nicht abnutzt und weil — im Gegensatz zu den Röhrengleichrichtern — keine äusserst zerbrechlichen und teuren Bestandteile vorhanden sind, deren Instandhaltung leicht Schaden verursacht.

Ein grosser betriebstechnischer Vorteil des Gleichrichters mit Steuergittern liegt in dem äusserst zuverlässigen Funktionieren der Schutzvorrichtung.

Ist die Gitterspannung hoch genug, so entstehen bei Hochleistungsröhren bekanntlich Entladungen zwischen Anode und Gitter oder zwischen Gitter und Kathode. Bleiben sie eine gewisse Zeit bestehen, so können sie die Röhre gebrauchsunfähig machen. Um sich gegen derartige Schädigungen zu schützen, schaltet man heute Widerstände in die Anodenstromkreise ein und verwendet ausserdem Ausschalter, die den Hochspannungskreis selbsttätig unterbrechen. Dauert die Entladung nur einen Augenblick, d. h. zu kurze Zeit, um einen Lichtbogen entstehen zu lassen, so wird die Röhre nicht beschädigt und kann sich sogar noch etwas „härten“.

Bei jeder derartigen Unterbrechung ist das Personal genötigt, langsam wieder die Hochspannung einzuschalten, was ohne gewisse Stockungen in der Sendung nicht abgeht.

Bei Gleichrichtern dagegen fällt die Spannung in einem solchen Falle unmittelbar auf Null und erreicht dann automatisch und in kürzester Zeit den Normalwert wieder. Die Hörer merken von diesem Vorgang sozusagen nichts.

Ebenso wirksam sind die Schutzvorrichtungen bei Rückzündungen im Innern des Zylinders. Andererseits können die Anodenwiderstände weggelassen werden, wodurch der Betrieb wirtschaftlicher wird. Die Wasserkühlung ist viel einfacher als beim Zweielektroden-Röhrengleichrichter; diesen Vorteil weiss das Personal der Sendestationen sicherlich zu schätzen.

Die nachstehenden Ausführungen zerfallen in zwei Teile; im ersten geben wir kurz die theoretischen Grundlagen des Quecksilberdampfgleichrichters, im zweiten die Beschreibung eines Hochspannungsgleichrichters (B. B. C.) für Radiosendestationen.

Theoretische Betrachtungen. Das Arbeiten des Quecksilberdampfgleichrichters beruht auf der Erscheinung, dass ein im luftleeren Raum erzeugter elektrischer Lichtbogen nur Strom in einer Richtung führt. Diese Erscheinung heisst Ventilwirkung und soll im folgenden näher besprochen werden.

Schaltet man in einen Gleichstromkreis eine Zweielektrodenröhre ein, so findet der Strom selbstverständlich keinen Durchgang. Bringt man aber die mit dem negativen Pol verbundene Elektrode, die

große compagnie de T. S. F., qui a spécialement étudié cette question pour un poste de 15 kW antenne. Les chiffres donnés pour le rendement tiennent compte de l'installation complète, c'est-à-dire convertisseur, filtre, dispositif de réglage de la tension, transformateurs, appareils auxiliaires, etc.

Type	Rendement
Redresseur à vapeur de mercure B. B. C.	84%
Redresseur à vapeur de mercure à cathode incandescente	82%
Redresseur à lampes diodes	77,6%
Groupes rotatifs	77%

Actuellement, le rendement est encore supérieur, puisqu'avec l'emploi des grilles polarisées le régulateur d'induction n'est plus nécessaire. Signalons aussi que c'est ce type de convertisseur qui offre le facteur de puissance le plus élevé. Les frais d'entretien sont minimes, du fait que le matériel, très robuste, ne subit pour ainsi dire aucune usure et ne présente pas les risques de dégâts auxquels sont exposés les redresseurs à lampes, éléments très fragiles et très coûteux.

Un des grands avantages du redresseur à grilles polarisées, au point de vue exploitation, réside dans l'efficacité du système de protection.

On sait que les tubes à vide de grande puissance sont sujets à la formation de décharges entre l'anode et la grille, ou entre la grille et la cathode si la tension grille est assez élevée. Si elles ont une certaine durée, ces décharges peuvent mettre les tubes hors d'usage. Pour les protéger contre de tels accidents, on utilise actuellement des résistances intercalées dans les circuits d'anodes et des disjoncteurs qui coupent automatiquement la haute tension. Lorsque la décharge est instantanée et qu'un arc n'a pas le temps de s'amorcer, il n'en résulte aucun dommage pour la lampe, qui peut même se „durcir“ quelque peu.

Chaque fois qu'un déclenchement dû à cette cause se produit, le personnel est obligé de réenclencher progressivement la haute tension, d'où arrêt d'une certaine durée de l'émission.

Avec les redresseurs à vapeur de mercure, la tension tombe immédiatement, dans un cas semblable, à zéro et revient automatiquement à sa valeur normale dans un temps extrêmement court; l'arrêt passe presque inaperçu des auditeurs.

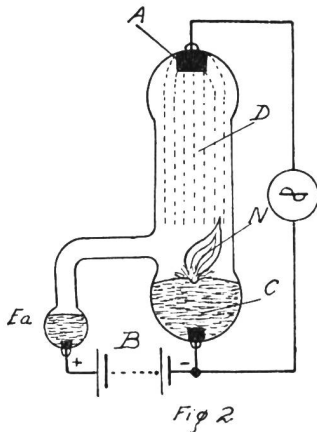
Notons encore que les dispositifs de protection sont aussi efficaces dans le cas d'allumages en retour à l'intérieur du cylindre. D'autre part, les résistances d'anode peuvent être supprimées, d'où meilleur rendement de l'installation. Le dispositif de refroidissement à eau est beaucoup plus simple qu'avec les redresseurs à lampes diodes, ce qui est un avantage qu'appréciera certainement le personnel des stations émettrices.

L'exposé qui va suivre comprendra deux parties; dans la première, nous indiquerons d'une façon sommaire les principes théoriques du redresseur à vapeur de mercure et, dans la seconde, nous décrirons un redresseur haute tension B. B. C. pour stations radio-électriques.

