

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: 45 (1967)

Heft: 10

Artikel: Die Stromversorgungsanlagen im neuen Telephonegebäude Bern-Mattenhof = Les installations d'énergie du nouveau bâtiment des téléphones de Berne-Mattenhof

Autor: Guggisberg, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874905>

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>

Die Stromversorgungsanlagen im neuen Telephonegebäude Bern-Mattenhof

Les installations d'énergie du nouveau bâtiment des téléphones de Berne-Mattenhof

Hans GUGGISBERG, Bern

621.311.68:621.395

Zusammenfassung. Die Stromversorgungsanlagen der neuen Zentrale Mattenhof wurden entsprechend der Wichtigkeit dieses Objektes disponiert. Die Notstromanlage besteht im wesentlichen aus zwei Dieselnotstromgruppen zu 400 PS. Jede Gruppe speist die ihr zugeteilten Verbraucher. Mittels umsteckbarer Schalter können bei Ausfall einer Gruppe ihre wichtigsten Verbraucher auf die noch intakte Gruppe umgeschaltet werden. Die Gleichstromverbraucher sind in mehrere Gruppen aufgeteilt, wobei jeder Gruppe eine Gleichrichteranlage und Batterien zugeordnet sind. Im Notfall können diese Gruppen wahlweise zusammengeschaltet werden. Die verwendeten Röhrenplattenbatterien benötigen nur etwa $\frac{1}{3}$ der Grundfläche einer gleichwertigen Batterie mit GROSSOBERFLÄCHENPLATTEN.

Résumé. Les installations d'énergie du nouveau central du Mattenhof ont été conçues en raison de l'importance de cet ouvrage. L'installation électrogène de secours comprend principalement deux groupes diesel de 400 ch. Chaque groupe alimente les consommateurs qui lui sont attribués. Des disjoncteurs enfichables permettent, en cas de défaillance d'un groupe, de commuter ses principaux consommateurs sur le groupe intact. Les consommateurs de courant continu sont répartis en plusieurs groupes, à chacun desquels sont attribués une installation de redresseurs et des batteries. En cas de besoin, ces groupes peuvent être conjugués à volonté. Les batteries à électrodes tubulaires ne requièrent que $\frac{1}{3}$ environ de la surface nécessaire à une batterie à grandes plaques de valeurs égales.

L'impianto d'alimentazione di corrente elettrica della nuova centrale telefonica Berna-Mattenhof. Riassunto. Quest'impianto è stato concepito a seconda dell'importanza delle apparecchiature ivi installate. L'impianto d'alimentazione di soccorso è composto in sostanza di due gruppi Diesel di 400 HP cadauno. Ogni gruppo alimenta la parte degli impianti che gli sono allacciati. Nel caso che un gruppo dovesse subire un guasto, gl'impianti più importanti vengono allacciati mediante commutatori a spine al gruppo ancora efficiente. I consumatori d'energia a corrente continua sono ripartiti in vari gruppi e alimentati individualmente mediante un raddrizzatore con la relativa batteria. In caso d'emergenza, questi gruppi possono essere accoppiati a scelta. Gli accumulatori a elettrodi tubolari installati necessitano solo $\frac{1}{3}$ dello spazio di quelli con piastre a grande superficie.

1. Einleitung

Das Telephonegebäude Mattenhof (Fig. 1) beherbergt ein Fernbetriebszentrum, bestehend aus Eingangs- und Ausgangsamt mit einer ausbaubaren Kapazität von 10 000 Leitungen. Im Gebäude sind ferner untergebracht: ein Verstärkeramt und eine Quartierzentrale, ausbaubar auf 20 000

1. Introduction

Le bâtiment des téléphones de Berne-Mattenhof (fig. 1) abrite un centre interurbain comprenant un central d'entrée et un central de sortie, dont la capacité finale est de 10 000 circuits.

Y sont en outre logés une station amplificatrice et un central de quartier pour 20 000 raccordements. L'alimentation constante des consommateurs en courant continu est assurée par des redresseurs et des batteries. Une installation électrogène diesel à démarrage automatique garantit l'alimentation en cas de pannes prolongées du réseau à courant fort. Les installations d'énergie se trouvent au troisième sous-sol et comprennent principalement les éléments suivants:

- 2 groupes électrogènes 400 ch/340 kVA
- 3 installations de redresseurs 48 V, type 2000 A
- 1 installation de redresseurs 60 V, type 1000 A
- 1 installation de batteries au plomb 30 000 Ah

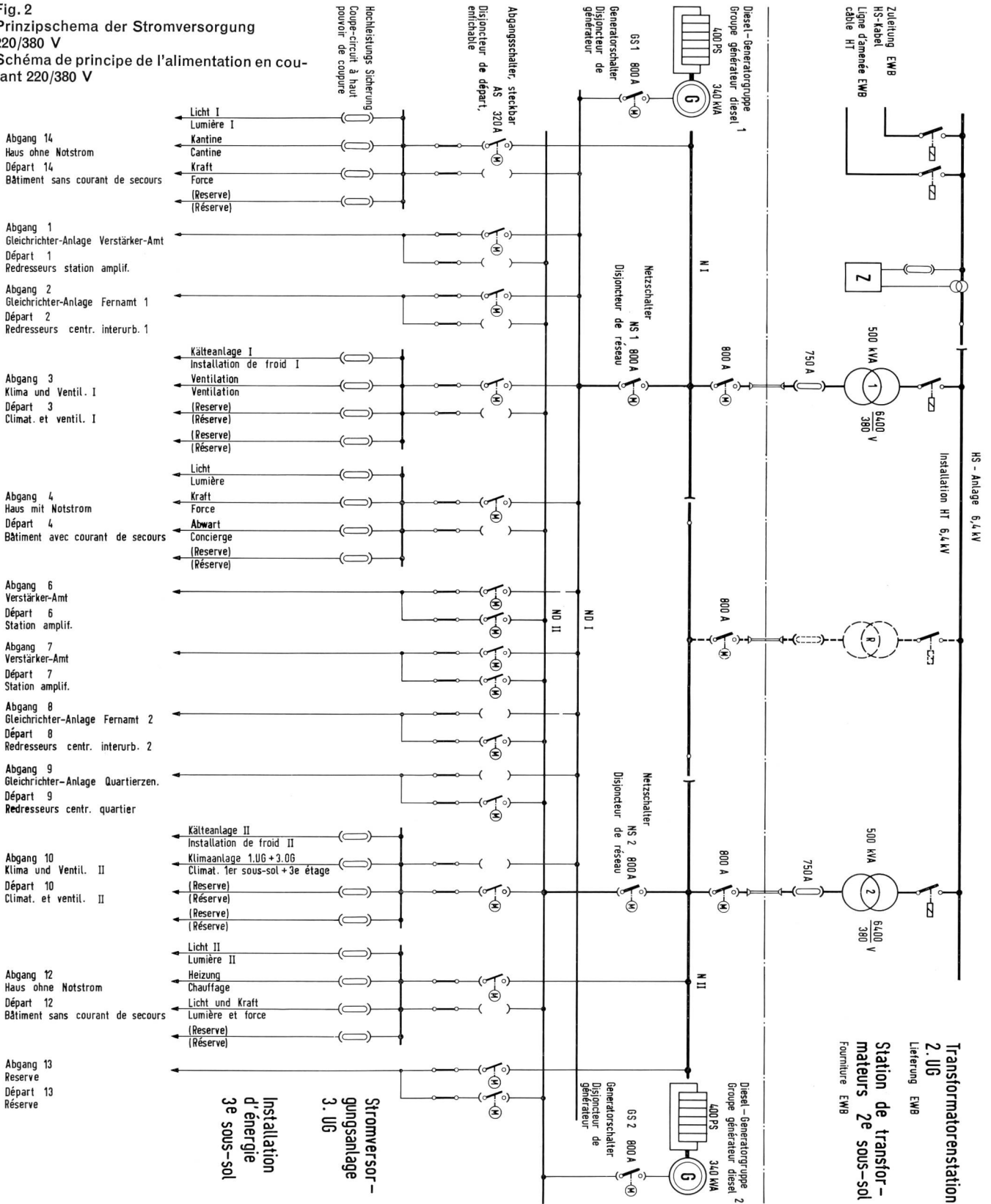
2. Construction de l'installation de secours (fig. 2)

