

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 36 (1945)
Heft: 11

Artikel: Ein neuer Gleichrichter für hohe Spannungen
Autor: Imhof, Alfr.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060224>

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: 03.04.2026

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

REDAKTION:

Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Zürich 8, Seefeldstrasse 301

ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telefon 25 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXVI. Jahrgang

N^o 11

Mittwoch, 30. Mai 1945

Ein neuer Gleichrichter für hohe Spannungen

Von Alfr. Imhof, Zürich

621.314.622

Der mechanische Micafil-Seriegleichrichter, der erstmals im Brown-Boveri-Hochspannungslaboratorium zur Aufstellung kam, wird beschrieben. Der Apparat vermag Spannungen bis etwa 2,8 MV zu sperren (Sperrspannung = Transformator-Scheitelspannung + Gleichspannung), so dass unter Berücksichtigung des Spannungsabfalles Gleichspannungen bis 1,2 MV erzeugt werden können, oder mit zwei Apparaten in Verdopplungsschaltung 2,4 MV. Die Belastbarkeit beträgt etwa 20 mA. Der Gleichrichter enthält 17 Nadeln, die synchron zur Wechselfspannung so rotieren, dass sie im Augenblick des einen Scheitelwertes der gleichzurichtenden Spannung mit kurzer Ueberschlagstrecke in einer Geraden stehen, während sie im Augenblick des anderen Scheitelwertes senkrecht zur vorhergehenden Lage stehen und so den Stromdurchgang sperren. Zwischen zwei Nadeln liegt somit $\frac{1}{16}$ der Sperrspannung. Die Nadelpotentiale sind elektrostatisch gesteuert und die Nadeln mit ihrem Treibwerk statisch gegen Erde geschirmt. Beim Bau des Apparates waren interessante konstruktive Probleme zu lösen, auf die näher eingegangen wird. Die Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen der Ausführbarkeit werden beschrieben.

Description du redresseur Micafil à aiguilles multiples, dont le premier spécimen est installé au laboratoire d'essais à haute tension de la S. A. Brown, Boveri & Cie. Cet appareil est capable de bloquer des tensions allant jusqu'à 2,8 MV (tension de blocage = valeur de crête de la tension du transformateur + tension continue). En tenant compte des chutes de tension, il est possible de réaliser une tension continue allant jusqu'à 1,2 MV, susceptible d'être doublée par l'installation d'un deuxième appareil en opposition. Le courant continu peut atteindre 20 mA environ. Le redresseur comprend 17 aiguilles tournant en synchronisme avec la tension alternative et bloquant $\frac{1}{16}$ de la tension totale. Pour l'un des maxima de la tension alternative, les aiguilles se trouvent toutes alignées dans le même axe, tandis que pour l'autre maximum, de polarité inverse, elles sont verticales à cet axe et empêchent le passage du courant. Les aiguilles et leur mécanisme sont protégés par des écrans statiques et leurs potentiels respectifs sont déterminés par des capacités auxiliaires. Différents problèmes soulevés lors de la construction de cet appareil, ainsi que son domaine d'application et les limites qui se posent à son exécution, sont traités dans cet article.

Hohe Gleichspannungen in der Grössenordnung einiger hundert bis weniger tausend kV werden für verschiedenste Zwecke benötigt: solche von meist unter einer Million Volt für Prüfzwecke und Röntgenanlagen, solche von meist höherem Betrage für Studien, u. a. über Fernleitungsprobleme, Durchschläge in Gasen, Kabelprüfungen, usw., besonders aber auch zum Betrieb von Ionen- und Elektronenröhren für die Forschung der Kernphysik.

