

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 40 (1962)

Heft: 2

Artikel: Alimentation en 48 V= d'un centre principal de télécommunication = Energielieferungsanlage 48 V= eines Hauptübermittlungsamtes

Autor: Debrunner, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875104>

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: 30.04.2026

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

erreichen hofft, liegen nicht nur in der Ausschaltung aller mechanisch bewegten Teile, sondern auch in der Erzielung eines besseren Wirkungsgrades. Der Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen ist bekanntlich, wie der Carnotprozess zeigt, durch die Hitzebeständigkeit der Werkstoffe begrenzt. Er konnte deshalb bis heute bei Wärmekraftaggregaten nicht über 25... 40 % bei Vollast gesteigert werden. Mit den Brennstoffelementen hofft man dagegen auf rund doppelt so hohe Werte zu kommen, und zwar nicht nur bei Vollast, sondern auch im praktisch wichtigen Fall der Teillast.

Falls die Forschungen zu positiven Ergebnissen führen, eröffnen sich auch hier zweifellos neue interessante Möglichkeiten für Energieversorgungsanlagen, vor allem für die Notstromspeisung.

Les avantages qu'on espère obtenir de cette manière sont non seulement l'élimination de toutes les parties mécaniques mobiles, mais aussi un meilleur rendement.

On sait que le rendement des machines à combustion est limité par la résistance des matériaux à la chaleur, comme le montre le cycle de Carnot. Jusqu'à aujourd'hui, on n'a pu le porter au-delà de 25 à 40 % à pleine charge. Avec les éléments à carburant, on espère en revanche arriver à des valeurs doubles, non seulement à pleine charge, mais aussi dans le cas important de charge partielle.

Si ces recherches conduisent à des résultats positifs, de nouvelles possibilités intéressantes s'ouvriront certainement pour les installations d'énergie, en particulier pour l'alimentation de secours.

J. Debrunner, Zurich

621.311.68:621.39

Alimentation en 48 V = d'un centre principal de télécommunication* Energieförderungsanlage 48 V = eines Hauptübermittlungsamtes*

Résumé. *L'exposé traite l'alimentation en courant continu 48 V d'un centre principal de télécommunication. Après un bref aperçu des exigences d'ordre économique qui ont influencé la réalisation, les exigences d'ordre technique sont traitées plus en détail. Il est montré quels circuits ont été adoptés pour obtenir une sécurité de fonctionnement aussi grande que possible.*

Zusammenfassung. *Der Aufsatz behandelt eine Energieförderungsanlage von 48 V Gleichstrom für ein Hauptübermittlungsamt. Die wirtschaftlichen Überlegungen, welche die Ausführung beeinflusst haben, werden kurz gestreift und die technischen Anforderungen eingehend behandelt. Es wird gezeigt, welche Stromkreise verwendet wurden, um die Betriebssicherheit einer solchen Anlage auf ein Maximum zu steigern.*

1. Introduction

Nous traiterons ici de la réalisation pratique d'une installation d'alimentation pour un grand central téléphonique de quelques dizaines de milliers d'abonnés. Il s'agit en l'occurrence d'un équipement 48 V courant continu, 2000 A, réalisé en étroite collaboration avec la direction générale des PTT. Examinons les moyens mis en œuvre pour satisfaire aux exigences d'une telle installation.

1.1 Exigences d'ordre économique

La figure 1 montre le schéma de principe de l'installation complète, l'alimentation normale par le secteur alternatif redressé, le circuit de secours avec alimentation par batteries, les circuits de charge de ces batteries.

On a tenu compte des exigences d'ordre économique en divisant l'installation en trois parties identiques et en choisissant pour le service normal une alimentation par le réseau, le courant alternatif étant redressé par des redresseurs secs.

En effet, le montage de l'installation par étapes permet une adaptation à l'évolution du central, donc le capital investi reste en accord avec le nombre

* Conférence donnée à la 20^e Journée Suisse de la technique des télécommunications, le 14 septembre 1961 à Lucerne.

1. Einleitung

Wir wollen uns an dieser Stelle näher mit einer Energieförderungsanlage befassen, die der Speisung eines Übermittlungsamtes von einigen 10 000 Abonnenten dient. Es handelt sich um eine Anlage für 48 V, 2000 A, die in enger Zusammenarbeit mit der Generaldirektion PTT entwickelt wurde. Im folgenden werden die verschiedenen Anforderungen, die an eine solche Anlage gestellt werden, geschildert, und es wird davon die Rede sein, wie sie berücksichtigt worden sind.

1.1. Wirtschaftliche Überlegungen

Figur 1 zeigt das Prinzipschaltbild der ganzen Anlage für 48 V, 2000 A, in ausgezogenen Linien die Speisung im Normalbetrieb durch das transformierte und gleichgerichtete Wechselstromnetz, in punktierten Linien die Speisung im Notbetrieb mit Batterien als Notstromquelle, in gestrichelten Linien die Lade-stromkreise der Notstrombatterien.

Aus wirtschaftlichen Überlegungen wurde die Anlage aus drei genau gleichen Teilen zusammengestellt. Die Speisung wird im Normalbetrieb aus dem Orts-

* Übersetzung des Vortrages, gehalten an der 20. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik, am 14. September 1961 in Luzern.

d'abonnés; le choix de redresseurs à semi-conducteurs garantit un rendement élevé, indépendant de la charge, avec un entretien pratiquement nul, donc des frais d'exploitation aussi bas que possible et un service parfaitement silencieux.

1.2 Exigences d'ordre technique

Toutes les exigences d'ordre technique peuvent se résumer en un grand titre: «Sécurité de fonctionnement en toute circonstance.» On s'est efforcé, par l'application de circuits simples et l'emploi d'appareils ayant fait leurs preuves, de satisfaire à cette exigence d'une manière aussi parfaite que possible.

Les redresseurs d'alimentation sont tous branchés en permanence sur le circuit d'utilisation, prêts à fournir en tout temps le courant nécessaire, sans enclenchements ni déclenchements en service normal; la source de secours, toujours prête à entrer immédiatement en fonction, consiste en des batteries d'accumulateurs au plomb.

