Übersicht und allgemeine Anforderungen an Energieversorgungsanlagen der elektrischen Nachrichtentechnik

Autor(en): **Locher, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **52 (1961)**

Heft 25

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-916888

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Bericht über die 20. Schweizerische Tagung für elektrische Nachrichtentechnik

vom 14. September 1961 in Luzern

Die 20. Schweizerische Tagung für elektrische Nachrichtentechnik wurde diesmal dem Problem der Energieversorgungsanlagen der Nachrichtentechnik gewidmet. Diese Tagung hat der SEV traditionsgemäss zusammen mit der Vereinigung «Pro Telephon» organisiert. An ihr nahmen rund 350 Personen teil, die mit grosser Aufmerksamkeit folgenden Vorträgen folgten:

1. Übersicht und allgemeine Anforderungen
   Referent: *F. Locher*, Bern
2. Alimentation d'un centre principal de télécommunication
   Referent: *J. Debrunner*, Zürich
3. Die Regelung der Energieversorgungsanlagen für Koaxialkabel
   Referent: *E. Baer*, Baden
4. Betriebserfahrungen mit Akkumulatoren
   Referent: *E. Müller*, Bern

Die Tagung wurde vom Präsidenten des SEV, Direktor *H. Puppikofer*, eröffnet. Nach Begrüssung der anwesenden prominenten Gäste und der Vertreter der Presse übergab er den Tagesvorsitz Prof. *H. Weber*, Vorstand des Instituts für Fernmeldetechnik an der ETH, Zürich.

Vor den Vorträgen orientierte der Tagespräsident über einige Massnahmen im Zusammenhang mit der Organisation der Nachmittags-Exkursionen. Die Anwesenden konnten diesmal zwischen drei Exkursionen wählen. Die erste galt einer Besichtigung der Schindler & Cie. AG, Aufzüge- und Elektromotorenfabrik, Ebikon, und die zweite bot den Teilnehmern die Möglichkeit, das Verkehrshaus der Schweiz zu besichtigen. Die Reihe der Besichtigungen schloss eine Rundfahrt auf dem Vierwaldstättersee ab.

Nachdem der Tagespräsident auf die Wichtigkeit der störungsfreien Energieversorgung von Fernmeldeanlagen hingewiesen hatte, übergab er das Wort den einzelnen Referenten.

Übersicht und allgemeine Anforderungen an Energieversorgungsanlagen der elektrischen Nachrichtentechnik

Vortrag, gehalten an der 20. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik, vom 14. September 1961, in Luzern,

von *F. Locher*, Bern

621.311.68 : 621.39

Die Energieversorgungsanlagen bilden einen wichtigen Bestandteil aller Anlagen für die elektrische Übertragung von Nachrichten, denn ohne eine betriebssichere, nie aussetzende Speisung kann ein Nachrichtennetz nicht mit der heute geforderten Zuverlässigkeit betrieben werden. In den letzten Jahren wurden deshalb grosse Anstrengungen unternommen, um einwandfreie Energieversorgungsanlagen für die zahlreichen Bedürfnisse der Nachrichtentechnik zu entwickeln. Die Arbeit behandelt die Anforderungen, die solche Speisungssysteme zu erfüllen haben und gibt einen Überblick über die verschiedenen Energieversorgungsanlagen, wie sie in den Telephon- und Telegraphenzentralen, den Verstärkerämtern sowie bei den Koaxialkabel- und Richtstrahlanlagen eingesetzt werden. Dabei wird auch auf neuere, sich noch im Versuchsstadium befindende Lösungen hingewiesen.

Les installations d'alimentation en énergie sont un élément important de toutes les installations de transmission électrique de communications, car un réseau de télécommunication ne pourrait pas être exploité avec la sécurité que l'on exige maintenant, s'il se produisait des pannes dans son alimentation. Depuis quelques années, on s'est par conséquent efforcé de mettre au point des installations d'alimentation impeccables, pour les multiples besoins de la technique des télécommunications. Le conférencier traite des exigences auxquelles doivent satisfaire ces systèmes d'alimentation et donne un aperçu des différentes installations utilisées dans les centraux téléphoniques et télégraphiques, les stations de répéteurs, ainsi que les installations de câbles coaxiaux et d'émissions dirigées. Il donne en outre des renseignements sur des solutions nouvelles, pour lesquelles on procède maintenant à des essais.

Mit der stürmischen Entwicklung, die die elektrische Nachrichtentechnik in den letzten Jahren erfuhr, mussten auch die Energieversorgungsanlagen den verschiedenen Anforderungen der neuen Nachrichtengeräte angepasst werden. Dies führte zu einer grossen Zahl von Lösungen. Es ist im Rahmen dieser Ausführungen nicht möglich, einen vollständigen Überblick über die zahlreichen Speisesysteme zu geben, die dabei entwickelt wurden. Es sollen deshalb nur die grossen Gruppen von Energieversorgungsanlagen behandelt werden, wie sie in den Fernmeldenetzen für Telephonie und Telegraphie sowie den Übertragungsnetzen für Radio und Fernsehen angewendet werden.

1. Allgemeine Anforderungen an die Energieversorgungsanlagen von Fernmeldenetzen

Von einem modernen Fernmeldenetz wird heute vor allem verlangt, dass es betriebssicher arbeitet und Tag und Nacht, werktags und sonntags ständig betriebsbereit bleibt. Die noch gar nicht so lange zurückliegenden Zeiten, da beispielsweise Telephonzentralen abends ihren Betrieb einfach einstellten, sind heute undenkbar.

Die Anforderungen an die Betriebssicherheit heutiger Fernmeldeanlagen sind demzufolge sehr gross, und ihr gilt denn auch die ganz spezielle Sorge bei der Entwicklung und beim Bau von Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen.

Besondere Bedeutung muss dabei den Energieversorgungsanlagen zugemessen werden, denn ein sicherer Betrieb von Fernmeldeanlagen ist ohne eine zuverlässig funktionierende Speisung unmöglich. Dabei ist zu bedenken, dass das Versagen einer Energieversorgungsanlage je nach dem von ihr gespiesenen Anlageteil nicht nur den Unterbruch der Telephonverbindungen im Ortsnetz zur Folge haben kann, sondern unter Umständen auch den nationalen und internationalen Fernverkehr und damit ganze Landesteile in Mitleidenschaft zieht.

Allgemein kann festgestellt werden, dass die heutigen Fernmeldeanlagen aus wirtschaftlichen Gründen, wenn immer möglich, direkt aus dem örtlichen Netz der Allgemeinversorgung gespeist werden. Eine der ersten Bedingungen, die sich aus dieser Konzeption ergibt, ist die Sicherung der Speisung bei Netzausfall.

Obschon Unterbrüche in der Energieversorgung namentlich in unsern öffentlichen Versorgungsnetzen immer seltener werden und meistens nur wenige Minuten dauern, muss doch mit Katastrophenfällen gerechnet werden, die grössere Schäden in den Energieversorgungsanlagen zur Folge haben.

Erschwerend wirkt ausserdem der Umstand, dass in den meisten Fernmeldeanlagen auch kurzzeitige, nur Bruchteile von Sekunden dauernde Unterbrüche in der Speisung nicht zulässig sind, weil dadurch die im Gang befindlichen Gespräche oder Fernschreiben unterbrochen oder zumindest erheblich gestört, und der Aufbau, das heisst die Wahl der Nachrichtenverbindungen, beeinträchtigt würden.

