Considérations élémentaires sur la self-induction des bobines Pupin et leur intercalation dans les câbles

Autor(en): **[s. n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Beilage zur Schweizerischen Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung = Supplément technique du Journal suisse des postes, télégraphes et douanes**

Band (Jahr): **3 (1920)**

Heft 13

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873056

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

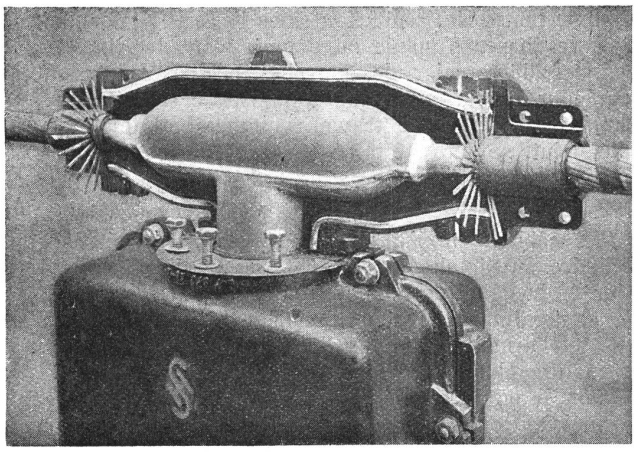
Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

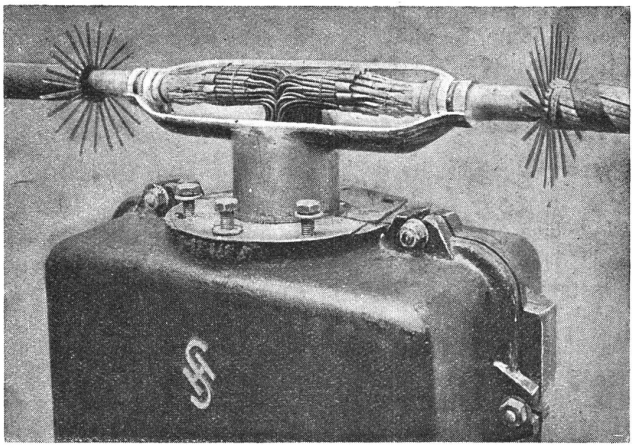
http://www.e-periodica.ch

La commande du câble fut donnée à la maison Siemens et Halske le 20 août 1920. Le fournisseur s'engagea à livrer à partir du 6 septembre 10 km de câble par semaine et d'achever la commande 6 semaines plus tard. La mise en service du câble était fixée au 14 novembre mais avec la réserve toutefois d'installer pour commencer seulement la moitié des bobines Pupin, soit les bobines impaires. L'intercalation des bobines paires fut



ARMOIRE PUPIN. Le manchon en zinc protégeant l'épissure est complètement monté et soudé.

renvoyée après la date d'ouverture vu le délai par trop restreint dont on disposait pour l'exécution de ce travail important. Les premiers tambours de câbles arrivèrent à Lausanne le 21 septembre et la pose commença aussitôt après. Pour ce travail, l'administration disposa de 5 camions, d'une camionette et d'un tracteur aménagé spécialement pour le transport des tambours. Les travaux avancèrent rapidement et sans accroc et environ 1 mois plus tard, soit le 25 octobre la pose des 60 km



ARMOIRE PUPIN intercalée des deux côtés.

était achevée. Les épissures exécutées par la maison Siemens et Halske suivirent pas à pas les travaux de pose et le 31 octobre les raccordements de câbles y compris la demi-pupinisation étaient également terminés. Quelques âmes furent mises en service le 3 novembre, mais comme l'extension de la centrale interurbaine de Genève ne pouvait être achevée avant le 15, on profita de ces 15 jours d'attente, pour compléter la pupinisation. Le 13 au soir le câble était entièrement muni de bobines Pupin et la mise en service définitive eut lieu le 15 novembre soit le jour de l'ouverture de l'assemblée de la ligue des Nations. Tous les circuits étaient en parfait état sauf un mélange sur le circuit 11, limité près de St-Sulpice, et qui fut levé quelques jours plus tard par les soins de la fabrique.

