

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: 52 (1974)

Heft: 3

Artikel: Die Stromversorgungsanlagen = les installations d'énergie

Autor: Guggisberg, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874754>

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: 13.03.2026

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

Die Stromversorgungsanlagen Les installations d'énergie

Hans GUGGISBERG, Bern

621.311.68:621.396.71(494)

Zusammenfassung. In der Satelliten-Bodenstation Leuk wurde die bisher grösste und modernste Stromversorgungsanlage der PTT in Betrieb gesetzt. Im vorliegenden Artikel werden zuerst kurz das Speisekonzept, dann die Bedürfnisse der Verbraucher dargelegt. Anschliessend werden Fragen der Stromversorgung bezüglich Grundaufgaben, Normierung, Betriebssicherheit und Unterhalt gestreift. Es folgt eine Beschreibung der Stromversorgungsanlagen, ihres Aufbaus und Funktion.

Résumé. L'installation d'énergie la plus importante et la plus moderne exploitée jusqu'ici par les PTT a été mise en service à la station terrienne pour satellites de Loèche. Dans le présent article, l'auteur expose d'abord succinctement la conception de l'alimentation et les besoins en énergie des consommateurs. Puis, il esquisse les problèmes touchant aux tâches fondamentales, à la normalisation, à la fiabilité et à l'entretien. L'article se poursuit par une description de la structure et du fonctionnement des installations d'énergie.

Impianto di alimentazione

Riassunto. La stazione terrestre per comunicazioni via satelliti di Leuk è stata dotata del più importante e moderno impianto di alimentazione finora installato dalle PTT. L'autore espone dapprima in breve il concetto dell'alimentazione e le esigenze dell'utenza e illustra quindi i problemi di base della fornitura d'energia, la standardizzazione, la sicurezza dell'esercizio e la manutenzione. Segue quindi una descrizione dell'impianto di energia, della sua struttura e delle sue funzioni.

1. Einleitung

Die Stromversorgungsanlagen entsprechen weitgehend den bei grossen Fernmeldezentren bewährten Normanlagen. Das Baukastenprinzip erlaubt eine elastische und wirtschaftliche Anpassung an den jeweiligen Ausbaustand der Verbraucherausrüstungen.

2. Das Speisekonzept

Figur 48 stellt ein stark vereinfachtes Blockschema der fernmeldetechnischen Ausrüstungen der Station dar. Wie daraus ersichtlich ist, sind alle Anlagenteile eng miteinander verknüpft, was deren Speisung mit elektrischer Energie eine besondere Bedeutung verleiht. Um eine möglichst hohe Betriebssicherheit zu erhalten, wurde jeder Übertragungs-Kette eine Speisung zugeordnet, das heisst eine Kette, die für den Betrieb vorgesehen ist, wird nicht vom gleichen Gleichrichter gespeist wie jene, die als Reserve dient. Somit lässt sich bei Ausfall eines Gleichrichters ein totaler Unterbruch der Übertragung vermeiden. Die Anspeisung der Verbraucher ist durch Pfeile angedeutet. (I = Gleichrichter 1, II = Gleichrichter 2 der Stromversorgungsanlagen).

Für die unterbruchlose Speisung durch Wechselrichter (no break) wurde eine zentral aufgestellte Wechselrichteranlage nach dem Modularprinzip aufgebaut; sie ist jederzeit baukastenmässig ausbaubar. Dies war erwünscht, weil mit verhältnismässig rasch sich folgenden Erweiterungen und Anpassungen der Verbraucherausrüstungen zu rechnen ist (zum Beispiel bei neuen Satellitengenerationen).

Die Multiplexausrüstungen MUX bilden eine zentrale Drehscheibe im Nachrichtenfluss. Fällt hier die Speisung aus, bedeutet dies ein Totalausfall der Station. Die Multiplexausrüstung wird deshalb, wie in Verstärkerämtern, mit einer Doppelspeisung ausgerüstet. Bei Ausfall einer Stromquelle übernimmt die andere unterbruchlos die ganze Speisung (Fig. 49).

3. Die Bedürfnisse der Verbraucher

Unterbruchlose Speisung Wechselstrom (durch Wechselrichter)

$3 \times 220/380 \text{ V} \pm 1\%$ $50 \text{ Hz} \pm 1\%$ $\text{Klirrfaktor} \leq 5\%$

1. Introduction

Les installations d'énergie correspondent dans une large mesure aux systèmes normalisés ayant donné toute satisfaction dans les grands centres de télécommunication. Le principe des modules de construction permet d'adapter de manière souple et rationnelle la source d'énergie à l'état effectif des ensembles de consommateurs.

2. Conception de l'alimentation

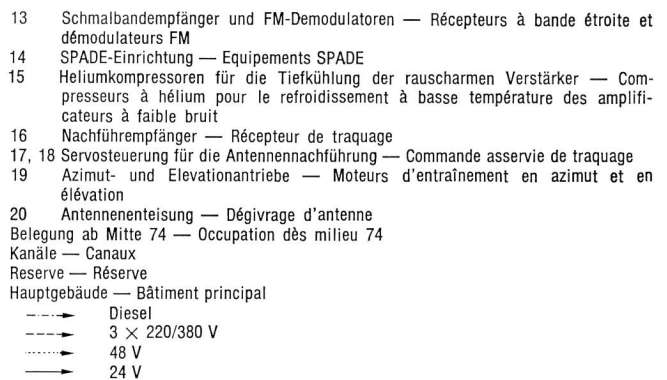
La figure 48 montre un schéma de principe très simplifié des installations de télécommunication de la station. Comme on le voit, les divers ensembles sont étroitement liés les uns aux autres, ce qui rend particulièrement importante leur alimentation adéquate en énergie électrique. En vue d'obtenir une fiabilité optimale, on a attribué une alimentation séparée à chaque chaîne de transmission; partant, une chaîne réservée à l'exploitation ne tire pas son énergie du même redresseur qu'une chaîne de réserve. Ainsi, en cas de panne d'un redresseur, une interruption totale de transmission peut être évitée. Les différentes sources d'alimentation des consommateurs sont indiquées par des flèches.

(I = redresseur 1, II = redresseur 2 des installations d'énergie.)

Une installation centralisée d'onduleurs, conçue selon un système modulaire, assure une alimentation sans coupure (no break); elle peut être agrandie en tout temps par simple adjonction de modules. Cette conception est nécessaire, vu la succession relativement rapide des étapes d'agrandissement et d'adaptation aux consommateurs qu'il y a lieu de prévoir (par exemple, nouvelles générations de satellites).

A la manière d'une plaque tournante centrale, les équipements multiplex MUX canalisent le flux d'information. S'ils étaient affectés d'une panne d'alimentation, il y aurait défaillance totale de la station (fig. 49).

Comme dans les stations d'amplificateurs, l'équipement multiplex est doté d'une alimentation double. Si l'une des sources de courant tombe en panne, l'autre assure toute l'alimentation sans aucune interruption.