Zur Erzeugung dieser Spannungen werden einerseits Generatoren verwendet, welche elektrische Ladungen durch Zuführung mechanischer Energie auf hohe Potentiale bringen, andererseits Apparate, welche die Potentiale mehrerer Ladungen addieren und dazu einer Mehrzahl von Ventilen bedürfen. Zur ersten Gruppe gehören die altbekanntesten Reibungs-Elektroskop- und namentlich die Influenz-Maschinen. Mit den Influenz-Maschinen wurden bereits Spannungen von einigen hundert kV erzeugt, bei allerdings ausserordentlich geringen Stromstärken. Als «Atomzertrümmerungsgeneratoren» wurden seit dem Jahre 1932 die Riemengeneratoren nach Van de Graff¹⁾ und ihre neueren Varianten mit Druckgas-Isolation bekannt. Es handelt sich hier um grosse Maschinen, die Spannungen bis zu einigen Millionen Volt erzeugen. Deren

Strombelastbarkeit ist allerdings verhältnismässig klein und die Belastungscharakteristik steil abfallend. Auch die Staubgeneratoren gehören in diese Kategorie.

Zur zweiten Art der Generatoren gehören die bekannten Atomzertrümmerungs-Apparate, welche nach einer von Greinacher angegebenen Schaltung²⁾ arbeiten. Deren Belastungscharakteristik ist auch steil abfallend. Immerhin lassen sich so schon ziemlich kräftige Apparate bauen.

Noch einige interessante Schaltungen sind nachgefolgt. Eine Systematik der elektrostatischen Erzeugungsmethoden von Elektrizität mit vielen Beispielen ausgeführter Anlagen hat U. Neubert in seinem Buch «Elektrostatische Generatoren»³⁾ gegeben.

Beim «Tensator» der Micafil A.-G.⁴⁻⁷⁾ werden $2n$ in Reihe geschaltete Kondensatoren über ebensoviele mechanische Gleichrichter, die in Druckgas laufen, einzeln aufgeladen. Die Erzeugung der Wechselfspannung erfolgt mit n Synchrongenera-

²⁾ Bull. SEV 1920, Nr. 3, S. 59.

³⁾ Verlag von R. Oldenbourg, 1942.

⁴⁾ A. Imhof, Micafil-Nachr., Juli 1939, S. 10.

⁵⁾ A. Imhof, Helv. Phys. Acta Vol. XII, 1939, S. 285...288.

⁶⁾ K. H. Grossmann, Schweiz. Bauztg. Bd. 115 (1940), Nr. 26, S. 291.

⁷⁾ A. Imhof, Schweiz. Techn. Z. (1939), Nr. 26, S. 417.

¹⁾ Bull. SEV 1938, Nr. 16, S. 436.

toren, die durch eine Isolierwelle angetrieben werden. n Ringtransformatoren erhöhen die Spannung der Generatoren auf den Scheitelwert, mit dem die Ladung der Kondensatoren erfolgt. Die Abmessungen sind klein, die erzeugbaren Stromstärken relativ gross und deren Abfall mit steigender Belastung sehr gering. Es besteht eine vorzügliche Regulier-

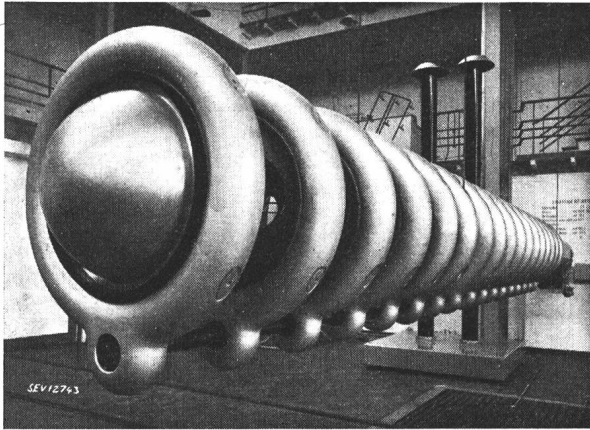


Fig. 1.
Bild eines 1200-kV-Gleichrichters

barkeit und die Möglichkeit, für die Fokussierung die oberste Stufe gesondert zu regulieren. Der seinerzeit aus Anlass der Schweizerischen Landesausstellung gebaute Tensator ist seither im Physikalischen Institut der ETH wieder aufgebaut und in Betrieb genommen worden, wobei zwar die erzeugbare Spannung gegenüber dem vorgesehenen Betrag reduziert werden musste infolge der eigenartigen Gesetze der Druckgas-Isolationen, die zur Zeit der Projektierung noch zu wenig bekannt waren.

