

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

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 19 (1941)

Heft: 5

Artikel: Der Selen-Trockengleichrichter und seine Anwendung in der Schwachstromtechnik = Le redresseur au sélénium et ses applications dans la technique des courants faibles

Autor: Frey, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873337>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

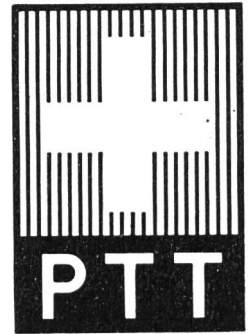
HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZ. TELEGRAPHEN- UND TELEPHON-VERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES TÉLÉGRAPHES ET DES TÉLÉPHONES SUISSES

BOLLETTINO TECNICO

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI



Inhalt — Sommaire — Sommario: Der Selen-Trockengleichrichter und seine Anwendung in der Schwachstromtechnik. Le redresseur au sélénium et ses applications dans la technique des courants faibles. — Fünfzehn Jahre automatische Telephonie in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Nebenstellenanlagen. — Das Telephon in Schaffhausen. — Verschiedenes. Divers: Traffico telefonico serale. — Curieux effets de la guerre aérienne. — Le temps par téléphone. — „De Zytglogge.“ — Assemblea generale. — Tonfilme erzählen vom Telephon. — Fachliteratur. Littérature professionnelle: Wichtige Ereignisse und Angaben im schweizerischen Eisenbahnenwesen. — Neuerwerbungen der Bibliothek der Telegraphenverwaltung. Nouvelles acquisitions de la bibliothèque de l'administration des télégraphes. Nuovi acquisti della biblioteca dell'amministrazione dei telegrafi. — Totentafel. Nécrologie: Albert Demartin. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Der Selen-Trockengleichrichter und seine Anwendung in der Schwachstromtechnik.

Von E. Frey, Basel.

621.314.634

Heute spielt der Selen-Trockengleichrichter seiner ungewöhnlichen Vorzüge wegen eine beträchtliche Rolle in der Elektrotechnik. Vergegenwärtigen wir uns seine zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten und seinen wirtschaftlichen Leistungsbereich, so können wir uns fast nicht vorstellen, dass seine Lebensgeschichte bloss etwas mehr als ein Jahrzehnt umfasst.

Trockengleichrichter gab es schon seit Jahren, aber nicht alle vermochten die Fachwelt zu überzeugen, dass Umformer ohne rotierende oder zerbrechliche Teile brauchbar seien.

Zuerst wurde der Selen-Gleichrichter in der elektrischen Messtechnik eingeführt und bewährte sich als brauchbares Messventil, um sich später weit grössere und artgenere Anwendungsgebiete zu erschliessen.

Dieser Aufsatz soll hauptsächlich seine Verwendung für die Batterieladung und die direkte Stromversorgung von Telephonanlagen sowie seine verschiedenen Anwendungen auf dem Schwachstromgebiet im allgemeinen und in der Telephonie im besonderen näher beschreiben. Um aber den Fortschritt der Entwicklung vorweg deutlich vor Augen zu führen, sollen seine ursprüngliche und seine heutige Strom- und Spannungsbelastbarkeit einander vergleichsweise gegenübergestellt werden:

Strombelastbarkeit je cm ²	vor 10 Jahren	8 mA
„ „ „	heute	50 mA
„ „ „	heute unter	

Verwendung von Kühleisenscheiben zum Zwecke der Wärmeableitung	100—170 mA
je nach der maximalen Umgebungstemperatur und Frischluftzufuhr.	

Le redresseur au sélénium et ses applications dans la technique des courants faibles.

Par E. Frey, Bâle.

621.314.634

Aujourd'hui, le redresseur sec au sélénium, du fait des incontestables avantages qu'il présente, joue un rôle considérable dans l'électrotechnique. Quand on songe à ses multiples applications dans divers domaines économiques, on a peine à s'imaginer que son histoire date seulement d'un peu plus d'une dizaine d'années.

Il est vrai qu'il existe des redresseurs secs depuis des années, mais tous ne sont pas parvenus à s'imposer aux spécialistes et à prouver qu'il était parfaitement possible d'utiliser des convertisseurs ne comportant aucune partie mobile ou fragile.

Le redresseur au sélénium fut utilisé au début dans la technique des mesures électriques, où il servit de valve, mais il ne tarda pas à trouver un champ d'application beaucoup plus vaste.

Les lignes qui suivent traitent spécialement de son emploi pour la charge des batteries et pour l'alimentation directe des installations téléphoniques, ainsi que de ses différentes applications dans le domaine des courants faibles en général et de la téléphonie en particulier. Mais pour avoir avant tout une idée des progrès réalisés, il est intéressant de comparer les maximums d'intensité et de tension obtenus au début avec ceux atteints aujourd'hui:

Intensité par cm² il y a 10 ans 8 mA.Intensité par cm² aujourd'hui 50 mA.

Intensité par cm² aujourd'hui, en utilisant des ailettes de refroidissement 100—170 mA, suivant la température ambiante maximum et la ventilation.

Spannungsbelastbarkeit je Scheibeneinheit
 vor 10 Jahren: 7—10 Volt eff.
 heute: 14—18 Volt eff. je nach Scheiben-
 grösse.

Allgemeines.

Die Trockengleichrichter arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die Kristalldetektoren. Ihre wirksame Gleichrichteroberfläche kann jedoch so vergrössert werden, dass sie Kilowattleistungen gleichrichten können, statt bloss Milliwatt wie die Kristalldetektoren. Im Grunde sind alle Trockengleichrichter nach demselben Prinzip gebaut. Sie unterscheiden sich lediglich durch den für die Elektrode und die halbleitende Schicht benützten Werkstoff voneinander. Beim Selen-Trockengleichrichter besteht die Halbleiterschicht aus Selen. Selen ist ein chemisches Element der Schwefelgruppe. Um die innern Verluste des Gleichrichters gering zu halten, besteht die Selschicht aus einem möglichst dünnen Ueberzug (ca. 0,05 mm). Dieser Ueberzug wird auf die eine Fläche einer aufgerauten und vernickelten Eisenplatte aufgeschmolzen, die als Grundplatte bezeichnet wird. Nach dem Aufschmelzen wird die Schicht durch thermische Behandlung in die sogenannte metallische Modifikation des Selens übergeführt und schliesslich mit einer Weichmetallschicht bedeckt, die hier als Gegenelektrode bezeichnet wird (Fig. 1).

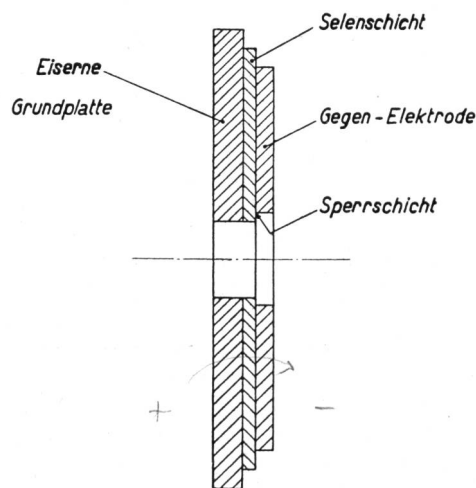


Fig. 1. Schematischer Aufbau einer Selen-Gleichrichterscheibe. Constitution d'un élément de redresseur au sélénium.

Der Widerstand des Gleichrichters ist verschieden, je nachdem das Selen positiv oder negativ ist. Wenn man eine Stromquelle so anschaltet, dass der + Pol an die eiserne Grundplatte und der — Pol an die Gegenelektrode angeschlossen wird, so entsteht ein merklicher Stromfluss vom Selen zur Gegenelektrode, selbst bei Bruchteilen von einem Volt. Die Richtung Eisen-Selen wird als *Fluss-* und die Richtung Selen-Eisen als *Sperrichtung* bezeichnet. Im Gegensatz zum Glühkathoden-Gleichrichter, bei dem die Elektronenemission durch Wärme erzeugt wird, ist es beim Selen-Gleichrichter nicht nötig, mit irgendwelcher Anheizzeit zu rechnen, da die Gleichspannung nach Anlegen der Wechselspannung sofort in voller Stärke vorhanden ist. Es kommt während des Betriebes zu keiner Zersetzung der Elektroden, weshalb

Tension par élément il y a 10 ans 7—10 volts eff.
 Tension par élément aujourd'hui 14—18 volts eff.,
 suivant la dimension des disques.

Généralités.

Le redresseur sec fonctionne selon le même principe que le détecteur à galène. Son rendement efficace peut cependant être amélioré dans de telles proportions qu'au lieu de redresser des puissances se calculant par milliwatt, comme le détecteur à galène, il redresse des puissances se calculant par kilowatts. En somme, tous les redresseurs secs sont construits d'après le même principe. Ils ne diffèrent entre eux que par les matières formant les électrodes et la couche semi-conductrice. Dans le redresseur sec qui nous intéresse, la couche semi-conductrice est formée de sélénium, élément chimique du groupe du soufre. Pour maintenir à un niveau très bas les pertes à l'intérieur du redresseur, cette couche de sélénium doit être aussi mince que possible (environ 0,05 mm). Elle est obtenue par la fusion de matière sur une des faces dépolie et nickelée d'un disque de fer et désignée comme électrode. Après la fusion, la couche est soumise à un traitement thermique, qui lui donne les caractéristiques métalliques du sélénium, puis finalement recouverte d'une couche de métal tendre désignée comme contre-électrode (fig. 1).

La résistance du redresseur varie suivant que le sélénium est positif ou négatif. Quand une source de courant est raccordée de telle manière que le pôle + est connecté à l'électrode de fer et le pôle — à la contre-électrode, un courant très sensible est engendré et s'écoule du sélénium à la contre-électrode, même lorsqu'on n'a affaire qu'à une fraction de volt. La direction fer-sélénium s'appelle *direction de passage* et la direction sélénium-fer *direction de retour* ou *direction de blocage*. Contrairement à ce qui se passe dans les redresseurs à cathode incandescente, où l'émission d'électrons est engendrée par la chaleur, il n'est pas nécessaire, pour les redresseurs au sélénium, de calculer avec un temps de chauffage quelconque, car dès que la tension alternative est connectée, la tension continue atteint son plein développement. Pendant le service, les électrodes ne subissent aucune détérioration, de sorte que la durée de vie du redresseur au sélénium est pratiquement illimitée. Il n'accuse qu'une légère augmentation de la résistance de passage au cours des 10 000 premières heures d'exploitation, résistance qui réduit quelque peu la tension continue. On peut facilement remédier à cette chute de tension en augmentant d'environ 5% la tension alternative, à condition toutefois d'avoir une bonne ventilation.

La caractéristique statique d'un élément de redresseur au sélénium est représentée à la fig. 2. Les valeurs de courant indiquées se rapportent à une surface de disque efficace de 1 cm². La courbe passe toujours par la tension zéro, monte rapidement avec une tension de passage d'environ 0,3 volt, puis devient à peu près rectiligne. Le courant inverse dans la direction de blocage est excessivement faible lorsqu'on emploie des tensions appropriées.

La tension alternative maximum admise dans la direction de blocage pour un seul élément de redres-

die Lebensdauer der Selen-Gleichrichter praktisch unbegrenzt ist. Die einzige Veränderung besteht in einer geringen Erhöhung des Durchgangswiderstandes im Laufe der ersten 10 000 Betriebsstunden, die also die gleichgerichtete Spannung vermindert. Dieser Spannungsabfall lässt sich durch Erhöhung der Wechselspannung um ca. 5% leicht ausgleichen. Diese Verhältnisse haben immerhin eine gute Ventilation zur Voraussetzung.

Die statische Kennlinie einer Selen-Gleichrichterscheibe ist durch Fig. 2 gegeben. Die Stromwerte sind auf eine wirksame Scheibenfläche von 1 cm² bezogen. Die Kennlinie durchläuft stets die Spannung Null, steigt bei einer Durchgangsspannung von ca. 0,3 Volt rasch an und wird nahezu geradlinig. Der Rückstrom in der Sperrichtung ist bei entsprechenden Spannungen äusserst gering.

seur au sélénium est en règle générale 18 volts. Dans la direction de passage, on peut admettre en permanence, dans les valves dépourvues d'ailettes de refroidissement, un courant d'environ 50 mA par cm², ce qui correspond à une chute de tension d'environ 1,0 V (fig. 2). Cette figure montre aussi que le courant de retour engendré par une tension inverse de 18 volts est de l'ordre d'environ 1 mA, ce qui donne entre le courant de passage et le courant inverse, pour un élément en pleine charge, le rapport 50 : 1. Pour les très petites tensions, ce rapport se rapproche de 1 : 1.

Le rendement du redresseur au sélénium est déterminé par l'échauffement et la tension d'amorçage. La charge est limitée par l'échauffement des éléments dû aux pertes internes. La température maximum résultant de ces pertes ne doit pas dépasser 70° C.

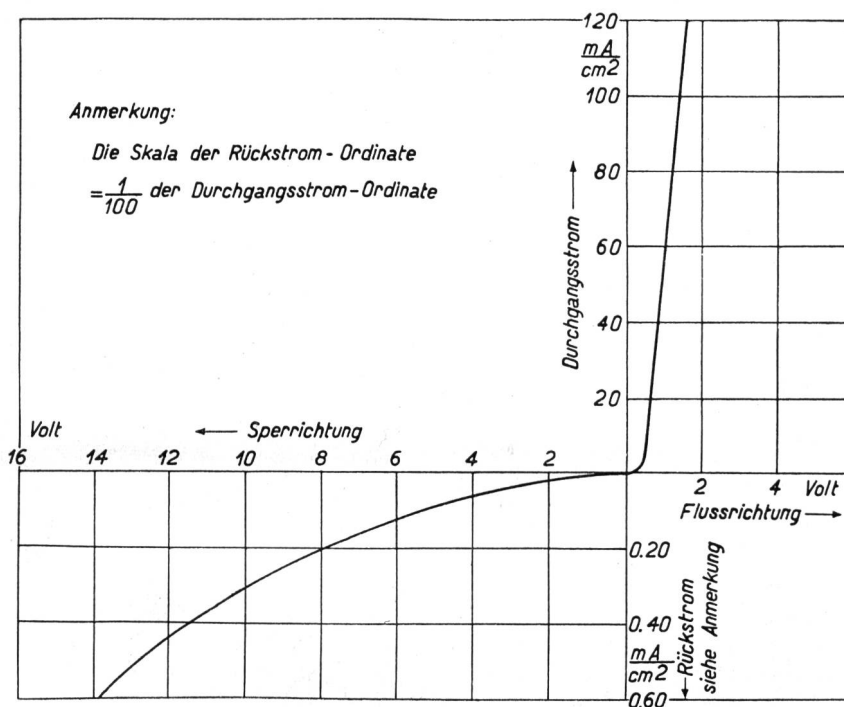


Fig. 2.
Statische Kennlinie einer Selen-Gleichrichterscheibe mit 1 cm² wirksamer Fläche.
Caractéristique statique d'un élément de redresseur au sélénium avec une surface efficace de 1 cm².

Die Maximalwechselspannung in der Sperrichtung, die einer einzigen Selen-Gleichrichterscheibe zugeführt werden darf, beträgt in der Regel 18 Volt. In der Flussrichtung ist bei Ventilen ohne Kühltische ein Strom von etwa 50 mA pro cm² dauernd zulässig, entsprechend einem Spannungsabfall von ca. 1,0 V (Fig. 2). Aus dieser Figur geht auch hervor, dass der von einer Sperrspannung von 18 V hervorgerufene Rückstrom die Grössenordnung von ca. 1 mA hat, so dass sich zwischen Fluss- und Sperrstrom bei vollbelasteter Scheibe ein Verhältnis von 50:1 ergibt. Bei sehr kleinen Spannungen nähert sich das Stromverhältnis dem Wert 1:1.

Die Leistung, die der Selen-Gleichrichter bewältigen kann, wird von der Erwärmung und der Durchschlagsspannung bestimmt. Eine Begrenzung der Belastung wird gebildet durch die Erwärmung der Zellen infolge der innern Verluste. Die durch Ver-

Les redresseurs normaux pour exploitation continue sont généralement calculés pour une température de service d'environ 40° C. Il est donc très important que la température ambiante ne soit pas plus élevée. Dans ces conditions normales, le refroidissement naturel des éléments suffit généralement. L'intensité maximum n'est limitée que par la température maximum admise. En cas de charge plus élevée, on doit prendre des mesures pour refroidir les éléments. La rigidité diélectrique reste constante sur toute la surface des disques. Une tension surélevée n'est donc pas admissible, même quand il n'en peut pas résulter un échauffement sensible (par le courant de retour plus élevé). La tension d'essai appliquée aux disques est cependant tellement plus élevée que la tension de service (maximum 18 V par élément) que ceux-ci peuvent supporter sans peine les variations de la tension du secteur.

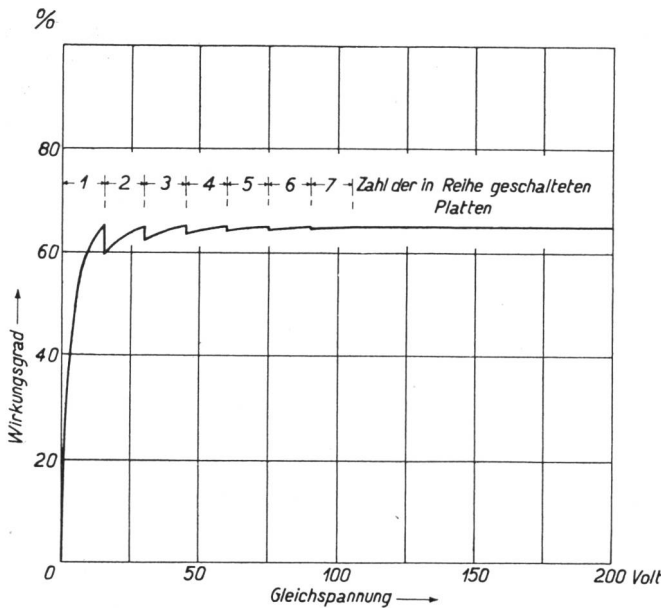


Fig. 3. Wirkungsgrad eines Selen-Gleichrichters in Abhängigkeit von der Gleichspannung.
Rendement d'un redresseur au sélénium par rapport à la tension continue.

luste hervorgerufene Endtemperatur soll 70° C nicht überschreiten. Die normalen Gleichrichter für Dauerbetrieb sind gewöhnlich für eine Betriebstemperatur von ca. 40° C berechnet. Es ist deshalb wichtig, dass die Umgebungstemperatur nicht höher ist. Unter diesen normalen Verhältnissen genügt gewöhnlich die Selbstkühlung der Scheiben. Die Strombelastbarkeit wird nur durch die zulässige Höchsttemperatur begrenzt. Bei erhöhter Belastung muss deshalb für eine entsprechende Kühlung der Scheiben gesorgt werden. Die Durchschlagsfestigkeit ist an allen Punkten der Scheiben konstant. Eine Spannungsüberlastung, auch wenn keine wesentliche Erwärmung (durch den erhöhten Rückstrom) auftreten kann, ist daher unzulässig. Die Prüfspannung der Scheiben liegt jedoch so viel über der Betriebsspannung (Maximum 18 V pro Scheibe), dass die Netzspannungsschwankungen mit Sicherheit ertragen werden.

Zur Temperaturfrage sei noch erwähnt, dass Temperaturen über 70° C (gemessen zwischen den Platten) im allgemeinen eine anormale Widerstandszunahme der Selenplatten, bzw. Ventile, sowohl in der Durchgangs- als auch in der Sperrichtung herbeiführen. Diese Widerstandszunahme wird umso grösser, je stärker die höchstzulässige Ventiltemperatur überschritten wird; sie kann bei einer nahe an den Schmelzpunkt der Spritzschicht heranreichenden Ueberwärmung (100° und mehr) bis zu 60% zunehmen. Die Zunahme des Widerstandes mit steigender Ueberwärmung wird durch eine kristallinische Aenderung des Scheibengefüges hervorgerufen; sie lässt sich ohne Schwierigkeiten auch im Wärmeofen reproduzieren, unter Weglassung jeglicher Stromeinwirkung.

Der Wirkungsgrad des Selen-Gleichrichters ist aus Fig. 3 ersichtlich. Zur Bemessung der Elemente wird zuerst eine der hiernach beschriebenen Schaltungen gewählt. Hat man sich für eine Schaltung entschieden, so wird der zu der verlangten Gleichstromstärke erforderliche Scheibenquerschnitt bestimmt. Er wird

Il convient de rappeler en outre que les températures dépassant 70° C (mesurées entre les disques) produisent en général une augmentation anormale de la résistance des éléments ou valves aussi bien dans la direction de passage que dans la direction inverse. Plus le maximum de température admis pour la valve est dépassé, plus l'augmentation de la résistance est forte; pour une température s'approchant du point de fusion de la contre-électrode (100° et plus), elle peut atteindre jusqu'à 60%. Le surcroît de résistance provoqué par une augmentation de température est dû à une modification de la structure cristalline des disques, qui peut être reproduite dans un four, sans difficulté et sans l'aide d'un courant électrique.