1 Kleinkoaxialkabel-Verbindung mit dem Fernknotenamt Sitten — Liaison par
petit câble coaxial avec le central nodal interurbain de Sion

2 Multiplexausrüstung — Installation de multiplexage

3 FM-Modulatoren 70 MHz — Modulateurs FM 70 MHz

4 Aufwärtsmischer — Mélangeur multiplicateur

5 Vorverstärker — Préamplificateur

6 Leistungsverstärker — Amplificateur de puissance

7 Parabolspiegel — Réflecteur parabolique

8 Rauscharme, heliumgekühlte Breitbandverstärker — Amplificateurs à large
bande et à faible bruit, refroidis à l'hélium

9 Transistorverstärker — Amplificateur à transistors

10 Wellenleiter — Guides d'ondes

11 Transistorverstärker — Amplificateur à transistors

12 Empfangsverteiler — Répartiteurs de réception

Technische Mitteilungen PTT 3/1974

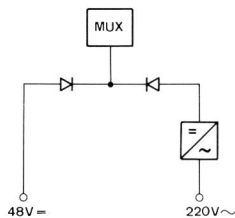


Fig. 49
Doppelspeisung der Multiplexausrüstung — Alimentation en double de l'installation de multiplexage

Unterbruchlose Speisung Gleichstrom 48 V

Nennspannung 48 V (24 Zellen)
Betriebsspannung 53,5 V (2,23 V/Zelle)
Betriebsgrenzen 42,6...56 V
Hauptsächlichste Verbraucher: Doppelspeisung MUX, Steuerung, Signalisierung. Bedarf bei Vollausbau der ersten Antenne: etwa 275 A

Dieselgesichertes Netz

$3 \times 220/380 \text{ V} \pm 5\%$ $50 \text{ Hz} \pm 2\%$ Klirrfaktor $\leq 10\%$
Verbraucher: Wechselrichter, Gleichrichter, Doppelspeisung MUX, Anteil der Beleuchtung, Ventilation, Antennen-Enteisung usw. Bedarf: etwa 450 kVA (mit Antennen-Enteisung etwa 1350 kVA)

Ungesichertes Netz

$3 \times 220/380 \text{ V} \pm 5\%$ $50 \text{ Hz} \pm 2\%$
Verbraucher: Beleuchtung, Haustechnik, Antennen-Enteisung und weiteres. Bedarf: rund 150 kVA
Im Winter, wenn die Heizung für die Antennen-Enteisung voll eingeschaltet ist (900 kW), wird vom Netz eine Leistungsspitze von etwa 1500 kVA bezogen.

4. Die Stromversorgungsanlagen

Grundaufgaben

Die aus dem öffentlichen Netz bezogene Energie ist in der vorhandenen Form in den meisten Fällen für fernmelde-technische Ausrüstungen nicht brauchbar. Sie muss auf die von den Verbrauchern benötigte Spannung und Stromart *umgeformt* werden. Um eine gute Übertragungsqualität und eine hohe Lebensdauer der Verbraucher (zum Beispiel Wanderfeldröhren der Sender) zu gewährleisten, wird ihre Betriebsspannung in den vorgeschriebenen Toleranzen *stabilisiert*. Damit der Nachrichtenfluss nicht unterbrochen wird, muss die Speisung der daran beteiligten Ausrüstungen unterbruchlos sein. Dies wird durch *Sicherung* der Speisung mit Akkumulatorenbatterien erreicht. Die Versorgung der Verbraucher, die kurze Unterbrüche vertragen, ist mit Dieselnotstromgruppen sichergestellt.

Die Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit einer Stromversorgungsanlage ist so gut wie ihr schwächstes Glied. Um die hohen Anforderungen zu erfüllen, die eine solche Station an die Stromversorgung stellt, wurden Bausteine verwendet, die sich bei grossen Fernmeldezentren bereits bewährt haben. Bei der Projektierung der Anlagen wurde zudem auf die seit Jahren betriebene *Normierung* der Bausteine geachtet. Dies gewährleistet nicht nur die Austauschbarkeit verschiedener Teile unter sich in kürzester Zeit, sondern brachte auch beträchtliche Einsparungen gegenüber gewissen von Lieferanten vorgeschlagenen Projekten. Mit dem angewendeten *Baukastensystem* konnten die Anlagen ihrem Verwendungszweck ohne unnötige Investitionen bestens angepasst wer-

Tension d'exploitation 26,75 V (2,23 V/élément)
Limites d'exploitation 21...28 V

Consommateurs principaux: Modulateurs FM, mélangeurs-multiplicateurs, préamplificateurs, démodulateurs FM et autres étages. Besoins en énergie au stade final de la première antenne: quelque 300 A.

Alimentation sans coupure en courant continu de 48 V

Tension nominale 48 V (24 éléments)
Tension d'exploitation 53,5 V (2,23 V/élément)
Limites d'exploitation 42,6...56 V

Consommateurs principaux: Alimentation double MUX, commande, signalisation. Besoins en énergie au stade final de la première antenne: quelque 275 A.

Réseau assuré par diesel

$3 \times 220/380 \text{ V} \pm 5\%$ $50 \text{ Hz} \pm 2\%$ taux d'harmoniques $\leq 10\%$
Consommateurs: Onduleurs, redresseurs, alimentation double MUX, participation à l'éclairage, à la ventilation, au dégivrage de l'antenne, etc.
Besoins en énergie: quelque 450 kVA (avec le dégivrage d'antenne: 1350 kVA environ).

Réseau non assuré

$3 \times 220/380 \text{ V} \pm 5\%$ $50 \text{ Hz} \pm 2\%$
Consommateurs: Eclairage, installations intérieures annexes, dégivrage d'antenne, etc. Besoins en énergie: quelque 150 kVA. En hiver, lorsque le chauffage du dégivrage d'antenne fonctionne à pleine puissance (900 kW), le réseau doit fournir une puissance de pointe de quelque 1500 kVA.

4. Les installations d'énergie

Fonctions essentielles

Dans la plupart des cas, l'énergie fournie par le réseau public n'est pas utilisable telle quelle pour les équipements de télécommunication. Il est nécessaire de la *transformer* en tensions et en courants conformes aux besoins des consommateurs. En vue d'assurer une bonne qualité de transmission et une haute durée de vie des consommateurs (par exemple des tubes à ondes progressives des émetteurs), il est nécessaire de *stabiliser* les tensions d'exploitation dans les limites des tolérances prescrites. Afin que le flux d'information soit ininterrompu, l'alimentation de tous les équipements concernés doit être exempte de coupures. On y parvient en *assurant* l'alimentation par des batteries d'accumulateurs. L'alimentation des consommateurs supportant une interruption de courte durée est assurée par des groupes électrogènes de secours diesel.

Fiabilité

Le maillon le plus faible d'une chaîne d'alimentation détermine la fiabilité d'une installation d'énergie. En vue de satisfaire aux exigences élevées que pose à cet égard une station telle que celle de Loèche, on s'est servi des modules ayant déjà donné toute satisfaction dans les grands centres de télécommunication. Lors de la planification de la station, toute l'importance voulue a été accordée au principe bien établi de *normalisation* des unités. Cette méthode assure non seulement une interchangeabilité rapide des divers éléments, mais aussi de substantielles économies par rapport à certains projets proposés par les fournisseurs. Grâce au *système modulaire*, les installations ont pu être adaptées de manière idéale à l'emploi voulu, sans investissements inutiles. Il est possible de procéder

den. Ausbauten sind ohne Unterbruch der Speisung möglich. Aus Sicherheitsgründen wurde auf die *Begrenzung der Kurzschlussleistung* geachtet, indem nach Möglichkeit die Netztransformatoren nicht parallelgeschaltet werden. Anlässlich der Abnahme der Anlagen wurden die Notstromaggregate einem 72 stündigen Probelauf unterstellt und das *Betriebspersonal instruiert*. Die Eintragungen in einem *Unterhalts- und Betriebsjournal* geben einen guten Überblick über den Zustand der Anlagen und erleichtern deren vorbeugenden Unterhalt, was ebenfalls zur Betriebssicherheit beiträgt.