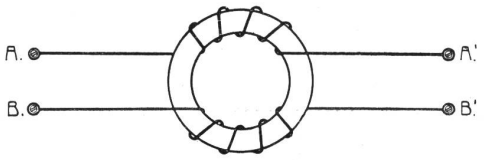
Il faut espérer que le résultat favorable obtenu sur cette ligne encouragera l'administration à développer davantage que par le passé son réseau souterrain-interurbain et qu'elle laissera mourir de leur belle mort et dans son propre intérêt, les nombreuses lignes aériennes établies le long des voies ferrées, des routes ou à travers champs, à la grande satisfaction des chefs de réseaux, des propriétaires et du Heimatschutz. *M.*

Considérations élémentaires sur la self-induction des bobines Pupin et leur intercalation dans les câbles.

Par Ritter & Morris.

(Traduit par A. Möckli, Berne, de „The Post office electrical Engineer's Journal", fascicule de juillet 1919.)

I. Self-induction d'un enroulement. Le type de bobine employée pour « charger » ou pupiniser les lacets de câbles ordinaires ou les lacets de base des câbles destinés à l'exploitation duplex est représenté schématiquement par la fig. 1. L'enroulement A-A' est intercalé dans le fil A et l'enroulement B-B' dans le fil B, le côté A B étant relié au câble d'arrivée et le côté A' B' au câble partant. A A' et B B' sont enroulés sur un noyau magnétique, de construction spéciale; le sens de rotation des enroulements est A -A' -B' -B.



1

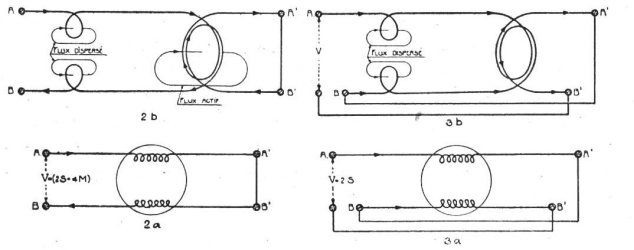
Lorsqu'un courant d'intensité variable passe à travers l'enroulement A -A', le flux magnétique engendré de cette façon dans le noyau, produit dans l'enroulement même une f. e. m. qui cherche à s'opposer à la variation d'intensité du courant (Loi de Lenz). Si le courant varie dans la proportion de 1 Amp. par seconde, la f. e. m. produite (désigné par L) est l'unité de self-induction de l'enroulement.

Du flux total produit dans le noyau par le passage du courant à travers A A', une partie seulement traverse le noyau sur toute sa longueur; le reste emprunte le noyau en partie et l'air. La fraction qui traverse le noyau relie les enroulements A A' et B B' et s'appelle flux « actif » tandis que le reste, celui qui traverse le noyau et l'air s'appelle flux perdu ou dispersé.

De même pour le flux produit par l'enroulement B B', une partie seulement liera magnétiquement B B' à A A', tandis que le reste ne passera que par B B'. Admettons que le courant subit une variation uniforme et désignons par M la f. e. m. de self-induction produite dans l'enroulement A A' par le flux actif et par S celle produite par le flux dispersé. La valeur de L pour l'enroulement A A' sera $L = M + S$. La tension L' de l'enroulement B B' sera, par analogie $L' = M' + S'$. Si l'enroulement B B' est exactement identique à A A', il s'ensuivra que $M' = M$. De plus, si le chemin du flux dispersé est le même dans les 2 enroulements, S' sera égal à S. Ainsi L', M' et S' seront respectivement égaux à L, M, S. Cette symétrie est vraiment réalisée dans les bobines Pupin des types 535 et 545 bien équilibrées (construites par la Bell Telephone Co.) ; c'est vers cette symétrie

qu'il faut tendre, lorsqu'on calcule l'inductance d'une bobine pour les différentes manières de relier les enroulements. Nous supposerons également dans ce qui suit que le fux produit dans un noyau magnétique par le passage d'un courant à travers un enroulement est proportionnel à l'amplitude du courant, c'est-à-dire que la perméabilité du noyau est constante.