In den letzten Jahren sind nun zahlreiche, verschiedene Systeme für die Notspeisung mit und ohne Batterien entwickelt und praktisch erprobt worden. In allen Fällen, wo eine unterbruchlose Energieversorgung sichergestellt werden muss, fusst die Notspeisung, abgesehen von den Systemen mit direkter Dieselreserve, auf die noch eingetreten werden soll, auch heute noch allgemein auf der in Akkumulatoren gespeicherten Energie.

In der letzten Zeit hat man sich vor allem bemüht, die verschiedenen möglichen Betriebsarten der Akkumulatorenbatterien eingehend zu untersuchen, um die günstigsten Bedingungen bezüglich Lebensdauer und Erhaltung der vollen Kapazität herauszufinden. Im Gegensatz zum früher üblichen Lade-Entladebetrieb, sind die heutigen Schaltungen so aufgebaut, dass die Bleiakkumulatoren im Normalbetrieb ständig voll geladen bleiben und nur bei Netzausfall zur Energieabgabe herangezogen werden. Dabei empfiehlt es sich, eine Ladeerhaltungsspannung von 2,2...2,3 V pro Element anzustreben und die Batterien im Interesse der Erhaltung der vollen Kapazität etwa alle sechs Monate teilweise zu entladen und wieder voll aufzuladen.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist es im allgemeinen nicht zweckmässig, die Kapazität der Batterien so gross zu bemessen, dass auch langdauernde Unterbrüche im Energieversorgungsnetz überbrückt werden können. Deshalb werden zusätzlich, je nach der Grösse und Wichtigkeit der Anlage, transportable oder stationär thermische Notstromgruppen bereitgestellt.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist auch die Sicherstellung des Betriebs bei Störungen in der Energieversorgungsanlage selber. Die Schaltung muss nach Möglichkeit so entworfen sein, dass bei Defekten einzelner Anlageteile der Betrieb automatisch sichergestellt oder durch einfache Massnahmen wenigstens provisorisch weitergeführt werden kann. Dies wird z. B. durch Umgehungsschaltungen zur Überbrückung von Netzreguliereinrichtungen durch die Möglichkeit des Einsetzens von Ersatzgleichrichtern usw. erreicht.

2. Die verschiedenen mit Strom zu speisenden Anlageteile von Fernmeldenetzen

In einem heutigen, modernen Nachrichtennetz für Telephonie und Telegraphie sowie Bild-, Daten-, und Fernsehübertragungen können folgende wichtigste mit elektrischer Energie zu speisende Anlagen unterschieden werden:

a) Vermittlungseinrichtungen für die Herstellung von Telephon- und Telegraphen- (Telex-) Verbindungen.

b) Trägerendausrüstungen für die Mehrfachausnützung von symmetrischen und koaxialen Kabeln sowie Verstärkeranlagen für Nieder- und Hochfrequenzleitungen nebst den dazugehörigen Signalempfängern.

c) Koaxiale Breitbandkabelanlagen.

d) Richtstrahlanlagen.

e) Sendeanlagen für Radio, Fernsehen und Überseetelephonie.

3. Energieversorgungsanlagen für Telephon- und Telegraphenvermittlungszentralen

Die heutigen Vermittlungszentralen werden je nach Fabrikat mit 48 oder 60 V Gleichstrom betrieben, wobei für neue Systeme die Betriebsspannung einheitlich auf 48 V festgelegt wurde.

Charakteristisch für den Energiebedarf dieser Anlagen sind die grossen Schwankungen im Verlaufe eines Tages. Die verbrauchte Energie ist ein Abbild der Verkehrsbelastung der Zentrale, wie dies aus Fig. 1 ersichtlich ist. Beachtlich sind die verhältnismässig grossen Stromstärken, die bei grossen Zentralen mit Orts-, Netzgruppen- und Fernämtern in den Zeiten des Spitzenverkehrs 1400 A und mehr erreichen können.

Bis vor rund 10 Jahren wurden für Energielieferungsanlagen über 60 A noch meistens rotierende Umformergruppen eingesetzt. Die Weiterentwicklung der Gleichrichter in bezug auf Betriebssicherheit, Spannungsregulierung, Sicherung gegen Überlastung und Alterung haben dazu geführt, dass heute vorwiegend Selengleichrichter verwendet werden. Der praktisch wartungslose Betrieb, die einfachere Montage, der kleinere Platzbedarf und der günstigere Wirkungsgrad bei Teillast waren die entscheidenden Faktoren für diese Entwicklung.

Heute werden diese Gleichrichter in genormten Einheiten von 25...600 A erstellt und bei grösseren Strom-

stärken baukastenartig zusammengebaut. Die zulässige Spannungstoleranz beträgt ± 2 % bei Netzspannungsschwankungen von ± 10 % und Belastungsänderungen zwischen 5 und 100 %.

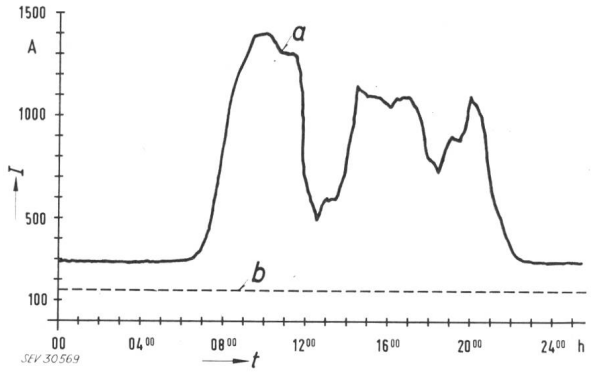

Fig. 1

Belastungsdiagramm einer 48-V-Gleichstromspeiseanlage eines grossen Fernmeldezentrums

bestehend aus einem automatischen Ortsamt für 20 000 Teilnehmer, dem Netzgruppenhauptamt sowie einem automatischen und manuellen Fernamt

Die Belastung erreicht in der Hauptverkehrsstunde normalerweise rund 1400 A (Kurve *a*), dabei beansprucht eine angeschlossene Speiseanlage für Koaxialkabelverstärker dauernd 150 A (Kurve *b*)

I Belastung; *t* Tageszeit

Es würde zu weit führen, die einzelnen Reguliersysteme verschiedener Gleichrichterfabrikate näher zu erläutern. Die Gleichrichter werden fast ausschliesslich magnetisch reguliert. Die Spannungsdifferenz zwischen dem Istwert, d. h. der zu regulierenden Spannung und dem Sollwert eines Spannungsnormals wird verstärkt und steuert die dem Gleichrichtertransformator vorgeschalteten Transduktoren. Der Spannungsverlauf eines solchen Gerätes in Abhängigkeit von dem Belastungsstrom zeigt Fig. 2. Eine Überlastung der Gleichrichterzellen wird durch die stark abfallende Kennlinie über der Nennlast vermieden.

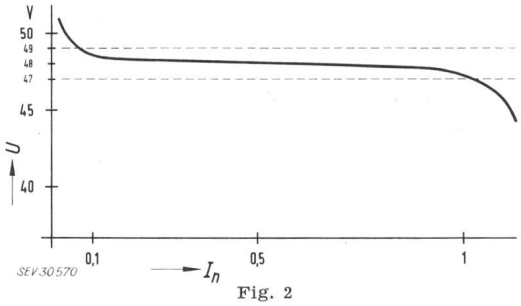

Fig. 2

Belastungskennlinie eines Gleichrichters für 48-V-Energieversorgungsanlagen

Durch die stark fallende Kennlinie über dem Nennstrom $I_n = 1$ wird eine Überlastung der Gleichrichterzellen vermieden

U Klemmenspannung; I_n Verhältnis Belastungsstrom zu Nennstrom

Bei der Speisung von Telephonzentralen bedarf die Siebung der Gleichspannung sorgfältiger Dimensionierung. Der Oberwellengehalt muss so begrenzt sein, dass die Geräuschspannung, d. h. die psophometrisch gemessene Fremdspannung irgendeiner Telephonverbindung der Zentrale 0,2 mV nicht überschreitet.