Aufbau der Stromversorgungsanlagen (Fig. 50)

Die Anspeisung aus dem Hochspannungsnetz 20 kVA des Elektrizitätswerkes erfolgt über zwei Freileitungen, die, etwa 500 m von der Station entfernt, verkabelt und mit Überspannungsableitern versehen werden. Aus Blitzschutzgründen werden sämtliche Kabel an einem zentralen Punkt ins Hauptgebäude eingeführt. Die Betriebsspannung $3 \times 220/380$ V wird durch zwei Transformatoren zu je 1000 kVA geliefert. Diese können mit steckbaren Primärschaltern auf jede der beiden Hochspannungsleitungen umgeschaltet werden (Fig. 51).

Die Anlage weist zwei Hauptsammelschienen auf, denen je ein Transformator und eine Dieselnotstromgruppe zu-

à des agrandissements sans interrompre l'alimentation. Pour des raisons de sécurité, on a attaché de l'importance à *limiter la puissance de court-circuit*, en évitant autant que possible de connecter des transformateurs de réseau en parallèle. Lors de la réception des équipements, les groupes électrogènes de secours ont été soumis à une marche d'essai de 72 heures; on en a profité pour *instruire le personnel d'exploitation*. Les consignations dans le *journal de station* renseignent de manière claire sur l'état des installations et facilitent leur entretien préventif, ce qui concourt également à la sécurité d'exploitation.

Structure des installations d'énergie (fig. 50)

L'alimentation à partir du réseau à haute tension de 20 kVA de l'usine électrique se fait par le biais de deux lignes aériennes, mises sous câbles à quelque 500 m de la station et pourvues de parasurtensions. Pour mieux protéger l'installation contre la foudre, on a introduit tous les câbles dans le bâtiment en un point central. La tension d'exploitation de $3 \times 220/380$ V est fournie par deux transformateurs de 1000 kVA. On peut commuter l'un et l'autre aux deux lignes à haute tension par l'intermédiaire de disjoncteurs primaires enfichables (fig. 51).

L'installation est équipée de deux barres collectrices principales, ayant chacune son transformateur et son

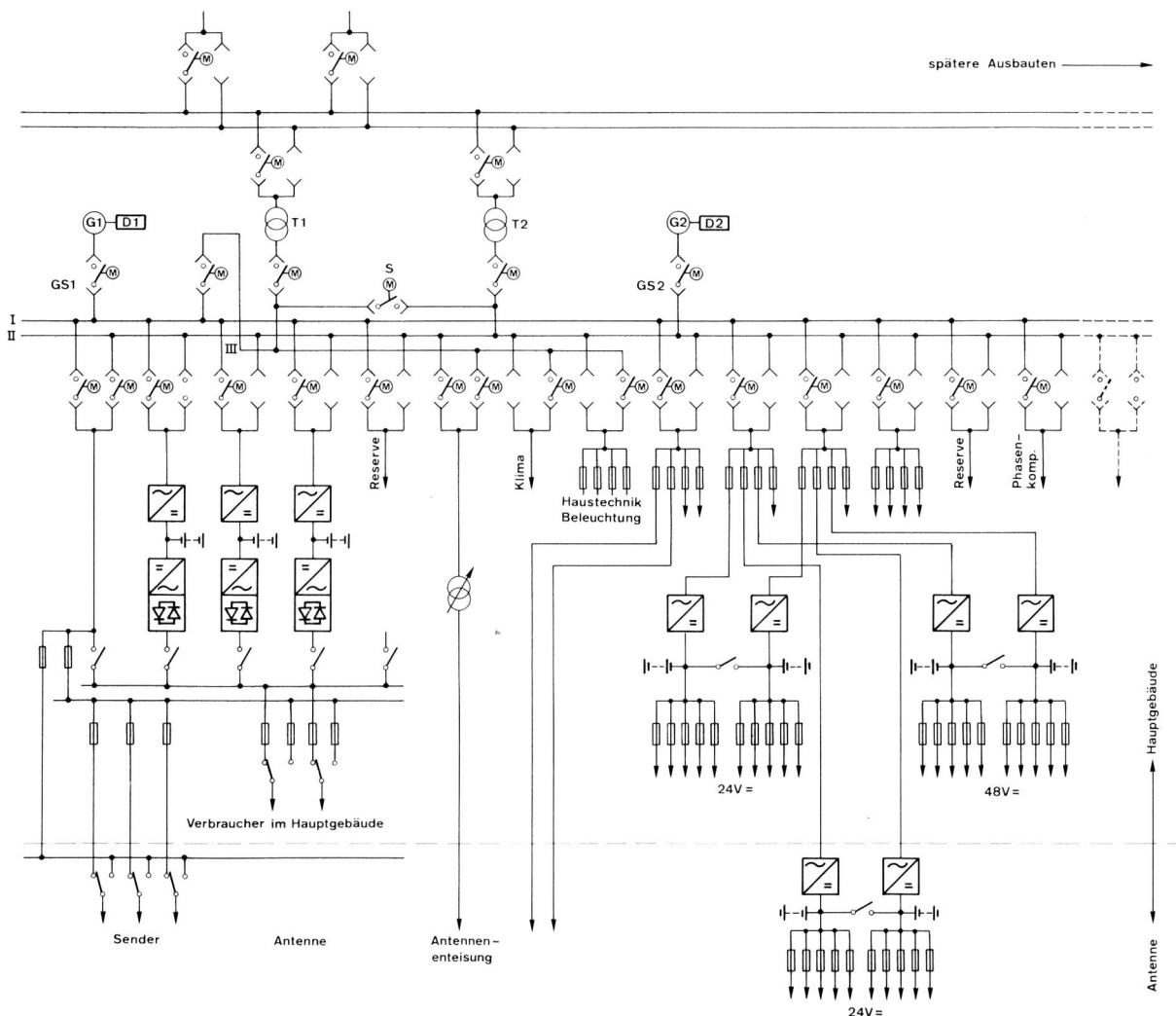


Fig. 50
Vereinfachtes Prinzipschema der Stromversorgungsanlagen — Schéma de principe simplifié des installations d'énergie

Reserve — Réserve
Klima(anlagen) — Installations de climatisation

Haustechnik, Beleuchtung — Installations intérieures, éclairage
Phasenkomp(ensation) — Compensation de phase
Verbraucher im Hauptgebäude — Utilisateurs dans le bâtiment principal
Sender — Émetteur
Antennenenteisung — Dégivrage d'antenne