Une exigence importante concernant ces batteries réside dans la possibilité du contrôle de leur capacité réelle. La figure 1 montre qu'on a prévu à cet effet une barre de charge —CH sur laquelle l'une quelconque des batteries peut être branchée, puis déchargée à travers un compteur d'ampère-heures et rechargée ensuite par les redresseurs de charge qui peuvent également être connectés sur cette barre. Un verrouillage ad hoc des commutateurs manuels empêche de brancher plus d'une batterie simultanément sur ce circuit, pour ne pas dépouiller outre mesure le central de sa source de secours.

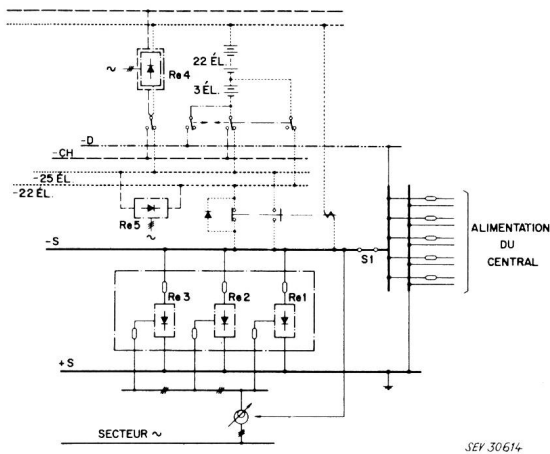


Fig. 2. Alimentation 48 V, 2000 A (première étape)
Energieförderanlage 48 V, 2000 A (I. Ausbaustappe)

- D = Barre de détournement — Umgehungsschiene
- CH = Barre de charge — Ladeschiene
- 25 EL./— 22 EL. = Barre de batteries — Batterieschiene
- S = Barre de service — Betriebsschiene
- + S = Barre de terre — Erdschiene
- S 1 = Déconnecteur — Trenner
- Re 1, Re 2, Re 3 = Redresseur d'alimentation — Speisegleichrichter
- Re 4 = Redresseur de charge auxiliaire — Zusatz-Ladegleichrichter
- Re 5 = Redresseur de charge principal — Haupt-Ladegleichrichter

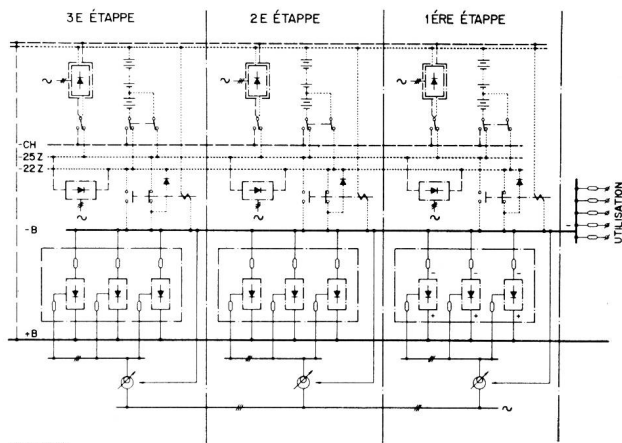


Fig. 1. Alimentation de 48 V, 2000 A (schéma de principe)
Energieförderanlage 48 V, 2000 A (Prinzipschaltbild)

- CH = Barre de charge — Ladeschiene
- 25 Z./— 22 Z = Barre de batteries — Batterieschiene
- B = Barre de service — Betriebsschiene
- + B = Barre de terre — Erdschiene

netz, unter Gleichrichtung des Netzstromes durch Halbleiter-Gleichrichter, vorgenommen. Die Aufteilung der Anlage in drei gleiche Teile erlaubt eine etappenweise Erweiterung, das heisst eine Anpassung an das Wachstum der Zentrale, so dass das investierte Kapital im Einklang mit der Anzahl der Abonnenten beziehungsweise mit den zu erwartenden Einnahmen bleibt. Die Verwendung von Halbleiter-Gleichrichtern garantiert einen unabhängig von der Belastung hohen Wirkungsgrad, praktisch keinen Unterhalt, also möglichst geringe Betriebskosten, bei vollkommen geräuschlosem Betrieb.

1.2. Technische Anforderungen

Die technischen Anforderungen lassen sich heute in einem Satz zusammenfassen: Betriebssicherheit unter allen Umständen. Man hat sich bemüht, durch Anwendung einfacher Stromkreise und Verwendung erprobter Bauteile diese Anforderung so weitgehend als möglich zu erfüllen.

Wie Figur 1 zeigt, liegen alle Speisegleichrichter dauernd eingeschaltet parallel auf der Betriebsschiene, so dass im Normalbetrieb bei steigendem oder sinkendem Verbraucherstrom keinerlei Schaltvorgänge stattfinden. Die Notstromquelle, ebenfalls immer einsatzbereit, besteht aus Bleiakкумуляtoren.

Eine wichtige Anforderung, die in bezug auf diese Akkumulatoren gestellt wird, ist die Möglichkeit der periodischen Kontrolle der wirklichen Batteriekapazität. Zu diesem Zweck wurde, wie Figur 1 zeigt, eine getrennte Ladeschiene (—CH) vorgesehen. Auf diese Ladeschiene kann irgendeine der Batterien geschaltet, über einen Ah-Zähler tiefentladen und durch die Ladegleichrichter, die sich ebenfalls manuell auf die Ladeschiene schalten lassen, wieder aufgeladen werden. Eine entsprechende Verriegelung sorgt dafür, dass immer nur eine Batterie auf diese Schiene geschaltet werden kann, um die Notbetriebsbereitschaft der Zentrale nicht über Gebühr zu schwächen.