L'alimentation est prise du réseau 6,4 kV de la ville de Berne au moyen de deux transformateurs à 500 kVA et amenée à la tension de service de 3 X 220/380 V. Chaque transformateur alimente sa propre barre collectrice; en cas de besoin (par exemple en cas de panne d'un transformateur), les barres peuvent être connectées en parallèle. L'installation est divisée en deux parties, à chacune desquelles sont attribués un transformateur, un groupe électrogène diesel et un groupe de consommateurs. Lorsque, pour une raison quelconque, un organe de l'une des parties refuse de fonctionner, les consommateurs les plus importants peu-



Fig. 1
Gebäude der Zentrale Mattenhof
Bâtiment du central du Mattenhof

Fig. 2
Prinzipschema der Stromversorgung
220/380 V
Schéma de principe de l'alimentation en courant 220/380 V



Anschlüsse. Die unterbruchlose Speisung der Verbraucher mit Gleichstrom wird durch Gleichrichter und Batterien gewährleistet. Für die Sicherstellung der Verbraucher- speisung bei längeren Netzunterbrüchen hat die selbst- startende dieselektrische Notstromanlage zu sorgen. Die Stromversorgungsanlagen sind im dritten Untergeschoss untergebracht und bestehen im wesentlichen aus folgenden Einheiten:

- 2 Notstromgruppen 400 PS/340 kVA
- 3 Gleichrichteranlagen 48 V, Typ 2000 A
- 1 Gleichrichteranlage 60 V, Typ 1000 A
- Bleibatterieanlage 30 000 Ah

2. Aufbau der Notstromanlage

(Fig. 2)

Die Anspeisung aus dem Hochspannungsnetz 6,4 kV des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern geschieht über zwei Transformatoren zu 500 kVA auf die Betriebsspannung $3 \times 220/380$ V. Jeder Transformator speist seine eigene Sammelschiene, die in Notfällen (zum Beispiel bei Ausfall eines Transformators) parallelgeschaltet werden können. Die ganze Anlage ist in zwei Hälften geteilt, wobei jeder ein Transformator, eine Dieselnotstromgruppe und eine Verbrauchergruppe zugeordnet sind. Versagt aus irgendeinem Grunde ein Glied der einen Hälfte, können die wichtigsten Verbraucher mit Hilfe der umsteckbaren Abgangsschalter

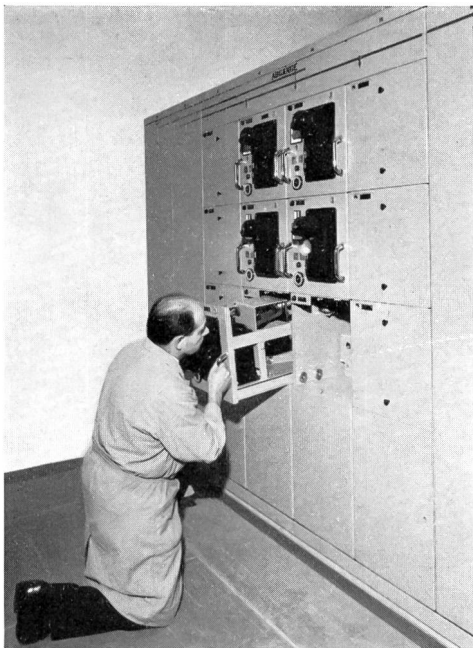


Fig. 3
Umsteckbare Abgangsschalter
Disjoncteurs de départs enfichables

vent être commutés sur la partie intacte au moyen de disjoncteurs de départs enfichables. En enfichant ces disjoncteurs de la manière voulue, on peut répartir la charge à volonté entre les deux parties. Dans les départs vers des consommateurs particulièrement importants, les deux disjoncteurs sont montés (fig. 2, départs 6 et 7). En cas de panne d'un groupe, ces consommateurs sont commutés automatiquement sur le groupe en état de fonctionner. Un verrouillage empêche la fermeture simultanée des deux disjoncteurs. Pour les consommateurs dont l'alimentation est garantie par une batterie, une brève interruption (par exemple lors des contrôles d'exploitation exécutés chaque mois) peut parfaitement être admise. Pour ceux qui doivent travailler autant que possible sans interruption – par exemple les centraux téléx, dont les essais précités ne doivent pas perturber l'exploitation – sont prévues les connexions selon le départ 13. L'alimentation par le réseau se fait de la barre N 1 par le disjoncteur de départ placé à gauche; en cas de panne, les consommateurs sont commutés sur l'installation de secours par le disjoncteur de droite.

Les disjoncteurs de départs (fig. 3) possèdent une protection thermique contre les surcharges et une protection magnétique contre les courts-circuits. En cas de court-circuit côté consommateurs, ils peuvent déconnecter immédiatement tous les pôles, ce qui est un avantage par rapport aux coupe-circuit. Ils sont montés avec les dispositifs de mesure, de commande et de verrouillage nécessaires dans des blocs enfichables qui peuvent être facilement retirés et enfichés ailleurs. Ils sont normalisés et interchangeables. En cas de dérangement, on peut immédiatement les remplacer par des unités de réserve. De ce fait, les dispositifs de détournement généralement employés sont superflus.

3. Fonctionnement de l'installation électrogène

Dans le cas normal, les deux parties de l'installation sont alimentées par le réseau, au moyen des deux transformateurs et des barres N1 et N2. Les consommateurs pour lesquels un courant de secours n'est pas nécessaire reçoivent leur énergie directement des barres. Les consommateurs dont l'alimentation doit être assurée en permanence sont alimentés par les deux barres réseau/diesel ND1 et ND2; lorsque le réseau fonctionne, ces barres sont alimentées par les barres réseau, par l'intermédiaire de leurs disjoncteurs réseau.

En cas d'alimentation de secours (panne du réseau, interruption de phases, chute de la tension de phase au-dessous de 90% de la valeur nominale, etc.), les deux groupes électrogènes sont mis en marche automatiquement par des démarreurs électriques. Le démarrage est retardé de 1 seconde environ, afin d'empêcher que les groupes se mettent en marche en cas de très brèves variations de la tension ou interruptions du réseau.

auf die noch intakte Anlagehälfte umgeschaltet werden. Durch entsprechendes Umstecken dieser Schalter kann somit auch die Last nach Belieben auf die beiden Notstromgruppen verteilt werden. In die Abgänge besonders wichtiger Verbraucher können zwei Schalter eingesteckt werden (Fig. 2, Abgänge 6 und 7). Diese Verbraucher werden bei Ausfall einer Notstromgruppe automatisch auf die arbeitsfähige Gruppe umgeschaltet. Eine entsprechende Verriegelung verhindert das gleichzeitige Einschalten beider Schalter. Für die batteriegesicherten Verbraucher kann ein kurzzeitiger Unterbruch der Speisung (beispielsweise anlässlich der monatlich vorzunehmenden Bereitschaftskontrollen) ohne weiteres in Kauf genommen werden. Für Verbraucher, die möglichst unterbruchlos arbeiten müssen – zum Beispiel Telexzentralen, deren Betrieb durch die erwähnten Versuche nicht gestört werden darf –, ist die Schaltung gemäss Abgang 13 vorgesehen. Bei Netzbetrieb wird über den Abgangsschalter links der Netzschiene N 1 gespeist, bei Netzausfall über den Schalter rechts auf die Notstromanlage umgeschaltet.