Um jegliche Störung oder Unterbrechung der Telephon- oder Telegraphenverbindungen auszuschliessen, muss die Speisung auch bei Netzausfall unterbruchslos gewährleistet sein. Hiezu dient die in einer Akkumulatorenbatterie gespeicherte Energie.

Von den verschiedenen Schaltungen, die in den letzten Jahren entwickelt wurden, haben sich in der Praxis einige wenige als am eindeutig besten geeignet herauskristallisiert.

In den Figuren 3...6 sind drei Prinzipschaltungen dargestellt, die sich sowohl in bezug auf den praktischen Betrieb als auch hinsichtlich der möglichst grossen Schonung der Batterie, d. h. der Erhaltung ihrer vollen Kapazität und einer möglichst langen Lebensdauer, sehr gut bewährten.

3.1 Anlagen und Gegenzellenelement

Fig. 3 zeigt das für kleinere Anlagen bis rund 60 A angewendete Prinzip mit zwei Gleichrichtern. Der Verbraucher, d. h. die automatische Zentrale *Z* ist über ein Widerstandselement *GZ*, das sog. Gegenzellenelement, mit der Akkumulatorenbatterie bzw. den Gleichrichtern verbunden.

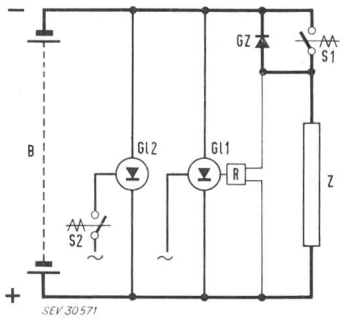

Fig. 3

Prinzip einer 48-V-Energieversorgungsanlage mit Gegenzellenelement *GZ*

für kleinere automatische Telephonzentralen bis zu einem maximalen Belastungsstrom von 60 A

R Regler; *Z* automatische Zentrale; *S* Schalter; *Gl1* und *Gl2* Gleichrichter; *B* Batterie

Der Gleichrichter *Gl1* speist die Zentrale dauernd über das Gegenzellenelement und hält mit Hilfe des Reglers *R* die Spannung über *Z* konstant. Das Gegenzellenelement *GZ*, das beispielsweise aus mehreren in Serie geschalteten Selenzellen besteht, deren Widerstand gemäss Fig. 4 mit zunehmendem Strom sinkt, sorgt dafür, dass die erforderliche Spannungsdifferenz zwischen der Speisespannung und der Batteriespannung möglichst von der Belastung unabhängig konstant bleibt. Damit wird erreicht, dass die Batterie *B* stets voll geladen bleibt, d. h. die einzelnen Zellen auf einer Spannung von 2,2...2,3 V der sog. Ladeerhaltungsspannung gehalten werden.

Die Gleichrichter *Gl1* und *Gl2* werden je für die halbe Last dimensioniert. Der Gleichrichter *Gl2* wird jedoch erst dann über den Schalter *S2* automatisch in Betrieb genommen, wenn *Gl1* voll belastet ist und der Strom weiter ansteigt.

Fig. 4

Spannungsabfall *U* an einem Gegenzellenelement in Abhängigkeit des Stromes *I*

Bei Netzausfall wird das Gegenzellenelement durch Schalter *S1* kurzgeschlossen, wodurch die volle Batteriespannung zur Speisung der Zentrale zur Verfügung steht.

3.2 *Anlagen mit unterteilter Akkumulatorenbatterie und Zusatzgleichrichter*

Das beschriebene einfache Prinzip kann wegen der zu grossen Verluste im Widerstandselement zwischen Batterie und Verbraucher für grössere Anlagen nicht angewendet werden.

In den Figuren 5 und 6 sind zwei der für grössere Stromversorgungsanlagen eingeführte Systeme mit unterteilter Batterie und Zusatzgleichrichter dargestellt.

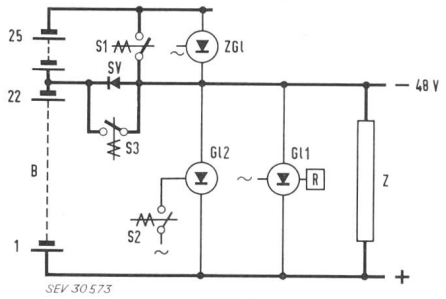

Fig. 5
Prinzipschaltung einer 48-V-Energieversorgungsanlage
mit Unterteilung der Batterie und Zusatzgleichrichter *ZGl*
Das Sperrventil *SV* ist im Normalbetrieb durch *S3* kurzgeschlossen.
Der Gleichrichter *Gl2* wird durch *S2* nach Bedarf zugeschaltet
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 3

In der Schaltung der Fig. 5 ist bei Gleichrichterbetrieb das Sperrventil *SV* durch Schalter *S3* kurzgeschlossen. Der Hauptteil der Batterie mit 22 Zellen ist direkt mit den Klemmen des Verbrauchers verbunden, und jede Zelle der Batterie bleibt dauernd auf rund 2,2 V aufgeladen. Dank ihrem geringen inneren Widerstand dämpft die Batterie die vom Gleichrichter herrührenden Oberwellen wirksam, und sie ist zugleich in der Lage, rasche Belastungsschwankungen auf der Verbraucherseite spannungsmässig auszugleichen. Die Zellen 23...25 sind vom Lastkreis abgetrennt — Schalter *S1* ist im Normalbetrieb offen — und werden durch den Zusatzgleichrichter *ZGl* ebenfalls dauernd auf voller Ladung gehalten. Bei Netzausfall wird der Schalter *S3* automatisch geöffnet. Die Zentrale wird nun zunächst aus dem Batterieteil mit 22 Zellen über das Sperrventil *SV* gespeist, bis der Schalter *S1* nach ungefähr 100...200 ms die ganze Batterie auf den Verbraucher schaltet. Das Sperrventil *SV* verhindert nun, dass die Zellen 23...25 durch den Schalter *S1* kurzgeschlossen werden.

Das System in Fig. 6 arbeitet im Prinzip ähnlich wie dasjenige in Fig. 5. Der Unterschied liegt im wesentlichen darin, dass das Sperrventil *SV* nie kurzgeschlossen wird.

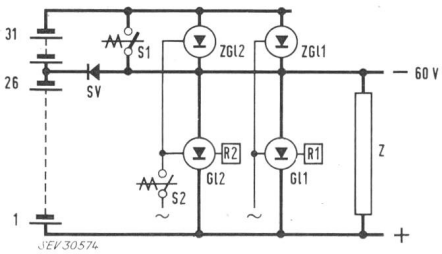

Fig. 6
Prinzipschaltung einer 60-V-Energieversorgungsanlage
mit zwei Gleichrichtern *Gl1* und *Gl2* und den Reglern *R1* und *R2*
sowie den dazugehörigen Zusatzgleichrichtern *ZGl1* und *ZGl2*
Das Sperrventil *SV* wird im Gegensatz zu der Anlage in Fig. 5 nie kurzgeschlossen
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 3

Um zu verhindern, dass die beiden Batterieteile mit 26 und 5 Zellen unterschiedlich geladen werden, wird die totale Ladespannung mit dem Zusatzgleichrichter *ZGl* im Maximum auf 2,4 V/Zelle bei einer Nachladung und 2,25 V/Zelle im Normalbetrieb gehalten.