Wo schon ein Hochspannungsprüftransformator vorhanden ist, oder wenn ein solcher nötig ist, weil neben der Gleichspannung auch die Wechselspannung gebraucht wird, kommen *Höchstspannungsgleichrichter* in Betracht, mit denen die gesamte Transformatorenspannung gleichgerichtet wird. Bis heute fehlten solche Apparate, wenn es sich um die Spannungsgrößenordnung einer Million Volt handelt. Die Micafil A.-G. entwickelte nach einem Vorschlag des Verfassers erstmals für das im Jahre 1943 erbaute Hochspannungs-Laboratorium der A.-G. Brown, Boveri & Co.⁸⁾ einen neuen mechanischen Gleichrichter für eine Sperrspannung von 2,4 Millionen Volt und eine Strombelastbarkeit von 20 mA, der im folgenden beschrieben sei.

Die *Wirkungsweise* des Gleichrichters ist anhand der Fig. 2a und 2b sehr leicht erkennbar. Die «Nadeln» N_1, N_2, \dots, N_n drehen sich synchron mit der gleichzurichtenden Spannung so, dass sie im Moment des einen Scheitelwertes die Lage nach Fig. 2a einnehmen, im Moment des andern Scheitelwertes die Querlage nach Fig. 2b. Sie müssen also bei 50-periodiger Wechselspannung eine Drehzahl von 1500/min aufweisen. Man sieht ohne weiteres ein,

⁸⁾ Bull. SEV 1943, Nr. 24, S. 742...746.

dass im ersten Zeitmoment alle Nadeln zusammen eine gestreckte, durchlaufende Leitung bilden, die nur durch die kleinen, als Spiel einzuhaltenen gegenseitigen Distanzen, die im Betrieb durchschlagen werden, n -mal unterbrochen ist. Im Sperrmoment stehen alle Nadeln parallel zueinander in einem ihrer Länge gleichen Abstand.

Um jede Nadel ist ein Potentialring R_1, \dots, R_n mit der Mittelebene senkrecht zur Rotationsebene der Nadeln angeordnet, der sich auf gleichem Potential wie seine Nadel befindet. Diese Ringe erfüllen einige Funktionen: sie schirmen die Nadeln elektrostatisch nach aussen ab; die Gesamtheit der Ringe bildet ein Gitter, das als angenäherte Zylinderelektrode den einen Pol des nach Erde gespannten Feldes darstellt. Sie haben aber auch eine *mechanische* Aufgabe: die beiden Lager der Nadelwellen und ihr Antriebsmechanismus befinden sich im Innern der Ringe. Um die grösstmögliche Spannungsfestigkeit des Gleichrichters zu erhalten, muss jede Stufe einen gleichen Spannungsanteil tragen. Das ist dann der Fall, wenn der dielektrische Widerstand aller Stufen derselbe ist. Bei der Berechnung der dielektrischen Widerstände müssen selbstredend die Streukraftflüsse, bzw. die kapazi-

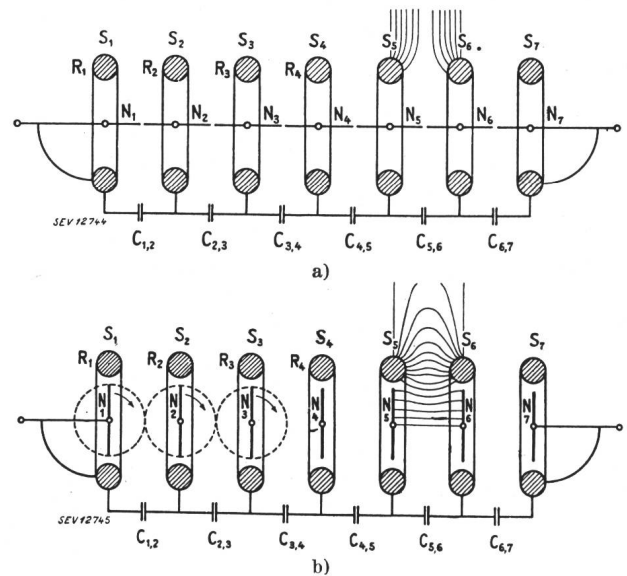


Fig. 2.
Prinzipskizzen des Gleichrichters im
a) Leitmoment (oben) b) Sperrmoment (unten)

