

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: 66 (1988)

Heft: 3

Artikel: Neuerungen in der Fernmeldestromversorgung

Autor: Guggisberg, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876236>

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: 16.01.2026

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

Neuerungen in der Fernmeldestromversorgung

Hans GUGGISBERG, Bern

Zusammenfassung. *Vollelektronische Vermittlungsausrüstungen weisen Verbrauchscharakteristiken auf, die sich sowohl auf das Speisekonzept wie auf die Verlustwärme-Entsorgung auswirken. Betroffen wird in erster Linie die Zuverlässigkeit des Fernmeldebetriebes. Bei den Stromversorgungsanlagen wird das Längsreglerprinzip mit Transduktoren und Thyristoren verlassen und auf mit hoher Frequenz getaktete Gleichrichtergeräte (SMPS) umgestellt. Vorteile und Grenzen dieser neuen Techniken werden kurz beschrieben.*

Nouveautés dans l'alimentation des équipements de télécommunication

Résumé. *Les caractéristiques de consommation d'équipements de transmission entièrement électroniques se répercutent aussi bien sur le concept de l'alimentation que sur l'élimination de la chaleur dissipée. Est en premier lieu concerné la fiabilité de l'exploitation des télécommunications. Dans les installations d'alimentation en énergie, on abandonne le principe de la régulation série avec des conducteurs et des thyristors pour adapter des redresseurs fonctionnant avec une fréquence de commutation élevée, appelée bloc d'alimentation par découpage. L'auteur décrit brièvement les avantages et les limites de ces nouvelles techniques.*

Innovazioni nell'ambito dell'alimentazione in corrente delle telecomunicazioni

Riassunto. *Le caratteristiche di consumo degli equipaggiamenti di commutazione completamente elettronici influiscono sia sul sistema d'alimentazione che sull'evacuazione del calore dissipato. In primo luogo è l'affidabilità dell'esercizio delle telecomunicazioni che ne è toccata. Per quel che riguarda gli impianti di erogazione di corrente si passa dai regolatori in serie con trasduttori e tiristori ai raddrizzatori cadenzati a frequenza elevata. L'autore descrive brevemente i vantaggi e i limiti di queste nuove tecniche.*

Speisetechnische Neuerungen gibt es sowohl auf der Verbraucherseite (IFS) als auch bei den Stromversorgungsanlagen. Um die Auswirkungen dieser Neuerungen auf den Fernmeldebetrieb überblicken zu können, werden zuerst kurz das Speisekonzept und die Grundzüge der Fernmeldestromversorgung skizziert.

1 Speisekonzept

Amtszentralen, Verstärkerstellen, Richtstrahlanlagen usw. werden unterbrochslos mit Gleichspannung von nominell 48 V (im Parallelbereitschaftsbetrieb mit einer 24zelligen Bleibatterie beträgt die Spannung $24 \cdot 2,23 = 53,5$ V) gespeist. Systembedingte Zusatzspannungen leitet man örtlich beim Verbraucher über DC/DC-Wandler ab. Die erforderliche Energie kommt im Normalfall über Gleichrichter aus dem öffentlichen Netz, bei Netzstörungen aus Akkumulatorenbatterien. Länger dauernde Netzunterbrüche werden mit Diesel-Notstromanlagen abgedeckt. In kleineren Objekten (beispielsweise Landzentralen) sind die Batterien für acht Hauptverkehrsstunden (8-Stunden-Batteriereserve für Katastrophensituationen mit erhöhtem Verkehr) dimensioniert. Damit bleibt genügend Zeit für den Antransport, den Anschluss und die Inbetriebsetzung einer mobilen Notstromgruppe, die zum Teil bei den FKD, zum Teil zentral im technischen Zentrum Ostermundigen gelagert sind. Wichtige Ämter von einer bestimmten Grösse an oder mit Transitverkehr haben eine zugeordnete stationäre Notstromanlage. In diesem Falle werden die Batterien für vier Stunden Überbrückungszeit bemessen. Dies entspricht in der Regel der Reparaturzeit bei einem Defekt an der Stromversorgungsanlage.

Ein wichtiges Charakteristikum des Speisekonzeptes ist die volle Speisefreizügigkeit (Kompatibilität). IFS-Zentralen, konventionelle Zentralen, Verstärkerstellen, Richtstrahlanlagen usw. können alle auf die vorhandene Gleichstromversorgungsanlage nach Bedarf aufgeschaltet werden und benötigen keine eigene Stromversorgungsanlage. Diese Kompatibilität bringt grosse organi-

satorische, zuverlässigkeitsmässige und vor allem wirtschaftliche Vorteile.