Da die Batteriespannung der 26 Zellen bei Netzbetrieb stets kleiner ist als die Zentralenspannung, wird das Sperrventil *SV* negativ vorgespannt und trennt die Batterie vom Lastkreis. Sie wird mit Hilfe der Gleichrichter *Gl* und Zusatzgleichrichter *ZGl* stets aufgeladen gehalten.

Sobald die Zentralenspannung bei Netzausfall sinkt, übernimmt zunächst der Batterieteil mit 26 Elementen über *SV* unterbruchslos die Speisung, bis der Schalter *S1* die ganze Batterie mit 31 Zellen an die Zentrale schaltet.

Auch die Leistung dieser Energieversorgungsanlage kann durch Zuschalten eines zweiten Gleichrichters *Gl2* bzw. *ZGl2* erhöht werden.

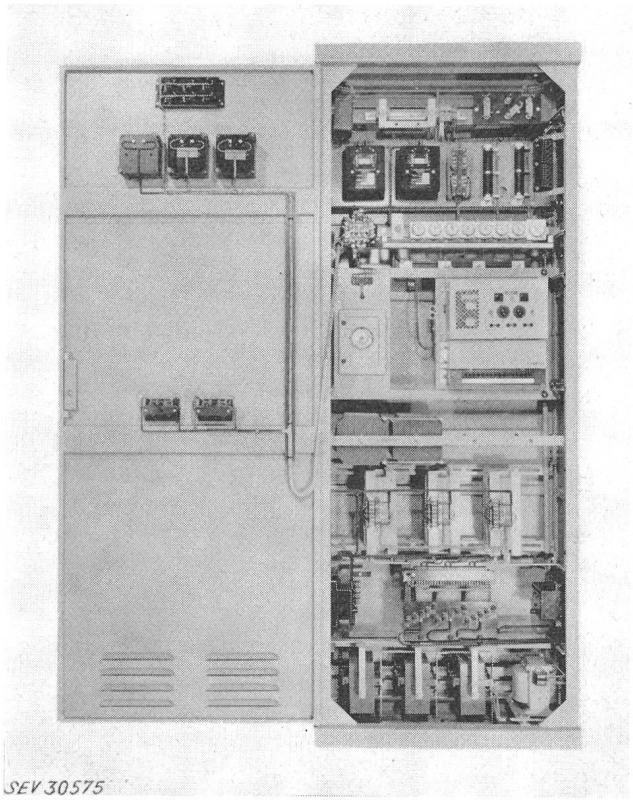

Fig. 7
48-V-Gleichrichteranlage
für einen maximalen Belastungsstrom von 60 A, ausgebaut für 30 A.
Von *unten* nach *oben* sind unter anderem die Gleichrichterelemente, der Transformator, die Regulierdrosselspulen, die Gegenzellenelemente und der Spannungsregler ersichtlich

Fig. 7 zeigt eine Ausführung des 60-A-Typs einer Energielieferungsanlage für 48 V, ausgebaut mit einem Gleichrichter für 30 A. Diese Anlage kann nötigenfalls auf 60 A erweitert werden, indem eine weitere Gestelleinheit mit einem 30-A-Gleichrichter baukastenartig mit der Grundeinheit zusammengeschaltet wird.

4. Energieversorgungsanlagen für Träger- und Verstärkerausrüstungen

Bei den Energieversorgungsanlagen für Träger- und Verstärkerausrüstungen ist der Energiebedarf im Gegensatz zu den automatischen Zentralen konstant, d. h.

unabhängig vom Gesprächsverkehr. Es handelt sich hier darum, einerseits eine gut gefilterte Anodengleichspannung, die heute auf 220 V genormt ist und anderseits eine 50-Hz-Wechselspannung für die Heizung der Röhren zur Verfügung zu stellen. Ausserdem verlangen die immer mehr zum Einsatz gelangenden transistorisierten Geräte eine Betriebsgleichspannung von 24 V.

4.1 Gleichstromanlagen

Die Anodenspannung kann zentral, d. h. für eine grosse Zahl von Verstärker- und Trägerausrüstungen gemeinsam oder dezentralisiert, beispielsweise in jeder Bucht, erzeugt werden. Für grössere Anlagen ist im allgemeinen die zentralisierte Energieversorgung wirtschaftlicher, während bei kleineren Anlagen die dezentrale Speisung vorzuziehen ist.

Fig. 8 zeigt eine bewährte Prinzipschaltung einer zentralisierten Speiseanlage für 220 V Anodenspannung. Die gleiche Lösung wird auch für transistorisierte Geräte mit 24 V Betriebsspannung angewendet.

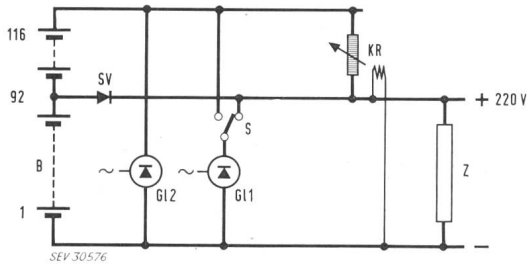

Fig. 8
Prinzipschaltung einer Energieversorgungsanlage
für Anodenspannung 220 V mit Kohledruckregler *KR*, Batterieanzapfung bei 92 Zellen und Sperrventil *SV*

Die Gleichrichter *Gl1* und *Gl2* sind in Typen von 10 und 30 A genormt und elektrisch wie konstruktiv genau gleich aufgebaut. Der auf verschiedenen Belastungsstufen einstellbare Gleichrichter *Gl1* wird so einreguliert, dass dieser den grössten Teil des Anodenstromes direkt übernimmt (Schalter *S* in Stellung nach rechts). Gleichrichter *Gl2* liefert einerseits den restlichen Belastungsstrom von einigen Ampère über den Kohledruckregler *KR* und anderseits den Ladestrom für die Akkumulatorbatterie. Der Regler *KR*, der nur mit einem kleinen Teil des Gesamtstromes belastet ist, sorgt für die Konstanthaltung der Spannung über der Belastungsimpedanz *Z*. Das Sperrventil SV ist negativ vorgespannt, da die Spannung der Zellen 1...92 kleiner ist als die Betriebsspannung über *Z*, so dass die Verbindung zur Batterieanzapfung gesperrt ist.

Dank diesem System erfolgt der Wechsel von Netz- auf Batteriebetrieb ohne jeglichen Schaltvorgang. Bleibt die Gleichrichterspeisung bei Netzausfällen oder Störungen an den Gleichrichtern selber aus, so übernimmt zunächst der Batterieteil mit den Zellen 1...92 über das nun niederohmige Sperrventil SV unterbruchslos die Speisung solange, bis der Regler KR, entsprechend den neuen Lastverhältnissen, den Widerstand soweit verkleinert hat, dass die Spannung über *Z* wieder 220 V erreicht. Ist dies der Fall, so sperrt *SV* erneut, und Z wird von der ganzen Batterie über den Kohlendruckregler KR gespeist.

Die Anlage funktioniert sehr betriebssicher. Fällt beispielsweise Gleichrichter *Gl1* aus, so übernimmt *Gl2* automatisch die volle Last. Tritt im Gleichrichter *Gl2* ein Defekt auf, so kann er mit Hilfe des Schalters *S* (Umschalten in Stellung nach links) durch Gleichrichter *Gl1* ersetzt werden.

Fig. 9 zeigt eine solche Anlage für 220 V/30 A von hinten.