Données théoriques. Le principe fondamental du redresseur à vapeur de mercure est basé sur le fait qu'un arc électrique jaillissant dans le vide ne laisse

Kathode, zum Glühen, so setzt der Elektronenstrom ein. Die Anziehungskräfte, welche die Elektronen in unmittelbarer Nähe ihres Ions festhalten, werden nämlich neutralisiert, wenn man die Temperatur eines metallischen Körpers sehr stark erhöht. Da die in der Kathode freigewordenen Elektronen in der Vakuumröhre nicht durch Gasteilchen aufgehalten werden, bewegen sie sich unter der Einwirkung des Spannungsunterschiedes zwischen den beiden Elektroden auf die Anode zu und ersetzen in einem fort die in den Stromkreis abfließenden Elektronen.

Belassen wir die Kathode in ihrem glühenden Zustande und ersetzen wir die Gleichstromquelle unseres Stromkreises durch einen Wechselstromgenerator. Während der Dauer der positiven Halbwellen, die dieselbe Richtung haben wie unser Gleichstrom von vorhin, bewegen sich die Elektronen von der Kathode zur Anode, und der Stromweg ist offen. Während der Dauer der negativen Halbwellen bleibt die Anode verhältnismässig kühl und kann keine Elektronen aussenden; diese bleiben an den Ionen des Leiters haften und der Stromkreis kann sich nicht schliessen. Man erhält so einen regelmässig unterbrochenen Strom mit nur positiven Halbwellen (Kurve 1, Fig. 4).



Bei den Quecksilberdampfgleichrichtern besteht die Kathode aus Quecksilber. Das in Figur 2 dargestellte Schema bedarf nur kurzer Erläuterungen. Die Bildung eines Lichtbogens setzt voraus, dass die beiden Elektroden miteinander in Berührung gebracht und dann wieder getrennt werden.

Das in der Figur angedeutete, bei kleinen Gleichrichtern übliche Zündverfahren erheischt die Verwendung einer Quecksilber-Hilfsanode, die mit einer Stromquelle B in Verbindung steht. Kippt man den Kolben, so gerät das Quecksilber von Ea in Berührung mit dem der gemeinsamen Kathode C; der Lichtbogen entzündet sich und es tritt folgendes ein:

An der Anode A, die aus einem Eisen- oder Graphitzyylinder besteht, bildet der Lichtbogen eine leuchtende Aureole D, die in einer gewissen Entfernung von der Kathode endet. Die Anode erhitzt sich ebenfalls, aber doch nicht so stark, dass sie Elektronen aussenden könnte. Dies ist sehr wichtig, denn wenn die Anode glühend und damit sendefähig würde, so wäre die Ventilwirkung zerstört. Wir werden diese Erscheinung, die hin und wieder auftreten kann, später noch besprechen.

passer le courant que dans un seul sens. Examinons de plus près le phénomène appelé aussi: „effet de soupape.“

Si l'on intercale dans un circuit à courant continu un tube à vide à deux électrodes, le courant, évidemment, ne passera pas; mais, si l'on porte à l'incandescence l'électrode reliée au pôle négatif, la cathode, le flux électronique s'établit. En effet, si un corps métallique est porté à une température très élevée, les forces d'attraction qui maintiennent les électrons à proximité immédiate de leur ion respectif sont neutralisées. Dans le tube à vide, les électrons libérés à la cathode ne rencontrant pas de particules gazeuses qui entravent leurs déplacements, se dirigent, par suite de la différence de potentiel existant entre les deux électrodes, vers l'anode et prennent, au fur et à mesure, la place des électrons qui se déplacent dans le circuit.

Maintenons la cathode à l'incandescence et remplaçons la source de courant continu qui alimente notre circuit par un générateur de courant alternatif. Pendant les demi-ondes positives, c'est-à-dire celles qui ont le même sens que le courant continu de tout à l'heure, le passage des électrons de la cathode vers l'anode s'établit et le courant passe. Pendant les demi-ondes négatives, comme l'anode est relativement à basse température et ne peut dégager d'électrons, ces derniers restent fixés aux ions du conducteur et le courant ne peut s'établir. On obtient finalement dans le circuit un courant interrompu par intermittence, ne comprenant que les demi-ondes positives (courbe 1, fig. 4).

Dans les redresseurs à vapeur de mercure, la cathode est constituée par du mercure. La figure 2, qui représente schématiquement un tel dispositif, permet d'en comprendre facilement le principe. Pour qu'un arc puisse s'amorcer, il faut que les deux électrodes soient d'abord mises en contact, puis séparées.

La méthode d'allumage indiquée sur la figure, utilisée en pratique pour les petits redresseurs, consiste dans l'emploi d'une électrode auxiliaire en mercure reliée à une source de courant B. En basculant légèrement l'appareil, le mercure de Ea s'écoule et vient en contact avec celui de la cathode commune C; l'arc s'allume et l'on remarque les phénomènes suivants:

A l'anode A, constituée par un cylindre de fer ou de graphite, l'arc forme une auréole lumineuse compacte D, qui s'arrête à une certaine distance de la cathode. L'anode s'échauffe également sans cependant atteindre une température suffisante pour produire une émission d'électrons. Ce point est très important car si l'anode devenait incandescente et par ce fait un centre émissif, l'effet de soupape serait détruit. Ce phénomène se présente accidentellement et nous en reparlerons par la suite.

A la cathode, la base de l'arc forme une tache incandescente appelée: „tache de cathode“, qui se déplace rapidement et irrégulièrement à la surface du mercure. Du cratère ainsi formé s'échappe un flot de vapeur métallique. Les électrons dégagés se précipitent vers l'anode; sur leur trajet, ils rencontrent des particules neutres qu'ils peuvent dissocier (ionisation par choc) par suite de l'énergie cinétique

Auf der Kathode bildet der Unterteil des Lichtbogens einen leuchtenden Fleck, den sogenannten Kathodenfleck, der sich rasch und unregelmässig auf der Quecksilberoberfläche hin und her bewegt. Dem dadurch gebildeten Krater entströmt ein Schwall von Metaldampf. Die freigewordenen Elektronen stürzen sich auf die Anode; auf ihrem Wege stossen sie auf neutrale Teilchen, die sie infolge ihrer grossen kinetischen Energie auseinanderreissen können (Stossionisation). Es bilden sich so neue positive Ionen und neue Elektronen, die den Widerstand der Dampfsäule merklich verkleinern. Andererseits werden die positiven Ionen von der Kathode angezogen, erhitzen diese durch ihr scharfes Aufprallen und tragen so zur Aufrechterhaltung der Entladung bei.