Die Abgangsschalter (Fig. 3) besitzen thermischen Überlastschutz und magnetischen Kurzschlusschutz. Sie sind in der Lage, einen Kurzschluss auf der Verbraucherseite sofort allpolig abzuschalten (Vorteil gegenüber Sicherungen!). Diese Schalter sind mit den notwendigen Mess-, Steuer- und Verriegelungsvorrichtungen in «Schubladen» eingebaut, die sich im Bedarfsfall leicht herausziehen und in einem andern Schalterplatz wieder einstecken lassen. Sie sind normalisiert und untereinander austauschbar. Im Falle einer Störung lassen sie sich in kürzester Zeit durch Reserveeinheiten auswechseln. Durch die umsteckbaren Abgangsschalter erübrigen sich die sonst üblichen Umgehungseinrichtungen.

3. Arbeitsweise der Notstromanlage

Im Normalfall werden beide Anlagenteile aus dem Netz über die beiden Transformatoren auf die Netzschienen N 1 und N 2 gespeist. Verbraucher, die nicht mit Notstrom versorgt werden müssen, beziehen ihre Energie direkt von diesen Schienen. Die Verbraucher mit gesicherter Speisung werden von den beiden Netz-Diesel-Schienen ND 1 und ND 2 aus gespeist, wobei im Netzbetrieb die Netz-Diesel-Schienen ihrerseits über ihre Netzschalter von den Netzschienen aus gespeist werden.

Im Notbetrieb (bei Netzausfall, Phasenbruch, Absenkung einer Phasenspannung unter rund 90% des Nennwertes usw.) werden die beiden Notstromgruppen automatisch mit Hilfe elektrischer Anlasser in Betrieb gesetzt. Die Startverzögerung ist auf etwa 1 s eingestellt; diese Verzögerung ist notwendig, um das Starten der Notstromgruppen bei kurzen Netzspannungsschwankungen oder Netzunterbrüchen zu verhindern.

Immédiatement après la mise en marche, les disjoncteurs réseau NS1 et NS2 ainsi que le disjoncteur de départ vers les consommateurs s'ouvrent. Au bout de 7...10 s, les groupes tournent à leur vitesse de régime, l'alternateur donne la tension normale et les deux disjoncteurs de générateur GS1 et GS2 se ferment. Pour atténuer le choc résultant du passage de la charge aux groupes diesel et, ainsi, des chutes de tension, les disjoncteurs de départ des consommateurs commutent successivement. L'intervalle peut être réglé entre 0 et quelques minutes. Lorsque l'ordre de démarrage est donné, les groupes demeurent en marche pendant un temps minimal réglable, même si pendant ce temps le réseau pourrait de nouveau assurer l'alimentation. La commutation sur le réseau n'a lieu que lorsque la tension du réseau reste constamment à sa valeur nominale pendant un temps minimal également réglable. Ces mesures ont été prises en raison du fait que la tension du réseau, lorsqu'elle réapparaît, varie souvent encore fortement ou même disparaît de nouveau.

Si la commande de l'installation est dérangée, les fonctions les plus importantes (démarrage des groupes, manœuvre des disjoncteurs, etc.) peuvent aussi être exécutées manuellement.

Tout le système automatique peut être bloqué afin d'exclure tout danger lors des travaux de révision. La figure 4 représente l'un des deux tableaux de commande.

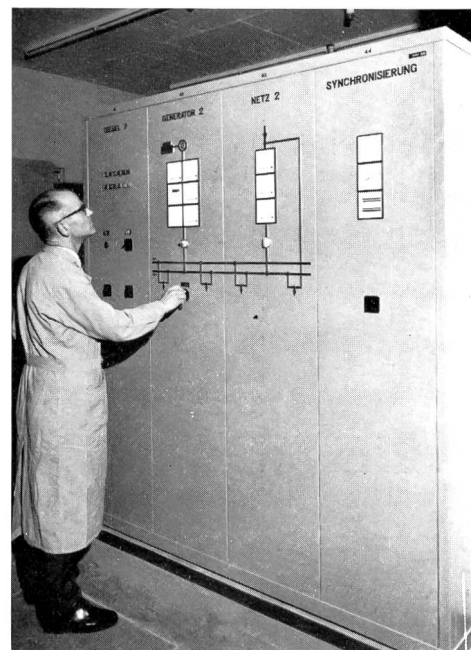


Fig. 4
Steuertafel zu Notstromgruppe 2
Tableau de commande du groupe électrogène 2

Nach Einleiten des Startvorganges öffnen die Netzschalter NS 1 und NS 2 und die Verbraucherabgangsschalter AS. Nach 7...10 s sind die Notstromgruppen hochgelaufen, die Generatorspannung ist aufgebaut und die Generatorschalter CS 1 und CS 2 schalten ein. Um den Belastungsstoss auf die Dieselgruppen und damit die Spannungseinbrüche zu mildern, werden die Verbraucherabgangsschalter gestaffelt wieder zugeschaltet. Die Einschaltverzögerung ist zwischen 0 und einigen Minuten einstellbar. Ist der Startbefehl einmal erfolgt, dann bleiben die Gruppen während einer einstellbaren Minimalzeit in Betrieb, auch wenn während dieser Zeit das Netz wieder speisen könnte. Andererseits wird erst wieder auf Netzspeisung zurückgeschaltet, nachdem die Netzspannung während einer einstellbaren Minimalzeit unterbruchlos den Nennwert eingehalten hat. Diese Massnahmen wurden getroffen, da die rückkehrende Netzspannung oft stark schwankt oder wieder ausfällt.

Bei Störungen an der Steuerung der Anlage können die wichtigsten Funktionen, wie der Start der Gruppen, das