2 Zuverlässigkeit

Die Zuverlässigkeit der Fernmeldespeisung kann aus der Anzahl Stromversorgungsanlagen und der Anzahl der Speiseausfälle im Jahr bestimmt werden. Als Mass ist die mittlere Zeit zwischen (zwei) Ausfällen (mean time between failures = MTBF) gebräuchlich.

$$MTBF = \frac{\text{Anzahl Gleichrichteranlagen}}{\text{Anzahl Speiseausfälle im Jahr}}$$

Beispiel: 1600 Gleichrichteranlagen
30 Speiseausfälle in 15 Jahren = 2 Ausfälle/Jahr

$$MTBF = \frac{1600}{2} = 800 \text{ Jahre durchschnittlich je Anlage}$$

Vergleichswerte

Wechselrichteranlagen	etwa 10 Jahre
Dieselnotstromanlagen	etwa 1...3 Jahre
Öffentliches Starkstromnetz	etwa 0,005...0,5 Jahre

Die hervorragende MTBF der Gleichstromspeisung ist in erster Linie auf die Speicherkapazität des Gleichstroms (im Gegensatz zum Wechselstrom) in Akkumulatorenbatterien zurückzuführen. Ferner trägt auch der einfache und übersichtliche Aufbau der Gleichrichteranlagen mit wenig Schaltern und Sicherungen und deren möglichst manipulierunempfindliche Auslegung zu diesem Resultat bei. Gleichrichterleistung und Batteriekapazität werden immer auf mehrere Einheiten aufgeteilt und die Gleichrichtergeräte durch zusätzliche Einheiten ergänzt, um die notwendige Redundanz zu erhalten. Im Extremfall dürfen nach diesem Konzept einzelne Gleichrichter oder Batterien ohne nachteilige Wirkung ausfallen. Sogar bei Batterieexplosionen ist bis heute noch nie ein Speiseausfall der Fernmeldeausrüstungen aufgetreten.

3 Speisetechnische Neuerungen auf der Verbraucherseite

Der Stromkonsum der konventionellen elektromechanischen Vermittlungsausrüstungen verlief annähernd proportional zum Fernmeldeverkehr. Die Batteriekapazität wurde für acht Hauptverkehrsstunden bemessen. Weil während dem grössten Teil des Tages und besonders nachts viel geringerer Verkehr als während der Hauptverkehrsstunde herrscht, ergab sich effektiv eine etwa dreifache Überbrückungszeit der Batterien (etwa 24 Stunden).

Demgegenüber weisen die modernen vollelektronischen Digitalzentralen in der Regel einen annähernd konstanten Stromkonsum auf, praktisch unabhängig vom Verkehr. Dadurch entfällt die bisher gewohnte Batterieautonomie, was sich auf den Pikettdienst der FKD auswirken dürfte.

Nach einem Netzausfall, bei fortschreitender Entladung der Batterie und sinkender Batteriespannung steigt der Stromkonsum etwa umgekehrt proportional. Dieser Effekt rührt von den DC/DC-Wandlern mit ihrer Impulsbreitenmodulation her, die die benötigte Energie auch bei sinkender Batteriespannung beziehen, indem sie entsprechend mehr Strom aus der Batterie holen. Bei etwa 42 V schalten die Wandler ab, damit sie durch den hohen Strom nicht beschädigt werden. Beim Absinken der Batteriespannung von 53,5 V auf 44,6 V steigt der Strom um etwa 20 %. Dadurch wird die Batterie stärker belastet und rascher erschöpft, als dies bei den elektromechanischen Vermittlungsanlagen der Fall ist, deren Stromkonsum bei sinkender Spannung zurückgeht. Die Batterieautonomie erfährt damit eine weitere Reduktion.

Die Grössenordnung dieser Reduktion ist aus der *Figur 1* ersichtlich. Die Entladung mit einem konstanten Widerstand entspricht dem Betrieb einer elektromechanischen Zentrale, die Entladung mit konstanter Leistung dem Betrieb einer elektronischen Zentrale.

Die Gleichrichterleistung muss künftig so bemessen sein, dass nach einem Netzausfall und entladener Batterie

die Zentrale mit ihrem erhöhten Strombedarf wieder «hochgefahren» werden kann und die Batterie in nützlicher Frist aufgeladen wird.

Diese neuen Perspektiven zeigen, dass an der achtstündigen Überbrückungszeit festgehalten werden muss und keine Abstriche tragbar sind, will man nicht weit unter die bisherige Zuverlässigkeit sinken.

4 Neuerungen im Fernmelde-Energiehaushalt und die daraus erwachsenden Probleme mit der Zuverlässigkeit

Vermittlungs- und Übertragungsausrüstungen wandeln je nach Funktion der Anlagen etwa 95 %...99 % der zugeführten Gleichstromenergie in Wärmeenergie um. Die konventionellen Wählerausrüstungen haben nur in der Hauptverkehrsstunde voll «geheizt», während in den verkehrsschwächeren Zeiten und nachts die Anlagen und Gebäude wieder auskühlen konnten. Die Wählerausrüstungen waren zudem weniger temperaturempfindlich.

Im Gegensatz dazu geben die elektronischen Ausrüstungen rund um die Uhr Wärme ab. Die laufend anfallende Wärmeenergie muss (insbesondere bei spezifischen Belastungen über 50 W/m²) kontinuierlich abgeführt werden, wenn man keine Überhitzung der Fernmeldeanlagen in Kauf nehmen will. Zu hohe Temperaturen führen zum schnellen Altern vieler elektronischer Bausteine.