Ist das Vakuum sehr hoch, so bemerkt man über der Kathode einen Schein N, die sogenannte negative Flamme, die von einem magnetischen Feld beeinflusst wird und den Betrieb des Gleichrichters beeinträchtigen kann, wenn sie mit der Anode in Berührung kommt.

Der beschriebene Apparat steht nicht in Gebrauch; er kann nur die positive Halbwelle nutzbar machen und erfordert zur Aufrechterhaltung der hohen Kathodentemperatur die Verwendung eines Hilfslichtbogens. Ist diese letzte Bedingung nicht erfüllt, so erlischt der Lichtbogen bei der ersten Richtungsänderung der Wechselspannung. Schon bei einer Stromunterbrechung von 1×10^{-5} Sekunde Dauer kühlt sich nämlich der untere Teil des Lichtbogens so stark ab, dass dieser nicht wieder einsetzen kann.

Der in Figur 3 dargestellte Einphasengleichrichter hat im Prinzip zwei Hauptanoden, A₁ und A₂, eine in der Zeichnung nicht dargestellte Zündanode und eine Selbstinduktionsspule B, die im Verbraucherstromkreis liegt. Der Transformator T ist von etwas besonderer Bauart; die Sekundärwicklung S, deren Enden mit den Anoden verbunden sind, ist über ihren Mittelpunkt M an die Kathode C geführt. Diese Anordnung ermöglicht es, die beiden Halbwellen des Einphasenstromes nutzbar zu verwenden und ohne Erregeranode auszukommen.

In der Primärwicklung P fliesst der Strom in beiden Richtungen; dagegen fliesst er in der rechten Hälfte der Sekundärwicklung von rechts nach links und in der linken Hälfte von links nach rechts, also immer in der Richtung, die zur Aufrechterhaltung des Lichtbogens notwendig ist. In der Verbrauchers- leitung fliesst der Strom immer in der nämlichen Richtung.

Aus Figur 4 ist die Wirkung der Drosselspule B leicht ersichtlich. Kurve 1 zeigt den Verlauf des Stromes, den ein nach Figur 2 gebauter Gleichrichter liefert, Kurve 2 den Verlauf eines Stromes, der durch einen Apparat zu zwei Anoden, aber ohne Selbstinduktionsspule gleichgerichtet worden ist. In beiden Fällen sinkt die Stromstärke in den Zeitpunkten t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 auf Null, und es ist leicht einzusehen, dass der Lichtbogen, sofern keine Sondererregung vorhanden ist, am Schluss der ersten Halbwelle erlischt.

Schaltet man eine Drosselspule in den Verbraucherstromkreis, der ebenfalls einen gewissen Ohmschen Widerstand R hat, und misst man den Strom in jedem Anodenkreis, so erhält man die Kurven 3 und 4.

suffisante qu'ils renferment. Il se forme ainsi de nouveaux ions positifs et de nouveaux électrons qui diminuent notablement la résistance de la colonne de vapeur. D'autre part, les ions positifs sont attirés par la cathode qu'ils échauffent par leurs chocs violents et contribuent ainsi au maintien de la décharge.

Dans le cas d'un vide très poussé, on remarque au-dessus de la tache de cathode une lueur N, dite „flamme négative“, influençable par un champ magnétique et pouvant avoir un effet néfaste sur le fonctionnement du redresseur si elle vient en contact avec l'anode.

L'appareil que nous venons de décrire n'a pas d'application pratique; il ne permet de n'utiliser que les demi-ondes positives et son fonctionnement nécessite l'emploi d'un arc auxiliaire pour le maintien de la cathode à haute température. Si cette dernière condition n'est pas remplie, au premier changement de sens de la tension alternative, l'arc s'éteint; il suffit, en effet, que le courant s'arrête pendant un temps égal à 1×10^{-5} seconde pour que la base de l'arc se refroidisse suffisamment et ne puisse s'amorcer à nouveau.

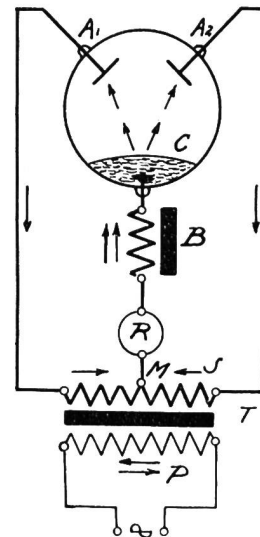


Fig 3

Le redresseur monophasé fig. 3 comporte, en principe, deux anodes principales A₁, A₂, une électrode d'allumage (non figurée sur le schéma) et une bobine de self B, placée dans le circuit d'utilisation. Le transformateur T est de construction un peu spéciale; le secondaire S, dont les extrémités sont reliées aux anodes, possède un point-milieu M connecté à la cathode C. Cette disposition permet d'utiliser les deux alternances du courant monophasé et de se passer d'anode d'excitation.

Dans l'enroulement primaire P, le courant circule dans les deux sens; dans le secondaire, par contre, il circule de droite à gauche dans la moitié droite et de gauche à droite dans la moitié gauche de façon à maintenir le sens cathode-anode. Dans le circuit d'utilisation, le sens du courant est toujours le même.

La figure 4 permet de comprendre facilement le rôle de la bobine de réactance B. La courbe (1) représente l'allure du courant obtenu au moyen d'un redresseur du type de la figure 2, la courbe (2) celle

Wie ersichtlich, reicht die Stromdauer um einen gewissen Wert T über die Halbperiode hinaus, und die Kurve wird flacher. Das Ergebnis in der Verbrauchsleitung ist der durch Kurve 5 veranschaulichte Wellenstrom. Wegen der momentanen Ueberlappung sinkt der Strom nicht mehr auf Null, im Gegensatz zu dem Fall, wo keine induktive Belastung vorhanden ist, und der Lichtbogen bleibt bestehen.