La figure 2 montre un peu plus en détail le premier tiers de l'installation. On conçoit aisément que lorsque cette première partie est seule en service, un dérangement à l'un des trois redresseurs d'alimentation priverait l'installation d'un tiers de sa capacité de courant. Mais comme de toute façon un redresseur de charge doit être présent pour recharger la batterie après une panne de réseau, on peut se servir de ce redresseur comme «réserve sur place» pour seconder, le cas échéant, les redresseurs d'alimentation. C'est pour cette raison que la capacité de courant du redresseur de charge a été choisie identique à celle d'un des circuits d'alimentation, c'est-à-dire 200 A.

La figure 2 montre en outre un autre circuit, dit «circuit de détournement» qui permet de brancher la ou les batteries directement sur la distribution en courant continu et d'isoler ainsi en cas de révision tout le reste de l'installation, par les commutateurs manuels et le sectionneur *SI*, sans interrompre le service.

2. Performances électriques exigées

2.1 Service normal

Les performances exigées de l'installation sont différentes pour le service normal et le service de secours.

En service normal, la tension du courant débité par l'installation doit être stabilisée à $\pm 2\%$ de façon à se trouver le plus exactement possible au milieu de la plage de travail optimum du central et à augmenter ainsi la sécurité de fonctionnement.

La figure 3 montre qu'on a choisi pour ce genre d'installation une stabilisation par le transformateur variable *TR 1* avec servo-moteur, commandé par un relais voltmétrique, *Rel. 1*, solution qui a l'avantage de présenter une résistance dynamique interne très faible comparée aux systèmes de stabilisation par transducteurs, avantage important puisque le courant d'utilisation est très variable et consiste en une multitude d'impulsions. Le $\cos \phi$ d'autre part est approximativement égal à 1, donc pas de frais sup-

Figur 2 zeigt, etwas ausführlicher, den Umfang der ersten Ausbautappe der Anlage. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass in diesem Stadium der Ausfall eines Speisegleichrichters die Stromkapazität der Anlage um einen Drittel kürzen würde. Da aber zur Wiederaufladung der Batterie nach einem Netzausfall ohnehin ein Ladegleichrichter vorhanden sein muss, ist vorgesehen, diesen Ladegleichrichter so zusammenzuschalten, dass er bei Bedarf auch die Speisung übernehmen kann und somit eine sogenannte «Reserve auf Platz» für die Speisegleichrichter darstellt. Aus diesem Grunde wurde der Nennstrom des Ladegleichrichters gleich gross gewählt wie jener eines Speisegleichrichter-Stromkreises, das heisst 200 A.

Figur 2 zeigt strich-doppelpunktiert (— · — ·) aber auch einen sogenannten «Umgehungsstromkreis», der es erlaubt, die Batterien unmittelbar auf die Verbraucher zu schalten und die ganze Anlage (ausgenommen Batterieumschaltung und Gleichstromverteilung) durch die Handschalter und den Trenner *SI* zu Revisionszwecken stromlos zu machen, ohne den Betrieb zu unterbrechen.

2. Elektrische Eigenschaften

2.1 Normalbetrieb

Die von der Anlage geforderten elektrischen Eigenschaften sind für Normal- und Notbetrieb verschieden. Während man im Notbetrieb die Spannungsgrenzen der Speisespannung ausnützt, innerhalb welcher der Hersteller der Zentrale noch einen einwandfreien Betrieb garantiert, geht man im Normalbetrieb zur Erhöhung der Betriebssicherheit weiter und bemüht sich, möglichst genau in der Mitte dieses Spannungsbereiches zu bleiben. Die Verbraucherspannung darf im Normalbetrieb nicht mehr als $\pm 2\%$ von der Nennspannung abweichen.

Die Figur 3 zeigt, dass für diese Anlage eine Spannungsstabilisierung durch Tauchregler mit Servomotor gewählt wurde. Die Steuerung des Tauchreglers wird durch ein Spannungsrelais, Relais 1, vorgenommen. Diese Lösung hat gegenüber transduktorgesteuerten Stabilisierungen den Vorteil, dass der dynamische Innenwiderstand der Stromquelle sehr klein ist, ein offensichtlicher Vorteil für eine impulsartige Belastung, wie sie eine Telephonzentrale darstellt. Der $\cos \phi$ ist annähernd 1, also gibt es auch keine Zusatzkosten für eine Kompensation des Leistungsfaktors. Der Eigenverbrauch durch die Stabilisierungsorgane ist bei dieser Schaltung ebenfalls am geringsten. Der Nachteil der grösseren Regulier-Zeitkonstante wird in dieser Schaltung durch eine direkte Parallelschaltung der Stammatteriezellen zum Verbraucher wirkungslos gemacht.

Das Spannungsrelais, Relais 1, in Figur 3 wird sowohl von der Spannung auf der Betriebsschiene (Verbraucherspannung) als auch vom Primärstrom des von ihm regulierten Speisegleichrichters beeinflusst. Dieser Primärstrom ist proportional dem Ausgangsgleichstrom. Durch diese Doppelbeeinflussung erhält

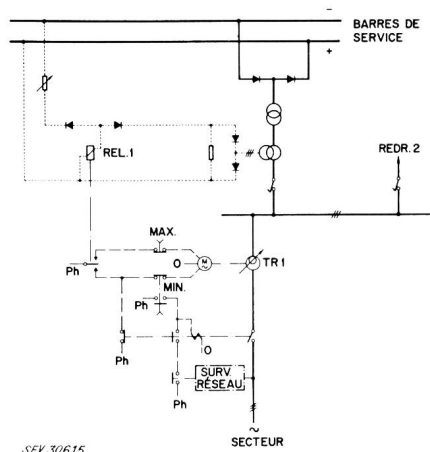


Fig. 3. Commande des transformateurs variables
Steuerung und Wiedereinschaltung der Tauchregler
Rel 1 = Relais voltmétrique - Spannungsrelais
Tr 1 = Transformateur variable - Tauchregler
Ph = Phase du réseau - Phase des Ortsnetzes

plémentaires pour la compensation. La diminution de rendement due aux organes de stabilisation est, elle aussi, un minimum avec la solution adoptée.