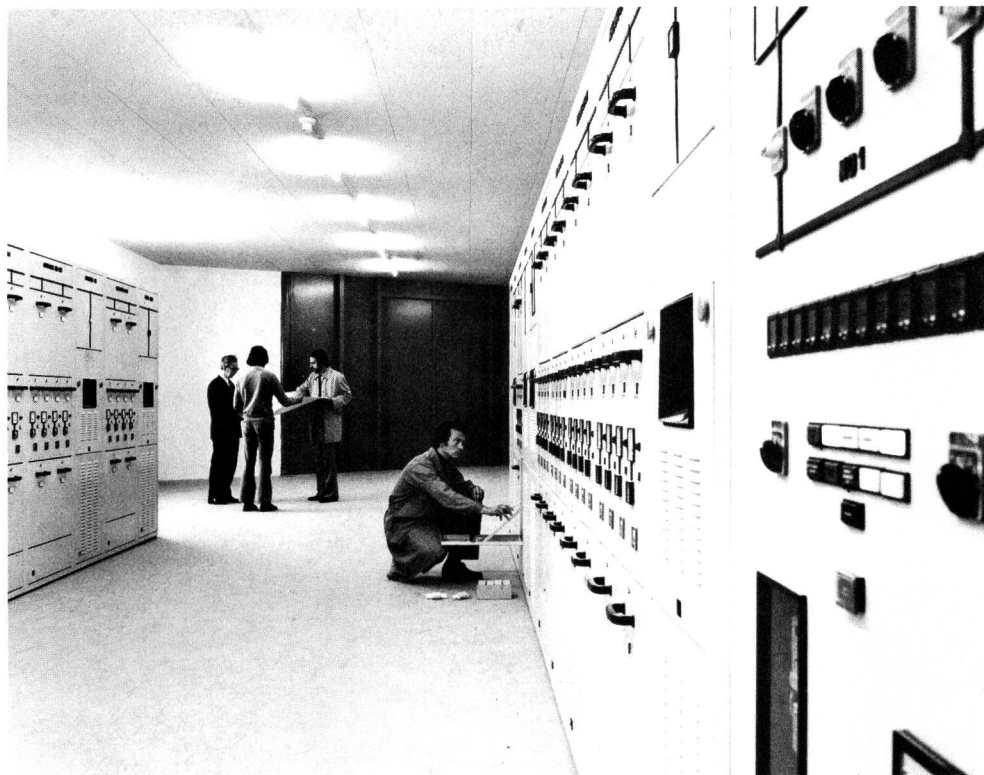


Fig. 51
Schalt- und Verteilraum — Local de communication et de distribution

geordnet sind. Sammelschiene I (Betriebsschiene) speist normalerweise die notstromberechtigten Verbraucher, während Sammelschiene II als Reserve für den Störfall dient. Sämtliche notstromberechtigten Verbraucher sind bei einer Panne der Notstromgruppe I durch steckbare Motorschalter auf die Sammelschiene II umschaltbar. Dadurch entfällt eine Umgehungseinrichtung. Die Sammelschiene II wird bei späteren Ausbauten verlängert und auch für die Notstromgruppen 3 und 4 als gemeinsame Reserve dienen. Die Erweiterung auf 6 Transformatoren und 4 Notstromgruppen zu je 1000 kVA ist räumlich und betrieblich ohne Unterbruch möglich.

Funktion der Notstromanlage

Im Normalfall wird die Station aus dem Hochspannungsnetz über den Transformator T_1 gespeist. T_2 ist ausser Betrieb, und Schalter S bleibt geschlossen. Die Leistung beider Transformatoren wird nur im Winter benötigt, wenn die Antennen-Enteisungsanlage voll eingeschaltet ist. Der Schalter S wird dann geöffnet, um die Kurzschlussleistung zu begrenzen. Die Schienen I, II und III sind vom Netz her gespeist. Bei dessen Ausfall wird die Notstromgruppe 1 automatisch gestartet. Um einen Dieselanlauf bei kurzen Netzunterbrüchen zu verhindern, wird der Startbefehl um etwa 1 s verzögert. Hat der Anlauf stattgefunden, so öffnen sich die Schalter NS_1 und NS_2 . Nach etwa 10 s sind die Notstromgruppen hochgelaufen, und der Generatorschalter GS_1 schaltet ein. Um den Belastungsstoss auf die Notstromgruppe und die damit verbundenen Spannungseinbrüche zu mildern, werden die Verbraucherabgangsschalter AS gestaffelt wieder zugeschaltet. Es wird erst dann auf Netzspeisung zurückgeschaltet, wenn die Netzspannung während einer einstellbaren Minimalzeit unterbruchlos ihren Nennwert eingehalten hat. Die Gruppe muss jedoch während etwa 30 min bei mindestens 20% der Nennlast im Betrieb bleiben, um die korrosiven Kondensate aus dem

groupe de secours diesel. La barre collectrice I (barre d'exploitation) alimente normalement les consommateurs assurés par un groupe diesel, tandis que la barre collectrice II sert de réserve en cas de dérangement. Si le groupe de secours I est affecté d'une panne, tous les consommateurs assurés par un groupe de secours peuvent être commutés sur la barre collectrice II, à l'aide de commutateurs à moteur enfichables. De ce fait, un dispositif d'évitement devient superflu. Lors d'agrandissements ultérieurs, la barre collectrice II sera prolongée et servira également de réserve commune pour les groupes de secours 3 et 4. Il est possible, tant au point de vue de la place qu'à celui de l'exploitation, de porter l'installation à six transformateurs et à quatre groupes de secours de 1000 kVA chacun, sans interrompre le service de la station.

Fonction de la source d'énergie de secours

Dans le cas normal, la station est alimentée à partir du réseau à haute tension par l'intermédiaire du transformateur T_1 . T_2 est hors service et l'interrupteur S reste fermé. La puissance fournie par les deux transformatrices n'est nécessaire qu'en hiver, lorsque l'installation de dégivrage d'antenne fonctionne à plein rendement. En pareille circonstance, on ouvre l'interrupteur S pour limiter la puissance de court-circuit. Le réseau alimente les barres I, II et III; lorsqu'il tombe en panne, le groupe de secours 1 démarre automatiquement. Pour éviter la mise en marche du diesel lors de courtes interruptions du réseau, on retarde d'environ 1 s la commande du démarrage. Lorsque le moteur a démarré, les interrupteurs NS_1 et NS_2 s'ouvrent. Après 10 s environ, les groupes de secours ont atteint leur régime et l'interrupteur de générateur GS_1 s'enclenche. Afin de modérer le choc de charge qu'aurait à subir le groupe de secours et le fléchissement de tension consécutif à un enclenchement brusque des consommateurs, on commande les interrupteurs AS de manière échelonnée. L'alimentation par le

Verbrennungsvorgang durch den Auspuff auszuschleiden. Die Auspuffleitung ist über ihre ganze Länge (besonders in Ventilationsturm) mit einer guten Wärmeisolation versehen, damit die Säuredämpfe in den Abgasen nicht bis auf den Taupunkt abkühlen, was zu Korrosionsschäden führen würde.

Die Betriebssicherheit erfordert periodische Probeläufe der Notstromaggregate. Um Stillstands Schäden zu vermeiden, werden Probeläufe monatlich durchgeführt, wobei die Gruppen möglichst mit Vollast während mindestens einer Stunde betrieben werden. Einmal im Jahr sind die Dieselmotoren durch Fachleute der PTT-Garage zu inspizieren, und die anfallenden Unterhaltsarbeiten, wie Filter reinigen oder auswechseln, Ventilspiele kontrollieren, Ölwechsel usw., auszuführen.

Die Notstromgruppen

Der erforderliche Notstrom wird durch zwei Notstromaggregate – bestehend aus Dieselmotor, Generator und gemeinsamem Grundrahmen – geliefert (Fig. 52).