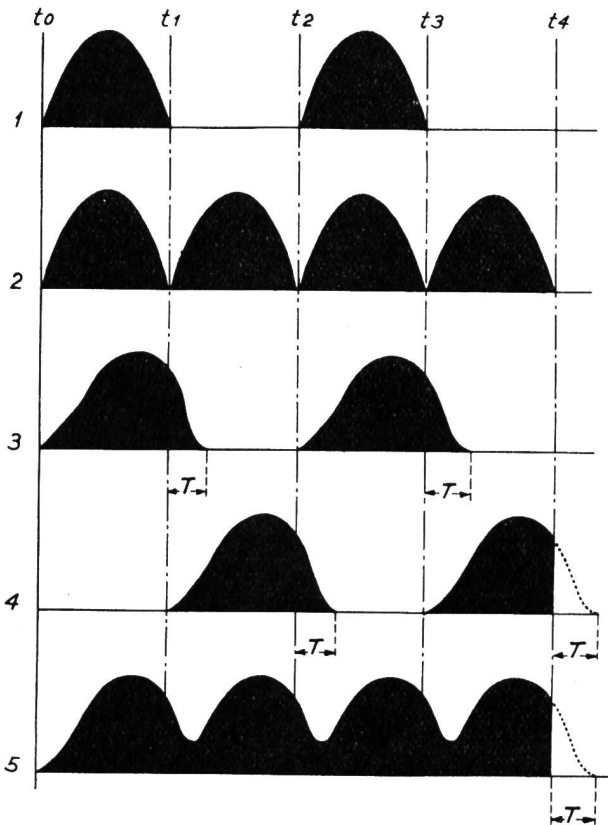


Fig. 4

Es ist klar, dass die Grösse der Spule von der Wirkung abhängt, die man zu erreichen wünscht. Beiläufig sei bemerkt, dass nur eine unendlich grosse Spule einen vollkommenen Gleichstrom zu erzeugen vermöchte. Sucht man ein Beispiel in der Mechanik, so kann man diese Spule mit dem Schwungrad einer Maschine vergleichen.

Alles, was wir bis jetzt über den Einphasengleichrichter gesagt haben, bezieht sich theoretisch auch auf die Mehrphasengleichrichter, die in der Praxis am meisten angewendet werden. Der einzige Hauptunterschied besteht in der Zahl der Anoden, die sich nach der Zahl der Phasen richtet. Die Kathode C dagegen ist gemeinsam. Der gleichgerichtete Strom hat eine sehr günstige Form und kann leicht geglättet werden.

In der Radiotechnik verwendet man gewöhnlich Sechshephasengleichrichter. Wie Figur 5 zeigt, liegt die Primärwicklung des Transformators in Dreieckschaltung am Dreiphasennetz, während die Sekundärwicklung mit ihren sechs Phasen an die sechs Anoden $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ angeschlossen ist. Die Hilfsanoden, nämlich die Zünd- und Erregeranode, sind in der Figur nicht angegeben; sie sollen erst im zweiten Teil behandelt werden.

du courant redressé par un appareil à deux anodes sans bobine de self. On remarque que, dans les deux cas, le courant s'annule aux temps t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 et l'on comprend aisément que, sans excitation séparée, l'arc s'éteindra à la fin de la première demi-onde.

Si l'on intercale une bobine de réactance dans le circuit d'utilisation, qui possède également une certaine résistance ohmique R , et si l'on mesure le courant dans chaque circuit d'anode, on obtient les courbes (3) et (4). On constate que la durée du courant dépasse la demi-période d'une certaine valeur T et que la courbe s'aplatit. Le courant créé dans le circuit d'utilisation a l'allure ondulatoire de la courbe (5). Par suite de ce recouvrement momentané, le courant ne passe plus par la valeur zéro comme ce serait le cas sans charge inductive, et l'arc reste allumé.

Il est évident que la grandeur à donner à cette bobine dépend du résultat que l'on veut obtenir; notons qu'un courant continu parfait ne s'obtiendrait qu'avec une bobine infiniment grande. Au point de vue mécanique, le rôle de cette bobine est comparable au volant d'une machine.

Tout ce que nous venons de dire au sujet du redresseur monophasé s'applique théoriquement aux redresseurs polyphasés, les plus employés dans la pratique. La seule différence essentielle réside dans le nombre des anodes, qui est égal au nombre de phases, la cathode C étant commune. L'allure de la courbe du courant redressé est beaucoup plus avantageuse et permet un filtrage plus facile.

La radiotechnique utilise plus généralement des redresseurs hexaphasés.

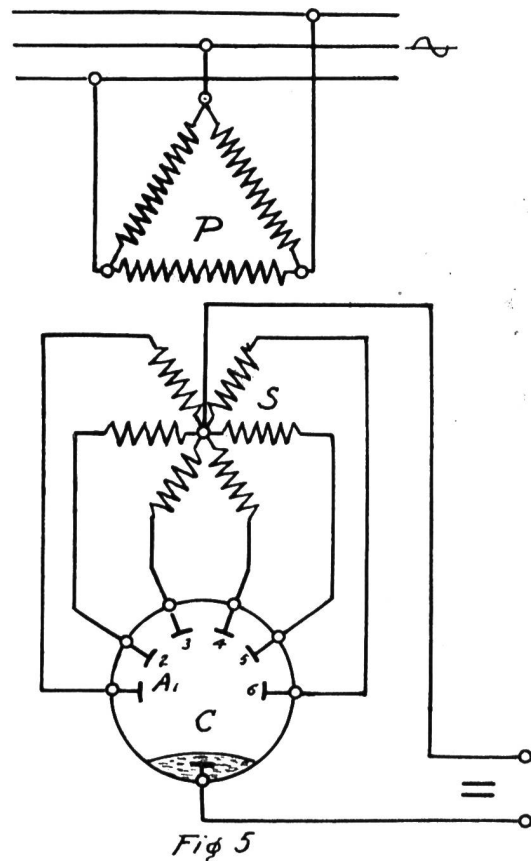
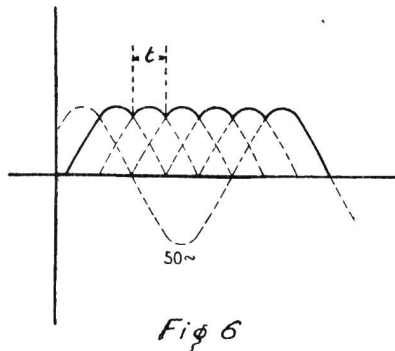


Fig. 5

Bei rein Ohmscher Belastung des Gleichrichters erhält man für den gleichgerichteten Strom eine Kurve, wie sie in Figur 6 durch die ausgezogenen Striche angedeutet ist. Die Welligkeit kann mit besonderen Vorrichtungen, nämlich mit Drosselspulen oder Filterkreisen, stark gemildert werden. Die erhaltene Spannung ist praktisch als beständig zu betrachten.