Le rendement du redresseur au sélénium est représenté à la fig. 3. Avant de calculer les éléments, on doit choisir un des montages décrits ci-après. Ceci fait, on détermine la section des disques nécessaire pour obtenir l'intensité voulue de courant continu. Elle est choisie de façon que la densité de courant dans les différentes branches du redresseur approche autant que possible 50 mA par cm². Le nombre des éléments à monter en série est déterminé par la valeur de la tension continue désirée, mais on doit auparavant fixer la tension alternative nécessaire à cet effet en tenant compte des pertes qui se produisent dans le redresseur.

En service continu, il faut éviter les surcharges autant que possible, bien que le redresseur puisse supporter en toute sécurité, pendant de courtes durées, des surcharges correspondant à 20% du courant maximum admis et 10% de la tension alternative normale.

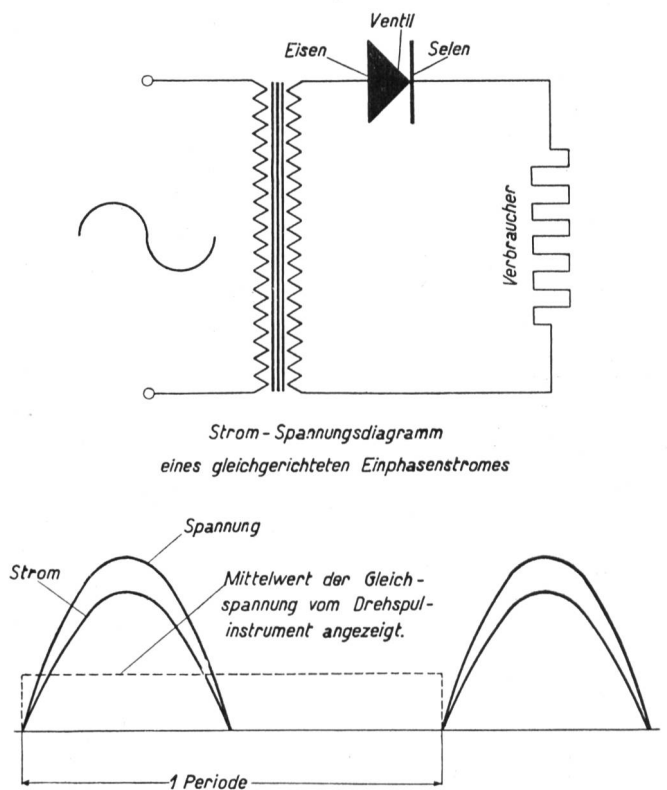


Fig. 4. Einphasen-Einwegschaltung.
Couplage monophasé, montage simple.

so gewählt, dass die Stromdichte in den einzelnen Zweigen des Gleichrichters dem Wert von 50 mA pro cm² möglichst nahe kommt. Die Anzahl der in Serie zu schaltenden Elemente wird durch die Höhe der gewünschten Gleichspannung bestimmt, nachdem die dazu erforderliche Wechselspannung, nach Berücksichtigung der durch den Gleichrichter eintretenden Verluste, zuerst festgestellt worden ist.

Im Dauerbetrieb sollen Ueberlastungen möglichst vermieden werden; jedoch hält der Gleichrichter kurze Zeit Ueberlastungen von 20% bezogen auf den höchstzulässigen Strom, und 10% bezogen auf die normale Wechselspannung, mit Sicherheit aus.

Im Mittel ergeben sich folgende Wirkungsgrade:
Für *Einphasenanschluss und Vollwegschaltung*:

bei Widerstandsbelastung ca. 85—88%
bei Batteriebelastung ca. 80%

Für *Dreiphasenanschluss*:

bei allen Belastungsarten ca. 85%

Innerhalb der Nennlastgrenzen, zwischen 10% und 150%, sinkt der Wirkungsgrad nur um etwa 5%. Der Rest der wechselstromseitig aufgenommenen Leistung wird in Wärme verwandelt.

Die Anschlussmöglichkeiten.

Der Selen-Gleichrichter bietet die verschiedensten Anschlussmöglichkeiten.

Für die direkte Speisung von Anlagen, die Ladung von Batterien usw. werden am häufigsten folgende Schaltungen benützt:

a) *Einphasenanschluss*:

1. Einwegschaltung (Fig. 4.)
2. Vollweg- oder Brückenschaltung (Grätzschaltung) (Fig. 5.)

Die Einphasen-Grätzschaltung ist wohl die gebräuchlichste aller Schaltungen.

3. Gegentaktschaltung (Fig. 6.)

Diese Schaltung erfordert eine Mittelabzweigung am Transformator. Sie ist besonders für niedrige Spannungen

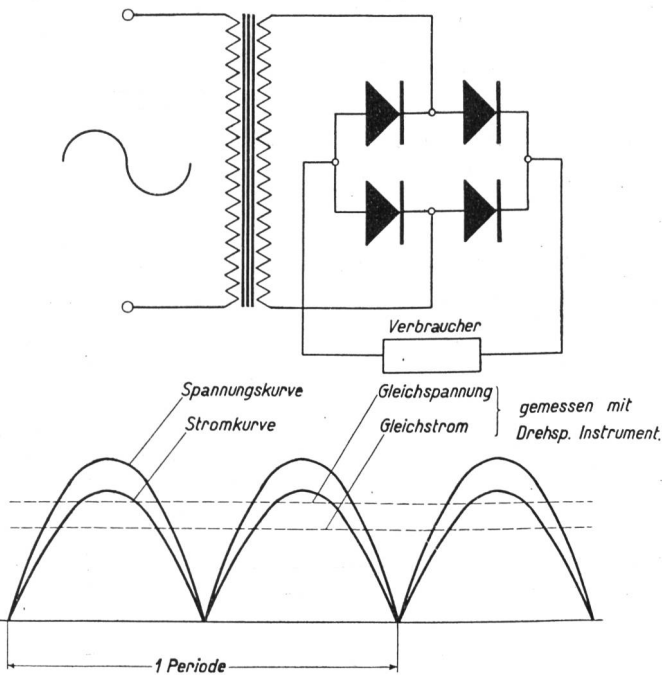


Fig. 5. Einphasen-Grätzschaltung.
Couplage monophasé, montage Grätz.

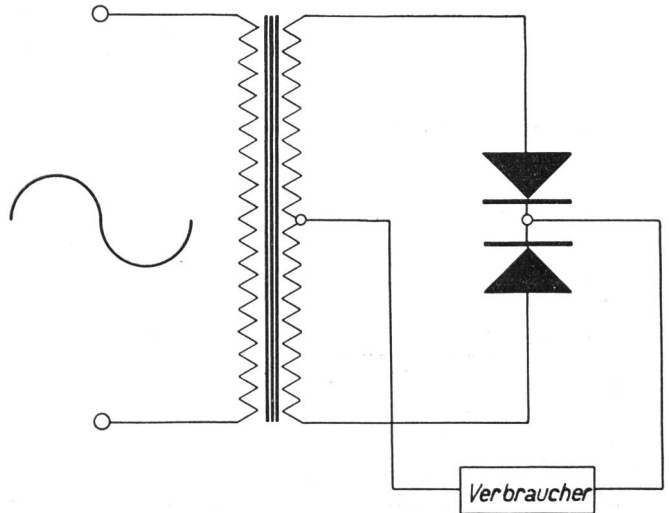


Fig. 6. Einphasen-Gegentaktschaltung.
Couplage monophasé, montage push-pull.

En moyenne, on obtient les rendements suivants:

Pour le couplage monophasé et le montage en pont:

avec une résistance . . . environ 85—88%
avec une batterie . . . environ 80%

Pour le couplage triphasé:

avec tous les genres de charges environ 85%.

Dans les limites de la charge nominale, entre 10% et 150%, le rendement ne baisse que de 5% environ. Le reste de la puissance côté alternatif est transformé en chaleur.

Types de couplages.

Le redresseur au sélénium peut être couplé de différentes manières.

Pour l'alimentation directe d'installations, la charge de batteries, etc., on a le plus souvent recours aux montages suivants:

Couplage monophasé:

- 1° Montage simple, voir fig. 4.
- 2° Montage en pont ou montage Graetz, voir fig. 5.

Le montage Graetz monophasé est certainement le montage le plus employé.

- 3° Montage push-pull, voir fig. 6.

Ce montage exige que le transformateur ait une prise médiane. Il est particulièrement indiqué pour les tensions inférieures (jusqu'à 7 volts), car il ne nécessite que 2 éléments au lieu de 4 qu'exige le montage Graetz.

b) *Couplage triphasé*. De tous les genres de couplages de redresseurs, les couplages triphasés donnent le meilleur rendement. Ce sont ceux dans lesquels l'ondulation du courant continu est la plus faible; ils n'exigent par conséquent que peu de filtres.

- 1° Montage simple, voir fig. 7.
- 2° Montage Graetz, voir fig. 8.
- 3° Montage push-pull, voir fig. 9.

Le montage push-pull triphasé est utilisé de préférence pour les fortes intensités et les faibles tensions,

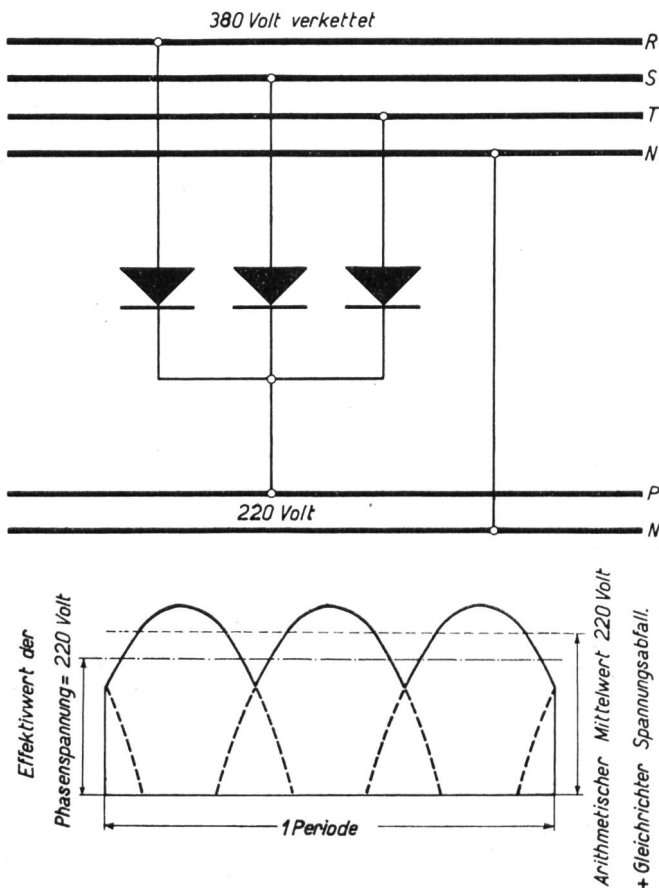


Fig. 7. Dreiphasen-Einwegschaltung.
Couplage triphasé, montage simple.

gen (bis zu 7 Volt) zu empfehlen, denn hier sind nur 2 Platten erforderlich gegenüber 4 bei der Grätzschaltung.

b) *Dreiphasenanschluss:*

Von allen Gleichrichterschaltungen ergeben die Dreiphasenschaltungen den besten Wirkungsgrad. Bei ihnen ist die Welligkeit der Gleichspannung am kleinsten; daher sind bei diesen Schaltungen nur wenig Glättungsmittel erforderlich.

1. Einwegschaltung. (Fig. 7.)
2. Vollweg- oder Grätzschaltung. (Fig. 8.)
3. Gegentaktschaltung. (Fig. 9.)

Die Dreiphasen-Gegentaktschaltung wird mit Vorliebe für grosse Ströme und kleine Spannungen angewandt, z. B. für galvanische Anlagen, Ladung von Autobatterien usw.

c) *Glättungsmittel:*

Für viele Verwendungszwecke kann der Gleichstrom ungeglättet verwendet werden, z. B. für einfache Batterieladung, für Gleichstromverbraucher mit Induktivität wie Motoren, Elektromagnete usw. Wird dagegen ein gut ausgeglichener Gleichstrom benötigt, wie z. B. für die Speisung von Telephonanlagen, so muss eine eingebaute Siebkette die Wechselstromkomponente des Gleichstromes aussieben. Die hierzu erforderlichen Glättungsmittel richten sich nach der zugelassenen Störspannung. Für eine geringe Glättung genügt lediglich eine Glättdrossel; für eine stärkere Abflachung sind ausserdem noch Glättungskondensatoren erforderlich, die mit der Drossel zu einer Siebkette zusammengeschaltet werden.

par exemple pour les installations galvaniques, la charge des batteries d'automobiles, etc.

c) *Filtrage.* Dans un grand nombre de cas, comme par exemple pour la charge des batteries, l'alimentation d'appareils à courant continu avec inductance propre tels que les moteurs, les électroaimants, etc., le courant redressé peut être utilisé sans dispositif de filtrage. Par contre, lorsqu'il s'agit d'avoir un courant continu bien régulier, par exemple pour alimenter les installations téléphoniques, on doit avoir recours à un dispositif de filtrage pour réduire la composante alternative du courant redressé. Le choix du dispositif de filtrage dépend de la tension perturbatrice admise. Pour un léger filtrage, une bobine de self suffit; pour un filtrage plus sévère, il faut utiliser en outre des condensateurs intercalés en échelle avec la bobine.

Possibilités d'emploi.

1. *Dans la technique des circuits.*

Dans la technique des circuits, le redresseur au sélénium trouve une foule d'emplois; il permet souvent au technicien de vaincre de sérieuses difficultés. Voici, cités à titre d'exemples, quelques-uns de ces emplois:

a) *Comme protection pour les enroulements d'un aimant et comme pare-étincelles.* Lorsqu'on déconnecte très rapidement un électro-aimant excité par

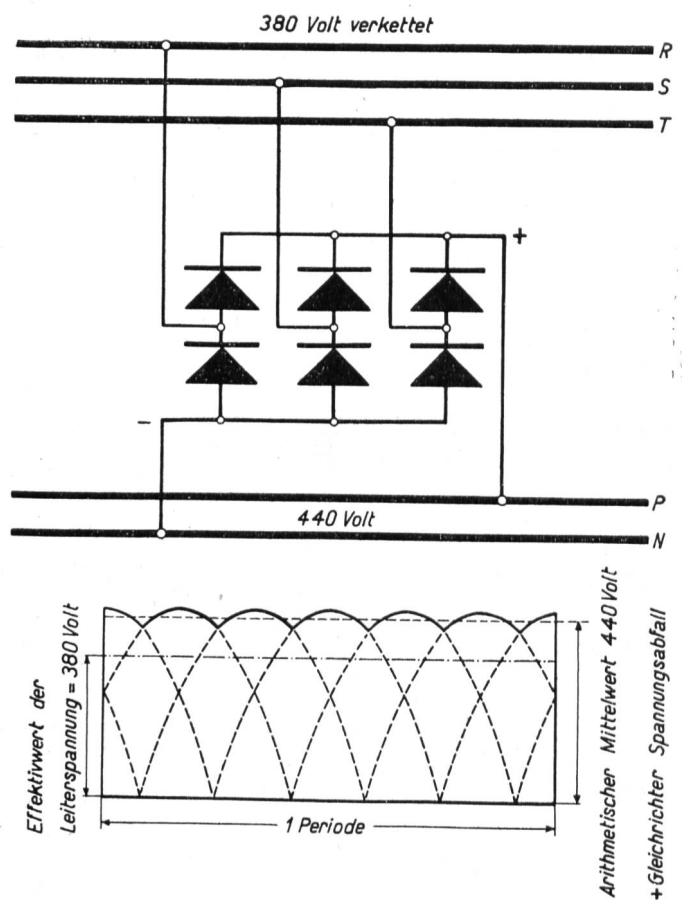


Fig. 8. Dreiphasen-Grätzschaltung.
Couplage triphasé, montage Graetz.

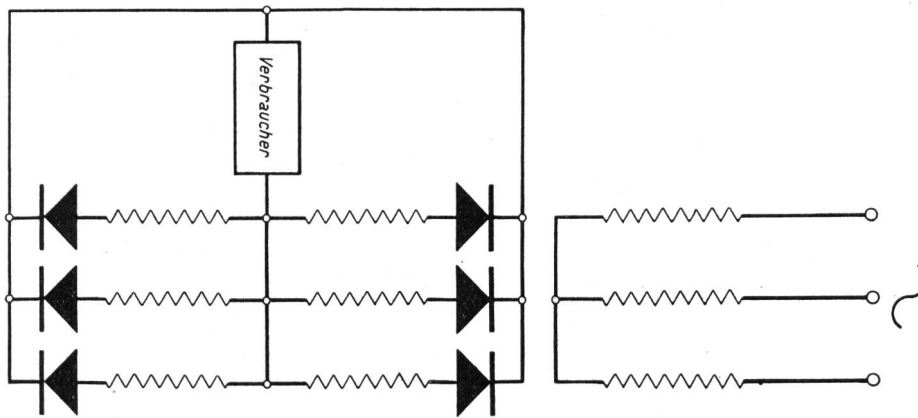


Fig. 9. Dreiphasen-Gegentaktschaltung.
Couplage triphasé, montage push-pull.

Anwendungsmöglichkeiten.

1. *In der Schaltungstechnik.*

In der Schaltungstechnik finden die Selengleichrichter weitgehend Anwendung; mit ihrer Hilfe gelingt es dem Schaltungstechniker oft, Schwierigkeiten zu umgehen. Hiernach seien nur einige Beispiele erwähnt:

a) *Als Schutz von Magnetwicklungen und als Funkenlöscher.* Schaltet man einen mit Gleichstrom erregten Elektromagneten sehr schnell ab, so entstehen, ohne Schutzvorrichtung, sehr hohe Selbstinduktionsspannungen. Zur Vermeidung nachträglicher Einflüsse kann als Schutz der Wicklung oder der Relaiskontakte ein Selen-Gleichrichter verwendet werden, wie dies in der Fig. 10 dargestellt ist.

Der Gleichrichter arbeitet in Einwegschaltung. Bei geschlossenem Schalter fließt der Strom von + zu—. Für den normalen Betrieb liegt der Gleichrichter in Sperrichtung an der Stromquelle, lässt also praktisch keinen Strom durch. Beim Abschalten der Spule entsteht eine Selbstinduktionsspannung, die den bestehenden Strom aufrecht erhalten will. Die Spannung kann sich aber über den Gleichrichter ausgleichen, denn für sie ist der Gleichrichter in Durchlassrichtung geschaltet. Diese Drosselung der Selbstinduktionsspannung schützt die Schaltkontakte. Durch diese Anordnung können die sonst parallel zu den Schaltkontakten geschalteten Funkenlöschkondensatoren weitgehend weggelassen werden.

b) *Frequenzvervielfachung.* Ausgehend von einer 50periodigen Stromquelle entsteht in einer Schaltung nach Figur 11 in der ersten Stufe eine Frequenz von 100 Perioden, in der zweiten eine solche von 200 Perioden usw.

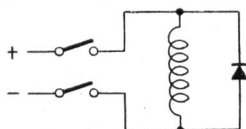


Fig. 10. Schaltung zum Schutz eines mit Gleichstrom gespeisten Elektromagneten.
Couplage pour protéger un électro-aimant alimenté par courant continu.

un courant continu, il en résulte, s'il n'est pas muni d'un dispositif protecteur, de très fortes tensions de self-induction. Pour éviter les effets ultérieurs, on peut protéger l'enroulement ou les contacts de relais au moyen d'un redresseur au sélénium tel qu'il est représenté à la fig. 10.

Le redresseur travaille en montage simple. Quand le circuit est fermé, le courant s'écoule du + au —. En exploitation normale, le redresseur se trouve intercalé en direction de blocage de la source de courant et ne laisse donc passer pratiquement aucun courant. Quand on déconnecte la bobine, une tension de self-induction est engendrée qui tend à maintenir le courant. La tension peut cependant s'égaliser par le redresseur qui, pour elle, est intercalé en direction de passage. Cette suppression de la self-induction protège les contacts et permet de se passer largement des condensateurs pare-étincelles qu'il faut, sans cela, intercaler en parallèle avec les contacts.

b) *Comme multiplicateur de fréquences.* Partant d'une source de courant à 50 périodes, on obtient, par le montage représenté à la fig. 11, une fréquence de 100 périodes à la première borne, une de 200 périodes à la deuxième borne, etc.

c) *Comme multiplicateur de tension.* La fig. 12 montre un montage simple permettant de convertir diverses tensions alternatives en tensions continues d'un nombre de volts quelconque. Il est donc possible, sans transformateur, de prendre d'un réseau à courant alternatif plusieurs tensions continues (voir points 1, 2, 3, 4 et 5 de la fig. 12) de différentes valeurs.

d) *Comme redresseur de mesure.* Un autre domaine où le redresseur au sélénium est employé comme valve est celui des mesures, en particulier les mesures

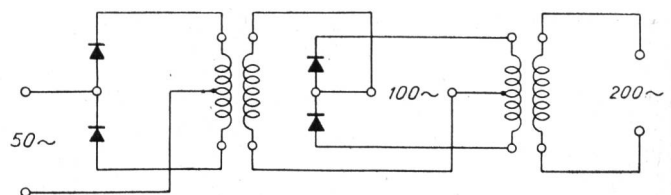


Fig. 11. Frequenz-Vervielfachung.
Multiplicateur de fréquences.