Enroulements en série. Lorsque A A' et B B' sont reliés en série, la force contre-électromotrice produite par unité de variation du courant traversant le circuit est la résultante des f. c. e. m. produites respectivement en A A' et B B'. Si la connexion des enroulements est telle que le courant circule de A à A' à B' à B, le flux actif produit sera le double de celui produit par un enroulement (voir fig. 2 b) et par suite la tension produite dans l'enroulement A A' par la variation de flux sera 2 M; si par contre le sens du courant est A-A'-B-B', (fig. 3 b) il n'y aura pas de tension due au flux actif, puisque la résultante des flux actifs est dans ce cas = 0.

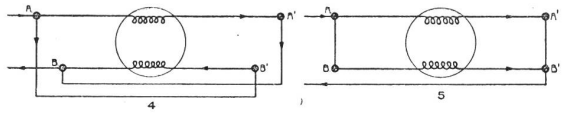


La f. c. e. m. produite en A A' sera par conséquent égale à S + 2 M ou bien à S suivant les connexions des enroulements. De même celle produite en B B' sera S + 2M ou S.

La résultante des f. c. e. m. produites en A A' et B B' sera par suite (2 S + 4 M) ou bien 2 S, suivant que le sens du courant est A-A'-B'-B ou A-A'-B-B' (voir fig. 2a et 3a).

Enroulements en parallèle. Les fig. 4 et 5 représentent les enroulements reliés en parallèle.

Soit $\frac{i}{2}$ le courant circulant dans chaque enroulement et i le courant total. Dans la disposition de la fig. 4, où A est relié avec B' et A' avec B, c'est-à-dire où les enroulements se trouvent, quant au flux qu'ils produisent, en connexion d'entr'aide mutuelle, la f. e. m. produite dans chaque enroulement par une variation de courant dans le circuit extérieur, de i ampères pendant l'unité de temps, sera $(S + 2M)\ \frac{i}{2}$.



Comme les enroulements sont reliés à leurs extrémités, nous aurons à envisager la f. e. m. produite par le circuit combiné. Elle vaudra $(\frac{S}{2} + M)$, pour l'unité de variation du courant. C'est, par définition, la self-induction du circuit.

Si par contre les enroulements sont reliés suivant la fig. 5, c'est-à-dire A avec B et A' avec B', soit *en parallèle « opposé »* (flux de sens opposé), la f. e. m. produite dans chaque enroulement par une variation de courant de i ampères sera de $i\ \frac{S}{2}$, puisque le flux actif résultant et par suite la f. e. m. produite par ce dernier, sont = 0.

La f. e. m. induite à travers le circuit combiné par unité de variation du courant sera $\frac{S}{2}$ et est, par définition, la self-induction du circuit.

Le tableau suivant donne un aperçu des valeurs obtenues.

Tableau I.

Circuit	Self-induct.	Self-induct. en négligeant S
Un seul enroulement (l'autre étant exclu)	S + M	M
2 enroulements en série, avec entr'aide mutuelle	2 S + 4 M	4 M
2 enroulements en série, flux en opposition	2 S	nulle
2 enroulements en parallèle avec entr'aide mutuelle	$\frac{S}{2}$ + M	M
2 enroulements en parallèle flux en opposition	$\frac{S}{2}$	nulle

Essais de bobines des types 508 et 535 de la Bell Telephone Co.

Les résultats de mesures de 2 types de bobines, soit des Nos. 508 et 535, sont indiqués dans le tableau II, illustrant les formules indiquées.

Tableau II.