Vom energietechnischen Standpunkt aus gesehen, ist die Zuverlässigkeit des Fernmeldebetriebes nicht mehr, wie bisher, einzig von der Stromversorgung abhängig, sondern zusätzlich auch noch von der Verlustwärmeentsorgung. Ein Ausfall der Entsorgung hat freilich nicht sofortige Konsequenzen (wie bei der Stromversorgung). Die zulässigen Ausfallzeiten sind durch die Wärmekapazitäten der Ausrüstungen und Gebäude und vor allem von der spezifischen Verlustleistung in W/m² gegeben. Waren früher diese Werte relativ bescheiden (A 52: 40...60 W/m²; HS 52 A: 50...80 W/m²; A 64 S: 100...120 W/m²; PC: 90...120 W/m²), sind heute 120...250 W/m², in Grossobjekten 400...700 W/m² geplant. Bei Verlustleistungen von 400 W/m² und mehr sind die zulässigen Ausfallzeiten der Kühlgeräte oft nur eine Frage von Minuten. Das erfordert für die Wärmeentsorgung eine mit der Fernmeldestromversorgung vergleichbare Zuverlässigkeit. Die herkömmliche Art, Kühlgeräte im Zentralenraum aus dem dieselgesicherten Infrastrukturnetz mit Wechselstrom zu versorgen, kann die erforderliche erhöhte Zuverlässigkeit nicht erbringen. Der Hauptgrund liegt darin, dass Wechselstrom nicht in parallelgeschalteten Batterien speicherbar ist. Beim Gleichstrom fallen alle die Parallelschaltbedingungen, wie gleiche Frequenz, gleiche Phasenlage, gleiche Kurvenform, weg. Dadurch lassen sich auf einfachste und zuverlässigste Weise ohne jede Umschaltung Störungen der Gleichrichter und des Netzes mit parallelgeschalteten Batterien überbrücken. Bei 48 V können ferner die Selektivitätsprobleme besser beherrscht werden als bei Netzspannung. Wie Zuverlässigkeitsberechnungen zeigen, liegt die MTBF einer Wechselstromspeisung um zwei bis drei Grössenordnungen unter jener der Fernmelde-

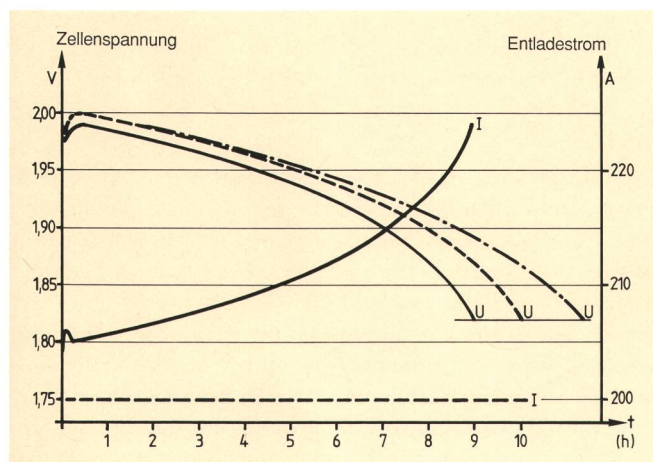


Fig. 1
Batterie-Entladekurven
--- Entladung auf konstanten Widerstand
--- Entladung mit konstantem Strom
— Entladung mit konstanter Leistung

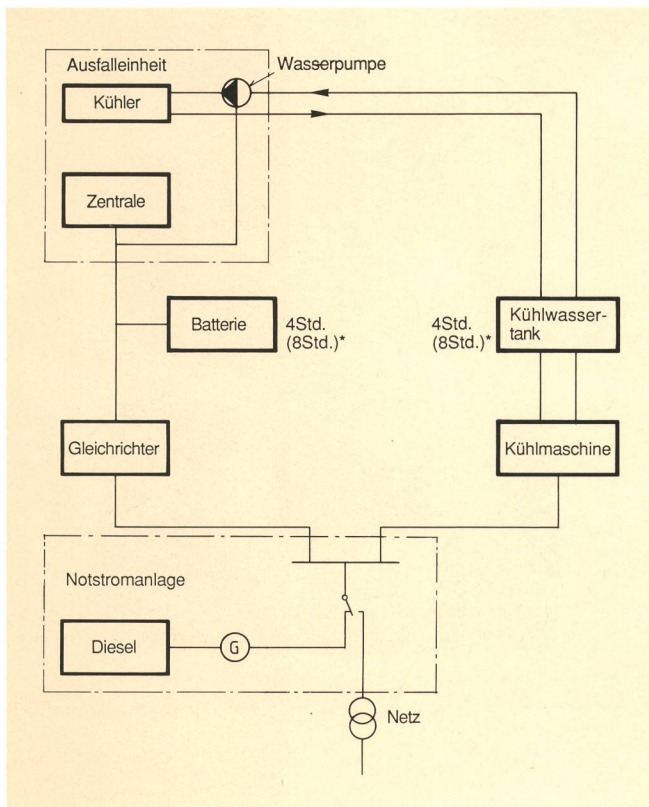


Fig. 2
Prinzip der koordinierten Ausfalleinheiten

* Die in Klammern gesetzten Werte beziehen sich auf Objekte ohne stationäre Notstromanlage

stromversorgung, bestehend aus statischen Gleichrichtern und Speicherbatterien. Die Batterien und ihre genügende Bemessung bilden deshalb nach wie vor das Rückgrat der zuverlässigen Fernmeldespeisung.

Fernmeldestromversorgung und Verlustwärmeentsorgung sind zwei in Kaskade geschaltete Systeme, wobei der Kühlwasserkessel der Entsorgung eine analoge Funktion ausübt wie die Batterie bei der Stromversorgung. Beide Systeme müssen gut aufeinander abgestimmt sein. Weltweit gibt es heute Fernmeldefirmen, die fernmeldegerechte, im Blick auf hohe Zuverlässigkeit entwickelte Entsorgungseinrichtungen anbieten, die bei Netzausfall mit geringem Energiebedarf an der gleichen Batterie wie die zu kühlenden Fernmeldeausrüstungen betrieben werden können.