Die Dieselmotoren sind einfach und robust gebaut und benötigen weder Dauerheizung noch Vorschmierung. Sie arbeiten nach dem 2-Takt-Prinzip. Dank ihrem ruhigen Lauf erübrigt sich ein spezielles Fundament. Zur Leistungssteigerung sind die Dieselmotoren mit Abgasturboladern mit Ladeluftkühlung ausgerüstet (Fig. 53). Die wichtigsten Daten sind:

Nennleistung	1274 PS
Nenndrehzahl	1500 U/min
Zahl der Zylinder	16 V-förmig angeordnet
Hubvolumen total	39,07 l
Verdichtungsverhältnis	17:1
Gewicht	etwa 10 t

Als Brennstoff wird Heizöl extra leicht aus den Heizöltanks der Station verwendet.

Die Drehstromsynchrongeneratoren weisen eine Leistung von 1000 kVA auf. Sie besitzen weder Schleifringe noch Kollektoren. Der von einer Drehstrommaschine gelieferte Erregerstrom wird durch mitrotierende Dioden gleichgerichtet. Zur Spannungsregulierung dient ein PID-Regler (Proportional-Integral-Differential-Verhalten).

Die Wechselrichteranlage

Prinzip: Wechselrichter formen Gleichstrom in Wechselstrom um, indem sie abwechselungsweise den Pluspol und Minuspol einer Gleichstromquelle mit dem zu speisenden Verbraucher verbinden. Figur 54 zeigt das Prinzipschema mit

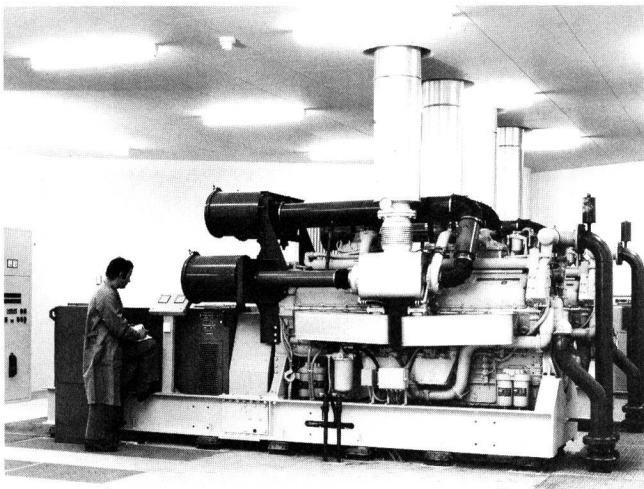


Fig. 52
Notstromaggregate — Groupes de secours

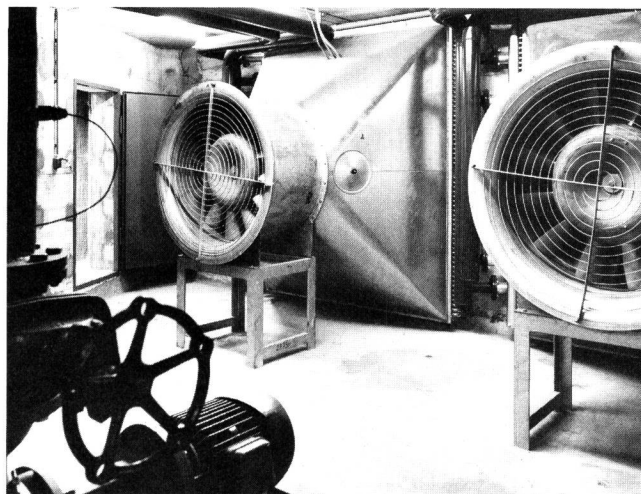


Fig. 53
Kühlventilatoren zu den Dieselmotoren — Ventilateurs de refroidissement des moteurs diesel

réseau n'est rétablie que lorsque la tension du réseau s'est maintenue à sa valeur nominale durant une période pré-réglable. Toutefois, il faut que le groupe reste en service durant environ 30 minutes, sous une charge nominale d'au moins 20%, pour éviter que des produits de condensation corrosifs, dus au processus de combustion, ne soient éliminés par l'orifice d'échappement. Sur toute sa longueur (particulièrement dans la tour de ventilation), le tuyau d'échappement est pourvu d'une isolation thermique empêchant que les vapeurs acides ne se refroidissent jusqu'au point de condensation, ce qui entraînerait une corrosion du système.

Pour des raisons de sécurité d'exploitation, il est nécessaire de soumettre les groupes électrogènes de secours à des essais périodiques. Afin d'éviter les dommages dus à l'immobilisation, il y a lieu de faire fonctionner les groupes durant au moins une heure par mois, si possible à pleine charge. Une fois l'an, des spécialistes des garages PTT inspectent les moteurs diesel et effectuent les travaux d'entretien de routine, tels que le nettoyage ou l'échange des filtres, le contrôle du jeu des soupapes, la vidange d'huile, etc.

Les groupes électrogènes de secours

Le courant de secours nécessaire est fourni par deux groupes électrogènes de secours consistant chacun en un moteur diesel, une génératrice et un châssis commun (fig. 52).

Les moteurs diesel sont construits de manière simple et robuste et ne nécessitent ni chauffage permanent ni prégraissage. Ce sont des moteurs à deux temps et leur marche est si régulière qu'il n'a pas été nécessaire de les monter sur un soubassement spécial. Pour augmenter leur puissance, on les a équipés de turbo-compresseurs entraînés par les gaz d'échappement et d'un dispositif de refroidissement de l'air d'admission précomprimé (fig. 53). Leurs caractéristiques essentielles sont les suivantes:

Puissance nominale	1274 CV
Vitesse de rotation nominale	1500 tours/min.
Nombre de cylindres	16 montés en V
Cylindrée totale	39,07 l
Taux de compression	17:1
Poids	10 t env.

Comme carburant, on utilise de l'huile extra-légère tirée de la citerne assurant l'alimentation de l'installation de

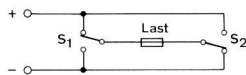


Fig. 54
Schaltbild eines mechanischen Wechselrichters — Schéma d'un onduleur mécanique

mechanischen Umschaltern, die im Takt der gewünschten Frequenz umgeschaltet werden. Durch zeitlich verschobenes Betätigen der Schalter S_1 und S_2 kann die Ausgangsspannung geregelt werden.

Figur 55 zeigt das Schaltbild eines einphasigen Wechselrichters. Die mechanischen Schalter sind durch je zwei Thyristoren ersetzt. Die zusätzlich benötigten Drosseln und Kondensatoren dienen der zwangsweisen Löschung der Thyristoren. Beide Brückenhälften sind wie die mechanischen Schalter unabhängig voneinander umschaltbar. Um den gleichen Schaltzustand wie in Figur 54 dargestellt zu erhalten, werden die Thyristoren 1 und 4 gezündet. Es fließt nun ein Strom von der positiven Batterieklemme über Thyristor 1, Drossel 9, Last, Drossel 10 und Thyristor 4 zur negativen Batterieklemme. Dabei werden die Kondensatoren 6 und 7 aufgeladen. Soll nun eine Umschaltung an die negative Batterieklemme erfolgen, dann werden die Thyristoren 2 und 3 gezündet. In den Drosseln 9 und 10, die wie Autotransformatoren wirken, entstehen Gegenspannungen, welche die Thyristoren 1 und 4 löschen. Die Umschaltung in umgekehrter Richtung geschieht in analoger Weise. Die Frequenz der erzeugten Wechselspannung wird direkt durch die Zündimpulse bestimmt, welche von einem Zündgerät geliefert werden. Die in der Station eingesetzte dreiphasige Wechselrichteranlage wird durch entsprechendes Schalten von drei einphasigen Einrichtungen zusammengestellt.