Jede Anode führt nur so lange Strom, als der momentane Wert der Phasenspannung den der andern Phasen übersteigt, d. h. während der Zeit t , also während $\frac{1}{6}$ Periode. Bei induktiver Belastung der Gleichstromseite entsteht, wie im Falle eines Einphasengleichrichters, vorübergehende Ueberlappung des Phasenstromes.



Es bestehen bestimmte Beziehungen zwischen dem effektiven Wert der Phasenspannung im Sekundärkreis des Transformators und der Gleichspannung, wie auch zwischen dem Effektivwert des Phasenstromes und dem gleichgerichteten Gesamtstrom. Diese Beziehungen hängen von verschiedenen Faktoren ab und ermöglichen in jedem Fall die Bestimmung der Leistung des Transformators. Für einen Sechspannengleichrichter beträgt diese Leistung ungefähr 1,5 mal die Leistung der Gleichstromseite.

Bemerkenswert ist, dass der Spannungsabfall im Lichtbogen nicht von der Stromstärke abhängt; dagegen ändert er sich etwas mit der Spannung.

Der Energieverlust im Apparat ist gleich dem Produkt aus dem Spannungsabfall im Lichtbogen und der Stromstärke, steigt also mit dieser proportional. Der Wirkungsgrad des Apparates ist daher bei allen Belastungen derselbe.

Der Wirkungsgrad der Quecksilberdampfgleichrichter ist sehr hoch und wächst mit der Spannung. Die nachstehende Uebersicht, die von der Firma B. B. C. geliefert wurde, zeigt das Anwachsen des Wirkungsgrades für gleichgerichtete Spannungen bis zu 1000 Volt.

Gleichgerichtete Spannungen	Wirkungsgrad
60 V	75%
110 V	84%
220 V	91,5%
440 V	95,6%
550 V	96,3%
1000 V	98,0%

Bei noch höheren Spannungen erreicht man den Wirkungsgrad der statischen Transformatoren.

Der Leistungsfaktor schwankt je nach der Belastung zwischen 0,8 und 0,95.

Comme l'indique le schéma de la fig. 5, le primaire du transformateur, branché en triangle, est relié au réseau triphasé tandis que le secondaire hexaphasé est connecté aux six anodes $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$. Les anodes auxiliaires d'allumage et d'excitation ne sont pas représentées sur la figure; nous en parlerons dans la deuxième partie.

Si la charge du redresseur est purement ohmique, la courbe du courant redressé sera celle de la fig. 6 (trait-fort), dont l'ondulation peut être notablement amortie au moyen de dispositifs constitués soit par des bobines de réactance, soit par des circuits filtres; la tension obtenue peut être considérée comme pratiquement continue.

Chaque anode ne conduit du courant que si la valeur instantanée de la tension de phase considérée dépasse les autres, c'est-à-dire pendant le temps t , soit un sixième de période. Si la charge côté continu est inductive, on se trouve en présence d'un recouvrement temporaire des courants de phase, comme pour le cas du redresseur monophasé.

Il existe certaines relations entre la valeur effective de la tension de phase du secondaire du transformateur et la tension continue, de même qu'entre la valeur effective du courant de phase et le courant redressé total. Ces relations dépendent de différents facteurs et permettent de déterminer, dans chaque cas, quelle sera la puissance du transformateur. Pour un redresseur hexaphasé, cette puissance est égale à environ $1,5 \times$ puissance côté continu.

Il est intéressant de signaler que la chute de tension dans l'arc est indépendante de l'intensité du courant; cette chute de tension varie quelque peu avec la tension donnée.

La perte d'énergie dans l'appareil, qui est égale au produit de la chute de tension dans l'arc par l'intensité, augmente donc proportionnellement à cette dernière et le rendement de l'appareil est le même à toutes les charges.

Le rendement des convertisseurs à vapeur de mercure est très élevé et augmente avec la tension. Le tableau suivant, donné par B. B. C., montre l'accroissement du rendement pour des tensions redressées allant jusqu'à 1000 volts:

Tension redressée	Rendement
60 V.	75%
110 „	84%
220 „	91,5%
440 „	95,6%
550 „	96,3%
1000 „	98,0%

Pour des tensions plus élevées, le rendement atteint celui des transformatrices statiques.

Le facteur de puissance varie suivant la charge entre 0,8 et 0,95.

Nous avons dit au début que l'adjonction d'une troisième électrode polarisée entre l'anode et la cathode avait donné un essor considérable au développement du redresseur à vapeur de mercure. L'idée de la „commande“ de l'arc n'est pas d'aujourd'hui; en 1903, Cooper Hewitt en faisait déjà mention dans ses brevets et, en 1914, Pierce suggérait l'emploi de

Wie eingangs erwähnt, hat die Einfügung einer dritten, polarisierten Elektrode zwischen Anode und Kathode den Gleichrichtern einen starken Aufschwung gebracht. Die Idee der Lichtbogensteuerung stammt nicht erst von heute. Sie ist schon in den Patenten von Cooper Hewitt vom Jahre 1903 angedeutet, und im Jahre 1914 regte Pierce an, zur Beeinflussung des Stromdurchganges Gitter zu verwenden. Aber die praktische Verwirklichung erforderte lange und mühselige Untersuchungen. Die Gesellschaft Brown-Boveri hat als erste Gleichrichter mit Steuergittern und hoher Leistung auf den Markt gebracht; es ist ihr auch gelungen, die Hochspannungsgleichrichter herauszubringen, die heute in den radioelektrischen Sendestationen verwendet werden.

Um im Rahmen unseres Kurzberichtes zu bleiben, werden wir uns darauf beschränken, die Rolle der Gitter für die Regulierung der Gleichspannung und das Auslösen von Rückzündungen und äusseren Kurzschlüssen zu betrachten.