tiven Streuströme nach Erde, also nach Boden, Decke, Wänden usw. berücksichtigt werden. Die Streuströme sind proportional der Aenderungsgeschwindigkeit der Stufenspannungen gegen Erde. Es gelten die Gesetze des einfachen Kettenleiters. Die lineare Spannungsverteilung wird erreicht durch Einbauen von *Steuerkondensatoren*.

Es mag auf den ersten Blick unnötig kompliziert erscheinen, die Nadeln so anzuordnen, dass jede ihre eigene Welle braucht, und diese alle synchron antreiben zu müssen. Tatsächlich gibt es Mehrfachgleichrichter mit einer einzigen durchgehenden Welle, die alle Nadeln trägt⁹⁾. Aber die hier be-

⁹⁾ siehe Micafil-Nachr., Juli 1939.

schriebene Bauart besitzt wesentliche Vorteile: Da im Leitmoment der Stromübertritt direkt von Nadel zu Nadel erfolgt, bei andern Mehrfachgleichrichtern aber von jeder Nadel auf eine feste Elektrode und von dieser wieder auf die nächste Nadel, beträgt die Zahl der Uebergangsfunken nur $n-1$, im Gegensatz zu $2n$ der bekannten Gleichrichter. Für den Spannungsabfall wirkt sich dies dementsprechend sehr günstig aus.

Anhand der Fig. 1 bis 4 sei nun die konstruktive Bauart des Gleichrichters dargestellt.

Als Träger sämtlicher Gleichrichterstufen und des Antriebsmechanismus dient ein Resocelrohr von 9 m Länge und 535 mm Aussendurchmesser. Es mussten 3 Teilstücke mit maximalen Fabrikationslängen unter Einfügung von Verbindungsrohren zusammengesetzt werden. Weder die Rohre selbst, noch die Verbindungsflächen durften die geringsten Luft einschließen. Das verwendete Hartpapier ist eine so mit Harz durchsetzte Spezialsorte, dass der geschichtete Charakter fast verschwindet.

Die 17 Gleichrichterstufen sind einander genau gleich gebaut. Der «Potentialring», ein kräftiger Leichtmetallring, enthält die beiden Lager für die Gleichrichterwelle, auf welcher die beiden Nadeln