Le *Rel. 1* sur la figure 3 est influencé aussi bien par la tension sur la barre collectrice de service que par le courant primaire du circuit redresseur correspondant. On obtient de cette manière une caractéristique du redresseur dite «rectangulaire», c'est-à-dire tension constante jusqu'à une valeur donnée du courant débité puis courant constant en dessus de cette valeur, pour éviter la surcharge des redresseurs.

Nous voyons le circuit de réenclenchement après une panne de réseau, circuit obligeant le transformateur variable à recommencer son réglage à partir de sa position «minimum», ce qui évite de causer des surtensions sur les circuits d'utilisation.

Il est également exigé que tous les redresseurs d'alimentation travaillant en parallèle sur la barre de service se partagent le courant demandé de façon sensiblement égale. On a ici recours à un artifice, comme le montre la *figure 4*. En effet, les relais voltmétriques des redresseurs ne sont pas comme on pourrait s'y attendre branchés directement sur la barre collectrice de service, mais chacun d'entre eux est en outre influencé par le courant primaire du redresseur voisin. Les variations de ce courant font croire au relais voltmétrique que la tension d'utilisation a changé et celui-ci s'empresse d'ajuster en conséquence le courant délivré, d'où égalisation des courants débités.

On obtiendra d'autre part, grâce à la chute de tension dans la résistance *R 1* augmentant avec le courant débité par le redresseur, une tension de départ sur la barre de service qui augmente elle aussi en fonction de ce courant, ce qui permet par un choix judicieux des éléments du circuit, de compenser la chute de tension dans les câbles entre la source d'alimentation et le central.

2.2 Service de secours

Rappelons tout d'abord que les valeurs extrêmes admissibles de la tension d'alimentation sont 44 V et 52 V, limites pour lesquelles le fabricant du central garantit encore un service impeccable.

L'une des exigences primordiales pour le service de secours est que les batteries soient toujours chargées à leur pleine capacité et prêtes ainsi à alimenter le central aussi longtemps que possible en cas de panne du secteur. La tension de fin de décharge d'environ 1,8 V par élément d'une batterie d'accumulateurs au plomb exige, pour que la limite inférieure de tension prescrite soit respectée, une batterie de 25 éléments. La tension de maintien à pleine capacité doit se tenir, comme nous l'expliquera M. Müller dans son exposé, entre 2,2 et 2,3 V par élément. On ne peut donc pas brancher cette batterie de 25 éléments directement en parallèle sur les circuits d'utilisation, puisqu'elle se déchargerait dans ceux-ci.

man une sogenannte «rechteckige» Belastungskennlinie des Gleichrichters, das heisst eine *konstante Spannung* bis zum Nennstrom, darüber *konstanter Strom* (siehe Fig. 6 B). Jede Überlastung der Speisegleichrichter wird auf diese Weise vermieden, ohne dass Sicherungen ansprechen müssen und der Stromkreis gerade dann ausser Betrieb gesetzt wird, wenn man ihn am nötigsten braucht.

Die Figur 3 zeigt gestrichelt auch den Wiedereinschaltstromkreis der Tauchregler nach erfolgtem Netzunterbruch. Die Tauchregler werden dabei gezwungen, die Regulierung wieder von ihrer «Minimum»-Stellung heraus vorzunehmen, um Überspannungen in den Verbraucherstromkreisen mit Sicherheit zu vermeiden.

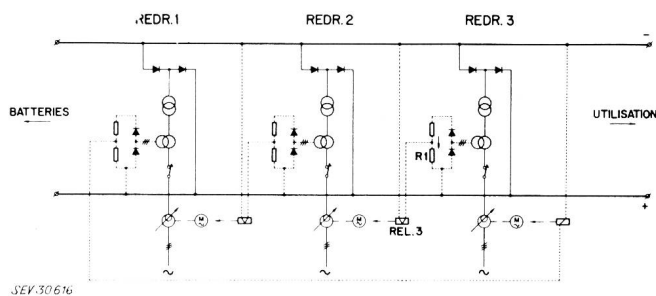


Fig. 4. Partage de la charge et compensation de la chute de tension
Lastverteilung und Spannungsabfall-Kompensation

Rel 3 = Relais voltmétrique - Spannungsrelais

Re 1 = Résistance pour la compensation de la chute de tension dans les câbles côté central -
Widerstand zur Kompensation des Spannungsabfalls

Wünschenswert ist ferner, dass bei einer solchen Anlage alle beteiligten Speisegleichrichter, die in dauernder Parallelschaltung auf die Betriebsschiene arbeiten, sich in die Last einigermaßen gleichmässig teilen. Um dies zu erzwingen, wird eine Schaltung nach *Figur 4* angewendet. Die Spannungsrelais der einzelnen Gleichrichtergruppen liegen dabei nicht, wie man es erwarten könnte, unmittelbar an der Betriebsschiene, sondern jedes Spannungsrelais wird ausserdem durch den Primärstrom des Nachbargleichrichters beeinflusst. Änderungen dieses Primärstromes täuschen dem Spannungsrelais eine Änderung des Spannungsniveaus auf der Betriebsschiene vor und zwingen es so, den abgegebenen Strom seines Gleichrichters den übrigen anzupassen.

Durch den Spannungsabfall am Widerstand *R 1* (Fig. 4), der proportional dem Verbraucherstrom steigt oder sinkt, erfolgt eine weitere und dauernde Niveaufälschung im Sinne einer steigenden Betriebsspannung mit steigendem Betriebsstrom. Es ist also möglich, durch eine entsprechende Wahl der Stromkreis-komponenten, den Spannungsabfall in den Kabeln zwischen Stromlieferungsraum und Zentrale genau zu kompensieren.

2.2. Notbetrieb

Die zulässigen Grenzen der Speisespannung, für die der Hersteller der Zentrale noch einen einwandfreien

Il est donc indispensable, comme le montre la *figure 5*, d'insérer une prise sur la batterie après 22 éléments qui sont branchés, en service normal, en parallèle sur les circuits d'utilisation par le contacteur *S 1*, tandis que la batterie complète n'est mise en service par le contacteur *S 2* qu'en cas de surcharge prolongée ou de panne de réseau.