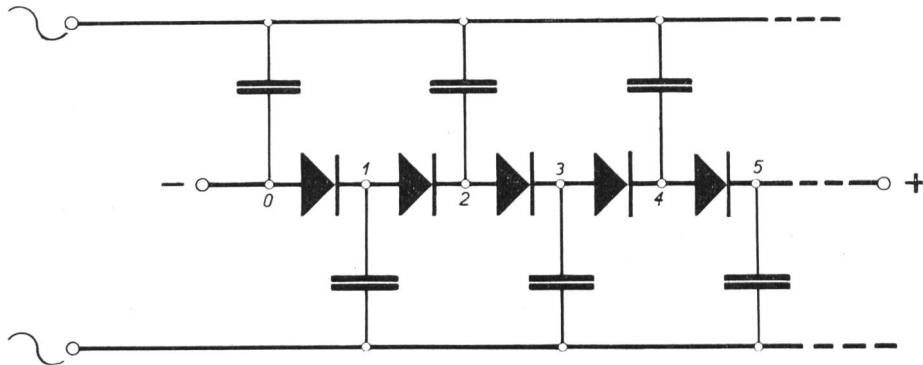


Fig. 12. Spannungs-Vervielfachung.
Multiplicateur de tensions.

c) *Spannungsvervielfachung.* Fig. 12 zeigt eine einfache Schaltung für die Umformung verschiedener Wechselspannungen in Gleichspannungen in beliebiger Voltzahl. Es ist also möglich, ohne Transformator von einem Wechselstromnetz mehrere Gleichspannungen (siehe Punkt 1, 2, 3, 4 und 5 der Fig. 12) verschiedener Höhe abzuzapfen.

d) *Messgleichrichter.* Ein weiteres ausgedehntes Anwendungsgebiet der Selenventile bildet die Messtechnik, insbesondere die Messung von Wechselspannungen und -strömen mittels Gleichstrominstrumenten. Da die Selenventile praktisch keinen Schwellwert aufweisen, ist ihre Empfindlichkeit hoch. Fig. 13 zeigt die gebräuchlichste Schaltung für die Strommessung und Fig. 14 für die Spannungsmessung. Die meisten der heute auf dem Markt erhältlichen sogenannten Universalinstrumente, gebaut für Gleich- und Wechselstrommessungen, benützen diese oder ähnliche Gleichrichterschaltungen. Es ist demnach auch möglich, vorhandene Gleichstrominstrumente mit geringen Kosten umzubauen. (Fig. 13 und 14.)

e) *Knallschutz-Vorrichtung.* Die Eigenschaft des Trockengleichrichters, einen abnehmenden Widerstand mit steigender Spannung an den Klemmen zu haben, d. h. ein spannungsabhängiger Widerstand zu sein, machen seine Verwendung für Knallschutz-Vorrichtungen, dank seiner raschen Widerstands-Anpassung, besonders vorteilhaft. (Fig. 15.)

Die benützten Gleichrichter verursachen für Sprechströme eine sehr kleine Dämpfung, dagegen einen wirksamen Kurzschluss für den Apparat gegen hohe Störspannungen.

Als weiteres Anwendungsgebiet in der Schaltungstechnik sei nur noch die Verwendung des Selen-Gleichrichters für

- Gleichstromsperrventile,
- Ersatz von Wechselstromrelais durch Gleichstromrelais,
- spannungsabhängigen Widerstand usw.

erwähnt.

2. Zur Ladung von Batterien oder direkten Speisung von Anlagen.

Bis zur Einführung des Trockengleichrichters konnte man für die Stromlieferungsanlagen von Telephonzentralen in der Hauptsache folgende Betriebsarten, die von Fall zu Fall angewandt wurden:

de tensions et de courants alternatifs au moyen d'instruments à courant continu. Comme la valve au sélénium n'accuse pratiquement aucune pulsation, sa sensibilité est très élevée. La fig. 13 montre le montage le plus employé pour les mesures de courants, et la fig. 14 le montage pour les mesures de tensions. La plupart des instruments dits universels qu'on trouve aujourd'hui sur le marché, construits pour les mesures de courant continu et de courant alternatif, utilisent ces montages ou des montages analogues. Il est donc aussi possible de transformer sans grands frais des instruments à courant continu.

e) *Comme dispositif de protection contre les crépitements.* Du fait que le redresseur sec a la propriété

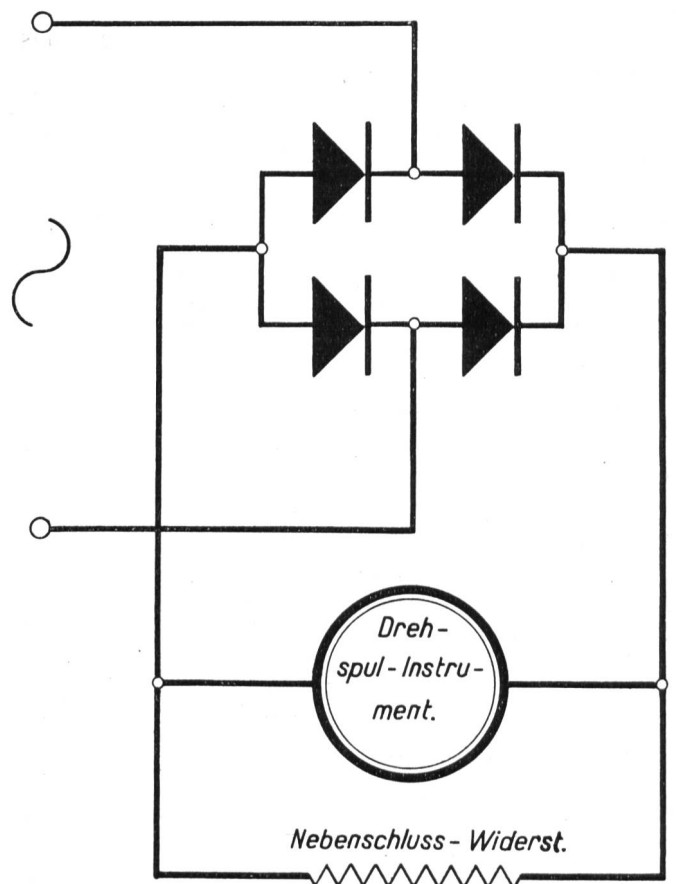


Fig. 13. Messgleichrichter, Strommessung.
Redresseur de mesure. Mesures de courant.

1. Zwei unabhängige Batterien, jede mit einer bestimmten Kapazität, geschaltet für abwechselnde Ladung und Entladung.
2. Eine Batterie mit reduzierter Kapazität, mit Nachladung im Pufferbetrieb während der Hauptverkehrsstunden oder nach Verbrauch einer bestimmten Kapazität, mit Ausgleich der erhöhten Spannung durch Gegenzellen.
3. Eine Batterie wie unter 2), jedoch mit Nachladung und Pufferung ohne Spannungsausgleich durch Gegenzellen, für Zentralen mit erweiterter Spannungstoleranz.

Zum Laden wurden rotierende Umformergruppen oder Quecksilberdampf- und Glühkathoden-Gleichrichter verwendet.

Die Entwicklung von Trockengleichrichtern mit praktisch unbegrenzter Lebensdauer einerseits und äusserst einfacher Bedienung andererseits führte in den letzten 10 Jahren dazu, die Stromlieferungsanlagen von Telephonzentralen unter einem neuen Gesichtspunkt zu betrachten. Der Anfang mit Trockengleichrichtern wurde bei den Teilnehmeranlagen gemacht. Später wurden sie auch für die Stromlieferungsanlagen der automatischen Landzentralen verwendet. Seit mehreren Jahren werden Selen-Trockengleichrichter für die direkte Speisung (ohne Pufferbatterie) der Verstärkerämter benützt. Die damit gemachten guten Erfahrungen haben die Verwaltung sogar veranlasst, einen Versuch für die direkte Speisung von Grosszentralen (unter Beibehaltung der Batterien) zu machen.

a) *Teilnehmeranlagen.* Die ersten selbsttätig arbeitenden Batterie-Ladeeinrichtungen für verwaltungseigene Teilnehmeranlagen sind in Nr. 3, Jahrgang 1932,

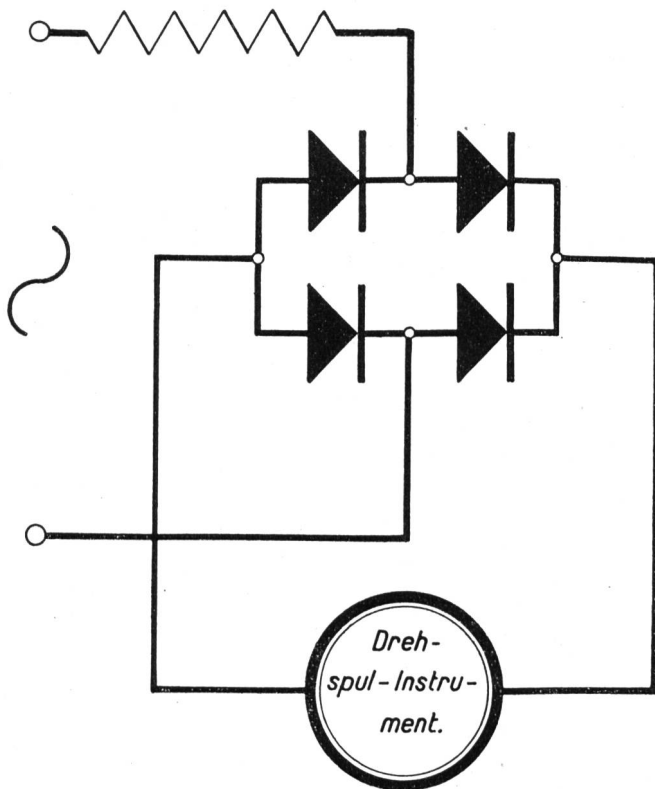


Fig. 14. Messgleichrichter, Spannungsmessung.
Redresseur de mesure. Mesures de tension.

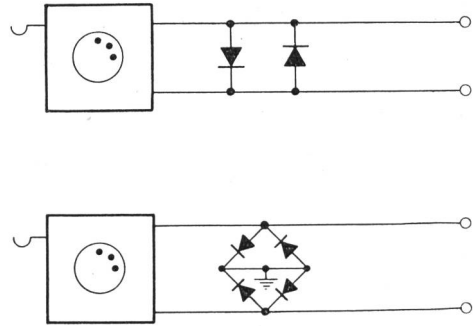


Fig. 15. Knallschutz-Vorrichtung.
Dispositif de protection contre les crépitements.

de diminuer de résistance quand la tension aux bornes augmente, c'est-à-dire d'être une résistance variable en fonction de la tension et de s'adapter rapidement, son emploi comme dispositif de protection contre les crépitements est particulièrement avantageux (fig. 15).

Les redresseurs utilisés provoquent un très faible amortissement des courants téléphoniques, mais protègent par contre efficacement l'appareil contre les fortes tensions perturbatrices.

Citons encore, dans d'autres domaines de la technique des circuits, l'emploi du redresseur au sélénium comme valve de blocage pour le courant continu; pour le remplacement des relais à courant alternatif par des relais à courant continu; comme résistance en fonction de la tension, etc.

2. *Pour la charge de batteries ou l'alimentation directe d'installations.*

Jusqu'à l'introduction du redresseur sec, on fournissait l'énergie aux centraux téléphoniques surtout par les méthodes suivantes, qu'on appliquait selon les cas:

- 1° Deux batteries indépendantes, de capacité déterminée, connectées pour la charge et la décharge alternatives.
- 2° Une batterie à capacité réduite, avec charge complémentaire en tampon pendant les heures de fort trafic ou après la consommation d'une certaine capacité, la tension surélevée étant compensée par des éléments de force contre-électromotrice.
- 3° Une batterie comme sous chiffre 2, mais avec charge complémentaire en tampon sans compensation de tension par des éléments de force contre-électromotrice, pour les centraux ayant une tolérance de tension étendue.

Pour la charge, on utilisait des groupes convertisseurs ou des redresseurs à vapeur de mercure et à cathodes incandescentes.

Le développement des redresseurs secs, dont l'emploi est excessivement simple et la durée de vie pratiquement illimitée, conduisit, ces dix dernières années, à envisager d'un nouveau point de vue la question des installations d'énergie des centraux téléphoniques. On commença à utiliser les redresseurs secs pour les installations d'abonnés. Plus tard, on les employa également pour les installations d'énergie des centraux ruraux automatiques. Depuis plusieurs années, des redresseurs au sélénium assurent l'ali-

der Technischen Mitteilungen beschrieben. Ueber die seitherige Entwicklung und den heutigen Stand gibt Nr. 1, Jahrgang 1938, der nämlichen Zeitschrift weitern Aufschluss.

Für Anlagen mit Druckknopflinienwähler, Hauptumschalter usw., sowie mit kleinen automatischen Hauszentralen bis zu 10 Zweiganschlüssen erfolgt die Speisung nur mit Trockengleichrichtern (ohne Batterie), die selbstverständlich mit guten Siebketten versehen sind. Dadurch können die vielen Batterien (Akkomet), die früher in den kleinen Teilnehmeranlagen aufgestellt werden mussten und deren Unterhalt sehr kostspielig war, weggelassen werden.

b) *Automatische Landzentralen.* Mit der in den letzten 12 Jahren vorgenommenen raschen Automatisierung der Landzentralen — es waren Ende 1939 von 950 Zentralen bereits 772, d. h. 80%, für den automatischen Betrieb eingerichtet — fand der Selen-Gleichrichter in den Stromlieferungsanlagen weitgehende Anwendung. Vor allem wurden Anstrengungen gemacht, die Batterien möglichst weitgehend zu schonen durch direkte Entnahme des Hauptbetriebsstromes aus dem Gleichrichter, so dass die Batterie nur noch zur Deckung des Strombedarfes bei Spitzenbelastungen dient.

Zur Kontrolle der Ladung einschliesslich der zulässigen Spannungsgrenzen verwenden verschiedene Firmen für Gleichrichter kleinerer Leistung sogenannte Kippdrosselschaltungen. Diese von primären Spannungsschwankungen weitgehend beeinflussten und nur für starre Stromverhältnisse gebauten Kippdrosselgleichrichter, die sich zudem für gewisse Betriebsverhältnisse weniger gut eignen, werden neuerdings mit Vorteil durch die von der Standard Telephone & Radio AG. Zürich, entwickelten Gleichrichter mit automatischer Schweb- und Starkladung mit manuellen Ausgleichladungen ersetzt. Das Prinzip dieser Schaltung ist in Figur 16 gezeigt. Die Lade- und Puffergeräte umfassen zur Hauptsache folgende Teile:

- a) 1 Transformator,
- b) 1 Selen-Gleichrichter-Elementsatz (G1),
- c) 1 Schaltschütz (Rc),
- d) 1 Ladedrossel (Dr),
- e) 2 Dreh- oder Schiebewiderstände mit Hilfswiderständen (Spannungskontroll-Einheit),
- f) 1 Alarmstromkreis für das Versagen des Netzes,
- g) 1 Umschalter für Ausgleichladungen (C3).

Diese Gleichrichter sind, wie bereits erwähnt, für automatische Schweb- und Starkladung sowie für manuelle Ausgleichladungen eingerichtet. Sie eignen sich namentlich für die Ladung und Pufferung von Batterien, die innerhalb gewisser Spannungsgrenzen arbeiten müssen.

Die Kontrolle des Ladestromes erfolgt durch die Batteriespannung. Netzschwankungen haben daher nur auf die *Grösse* des Ladestromes den üblichen, verhältnismässig geringen Einfluss; sie beeinflussen jedoch in keiner Weise die vorgeschriebenen Grenzwerte der Batteriespannung.

Die untere und die obere, durch Einstellen der beiden Regel-Widerstände R3 und R4 fixierten Spannungsgrenzen können bis auf einen Wert entsprechend $\pm 2,5\%$ der Batterie-Nennspannung zusammengedrückt werden.

mentation directe (sans batterie en tampon) des stations de répéteurs. Les expériences faites dans ce domaine ont été si satisfaisantes qu'elles ont engagé l'administration à faire un essai d'alimentation directe de grands centraux téléphoniques (en conservant pour le moment toutefois les batteries).

a) *Installations d'abonnés.* Les premières installations de charge automatique pour batteries d'installations d'abonnés appartenant à l'administration sont décrites dans le n° 3 du bulletin technique de 1932. Dans le n° 1 de 1938, on trouve une description des progrès réalisés depuis lors et du stade actuel de développement.

Les installations avec sélecteurs de lignes à boutons, commutateurs centraux, petits centraux domestiques automatiques comptant jusqu'à 10 lignes secondaires, etc., sont alimentées exclusivement au moyen de redresseurs secs (sans batterie) qui, bien entendu, doivent être pourvus de bons filtres. De cette façon, on a pu supprimer les nombreuses batteries (accosés) installées autrefois dans les petites installations d'abonnés et dont l'entretien était très coûteux.

b) *Centraux ruraux automatiques.* Du fait de la rapide automatisation des centraux ruraux réalisée ces 12 dernières années — à la fin de 1939, 772 centraux sur 950, soit 80% étaient équipés pour l'exploitation automatique — les redresseurs au sélénium ont trouvé un large emploi dans les installations d'énergie. On s'efforça, avant tout, de ménager les batteries autant que possible en prenant le principal courant d'exploitation directement au redresseur, la batterie n'entrant en fonction que pour couvrir les besoins supplémentaires de courant pendant les heures de pointe.

Pour maintenir la charge dans les limites de tension admises, différents fabricants de redresseurs de petite puissance utilisent des bobines de choc à induction variable. Ces redresseurs avec bobine à induction variable, très sensibles aux fluctuations de tension, construits uniquement pour les courants stables et qui, en outre, conviennent moins bien pour certaines conditions d'exploitation, sont remplacés à leur tour avantageusement par les redresseurs construits par la Standard Telephone & Radio S. A. Zürich, pour charge flottante et charge poussée automatique avec charge compensatrice manuelle. Le principe de ce dispositif est représenté à la fig. 16. Les appareils de charge et de fonctionnement en tampon comprennent en particulier:

- a) 1 transformateur,
- b) 1 certain nombre d'éléments de redresseur au sélénium (G1),
- c) 1 relais de commutation (Rc),
- d) 1 bobine de charge (Dr),
- e) 2 résistances à plots ou à curseur avec résistances auxiliaires (unité de contrôle de tension),
- f) 1 circuit d'alarme pour les cas de pannes de secteur,
- g) 1 commutateur pour la charge compensatrice (C3).

Ces redresseurs, comme nous l'avons dit, sont construits pour la charge flottante et poussée automatique ainsi que pour la charge compensatrice ma-

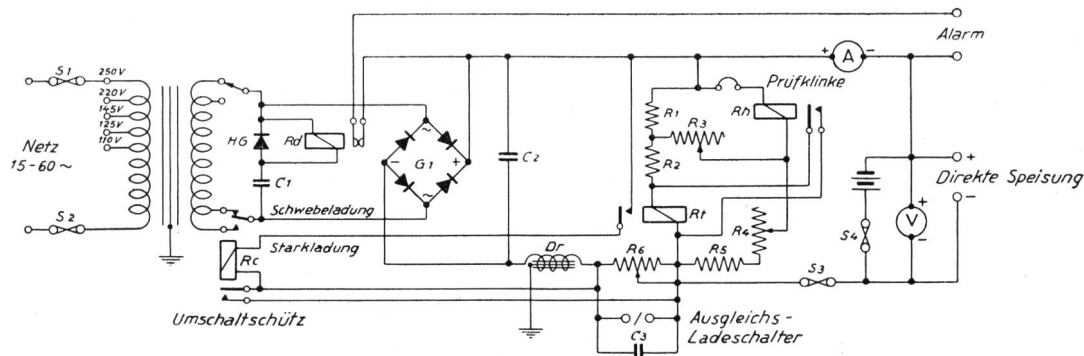


Fig. 16. Gleichrichter mit automatischer Schweb- und Starkladung und manueller Ausgleichladung für kleinere Landzentralen. Redresseur pour charge flottante et charge poussée automatique avec charge compensatrice manuelle, pour petits centraux ruraux.

Die Arbeitsweise dieses Gleichrichters oder Stromkreises ist folgende:

Relais Rh ist das Spannungskontrollrelais; es wird durch das Potentiometer R4 derart eingestellt, dass es bei der oberen festgelegten Spannungsgrenze anspricht.

Relais Rt ist lediglich ein Hilfsrelais; es spricht bei einer Spannung an, die tiefer liegt als die jeweils in Betracht kommende tiefste Batteriespannung. Dieses Relais ist daher immer angezogen, vorausgesetzt, dass es durch Relais Rh nicht kurzgeschlossen ist. Relais Rt betätigt das gezeichnete Schaltschütz Rc.