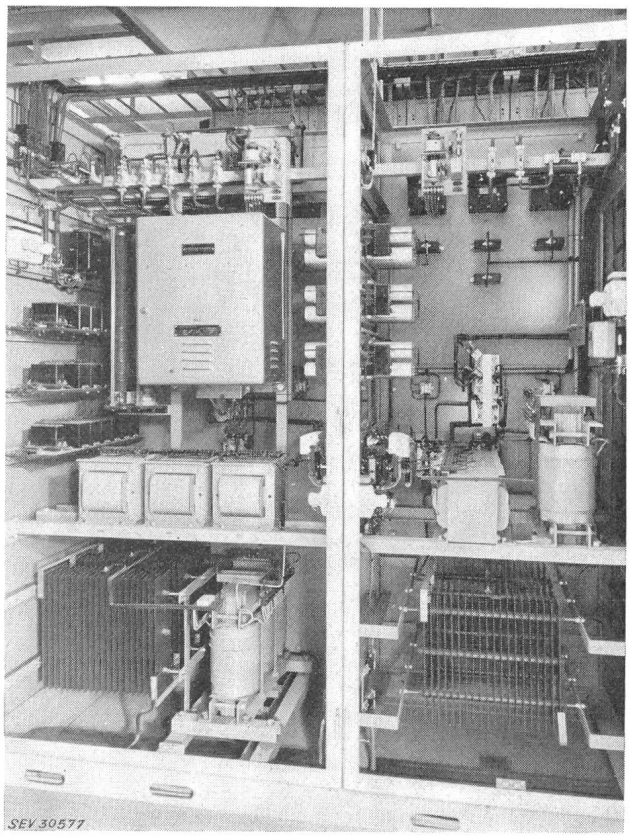

Fig. 9
Aufbau einer Gleichrichteranlage
für Anodenspeisung 220 V, 30 A, nach Fig. 8
links befindet sich der 30-A-Hilfsgleichrichter *Gl2* und der Kohledruckregler, *rechts* ist der 30-A-Grundlastgleichrichter *Gl1* ersichtlich

4.2 Wechselstromanlagen

Wie bei den Gleichstromversorgungsanlagen wird auch bei den Wechselstromversorgungsanlagen in der Regel die direkte Speisung aus dem Netz angewendet, indem man die angeschlossenen Fernmeldegeräte über ein geregeltes 220 V, 50 Hz, Verteilnetz speist.

Damit erhebt sich auch hier die Frage, wie die Energieversorgung bei Netzausfall sichergestellt werden soll, und welcher zeitliche Unterbruch in der Speisung allenfalls toleriert werden kann. Diesbezüglich können zwei Fälle unterschieden werden. Sofern es sich um eine reine Heizstromversorgung von Röh-

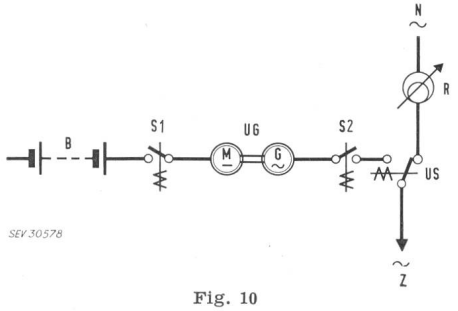

Fig. 10
Prinzip einer Wechselstromspeiseanlage
220/380 V, 50 Hz, für Leistungen bis 20 kVA, mit maximal 6 s Unterbruch bei Netzausfall
Bezeichnungen siehe im Text

rengeräten handelt, d. h. um Anlagen, bei denen die Anodenspannungsversorgung, wie beschrieben, von einem gemeinsamen Gleichrichter besorgt wird, so wird das Arbeiten der Geräte, dank der thermischen Trägheit der Kathoden praktisch nicht beeinflusst, wenn der Unterbruch ungefähr 6 s nicht überschreitet. Diese Zeit ist gross genug, um schnellanlaufende, von der Batterie gespiesene Gleichstrom-Wechselstromumformer einzusetzen. Fig. 10 zeigt die in diesem Fall angewendete Schaltung.

Das Ortsnetz *N* speist normalerweise über den Regler *R* und Umschalter *US* die Verbraucher *Z*. Setzt das Netz aus, so wird der Motor *M* der Umformergruppe *UG* über den Schalter *S1* mit der Zentralen-Batterie *B* verbunden und übernimmt nach maximal 6 s über Schalter *S2* und *US* die Speisung.

Solche Anlagen werden für Leistungen von 2, 6, 12 und 20 kVA eingesetzt. Wird dagegen aus wirtschaftlichen Gründen, namentlich bei kleineren Anlagen, die Anodenspannung nicht von einer zentralen Quelle bezogen, sondern jede Bucht mit einem eigenen Anodenspannungskleingleichrichter ausgerüstet, und an die 220 V Wechselstromspeisung angeschlossen, so darf bei Netzausfällen der Unterbruch rund 0,1 s nicht überschreiten, wenn das ungestörte Funktionieren der Geräte nicht beeinträchtigt werden soll. In dieser kurzen Zeit können rotierende Umformer ihre normale Drehzahl nicht erreichen. Sie scheiden hier als Notstromaggregate aus und werden durch elektromechanische, neuerdings auch elektronische Wechselrichter ersetzt.

5. Energieversorgung von Koaxialkabelanlagen

Bekanntlich sind die Koaxialkabel in den letzten Jahren in fast allen Ländern mit gut ausgebauten Telephonnetzen zum eigentlichen Träger der nationalen und internationalen Fernmeldenetze geworden. Auch in der Schweiz besteht bereits ein ansehnliches Koaxialkabelnetz von rund 600 km Länge. Diese Kabel, die in der Regel nach den Empfehlungen des CCITT (Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique) gebaut werden, übertragen bekanntlich bei 9 km Verstärkerabstand eine Bandbreite von 6 MHz und können dadurch bis zu 1260 Telephongespräche je Tubenpaar im Vierdrahtbetrieb aufnehmen. Bei den bei den PTT verlegten 4tubigen Koaxialkabeln ergibt dies im Vollausbau insgesamt 2520 Kanäle. Es liegt auf der Hand, dass bei dieser grossen Konzentration von Sprechkreisen, der Betriebssicherheit der Anlage und damit auch einer äusserst zuverlässigen Energieversorgung sehr grosse Wichtigkeit zukommt.

Die Leitungsverstärker werden von den sich in Abständen von rund 80 km folgenden bedienten Verstärkerämtern aus über das Koaxialkabel mit Wechselstrom von 50 Hz ferngespeist. Die koaxialen Leiter übertragen demnach nicht nur die Nachrichtensignale in der Grössenordnung von wenigen Volt, sondern auch die Speisespannungen in der Grösse bis zu 1000 V. Das Prinzip dieser Speisung veranschaulicht Fig. 11.

Die vom Koaxialkabel *K* eintreffenden Nachrichtenströme und der 50-Hz-Speisestrom werden an den Verstärkerpunkten durch die Hochpassfilter *HP* bzw. Tiefpassfilter *TB* getrennt und dem Verstärker *V* bzw. dem Speisegerät zugeführt.

An der Ausgangsseite werden die verstärkten Nachrichtenströme und der Speisestrom über die Hochpass- bzw. Tiefpassfilter wieder vereinigt und an das Kabel an der Ausgangsseite und damit dem nachfolgenden Verstärker abgegeben. Auf diese Weise können bis zu 6 Verstärker hintereinander ferngespeist werden.