Nur so kann das grundlegende speisetechnische Prinzip der koordinierten Ausfalleinheiten (Fig. 2) erfüllt werden, was für den zuverlässigen Betrieb (und den Schutz der Zentralen vor Überhitzung und vorzeitiger Alterung) von ausschlaggebender Bedeutung ist. Andernfalls müssen die Fernmeldeausrüstungen durch Notabschaltungen geschützt werden.

Ein weiterer Aspekt ist der hohe Bedarf elektrischer Energie der Entsorgungseinrichtungen. Messungen zeigen, dass in einem unserer grossen Fernmeldezentren mehr als 50 % der elektrischen Energie von diesen Ausrüstungen bezogen werden.

Für eine Kilowattstunde bezahlten die PTT-Betriebe 1986 durchschnittlich 12,8 Rappen ab Zählerklemme.

1 Wattjahr kostet demnach $\frac{8760 \cdot 12,8}{1000} = 112$ Rappen
(1 Jahr 8760 Stunden)

Der Bezug von 1 Watt beläuft sich im Jahr somit auf etwa 1 Franken. Mit diesem Wert lassen sich rasch Überschlagsrechnungen über Energiekosten anstellen. Bei der Fernmeldestromversorgung ist aber zu berücksichtigen, dass diese Energie nicht einfach aus der Steckdose bezogen werden kann. Sie muss zuerst umgeformt, gespeichert, sichergestellt, verteilt und schliesslich als Verlustwärmeenergie mit Entsorgungsanlagen wieder abgeführt werden. Diese Entsorgungsanlagen erfordern ihrerseits wieder Elektrizität.

Berücksichtigt man die Investitions-, Amortisations- und Unterhaltskosten für alle der Energieumwandlungen und -entsorgungen dienenden Anlagen, so ergibt sich ein kalkulatorischer Wert, der ein Vielfaches des vorerwähnten Faustwertes von 1 Franken je Wattjahr beträgt.

Schätzungen und Vergleiche mit dem Ausland zeigen, dass der Betrag zwischen vier und zehn Franken für ein Wattjahr liegen dürfte.

Vergleichswerte über Energiekonsum je Jahr (1983):

Schweiz	41 227 000 000 kWh
SBB	2 800 000 000 kWh
PTT	307 000 000 kWh
FZ Zürich/Herdern	10 000 000 kWh
Satelliten-Bodenstation Leuk	2 760 000 kWh
Haushalt mit vier Personen	5 000 kWh

Die von den PTT-Betrieben bezogene Energie beträgt heute etwa 0,75 % des gesamtschweizerischen Bedarfs.

5 Neuerungen auf dem Gebiet der Stromversorgungsanlagen

Trotz zunehmender Komplexität wurden die elektronischen Geräte in den letzten Jahren immer kompakter, kleiner und leichter. Diese Entwicklung beruht hauptsächlich auf dem vermehrten Einsatz moderner Bauelemente, insbesondere von integrierten Schaltungen.

Von dieser Entwicklung blieben die Stromversorgungsanlagen weitgehend ausgeschlossen, da sich Wirkungsgrad, Volumen und Gewicht durch das herkömmliche Längsreglerprinzip mit Transduktoren und Thyristoren nur noch in geringem Masse beeinflussen liessen. Das mögliche Optimum mit dieser Technologie war weitgehend erreicht. Wesentliche Fortschritte ermöglichte erst die Einführung getakteter Geräte (switch mode power supplies, SMPS) mit hoher Frequenz.

Durch moderne Komponenten, wie schnellschaltende Transistoren mit hoher Sperrspannung und hochwertige Ferrite für die Kerne der Transformatoren und Drosseln, ist es heute möglich, Stromversorgungsgeräte mit besserem Wirkungsgrad und kompakterer Bauweise zu konstruieren. Da die hohen Taktfrequenzen im Ultraschallgebiet liegen, ist das Lärmproblem gelöst. Dank dem besseren Wirkungsgrad wird elektrische Energie eingespart und die Entsorgungseinrichtungen weniger mit Verlustwärme belastet. Die bisher erhältlichen Mo-

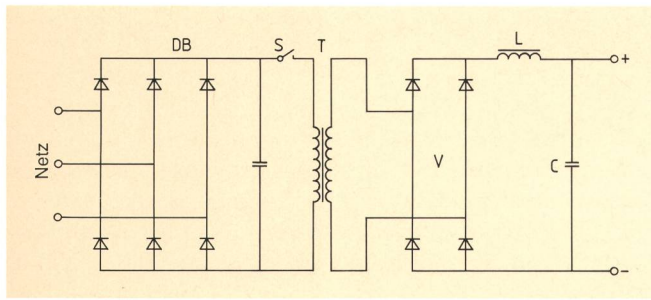


Fig. 3
Prinzip eines getakteten Gleichrichtergerätes

dule von 12 A und 100 A erlauben eine fernmeldege-rechte Grossproduktion mit entsprechendem Rationali-sierungsgewinn und günstigeren Montagekosten der Anlagen auf Platz. Die verhältnismässig kleinen Module ermöglichen eine feinere Anpassung an den Stromkon-sum und somit die Vermeidung unnötiger Vorinvestitio-nen.