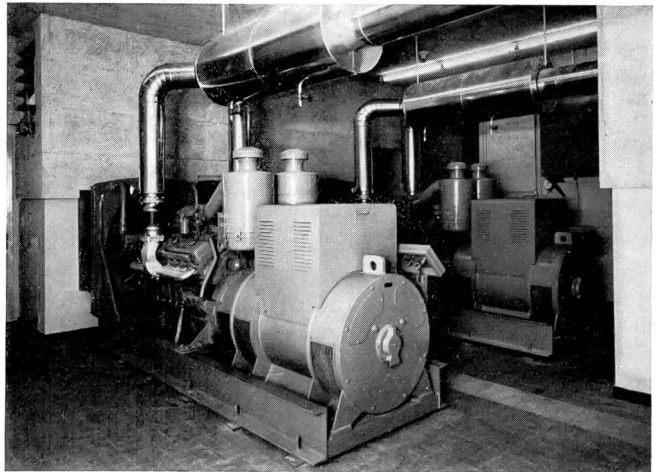
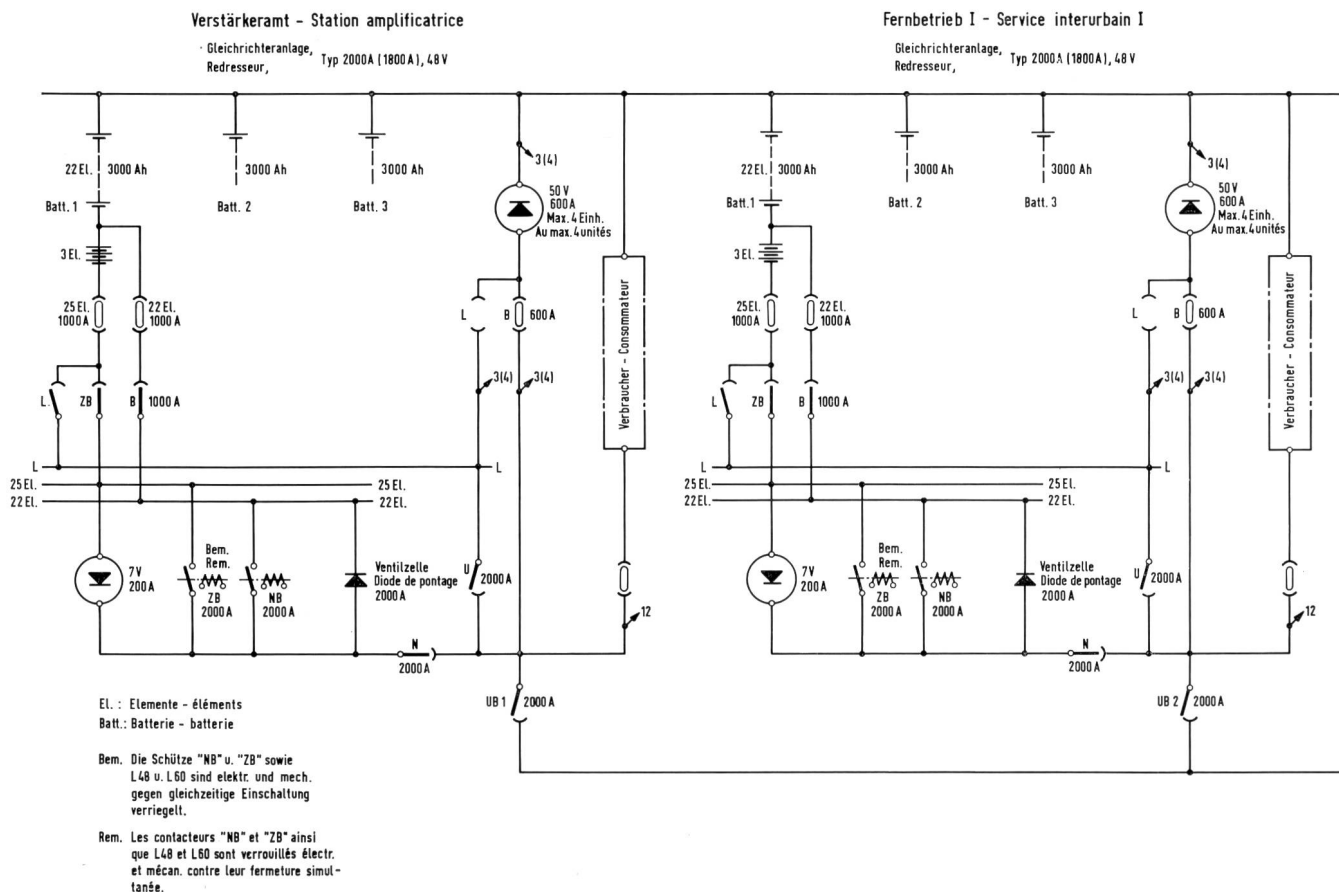


Fig. 5
Dieselnotstromgruppen
Groupes diesel

▼▼▼ Fig. 6
Prinzipschema Gleichrichteranlage
Schéma de principe de l'installation de redresseurs



Betätigen der Schalter usw., auch von Hand gesteuert werden.

Um Revisionsarbeiten ohne Gefährdung zu ermöglichen, kann die ganze Automatik gesperrt werden. *Figur 4* zeigt eine der beiden Steuertafeln.

4. Die Diesel-Notstromgruppen

Zwei General-Motors-Dieselaggregate, bestückt mit BBC-Generatoren, liefern den erforderlichen Notstrom (*Fig. 5*). Ihre wichtigsten Daten sind:

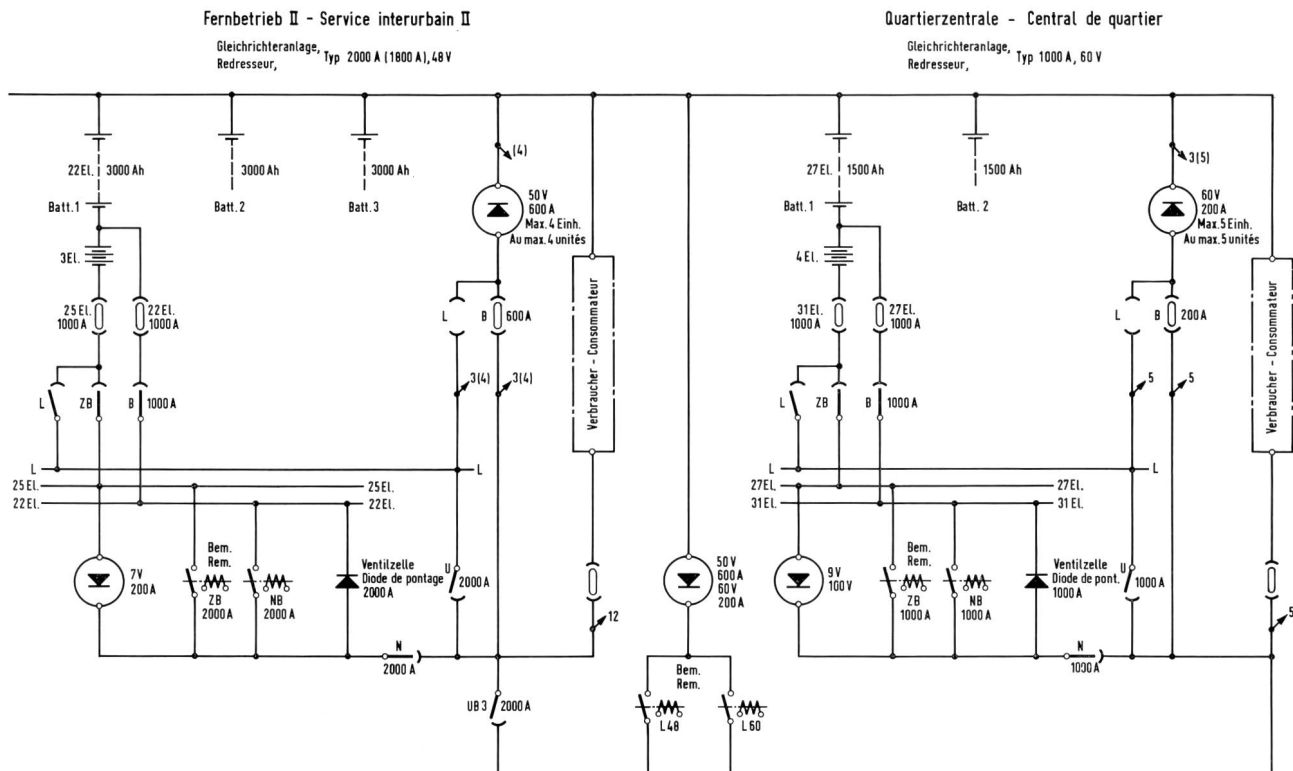
- Dauerleistung: 400 PS/340 kVA
- Stundenleistung: 420 PS/374 kVA
- Spannung: $3 \times 220/380$ V
- $\pm 2,5\%$ bei langsamer Laständerung zwischen Leerlauf und Vollast bei gleichbleibender Drehzahl
- $\pm 6\%$ bei Zu- und Abschalten von $\frac{1}{2}$ Nennlast bei $\cos = 0,8$ während max. 0,3 s
- Frequenz: $50 \text{ Hz} \pm 2\%$
- Nenn Drehzahl: 1500 U/min
- Bauart: 16 Zylinder/2-Takt
- Brennstoff: Heizöl leicht
- Brennstoffverbrauch: 175 g/PS/h

4. Les groupes électrogènes diesel

Deux groupes diesel de la General Motors avec alternateurs BBC fournissent le courant de secours nécessaire (*fig. 5*).