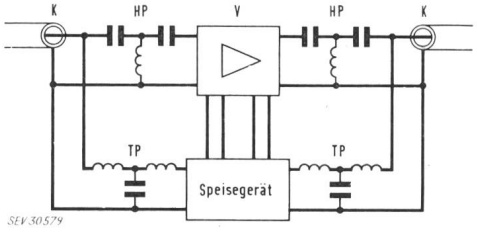

Fig. 11
Prinzip der Speisung von Koaxialkabelverstärkern
mit Wechselstrom 50 Hz über die als Träger der Nachrichtensignale dienenden koaxialen Leiter
Bezeichnungen siehe im Text

Die Energieversorgung von solch wichtigen Anlagen muss mit aller Sorgfalt entwickelt werden. Der Defekt irgendeines Anlageteiles darf die Speisung nicht unterbrechen. Ferner muss die Bedienung narrensicher ausgeführt werden, damit nicht durch falsche Manipulationen ein Unterbruch in der Energieversorgung oder Überspannungen auftreten können.

Diese Anforderungen führten zu verhältnismässig umfangreichen Anlagen mit zwei dauernd parallel arbeitenden Umformergruppen *UG1* und *UG2*, wie dies in Fig. 12 dargestellt ist. Die Speisung der beiden Umformergruppen erfolgt von einem mit Gleichrichtern gespeisten Netz mit Batteriereserve, zum Beispiel von der 48 oder 60 V Energieversorgungsanlage der Telephonzentrale. Im Normalbetrieb übernimmt jeder Umformer die halbe Last. Erleidet eine Maschine einen Defekt, so wird sie automatisch abgeschaltet und die intakte Gruppe übernimmt die ganze Last unterbruchslos. Als weitere Reserve wird im allgemeinen noch eine dritte Umformergruppe in Bereitschaft gehalten.

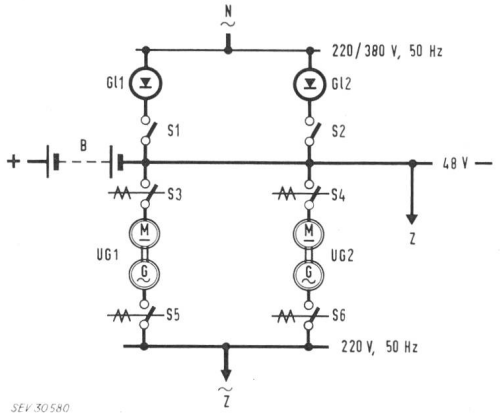

Fig. 12
Prinzip einer Energieversorgungsanlage 220 V, 50 Hz, für Koaxialkabelverstärker
Solche Anlagen werden für Leistungen bis 10 kVA eingesetzt

Fig. 13 zeigt eine ausgeführte Anlage für 10 kVA. Die zweifache Umformung der elektrischen Energie von Wechselstrom in Gleichstrom und dann von Gleichstrom wieder in Wechselstrom hat einen verhältnismässig schlechten Wirkungsgrad zur Folge. Da

sich dies namentlich bei grösseren Leistungen ungünstig bemerkbar macht, werden diese Speisesysteme für Leistungen über 10 kVA nicht benützt. In diesen Fällen kommen Anlagen mit dreiteiligen Umformergruppen zum Einsatz, wie sie im Prinzipschema der Fig. 14 dargestellt sind.

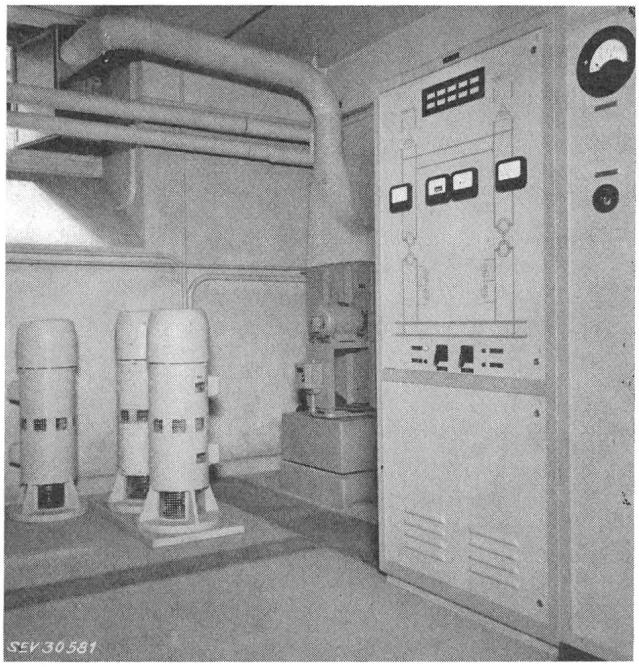

Fig. 13
Energieversorgungsanlage 10 kVA, 220 V, 50 Hz, für Koaxialkabelverstärker
links die Zweimaschinen-Umformergruppen, *rechts* das zugehörige Steuer- und Schaltfeld

Zwei Dreimaschinen-Umformergruppen *UG1* und *UG2* werden im Normalbetrieb aus dem Ortsnetz *N* durch die Asynchronmotoren *M* angetrieben. Die Gleichstrommaschinen *GM* sorgen dafür, dass die Batterien *B1* bzw. *B2* dauernd voll aufgeladen bleiben, während die Einphasensynchrongeneratoren die Koaxialkabelanlage mit Wechselstrom, 50 Hz, versorgen. Fällt die Speisung aus dem Ortsnetz aus, so übernehmen die Gleichstrommaschinen *GM* automatisch und ohne jeglichen Schaltvorgang den Antrieb der Generatoren *G*, indem sie ihre Energie aus den Batterien beziehen.

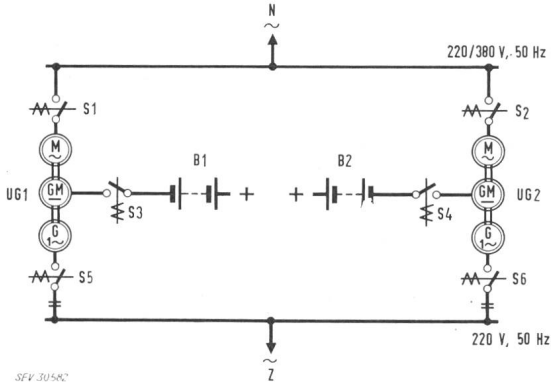

Fig. 14
Prinzip einer Energieversorgungsanlage 220 V, 50 Hz
für Koaxialkabelverstärker bei Leistungen über 10 kVA
Bezeichnungen siehe im Text

6. Speisung von Richtstrahlanlagen

Neben den Träger- und Koaxialkabelanlagen haben in den letzten Jahren auch die Richtstrahlverbindungen im Fernverkehr zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie werden immer mehr als Sicherung und Ergänzung der bestehenden Kabelanlagen herangezogen und eignen sich vor allem für die Übertragung der Fernsehprogramme. Der Energieversorgung der meisten unbedienten, auf abgelegenen Höhepunkten errichteten Richtstrahlverstärkerstationen kommt daher für die Betriebssicherheit der Anlagen ebenfalls grosse Bedeutung zu. Im Prinzip werden die gleichen unterbruchslosen Wechselstromversorgungsanlagen eingesetzt wie bei den Koaxialkabelausrüstungen. Man verzichtet hier jedoch in der Regel auf die Parallelspeisung mit zwei Umformergruppen und begnügt sich mit einer einzigen.