Offen bleibt einzig die Frage bezüglich der mittleren Ausfallzeit (MTBF). Diese neuen Geräte sind viel kom-plexer aufgebaut als ihre einfacheren und noch leicht überschaubaren Vorgänger. Diesem Umstand kann mit vermehrter Redundanz (die sich durch die kleinen Mo-dule anbietet) abgeholfen werden. Die Technik dieser getakteten Gleichrichtergeräte ist jener der DC/DC-Wandler sehr ähnlich. Dadurch ergeben sich Syner-gieeffekte bei Entwicklung und Fabrikation.

6 Getaktete Gleichrichtergeräte

Figur 3 stellt ein stark vereinfachtes Prinzipschema eines getakteten Gleichrichtergerätes mit Impulsweitensteue-rung dar (Fig. 4 und 5). Die Funktionsweise ist kurz fol-gende: Durch eine Drehstrombrückenschaltung DB wird die Netzspannung gleichgerichtet. Dieser Gleichstrom wird durch den Halbleiterschalter S mit 20 kHz zerhackt, durch den Transformator T galvanisch entkoppelt, auf

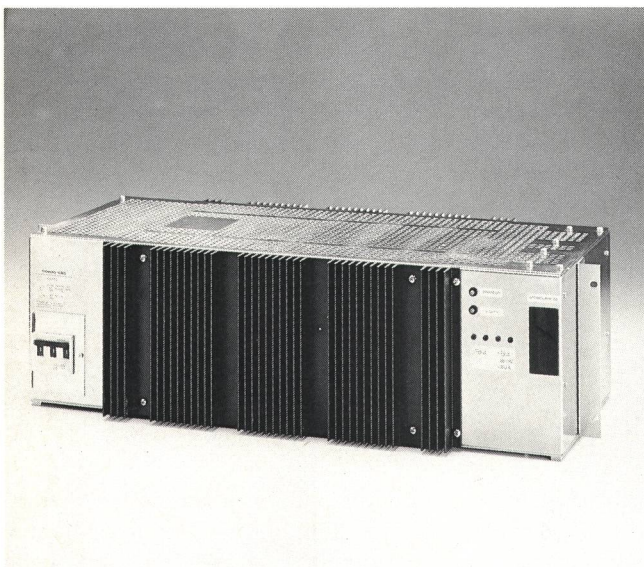


Fig. 4
Gleichrichtermodul 100 A nach dem in Figur 3 dargestellten Prinzip

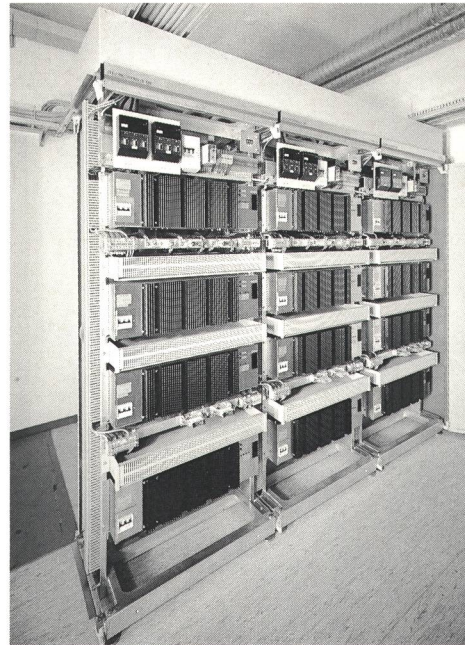


Fig. 5
Stromversorgungsanlage, bestückt mit Gleichrichtermodulen 100 A gemäss Figur 4

die gewünschte Spannung gebracht, anschliessend durch eine Graetzschaltung V gleichgerichtet und durch das Filter LC geglättet. Die Spannung wird durch Verän-dern der Impulsbreite mit dem Halbleiterschalter S re-guliert. Um den Grund der erstaunlichen Volumenver-kleinerung zu zeigen, benötigen wir die Transformato-rengleichung:

$$E = k \cdot f \cdot n \cdot A \cdot B$$

Die in den Windungen einer Transformatorenwicklung erzeugte Spannung E ist das Produkt aus der Konstan-te k, der Frequenz f, der Windungszahl n, dem Kern-querschnitt A und der magnetischen Induktion B. Durch das Zerhacken mit 20 kHz erhalten wir eine 400fache Frequenzerhöhung gegenüber 50 Hz. Bei gleichbleiben-der Spannung E kann nach der Gleichung theoretisch die Windungszahl und/oder der Kernquerschnitt ent-sprechend reduziert werden. Transformatoren beachtli-cher Leistung werden dadurch je nach Taktfrequenz etwa 20–100mal kleiner als bei 50 Hz. Der Siebaufwand am Ausgang des Gerätes ist ebenfalls stark herabge-setzt. Der Siebfaktor $S = \omega^2 LC$ ($\omega = 2 \pi f$) steigt sogar mit dem Quadrat der Frequenz.

Ausgedehnte Betriebsversuche mit Stromversorgungs-anlagen, die mit solchen Gleichrichtermodulen bestückt sind, sind im Gange.