Circuit	Inductance		
	Formule	Bobine No. 508 millihenrys	Bobine No. 535 millihenrys
Inductance mesurée en A A'	S + M	48	31,5
Inductance mesurée en B B'	S + M	48,05	31,7
Inductance mesurée en A A' B' B	2 S + 4 M	172,4	128,4
Inductance mesurée en A A' B B'	2 S	20,8	0,3
Valeurs déduites par calcul des résultats de mesures ci-dessus . .	S M S + M	10,4 37,9 48,3	0,15 32,0 32,15

Les valeurs obtenues par calcul, indiquées dans la partie inférieure du tableau correspondent assez bien aux valeurs mesurées. Il y a lieu de faire observer que la valeur de S du type 535 est très petite, puisqu'elle n'est que 0,47 % de la valeur de M. Ceci est dû au fait que dans ce type de bobine chaque circuit est enroulé *complètement* autour du noyau; il en résulte que presque la totalité du flux produit par le courant passe à travers le tore. Dans les bobines 507 et 508 chaque enroulement emprunte le noyau sur une moitié seulement de sa longueur; lorsqu'un courant les traverse, qu'ils soient en série ou en parallèle opposé, un fort flux circule à travers l'air extérieur. Si ce flux dispersé atteint les enroulements de bobines voisines, des courants induits se produisent dans ces dernières; il en résulte une induction électromagnétique entre les circuits phantômes. C'est la raison pour laquelle les bobines du type 507 ne sont jamais utilisées dans les câbles destinés à être exploités en duplex. Il y a lieu d'observer également que lorsqu'on sonne dans un circuit chargé de bobines de ce type, ou lorsqu'on sonne dans un circuit comprenant une telle paire et la terre, il se produit même un courant de sonnerie dans les circuits voisins.

Plusieurs patentes ont été délivrées pour des bobines *combinées,* servant en même temps à la pupinisation des

circuits de base et du circuit phantôme; dans ces bobines on charge les circuits phantômes en faisant usage du flux dispersé, pour lequel on arrange un circuit magnétique spécial. D'une manière générale, le circuit magnétique d'une telle bobine est complexe; il faut vouer un soin tout particulier au calcul de la reluctance des divers circuits et des forces magnétomotrices des enroulements, parce que des points équipotentiels ou des points où le potentiel magnétique est égal à zéro se forment facilement. Le déséquilibre électrostatique et électromagnétique exige également des calculs très précis, si l'on veut éviter une induction entre les lacets de base ainsi qu'entre les circuits de base et les circuits phantômes. De plus, les enroulements doivent être tels que les lacets de base et les lacets phantômes soient chargés au même degré. Si les auteurs sont bien orientés, aucune bobine répondant complètement à ces conditions n'a été réalisée jusqu'ici quoique plusieurs chercheurs poursuivent activement la solution de ce problème.

Ce qu'on exige en général d'une bobine Pupin.

Lorsqu'on veut construire une bobine Pupin et l'intercaler dans une ligne, il faut avoir en vue, en même temps qu'une dépense rationnelle:

1. Une faible résistance des spires, mesurée avec du courant continu.

2. Une faible résistance effective (R) des spires, mesurée avec un courant alternatif de la fréquence qui se rencontre en téléphonie.

Cette valeur ne devrait pas varier d'une façon appréciable lorsque l'intensité du courant ou la fréquence varient. Le rapport $\frac{R}{L}$ des bobines de self modernes vaut de 25 à 60 Ohms par Heury à la fréquence de 800 périodes par seconde, suivant les buts pour lesquels les bobines sont construites. (La résistance effective des enroulements pour une fréquence déterminée est égale à la résistance mesurée avec du courant continu, plus une résistance qui dépend des pertes par courant de Foucault dans les enroulements, de pertes par courant de Foucault et par hystérésis dans le noyau de fer, et des pertes qui se produisent dans le champ extérieur de la bobine.)