Aufbau: Die Wechselrichteranlage besteht aus drei voneinander unabhängigen Gleichrichter-Wechselrichterketten, denen je eine Batterie zugeordnet ist. Über elektronische Schnellabschalter werden die Wechselrichter auf eine Sammelschiene parallelgeschaltet. Ein späterer Ausbau auf vier Ketten ist möglich (Fig. 56).

Jeder Wechselrichter ist für eine Ausgangsdauerleistung von 120 kVA ($\cos \varphi 0,9 \text{ ind.}$) bemessen.

Funktion: Im Normalbetrieb werden alle drei Wechselrichter aus dem dieselgesicherten Netz gespeist. Die jeder Kette zugeordnete Batterie ist voll aufgeladen und wird in Bereitschaftsbetrieb gehalten. Sie gibt keinen Strom ab. Die Wechselrichter beziehen ihre Energie direkt von den vorgeschalteten Gleichrichtern und speisen eine gemein-

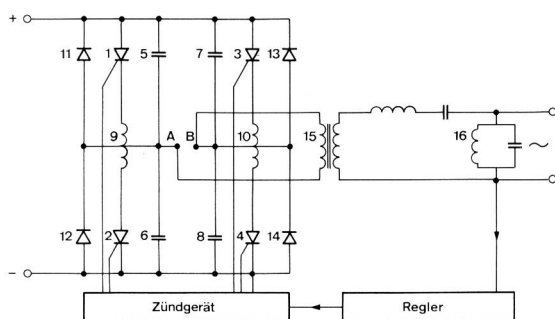


Fig. 55
Prinzipschema eines einphasigen Wechselrichters — Schéma de principe d'un onduleur monophasé

- 1... 4 Thyristoren — Thyristors
- 5... 8 Kommutierungskondensatoren — Condensateurs de commutation
- 9, 10 Kommutierungsdrosseln — Selfs de commutation
- 11...14 Rückarbeitsdioden — Diodes de retour
- 15 Transformator — Transformateur
- 16 Ausgangsfilter — Filtre de sortie

chauffage de la station. Les alternateurs triphasés synchrones délivrent une puissance de 1000 kVA. Ils ne possèdent ni bagues collectrices, ni collecteurs. Le courant d'excitation fourni par une machine triphasée est redressé par des diodes tournant avec le rotor. La régulation de tension se fait par un régulateur PID (à comportement proportionnel-intégral-différentiel).

L'installation d'onduleurs

Principe: Les onduleurs transforment le courant continu en courant alternatif, du fait qu'ils relient alternativement le pôle positif et le pôle négatif de la source de courant continu avec le consommateur à alimenter. La figure 54 montre le schéma de principe d'un système à commutateurs mécaniques actionnés au rythme de la fréquence désirée. La tension de sortie peut être réglée par décalage temporel de l'enclenchement des commutateurs S_1 et S_2 .

La figure 55 représente le schéma d'un onduleur monophasé. Les interrupteurs mécaniques sont remplacés par deux thyristors. Les bobines et les condensateurs supplémentaires servent à désamorcer les thyristors en mode asservi. Comme dans le système des interrupteurs mécaniques, les deux demi-branches du pont peuvent être commutées indépendamment l'une de l'autre. Pour réaliser le même état de commutation que celui de la figure 54, il y a lieu d'amorcer les thyristors 1 et 4. Dès lors, un courant s'établit entre la borne positive de la batterie, le thyristor 1, la bobine 9, la charge, la bobine 10, le thyristor 4 et la borne négative de la batterie. De ce fait, les condensateurs 6 et 7 se chargent. Si la commutation doit porter sur la borne négative de la batterie, il faut amorcer les thyristors 2 et 3. Dans les bobines 9 et 10, agissant comme des autotransformateurs, naissent des tensions de polarité inverse qui désamorcent les thyristors 1 et 4. La commutation en sens contraire se produit de manière analogue. La fréquence de la tension alternative produite est directement déterminée par les impulsions d'amorçage que fournit un dispositif

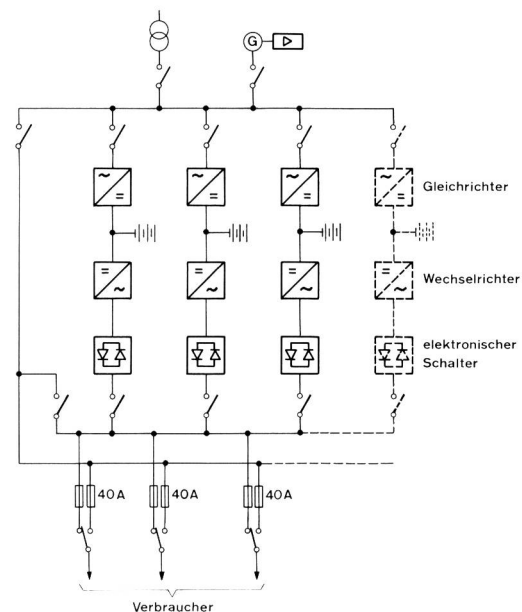


Fig. 56
Blockscheema der Wechselrichteranlage — Schéma bloc de l'installation d'onduleurs

- Gleichrichter — Redresseur
- Wechselrichter — Onduleur
- Elektronischer Schalter — Interrupteur électronique
- Verbraucher — Utilisateurs

same Sammelschiene, an die die Verbraucher angeschlossen sind. Die Verbraucherstromkreise werden mit normalen 40-A-Hochleistungssicherungen geschützt. Dank dem leistungsfähigen Filter am Ausgang des Wechselrichters kann bei einem Kurzschluss die betroffene 40-A-Sicherung selektiv auslösen, ohne dass die dynamischen Spannungsbedingungen für die anderen Verbraucher überschritten werden. Fällt das Netz aus, übernehmen die Batterien unterbruchlos die Speisung, bis die Dieselnostromgruppe angelaufen ist.

Tritt an einem Wechselrichter eine Störung auf, wird er innerhalb von 0,2 ms durch den zugeordneten elektronischen Schalter von der Sammelschiene abgeschaltet. Der nachgeschaltete Lasttrennschalter sichert die galvanische Trennung. Die verbleibenden zwei Wechselrichter übernehmen nun die ganze Last, ohne dass die Spannung die gesetzten dynamischen Grenzen überschreitet. Tritt an einem weiteren Wechselrichter eine Störung auf, ist der verbleibende betriebsfähige Wechselrichter nicht mehr in der Lage, die Verbraucher zu speisen. Eine automatische Umgehungseinrichtung schaltet die Last mit einer Unterbreuchszeit von 100 ms auf Netz. Für Revisionszwecke können die Wechselrichter mit dem Netz synchronisiert und die Last unterbruchlos auf dieses umgeschaltet werden. Die Anlage arbeitet mit einer Redundanz (2+1). Sie liefert 360 kVA ohne Redundanz beziehungsweise 240 kVA mit einfacher Redundanz. Redundanz in Verbindung mit Stromversorgungsanlagen bedeutet eine bestimmte Reserve, die bei Ausfall eines Anlageteils unterbrechungsfrei zur Verfügung steht. Beim (n-1)-Betrieb besteht diese Reserve in einer zusätzlichen Stromquelle. Von n Quellen sind (n-1) in der Lage, die Verbraucher zu speisen.