7 Überblick über die wichtigsten DC/DC-Wandler

Die PTT-Betriebe benötigen DC/DC-Wandler (Gleich-strom/Gleichstrom-Wandler) vor allem, um den Gleich-strom 48 V, der von der Stromversorgungsanlage den Vermittlungs-, Übertragungs- und Richtstrahlausrüstun-gen zugeführt wird, örtlich auf die erforderlichen bau-gruppenspezifischen Spannungen (+5 V, 12 V...) umzu-

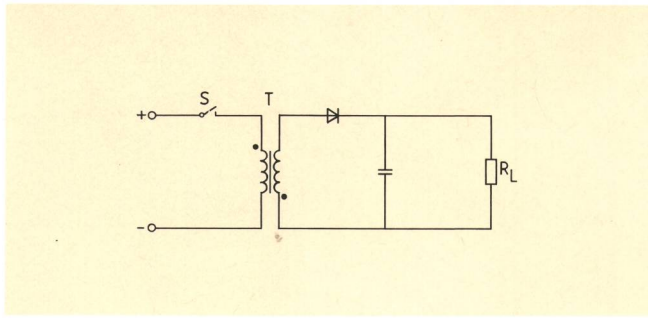


Fig. 6
Grundschaltung eines Sperrwandlers

formen. Diese Wandler arbeiten mit Taktfrequenzen von etwa 20 kHz bis 100 kHz. Wird einem DC/DC-Wandler eine Gleichrichterbrückenschaltung vorgeschaltet, dann ergibt sich im Prinzip ein getakteter Gleichrichter. Der nachfolgende kurze Überblick soll die Vorteile des neuen, unter d) skizzierten Čuk-Wandlers zeigen.

a) Der Sperrwandler

Figur 6 zeigt die Grundschaltung eines Sperrwandlers mit galvanischer Trennung. Während der ersten Übertragungsphase wird über den geschlossenen Halbleiterschalter S Energie in den Transformator T übertragen und gespeichert. In der zweiten Übertragungsphase entlädt sich die magnetische Energie bei geöffnetem (gesperrem) Halbleiterschalter auf die Sekundärseite. Daher der Name Sperrwandler. Dieser Wandler ist sehr einfach und preisgünstig. Sowohl der Eingangs- wie der Ausgangsstrom pulsieren und fordern dadurch erhöhten Filteraufwand. Weil der Transformator als Energiespeicher wirken muss, ist ein Luftspalt im magnetischen Kreis erforderlich. Dies erfordert eine hohe Magnetisierungsenergie.

b) Der Durchflusswandler

Die Figur 7 zeigt die Grundschaltung des Eintakt-Durchflusswandlers. Bei geschlossenem Halbleiterschalter S wird Energie in den Lastkreis übertragen. Daher der Name Durchflusswandler. Die Diode V_2 sperrt und die Speicherdrossel L wird über die Diode V_1 geladen. Bei geöffnetem Halbleiterschalter S entlädt sich die Speicherdrossel L über die Diode V_2 auf R_L . Gleichzeitig kann der Transformator T durch die Rückmagnetisierungswicklung seine magnetische Energie über die Diode V_3 wieder an die Quelle zurückspeisen. Ein wesentlicher Vorteil dieses Wandlers ist,

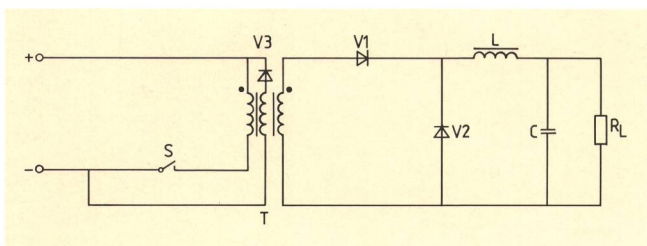


Fig. 7
Grundschaltung eines 1-Takt-Durchflusswandlers

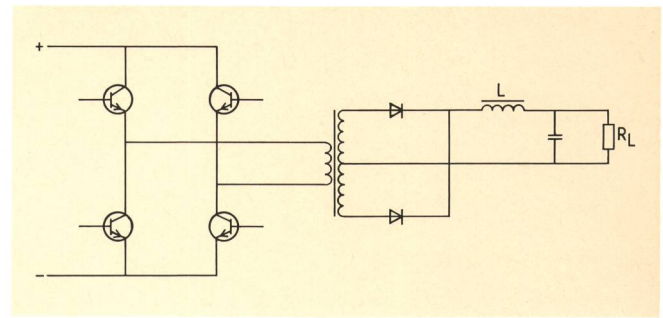


Fig. 8
Grundschaltung eines Brücken-Gegentaktwandlers

dass der Ripple der Ausgangsspannung mit der Speicherdrossel L klein gehalten werden kann. Als Nachteil muss der komplizierte Transformator bezeichnet werden, dessen drei Wicklungen es erschweren, die für einen hohen Wirkungsgrad erforderliche kleine Streuinduktivität zu erzielen.

c) Der Gegentaktwandler

Figur 8 zeigt die Grundschaltung eines Brücken-Gegentaktwandlers. Es werden jeweils zwei diagonal gegenüberliegende Transistoren gleichzeitig eingeschaltet. Dies erfordert vier recht aufwendige Basis-Steuerelemente. Durch den Gegentaktbetrieb erfolgen die Eingangsstromimpulse mit der doppelten Frequenz, wodurch der Filteraufwand kleiner wird. Die Schaltelemente müssen symmetriert oder ausgesucht werden, was solche Schaltungen erheblich verteuert und sie gegenüber dem gewöhnlich Durchflusswandler oft uninteressant macht.