Der veränderliche Widerstand R6 dient je nach Verwendung des Gleichrichters entweder zur Einstellung des Schwebelade- oder aber des Batterie-Konservierungsstromes. Dieser Strom kann bei entsprechender Dimensionierung von R6 in weiten Grenzen variiert werden.

Wird die obere Batteriespannung nicht erreicht, so bleibt Relais Rt, wie bereits erwähnt, immer angezogen; es hält seinerseits das Umschalteschütz Rc angezogen. In dieser Stromkreisstellung ist der Widerstand R6 kurzgeschlossen; der Gleichrichter liefert also den vollen Ladestrom.

Erreicht die Batterie die obere festgelegte Spannungsgrenze, so spricht das Spannungsrelais Rh an, welches Rt kurzschliesst. Letzteres löst das Schütz Rc aus. Die Batterie wird von diesem Zeitpunkt an nur noch mit dem durch die Transformatoranzapfung und den Widerstand R6 festgelegten Strom gespiesen.

Die Gleichrichter nach Figur 16 sind nun gerade für diese letztere Ladeart gebaut, ein Punkt, der nicht zu unterschätzen ist. Die vorhandene automatische Starkladung bildet lediglich eine wertvolle Reserve, die im Notfall automatisch und in voller Stärke einsetzt.

Zur Vornahme der wünschenswerten periodischen Ausgleichladungen dient der gezeichnete Ausgleichs-Ladeschalter C3; mit diesem Schalter wird der Ladewiderstand R6 kurzgeschlossen.

Diese einfache Schaltung wird hauptsächlich in den Stromlieferungsanlagen kleinerer, von der Standard Telephon & Radio A.-G., Zürich, gelieferter Landzentralen benützt. Für grössere Zentralen (z. B. Unterzentralen und Knotenämter) wird ein ähnlicher Stromkreis verwendet, jedoch mit automatischer

nuelle. Leur emploi est indiqué en particulier pour la charge en tampon des batteries qui doivent travailler dans les limites de certaines tensions.

Le courant de charge est contrôlé par la tension de la batterie. Les fluctuations du secteur n'exercent donc leur influence habituelle, relativement faible, que sur l'intensité du courant de charge; elles n'influencent en rien les limites prescrites pour la tension de la batterie.

La limite inférieure et la limite supérieure fixées au moyen des deux résistances réglables R3 et R4 peuvent être rapprochées jusqu'à une valeur correspondant à $\pm 2,5\%$ de la tension nominale de la batterie.

Ce redresseur ou ce circuit fonctionne de la manière suivante:

Le relais Rh est le Relais de contrôle de tension; il est réglé par le potentiomètre R4 de telle façon qu'il attire à la limite de tension supérieure fixée.

Le relais Rt n'est qu'un relais auxiliaire; il attire sous une tension inférieure à la plus basse tension de batterie entrant en considération. Il est donc toujours attiré, à condition qu'il ne soit pas court-circuité par le relais Rh. Il actionne le relais de commutation Rc.

La résistance variable R6 sert, suivant l'emploi du redresseur, soit au réglage de la charge flottante, soit au réglage du courant de conservation de la batterie. Si elle a les dimensions voulues, elle permet de faire varier ce courant dans de larges limites.

Tant que la limite supérieure de tension de batterie n'est pas atteinte, le relais Rt reste attiré et maintient à son tour le relais de commutation Rc. Dans cette combinaison de circuits, la résistance R6 est court-circuitée; le redresseur fournit alors le courant de charge entier.

Quand la batterie atteint la limite supérieure de tension, le relais de tension Rh attire et court-circuite Rt, qui libère le relais de commutation Rc. Dès cet instant, la batterie n'est plus alimentée que par le courant déterminé par la prise au transformateur et la résistance R6.

Les redresseurs représentés à la fig. 16 sont précisément construits pour ce genre de charge, fonction qui n'est pas à négliger. La charge poussée automatique ne représente plus qu'une précieuse réserve qui, en cas de besoin, s'enclenche automatiquement dans toute sa puissance.

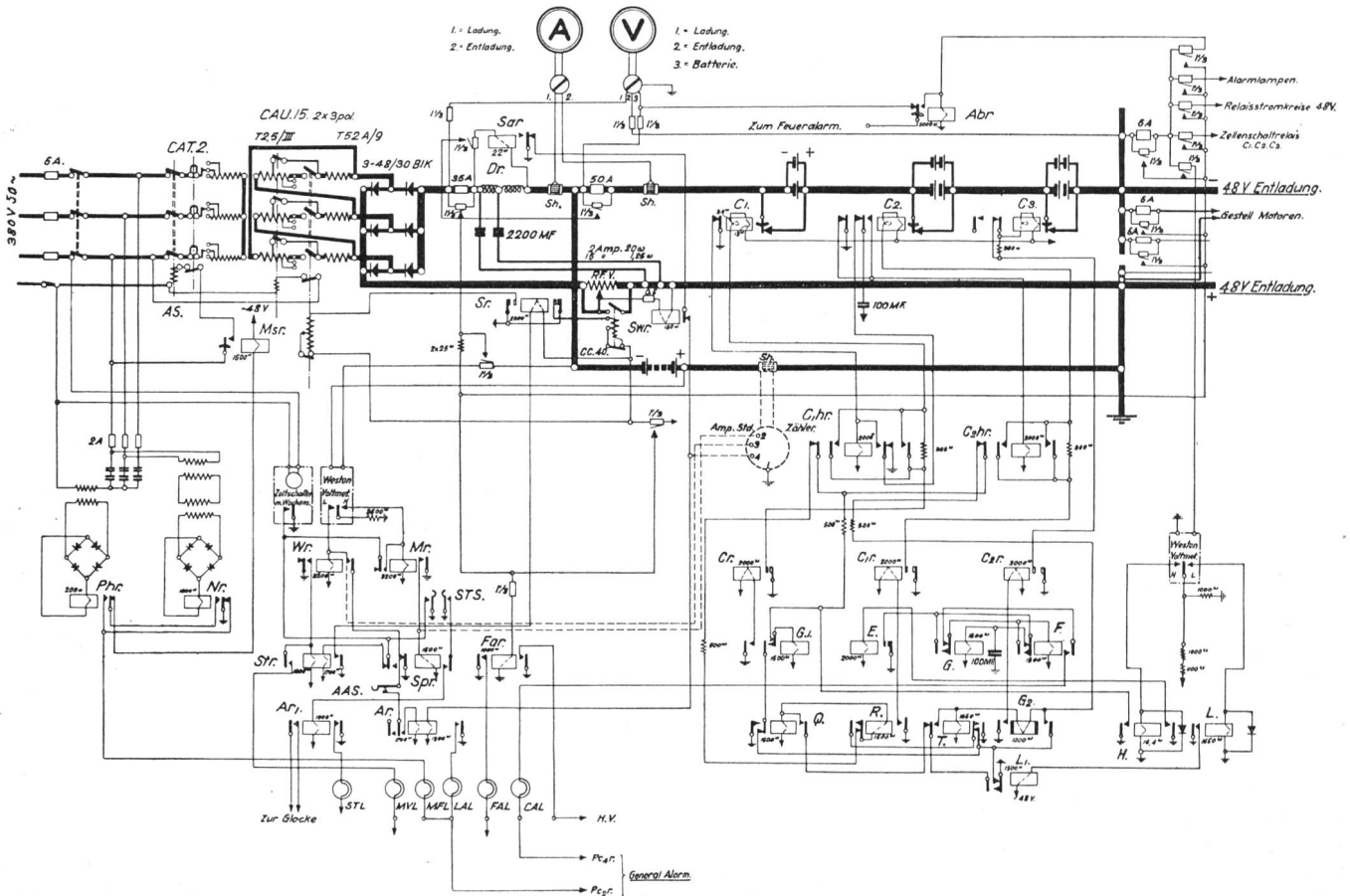


Fig. 17. Lade- und Entladestromkreis mit automatischer Stark- und Schwebeladung für Unterzentralen und Knotenämter.
Circuit de charge et de décharge avec charge poussée et charge flottante pour sous-centraux et centraux nodaux.

Kontrolle der Ladung und Entladung der Batterie (Fig. 17) unter gleichzeitiger Benützung von Gegenzellen.

Die Batterie wird dauernd durch einen Selen-Gleichrichter mit kleinem Strom geladen, wobei die Sammelschienspannung mit Hilfe eines Weston-Voltmeters und Gegenzellen konstant gehalten wird. Eine weitere Kontrolle der Batteriespannung erfolgt durch ein zusätzliches Weston Voltmeterrelais, welches, nach Absinken der Spannung auf einen bestimmten einstellbaren Wert, die Starkladung einleitet. Die Starkladung wird in diesem Falle solange fortgesetzt, bis der am Voltmeterrelais eingestellte Höchstwert der Spannung erreicht ist, d. h. die Batterie wird vollständig aufgeladen. Ferner kann die Batterie noch mit Hilfe eines Zeitschalters jede Woche aufgeladen werden.

Dieses System garantiert mit den eingebauten Kontrollleinrichtungen eine lange Lebensdauer der Batterie und gute Betriebssicherheit.

Schwebeladung. Bei Einschaltung des Netzes durch einen Handschalter erhält der Netzalarmstromkreis Strom. In einem zweistufigen Transformator wird vorerst die Spannung einer Phase auf einen niedrigen Wert transformiert, alsdann durch einen Selen-Gleichrichter gleichgerichtet und endlich dem Relais Nr zugeführt. Das Phasenalarmrelais bleibt in der Ruhelage, solange die drei Phasen gleichmässig belastet sind. Relais Nr schliesst den Stromkreis für Relais Msr, welches seinerseits das Wechselstrom-

Pour provoquer les charges compensatrices périodiques, on se sert du commutateur de charge compensatrice C3, qui court-circuite la résistance de charge R6.

Ce montage simple est utilisé spécialement dans les installations d'énergie des petits centraux ruraux fournis par la Standard Telephone & Radio A.-G., Zurich. Pour les centraux plus importants (par exemple les sous-centraux, centraux nodaux), on utilise un circuit analogue, mais avec contrôle automatique de la charge et de la décharge de la batterie (fig. 17) en ayant recours à des éléments de force contre-électromotrice.

La batterie est chargée en permanence par un redresseur au sélénium au moyen d'un faible courant, la tension à la barre collectrice étant maintenue constante par un relais-voltmètre Weston et des éléments de force contre-électromotrice. En outre, la tension de batterie est contrôlée par un relais-voltmètre Weston complémentaire, qui provoque la charge poussée quand la tension est descendue jusqu'à une certaine valeur réglable. Dans ce cas, la charge est poussée jusqu'à ce que la tension maximum fixée au relais-voltmètre soit atteinte, c'est-à-dire jusqu'à ce que la batterie soit entièrement chargée. D'autre part, la batterie peut encore être chargée chaque semaine au moyen d'une minuterie.

Ce système, avec ses dispositifs de contrôle, garantit une longue durée de vie de la batterie et une haute sécurité de fonctionnement.

schütz CAT2 erregt. Der Transformator und der Gleichrichterelementsatz werden damit unter Spannung gesetzt, und die Ladung der Batterie beginnt. Die erste Spule des Schützes CAU. 15 wurde bereits beim Einschalten des Netzes erregt, während die zweite, die gleichstromseitig gespiesen wird, spannungslos bleibt. In dieser Stellung von CAU. 15 ist für die Schwebeladung eine reduzierte Anzahl Windungen der Sekundärseite des Transformators im Betrieb.

Unter der Annahme, dass die Batterie bereits vorher ihre normale Betriebsspannung aufwies, wird sie nun mit einem schwachen Strom, der durch den Widerstand R.F.V. eingestellt wurde, geladen, d. h. bei schwachen Entladeströmen wird der Batterie die entnommene Ampèrestundenzahl mittelst der Schwebeladung ersetzt.

Das zum eingestellten Widerstand R.F.V. parallel geschaltete Relais Swr spricht an und verhindert eine Alarmgabe.

Die Relais C1hr und C2hr sind dauernd erregt über die Trennkontakte des Zellschaltrelais C1 oder C2.

Findet nur eine geringe oder gar keine Entladung statt, so nimmt die Batteriespannung zu, derart, dass das an die Sammelschiene angeschlossene Westonrelais anspricht und seinerseits einen Schaltungsvorgang einleitet. Relais H spricht an und hernach die Relais E und G1. G1 schliesst den Stromkreis für Cr, und dieses für das Zellschaltrelais C1. G1 hält sich über den Folgekontakt von L1, während C1hr, unter der Einwirkung der Entladung des 100- μ F-Kondensators, verbunden über den Umschaltkontakt von C2 an die Wicklung von C1hr, langsam abfällt. Sobald C1 den Kurzschluss der beiden ersten Gegenzellen aufhebt, sinkt die Spannung an der Sammelschiene und das Westonrelais löst seinen Kontakt. Relais H und E fallen ebenfalls ab. Die Zeit vom Anzug von C1 bis zum Abfall von Relais H ist derart bemessen, dass die beiden Relais F und G weder den Alarm auslösen noch die beiden Relais Q und R ansprechen können.

Bei einem nochmaligen Steigen der Spannung spricht das Westonrelais wieder an und darauf ebenso H und E. Ueber den Rückkontakt von C1hr ist nun der Stromkreis geschlossen für Relais Q und R, welche sich ebenfalls auf L1 halten. Relais R schliesst den Stromkreis für C1r und letzteres für C2. Relais C2hr fällt langsam ab. Die Spannung an der Sammelschiene sinkt. Das Westonrelais löst seinen Kontakt; Relais H und E fallen ab. Relais C2hr wird derart verzögert, dass die Spannungsreduktion wirksam wird, bevor die Relais T und G2 ansprechen können.

Steigt die Spannung zum drittenmal an, so sprechen Relais T und G2 an und der dritte Satz Gegenzellen wird eingeschaltet.

Bei sinkender Betriebsspannung schliesst das Westonvoltmeter seinen Kontakt L, wodurch Relais L anspricht und danach L1.

Dadurch wird der Stromkreis von G2 geöffnet, während T und die übrigen Relais G1, Q und R sich noch halten. Relais C2r fällt ab und öffnet den Stromkreis des Zellschaltrelais C3. Die Betriebsspannung steigt dadurch um den Betrag der Gegenzellenspannung. Das Westonvoltmeterrelais

Charge flottante. Quand le secteur est connecté par un commutateur manuel, le circuit d'alarme du secteur se trouve sous tension. Tout d'abord la tension d'une des phases est ramenée à une valeur inférieure dans un transformateur à deux étages, puis redressée par un redresseur au sélénium et conduite au relais Nr. Le relais d'alarme de phase reste en position de repos aussi longtemps que les trois phases ont la même charge à supporter. Le relais Nr ferme le circuit du relais Msr qui, de son côté, excite le commutateur à courant alternatif CAT2. Le transformateur et le redresseur sont ainsi mis sous tension et la charge de la batterie commence. La première bobine du commutateur CAU 15 est excitée dès que le secteur est enclenché tandis que la seconde bobine, alimentée par courant continu, reste sans courant. Dans cette position de CAU 15, un nombre réduit de spires du transformateur est en service pour la charge flottante.

En admettant que la batterie accuse déjà une tension de service normale, elle ne sera plus chargée que par un faible courant réglé par la résistance R.F.V., c'est-à-dire que, avec de faibles courants de décharge les ampères-heure prélevés de la batterie sont remplacés par la charge flottante.

Le relais Swr connecté en parallèle avec la résistance R.F.V. attire et empêche la transmission de l'alarme.

Les relais C1hr et C2hr sont excités en permanence par les contacts de coupure du relais réducteur de tension C1 ou C2.

Si la décharge est faible ou s'il n'y a pas de décharge du tout, la tension de la batterie augmente de telle façon que le relais Weston raccordé à la barre collectrice attire et provoque à son tour l'attraction du relais H puis des relais E et G1. G1 ferme le circuit pour Cr et celui-ci pour le relais réducteur de tension C1. G1 se maintient par le contact à accompagnement de L1, tandis que C1hr, du fait de la décharge du condensateur 100 μ F, qui est relié par le contact commutateur de C2 à l'enroulement de C1hr, retombe lentement. Dès que C1 supprime le court-circuit des deux premiers éléments de force contre-électromotrice, la tension à la barre collectrice baisse et le relais Weston relâche. Les relais H et E relâchent également. Le temps qui s'écoule entre l'attraction de C1 et le relâchement du relais H est calculé de façon que les relais F et G ne déclenchent pas l'alarme et que les relais Q et R ne puissent pas attirer.

Quand la tension remonte, le relais Weston attire de nouveau, de même que les relais H et E. Le contact de repos de C1hr ferme le circuit pour les relais Q et R, qui se maintiennent également par L1. Le relais R ferme le circuit pour C1r et celui-ci pour C2. Le relais C2hr retombe lentement. La tension à la barre collectrice baisse. Le relais Weston relâche ainsi que les relais H et E. L'action du relais C2hr est retardée de manière que la réduction de tension agit avant que les relais T et G2 puissent attirer.

Quand la tension monte une troisième fois, les relais T et G2 attirent et la troisième série d'éléments de force contre-électromotrice est intercalée.

Quand la tension de service baisse, le voltmètre Weston ferme son contact L et les relais L puis L1 attirent, ce qui a pour effet d'ouvrir le circuit de G2 pendant que T et les autres relais G1, Q et R se

löst seinen Kontakt, Relais L und L1 fallen ab. Durch letzteres wird der Haltestromkreis von T geöffnet und es fällt ab.

Sinkt die Spannung wieder um einen Betrag, der das Spannungskontrollrelais zum Ansprechen bringt, so ergibt sich ein ähnlicher Schaltvorgang, wobei C2 ausgeschaltet wird und die Relais Q und R abfallen. Die Betriebsspannung steigt wieder um den Betrag der Gegenzellenspannung.

Bei einem nochmaligen Sinken der Spannung wird Relais G1 ausgelöst, wodurch Cr und C1 abfallen und die Betriebsspannung somit wieder auf den zuerst eingestellten Wert ansteigt.

Starkladung. Die Starkladung wird eingeleitet durch das zweite Westonvoltmeterrelais oder durch den Zeitschalter. Sinkt die Batteriespannung durch starke Stromentnahme unter den am ersten Voltmeterrelais eingestellten Wert, z. B. auf den Wert 47 Volt, eingestellt am zweiten Voltmeterrelais, so schliesst dieses seinen Kontakt L.

Relais Wr spricht an, hält sich und schliesst den Stromkreis für Str. Relais Sr wird erregt und schliesst die Stromkreise für das Schütz CC40 und die zweite Spule des Schützes CAU. 15. Das erste Schütz schliesst den Schwebeladewiderstand kurz, während das zweite den Stromkreis der ersten Spule des Schützes CAU. 15 öffnet. Dadurch wird die gesamte Windungszahl der Sekundärwicklung des Transformators eingeschaltet und somit eine höhere Spannung für die Starkladung an den Ventilsatz angelegt. Die Drosselspulen, welche durch ihre Impedanz das Entstehen eines allzu grossen Sekundärstromes verhindern, bleiben im Stromkreis. Während dieser Starkladung wird die Sammelschienenspannung durch die Einschaltung der Gegenzellen, wie sie oben beschrieben wurde, konstant, d. h. in den erforderlichen Betriebsgrenzen, gehalten. Relais Swr, das als Kontrollrelais der Schwebeladung dient, fällt während der Starkladung ab; dagegen wird durch einen Teil des stärkeren Ladestromes Relais Sar erregt.

Die Batterie wird solange geladen, bis das Westonrelais seinen Kontakt H schliesst. Relais Mr wird erregt und schliesst den Stromkreis für Spr. Spr öffnet den Haltestromkreis von Wr. Wr fällt ab und danach Str, welches den Stromkreis von Sr öffnet. Der Ladestromkreis kehrt damit wieder in den Zustand der Schwebeladung zurück. Während der Erregungszeit von Wr und Spr leuchtet die Lampe MVL.

Die Starkladung kann jede Woche einmal mit dem Zeitschalter eingeleitet werden. Relais Str spricht an, wenn der Zeitschalter seinen Wochenkontakt schliesst. Sr wird erregt und die Starkladung beginnt. Diese dauert so lange, bis entweder der Zeitschalter seinen Kontakt öffnet und Str abfällt, oder bis das Westonvoltmeterrelais seinen Kontakt H schliesst und Mr erregt. Relais Mr hält sich über den Zeitschalterkontakt, bis dieser sich öffnet.

Nötigerweise kann die Starkladung zu jeder Zeit auch von Hand eingeschaltet werden. Hierzu wird der Schlüssel STS betätigt und damit das Relais Str erregt. Erreicht die Batteriespannung den am Westonrelais eingestellten Wert, so wird Mr betätigt und hält sich auf dem Schlüssel STS. Ferner wird Relais Spr und Ar1 erregt, ein Alarm betätigt und

maintiennent encore. Le relais C2r relâche et ouvre le circuit du relais réducteur de tension C3, ce qui augmente la tension de service de la valeur de la tension des éléments de force contre-électromotrice. Le relais Weston relâche ainsi que les relais L et L1. Ce dernier ouvre le circuit de maintien de T qui relâche à son tour.