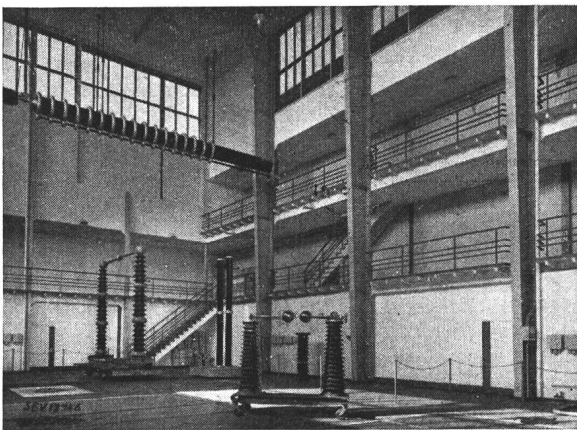


Fig. 3.
Gleichrichter in Gebrauchsstellung

in einer Nabe so eingesetzt sind, dass ihre radiale Länge fein einregulierbar ist. Der hier möglichen Präzision wegen kann die Länge der Uebergangsfunken mit Rücksicht auf den Spannungsabfall recht klein eingestellt werden. Um kleine Winkelspiele der verschiedenen Nadeln unschädlich zu machen, wurden die Nadeln an den Enden mit senkrecht dazu stehenden kurzen Schaufeln versehen. Eine Ausweitung des Ringes enthält den gesamten Antrieb der Gleichrichterwelle. Es ist einleuchtend, dass die Antriebswelle für sämtliche Gleichrichter isolierend gebaut sein muss. Sie ist aufgeteilt in eine rund 3 m lange Isolierwelle zwischen dem Synchronmotor am einen Ende und dem ersten Ring, und in 16 kurze Isolierwellen je zwischen zwei Ringen, die untereinander durch je eine kurze Stahlwelle gekuppelt sind. Diese Verbindungswelle ist in der Ausweitung des Ringes gelagert; sie trägt

ein Pfeilrad zum Antrieb der Gleichrichterwelle und an jedem Ende eine Kupplung zur Verbindung mit den Isolierwellen. Dies alles muss in der geringen axialen Weite des Ringes untergebracht sein. Die Kupplungen besonderer Bauart sind im Drehsinn völlig starr, in Achsrichtung jedoch flexibel,

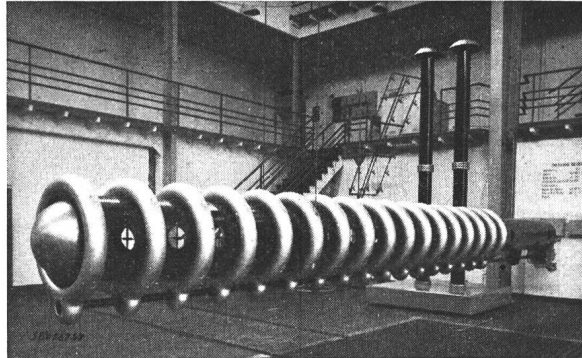


Fig. 4.
Gleichrichter abgesenkt

um elastischen Verbiegungen des Apparates und Wärmedehnungen zu begegnen. Man bedenke, dass die Gesamtzahl von 34 Kupplungen fast kein Spiel im Drehsinn ermöglichen darf, da sonst die zeitliche Koinzidenz sämtlicher Nadeln und damit die ganze Funktionsweise gestört würde. Die Antriebswelle — sie läuft, entsprechend dem gewählten Uebersetzungsverhältnis der Pfeilräder von 2 : 3, mit 1000 U./min — ist so bemessen, dass sie oberhalb der kritischen Geschwindigkeit läuft, diese und ihre noch bemerkbaren Harmonischen also beim Anlaufen und Auslaufen durchschreitet. Die Lösung auch dieses nicht ganz leichten Problems erfolgte unter Zuhilfenahme eines nur aus Isolierstoffen bestehenden «Sicherheitslagers»

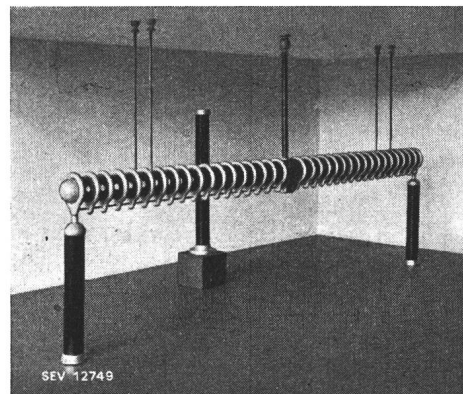


Fig. 5.
Gleichrichter für 2×1200 kV mit Transformator und Glättungskondensatoren, mit Antrieb in der Mitte, gestreckte Bauform

in der Wellenmitte, welches beim normalen Lauf die Welle nicht berührt, ein gefährliches Ausschlagen in den kritischen An- und Auslauf-Zeitabschnitten aber verhindert.

Die Steuerkondensatoren werden von den Potentialringen getragen und befinden sich innerhalb

des Hartpapierrohres. Sie sind als Flachwickel-Oelkondensatoren sehr gedrängter Bauart ausgeführt. Der Antriebsmotor, ein Synchronmotor von 1,5 kW mit direkter, wiederum axial elastischer Kupplung, kann um seine Achse durch ferngesteuerten Servomotor gedreht werden, damit stets die günstigste Phasenlage während des Betriebes einstellbar ist.