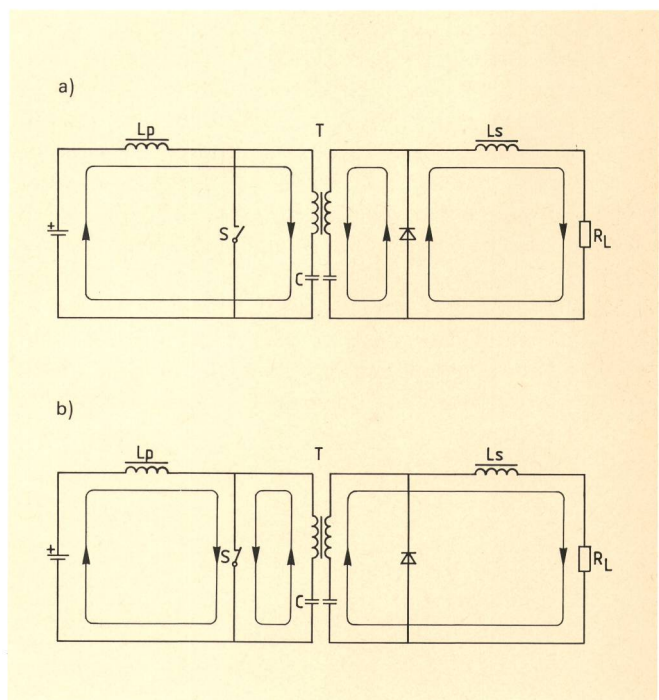


Fig. 9
Vereinfachtes Prinzipschema des Čuk-Wandlers
a) mit offenem Halbleiterschalter
b) mit geschlossenem Halbleiterschalter

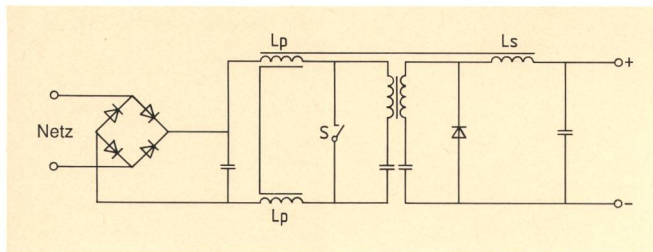


Fig. 10
Vereinfachtes Prinzipschema eines Gleichrichtermoduls 12 A nach dem Prinzip von Čuk

d) Der Čuk-Wandler

Die Figuren 9a und 9b zeigen ein vereinfachtes Prinzipschema des Čuk-Wandlers. Die Gleichspannung wird durch den Halbleiterschalter S mit einer Frequenz von 100 kHz zerhackt und mit wechselnder Polarität an die Primärwicklung des Transformators T gelegt. Die Umkehr der Stromrichtung wird durch den Umschwingkondensator C, der in Serie zur Primärwicklung liegt, erreicht.

Im Unterschied zum Transformator des Sperrwandlers oder des Eintakt-Durchflusswandlers, die mit pulsierendem Gleichstrom durchflossen und dadurch in einer Richtung vormagnetisiert werden, arbeitet der Transformator des Čuk-Wandlers symmetrisch bezüglich der B/H-Kurve und wird so zum idealen Übertrager. Der Induktionshub ist mehr als doppelt so gross wie bei den skizzierten Sperr- und Durchflusswandlern, wodurch mehr als die Hälfte an Kernquerschnitt eingespart werden kann. Die Spannungs-Zeit-Flächen der beiden Speicherdrosseln L_p und L_s haben ähnliche Form, und ihre Amplituden unterscheiden sich im Verhältnis des Übersetzungsfaktors des Transformators. Dies erlaubt, diese Induktivitäten magnetisch zu koppeln, d. h. auf den gleichen Kern zu bauen. Entspricht der Kopplungsfaktor dem Übersetzungsverhältnis des Transformators, kann am Ausgang des Wandlers der Stromripple zu Null gemacht werden. Damit hat man die Möglichkeit, ohne Filter einen echten Gleichstrom zu erhalten. Weiter besteht die Möglichkeit, den Transformator in das System der gekoppelten Drosseln zu integrieren, so dass der Stromripple am Ein- und am Ausgang des Wandlers unterdrückt wird. Dies zieht aber wieder andere Nachteile mit sich, z. B. dass der Transformator nicht mehr auf den optimalen Wirkungsgrad ausgelegt werden kann, weil die Kerndimensionen hauptsächlich von den Drosseln bestimmt werden. Ferner wird das regeltechnische