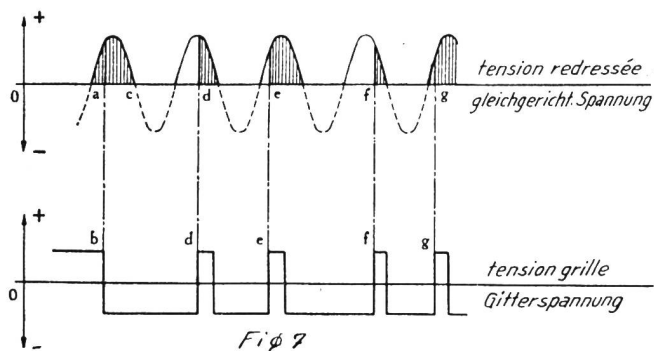


Fig 7

Spricht man von einem Gitterumformer, so erweckt dies in uns unwillkürlich die Vorstellung einer Dreielektrodenröhre, und wir wären geneigt anzunehmen, dass das Gitter in einem Quecksilberdampfgleichrichter dieselbe Wirkung ausübt wie in einer Dreielektrodenröhre; anders gesagt, dass es den Elektronenstrom modulieren kann, oder dass man diesem Gitter nur verschiedene Spannungen zu geben braucht, um die Gleichspannung auf den gewünschten Wert einzuregulieren. Dies trifft indessen nicht zu; die Rolle des Gitters beschränkt sich darauf, die Zündung des Lichtbogens zuzulassen oder zu verhindern. Der Lichtbogen zwischen Kathode und Anode kann nur einsetzen, wenn das entsprechende Gitter auf eine genügend hohe positive Spannung gebracht wird. Wenn der Lichtbogen zu Beginn einer Halbwelle, während das Gitter neutral oder positiv ist, eingesetzt hat, und wenn man diesem dann einen Augenblick später eine negative Vorspannung verleiht, so erlischt der Bogen nicht, aber er kann sich bei der folgenden Halbwelle und solange das Gitter negativ bleibt, nicht mehr entzünden.

Dieser Hauptunterschied zwischen den beiden Apparaten ist darauf zurückzuführen, dass beim Quecksilberdampfgleichrichter, im Gegensatz zur Radoröhre, nicht bloss ein Strom von Elektronen vorhanden ist, deren Masse vernachlässigt werden kann, sondern auch noch eine gewisse Zahl Ionen und neutrale Teilchen, die eine verhältnismässig grosse Masse besitzen und sich daher vom Gitter nicht leicht steuern lassen.

grilles pour agir sur le passage du courant. Mais, la réalisation pratique demanda de longs et laborieux travaux; la société Brown-Boveri a été la première à mettre sur le marché des redresseurs à grilles polarisées et à grand débit; elle a réussi également à construire des appareils à haute tension utilisés actuellement dans les stations radioélectriques.

Afin de rester dans le cadre de ce petit exposé, nous n'examinerons que le rôle des grilles pour le réglage de la tension continue et pour l'extinction d'allumages en retour et de courts-circuits externes. Un convertisseur à grilles appelle immédiatement une analogie avec la lampe triode et on aurait tendance à supposer que la grille, dans un redresseur à vapeur de mercure, agit de la même manière que dans un tube à trois électrodes, c'est-à-dire qu'elle peut „moduler“ le courant électronique ou, si l'on préfère, qu'il suffirait de donner à cette grille des tensions variables pour régler la tension continue à la valeur désirée. Il n'en est rien; son rôle se borne à permettre ou à empêcher l'allumage de l'arc, autrement dit, ce dernier ne peut s'amorcer entre la cathode et l'anode que si la grille correspondante est portée à un potentiel positif suffisamment élevé. Si, au début d'une demi-période, la grille étant neutre ou positive, l'arc s'est amorcé et qu'un instant après on polarise cette dernière négativement, cet arc ne s'éteint pas, mais il ne pourra s'allumer à nouveau à la demi-onde suivante tant que la grille restera négative.

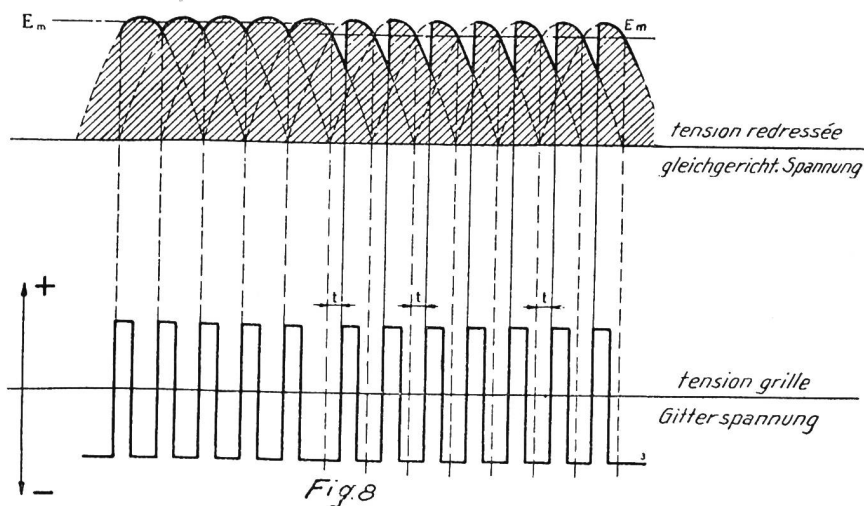
Cette différence essentielle qui existe entre les deux appareils est due au fait que, dans un redresseur à vapeur de mercure, on ne se trouve pas seulement en présence d'un courant d'électrons dont la masse est négligeable, comme c'est le cas dans la lampe de T. S. F., mais bien encore d'une certaine quantité d'ions et de particules neutres ayant une masse relativement grande et ne se laissant pas facilement „contrôler“ par la grille.

Si l'arc ne se laisse pas „moduler“ par une polarisation variable de la grille, il est cependant possible de provoquer son allumage à volonté comme le montre la figure 7. La grille est au début polarisée positivement, l'arc s'amorce au point (a), c'est-à-dire au début de la demi-onde positive. Pendant la durée de cette demi-onde, au point (b), on inverse la polarité de la grille; comme nous venons de le voir, l'arc ne s'éteint pas à ce moment, mais seulement à la fin de la demi-onde en (c); la polarisation négative étant maintenue, l'arc ne s'amorce pas au début de la demi-onde positive suivante, mais bien au point (d), où la grille a été volontairement portée à nouveau à un potentiel positif. Le même raisonnement s'applique aux points (e, f, g).