Quand la tension baisse de nouveau à un niveau qui fait fonctionner le relais de contrôle de tension, un couplage analogue intervient, qui déconnecte C2 et fait tomber les relais Q et R. La tension de service augmente de nouveau de la valeur de la tension des éléments de force contre-électromotrice.

Quand la tension baisse encore une fois, les relais G1, puis Cr et C1 relâchent et la tension de service remonte jusqu'à la valeur fixée.

Charge poussée. La charge poussée est amorcée par le relais-voltmètre Weston ou par la minuterie. Quand, par suite d'une forte consommation de courant, la tension de la batterie baisse au-dessous de la valeur fixée au premier relais-voltmètre, par exemple jusqu'à la valeur de 47 volts fixée au deuxième relais-voltmètre, ce dernier ferme son contact L.

Le relais Wr attire, se maintient et ferme le circuit pour Str. Le relais Sr est excité et ferme les circuits pour le commutateur CC40 et pour la seconde bobine du commutateur CAU 15. Le premier relais de commutation court-circuite la résistance de charge flottante tandis que le second ouvre le circuit de la première bobine du commutateur CAU15. Ainsi, toutes les spires de l'enroulement secondaire du transformateur se trouvent intercalées et une tension plus élevée est donnée au redresseur pour la charge poussée. Les bobines de self-induction qui, par leur impédance, empêchent un trop fort courant secondaire, restent en circuit. Pendant cette charge poussée, l'intercalation des éléments de force contre-électromotrice, telle qu'elle est décrite ci-dessus, maintient à un niveau constant, c'est-à-dire dans les limites voulues pour l'exploitation, la tension dans la barre collectrice. Le relais Swr, qui sert de relais de contrôle de la charge flottante, relâche pendant la charge poussée; par contre, le relais Sar est excité par une partie du fort courant de charge.

La batterie est chargée jusqu'à ce que le relais Weston ferme son contact H. Le relais Mr est excité et ferme le circuit pour Spr, qui ouvre le circuit de maintien de Wr. Wr relâche, puis Str, qui ouvre le circuit de Sr. Le circuit de charge revient alors dans la position de charge flottante. Pendant la durée d'excitation de Wr et Spr, la lampe MVL brûle.

La charge poussée peut être amorcée hebdomadairement par la minuterie. Le relais Str attire quand la minuterie ferme son contact hebdomadaire. Sr est excité et la charge poussée commence. Celle-ci dure jusqu'à ce que la minuterie ouvre son contact et que Str relâche ou jusqu'à ce que le relais-voltmètre Weston ferme son contact H et excite Mr. Le relais Mr se maintient par le contact de la minuterie jusqu'à ce que celui-ci s'ouvre.

En cas de besoin, la charge poussée peut aussi être amorcée en tout temps à la main. A cet effet, on actionne la clé STS, ce qui excite le relais Str. Quand la tension de la batterie a atteint la valeur fixée au relais Weston, Mr attire et se maintient sur la clé

Lampe STL eingeschaltet. Der Schlüssel ist hierauf wieder normal zu stellen.

Alarm. Mit Ausnahme des Ladealarms, bei Betätigung des Schlüssels STS, können die Alarme in der bisher ausgeführten Weise in ein Hauptamt übertragen werden. Der Stromkreis enthält den bekannten Sicherungsalarm, gebildet durch Relais Far und Lampe FAL.

Versagt die Schweb- oder die Starkladung aus irgendeinem Grunde, so wird Relais Ar erregt und es werden die Lampen LAL eingeschaltet. Dieses Relais bleibt so lange angezogen, bis entweder durch eine Ladung der Batterie Relais Spr erregt oder aber Schlüssel AAS betätigt wird.

Die Lampe MVL und der zugehörige Alarm werden eingeschaltet, wenn Str über die linksseitige Wicklung von Wr erregt wird, d. h. wenn die Batteriespannung einen gewissen Tiefpunkt erreicht hat.

Die Lampe CAL wird nach der Betätigung von Relais F und dem Abfall von Relais G eingeschaltet, wenn sich bei der Einschaltung der Gegenzellen Verzögerungen ergeben sollten. Relais G ist zu diesem Zwecke mit Hilfe des parallelgeschalteten Kondensators langsam abfallverzögernd.

Relais Abr überträgt in bisher ausgeführter Weise einen Alarm auf den allgemeinen Alarmstromkreis, eine ungenügende Sammelschienenspannung vorausgesetzt.

Bei Versagen des Netzes fällt Relais Nr ab und die Lampe MFL wird eingeschaltet.

Bei Ausfall einer Phase entsteht am Nullpunkt der drei sterngeschalteten Kondensatoren ein Strom, welcher über einen kleinen Transformator und den Nulleiter zurückgeführt wird. Sekundärseitig wird der Strom gleichgerichtet und dem Relais Phr zugeleitet. Relais Phr spricht an und betätigt den Phasenalarm, d. h. die Lampe MFL wird eingeschaltet. Bei Ausfall einer Phase oder aller drei Phasen wird der Stromkreis des Relais Msr geöffnet und durch Abfall des Schützes CAT2 der Gleichrichter vom Netz abgetrennt.

c) *Verstärkerämter.* Mit der Vermehrung der Verstärkerämter stieg auch der Stromverbrauch. Da der Platz für die Aufstellung der erforderlichen Batterien oft fehlte, wurde eine Lösung getroffen mit direkter Speisung (ohne Batterie) aus den Kraftnetzen, und zwar hauptsächlich für den Heizstrom der Verstärkeröhren. Die Batterien der Wähler- und Fernämter werden nur im Notfall, d. h. beim Versagen des Starkstromnetzes, herangezogen. Diese Lösung ist ohne weiteres möglich, weil die Umschaltung von Netz- auf Batteriespeisung automatisch und sehr rasch erfolgt und am Verstärker kaum bemerkbar ist. Zur genauen Einhaltung der erforderlichen Spannung wurde zuerst ein Kohlenplattenregler (Pintschregler) verwendet, der eine Regulierung in sehr engen Grenzen ermöglicht. Die Spannungsschwankungen dürfen nämlich nicht grösser als $\pm 0,2$ V. sein bei Netzspannungsschwankungen bis zu $\pm 10\%$ und Lastschwankungen zwischen ein Viertel und Vollast. Wie aus Figur 18 ersichtlich, hat die Primärseite des an das Drehstromnetz angeschlossenen Transformators fünf Anzapfungen, die mit einem handbedienten Schalter wählbar sind, um bei konstanten Unter- oder Ueberspannungen des Netzes (über 10%) oder

STS. Les relais Spr et Ar1 sont excités, l'alarme est actionnée et la lampe STL est mise en circuit. La clé peut alors être remise dans sa position normale.

Alarme. A l'exception de l'alarme de charge donnée au moyen de la clé STS, les alarmes peuvent être transmises à un central principal de la manière employée jusqu'ici. Le circuit est équipé du dispositif de sécurité connu formé par le relais Far et la lampe FAL.

Si, pour une raison quelconque, la charge flottante ou la charge poussée ont une panne, le relais Ar s'excite et connecte les lampes LAL. Ce relais reste attiré jusqu'à ce que le relais Spr soit excité par une charge de la batterie ou qu'on actionne la clé AAS.

La lampe MVL et son dispositif d'alarme sont connectés quand Str est excité par l'enroulement gauche de Wr, c'est-à-dire quand la tension de la batterie a atteint un certain niveau inférieur.

Quand il se produit un retard dans l'intercalation des éléments de force contre-électromotrice, la lampe CAL est connectée dès que le relais F attire et que le relais G relâche. A cet effet, un condensateur relié en parallèle transforme le relais G en relais à relâchement différé.

Le relais Abr transmet une alarme de la manière usuelle sur le circuit général d'alarme, lorsque la tension à la barre collectrice est insuffisante.

En cas de panne du secteur, le relais Nr relâche et la lampe MFL est intercalée.

En cas de panne d'une phase, un courant est engendré au point neutre des trois condensateurs en étoile, courant qui est ramené au point de départ par un petit transformateur et le conducteur neutre. Du côté secondaire, le courant est redressé et conduit au relais Phr. Le relais Phr attire et actionne l'alarme de phase, autrement dit, la lampe MFL est intercalée. En cas de panne d'une phase ou des trois phases, le circuit du relais Msr s'ouvre et le commutateur CAT2, en relâchant, déconnecte le redresseur du secteur.

c) *Stations de répéteurs.* A mesure que les stations de répéteurs se multiplient, la consommation du courant augmente. Comme la place manque souvent pour monter des batteries, on a recours à l'alimentation directe (sans batterie) tirée du secteur, en particulier pour le chauffage des lampes amplificatrices. Les batteries des centraux de sélecteurs et des centraux interurbains ne sont mises à contribution qu'en cas de besoin, c'est-à-dire quand le courant du secteur manque. Ce procédé peut être appliqué sans autre du fait que le passage de l'alimentation par le secteur à l'alimentation par batteries se fait automatiquement et très rapidement sans qu'on le remarque dans l'amplificateur. Pour conserver exactement la tension voulue, on eut recours tout d'abord à un régulateur à disques de charbon (régulateur Pintsch), qui permet d'obtenir un réglage très fin. Les fluctuations de tension ne doivent pas dépasser $\pm 0,2$ V pour des fluctuations de tension de secteur allant jusqu'à $\pm 10\%$ et des fluctuations de charge variant entre le quart et la pleine charge. La fig. 18 montre que le côté primaire du transformateur raccordé au secteur triphasé possède cinq prises, qu'on peut intercaler à volonté au moyen d'un commutateur manuel pour rétablir l'équilibre en cas de sous-tension ou de surtension constante du secteur (plus

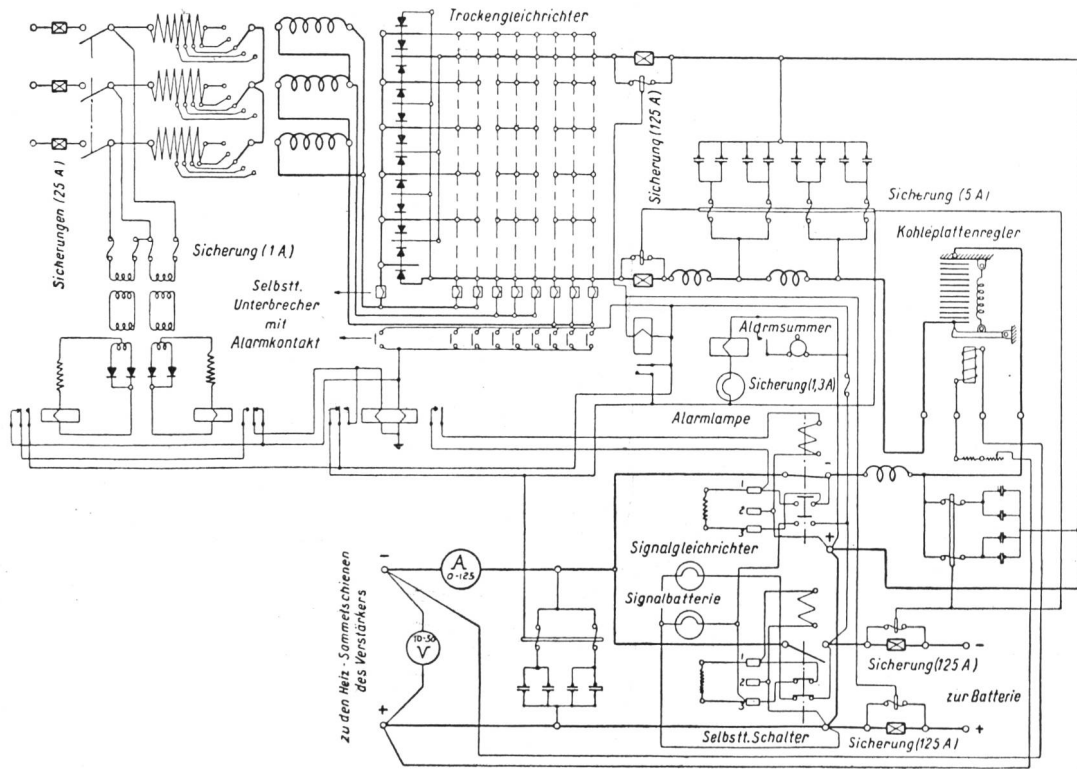


Fig. 18. Gleichrichter mit Kohlenplattenregler für Verstärkerämter.
Redresseur avec régulateur à disque de charbon pour stations de répéteurs.

für einen merklichen Anstieg des innern Widerstandes infolge Alterung der Gleichrichterelemente einen Ausgleich zu ermöglichen.

Für die Gleichrichtergeräte wurde die Grätz'sche Drehstromschaltung benützt. Unmittelbar hinter dem Gleichrichter liegt ein Filter zur Herabsetzung der Störspannung auf die zulässige Grenze.

Der Wirkungsgrad eines Gleichrichters mit Kohlenplattenregler ist in Figur 19 graphisch dargestellt, und zwar mit und ohne Spannungsregler bei verschiedenen Netzspannungen und Verbrauchsbelastungen. Der Wirkungsgrad mit Kohlenplattenregler liegt zwischen 43 und 60%, je nach Netzspannung und Verbrauchsstrom. Es liegt auf der Hand, dass

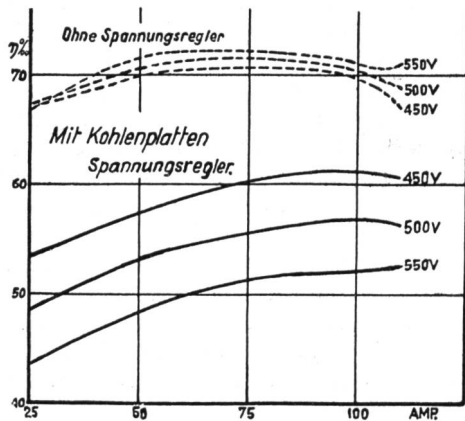


Fig. 19. Wirkungsgrad eines Selengleichrichters 500 V/24 V, 100 A, ohne und mit Kohlenplattenregler.
Rendement d'un redresseur au sélénium 500 V/24 V, 100 A, avec et sans régulateur à disque de charbon.

de 10%) ou quand le vieillissement des éléments du redresseur provoque une augmentation sensible de la résistance intérieure.

Pour le redresseur, on a choisi le montage Graetz triphasé. Immédiatement derrière le redresseur se trouve un filtre destiné à réduire la tension perturbatrice à un niveau supportable.

La fig. 19 représente graphiquement le rendement, avec et sans régulateur de tension, d'un redresseur avec régulateur à disques de charbon, pour différentes tensions de secteur et différentes charges. Le rendement d'un redresseur avec régulateur à disques de charbon est de 43 à 60%, suivant la tension du secteur et le courant de consommation. Il est évident que quand la tension du secteur augmente, le rendement diminue du fait que le régulateur à disques de charbon doit supprimer la surtension.

Cette façon de régulariser la tension donne, en général, un rendement à peine supérieur à celui obtenu par l'emploi d'une batterie chargée au moyen d'un groupe convertisseur. C'est pourquoi, dans les redresseurs modernes, on ne régularise plus la tension au moyen d'un régulateur à disque de charbon, mais au moyen d'un régulateur d'induction. Un redresseur de ce genre, pour centraux téléphoniques automatiques, est décrit ci-après. Il a un rendement supérieur de 15 à 20% à celui d'un redresseur avec régulateur à disque de charbon.

d) Centraux urbains automatiques. Pour décharger les installations d'énergie dans les grands centraux, par exemple lors d'extensions, on peut se servir avec avantage d'un redresseur auxiliaire raccordé directement aux barres collectrices des coupe-circuit de groupes. Cette manière de faire fut appliquée pour

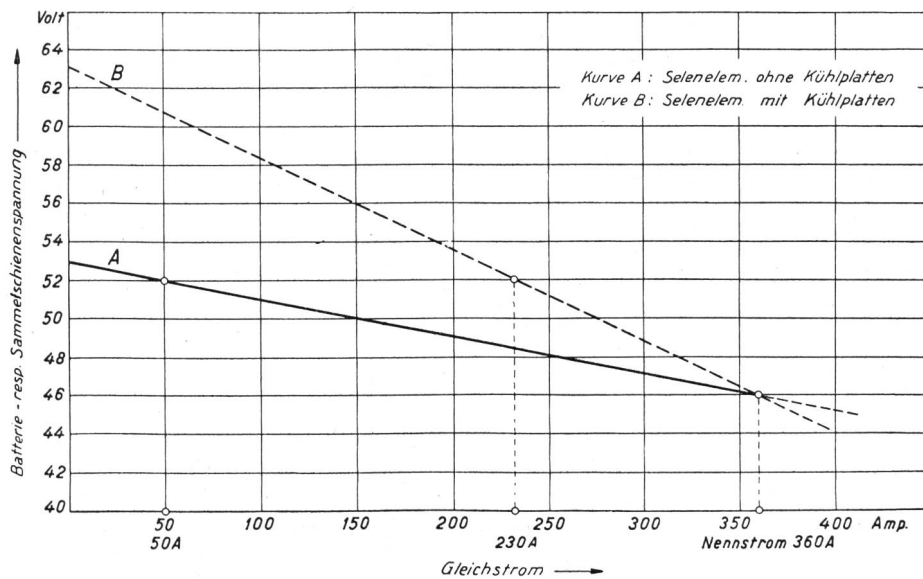


Fig. 20. Belastungskennlinie eines Gleichrichters für 500 V/48 V, 360 A.
Caractéristique de charge d'un redresseur pour 500 V/48 V, 360 A.

bei einer erhöhten Netzspannung der Wirkungsgrad schlechter wird, da der Kohlenplattenregler die Ueberspannung vernichten muss.

Mit dieser Art Spannungsregelung ist der Wirkungsgrad im allgemeinen nicht sehr hoch, kaum wesentlich höher als bei Verwendung einer Batterie mit Ladung mittels Umformergruppe. Aus diesem Grunde wird bei den Gleichrichtern neuerer Ausführung die Regelung der Spannung nicht mehr mit einem Kohlenplattenregler, sondern mit einem *Induktionsregler* ausgeführt. Ein Gleichrichter dieser Gattung für automatische Aemter ist hiernach beschrieben. Er hat einen 15—20% höheren Wirkungsgrad als derjenige mit Kohlenplattenregler.

d) *Automatische Ortsämter*. Zur Entlastung bestehender Stromlieferungsanlagen in grossen Aemtern, beispielsweise in Verbindung mit Erweiterungen, kann die Zuschaltung eines Hilfsgleichrichters mit direktem Anschluss an die Sammelschienen der Gruppensicherungen gute Dienste leisten. Eine solche Lösung wurde in Basel bei der Erweiterung der Ortsämter auf eine Kapazität von 30 000 Teilnehmeranschlüssen zum ersten Mal getroffen. Durch diese Lösung konnte die Erweiterung der bereits vollbelasteten Maschinenanlage und Sammelkabel zwischen Maschinen- bzw. Batterieraum und Verteilerschienen in den Aemtern vermieden werden.

Die Erzeugung von Gleichstrom unter Zwischenschaltung einer Batterie ergibt einen verhältnismässig ungünstigen Gesamt-Wirkungsgrad, namentlich deshalb, weil der Leistungswirkungsgrad der Batterie nur zirka 75% beträgt. Unter Einschluss der Motor-Generatorengruppe beträgt der Gesamt-Wirkungsgrad im allgemeinen nur etwa 57%, gemessen zwischen den Klemmen des Drehstromnetzes und den Gleichstrom-Sammelschienen.

Der Wirkungsgrad eines gut gebauten Selen-Gleichrichters beträgt etwa 75% bei Vollast. Mit abnehmender Belastung verbessert sich diese Gütezahl eher noch etwas, um bei $\frac{1}{2}$ -Last das Maximum von ungefähr 77% zu erreichen.

la première fois à Bâle lors de l'extension des centraux urbains à une capacité de 30 000 abonnés. Elle permet d'éviter une extension coûteuse des machines déjà surchargées et des câbles collecteurs entre la station d'énergie au sous-sol et les lames de distribution dans les centraux.

L'emploi d'une batterie intermédiaire pour la production de courant continu donne un rendement total relativement peu favorable du fait que le rendement de la batterie n'est que d'environ 75%. En tenant compte encore du groupe convertisseur moteur-générateur, le rendement total, mesuré entre les bornes du secteur à courant triphasé et les barres collectrices du courant continu n'est, en général, que d'environ 57%.

Le rendement d'un bon redresseur au sélénium est par contre d'environ 75% en pleine charge. Quand la charge diminue, le rendement s'améliore encore quelque peu pour atteindre avec la demi-charge le maximum d'environ 77%.

On utilisa un redresseur au sélénium pour la fourniture d'un courant maximum de 360 ampères sous une tension de 48 volts, composé de cellules normales, pouvant être raccordé directement au secteur triphasé de 500 volts et présentant les caractéristiques de charge indiquées à la fig. 20.