Die Gleichstromversorgung 24 V und 48 V

Figur 58 zeigt ein vereinfachtes Prinzipschema der Stromversorgungsanlagen 24 V und 48 V. Sie bestehen im we-

ad hoc. Les onduleurs triphasés utilisés dans la station ont été réalisés par la connexion adéquate de trois installations monophasées.

Structure: L'installation d'onduleurs comprend trois chaînes de redresseurs-onduleurs indépendantes les unes des autres et disposant chacune d'une batterie. Par le biais de disjoncteurs électroniques rapides, les onduleurs sont connectés en parallèle sur une barre collectrice. Lors d'un agrandissement ultérieur, il est possible de porter ce système à quatre chaînes (fig. 56). Chaque onduleur peut délivrer une puissance de sortie continue de 120 kVA ($\cos \varphi$ 0,9 ind.).

Fonction: En service normal, les trois onduleurs sont alimentés par le réseau assuré par le diesel. La batterie attribuée à chaque chaîne est chargée au maximum et maintenue en état de disponibilité; elle ne fournit pas de courant. Les onduleurs tirent directement leur énergie de redresseurs montés en amont du circuit et alimentent une barre collectrice commune à laquelle sont raccordés les consommateurs. Les circuits des consommateurs sont protégés par des fusibles à haute puissance normaux de 40 A. Grâce au filtre à haut pouvoir de sélection placé à la sortie de l'onduleur, un déclenchement sélectif du fusible à 40 A concerné est possible, sans que les conditions dynamiques de tension portant sur les autres consommateurs soient dépassées. Si le réseau tombe en panne, les batteries reprennent l'alimentation, sans qu'il y ait coupure, jusqu'à ce que le groupe de secours diesel se soit mis en marche.

Si un onduleur est affecté d'un dérangement, il est séparé de la barre collectrice après 0,2 ms par le commutateur électronique qui lui est attribué. L'interrupteur de puissance monté en aval du circuit assure la séparation galvanique. Les deux onduleurs restants reprennent alors la pleine charge, sans que la tension dépasse les limites



Fig. 57

Gleichrichter/Wechselrichter-Raum — Local des redresseurs et onduleurs

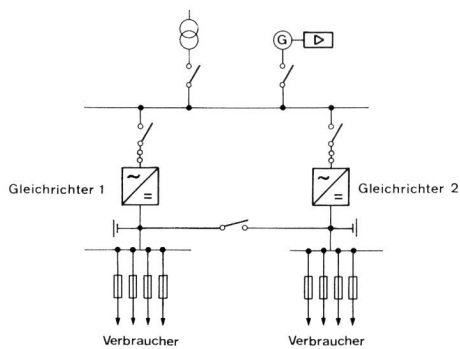


Fig. 58

Prinzipschema der Stromversorgungsanlagen 24 V und 48 V —
Schéma de principe des installations d'énergie 24 V et 48 V

Gleichrichter 1, 2 — Redresseur 1, 2
Verbraucher — Utilisateurs

sentlichen aus zwei Gleichrichtern und dem Batterie- und Verteilfeld. Die feste Parallelschaltung von Gleichrichtern und Batterien ergibt eine sehr hohe Betriebssicherheit. Jeder Gleichrichter arbeitet im Normalbetrieb auf Halblast. So kann die zugeordnete Batterie nach einem Netzausfall wieder aufgeladen oder bei einer Störung des andern Gleichrichters auch noch dessen Verbraucher mit Energie versorgt werden. Übersichtlich und robust gebaut, benötigen die Gleichrichter keinen weiteren Schutz als eine normale Schmelzsicherung am Ausgang. Die Apparate können bei Bedarf ohne weiteres durch grössere ersetzt werden, wobei die freiwerdenden Einrichtungen in andern Fernmeldeobjekten wieder verwendbar sind.

Die Batterien

Aufbau: Die Elemente der verwendeten Röhrenplattenbatterien sind in geschlossenen Hartgummikasten eingebaut, mit einem kombinierten Säurestandanzeiger/Einfüllstutzen versehen, durch den auch die entstehenden Gase entweichen können (Fig. 59). Die aktive Masse der positiven Platten ist in feingewobenen Röhren aus Kunststoffasern untergebracht, die ein Ausfallen und Abschlammeln verhindern. Die negativen Platten bestehen aus einem Hartbleigitter, indem die negative aktive Masse, Bleischwamm, enthal-

dynamiques fixées. Si, dès lors, une panne affecte l'un des deux onduleurs, le dernier qui fonctionne normalement n'est plus en mesure d'alimenter les consommateurs; un dispositif d'évitement automatique commute la charge sur le réseau après une interruption de 100 ms. A des fins de révision, les onduleurs peuvent être synchronisés avec le réseau et il est possible de commuter la charge sur ce dernier sans interruption du service. L'installation opère avec une redondance (2+1). Sans redondance, elle délivre 360 kVA, et 240 kVA avec une redondance simple. En matière d'installations d'énergie, la redondance signifie qu'une certaine réserve peut être mise à disposition sans interruption, en cas de panne affectant une partie de l'installation. En service (n-1), cette réserve consiste en une source de courant supplémentaire. De n sources, (n-1) sont en mesure d'alimenter les consommateurs.

L'alimentation en courant continu de 24 V et de 48 V

La figure 58 montre un schéma de principe simplifié des installations d'énergie de 24 V et de 48 V. Pour l'essentiel, elles consistent en deux redresseurs et en un tableau de distribution doté d'instruments renseignant sur l'état des batteries. Le montage en parallèle permanent des redresseurs et des batteries se traduit par une haute fiabilité. En service normal, chaque redresseur travaille à demi-charge. Ainsi, la batterie attribuée peut être rechargée après une panne du réseau ou alimenter en énergie les consommateurs dont le redresseur présenterait une défec-tuosité. Ces redresseurs sont simples et très robustes; un fusible normal à la sortie suffit à les protéger. Au besoin, les appareils peuvent facilement être remplacés par de plus grands, et ceux qui sont libres sont réutilisés dans d'autres installations de télécommunication.

Les batteries

Structure: Les éléments des batteries à électrodes tubulaires utilisées sont enfermés dans des boîtiers en ébonite pourvus d'un orifice de remplissage combiné avec un indicateur du niveau d'acide, par lequel peuvent aussi s'échapper les gaz naissants (fig. 59). La masse active des plaques positives est logée dans des tubes de matière synthétique