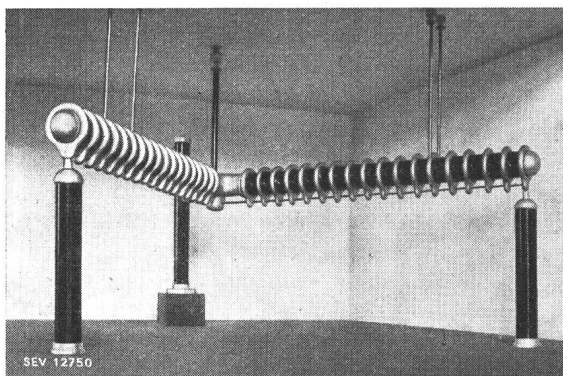
Der beschriebene Gleichrichter hat folgende *elektrische Daten*:

Maximale Gleichstrom-Aufladespannung des
Belastungskondensators 1200 kV

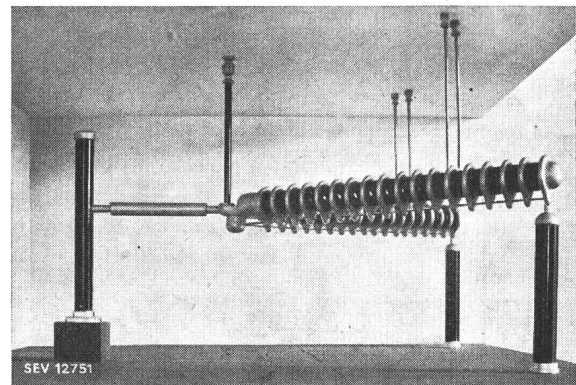
Der Spannungsabfall im Leerlauf ist bedingt durch die hintereinandergeschalteten kleinen Fun-

Spannung des Transformators in der Belastungsphase etwas absinkt. Hiefür sind die Eigenschaften des Transformators massgebend.

Der Gleichrichter bildet eine horizontal liegende Verbindungsleitung zwischen dem Hochspannungspol des Speisetransformators und dem aufzuladenden Kondensator. Dies ist wohl die räumlich günstigste Form und Anordnung, die möglich ist, worin ein besonderer Vorzug dieses Apparates liegt. Damit unabhängig vom Gleichrichter jederzeit Wechselstromversuche durchführbar sind, wurde der Gleichrichter mit einer Hebevorrückung ausgerüstet, die dessen Absenkung auf Tragböcke am Boden und sein Aufziehen bis direkt unter die Laboratoriumsdecke erlaubt. Nach dem Absenken



a)



b)

Fig. 6.

Gleichrichter 2×1200 kV, mit Transformator und Glättungskondensatoren, mit Antrieb in der Mitte, Winkel-Bauform Hinten (a), bzw. links (b) Hochspannungstransformator mit offenem Eisenkern, horizontal ein Dämpfungswiderstand.

kenstrecken und somit unabhängig von der Höhe der gleichzurichtenden Spannung. Er beträgt hier etwa 80...100 kV (Scheitelwert).

Die *Welligkeit im Leerlauf* ist gleich dem Verhältnis des gesamten dielektrischen Widerstandes des Gleichrichters (welcher hauptsächlich durch seine Steuerkapazitäten bedingt ist) zu demjenigen des Belastungskondensators C_B . Sie beträgt z. B. bei $C_B = 100$ pF ca. 2% der Wechselspannung.

Der *Spannungsabfall bei Belastung* setzt sich zusammen aus einem durch die Schaltzeit bedingten Teil, indem hiedurch die «Spitze» der Wechselspannung abgeschnitten wird, und einem Teil Δ , welcher dem Belastungsstrom proportional und der Kapazität C_B umgekehrt proportional ist. Im vorliegenden Fall beträgt die Schaltdauer 21° elektr. (1 Per. = 360°), bei starker Belastung durch Funkenziehen auch mehr.