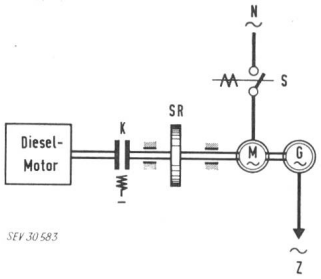

Fig. 15
Prinzip einer Energieversorgungsanlage 50 Hz
mit Schwungrad-Energiespeicher und unterbruchslosem Übergang auf Dieselbetrieb bei Netzausfall
Bezeichnungen siehe im Text

7. Speisesysteme ohne Batteriereserve für den Notbetrieb

Die bisher beschriebenen Stromversorgungsanlagen lösten das Problem des unterbruchslosen Notbetriebes derart, dass sie bei Netzausfall auf die in einer Akkumulatorenbatterie gespeicherte Energie griffen. Es wurden indessen, in neuerer Zeit, Speisesysteme entwickelt und praktisch eingesetzt, die ohne eine solche Batteriereserve auskommen. Von den verschiedenen möglichen Lösungen hat vor allem das System mit Schwungradreserve und sofort startendem Dieselmotor in grösserem Masse in der Praxis Eingang gefunden. Das Prinzip dieser Anlage ist in Fig. 15 wiedergegeben.

Im Normalbetrieb werden der Wechselstromgenerator *G* und das Schwungrad *SR* durch den vom Starkstromnetz *N* gespeisten Asynchronmotor *M* angetrieben. Die Verbraucher *Z* werden durch den Wech-

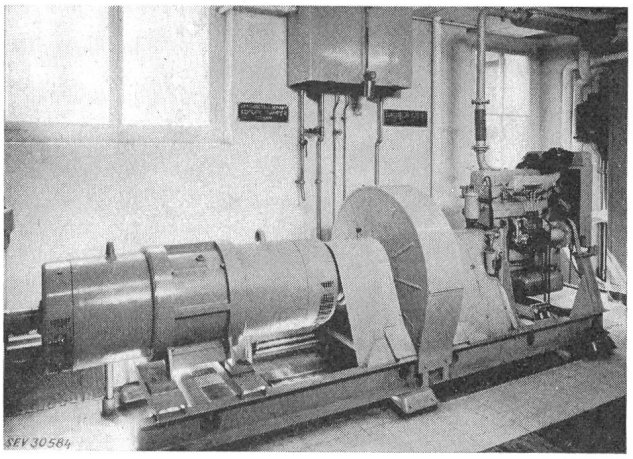

Fig. 16
Ansicht einer Energieversorgungsanlage 20 kVA, 3 × 220/380 V, 50 Hz
mit Schwungradspeicher für unterbruchslosen Übergang auf Dieselbetrieb bei Netzausfall
links ist die Umformergruppe (Asynchronmotor/Wechselstromgenerator), *in der Mitte* das Schwungrad und *rechts* der Dieselmotor ersichtlich

selstromgenerator *G* mit Wechselstrom, 50 Hz, versorgt. Fällt die Netzspeisung aus, so wird die elektromagnetische Kupplung *K* eingeschaltet, wodurch der Dieselmotor dank der im Schwungrad *SR* gespeicherten Energie in Betrieb gesetzt wird und den Antrieb der

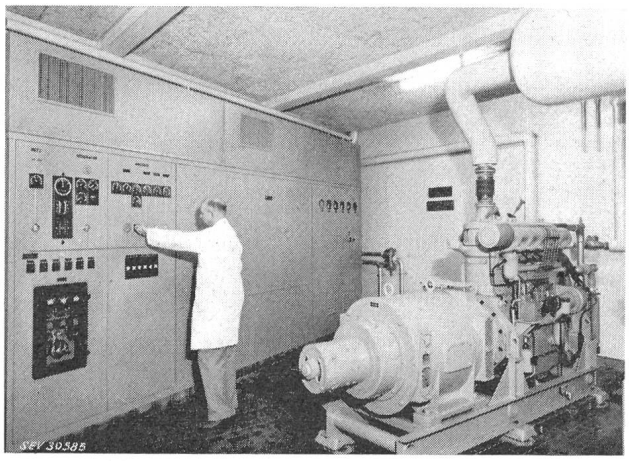

Fig. 17
Stationäre Notstromanlage in einem grösseren Fernmeldezentrum
Der Generator für 125 kVA, 220/380 V, 50 Hz, wird von einem Dieselmotor angetrieben, der innerhalb von ungefähr 6 s die volle Last übernehmen kann

Speisegruppe übernimmt. Bei richtig dimensioniertem Schwungrad kann auf diese Weise eine unterbruchslose Speisung gewährleistet werden. In Fig. 16 ist eine solche Anlage für 20 kVA, 3 × 220 V, 50 Hz, zur Speisung einer Richtstrahlstation abgebildet.

8. Stationäre und fahrbare Notstromaggregate

Wie erwähnt, muss bei allen Energieversorgungsanlagen, die bei Netzausfall die unterbruchslose Speisung mit Hilfe von Akkumulatoren sicherstellen, deren Kapazität auf ein wirtschaftlich und praktisch vertretbares Mass beschränkt werden. Diese Anlagen sind deshalb in der Regel nicht in der Lage, auch längerdauernde Unterbrüche in der Netzspeisung zu überbrücken. Als Ergänzung zu den Batterien werden deshalb stets noch transportable oder stationäre thermische Notstromgruppen bereitgestellt.

Es erübrigt sich, hier auf den Aufbau und die Wirkungsweise dieser allgemein bekannten Notstromgruppen mit Diesel- oder Benzinmotoren einzutreten.

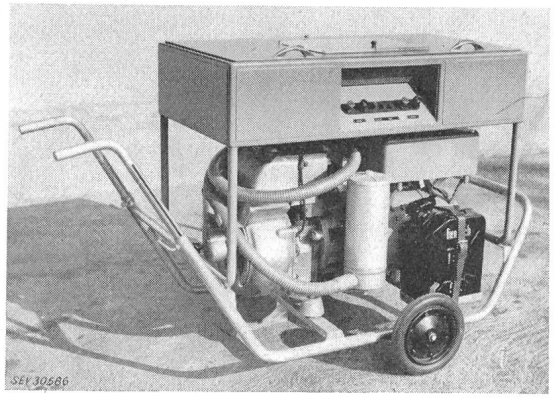

Fig. 18
Tragbare Notstromanlage
3 kW für 60 V Gleichstrom mit Benzinmotor und abnehmbarem Schaltpult für den Einsatz

Grosse, wichtige Vermittlungs- und Verstärkerzentralen werden mit stationären Dieselaggregaten ausgerüstet. Sie können von Hand oder automatisch gestartet werden und sind in der Lage, die Energieversorgung auch für längere Zeit sicherzustellen.

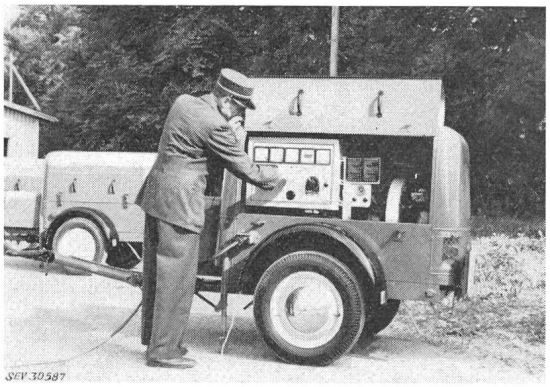

Fig. 19
Fahrbare Notstromanlage auf Einachsanhänger
Leistung 17 kVA, 220/380 V, 50 Hz, mit Antrieb durch Benzinmotor

Fig. 17 zeigt eine solche stationäre Notstromanlage in einem grossen Fernmeldezentrum. Sie wird von einem Dieselmotor angetrieben und gibt bis zu 125 kVA bei 50 Hz und 380/220 V ab. Die Gruppe wird bei Netzausfall automatisch in Betrieb gesetzt und kann die volle Last in ungefähr 6 s übernehmen.