3. Une petite variation d'inductance (L) des enroulements lorsque le courant change d'intensité ou de fréquence.

4. Une faible capacité électrostatique entre les spires.

5. Une grande résistance d'isolement entre les enroulements ainsi qu'entre les enroulements et le caisson qui les contient.

6. Une haute tension de rupture de l'isolement de la bobine; l'isolement doit pouvoir supporter des tensions de 600 V.

7. Un bon équibilre électrique des enroulements, de telle sorte qu'il ne se produise aucune induction lorsque la bobine est intercalée dans la ligne. Pour y arriver il faut que les enroulements soient d'égales inductance, résistance effective, capacité et perte.

8. Il ne doit se produire aucun champ électrostatique ou électromagnétique dans le voisinage de la bobine.

9. Eviter qu'un courant d'essai ou de mesure, ou qu'un courant quelconque ne magnétise le noyau de fer en permanence.

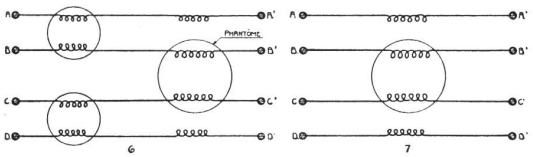
10. Protection efficace contre tout dégât provenant de causes extérieures.

11. La construction des bobines doit permettre une fabrication par séries.

Les premières bobines à noyau d'air construites par le Post Office ne correspondaient pas d'une manière satisfaisante aux conditions 5, 8 et 10 et étaient inférieures aux bobines modernes à noyau de fer en ce qui concerne les points 1 et 2. Les bobines à noyau de fer ne satisfont que partiellement aux conditions 2, 3, 6, 8 et 9; les constructeurs de bobines doivent tendre à obtenir de meilleurs résultats à ce sujet. Le calcul du noyau magnétique influence directement les points 2, 3, 8 et 9; de nombreux essais ont eu lieu ces dernières années dans ces directions. Les noyaux des bobines Pupin ont été construits jusqu'ici au moyen de tôles ou de fins fils de fer. La résistance spécifique de ces noyaux est passablement élevée, mais elle ne peut être augmentée au-delà d'une certaine valeur à cause des difficultés qu'il y a de laminer ces tôles davantage. Les tentatives faites pour augmenter la perméabilité du matériel employé pour les noyaux ont donné des résultats généralement négatifs à cause de l'augmentation excessive des pertes par hystérésis et par courants de Foucault et à cause de la diminution de la stabilité magnétique qui ont résulté de ces essais. Des patentes ont été délivrées depuis pour des dispositifs destinés à surmonter certaines de ces difficultés; la plus récente se rapporte à un mode de formation des noyaux au moyen d'un matériel magnétique très fin traité d'une manière spéciale, moulé dans des formes appropriées sous une haute pression. Des fentes à air ont également été pratiquées dans le noyau pour que la perméabilité de celui-ci reste la même pour des degrés variables de magnétisme rémanent.

Précautions à prendre pendant les mesures de bobines ou de lignes pupinisées.

Lorsqu'on mesure des bobines ou des lignes pupinisées, il y a lieu de prendre certaines précautions, afin de se prémunir contre une magnétisation permanente du noyau. Celle-ci peut résulter du passage d'un courant trop intense à travers la bobine ou de la production accidentelle d'une forte tension lors d'une rupture de l'isolement. Un courant supérieur à 100 milliampères étant capable d'aimanter le noyau en permanence, le courant continu servant à la mesure ne devrait jamais excéder 25 milliampères. De plus, les mesures de l'isolement terminées, la charge résiduelle de la ligne doit toujours être dérivée à la terre à travers le galvanomètre, de façon à ce que le courant de décharge soit limité par la résistance de l'instrument. Les mesures de l'isolement ne doivent être faites qu'exceptionnellement avec un voltage supérieur à 250 V à cause du danger de rupture de l'isolation.



Bobines de circuits phantômes de câbles souterrains.