Voici leurs caractéristiques principales:

- Puissance en régime permanent: 400 ch/340 kVA
- Puissance unihoraire: 420 ch/374 kVA
- Tension: $3 \times 220/380$ V
- $\pm 2,5\%$ en cas de modifications lentes de la charge entre la marche à vide et la pleine charge et avec un nombre de tours constant
- $\pm 6\%$ à la connexion et la déconnexion de la $\frac{1}{2}$ puissance nominale avec $\cos \varphi = 0,8$ pendant 0,3 s au maximum
- Fréquence: $50 \text{ Hz} \pm 2\%$
- Nombre de tours nominal: 1500 t/min.
- Type: 16 cylindres/2 temps
- Carburant: Huile de chauffage légère
- Consommation de carburant: 175 g/ch/h
- Lubrifiant: Huile pour moteurs HD SAE 30 série III (CCG)
- Consommation de lubrifiant: 0,3 l/h
- La vidange d'huile devrait se faire après 100–150 heures de service. Ce nombre d'heures ne devant guère être atteint avant 4...6 ans, la vidange se fait au moins tous les deux ans.



Schmieröl: HD-Motorenöl SAE 30 Serie III (OKK)
Schmierverbrauch: 0,3 l/h

Der Schmierölwechsel sollte nach 100...150 Betriebsstunden erfolgen. Da diese Betriebsstundenzahl bei unserem Betrieb erst in etwa 4...6 Jahren erreicht würde, wird der Ölwechsel mindestens alle 2 Jahre einmal vorgenommen. Nach dieser Zeit zeigt sich bereits ein Nachlassen der Ölqualität infolge Oxydation.

Die Versorgung mit Brennstoff geschieht aus dem Heizöltank des Gebäudes. Jedem Dieselmotor ist ein Tagestank zugeordnet, der durch eine Elektropumpe automatisch gefüllt wird.

Die auf die Grundrahmen der Dieselgruppe aufgebauten Wabenkühler mit Ventilatoren übernehmen die Abfuhr der Verlustwärme. Die Ventilatoren werden direkt durch die Dieselmotoren angetrieben und drücken die warme Abluft durch einen Kanal ins Freie. Durch den erzeugten Unterdruck im Raum wird die notwendige Frischluft angesogen, die ihrerseits auch die von den Aggregaten in den Raum abgestrahlte Wärme abführt. Jedes Aggregat benötigt etwa 8 m³ Frischluft in der Sekunde. Eine zusätzliche Raumventilation ist nicht notwendig. Das System mit den auf den Aggregaten direkt aufgebauten Kühlern und Ventilatoren bietet neben wirtschaftlichen Vorteilen vor allem eine grössere Betriebssicherheit.

Die Bereitschaft der Anlage wird monatlich einmal überprüft, wobei die Gruppen möglichst mit Vollast während mindestens 1 h betrieben werden.

5. Gleichrichteranlagen

Zur Versorgung der Fernbetriebs- und Verstärkeranlagen mit Gleichstrom 48 V und der Quartierzentrale mit Gleichstrom 60 V dient eine Gleichrichter- und Batterieanlage gemäss Prinzipschema *Figur 6*.

Aus technischen Gründen und wegen der Betriebssicherheit war es gegeben, die Verbraucher in vier getrennten Kreisen zu speisen, wobei im Störungs- und Revisionsfall die 48-V-Kreise über ein Sternpunktschaltfeld zu einer einzigen Anlage zusammengeschaltet werden können. Dies ergab folgende wirtschaftliche Bestückung mit Normal-einheiten:

| | |
|------------------------------------|----------------------------|
| Ferneingangsamt | Typ 2000 A/3 × 600 A/48 V |
| Fernausgangsamt | Typ 2000 A/3 × 600 A/48 V |
| Verstärkeramt | Typ 2000 A/3 × 600 A/48 V |
| Quartierzentrale | Typ 1000 A/3 × 200 A/60 V |
| 1 gemeinsamer Reservegleichrichter | 600 A/48 V oder 200 A/60 V |

Der Reservegleichrichter ist auf die Spannungen 48 V und 60 V umschaltbar und kann jeder der Anlagen zugeschaltet werden. *Figur 7* zeigt den Gleichrichterraum.

Après ce temps, en effet, la qualité de l'huile diminue par oxydation.

Le carburant est fourni par le réservoir du bâtiment. A chaque moteur diesel est attribué un réservoir contenant la quantité nécessaire pour un jour et rempli automatiquement par une pompe électrique.

La chaleur de perte est évacuée par des refroidisseurs en nid d'abeille avec ventilateurs montés sur les cadres de fond des groupes diesel. Les ventilateurs sont actionnés directement par les moteurs et évacuent l'air chaud par un canal débouchant à l'extérieur. Chaque groupe nécessite quelque 8 m³ d'air frais par seconde. Une ventilation complémentaire du local n'est pas nécessaire. Outre ses avantages d'ordre économique, le système de refroidisseurs et ventilateurs montés directement sur les groupes présente celui d'une plus grande sécurité d'exploitation.

Le fonctionnement de l'installation est contrôlé une fois par mois; à cet effet, les groupes sont mis en marche autant que possible à pleine charge pendant 1 heure au moins.

5. Installation de redresseurs

Les installations du service interurbain et d'amplificateurs sont alimentées en courant continu 48 V et le central de quartier en courant continu 60 V par une installation de redresseurs et de batteries dont le schéma de principe est représenté à la *figure 6*.

Pour des raisons d'ordre technique et de sécurité d'exploitation, il était préférable de répartir les consommateurs entre quatre circuits distincts, les circuits 48 V pouvant, en cas de dérangement ou de revision, être groupés en une seule installation à un panneau central. Cette disposition a permis de réaliser l'ensemble économique suivant d'unités normales:

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Central d'arrivée interurbain | type 2 000 A/3 × 600 A/48 V |
| Central de départ interurbain | type 2 000 A/3 × 600 A/48 V |
| Station amplificatrice | type 2 000 A/3 × 600 A/48 V |
| Central de quartier | type 1 000 A/3 × 200 A/60 V |
| 1 redresseur de réserve commun | 600 A/48 V, 200 A/60 V |

Le redresseur de réserve est commutable sur les tensions de 48 et 60 V et peut être connecté à chacune des installations. La *figure 7* montre le local des redresseurs.