Retardons régulièrement l'amorçage de l'arc par rapport au commencement naturel de chaque demi-onde positive: l'ondulation du courant continu sera théoriquement celle de la seconde partie de la courbe de la fig. 8, la première partie correspondant à une polarisation positive continue.

Lorsque l'amorçage de l'arc est retardé, la valeur efficace E_m' , égale à la valeur moyenne des ondulations, est plus faible que la tension efficace E_m ,

Wenn sich der Lichtbogen durch eine veränderliche Gittervorspannung auch nicht modulieren lässt, so ist es, wie Figur 7 zeigt, immerhin möglich, ihn nach Belieben zu entzünden. Das Gitter ist anfänglich positiv geladen; der Bogen entzündet sich im Punkt a, d. h. zu Beginn der positiven Halbwelle. Während der Dauer dieser Halbwelle kehrt man im Punkte b die Gittervorspannung um; wie wir soeben gesehen haben, erlischt der Bogen in diesem Moment nicht, sondern erst am Schluss der Halbwelle, nämlich im Punkte c. Da die Vorspannung negativ bleibt, entzündet sich der Bogen bei Beginn der folgenden positiven Halbwelle nicht, sondern erst im Punkte d, wo das Gitter absichtlich wieder auf positive Spannung gebracht worden ist. Die nämlichen Ueberlegungen gelten auch für die Punkte e, f und g.



qui correspond à un allumage normal, et la diminution de la valeur de la tension continue est d'autant plus prononcée que ce retard est plus grand. Si donc, par un dispositif approprié, il nous est pos-

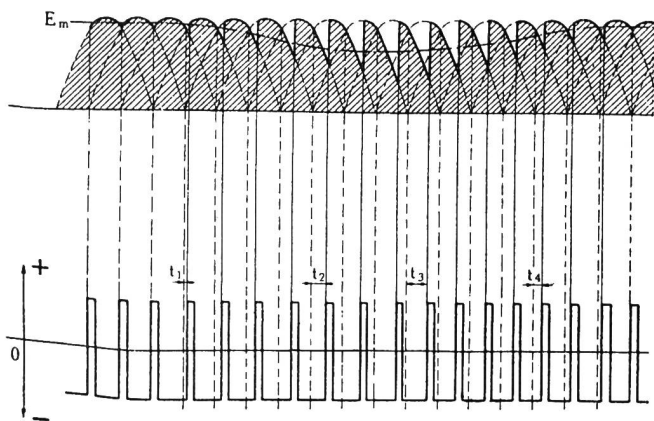
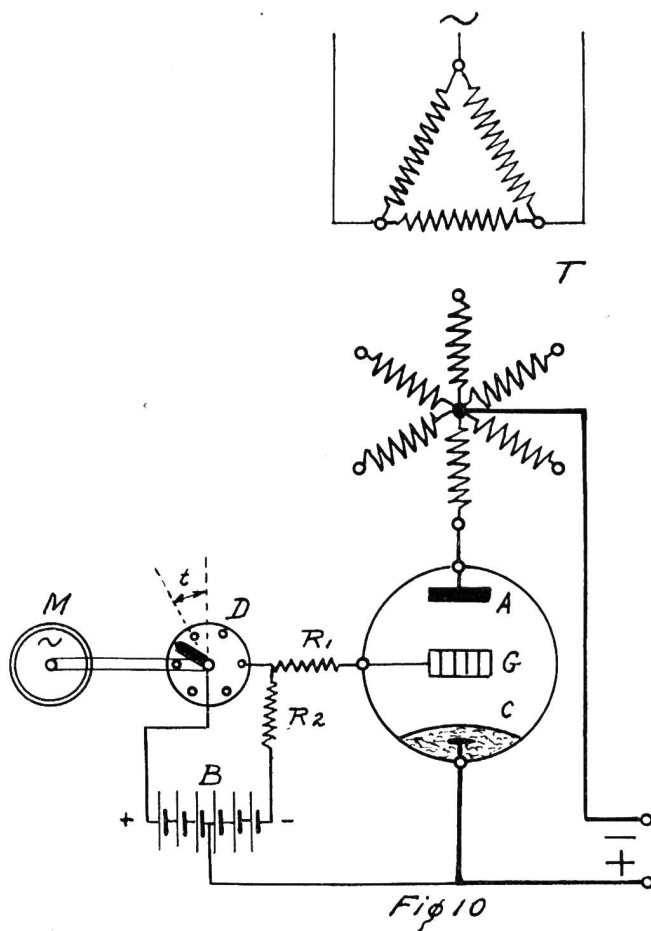


Fig. 9

Verzögern wir regelmässig das Einsetzen des Lichtbogens gegenüber dem natürlichen Anfang jeder positiven Halbwelle, so erhalten wir theoretisch die Wellenform der zweiten Hälfte der Figur 8; die erste Hälfte entspricht einer ständigen positiven Gitterspannung.

Wird das Einsetzen des Lichtbogens verzögert, so ist der wirksame Wert E'_m , der dem Mittelwert der Pulsationen gleich ist, schwächer als die wirksame Spannung E_m , die einer normalen Zündung entspricht, und die Abnahme des Gleichspannungswertes ist um so ausgesprochener, je grösser die Verzögerung ist. Wenn es uns also gelingt, diese Verzögerung mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung fortschreitend zu ändern, so können wir die Gleichspannung auf den gewünschten Wert einregulieren. Dies geht aus Figur 9 klar hervor. Der Verlauf der Gleichspannung wird durch die Kurve E_m angedeutet, während t_1, t_2, t_3 usw. den Verschiebungen der Lichtbogenzündungen entsprechen. In Wirklichkeit hat die Gleichspannungskurve nicht die zackige Form, die wir mit Absicht in die Figuren 8 und 9 hineingebracht haben; durch den Blindwiderstand



sible de faire varier progressivement ce retard, la tension continue pourra être réglée à la valeur désirée. La figure 9 nous le montre clairement; l'allure de la tension continue sera celle de la courbe E_m , t_1, t_2, t_3 , etc., correspondant aux décalages de l'amorçage de l'arc. Notons qu'en réalité la courbe de la tension continue n'a pas la forme de „dents de scie“

des Transformators wird sie viel stärker abgeflacht. Ihr Verlauf wird noch erheblich günstiger durch die Verwendung von Spezialvorrichtungen.