Les bobines employées pour charger les circuits phantômes de câbles souterrains ont 4 enroulements disposés sur un noyau unique. Chaque enroulement est intercalé dans un brin des 2 lacets formant le circuit phantôme. Ces bobines sont montées en général dans le même caisson que les bobines des circuits de base; le raccordement à la bobine de base respective se fait dans la fabrique même. (Fig. 6.)

Considérons une bobine contenant 4 enroulements (Fig. 7) A A', B B', C C' et D D'.

Désignons par (S + M) l'inductance de chaque enroulement, S et M ayant la même signification que celle

admise dans les bobines décrites précédemment. Les spires sont à considérer comme possédant une inductance agissant dans le même sens, A A', B B', C' C, D' D. L'inductance de chaque paire d'enroulements peut être déduite de ce même tableau I puisque deux enroulements reliés ensemble peuvent être considérés comme en formant un seul. On arrive aux résultats indiqués dans le tableau III. En général S est si petit qu'il peut être négligé. Toutefois une certaine prudence s'impose lorsqu'on consulte ce tableau, parce qu'il ne s'ensuit pas nécessairement que S et M soient les mêmes pour chaque paire d'enroulements, quoique ce soit généralement le cas en pratique.

Tableau III.

Circuit Fig. 7	Self-Induction	Self-Induction en négligeant S.
Un enroulement	S + M	M
Deux enroulements en série avec entr'aide mutuelle	2 S + 4 M	4 M
Deux enroulements en série, flux opposés	2 S	nulle
Deux enroulements en parallèle, avec entr'aide mutuelle	$\frac{1}{2}$ S + M	M
Deux enroulements en parallèle, flux opposés	$\frac{1}{2}$ S	nulle
Quatre enroulements en série, flux magnétiques en série	4 S + 16 M	16 M
Quatre enroulements en série, flux magnétiques en opposition . . .	4 S	nulle
Quatre enroulements, deux groupes de 2 parallèles en série, flux magnétiques en série (comme c'est le cas dans les circuits phantômes des câbles souterrains)	S + 4 M	4 M
Quatre enroulements, deux groupes de 2 parallèles en série, flux magnétiques en opposition	S	nulle
Quatre enroulements en parallèle, flux magnétiques en série	$\frac{1}{4}$ S + M	M
Quatre enroulements en parallèle, flux magnétiques en opposition . . .	$\frac{1}{4}$ S	nulle

Les bobines du type 536 utilisées pour charger les circuits phantômes du câble Londres-Birmingham ont une inductance d'environ 82 millihenrys; en admettant que S soit petit, chaque enroulement aura une inductance d'environ 20 millihenrys. (A suivre.)

Verschiedenes

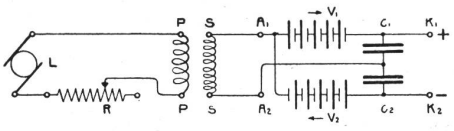
Ueber eine Hochspannungsbatterie mit Wechselstrombetrieb.

Zum Laden und Prüfen von Kondensatoren, zur Herstellung konstanter elektrischer Felder (z. B. bei Messungen auf dem Gebiete der Radioaktivität und Jonenlehre), für die Prüfung auf Hochspannungsisolation (elektrische Leitungsanlagen, Isolatoren), zur Beschaffung von Mess- und Eichströmen und zur Erzeugung elektrischer Entladungen für Experimentier- und technische Zwecke, wie Untersuchungen über Funken- (z. B. in der drahtlosen Telegraphie) und Spitzenentladungen und zum Betrieb von Entladungsröhren (Geissler-, Spektral-, Kathodenstrahlen-, Kanalstrahlen-, Anodenstrahlenröhren) wird konstante Hochspannung benötigt. Prof. Dr. H. Greinacher von der Universität Zürich hat für solche Arbeiten einen auffallend einfachen Apparat zusammengestellt, der als blosse Spannungsquelle, anderseits zur Lieferung hochgespannten Schwachstromes verwendet werden kann.