Chacune des quatre installations de redresseurs possède un tableau de batteries et de coupe-circuit (*fig. 8*) comprenant les commutateurs d'éléments de batteries, les coupe-circuit de batteries et de départs ainsi que différents dispositifs auxiliaires et de commande. Ce tableau a été dimensionné dès le début pour le courant maximal probable vers les consommateurs. On peut, suivant les besoins et la capacité des équipements consommateurs, y relier deux ou plusieurs redresseurs suivant le principe de construction par éléments séparés.

Jede einzelne der vier Gleichrichteranlagen besitzt ein Batterie- und Sicherungsfeld (Fig. 8), das die Zellenumschalter, die Batterie- und Abgangssicherungen sowie verschiedene Hilfs- und Steuereinrichtungen enthält. Dieses Feld wurde von Anfang an für den maximal zu erwartenden Verbraucherstrom dimensioniert. Ihm können, je nach den Erfordernissen und dem jeweiligen Ausbaustand der stromverbrauchenden Ausrüstungen, nach dem Baukastenprinzip zwei oder mehrere Gleichrichter zugeordnet werden.

Dem Typ 2000 A (für Fernbetriebe und Verstärkerant) sind je drei Batterien zu 3000 Ah und drei Gleichrichter zu 600 A zugeordnet; der Ausbau auf vier Gleichrichter ist möglich. Der Typ 1000 A (für die Quartierzentrale) ist mit zwei Batterien zu 1500 Ah und drei Gleichrichtern zu 200 A bestückt. Die Batterien wurden nach dem in 15 Jahren zu erwartenden Stromkonsum dimensioniert. Sie müssen während vier Hauptverkehrsstunden den Betriebsstrom liefern können (bei Zentralen ohne Notstromgruppe während 8 h).

Jede Batterie kann bei Bedarf über die Ladeschiene L einzeln hochgeladen werden, wobei der Ladegleichrichter durch Umstecken der Sicherung auf die Ladeschiene geschaltet wird. Für den Fall einer Revision lassen sich die Verbraucher über den Umgehungsschalter U direkt an die Batterien anschließen. Zellschütze und Gleichrichter werden dann vom Verbraucher getrennt und stromlos gemacht.

Die Speisespannung für die Zentralenausrüstungen muss folgenden Bedingungen genügen:

Normalbetrieb: $48 \text{ V} \pm 2\%$ ($60 \pm 2\%$)

Notbetrieb, Batteriehochladung usw.:

44...54 V (56...66 V)

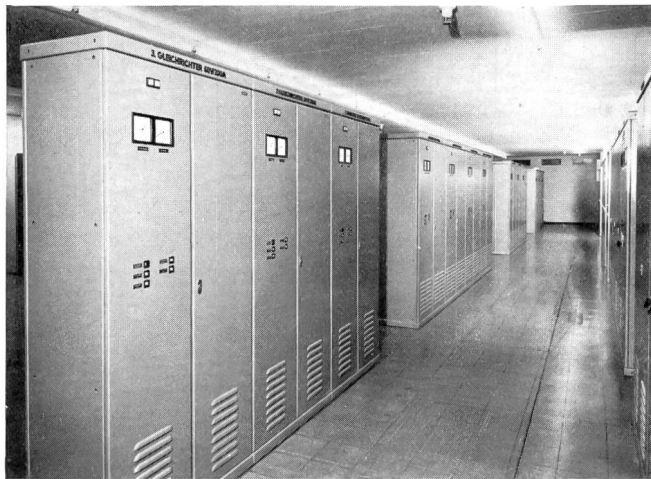


Fig. 7
Gleichrichterraum. Links die Gleichrichter, rechts die Batteriefelder
Local des redresseurs. A gauche les redresseurs, à droite les tableaux des batteries

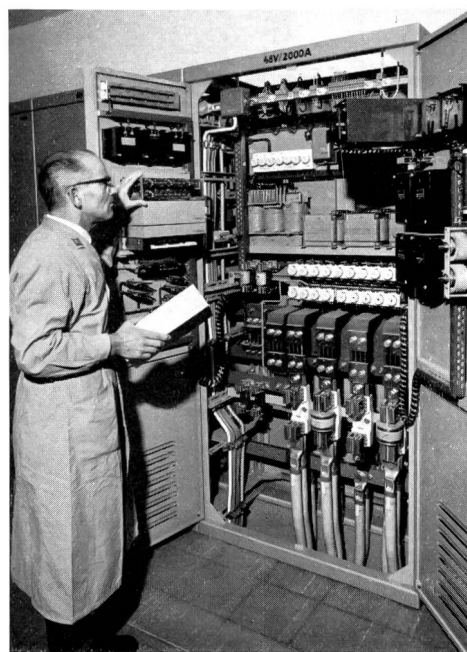


Fig. 8
Batteriefeld. Unten Speiseleitungen zu den Verbrauchern, oben
rechts Registrierampereometer
Tableau des batteries. En bas, lignes d'alimentation des consommateurs, en haut à droite ampèremètres enregistreurs

A chacune des unités du type 2000 A (centraux interurbains et station amplificatrice) sont attribués trois batteries de 3000 Ah et trois redresseurs de 600 A; on pourra au besoin connecter un quatrième redresseur. Le type 1000 A est équipé de deux batteries de 1500 Ah et de trois redresseurs de 200 A. Les batteries ont été dimensionnées d'après la consommation probable dans une quinzaine d'années. Elles doivent pouvoir fournir le courant d'exploitation pendant quatre heures chargées (pendant huit heures pour les centraux sans groupe électrogène).

Au besoin, chaque batterie peut être mise en état de charge poussée par l'intermédiaire de la barre de charge L; on connecte le redresseur de charge à la barre en modifiant la position du coupe-circuit. Pour la révision, les consommateurs peuvent être connectés directement aux batteries par l'intermédiaire du disjoncteur de détournement U. Les contacteurs de cellules et les redresseurs sont alors déconnectés des consommateurs et se trouvent sans courant.

La tension d'alimentation des équipements de centraux doit satisfaire aux conditions suivantes:

service normal: $48 \text{ V} \pm 2\%$ ($60 \text{ V} \pm 2\%$)

service de secours, charge poussée, etc.:

44...54 V (56...66 V)

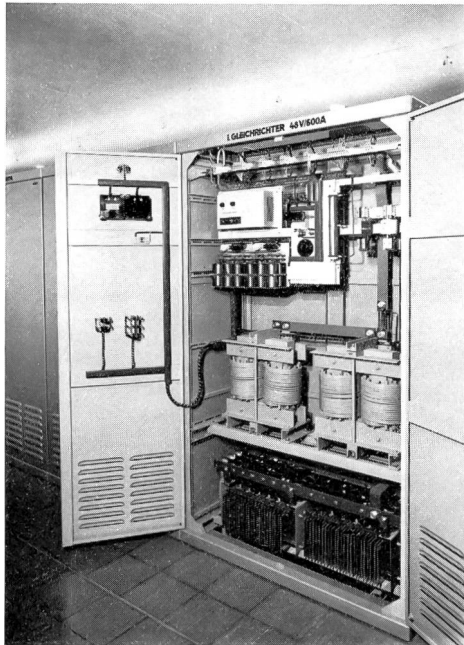


Fig. 9
Gleichrichter. Oben links der steckbare elektronische Regler
Redresseurs. En haut à gauche, régulateur électronique enfichable