Les calculs comparatifs sur le rendement économique de l'exploitation avec un tel redresseur auxiliaire alimenté directement ou avec le système actuel, c'est-à-dire la charge des batteries pendant les heures où le courant fort est fourni au bas tarif de 4,4 centimes le kWh, en été de 12 h. à 13 h. 30 et de 18 h. 30 à 6 h. 30 (du 1^{er} avril au 31 octobre), de 5 centimes le kWh, en hiver de 12 h. à 13 h. 30 et de 21 h. à 6 h. 30 (du 1^{er} novembre au 31 mars) et de 7 centimes le kWh le reste du temps, ont donné les résultats suivants:

Quand on utilise des groupes convertisseurs en relation avec les batteries, la consommation du courant du secteur peut se répartir de manière que $\frac{7}{8}$ environ tombent dans les heures à bas tarif et $\frac{1}{8}$ seulement

Angeschlossen wurde ein Selentrockengleichrichter für die maximale Abgabe von 360 Amp. bei 48 Volt, mit Ventilen in Normalausführung für den Anschluss an das Drehstromnetz 500 Volt und einer Belastungskennlinie gemäss Figur 20.

Die Berechnungen über die Wirtschaftlichkeit des Betriebes, unter Verwendung eines Hilfsgleichrichters mit direkter Speisung, gegenüber dem jetzigen System, d. h. Ladung der Batterien während der Niedertarifstunden des Starkstromes zu 4,4 Rappen/kWh im Sommer von 12.00—13.30 und 18.30—6.30 Uhr (1. April bis 31. Oktober) und 5 Rappen/kWh im Winter von 12.00—13.30 und 21.00—6.30 Uhr (1. November bis 31. März) und 7 Rappen/kWh während der übrigen Zeit, haben zu folgendem Ergebnis geführt:

Bei Verwendung von Umformergruppen in Verbindung mit Batterien kann der Stromkonsum aus dem Starkstromnetz so eingeteilt werden, dass etwa sieben Achtel in die Niedertarif- und nur ein Achtel in die Hochtarifstunden fallen. Mit einem Wirkungsgrad von 87,5% für den Motor und 87% für den Generator, d. h. durchschnittlich $\frac{87,0 \times 87,5}{100} = 76\%$

für die Umformergruppe und 75% für die Batterie, betragen die Betriebskosten per 1000 Ah an den Sammelschienen der Batterie ungefähr Fr. 5.20.

Bei Verwendung eines Hilfsgleichrichters mit ununterbrochener Anschaltung wird das Verhältnis der Betriebsstunden Hoch/Niedertarif selbstverständlich verschoben, weil der Gleichrichter mit Rücksicht auf die vorhandene Schaltung der Batterie-Gegenzellen normalerweise keinen Strom in die Batterie abgeben darf und somit seinen Maximalstrom in den Hauptverkehrsstunden abgeben muss, d. h. auch in den Hochtarifstunden des Starkstromes. Mit dem Gleichrichter werden deshalb ungefähr drei Viertel des Drehstromes während der Hochtarif- und nur ein Viertel während der Niedertarifstunden bezogen. Bei einem mittleren Wirkungsgrad von 75% für den Gleichrichter beträgt dadurch der mittlere Preis pro 1000 Ah, abgegeben an den Sammelschienen des Verbrauchers, etwa Fr. 4.20. Der Ansatz pro 1000 Ah ist also mit der Umformergruppe/Batterie ungefähr 25% höher als bei direkter Gleichrichter-Speisung. Dieser Prozentsatz wird in Zukunft eher noch etwas grösser, indem mit zunehmendem Strombedarf der Zusatzstrom bei Maschinen-Batteriespeisung ohne Hilfsgleichrichter ausschliesslich während der Hochtarifperiode gedeckt werden müsste, weil die Niedertarifstunden bereits voll belegt sind.

Im Jahre 1940 haben die Stromkosten für die Ladung der Batterien rund Fr. 14 000.— betragen. Gemäss den aufgestellten Berechnungen hätten diese Kosten bei gemischtem Betrieb mit Hilfs-Gleichrichter nur rund Fr. 11 500.— erreicht, so dass mit dieser neuen Lösung in Zukunft eine jährliche Einsparung von über Fr. 2500.— möglich sein wird. Dabei sind die erzielten Einsparungen für Speisleitungen sowie für den kleineren Unterhalt der Stromlieferungsanlage und hauptsächlich diejenigen für den geringeren Verschleiss der Batterien nicht eingerechnet. Diese dürften im vorliegenden Falle

dans les heures à haut tarif. Avec un rendement de 87,5% pour le moteur et 87% pour le générateur, c'est-à-dire en moyenne $\frac{87,0 \times 87,5}{100} = 76\%$ pour le

groupe convertisseur et 75% pour la batterie, les frais d'exploitation pour 1000 Ah aux barres collectrices de la batterie atteignent alors environ fr. 5.20.

Lorsqu'on emploie un redresseur auxiliaire intercalé en permanence, le rapport des heures haut tarif/ bas tarif se trouve naturellement décalé parce que le redresseur, du fait de la connexion des éléments de force contreélectromotrice de la batterie, n'ose pas, normalement, donner du courant en retour à la batterie, mais doit fournir son courant maximum pendant les heures de fort trafic, c'est-à-dire aussi pendant les heures où le courant fort est facturé au haut tarif. C'est pourquoi, avec le redresseur, les $\frac{3}{4}$ environ du courant triphasé sont consommés pendant les heures de haut tarif et $\frac{1}{4}$ seulement pendant les heures de bas tarif. Avec un rendement moyen de 75% pour le redresseur, le prix moyen de 1000 Ah aux barres collectrices de l'appareil consommateur de courant est de fr. 4.20. Le prix par 1000 Ah est donc de 25% environ plus élevé avec l'alimentation par la combinaison groupe convertisseur/batterie qu'avec l'alimentation directe par un redresseur. Cette différence augmentera encore probablement à l'avenir, du fait que, lorsque les besoins en courant augmenteront, ces besoins ne pourront être couverts par l'alimentation au moyen de machines et de batteries sans redresseur auxiliaire que pendant la période de haut tarif exclusivement, les heures de bas tarif étant déjà entièrement utilisées.

En 1940, les frais de courant pour la charge des batteries se sont élevés à Bâle, en chiffre rond, à 14 000 fr. L'exploitation mixte avec redresseur auxiliaire n'aurait coûté approximativement que 11 500 francs, de sorte que ce nouveau système permettra à l'avenir de faire une économie de courant dépassant 2500 fr. par an. Cela sans tenir compte des économies qui pourront être réalisées sur l'établissement des lignes d'alimentation et l'entretien périodique des installations d'énergie ni celles que représente la minime usure des batteries. Celles-ci peuvent être évaluées par année à 1500—2000 fr. de sorte que l'économie totale annuelle est en réalité de 4000—4500 fr. Il n'a pas été tenu compte, intentionnellement, du prix d'achat du nouveau redresseur dans le calcul du fait que, par suite de l'acquisition de nouveaux groupes transformateurs, l'installation d'énergie aurait dû, de toute façon, être complétée.

Le raccordement de ce redresseur auxiliaire pour 48 V et 360 A, dont le montage est décrit ci-dessous, se fait d'après le principe représenté à la fig. 21.

Redresseur pour 48 volts et 360 ampères.

a) *Généralités.* Le montage de ce redresseur est représenté à la fig. 22. Ses principales parties sont:

- 1^o Le commutateur principal CA60 pour courant triphasé 500 volts.
- 2^o Le régulateur d'induction J114 pour 500/±80 volts avec servo-moteur.
- 3^o Les trois bobines limiteuses T57/38.

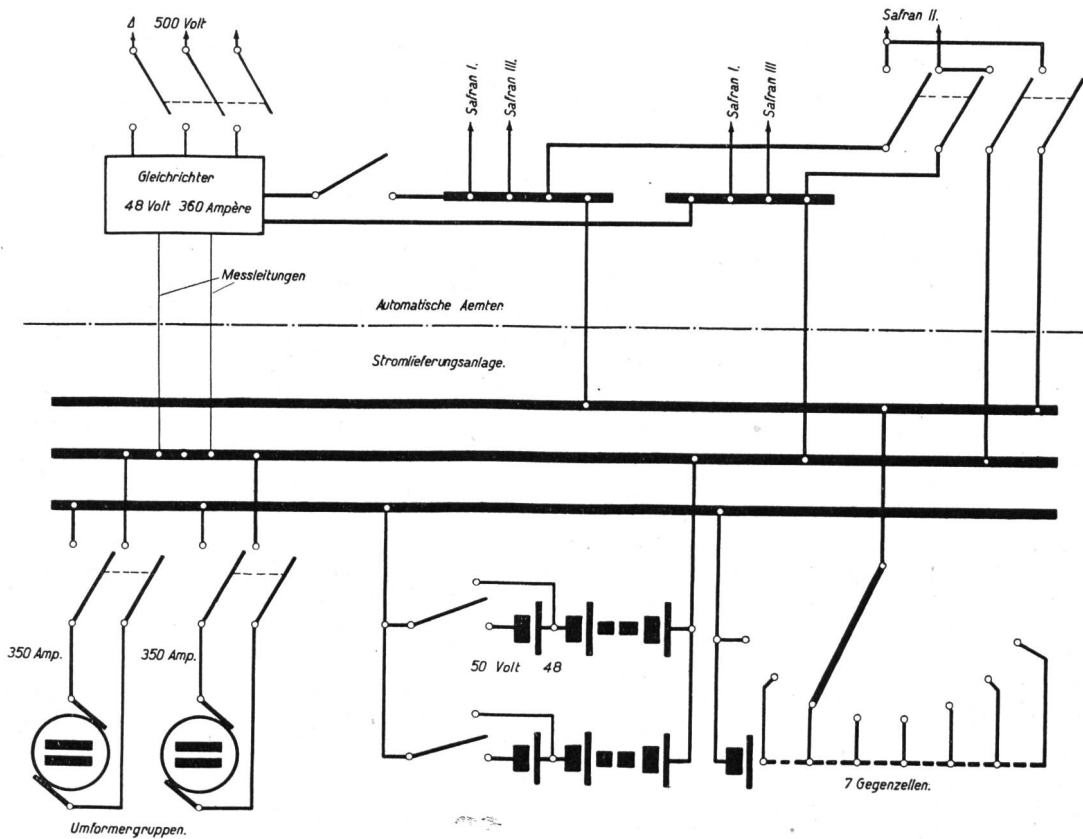


Fig. 21. Anschluss des Speisegrossgleichrichters für die automatische Aemter in Basel.
Raccordement du grand redresseur d'alimentation pour les centraux automatiques de Bâle.

Fr. 1500.— bis 2000.— pro Jahr ausmachen, so dass die totale jährliche Einsparung Fr. 4000.— bis 4500.— beträgt. Die Anschaffungskosten des neuen Gleichrichters sind absichtlich nicht in diese Vergleichsberechnung einbezogen worden, weil die Stromlieferungsanlage infolge Anschaffung neuer Umformergruppen ohnehin hätte erweitert werden müssen.

Der Anschluss dieses Hilfsgleichrichters für 48 Volt und 360 Amp., dessen Schaltung hiernach beschrieben wird, erfolgt nach dem in Figur 21 dargestellten Prinzip.

Der Gross-Gleichrichter für 48 Volt und 360 Amp.

a) *Allgemeines.* Die Schaltung dieses Gleichrichters ist in der Figur 22 dargestellt. Die hauptsächlichsten Bestandteile sind:

1. Der Hauptschalter CA 60 für Drehstrom 500 Volt.
2. Der Induktionsregler J 114 für 500 ± 80 Volt mit Servomotor und Transformator.
3. Die drei Begrenzungsdrosseln T 57/38.
4. Das Schaltschütz C.A.T. 60 mit Schalter A.
5. Der Transformator T 25/III 420—580 Volt/42—45 V.
6. Die Selen-Gleichrichterzellen in Grätz'scher Schaltung.
7. Die Filtereinheiten D 9/I.
8. Das Ampère- und das Voltmeter.
9. Der Regulier- und Steuerstromkreis mit Schalter B und Schlüssel C.
10. Die verschiedenen Alarmstromkreise mit den entsprechenden Signallampen.

- 4° Le relais de commutation CAT60 avec commutateur A.
- 5° Le transformateur T25/III 420—580 volts/42—45 volts.
- 6° Le redresseur au sélénium en montage Graetz.
- 7° Les filtres D9/I.
- 8° L'ampèremètre et le voltmètre.
- 9° Le circuit de réglage et de commande avec le commutateur B et la clé C.
- 10° Les divers circuits d'alarme avec les lampes de signalisation correspondantes.

Les appareils sont montés sur trois unités: les appareils à courant fort sur l'unité I, les appareils à courant faible sur les unités II et III.

Le réglage du courant redressé pour les barres collectrices des centraux urbains automatiques se fait à la main au moyen de la clé C ou automatiquement par le circuit de réglage et de commande quand le commutateur B est placé sur „ein“.

Quand on règle à la main, on peut fixer à volonté l'intensité du courant donné aux barres collectrices. Si ce courant dépasse la quantité nécessaire pour l'exploitation, le surplus s'écoule vers la barre collectrice de l'installation d'énergie au sous-sol, où il sert à alimenter d'autres consommateurs de courant ou à charger la batterie. Dans ce dernier cas, les éléments de force contre-électromotrice doivent être déconnectés.

Par contre, le réglage automatique permet, grâce au régulateur d'induction, d'adapter le courant aux barres collectrices selon les besoins du moment.

Pour éviter les surcharges des cellules de redresseurs au sélénium, chaque phase de la ligne d'amenée

Diese Apparate sind auf drei Einheiten montiert, und zwar die Starkstromapparate auf Einheit I, die Schwachstromapparate auf den Einheiten II und III.

Die Einstellung des gleichgerichteten Stromes für die Sammelschiene der automatischen Ortsämter erfolgt von Hand durch Betätigung des Schlüssels C, oder automatisch durch den Regulier- und Steuerstromkreis, wenn der Schalter B auf „Ein“ geschaltet ist.

Bei der Einstellung von Hand kann der Wert des an die Sammelschiene abgegebenen Stromes beliebig gross eingestellt werden. Uebersteigt die eingestellte Stromstärke den an dieser Sammelschiene durch den Betrieb erforderlichen Stromverbrauch, so fliesst der Ueberschuss nach der Sammelschiene der Stromlieferungsanlage im Keller zurück und dient dort zur Speisung anderer angeschlossener Verbraucher oder zur Ladung der Batterie. Im letztern Fall müssen jedoch die Gegenzellen ausgeschaltet sein.

Die automatische Einstellung erlaubt dagegen, durch entsprechende Steuerung des Induktionsreglers, den Strom an den Verbrauchssammelschienen dem augenblicklichen Bedarf anzupassen.

Zur Verhütung von Ueberlastungen der Selengleichrichterzellen ist in jede Phase der 500-Volt-Drehstromzuleitung eine Begrenzungsdrossel (T 57/38-III) eingebaut. Diese drei Begrenzungsdrosseln sind normalerweise, d. h. bei eingeschaltetem Drehstrom 500 Volt, durch die Messer des Schaltschützes CAT 60 überbrückt, weil die Schaltspule des Schützes Strom vom 500/220 Volt-Transformator erhält. Das Schaltschütz wird durch den Unterbruch der Schaltspule mittelst des Schalters A oder durch Auslösen des Kontaktes T durch die Thermostaten infolge Ueberlastung ausgelöst.

Zur Kontrolle der herrschenden Strom-Spannungsverhältnisse dient das Relais Br, das über den 220/50 V Transformator und 4 Gleichrichterelemente in Grätzsaltung betätigt wird. Ist das Schaltschütz CAF 60 in seiner die Begrenzungsdrosseln einschaltenden Ruhestellung, so wird das Relais Br über die Ruhekontakte dieses Schützes betätigt, wodurch die Alarmlampe BGL brennt. Je nachdem die Hand- oder die automatische Steuerung eingeschaltet ist (Schalter B „aus“ oder „ein“), wird beim Einschalten der Begrenzungsdrosseln durch das abgefallene Schaltschütz der Strom auf die Hälfte reduziert oder der Induktionsregler zurück reguliert, derart, dass der Gleichrichter keinen Strom mehr abgibt. Beim ausgeschalteten B-Schalter werden nur die Begrenzungsdrosseln in den Drehstromleitern durch Abfallen des Schaltschützes eingeschaltet; der Induktionsregler wird jedoch nicht betätigt. Ist dagegen die automatische Steuerung in Betrieb mit Schalter B auf „ein“, so wird durch Anziehen des Relais Br Relais Bir stromlos und schliesst mit dem Rückkontakt Schalter B über Schlüssel C, Erde, Rückkontakt Bir, Endkontakt W des Induktionsreglers, Relais Wr und Batterie den Stromkreis für das Relais Wr. Dadurch erhält der Servomotor des Induktionsreglers Strom und dreht den Regler zurück, bis der obere Ruhekontakt unterbrochen wird.

Als weitem Schutz gegen allfällige Ueberlastungen sind auf der Gleichstromseite der Selenelemente im plus- und minus-Draht ebenfalls Thermostaten ein-

du courant triphasé de 500 volts est équipée d'une bobine limiteuse (T57/38-III).

Normalement, c'est-à-dire quand le courant triphasé de 500 volts est enclenché, les trois bobines limiteuses sont pontées par les contacts à couteau du commutateur CAT60 du fait que la bobine commutatrice du relais reçoit le courant du transformateur 500/220 volts. Lorsque la bobine commutatrice est interrompue au moyen du commutateur A ou lorsque les thermostats ouvrent les contacts T par suite de surcharge, le commutateur relâche.

Le relais Br, qui est actionné par le transformateur 220/50 V et 4 cellules redresseuses en montage Graetz, sert à contrôler le courant et la tension. Quand le commutateur CAT60 est dans sa position de repos, où il intercale les bobines limiteuses, le relais Br est actionné par le contact de repos de ce commutateur, et la lampe d'alarme BGL s'allume. L'intercalation des bobines limiteuses par le commutateur relâché a pour effet, suivant que la commande est faite à la main ou automatiquement (commutateur B sur „aus“ ou „ein“), de réduire le courant de moitié ou de modifier le réglage du régulateur d'induction de façon que le redresseur ne donne plus de courant. Quand le commutateur B est hors circuit, le relais de commutation, en relâchant, n'intercale sur les conducteurs de courant triphasé que les bobines limiteuses; le régulateur d'induction n'est pas actionné. Par contre, si la commande automatique est en service avec le commutateur B placé sur „ein“, le relais Br attire et coupe le courant du relais Bir qui, par son contact de repos ferme, pour le relais Wr, le circuit suivant: Terre commutateur B, clé C, contact de repos W du régulateur d'induction, relais Wr et batterie. Ainsi, le servo-moteur du régulateur d'induction reçoit du courant et recule le régulateur jusqu'à ce que le contact de repos supérieur soit interrompu.

Comme protection supplémentaire contre les surcharges éventuelles, on a également intercalé des thermostats sur les fils positif et négatif côté courant continu du redresseur au sélénium. Si le courant redressé dépasse la limite supérieure de charge des éléments de sélénium de telle façon qu'il en résulte pour ces éléments une température intolérable, les thermostats ouvrent leurs contacts, ce qui a simultanément pour effet de faire relâcher le relais Elr, dont les contacts de repos font fonctionner l'alarme ELL.

En cas de panne d'une des phases du courant triphasé, l'alarme est provoquée par le courant qui passe par le point neutre des trois condensateurs couplés en étoile et est ramené au conducteur neutre à travers un petit transformateur. Du côté secondaire, le courant est redressé et conduit au relais Phr, dont le contact de travail actionne la lampe PL. En cas de panne du secteur, le relais Nr, qui se trouve normalement sous tension, relâche et la lampe NL s'allume.

Le servo-moteur du régulateur d'induction est raccordé au transformateur 500/220 V par les relais de commande Wr et Mr, qui sont contrôlés par le circuit de commande. Suivant quel relais de commande attire, le moteur est actionné en avant ou en arrière du fait que deux phases sont inversées. Quand le re-

gebaut. Uebersteigt der gleichgerichtete Strom die Höchstbelastungsgrenze der Senelemente, so dass eine unzulässige Temperatur für dieselben eintreten könnte, so lösen die Thermostaten ihre Kontakte aus, wodurch auch das Relais E1r abfällt. Durch die Ruhekontakte dieses Relais wird der Alarm ELL ausgelöst.

Bei Ausfall einer Phase des Drehstromnetzes wird der Alarm durch den im Nullpunkt der drei sterngeschalteten Kondensatoren fließenden und über einen kleinen Transformator zum Nulleiter zurückgeführten Strom ausgelöst. Sekundärseitig wird der Strom gleichgerichtet und dem Relais Phr zugeleitet. Ueber den Arbeitskontakt wird Lampe PL betätigt. Beim Versagen des Drehstromnetzes wird das normalerweise unter Strom stehende Relais Nr abfallen und die Lampe NL zum Leuchten bringen.