Für kleinere Telephonzentralen würde sich dieser Aufwand nicht lohnen. Die Batterien werden hier etwas stärker dimensioniert, so dass notfalls genügend Zeit für den Antransport einer fahrbaren Notstromgruppe zur Verfügung steht.

Die Figuren 18...20 zeigen drei Typen von genormten mobilen Einheiten, wie sie in den verschiedenen Fällen des Notbetriebes eingesetzt werden.

9. Schlussbetrachtungen

In dieser kurzen Zusammenstellung der wichtigsten Energieversorgungsanlagen für die Fernmeldenetze der PTT musste zwangsläufig sehr viel unerwähnt bleiben. Zahlreiche interessante Detaillösungen machten indessen die Speiseausrüstungen erst zu dem betriebssicheren, weitgehend wartungsfreien und automatisch arbeitenden Gerät, wie es heute in den annähernd tausend Fernmeldezentralen der Schweiz seinen Dienst versieht.

Fig. 20
Fahrbare Notstromanlage auf Zweiachsanhänger
Leistung 125 kVA, 220/380 V, 50 Hz, mit Antrieb durch Benzinmotor

Die Entwicklung steht aber auch hier nicht still. Im Gange befindliche Forschungen lassen auf verschiedenen Gebieten weitere interessante Verbesserungen und Vereinfachungen erhoffen.

Die Untersuchungen in der Halbleiterphysik öffnen neue Wege für die Herstellung von hoch belastbaren Gleichrichterzellen und steuerbaren Sperrventilen, wie sie namentlich für den Aufbau elektronischer Wechselrichter von Interesse sind.

Auch das alte Problem der Energie-Umwandlung wird seit einiger Zeit erneut und intensiv nach neuen Möglichkeiten für die rationelle Gewinnung elektrischer Energie durchforscht. Diese Studien zeigten ebenfalls bereits beachtliche Ergebnisse. Es seien hier die sog. Sonnenbatterien erwähnt, mit denen man eine möglichst wirtschaftliche Umwandlung von Lichtenergie in Elektrizität anstrebt. Sie haben in letzter Zeit viel von sich reden gemacht, weil sie vor allem in den künstlichen Erdsatelliten für die Speisung der dort eingebauten Nachrichtengeräte bereits ein interessantes Anwendungsgebiet gefunden haben. Da der wirkungsvolle Einsatz von Sonnenbatterien jedoch an eine möglichst direkte, langdauernde und intensive Sonnenbestrahlung gebunden ist, dürften deren Verwendungsmöglichkeiten auf der Erde begrenzt sein.

[1]) Siehe Bull. SEV 52(1961), S. 812...813.

Bedeutungsvoll und vielversprechend sind die Forschungen auf dem Gebiete der sog. Brennstoff-Zellen (Fuel Cells). Hier geht es um die direkte Umwandlung der Energie konventioneller Brennstoffe in Elektrizität, indem man den bisherigen Umweg über die mechanische Energie in der Form von Aggregaten aus Wärmekraftmaschinen und elektrischen Generatoren vermeidet [1]). Die Vorteile, die man dabei zu 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.

Adresse des Autors:
F. Locher, dipl. Ingenieur, Chef der Telephon- und Telegraphenabteilung der Generaldirektion der PTT, Bern.

Die Regelung von Energieversorgungsanlagen für Koaxialkabel

Vortrag, gehalten an der 20. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik am 14. September 1961 in Luzern, von *E. Baer*, Baden

621.311.68.07 : 621.315.212

Für die Speisung von Koaxialkabeln und anderen Einrichtungen der Nachrichten- und Fernwirktechnik werden heute oft dauernd laufende Umformergruppen angewendet, wenn unterbruchslose Speisung dieser Anlagen verlangt wird. Die Schaltung und die Regelung solcher Gruppen werden kurz beschrieben. Es liegen drei Regelaufgaben vor: Spannungsregelung des Einphasengenerators, Laderegelung im Normalbetrieb und Frequenzregelung im Notbetrieb. Als wichtiger Betriebsfall werden die Vorgänge beim Unterbruch des speisenden Drehstromnetzes erläutert.

Pour l'alimentation des câbles co-axiaux et d'autres dispositifs des installations de communications et de commandes à distance on utilise souvent de nos jours des groupes convertisseurs en service permanent lorsqu'il s'agit d'assurer sans aucune interruption une alimentation de ces installations. Le couplage et le réglage de ces groupes sont décrits succinctement. Le réglage doit satisfaire à trois conditions: maintenir la tension monophasée, assurer la charge de la batterie en service normal et régler la fréquence en service perturbé. Les phénomènes lors d'une interruption du réseau triphasé d'alimentation sont spécialement décrits.

Dauernd laufende Umformergruppen werden heute überall dort verwendet, wo es auf unterbruchslose Speisung von Energieversorgungsanlagen ankommt. Als wichtige Beispiele sollen neben den Anlagen für Koaxialkabel diejenigen für Richtstrahl-Telephonie und für Fernwirkeinrichtungen von Kraftwerken genannt werden. Da jede Anlage unterbruchslose Speisung gewährleisten muss und jedenfalls nicht bedient ist, wird verlangt, dass die nötigen Funktionen vollständig automatisch ablaufen. Dies geschieht mit der im folgenden beschriebenen Einrichtung in besonders einfacher Weise.

Die Steuerung von solchen Aggregaten ist ebenfalls wichtig, sie stellt aber keine besonderen Probleme und kommt nur beim Ein- und Ausschalten der Anlage zur Geltung und soll hier nicht näher beschrieben werden. Dagegen soll die Regelung, neben dem Aufbau, kurz erklärt werden.

Es sind hier folgende drei Regelaufgaben zu lösen:

1. Spannungsregelung des Einphasengenerators;
2. Laderegelung im Normalbetrieb;
3. Frequenzregelung im Notbetrieb.

Fig. 1 zeigt das Funktionsschema für den Normalbetrieb. Die Speisung erfolgt vom Drehstromnetz her und die Gruppe wird vom Asynchronmotor *1* angetrieben. Der Einphasengenerator *3* speist das Verbrauchernetz und wird von einem Spannungsregler in bekannter

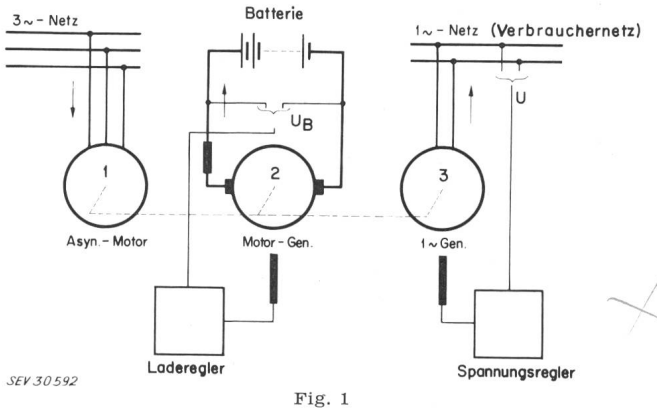

Fig. 1
Schema einer Energieversorgungsanlage im Normalbetrieb
Speisung vom Netz
1 Antriebsmotor; *2* Motor-Generator; *3* Einphasengenerator; U_B Batteriespannung; *U* Verbrauchernetzspannung