Im Normalbetrieb werden die Verbraucher von den Gleichrichtern mit Energie aus dem Netz gespeist, wobei die Batterien mit 22 (27) Elementen parallelgeschaltet sind. Die Batterien werden mit $2,23 \text{ V} \pm 1\%$ je Element in Schwebeladung gehalten¹. Dies entspricht einer Batterieklemmenspannung von $22 \times 2,23 \text{ V} = 49,06 \text{ V}$. Für den Spannungsabfall in der Speiseleitung zwischen Gleichrichteranlage und Verbrauchersammelschiene wird mit etwa $0,5 \text{ V}$ gerechnet. Dieser Wert hat sich bei der Gegenüberstellung der kapitalisierten Verlustkosten im Speisekabel und der Kabelkosten als Optimum erwiesen. Die Klemmenspannung der Gleichstromanlage wird deshalb auf 49 V eingestellt. Jede Anlage besitzt einen regulierten Gleichrichter (Fig. 9), der dauernd in Betrieb steht, und mehrere Gleichrichter, die einen fest eingestellten Strom abgeben und die bei Bedarf zu- oder abgeschaltet werden. Der regulierte Gleichrichter ist mit einem elektronischen Regler ausgerüstet. Die Differenz zwischen der zu regulierenden Spannung und dem Sollwert eines Spannungsnormalis wird verstärkt und so die dem Gleichrichtertransformator vorgeschalteten Transduktoren gesteuert. Die Spannungsregulierung erfolgt mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ zwischen Leerlauf und Vollast

¹ Siehe Th. Gerber: Ermittlung der optimalen Ladungserhaltungsspannung von Röhrenbatterien. Technische Mitteilungen PTT 1967, Nr. 5, S. 276...280.

En service normal, les consommateurs sont alimentés par les redresseurs en énergie prise du réseau; les batteries sont connectées en parallèle en groupes de 22 (27) éléments. Elles sont maintenues en charge flottante à $2,23 \text{ V} \pm 1\%$ par élément¹. On obtient ainsi une tension aux bornes de la batterie de $22 \times 2,23 \text{ V} = 49,06 \text{ V}$. On compte $0,5 \text{ V}$ environ pour la chute de tension dans la ligne d'alimentation entre l'installation de redresseurs et la barre omnibus des consommateurs. Cette valeur s'est révélée comme optimale lors de la comparaison des frais capitalisés pour les pertes dans le câble d'alimentation et des frais pour le câble lui-même. La tension aux bornes de l'installation à courant continu est réglée en conséquence à 49 V . Chaque installation possède un redresseur régulé (fig. 9), qui est en service permanent, et plusieurs redresseurs qui fournissent un courant réglé de manière fixe et peuvent être connectés ou déconnectés suivant les besoins. Le redresseur régulé est pourvu d'un régulateur électronique. La différence entre la tension à régler et la valeur nominale de la tension normale est amplifiée et amenée aux transducteurs insérés avant le transformateur des redresseurs. La tension est réglée avec une exactitude de $\pm 1\%$ entre la marche à vide et la pleine charge en cas de variation lente de la charge. Les chocs de charge sont absorbés en grande partie par les batteries. Le régulateur est enfichable et peut être attribué à chaque redresseur de l'installation, tous les redresseurs étant de construction identique. Ils sont équipés de diodes au silicium montées en pont pour courant triphasé. Le rendement est d'environ 85% à pleine charge et à la température de service normale des redresseurs. La compensation de phase est telle qu'à la demi-charge le facteur de puissance $\cos \varphi$ est égal à 1.

En cas de panne du réseau, les consommateurs sont alimentés par les batteries. Si la tension des batteries descend à 46 V , ce qui, suivant la charge, peut durer de quelques secondes à quelques minutes, un dispositif de commutation connecte 25 éléments au lieu de 22. La commutation se fait sans interruption grâce aux diodes de pontage 2000 A incorporées. La tension remonte à près de 52 V . Les batteries peuvent être utilisées jusqu'à une tension de $45,5 \text{ V}$ ($1,82 \text{ V}$ par élément), la tension minimale admissible pour les consommateurs étant de 44 V . Il faut compter avec une chute de tension totale de $1,5 \text{ V}$ entre les bornes de la batterie et les barres collectrices des consommateurs, y compris les fusibles, disjoncteurs, shunts de mesure, etc. Lorsque le courant du réseau réapparaît, tous les redresseurs sont connectés en cascade pour la recharge de la batterie. Lorsque la tension atteint 53 V , une commutation ramène la batterie à 22 éléments. Les redresseurs d'alimentation

¹ Th. Gerber: Ermittlung der optimalen Ladungserhaltungsspannung von Röhrenbatterien. Bulletin technique PTT 1967, n° 5, p. 276...280.

bei langsamer Laständerung. Laststösse können grösstenteils durch die Batterien abgefangen werden. Der Regler ist steckbar und kann jedem der zur Anlage gehörenden Gleichrichter zugeordnet werden, da alle Gleichrichter gleich aufgebaut sind. Dies wiederum ermöglicht eine wirtschaftliche Fertigung. Sämtliche Gleichrichter sind mit Siliziumdioden in Drehstrombrückenschaltung ausgerüstet. Der Wirkungsgrad bei Vollast und Betriebstemperatur der Gleichrichter beträgt etwa 85%. Die Phasenkompensation ist so ausgelegt, dass bei Halblast der Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ wird.

Bei Netzausfall werden die Verbraucher aus den Batterien gespeist. Sinkt die Batteriespannung auf 46 V, was je nach Belastung einige Sekunden bis einige Minuten dauern kann, wird von 22 auf 25 Elemente umgeschaltet. Dies geschieht dank der eingebauten Ventilzellen 2000 A unterbrochlos. Dadurch steigt die Spannung wieder auf etwa 52 V an. Die Batterien können bis zu einer Entladespannung von 45,5 V (1,82 V/Element), entsprechend einer minimal zulässigen Verbraucherspannung von 44 V, ausgenutzt werden. Dabei ist mit einem totalen Spannungsabfall zwischen Batterieklemmen und Verbrauchersammelschienen, einschliesslich Sicherungen, Schalter, Messshunts usw., von 1,5 V zu rechnen. Bei Netzrückkehr werden zur Batterieladung alle Gleichrichter kaskadenweise zugeschaltet. Hat die Batterie 53 V erreicht, wird auf 22 Elemente zurückgeschaltet. Die Fertigladung und Ladeerhaltung der Stammzellen geschieht durch die Speisegleichrichter, die der Zusatzelemente 23, 24 und 25 durch besondere Gleichrichter 7 V/200 A, die in den Batteriefeldern untergebracht sind. Die Batterie soll innerhalb 48 h vom entladenen Zustand auf 85% ihrer Kapazität geladen werden können. Die 60-V-Anlage arbeitet nach dem gleichen Prinzip. Da die Gleichrichteranlagen an die Notstromanlage angeschlossen sind und diese bei Netzausfall nach 7...10 s die Speisung übernehmen können, wird in den wenigsten Fällen eine Zellenumschaltung mit den damit verbundenen Spannungsstössen auftreten. Aus *Figur 10* ist die Führung der Speisekabel ersichtlich.