Der Servomotor des Induktionsreglers ist mittels der Steuerrelais Wr und Mr, die vom Steuerstromkreis aus kontrolliert werden, an den 500/220V-Transformator angeschlossen. Durch Anziehen des entsprechenden Steuerrelais wird der Motor vorwärts oder rückwärts betätigt, indem zwei Phasen vertauscht werden. Beim Ansprechen des Relais Mr legt der Induktionstransformator mehr Spannung und beim Ansprechen des Relais Wr weniger Spannung an den Haupttransformator. Der Induktionsregler ist nun derart gebaut, dass er die für die gewünschte minimale und maximale Stromabgabe auf der Gleichstromseite erforderlichen Spannungsänderungen herstellt, wobei zur Einhaltung dieser vorbestimmten Spannungsänderungen der Weg des Induktionsreglers, bzw. dessen Endstellungen, durch je einen Endkontakt begrenzt ist. Die Endkontakte unterbrechen den Stromkreis für das zugehörige Steuerrelais, welches bei minimaler oder maximaler Stellung den Stromkreis für Relais Rr schliesst. Durch Anziehen des Relais Rr wird die Alarmlampe RGL als Zeichen für die Endstellungen des Induktionsreglers zum Leuchten gebracht.

b) *Der Regulier- und Steuerstromkreis.* Dieser Stromkreis kann von Hand mit dem Schlüssel C oder automatisch durch entsprechendes Arbeiten der polarisierten Relais Mir und Mar betätigt werden. Diese beiden Relais haben den von den Sammelschienen der Stromlieferungsanlage im Keller abgegebenen Strom zu kontrollieren. Dazu werden zwei Messleitungen verwendet, über welche der Spannungsunterschied zwischen den Sammelschienen in der Stromlieferungsanlage im Keller und demjenigen in den automatischen Ortsämtern, d. h. der Spannungsabfall in den Leitern, festgestellt werden kann.

Bei beiden Steuerungen ist die Schaltung derart, dass der Servomotor den Induktionsregler nur schrittweise antreibt. Zu diesem Zwecke ist auf die Relais Mr und Wr je ein Hilfskontakt aufgebaut, der sich beim Ansprechen dieser Relais schliesst und über Erde das Relais Mir oder Wir betätigt. Durch die Relais Mir oder Wir wird über den Ruhekontakt der Steuerstromkreis für die Relais Mr oder Wr unterbrochen, so dass diese abfallen und den Strom für den Servomotor wieder ausschalten. Dieses Spiel wiederholt sich bis nach beendeter Steuerung.

1. *Handsteuerung.* Durch Betätigen des Schlüssels „C“ kann der Gleichrichter beliebig für die Ab-

lais Mr attire, le transformateur d'induction augmente la tension pour le transformateur principal; quand c'est le relais Wr, il la diminue. Le régulateur d'induction est construit de telle manière qu'il provoque les modifications de tension nécessaires pour fournir le courant minimum et maximum voulu côté courant continu. Pour maintenir ces modifications de tension dans les limites désirées, la course du régulateur est limitée aux deux extrémités par un contact de fin. Ces contacts coupent le circuit du relais de commande qui, dans la position maximale ou minimale, ferme le circuit pour le relais Rr. En attirant, le relais Rr allume la lampe d'alarme RGL, qui indique que le régulateur d'induction a atteint l'extrémité de sa course.

b) *Le circuit de réglage et de commande.* Ce circuit peut être actionné à la main au moyen de la clé C ou automatiquement par les relais polarisés Mir et Mar. Ces deux relais sont chargés de contrôler le courant débité par les barres collectrices de l'installation d'énergie établie au sous-sol. On utilise à cet effet deux circuits de mesure qui permettent de déterminer la différence de tension existant entre les barres collectrices de l'installation d'énergie établie au sous-sol et celles des centraux urbains automatiques, c'est-à-dire la chute de tension dans les conducteurs.

Pour les deux commandes, le couplage est tel que le servo-moteur ne fait marcher le régulateur d'induction que pas à pas. A cet effet, chacun des relais Mr et Wr est équipé d'un contact auxiliaire qui se ferme quand ces relais attirent et actionne par la terre les relais Mir et Wir. En attirant, les relais Mir ou Wir interrompent, par le contact de repos, le circuit de commande des relais Mr ou Wr, de sorte que ces relais relâchent et interrompent de nouveau le courant pour le servo-moteur. Ce jeu se répète jusqu'à la fin de la commande.

1° *Commande manuelle.* Au moyen de la clé C, on peut régler le redresseur à volonté pour qu'il donne „plus“ ou „moins“ de courant. Avant de faire une commande manuelle, il convient de placer le commutateur B sur „aus“ sinon, à peine la commande manuelle terminée, la différence de tension existant entre les deux barres collectrices provoque immédiatement un nouveau réglage automatique du courant qui adapte le courant réglé à la main aux conditions réelles d'exploitation.

Normalement, le relais Bir est constamment attiré par le contact de repos de Br et maintient le relais Ur attiré par la terre du commutateur B placé sur „ein“ ou par la terre d'une des positions de la clé C, le contact de travail de Bir, le contact de repos de Wir et de Mir, la résistance 1000 Ω , l'enroulement du relais et la batterie. Quand on place la clé C sur la position „M“ (davantage de courant), un circuit à la terre s'établit par la clé C, le contact de travail Ur, le contact de repos de Wir et le contact de fin M du servo-moteur; le relais Mr attire, ce qui fait tourner pas à pas, de la manière décrite, le régulateur d'induction servant à augmenter la tension, d'où il résulte que le redresseur donne davantage de courant. Par contre, si l'on place la clé sur la position „W“ (moins de courant), la terre de la clé C excite le relais Wr par le circuit: contact de travail du relais Ur, contact de repos de Mir, contact de

gabe von „mehr“ oder „weniger“ Strom eingestellt werden. Vorgängig einer Handsteuerung empfiehlt es sich jedoch, den Schalter „B“ auf „Aus“ zu stellen, ansonst nach erfolgter Handsteuerung, wegen des zwischen den beiden Sammelschienen herrschenden Spannungsunterschiedes, sofort wieder eine automatische Regelung des Stromes eintritt, wodurch der von Hand eingestellte Strom nach dem wirklichen Betriebsverhältnis richtiggestellt würde.

Im Normalzustand ist das Relais Bir über den Rückkontakt von Br konstant angezogen und hält, über Erde von Schalter B auf „Ein“ oder einer Stellung von Schlüssel C, Arbeitskontakt von Bir, Ruhekontakt von Wir und von Mir, 1000 Ohm-Widerstand, Relais-Wicklung und Batterie das Relais Ur angezogen. Beim Betätigen des Schlüssels C auf Stellung M (mehr Strom) wird die Erde über den Schlüssel C, Arbeitskontakt Ur, Rückkontakt von Wir, Endkontakt M des Servomotors geleitet und das Relais Mr zum Anziehen gebracht, wodurch auf die vorstehend beschriebene Art der Induktionsregler schrittweise für die Erhöhung der Spannung gedreht wird und demzufolge der Gleichrichter mehr Strom abgibt. Wird der Schlüssel C dagegen auf die Stellung „W“ (weniger Strom) gebracht, so wird die Erde des Schlüssels C über Arbeitskontakt des Relais Ur, Rückkontakt von Mir, Endkontakt W des Servomotors das Relais Wr erregen. Letzteres steuert durch Umkehren zweier Phasen den Servomotor des Induktionsreglers schrittweise in umgekehrter Richtung, d. h. für weniger Spannung, so dass der Gleichrichter auch weniger Strom abgibt.

Es ist somit möglich, durch entsprechende Betätigung des Schlüssels „C“ die Stromabgabe des Gleichrichters von Hand nach Belieben von 0 bis auf das Maximum einzustellen. Diese Möglichkeit erlaubt, die Leistung des Gleichrichters nicht nur nach den zwischen den beiden Sammelschienen herrschenden Spannungsverhältnissen einzustellen, sondern auch nach anderen im Betrieb vorkommenden Bedarfzuständen zu verwenden.

2. *Automatische Steuerung.* Die automatische Steuerung wird durch Einschalten des Schalters B (Stellung „Ein“) in Betrieb gesetzt und steht unter der Kontrolle der beiden polarisierten Relais Mir und Mar. Diese beiden Relais sind, wie bereits erwähnt, mittelst separater Messleitungen zwischen der Plus-Sammelschiene der Stromlieferungsanlage im Keller und derjenigen der Wählerämter im III. Stock angeschlossen. Das Relais Mir, das als Minimum-Relais arbeitet, ist konstant angezogen solange eine Spannungsdifferenz grösser als 20 Millivolt zwischen unterer und oberer Sammelschiene besteht; es fällt ab, sobald diese Differenz kleiner, d. h. wenn weniger Strom als 20—25 Ampère von der Stromlieferungsanlage im Keller geliefert wird. Das Relais Mar, das als Maximum-Relais arbeitet, spricht dagegen an, sobald die Spannungsdifferenz zwischen beiden Schienen mehr als 20—25 Millivolt beträgt, d. h. wenn der Stromfluss aus der Stromlieferungsanlage im Keller mehr als 20—25 Ampère beträgt. Der Gleichrichter wird somit automatisch derart eingestellt, dass die Stromlieferungsanlage im Keller konstant 20—25 Ampère abgibt, während der übrige Strombedarf vom Gleichrichter selbst geliefert wird,

fin W du servo-moteur, relais Wr. Le relais Wr, en renversant deux phases, actionne pas à pas le servo-moteur du régulateur d'induction en direction inverse, c'est-à-dire pour avoir moins de tension, de sorte que le redresseur donne aussi moins de courant.

Il est donc possible, au moyen de la clé C, de régler à volonté, à la main, le débit de courant du redresseur de zéro au maximum et par conséquent de régler le rendement du redresseur non seulement d'après les tensions des deux barres collectrices, mais aussi suivant d'autres besoins qui peuvent se présenter dans l'exploitation.

2. *Commande automatique.* La commande automatique est provoquée par l'enclenchement du commutateur B (position „ein“). Elle est contrôlée par les deux relais polarisés Mir et Mar. Ces deux relais, comme nous l'avons vu, sont raccordés par des fils de mesure spéciaux à la barre collectrice positive de l'installation d'énergie établie au sous-sol et à la barre collectrice des centraux de sélecteurs établis au troisième étage. Le relais Mir, qui fonctionne comme relais à minimum, est constamment attiré aussi longtemps que la différence de tension entre la barre collectrice supérieure et la barre inférieure dépasse 20 millivolts; il relâche dès que cette différence diminue, c'est-à-dire dès que l'installation d'énergie établie au sous-sol fournit moins de 20—25 ampères de courant. Par contre, le relais Mar, qui fonctionne comme relais à maximum, attire dès que la différence de tension entre les deux barres dépasse 20—25 millivolts, c'est-à-dire dès que l'installation d'énergie établie au sous-sol fournit plus de 20—25 ampères. Le redresseur est donc réglé automatiquement de telle façon que l'installation d'énergie établie au sous-sol donne constamment 20—25 ampères, tandis que le reste du courant nécessaire est fourni par le redresseur même, du fait qu'une commande appropriée du régulateur d'induction en augmente ou diminue le débit suivant les besoins.

Comme les deux relais de commande doivent être réglés très fin et que la pression des contacts n'est que de 2 grammes environ, chacun d'eux a été pourvu d'un enroulement supplémentaire qui est mis brièvement sous courant quand le contact se ferme, ce qui augmente le champ magnétique du relais et assure ainsi un bon contact. Le courant supplémentaire passant par ces enroulements est interrompu quand les relais Ihr ou Ahr attirent. Pour rendre plus sensible encore le relais Mar, on l'excite préalablement au moyen d'un courant d'environ 6,5 mA à travers des résistances réglables et le contact de repos du relais Ier. Cette excitation préalable cesse également quand les relais Ahr et Ier attirent, de sorte que le relais Mar relâche sûrement.

Dès que la consommation de courant pour les centraux automatiques dépasse 20 ampères, le relais Mar attire et le relais Ahr est également excité. La terre du commutateur B placé sur „ein“ fait attirer le relais Mr par le circuit: clé C, contact de travail du relais Bir, contact de travail de Ihr, contact de travail de Ahr, clé C, contact de travail de Ur, contact de repos du relais Wir et contact de fin M du servo-moteur; le servo-moteur règle, de la manière indiquée, le régulateur d'induction sur plus de tension, de sorte que le redresseur donne davan-

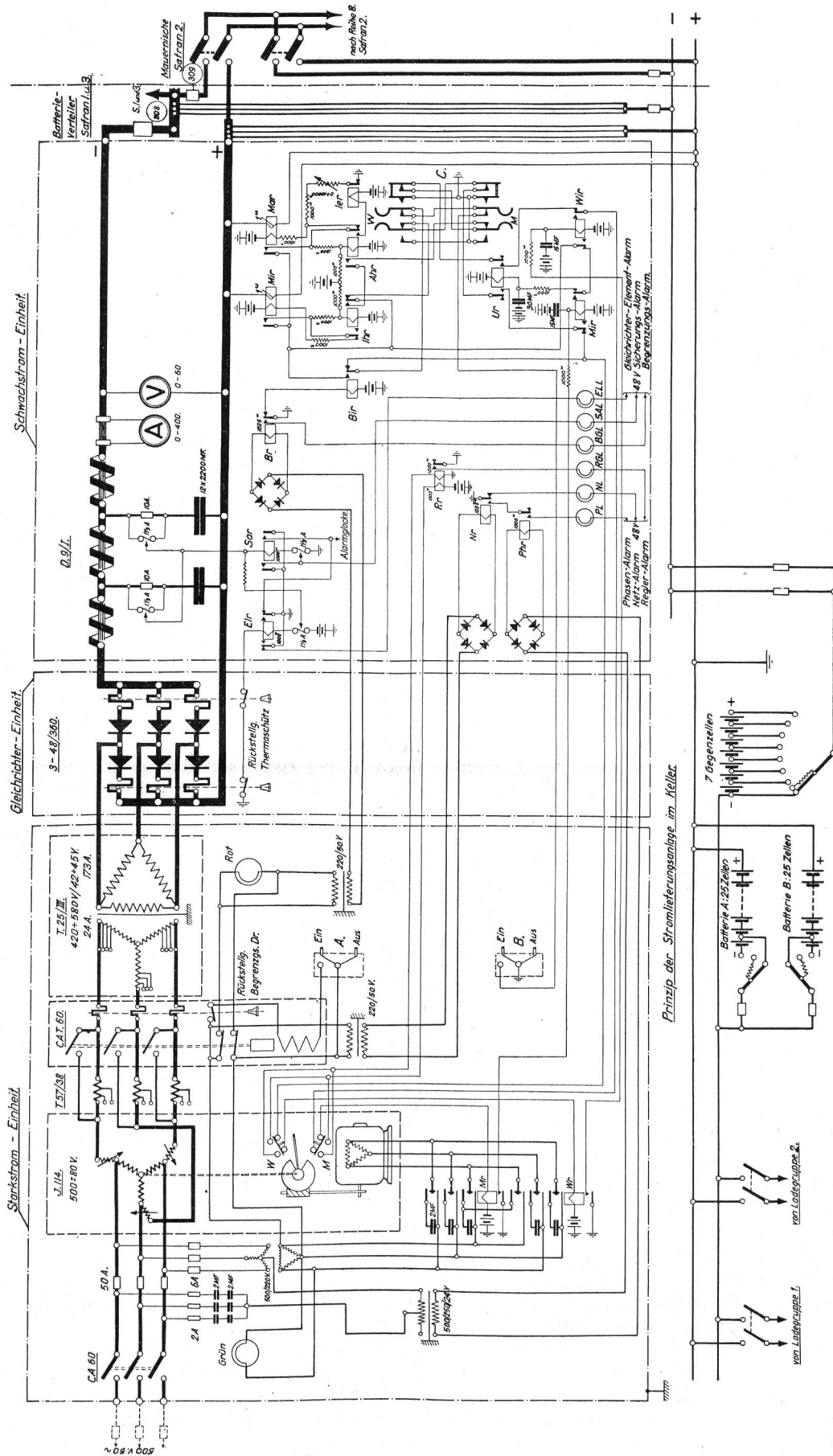


Fig. 22. Speisegleichrichter 48 V, 360 A. für Parallelschaltung mit Batterie und automatischer Regelung des Stromes. Redresseur d'alimentation 48 V. 360 A. pour montage en parallèle avec la batterie et réglage automatique du courant.

← Starkstromerde oder Netznulppunkt.
← Schwachstromerde.

indem durch entsprechende Steuerung des Induktionsreglers die Stromabgabe vergrößert oder verkleinert wird.

Da die beiden Steuerrelais sehr empfindlich eingestellt werden müssen und der Kontaktdruck nur etwa 2 Gramm beträgt, sind sie mit je einer Hilfswicklung versehen, die beide beim Schliessen des Kontaktes kurz unter Strom gesetzt werden, wodurch das magnetische Feld des Relais erhöht und für einen sichern Kontaktdruck gesorgt wird. Der erhöhte Stromfluss durch diese Wicklungen wird durch Ansprechen der Relais Ihr oder Ahr wieder unterbrochen. Um das Relais Mar noch empfindlicher zu gestalten, wird es durch einen Stromfluss von ungefähr 6,5 mA über einstellbare Widerstände und den Rückkontakt von Relais Ier noch vorerregt. Diese Vorerregung wird durch das Ansprechen der Relais Ahr und Ier ebenfalls abgeschaltet, so dass das Relais Mar sicher abfällt.

Sobald der Strombedarf für die automatischen Aemter über 20 Ampère steigt, spricht Relais Mar an, wodurch Relais Ahr ebenfalls erregt wird. Die Erde des Schalters B „Ein“, über Schlüssel C, Arbeitskontakt Relais Bir, Arbeitskontakt von Ihr, Arbeitskontakt von Ahr, Schlüssel C, Arbeitskontakt Ur, Ruhekontakt Relais Wir, Endkontakt M des Servomotors bringt das Relais Mr zum Ansprechen, wodurch der Servomotor den Induktionsregler in der beschriebenen Weise auf Mehrspannung einstellt, so dass der Gleichrichter mehr Strom abgibt. Der Induktionsregler wird nachreguliert, bis der Strombedarf der automatischen Aemter bis auf den Rest von 20—25 Ampère gedeckt ist, d. h. bis Mar wieder abfällt. Geht der Strombedarf dagegen zurück, so fällt Relais Mir ab, weil der Spannungsabfall in den Leitern unter 20 Millivolt sinkt.

Beim Abfallen des Relais Mir fällt Relais Ihr ebenfalls ab, wodurch die Erde des Schalters B auf „Ein“ über Schlüssel C, Arbeitskontakt des Relais Bir, Rückkontakt des Relais Ihr über Schlüssel C, Arbeitskontakt Relais Ur, Rückkontakt Relais Mir, Endkontakt W des Servomotors das Relais Wr betätigt. Dadurch wird die Spannung des Induktionsreglers auf die schon beschriebene Weise zurückreguliert, bis der Gleichrichter weniger Strom abgibt, d. h. bis der Stromfluss aus der Stromlieferungsanlage wieder 20 Ampère beträgt und das Relais Mir wegen der entsprechenden Spannungsdifferenz zwischen den beiden Sammelschienen wieder ansprechen kann. Relais Ihr wird wieder erregt und die eingeleitete Steuerung unterbrochen.

Der Gleichrichter kann sich den vorhandenen Betriebsverhältnissen stets anpassen und die Stromabgabe in den vorgesehenen Grenzen von 0—360 Ampère automatisch einstellen, selbstverständlich unter Einhaltung der für die automatischen Aemter zulässigen Spannungsschwankungen von zirka 47,5 bis 49,5 Volt, wie aus Figur 23 ersichtlich ist. Der Gleichrichter arbeitet parallel mit den beiden Batterien A und B von je 25 Elementen der Stromlieferungsanlage. Für den Parallelbetrieb wird jedoch die Batteriespannung durch Wegnahme einer Zelle auf 48 Volt herabgesetzt (siehe Fig. 22). Mit der Einrichtung solcher Hilfsgleichrichter können die Stromlieferungsanlagen wirksam entlastet wer-

tage de courant. Le régulateur d'induction est réglé de manière que la consommation de courant des centraux automatiques soit couverte jusqu'à un reste de 20—25 ampères, c'est-à-dire jusqu'à ce que Mar relâche de nouveau. Par contre, si la consommation de courant diminue, le relais Mir relâche du fait que la chute de tension dans les conducteurs est alors inférieure à 20 millivolts.

Quand le relais Mir relâche, le relais Ihr en fait autant et la terre du commutateur B placé sur „ein“ actionne le relais Wr par le circuit: clé C, contact de travail du relais Bir, contact de repos du relais Ihr, par la clé C, contact de travail du relais Ur, contact de repos du relais Mir, contact de fin W du servomoteur, relais Wr ce qui a pour effet de régler la tension du régulateur d'induction de la manière déjà décrite, pour que le redresseur donne moins de courant, c'est-à-dire jusqu'à ce que le courant fourni par l'installation d'énergie atteigne de nouveau 20 ampères et que le relais Mir attire de nouveau par suite de la différence de tension qui en résulte entre les deux barres collectrices. Le relais Ihr est de nouveau excité et la commande interrompue.