Beispiel: $\hat{u} = 900$ kV
 $\Delta \hat{u} = 100$ kV bei Belastung mit 5 mA
 $\delta U = 30$ kV.

Der *scheinbare Spannungsabfall*, der indes praktisch besonders interessiert, ist grösser, weil die

werden die vier je 6 m langen Hängeisolatoren aus Resocel p entfernt und die daran anschliessenden Drahtseile direkt in die entsprechenden Ringe des Gleichrichters eingehängt, worauf das Aufziehen an die Decke erfolgen kann. Das Ganze dauert wenige Minuten.

Wie die Erfahrung bestätigt hat, eignet sich der als Präzisionsmaschine gebaute Apparat für monatelangen *Dauerbetrieb*, wobei keine Abnutzung stattfindet. Es gibt zahlreiche Hochspannungslaboratorien, welche bereits über einen Höchstspannungsprüftransformator verfügen und durch solche Gleichrichter auch für Studien mit konstanter Gleichspannung erweitert werden können. Da sich, verglichen mit andern Gleichspannungserzeugern, sehr bedeutende Stromstärken (bis etwa 40 mA) erzielen lassen, dürfte der Apparat auch für Gross-Röntgenanlagen und für die Atomforschung von Interesse sein, ja sogar neue Aufgaben zu lösen gestatten. Wir zeigen in Fig. 5 und 6 solche Anlagen für eine Gleichspannung von 2×1 Million Volt gegen Erde, also 2 Millionen Volt von Pol zu Pol, und 20 mA Stromstärke unter Verwendung eines diesen Verhältnissen angepassten Sonder-Transformators. Je nach Raumgestaltung

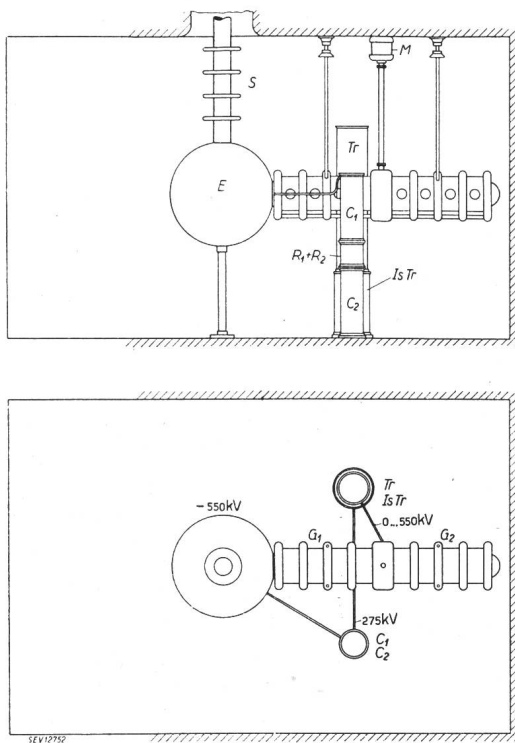


Fig. 7.

Kleine Gleichrichteranlage (Projekt) für Atomforschungs-zwecke, 550 kV Gleichspannung, 10...20 mA

- S Strahlrohr, geerdetes Ende über der Decke
- E Elektroden des Strahlrohres
- G₁ G₂ Gleichrichter
- Tr Hochspannungstransformator
- IsTr Isoliertransformator
- C₁ C₂ Glättungskondensatoren
- R₁ R₂ Dämpfungswiderstände
- M Motor.

wird die geradlinige oder die Winkel-Bauform geeigneter sein. Die Wellenglätter-Kondensatoren in Säulenform lassen sich mit Anzapfungen zur Spannungssteuerung versehen, einer Einrichtung, die bei Strahlrohren für sehr hohe Spannung nötig sein wird. In Fig. 7 ist eine Anlage für 550 kV und 10 mA mit Strahlrohr dargestellt. Mit diesen Skizzen soll angedeutet werden, welcher Art die Möglichkeiten etwa sind.