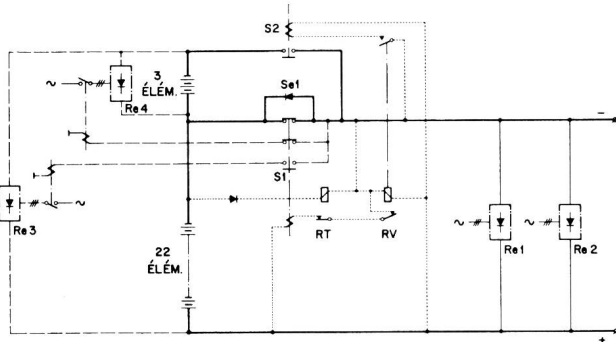


Fig. 5. Commutation des éléments de la batterie
Zellenumschaltung

- S 1, S 2 = Contacteur - Zellschütz
- RV = Relais voltométrique - Spannungsrelais
- RT = Relais à transistors - Transistorrelais
- Re 1, Re 2 = Redresseur d'alimentation - Speisegleichrichter
- Re 3, Re 4 = Redresseur de charge - Ladegleichrichter

Le circuit de commande de ces contacteurs est montré sur la *figure 5* ainsi que les circuits qui assurent la charge de la batterie. La commande des contacteurs est réalisée en fonction de la tension sur la barre de service par un relais voltométrique *RV*, tandis que le relais à transistors *RT* empêche, après une commutation *S 1/S 2*, la fermeture de *S 1* avant que la batterie n'ait été rechargée par le redresseur *Re 3*.

La *figure 6* montre comment fonctionne cette commutation en cas de surcharge des redresseurs d'alimentation, la *figure 7* en cas de panne de réseau.

Tous les schémas de principe représentent le circuit d'alimentation du central, le circuit de secours immédiat et le circuit du courant de maintien des batteries.

La *figure 6 A* montre l'état en service normal, c'est-à-dire l'alimentation du central assurée par le ou les redresseurs d'alimentation, secours immédiat par 22 éléments de la batterie, courant de maintien de la batterie principale livré par les redresseurs d'alimentation, celui des éléments auxiliaires étant fourni par le redresseur auxiliaire.

En cas de surcharge, comme le montre la *figure 6 C*, le courant débité par le redresseur d'alimentation restant constant, la tension d'alimentation baisse et le relais voltométrique commande la commutation des utilisateurs sur 25 éléments de la batterie comme le montre la *figure 6 B*; un contact auxiliaire de *S 1* enclenche alors le redresseur de charge qui vient aider les redresseurs d'alimentation à fournir le courant demandé. Si l'appel de courant supplémentaire devait être supérieur à la capacité en courant du redresseur

Betrieb garantiert, sind 44 und 52 V. Dies sind also auch die zulässigen Spannungsgrenzen für den Notbetrieb.

Die Hauptforderung für den Notbetrieb lautet: immer voll geladene Batterien, damit die Verbraucher im Falle einer Störung oder eines Netzausfalls während möglichst langer Zeit aus den Notstrombatterien gespeist werden können. Die Forderung der zulässigen kleinsten Verbraucherspannung im Notbetrieb (44 V) zusammen mit der End-Entladespannung einer Bleibatteriezelle von etwa 1,8 V, bedingt eine Notstrombatterie von 25 Seriezellen. Andererseits beträgt die erforderliche Schwebeladespannung je Zelle für volle Kapazität etwa 2,25 V, was einer Gesamtbatteriespannung von 57,5 V entspricht. Die höchstzulässige Verbraucherspannung beträgt aber 49 V im Normalbetrieb und 52 V im Notbetrieb. Eine direkte Parallelschaltung der 25zelligen Batterie mit dem Verbraucher ist also nicht möglich. Eine direkte Zusammenschaltung von Batterie und Verbraucher ist aber unbedingt notwendig, um den Nachteil der Schaltung (verhältnismässig grosse Zeitkonstante der Regulierung) wirkungslos zu machen.

Figur 5 zeigt wie diese Schwierigkeit umgangen wird. Die Batterie wird nach der 22. Zelle angezapft. Dies geschieht im Normalbetrieb über Schütz *S 1* an die Betriebsschiene, also parallel zu den Verbrauchern und den Speisegleichrichtern. Die ganze 25zellige Batterie wird nur bei Überlastung der Speisegleichrichter oder bei Netzausfall über Schütz *S 2* an die Verbraucher gelegt. Der Steuerstromkreis der sogenannten «Zellschütze» ist in der *Figur 5* punktiert, der Ladeerhaltstromkreis gestrichelt gezeigt.

Die Steuerung der Zellschütze wird in Abhängigkeit der Betriebsschienenspannung durch ein Spannungsrelais *RV* vorgenommen; das Transistorrelais *RT* verhindert, dass nach der Umschaltung *S 1/S 2* das Schütz *S 1* wieder schliessen kann, bevor die Batterie durch den Ladegleichrichter wieder nahezu voll aufgeladen worden ist (gleiches Potential auf beiden Seiten von *RT* als Kriterium).

Figur 6 zeigt, wie diese Zellenumschaltung bei einer Überlastung der Speisegleichrichter, *Figur 7*, wie sie

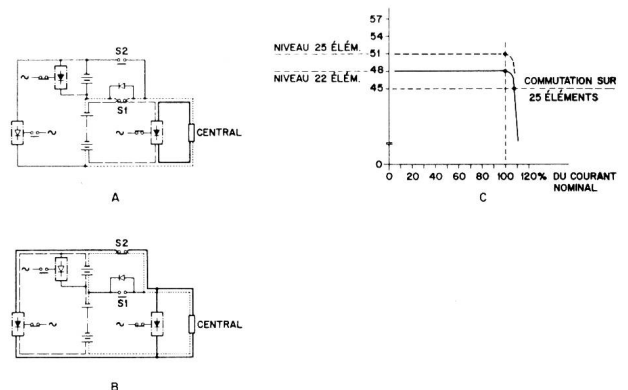


Fig. 6. Commutation en cas de surcharge et caractéristique d'un redresseur d'alimentation
Zellenumschaltung bei Überlast und Speisegleichrichter-Kennlinie

de charge, c'est la batterie complète avec ses 25 éléments en parallèle sur le circuit d'utilisation qui couvrirait la différence.