Le redresseur peut toujours s'adapter aux nécessités du service et régler automatiquement le débit de courant dans les limites prévues de 0 à 360 ampères, bien entendu en observant les fluctuations de tension de 47,5—49,5 volts environ tolérées pour les centraux automatiques, ainsi qu'il ressort de la fig. 23. Le redresseur travaille en parallèle avec les deux batteries A et B de 25 éléments chacune composant l'installation d'énergie. Cependant, pour l'exploitation en parallèle, la tension de la batterie est abaissée à 48 volts par la suppression d'un élément (voir fig. 22). L'emploi de redresseurs auxiliaires de ce genre permet de soulager efficacement les installations d'énergie. Comme le redresseur a un encombrement très réduit par rapport à son rendement et qu'il travaille silencieusement, on peut le placer directement dans les salles de sélecteurs, c'est-à-dire à proximité immédiate des appareils consommateurs. Voir fig. 24 et 25.

c) *Propriétés techniques.* Le redresseur accuse les caractéristiques suivantes:

Côté primaire: courant triphasé 500 volts, 50 périodes; puissance installée, environ 24 kW.

Côté courant continu: courant continu filtré, 48 volts, 360 ampères. Le courant est redressé par des cellules de sélénium de 112 mm de diamètre, *sans ailettes de refroidissement.*

La fig. 26 représente graphiquement la courbe du rendement et le $\cos \varphi$ en fonction du courant de charge. La courbe de rendement légèrement tracée (Standard Telephon & Radio A.-G.) indique les résultats des mesures faites en fabrique, tandis que la courbe plus épaisse montre les résultats trouvés dans l'exploitation par les organes des PTT. La différence provient de la diversité des batteries de mesure employées.

Avec une charge dépassant 100 ampères, le facteur de puissance $\cos \varphi$ dépasse 0,8. Il est probable que le redresseur accusera rarement ou seulement pendant une courte durée une charge inférieure à 100 ampères.

La tension psophométrique et parasite engendrée dans la barre collectrice par l'harmonique supérieur

den. Da der erforderliche Platzbedarf für die Aufstellung im Verhältnis zur Leistung gering ist und der Gleichrichter geräuschlos arbeitet, kann er direkt in den Wählersälen, d. h. in unmittelbarer Nähe des Verbrauchers, aufgestellt werden. Siehe Figur 24 und 25.

c) *Technische Eigenschaften.* Der Gleichrichter weist folgende Daten auf:

Primär: 500 Volt Drehstrom 50 Per.

Anschlussleistung zirka 24 kW.

Gleichstromseite: 48 Volt 360 Ampères gefilterten Gleichstrom. Die Gleichrichtung erfolgt mit Selenelementen von 112 mm Durchmesser ohne Kühlscheiben.

In Figur 26 ist der Verlauf des Wirkungsgrades und des $\cos \varphi$ in Funktion des Belastungsstromes graphisch dargestellt. Die schwach ausgezogene Kurve (Standard Telephon, Zürich) für den Wirkungsgrad entspricht den Messresultaten in der Fabrik, während die stark ausgezogene Linie die im Betrieb durch die Organe der PTT gefundenen Werte darstellt. Die Differenz ist auf die Verschiedenheit der verwendeten Messbatterien zurückzuführen.

Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist bei Belastungen über 100 Amp. über 0,8. Eine Belastung unter 100 Amp. wird der Gleichrichter voraussichtlich selten oder nur für kurze Zeit aufweisen.

Die Geräusch- und Fremdspannung, die durch die Oberwelle des gleichgerichteten und gefilterten Stromes an der Sammelschiene erzeugt wird, ist gering, weil der Gleichrichter in normalem Betriebszustand parallel mit einer oder zwei Akkumulatorenbatterien von je 2300 Ah arbeitet.

	Geräuschsp. n. CCIF	Fremdsp.
Batterie ohne Gleichrichter	5 m V	10 m V
Batterie mit Gleichrichter	6 m V	12 m V

Die Temperatur der Selenelemente erreichte nach zweistündigem Vollastbetrieb nur 32° C, was für die Lebensdauer der Selenelemente sehr günstig ist.

Wie aus Figur 22 ersichtlich ist, erfolgt die Transformierung der Primärspannung von 500 Volt auf 48 Volt in einer Stufe, d. h. ohne Vortransformator, was den heutigen Installationsvorschriften B 191 nicht entspricht. Bei der Konstruktion des Transformators wurden jedoch die Primär- und die Sekundärspulen durch Bakelitscheiben von einander getrennt, die die vorgeschriebene Durchschlagsspannung von 2000 Volt durchaus garantieren. Ferner würde durch die Erdung des Eisenkerns und des ganzen Gestells der Durchschlag einer Phase der Primärwicklung sofort einen Kurzschluss auf dem Drehstromnetz zur Folge haben, ohne dass die Starkstromspannung in den Gleichstromteil gelangen könnte.

Gross-Trockengleichrichter für die direkte Speisung von wichtigen automatischen Aemtern wurden in Basel zum ersten Mal angewendet, nachdem

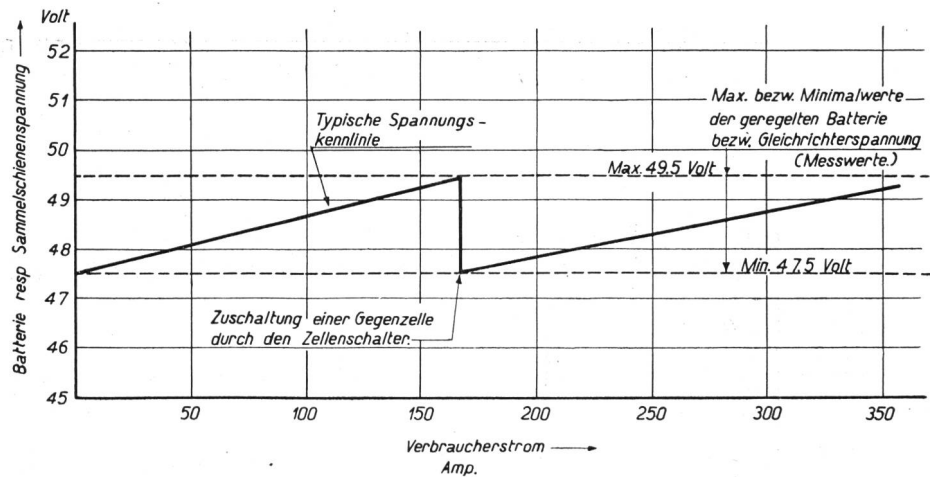


Fig. 23. Typische Spannungs-kennlinie zu Speisegleichrichter 48 V. 360 A. Courbe typique de tension avec le redresseur d'alimentation 48 V. 360 A.

du courant redressé et filtré est minime du fait qu'en état d'exploitation normale, le redresseur travaille en parallèle avec une ou deux batteries d'accumulateurs de 2300 Ah chacune.

	Tension psophométrique suivant le CCIF	Tension parasite
Batterie sans redresseur	5 mV	10 mV
Batterie avec redresseur	6 mV	12 mV

Après deux heures de service en pleine charge, la température des éléments de sélénium n'atteignait que 32° C, ce qui est très favorable pour leur durée de vie.

La fig. 22 montre que la tension primaire est transformée directement de 500 à 48 volts sans l'aide d'un transformateur d'entrée, ce qui ne répond pas aux prescriptions sur les installations intérieures B 191. Cependant, on en a tenu compte pour la construction du transformateur en séparant la bobine primaire de la bobine secondaire par des disques de bakélite, qui garantissent absolument la rigidité diélectrique prescrite. D'autre part, du fait que le noyau de fer et tout le bâti sont mis à la terre, le passage à la terre d'une phase de l'enroulement primaire provoquerait immédiatement un court-circuit sur le secteur de courant triphasé, sans que la tension du courant fort puisse parvenir dans la partie courant faible de l'installation.

Les grands redresseurs secs pour l'alimentation directe d'importants centraux automatiques ont été employés à Bâle pour la première fois après qu'ils eurent fait leurs preuves pour les installations d'abonnés et les centraux ruraux. Le redresseur est encore raccordé en parallèle à la batterie, parce que, en cas de panne subite du secteur, l'alimentation des centraux automatiques doit être assurée de toute façon, sinon toutes les conversations en cours sont coupées et les communications doivent être établies à nouveau. Le redresseur ne pourrait être employé sans batterie que si le secteur pouvait être remplacé sans qu'il y ait aucune interruption de courant.

Pour les raisons que nous avons déjà exposées, l'emploi de grands redresseurs auxiliaires a cependant l'avantage de simplifier considérablement la

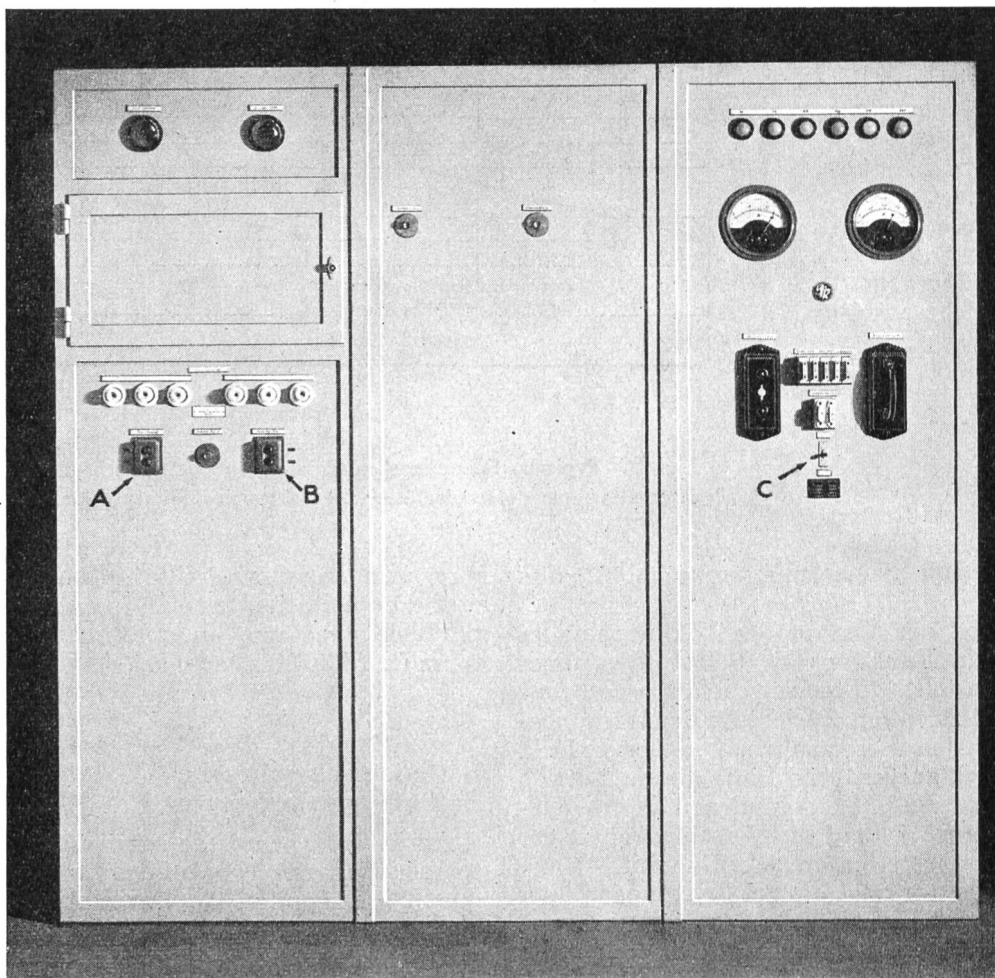


Fig. 24. Vorderansicht des Gleichrichters 48 V. 360 A.
Redresseur 48 V. 360 A. vu de face.

der Anfang bei Teilnehmeranlagen und automatischen Landzentralen gemacht worden war. Der Gleichrichter wird noch parallel zur Batterie geschaltet, weil bei plötzlichem Versagen des Starkstromnetzes die Speisung der automatischen Aemter unter keinen Umständen unterbrochen werden darf, ansonst sämtliche bestehenden Verbindungen unterbrochen würden und neu aufgebaut werden müssten. Die Verwendung des Gleichrichters ohne Batterie wäre nur möglich, wenn das Drehstromnetz ohne jeglichen Unterbruch ersetzt werden könnte.

Die Verwendung von Gross-Hilfsgleichrichtern parallel zur Batterie bringt jedoch aus den bereits erwähnten Gründen eine bedeutende Vereinfachung der Stromlieferung mit sich. Ganz besonders erwähnt sei der geringe Platzbedarf (siehe Fig. 24 und 25) gegenüber demjenigen einer Batterie mit entsprechender Kapazität. Solche Gleichrichter lassen sich auch leicht überall anschalten.

Schlussbetrachtung.

Der vorliegende Aufsatz gibt lediglich einen Querschnitt durch die Anwendung des Selen-Gleichrichters im Zusammenhang mit Fernsprechanlagen. Die rasche Verbreitung, welche dieser Gleichrichter fast in allen Gebieten der Elektrotechnik gefunden hat,

fourniture d'énergie et de réduire les frais d'environ 30%. Ces redresseurs sont en particulier d'un encombrement très réduit (voir fig. 24 et 25) comparé à celui d'une batterie de même capacité et l'on peut facilement les brancher partout.

Conclusions.

Les lignes qui précèdent ne donnent qu'un léger aperçu des possibilités d'emploi du redresseur au sélénium dans les installations téléphoniques. La grande faveur dont il jouit dans presque tous les domaines de l'électro-technique est due surtout aux avantages électriques et mécaniques qu'il présente.

Avantages électriques. Le redresseur au sélénium permet de faire un couplage excessivement simple qui, en fait, se résume dans les éléments classiques: transformateur, redresseur et filtre. Si les schémas de circuits qui illustrent nos exemples contiennent encore d'autres éléments, c'est qu'il faut tenir compte d'autres besoins, comme le contrôle automatique, qui ne concernent en rien le redresseur au sélénium. Le rendement du redresseur au sélénium, dans les limites des tensions entrant en considération pour l'emploi de cet appareil, est meilleur que celui de n'importe



Fig. 25. Rückansicht des Gleichrichters 48 V. 360 A.
Redresseur 48 V. 360 A. vu de dos.

ist zur Hauptsache auf seine elektrischen und mechanischen Vorzüge zurückzuführen.

Elektrische Vorzüge. Der Selen-Gleichrichter ermöglicht eine ausserordentliche einfache Schaltung, die sich in der Tat nur auf die klassischen Elemente: Transformator, Gleichrichter und Siebkette beschränkt. Wenn die Stromkreisschemata, die den in diesem Aufsatz erwähnten Beispielen zugrunde liegen, noch andere Elemente enthalten, so ist dies durch Umstände wie automatische Ueberwachung und Anpassung bedingt, welche mit dem Selen-Gleichrichter an und für sich nichts zu tun haben. Der Wirkungsgrad des Selen-Gleichrichters ist innerhalb der für dessen Anwendung in Betracht fallenden Spannungsgrenzen besser als derjenige irgendeines

quel autre système de convertisseurs de sorte que, lors de l'établissement de projets de nouvelles installations, les raisons économiques déjà parlent en sa faveur. Il faut considérer en outre, au point de vue économique, qu'il est d'un maniement extraordinairement simple, que sa durée de vie est pratiquement illimitée et que son entretien est absolument nul, qualités qui sont très appréciables. Son fonctionnement est remarquablement stable du fait que, dans des conditions de travail normales, il souffre à peine des variations de température et que certaines mesures spéciales le rendent insensible aux influences climatiques. Enfin, un autre avantage électrique, c'est qu'il est absolument exempt de toute perturbation radiophonique.

anderen Umformersystems, so dass bei der Projektierung von Neuanlagen schon wirtschaftliche Gründe für den Selen-Gleichrichter sprechen. In wirtschaftlicher Hinsicht sind des fernern die ausserordentlich einfache Handhabung, die praktisch unbegrenzte Lebensdauer und der Wegfall jeglichen Aufwandes für Unterhalt Eigenschaften, die zu berücksichtigen sind. Der Betrieb mit Selen-Gleichrichtern ist bemerkenswert stabil, weil innerhalb der üblichen Arbeitsgrenzen eine Temperaturabhängigkeit kaum besteht und der Gleichrichter dank besonderen Vorkehrungen gegen klimatische Einflüsse unempfindlich ist. Schliesslich liegt noch ein weiterer elektrischer Vorteil in der absoluten Radiostörfreiheit solcher Gleichrichter.

Mechanische Vorzüge. Das Selen - Gleichrichter - Element beansprucht wenig Platz. Gleichrichter-Apparaturen, welche auf der Basis von Selen-Elementen gebaut sind, zeichnen sich deshalb durch gedrängte und übersichtliche Anordnung aus. Solche Apparaturen sind überdies gegen Erschütterungen und Stösse unempfindlich, weshalb sich der Selen-Gleichrichter auch für fahrbare Anlagen vorzüglich eignet. Die Praxis macht denn auch von diesen trefflichen Eigenschaften ausgiebigen Gebrauch. Die rein statische Arbeitsweise, ohne jeglichen beweglichen Teil, verbunden mit den bereits erwähnten mechanischen Eigenschaften, macht jegliche Wartung überflüssig. Praktisch beschränkt sich der Unterhalt beim Gleichrichtergerät auf die für die automatische Steuerung vorhandenen Hilfsapparaturen wie Schütze und Relais. Bei guter Fertigung dieser Teile sind jedoch auch hier die Unterhaltskosten gering.

Der Selen-Gleichrichter ist somit die ideale Stromversorgungseinrichtung der Zukunft für unbewachte Anlagen. Namentlich in verzweigten Netzgruppen mit oft weit auseinanderliegenden Aemtern, wo unter Umständen der Unterhalt eine bedeutende Rolle spielt, tritt diese Eigenschaft des Selen-Gleichrichters nützlich in Erscheinung.

Die mit dem beschriebenen Gross-Gleichrichter für 48 V. 360 Amp. gemachten Erfahrungen haben praktisch bewiesen, dass sich solche Apparate für die Speisung von grossen Zentralen technisch und wirtschaftlich mit Vorteil verwenden lassen.

Gleichrichter für Basel - Safran I u. III 48 V. 360 Amp.

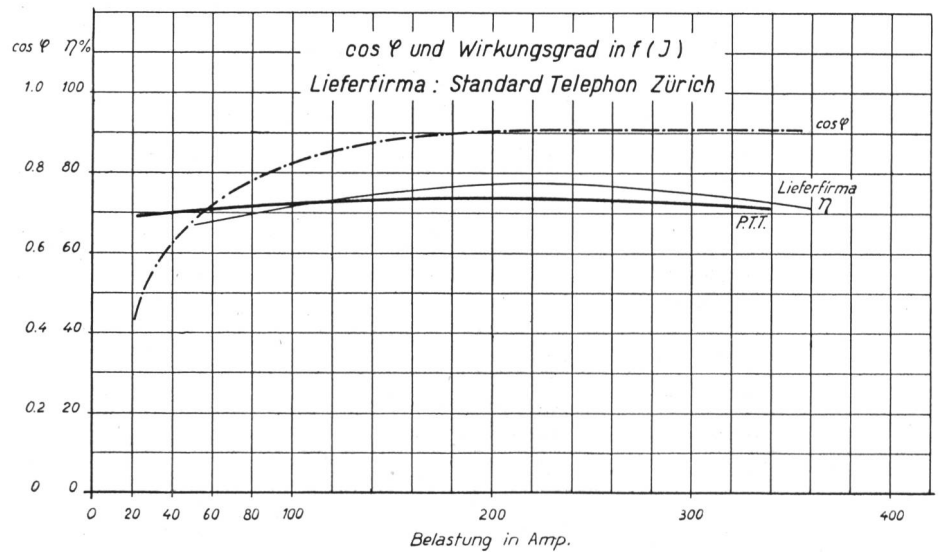


Fig. 26. Graphische Darstellung des Wirkungsgrades und Leistungsfaktors in Funktion des Belastungsstromes. Rendement et facteur de puissance en fonction du courant de charge.

Avantages mécaniques. L'élément de redresseur au sélénium n'exige que très peu de place. Par conséquent, les redresseurs formés de cellules au sélénium se distinguent par leur disposition ramassée et pratique. Ils sont en outre insensibles aux secousses et aux chocs et conviennent particulièrement pour les installations mobiles. En pratique, on fait un large usage de ces remarquables propriétés. Son fonctionnement purement statique, sans l'aide de parties mobiles quelconques, joint aux propriétés mécaniques déjà décrites, rend toute surveillance superflue. Pratiquement, dans les installations de redresseurs, seuls les appareils auxiliaires, tels que les relais de commutation et autres nécessaires à la commande automatique, exigent un entretien, dont les frais sont d'ailleurs minimes si ces appareils sont de bonne qualité.

Le redresseur au sélénium est donc le distributeur d'énergie idéal de l'avenir pour les installations non surveillées. Ses qualités seront particulièrement appréciées dans les groupes de réseaux très ramifiés où les centraux sont souvent éloignés les uns des autres et où, suivant les circonstances, l'entretien joue un rôle important.

Les expériences faites avec le grand redresseur pour 48 volts, 360 ampères, ont prouvé pratiquement que ces appareils présentent de grands avantages techniques et économiques même pour l'alimentation des centraux importants.