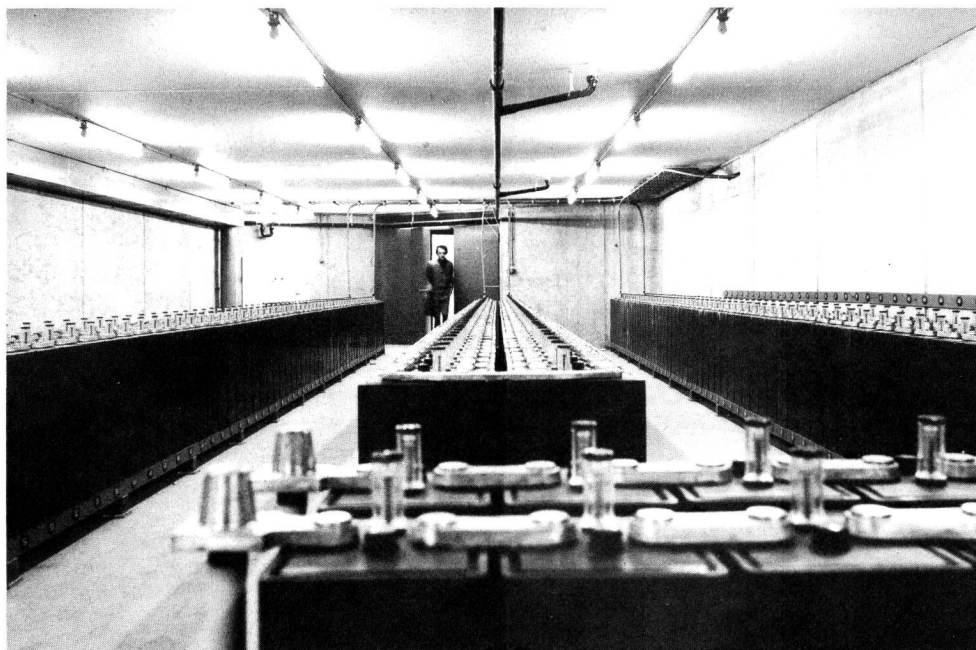


Fig. 59

Batterieraum — Local des batteries

ten ist. **Die Ladeerhaltespannung:** Bei Einhaltung der optimalen Ladeerhaltespannung von $2,23 \text{ V} \pm 1\%$ je Element kann mit einer Lebensdauer von 15 bis 20 Jahren gerechnet werden, während der die Batterien voll geladen bleiben und somit die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Unter dieser Bedingung sind keine Tiefentladungen mehr nötig, um die Kapazität dauernd auf dem Höchstwert zu halten. Der benötigte Ladeerhaltestrom stellt sich bei Einhaltung der optimalen Ladeerhaltespannung von selbst richtig ein. Zu hohe Ladeerhaltespannung bewirkt vermehrte Wasserzerersetzung. Der an den positiven Platten freiwerdende Sauerstoff bewirkt vermehrte Korrosion. Bei ungenügender Ladeerhaltespannung «verhungert» die Batterie langsam. Das Bleisulfat der Platten wird nicht vollständig in Bleidioxid und Blei verwandelt. Das verbleibende Bleisulfat, das zunächst feinkörnig und feinverteilt war, wächst mit der Zeit zu grossen Kristallen zusammen. Wegen der schlechten Leitfähigkeit und der im Verhältnis zum Volumen kleinen Oberfläche lassen sie sich nur sehr schwer wieder zurückverwandeln. Solche Elemente verlieren ihre Kapazität grösstenteils und sind unbrauchbar. Diese Erscheinung tritt auch bei Batterien, die längere Zeit ohne Ladung bleiben, auf.

Das zentrale Überwachungsschaltbild

Wegen der grossen räumlichen Ausdehnung der Station und der in verschiedenen Gebäuden, Stockwerken und Räumen aufgestellten Stromversorgungsanlagen wurde zu deren Überwachung im Kontrollraum ein zentrales Überwachungsschaltbild aufgestellt.

5. Schlussbemerkungen

Mit dem Bau der Satellitenbodenstation Leuk-Brentjong wurde eine nicht alltägliche, recht vielfältige Anlage verwirklicht. Ihre Versorgung mit elektrischer Energie konnte mit normalisierten Einrichtungen gewährleistet werden. Dies beweist, dass der seit Jahren beschrittene Weg sowohl technisch wie auch wirtschaftlich der richtige ist. Die Normierung erlaubt rationelle Fabrikation und somit niedrigere Anschaffungskosten und kürzere Lieferfristen. Zudem konnte der Aufwand für die Ersatzteillagerung und die Personalinstruktion reduziert werden. Dank der vorzüglichen Zusammenarbeit aller Beteiligten liess sich die bisher grösste Stromversorgungsanlage bei den PTT — es wurden 27 Tonnen Kabel verlegt — termingerecht in Betrieb nehmen.

Bibliographie

- [1] Gerber Th. Ermittlung der optimalen Ladungserhaltespannung von Röhrenbatterien. Techn. Mitt. PTT 1967, Nr. 5, S. 276...280.
- [2] Guggisberg H. Die Stromversorgungsanlagen im neuen Telefongebäude Bern-Mattenhof — Les installations d'énergie du nouveau bâtiment des téléphones de Berne-Mattenhof. Techn. Mitt. PTT 1967, Nr. 10, S. 542...552.
- [3] Amrein F., Leimgruber K. Statische Wechselrichter. BBC-Mitt. 1970, Nr. 5.
- [4] Graf H., Langenegger J. Die Entwicklung der Stromversorgung von Richtstrahlanlagen. Techn. Mitt. PTT 1971, Nr. 5, S. 330...337.
- [5] Meier J. Neue Stromversorgungseinrichtungen für die Mehrzweckanlagen Säntis und Mont-Pèlerin — Les nouvelles sources d'énergie des installations à usages multiples du Säntis et du Mont-Pèlerin. Techn. Mitt. PTT 1973, Nr. 8, S. 336...348.

formés de fibres tissées très finement empêchant que la matière active ne se libère et tombe au fond du bac. Les plaques négatives sont constituées par une grille de plomb dur, dont les cavités sont remplies de masse active négative (plomb spongieux).

La tension de charge de maintien: Lorsque chaque élément reçoit une tension de charge de maintien optimale de $2,23 \text{ V} \pm 1\%$, la durée de vie des batteries peut atteindre 15 à 20 ans, durée pendant laquelle elles restent entièrement chargées et garantissent une sécurité d'exploitation parfaite.

Dans ces conditions, il n'est plus nécessaire de procéder à des décharges poussées, en vue de maintenir la capacité à une valeur maximale. Lorsqu'on respecte la tension de charge de maintien optimale, le courant de charge de maintien correct s'établit automatiquement. Si la tension de charge de maintien est trop élevée, l'eau de l'électrolyte se décompose trop rapidement. L'oxygène libéré sur les plaques positives provoque une corrosion accrue. Une tension de charge de maintien insuffisante fait «dépérir» lentement la batterie. Le sulfate de plomb des plaques n'est pas entièrement transformé en bioxyde de plomb et en plomb. Le sulfate de plomb restant, tout d'abord à grains fins et bien répartis, se transforme peu à peu en cristaux grossiers. Vu que ces cristaux conduisent mal l'électricité et que leur surface est faible par rapport au volume, ils sont difficiles à retransformer. De tels éléments perdent une bonne partie de leur capacité et sont inutilisables. Ce phénomène apparaît aussi dans les batteries que l'on ne recharge pas pendant assez longtemps.

Le tableau de surveillance et de commande centralisé

Vu la grande surface de la station et le fait que les installations d'énergie sont établies dans divers bâtiments, étages et locaux, on a installé dans la salle de contrôle un tableau de surveillance et de commande centralisé.

5. Conclusions

En construisant la station terrienne pour satellites de Loèche-Brentjong, on a réalisé une installation peu commune et très diversifiée. Il a été possible d'assurer son alimentation en énergie électrique par des équipements normalisés, ce qui prouve que la méthode adoptée depuis des années est judicieuse, tant du point de vue technique que du point de vue économique. Grâce à une conception rationnelle, on a pu réduire les prix de revient et raccourcir les délais de livraison. De plus, on a réussi à simplifier le stockage des pièces de rechange et l'instruction du personnel. Par la collaboration harmonieuse de tous les intéressés, il a été possible de mettre en service en temps voulu la plus grande installation d'énergie dont disposent actuellement les PTT (27 tonnes de câbles posés).