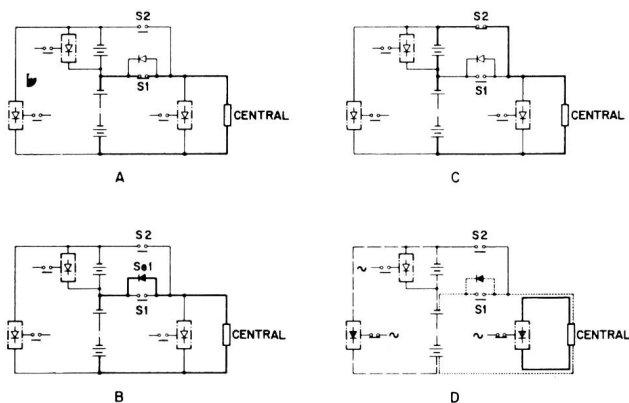


Fig. 7. Commutation en cas de panne de réseau
Zellenumschaltung bei Netzausfall

La figure 7 montre le fonctionnement du circuit en cas de panne du secteur. La figure 7A représente l'état aussitôt après la disparition de la tension du réseau, c'est-à-dire: alimentation du central par 22 éléments de la batterie; après quelques instants survient la commutation par le relais voltométrique comme le montre la figure 7C. Lors de la commutation $S1/S2$, il est nécessaire d'ouvrir $S1$ avant de fermer $S2$, pour ne pas court-circuiter les éléments auxiliaires. Pour éviter une interruption de l'alimentation du central, on a prévu, comme le montre la figure 7B, la valve $Se1$ qui assure le passage du courant pendant la durée de la commutation, il y a donc «commutation sans interruption».

Dès le retour de la tension du secteur, phase que montre la figure 7D, le redresseur d'alimentation reprend son service, tandis que le redresseur de charge principal recharge les 25 éléments de la batterie jusqu'à ce que la tension aux bornes des 22 éléments ait atteint la valeur de la tension d'utilisation. A ce moment le relais à transistors commande la fermeture de $S1$, le déclenchement du redresseur de charge

bei einem Netzunterbruch vor sich geht. Alle Prinzip-Schaltbilder auf diesen beiden Figuren zeigen dick ausgezogen den Verbraucherstromkreis, punktiert den Batteriebereitschaftskreis und gestrichelt den Batterieladeerhaltungskreis.

Die Figur 6 A zeigt den Normalzustand, das heisst die Speisung der Verbraucher ist durch den oder die Speisegleichrichter und Batteriebereitschaft durch die Stammbatterie (22 Zellen) gewährleistet; der Ladeerhaltestrom für die Stammbatterie wird von den Speisegleichrichtern und derjenige für die Zusatzzellen vom Zusatzgleichrichter geliefert.

Übersteigt der Verbraucherstrom den Nennstrom der vorhandenen Speisegleichrichter, so bleibt der von diesen abgegebene Strom annähernd konstant (Fig. 6 C), dabei sinkt die Verbraucherspannung (Ohmsches Gesetz!). Nach Erreichen der untern Spannungsgrenze veranlasst das Spannungsrelais RV die Umschaltung auf 25 Batteriezellen, wie Figur 6 B zeigt; ein Hilfskontakt von $S1$ veranlasst die Einschaltung des Ladegleichrichters, der nun den Speisegleichrichtern zu Hilfe kommt. Ist der Strommehrbedarf grösser als der Nennstrom des Ladegleichrichters, wird das Übrige von der Batterie geliefert (25 Zellen).

Die Schaltungsgänge bei einem Netzunterbruch gibt Figur 7 wieder. Der Schaltzustand unmittelbar nach Ausfall der Netzspannung ist aus Figur 7 A ersichtlich. Die Verbraucher werden durch die Stammbatterie (22 Zellen) gespeist. Nach Absinken der Spannung auf die Ansprechspannung des Spannungsrelais wird auf 25 Zellen (Fig. 7 C) umgeschaltet. Während des Schaltungsvorganges $S1/S2$ muss $S1$ geöffnet werden bevor $S2$ geschlossen wird, da sonst die Zusatzzellen kurzgeschlossen würden. Um einen Unterbruch in der Stromlieferung während dieser Schaltzeit zu vermeiden, dient das Ventil $Se1$, durch das der Verbraucherstrom während der Schaltzeit fließen kann (Fig. 7 B).

Erscheint die Netzspannung wieder (Fig. 7 D), wird der Speisegleichrichter die Verbraucher erneut speisen, während der Hauptladegleichrichter die gesamte Batterie (25 Zellen) auflädt, bis die Spannung an der Stammbatterie (22 Zellen) gleich gross geworden ist wie die Verbraucherspannung, und das Transistorrelais die Parallelschaltung befiehlt, die nun gefahrlos und ohne Ausgleichsströme erfolgen kann. Der Normalzustand (Fig. 6 A) ist damit wieder hergestellt.

3. Aufbau und Disposition

Die Figur 8 zeigt als Beispiel die räumliche Anordnung einer im Bau befindlichen Anlage für 48 V - 4000 A, also mit der doppelten, soeben beschriebenen Stromkapazität.