Bei noch wesentlich höheren Spannungen würde die Verhinderung von Koronaentladungen an den

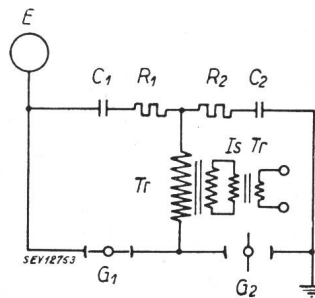


Fig. 8.

Schalt-schema zur Gleich-richter-anlage nach Fig. 7

- E Elektroden d. Strahl-rohres
- C₁ C₂ Glättungskondensa-toren
- R₁ R₂ Dämpfungswider-stände
- Tr Hochspannungs-trans-formator
- IsTr Isoliertransformator
- G₁ G₂ Gleichrichter.

Potentialringen gewisse Schwierigkeiten bieten, aber diese sind durchaus überwindbar.

Die Hochspannungstechnik wurde mit diesem Vielnadelgleichrichter um ein einfaches, technisch klares, betrieblich sicheres und robustes Instrument bereichert.

Adresse des Autors:

Prof. A. Imhof, Vizedirektor d. Micafil A.-G., Zürich-Altstetten.

Aussichten für die Rettung von Elektro-Scheintoten

(Mitteilung aus der Aerztekommision des VSE von F. Siblinger und R. Fröhlicher, Zürich)

614.825

Es wird über die Tätigkeit der Aerztekommision des VSE zum Studium der Starkstromunfälle berichtet. Nach einem mehrjährigen Unterbruch lässt diese Kommission seit Anfang 1944 durch einen neuen Forschungsarzt umfangreiche und interessante Untersuchungen durchführen. Es liegen bereits einige erfreuliche, wenn auch noch nicht abschliessende Resultate vor.

Rapport sur l'activité de la Commission de médecins de l'UCS pour l'étude des accidents dus au courant fort. Après une interruption de plusieurs années, cette commission a fait entreprendre, depuis le début de 1944, par un nouveau médecin, de vastes et intéressantes recherches. Le présent rapport signale les premiers résultats acquis.

Mit der Einführung der Elektrizität als Hilfskraft des Menschen in Industrie, Gewerbe und Haushalt stieg auch die Zahl der durch Elektrizität verursachten tödlichen Unfälle. Dieses Anwachsen der Unfallzahlen brachte die Forderung nach einer wirksamen Unfallverhütung und das Problem der Rettung von Starkstromverunfallten immer mehr in den Vordergrund. Die erste Forderung fand ihren Niederschlag in der Bundesrätlichen Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933, in den Hausinstallationsvorschriften des SEV und in den Vorschriften des SEV für Installationsmaterial und Apparate, die an Starkstromnetze angeschlossen werden, ferner in der ganzen Tätigkeit des SEV und seiner Technischen Prüfanstalten. Die Vorschriften bezwecken in erster Linie, einen einwandfreien Zustand der elektrischen Anlagen herbeizuführen, und

dadurch Personen- oder Sachschäden sowie Betriebsstörungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Aber selbst wenn diese Vorschriften gewissenhaft befolgt werden, wird es niemals möglich sein, Starkstromunfälle gänzlich auszuschliessen, sei es, dass menschliche Schwächen oder Irrtümer zu einem Schadenereignis führen, sei es, dass unvorhergesehene Momente, z. B. Materialfehler, Versagen der Schutzmassnahmen in elektrischen Anlagen, Zerstörungen durch Natur- und Kriegereignisse, eine lebensgefährliche Elektrisierung von Personen zur Folge haben. Aus dieser Erkenntnis heraus wurden in allen Industrieländern Versuche unternommen, um auf wissenschaftlicher Grundlage dem Problem des elektrischen Unfalles näherzutreten, sowie besonders um Methoden und Mittel zu finden, die ermöglichen, elektrisch Verunfallte zu retten. Leider waren die praktisch brauchbaren Resultate der physiologisch-