Figur 10 zeigt das vereinfachte Schema eines gittergesteuerten Gleichrichters. Es sind darin nur eine einzige Anode A und die Verbindungen eines einzigen Gitters G angegeben.

Den Gittern wird gegenüber der Kathode C nach Belieben eine positive oder negative Vorspannung erteilt, und zwar mit Hilfe einer Stromquelle B, einer Steuergruppe D, die durch den Synchronmotor M angetrieben wird, sowie der Widerstände R 1 und R 2. R 1 begrenzt den Gitterstrom, wenn die Vorspannung positiv ist, R 2 verhütet den Kurzschluss der Stromquelle B, wenn der umlaufende Arm den Stromkreis schliesst.

Ist der Kontakt des Umschalters offen, so sind die Gitter nur an den negativen Pol der Batterie angeschlossen und der Lichtbogen kann sich nicht entzünden. Wenn der Kontaktarm umläuft, so wird das entsprechende Gitter während des Augenblickes, wo er über ein Kontaktstück schleift, auf positive Spannung gebracht.

Um die Spannung zu regulieren, braucht man bloss der Steuermaschine, die durch den Motor angetrieben wird, welcher seinerseits mit dem den Gleichrichter speisenden Netz synchron läuft, gegenüber der phasenidentischen Stellung eine Phasenverschiebung t zu verleihen. Der Zündpunkt wechselt so für jede Halbwelle, und man erhält das hievorig beschriebene, durch Figur 9 veranschaulichte Ergebnis.

Zum Löschen der Kurzschlüsse legt man in die Primärwicklung T ein in der Figur nicht angegebenes Ueberspannungsrelais, welches die Verbindung nach der positiven Klemme der Batterie B unterbricht; dann bleiben die Gitter beim Umlaufen des Kontaktarmes negativ, und der Lichtbogen erlischt automatisch am natürlichen Schluss der angefangenen Halbwelle.

Nach einer äusserst kurz bemessenen Zeit, die man zum voraus bestimmt, ermöglicht eine automatische Vorrichtung das stufenweise Anlassen des Gleichrichters. Wir werden darauf noch zurückkommen.

(Fortsetzung folgt).

comme l'indiquent volontairement les figures 8 et 9; par suite de la réactance du transformateur, elle est beaucoup plus aplaniée. L'allure s'améliore encore notablement par l'emploi de dispositifs spéciaux.

Le schéma d'un redresseur à grilles polarisées est donné d'une manière simplifiée par la figure 10. Nous n'avons indiqué qu'une seule anode A et les connexions d'une seule grille G.

La polarisation des grilles se fait, à volonté, positivement ou négativement par rapport à la cathode C, au moyen d'une source de courant représentée sur la figure par une batterie B, d'un commutateur tournant D entraîné par le moteur synchrone M, et de résistances de grilles R_1 et R_2 . Le rôle de R_1 est de limiter le courant de grille lorsque la polarisation est positive et celui de R_2 d'éviter la mise en court-circuit de la source B à la fermeture du contact tournant.

On voit que, si le contact du commutateur est ouvert, les grilles ne sont reliées qu'au pôle négatif de la batterie et l'arc ne peut pas s'allumer; si le contact est en mouvement, chaque fois qu'il passe sur un plot, la grille correspondante est portée pendant un instant à un potentiel positif.

Pour obtenir le réglage de la tension, il suffit de donner au commutateur, entraîné par le moteur en synchronisme avec le réseau alimentant le redresseur, un décalage t variable par rapport à la position d'identité de phase. Le point d'allumage se décalera ainsi pour chaque demi-onde et l'on obtiendra le résultat décrit plus haut et indiqué sur la figure 9.

Pour l'extinction des courts-circuits, on place dans le primaire T un relais de surintensité (non figuré sur le dessin) qui coupe la connexion allant à la borne positive de la batterie B; les grilles, malgré la rotation du contact, restent ainsi polarisées négativement et l'arc s'éteint automatiquement à la fin naturelle de la demi-onde commencée.

Après un temps très court, que l'on détermine à l'avance, un dispositif automatique que nous décrivons plus loin, permet le réamorçage graduel du redresseur.

(A suivre.)

Radio-Störkennlinien und Fahrdrapolarität elektrischer Bahnen.

Von Dr. W. Gerber, Bern.

Die klassischen Vorstellungen über Störbildung an Wanderkontakten unterscheiden grundsätzlich zwischen Schwankungen des Uebergangswiderstandes in endlichen Grenzen und Totalunterbrechungen des Kontaktstromes.

Schwankungen des Uebergangswiderstandes in endlichen Grenzen bestehen vorwiegend bei grösseren Kontaktströmen, wo rasche Distanzierungen (z. B. infolge Riffelbildung) zwischen Kontaktstück und Fahrleitung durch elektrisch leitende Lichtbogen überbrückt werden; damit sind rasche Strom- und Spannungsschwankungen im Wanderkontakt bedingt, welche jedoch nur einen Bruchteil des Gesamtwertes des Kontaktstromes und der Betriebsspannung darstellen.

Totalunterbrechungen können vorwiegend bei relativ kleinen Kontaktströmen auftreten¹⁾; sie sind jeweils von „Löschfunken“ begleitet. Bei grösseren Stromstärken werden sie praktisch nur in schlechten Bahnanlagen beobachtet, bei erheblichen Distanzierungen zwischen Fahrdrapht und Kontaktstück; es bilden sich dann „abreissende Lichtbogen“ von erheblicher Länge.

In beiden Fällen ist das Störungsbild durch die Häufigkeit und den Hochfrequenzanteil der Schwankungen bedingt. Naturgemäss ist der Hochfrequenzanteil und damit die Störwirkung bei Totalunterbrechungen am grössten; die einzelnen Störimpulse

¹⁾ Vgl. W. Burstyn, Ueber lichtbogenfreie Unterbrechung elektr. Ströme. E. T. Z. 1920, S. 503.