Die Notstrombatterien sind in einem getrennten Raum, unmittelbar neben dem Stromlieferungsraum, aufgestellt. Ihre Anschlüsse liegen möglichst nahe an der Trennwand. Alle reinen Gleichstromfelder im Stromlieferungsraum sind ebenfalls unmittelbar an der Trennwand aufgestellt. Dadurch wird die Länge

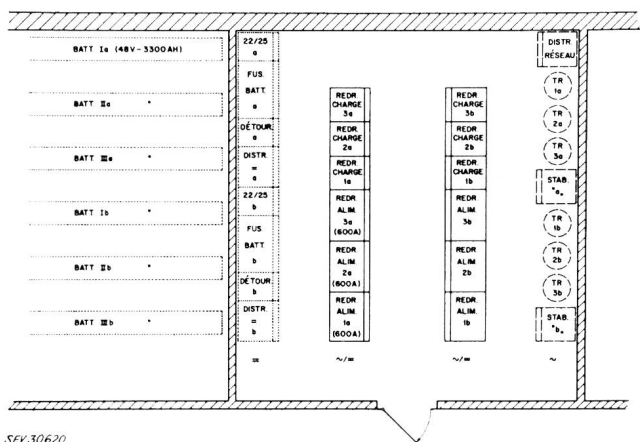


Fig. 8. Alimentation 48 V, 4000 A (disposition)
Energieförderanlage 48 V, 4000 A (räumliche Anordnung)

principal et l'enclenchement du redresseur auxiliaire: le service normal est ainsi à nouveau rétabli.

3. Construction et disposition

Examinons rapidement pour terminer un exemple de disposition d'une installation prévue pour un courant maximum de 4000 A, soit une capacité double de celle de l'installation que nous venons d'étudier.

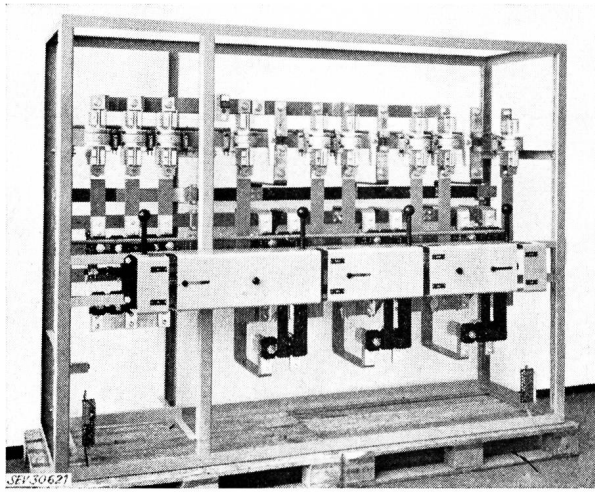


Fig. 9. Panneau pour la commutation des batteries et détournement
Feld Batterieumschaltung und Umgehung

Les batteries sont montées dans un local séparé (fig. 8), adjacent à celui de l'installation d'alimentation; tous les bâtis «courant continu» sont alignés contre la paroi la plus proche de façon que les connexions de batterie, non protégées par des fusibles, soient aussi courtes que possible; au milieu du local sont installés en deux rangées les redresseurs d'alimentation et de charge, contre la paroi de droite tout ce qui est «courant fort» soit notamment les transformateurs variables avec leurs circuits de commande et la distribution «réseau».

L'installation d'alimentation complète pour 48 V et 4000 A est montée dans un local d'environ 8 m sur 9 m

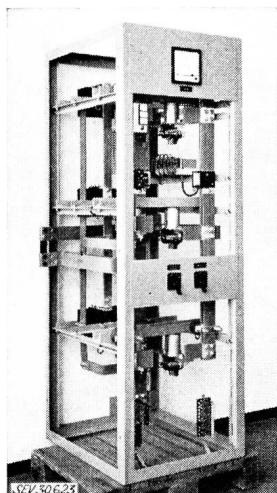


Fig. 11. Panneau pour la commutation des éléments de batteries
Feld Zellenumschaltung

der nicht durch Sicherungen geschützten Batterie-zuleitungen auf ein Mindestmass herabgesetzt.

In der Mitte des Raumes sind in zwei Reihen die Felder der Speise- und Ladegleichrichter aufgestellt, an der gegenüberliegenden Wand zum Batterieraum die reinen Wechselstromfelder (Tauchregler, Tauchreglersteuerung, Netzverteilung).

Die ganze Anlage für 48 V, 4000 A ist in einem Raum mit einer Grundfläche von etwa 8 x 9 m, mit reichlich dimensionierten Gängen zwischen den Feldderereien (2,2 m und 1,1 m), untergebracht.

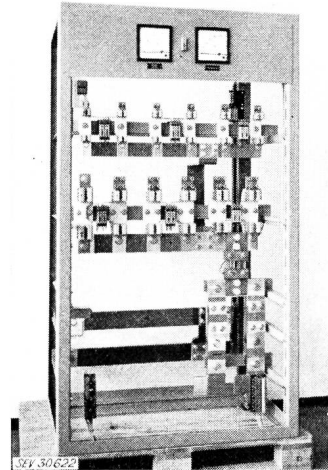


Fig. 10. Distribution côté continu
Feld Gleichstrom-Verteilung

Die folgenden Figuren zeigen den Aufbau der verschiedenen Einheiten, die zu dieser Anlage verwendet wurden. Beachtenswert ist die grundsätzlich offene Bauart, die für alle Einheiten gewählt wurde, bei der es auf einfache Art gelingt, Starkstrom führende Teile wirksam gegen Berührung zu schützen. Dadurch ist eine sehr grosse Übersichtlichkeit der Anlage unter gleichzeitiger Verbilligung ohne Beeinträchtigung der Qualität (Wegfall aller Türen und Abdeckungen) gewährleistet. Auf diese Weise wird auch dem meist schwachstromorientierten Überwachungspersonal ein-

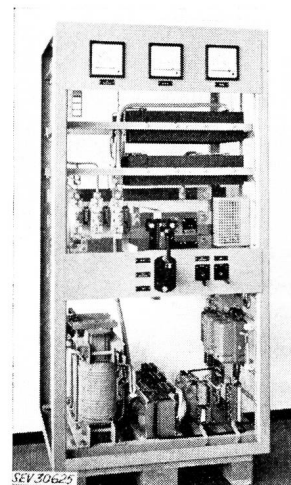


Fig. 12. Redresseur de charge combiné 60 V, 200 A/6 V, 50 A
Kombinierter Ladegleichrichter 60 V, 200 A/6 V, 50 A

avec des couloirs de passage largement dimensionnés de 2,20 m et 1,30 m respectivement.