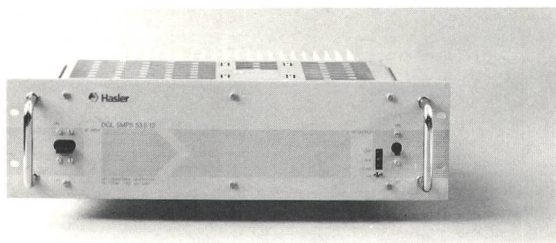


Fig. 11
Gleichrichtermodul 12 A nach dem in Figur 10 skizzierten Prinzip

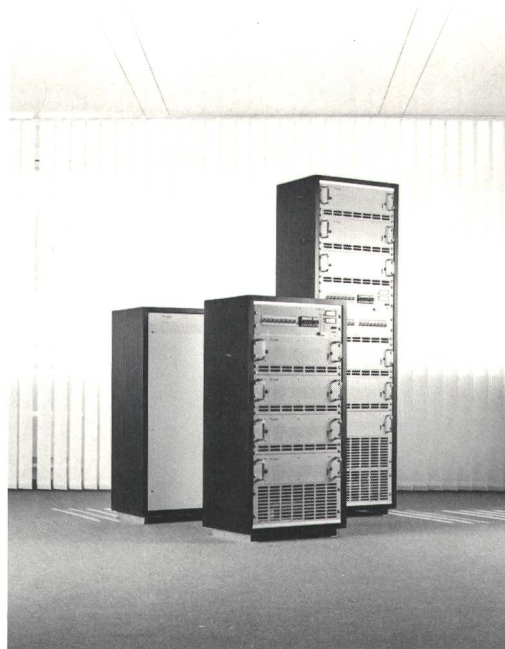


Fig. 12
Stromversorgungsanlage bestückt mit Modulen gemäss Figur 11

Verhalten beeinträchtigt. Für den Entwickler und Gerätebauer ist der Čuk-Wandler eine Herausforderung mit faszinierenden Perspektiven. Das Schema eines Speisegerätes nach dem Prinzip von Čuk ist in Figur 10, die Realisierung in den Figuren 11 und 12 dargestellt.

8 Gleichrichtergerät nach dem Prinzip der Ferroresonanz

Figur 13 stellt das vereinfachte Prinzipschema eines einphasigen gesteuerten Gleichrichters nach dem Prinzip der Ferroresonanz dar (die Normalausführung ist dreiphasig Fig. 14). Mit dem Kondensator C_1 wird die LC-Schaltung (C_1, L_1) auf Netzfrequenz abgestimmt. Bei Resonanz ist dieses LC-Glied maximal durchlässig. Ist die Ausgangsspannung zu hoch, wird durch mehr oder weniger reaktiven Querstrom durch die Shuntinduktivität L_2 die Seriersonanz von L_1, C_1 verstimmt. Das Prinzip der Ferroresonanz ist besonders in Übersee vermehrt anzutreffen. Es besticht durch seine Einfachheit und lässt da-

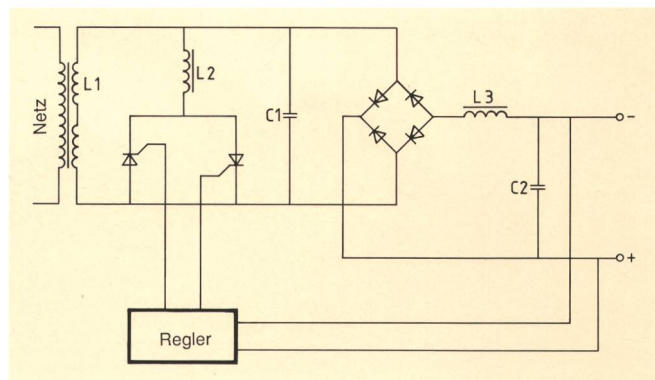


Fig. 13
Vereinfachtes Prinzipschema Ferroresonanz

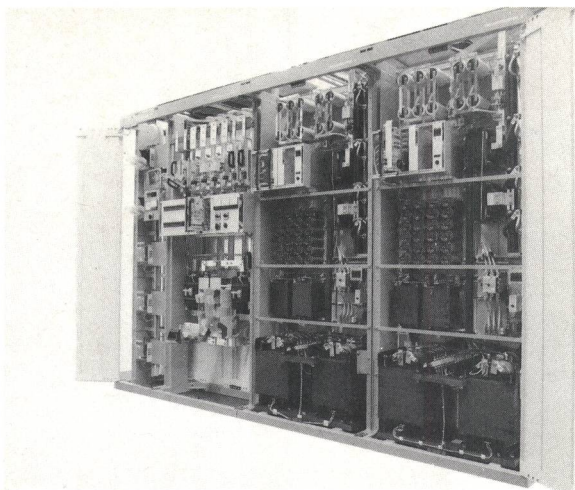


Fig. 14
Stromversorgungsanlage nach dem Prinzip der Ferroresonanz

her eine hohe Zuverlässigkeit erwarten. Die Rückwirkungen aufs Netz sind sehr gering.

9 Ausblick

Wie Schätzungen und Überschlagsrechnungen zeigen, beträgt die jährlich durch die Vermittlungs- und Übertragungsausrüstungen zu übertragende Schallenergie des Telefonverkehrs weniger als 0,1 kWh, was Energiekosten von weniger als 1 Rappen entspricht. Für den «Transport» dieser geringen Energiemenge wenden die Fernmeldedienste jährlich etwa 175 Mio kWh oder 22 Mio Franken auf, wobei diese Werte mit den neuen Techniken noch ansteigen werden. Diese Zahlenrelationen zeigen die Richtung an, in welcher die Entwickler noch ein grosses Betätigungsfeld vor sich haben.

Die nächste Nummer bringt unter anderem
Vous pourrez lire dans le prochain numéro:

4/88

Suter W.	Ausrüstungen und Funktionen für den zentralisierten Betrieb der IFS-Zentralen
Zach H., Payern R., Schär A.	Neues Alarmkonzept für Übertragungsausrüstungen Nouveau concept d'alarme pour équipements de transmission
Guggisberg H.	Nouveautés dans l'alimentation des équipements de télécommunication Innovazioni nell'ambito delle alimentazione in corrente delle telecomunicazioni
English part:	
Eicher B.	Simple and accurate screening measurements on RF-cables up to 3 GHz