Einem in der Nr. 4 des *Bulletin* des S. E. V. erschienenen Aufsatz von Prof. Dr. H. Greinacher entnehmen wir mit Erlaubnis der Schriftleitung auszugsweise die nachfolgenden Angaben über die Anordnung.

fl.

Das zur Anwendung kommende Prinzip ist in Fig. 1 schematisch wiedergegeben. L ist eine Wechselstromquelle, etwa der Steckkontakt einer Lichtleitung. Der Wechselstrom wird über einen regulierbaren Widerstand R in die Primärwicklung PP eines Transformators geleitet. Statt eines eigentlichen Transformators kann zur Transformation irgend ein kleinerer Induktor verwendet werden. Die Sekundärspule SS ist mit den Anschlussklemmen A_1 A_2 des Gleichstrom erzeugenden Aggregats verbunden. Dieses besteht aus einer geeigneten Kombination von elektrischen Ventilen V_1 V_2 und Kondensatoren C_1 C_2. Die Schaltung ist so getroffen, dass nicht pulsierender oder intermittierender, sondern konstanter Gleichstrom (Batteriestrom) entsteht. Zu diesem Zwecke sind die Ventile V_1V_2 (etwa Graetzsche Ventilzellen) in entgegengesetztem Sinne geschaltet. V_1 lässt nur die eine Halbwelle, V_2 nur die andere hindurch (siehe die beigezeichneten Pfeile). Beträgt die Scheitelspannung des an SS verfügbaren Wechselstroms V_0 Volt, so lädt sich die mit K_1 verbundene Belegung von C_1 auf $+V_0$ Volt auf (gegenüber A_2, dessen Potential gleich Null gesetzt werde) und die mit K_2 verbundene Belegung von C_2 auf $-V_0$ Volt. Diese Spannung behalten die



Kondensatoren vermöge der Ventilwirkung von V_1 V_2, so dass man an K_1 K_2 eine konstante Spannungsdifferenz von $2V_0$ Volt hat. K_1 K_2 verhalten sich also wie die Pole einer Batterie. Auch wenn man an K_1 K_2 etwas Gleichstrom entnimmt, bleibt die Konstanz der Spannung gewahrt, da durch die Ventilzellen fortwährend Elektrizität nachfliesst. Nur bei zu starker Stromentnahme verliert der Strom seinen konstanten Charakter, und bei Kurzschluss von K_1 und K_2 erhält man schliesslich pulsierenden Gleichstrom, d. h. aneinandergereihte, gleichgerichtete Halbwellen. Für Kapazitäten C_1 C_2 von der Grössenordnung von 1 Mikrofarad hat man für 1/100 Ampère Stromentnahme praktisch noch Spannungskonstanz.

V_1 sowohl als V_2 bestehen aus je 70 hintereinandergeschalteten Graetzschen Ventilzellen. Diese grosse Zahl ist nötig, weil eine einzige Zelle nur eine sehr beschränkte Spannung (weniger als 100 Volt) abzudrosseln imstande ist. Die grosse Zahl der Graetzschen Zellen macht den Apparat keineswegs unhandlich oder unbequem, da die Zellen sehr klein und einfach herzustellen sind. Jede Zelle besteht aus einem kleinen Reagensgläschen, in das je ein Al- und ein Fe-Draht eintaucht. Als Elektrolyt dient $NaHCO_3$-Lösung. Es ist sogar wesentlich, die Zellen oder wenigstens die Al-Elektroden klein zu nehmen, wenn eine gute Ventilwirkung vorhanden sein soll. Als Kondensatoren sind irgendwelche technische Kondensatoren (Wickelkondensatoren) dienlich, wenn sie eine genügende Kapazität und nota bene eine genügende Durchschlagsfestigkeit besitzen. Eine Batterie, die an Stelle von C_1 und C_2 je vier hintereinander geschaltete Kondensatoren von 2 Mikrofarad und 2000 Volt Prüfspannung enthält, ist theoretisch gleichwertig einer solchen mit zwei Konden-