Les figures suivantes montrent les différentes unités utilisées pour cette installation; il faut remarquer qu'on a choisi pour améliorer la supervision et l'accessibilité une construction ouverte, sans portes ni tôles de couverture, ce qui est tout à fait admissible pour une installation située dans un local séparé où seul du personnel instruit a accès.

La figure 9 montre le bâti des fusibles de batterie de 1000 A chacun avec à droite les commutateurs manuels «barre de service-barre de charge», et à gauche le circuit de détournement. L'ensemble est verrouillé mécaniquement par une coulissière pour éviter toute fausse manœuvre.

La figure 10 représente la distribution «courant continu» avec le sectionneur pour 2000 A.

La figure 11 montre le bâti de commutation des batteries avec les contacteurs $S 1/S 2$ vus précédemment et la valve assurant la commutation sans interruption, ainsi que les lampes de signalisation.

La figure 12 représente un redresseur de charge combiné 60 V, 200 A, et 6 V, 50 A, pour la charge des batteries et des éléments auxiliaires.

La figure 13 montre un des redresseurs d'alimentation, réduit comme on le voit à sa plus simple expression, avec CMC primaire, transformateur, redresseur au sélénium, ampèremètre et fusible côté continu, chaque bâti comprenant trois circuits autonomes pour 200 A chacun.

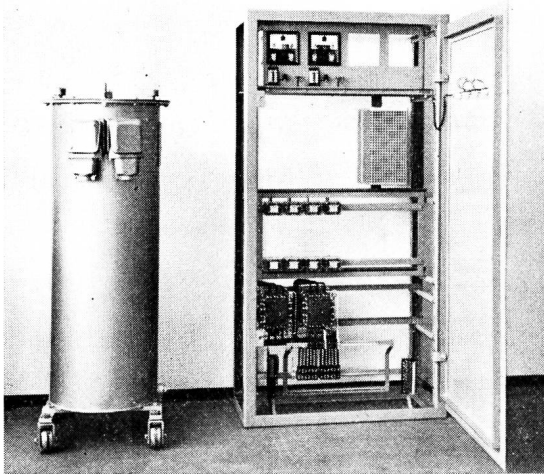


Fig. 14. Transformateur variable et son armoire de commande
Tauchregler mit Steuerschrank

Et, pour terminer, figure 14, un des transformateurs variables avec son armoire de commande, fermée puisqu'elle ne contient que des circuits «courant fort».

On voit sur ces dernières figures que les lampes d'alarme sont montées dans les panneaux correspondants, ce qui facilite la recherche des défauts.

Notons en marge que dans un proche avenir il est prévu de remplacer dans tous les circuits les redresseurs au sélénium par des redresseurs au silicium qui permettront d'augmenter le rendement et donc de diminuer des frais d'exploitation.

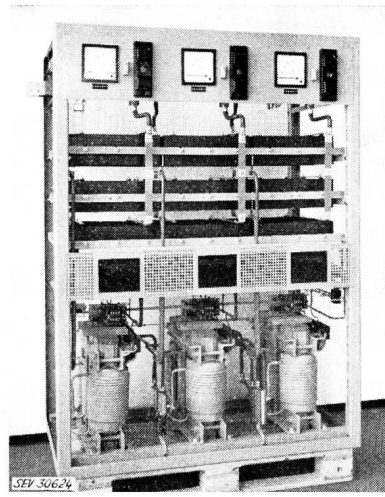


Fig. 13. Redresseur d'alimentation 48 V, 600 A
Speisgleichrichter 48 V, 600 A

drücklich gezeigt, wo ihm Gefahr durch Starkstrom droht und wo nicht.

Aus Figur 9 ist das Feld «Batterieumschaltung» mit den Batteriesicherungen (je 1000 A), den Handschaltern für die Umschaltung der Batterien «Betriebladen» rechts, und dem Umgehungsschalter mit den zugehörigen getrennten Umgehungssicherungen links ersichtlich. Die Handschalter sind mit einer Kunststoffkulissee gegeneinander verriegelt, um jede Fehlmanipulation zu verhindern.

Das Feld für die Gleichstromverteilung erkennt man aus Figur 10. Dort sind die Abgangssicherungen zum Amt sowie der früher besprochene Trenner SI für die Abtrennung der Anlage bei Umgehungsschaltung untergebracht.

Die Figur 11 zeigt das Feld für die Zellenumschaltung mit den Zellenschützen $SI=S2$ sowie dem Selen-Sperrventil $Se1$ für die unterbrochlose Umschaltung.

Auf Figur 12 ist ein kombinierter Ladegleichrichter mit zwei Stromkreisen, 60 V, 200 A als Haupt-Lade- und Reservegleichrichter und 6 V, 50 A als Ladegleichrichter für die Zusatzzellen, zu sehen.

Die Figur 13 zeigt einen Speisgleichrichter von sehr einfachem Aufbau mit drei gleichen, sauber getrennten Stromkreisen, jeder für 48 V, 200 A, bestehend aus je einem CMC-Automaten, Haupttransformator, Selengleichrichter-Elementsatz, Gleichstrom-Ampèremeter und Gleichstromsicherung.

Figur 14 gibt einen der Tauchregler mit dem zugehörigen Steuerkasten (geschlossen, da Starkstrom) wieder, der mit Steuerstromkreisen für bis zu vier Tauchreglern ausgebaut werden kann.

Wie diese letzten Figuren zeigen, sind die Alarmlampen unmittelbar in die zugehörigen Felder eingebaut, und sie erleichtern dadurch die Störungssuche.

Als weiteren Schritt zur Senkung der Betriebskosten (höherer Wirkungsgrad) ist vorgesehen, in naher Zukunft in allen Gleichrichtern die Selen-elemente durch Siliziumdioden zu ersetzen.

Adresse des Autors: Jean Debrunner, Eggwiesstrasse 14, Langnau a. A. (ZH).