6. Batterien

Die verwendeten Röhrenplattenbatterien benötigen zu ihrer Aufstellung nur $\frac{1}{3}$ der Grundfläche der entsprechenden GROSSOBERFLÄCHENBATTERIEN (*Fig. 11*). Die Elemente sind in geschlossenen Hartgummikasten eingebaut, wobei die vergossenen Hartgummideckel das Entweichen von Säure und Säuredämpfen verhindern und den Wasserverbrauch herabsetzen. Die geschlossenen Elemente werden bereits in der Fabrik mit Säure gefüllt und geladen. Sie werden fertig geliefert, was die Montage vereinfacht. Jedes Element ist mit einem kombinierten Säurestandanzeiger/Einfüllstutzen versehen. Die eingefüllte chemisch reine Schwefelsäure erreicht bei vollgeladener Batterie und 20°C eine Dichte von $1,24 \text{ g/cm}^3 \hat{=} 28^\circ \text{ Bé}$. Die aktive Masse der posi-

assument la charge finale et le maintien de la charge des 22 éléments de base, des redresseurs spéciaux 7 V/200 A sont attribués aux éléments supplémentaires 23, 24 et 25. La batterie doit pouvoir passer en 48 h de l'état de décharge à 85% de sa capacité de charge. L'installation 60 V fonctionne d'après le même principe. Les installations de redresseurs étant reliées à l'installation de secours et celle-ci pouvant assurer l'alimentation 7...10 s après la panne du réseau, la commutation des éléments et les chocs de tension qui en résultent ne se produiront que très rarement.

La *figure 10* montre la disposition des câbles d'alimentation.

6. Batteries

Les batteries à électrodes tubulaires n'exigent que $\frac{1}{3}$ de la surface nécessaire à des batteries à grandes plaques (*fig. 11*). Les éléments sont montés dans des bacs fermés en ébonite; les couvercles en ébonite coulé empêchent l'acide et les vapeurs d'acide de s'échapper et diminuent la consommation d'eau. Les éléments fermés sont remplis d'acide et chargés déjà à la fabrique. Ils sont livrés complètement terminés, ce qui simplifie le montage. Chaque élément est pourvu d'un indicateur de niveau/tube de remplissage combiné. L'acide sulfurique chimiquement pur introduit a une densité de $1,24 \text{ g/cm}^3 \hat{=} 28^\circ \text{ Bé}$ lorsque la batterie est complètement chargée et à la température de 20°C. La masse active des électrodes positives est contenue dans des tubes élastiques en matière plastique finement perforée, revêtus d'une gaine de soie de verre, ce qui empêche les courts-circuits et la perte de masse active. Les électrodes négatives sont constituées de plaques grillagées. Pour que la charge se maintienne en permanence, la tension de charge flottante doit être de $2,23 \text{ V} \pm 1\%$ par élément. Le courant de maintien de la charge est alors d'environ 1 mA/



Fig. 10
Führung der Speisekabel im Kanalsystem
Disposition des câbles d'alimentation dans les canalisations

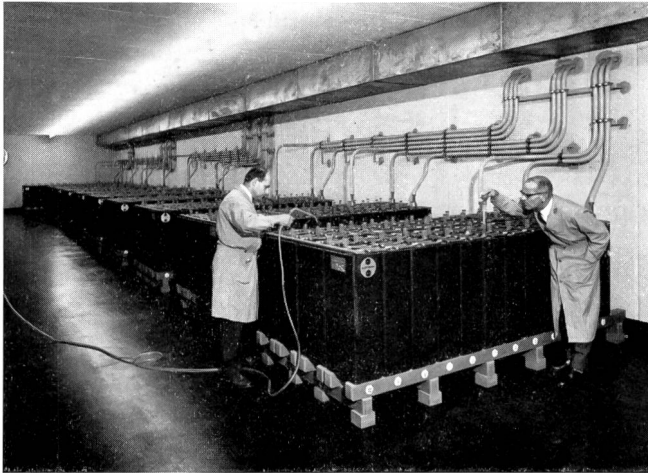


Fig. 11
Nachfüllen der Batterien mit entsalztem Wasser
Remplissage des batteries en eau déminéralisée

tiven Elektroden ist in feingelochten elastischen Kunststoffröhrchen, die mit Glasseidestrümpfen ausgekleidet sind, untergebracht. Dies verhindert Kurzschlüsse und ein Herausfallen der aktiven Masse. Die negativen Elektroden werden durch Gitterplatten gebildet. Für die dauernde Ladeerhaltung muss die Schwebeladespannung je Element $2,23 \text{ V} \pm 1\%$ betragen. Unter dieser Bedingung stellt sich ein Laderhaltestrom von etwa 1 mA/Ah ein, der mit zunehmendem Alter der Batterie auf ein Mehrfaches ansteigen kann. Der Wasserverbrauch für die Batterien (512 Elemente zu 1500 Ah) beträgt im Jahr etwa 800 l. Das verwendete Wasser sollte möglichst chemisch rein sein, der spezifische Widerstand muss mindestens $60 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ betragen. Solches Wasser kann mit der in *Figur 12* abgebildeten Apparatur nach dem Ionenaustauschverfahren aus Leitungswasser aufbereitet werden. Ist der aktive Teil des Entsalzers erschöpft, was mit dem eingebauten Widerstandsmessinstrument leicht festgestellt werden kann, wird er gegen die mitgelieferte Reserveeinheit ausgewechselt und zur Regenerierung an die Lieferfirma geschickt.

Die Notstromanlage erstellte die Firma *Sauber+Gisin* (Zürich) in Zusammenarbeit mit der *General Motors SA* (Biel). Die Gleichrichteranlage wurde durch die *Hasler AG* (Bern) geliefert und eingerichtet, die Batterien durch die *Electrona SA* (Boudry). Die Wasserentsalzungsapparatur ist ein Produkt der Firma *Th. Christ* (Basel).

Ah; il peut atteindre un multiple de ce chiffre lorsque la batterie vieillit. Les batteries (512 éléments à 1 500 Ah) consomment quelque 800 l d'eau par an. Cette eau doit être chimiquement aussi pure que possible, sa résistance spécifique doit être d'au moins $60 \text{ k}\Omega/\text{cm}$. Elle peut être préparée par traitement de l'eau du réseau de distribution, selon le procédé d'échange d'ions, au moyen de l'appareillage représenté à la *figure 12*. Lorsque la partie active du déminéraliseur est épuisée, ce qu'on constate facilement à l'aide de l'instrument de mesure de la résistance incorporé, elle est remplacée par la partie en réserve et renvoyée au fournisseur pour régénération.

L'installation de secours a été construite par les établissements *Sauber & Gisin* (Zurich), en collaboration avec la *General Motors S. A.* (Bienne). Les établissements *Hasler S. A.* (Berne) ont fourni et monté l'installation de redresseurs, alors que l'*Electrona S. A.* (Boudry) livrait et installait les batteries. L'appareillage de déminéralisation provient de la maison *Th. Christ* (Bâle).

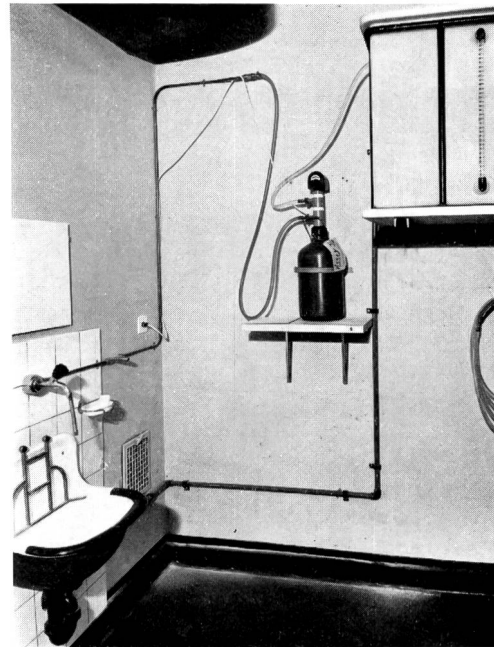


Fig. 12
Wasserentsalzungsgerät
Appareillage de déminéralisation