

Neuerungen in der Stromversorgung von Richtstrahl- und Koaxialkabelanlagen = Innovations dans l'alimentation d'installations de faisceaux hertziens et de câbles coaxiaux

Autor(en): **Meier, Josef**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **44 (1966)**

Heft 4

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874569>

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.

Neuerungen in der Stromversorgung von Richtstrahl- und Koaxialkabelanlagen

Innovations dans l'alimentation d'installations de faisceaux hertziens et de câbles coaxiaux

Zusammenfassung. Für unterbrochslose Stromversorgungen von Fernmeldeanlagen setzt man heute in zunehmendem Masse elektronische Wechselrichter ein. Aufbau und Wirkungsweise einer solchen Einrichtung werden anhand der ausgeführten Anlage Sântis beschrieben.

Résumé. Pour alimenter sans interruption les installations de télécommunication, on recourt actuellement dans une mesure toujours plus grande aux onduleurs électroniques. La construction et le fonctionnement d'un onduleur sont décrits d'après l'installation réalisée au Sântis.

Riassunto. Innovazioni nell'alimentazione degli impianti di ponti radio e di cavi coassiali. Per l'alimentazione senza interruzioni degli impianti di telecomunicazione si ricorre sempre più frequentemente a ondulatori elettronici. La costruzione e il funzionamento d'un tale equipaggiamento vengono descritti nell'articolo, prendendo come base l'impianto in esercizio alla stazione del Sântis.

1. Einführung

Obwohl die Einrichtungen der elektrischen Energieerzeugung und -verteilung in der Schweiz so ausgelegt sind, dass ein Höchstmass an Betriebssicherheit gewährleistet ist, lassen sich örtliche Störungen und Unterbrechungen in der öffentlichen Stromversorgung nicht ganz vermeiden.

Die Richtstrahl- und Koaxialkabelanlagen erfordern jedoch eine unterbrochslose, sinusförmige, in Frequenz und Spannung konstante Speisung.

Diese Anforderungen können rotierende sowie statische Umformer erfüllen, die im Normalfall vom öffentlichen Netz und bei Netzausfall von Energiespeichern gespeist werden.¹

1.1 Rotierende Umformer

1.1.1 Schwungradumformer (Fig. 1)

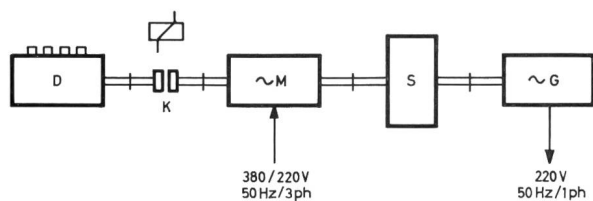


Fig. 1

Blockschema des Schwungradumformers mit Dieselmotor

- D = Dieselmotor
- K = Elektromagnetische Kupplung
- ~M = Asynchronmotor
- S = Schwungrad
- ~G = Einphasensynchrongenerator

Schéma bloc du convertisseur à volant avec moteur diesel

- D = moteur diesel
- K = accouplement électromagnétique
- ~M = moteur asynchrone
- S = volant
- ~G = alternateur monophasé

¹ F. Locher: Übersicht und allgemeine Anforderungen an Energieversorgungsanlagen der elektrischen Nachrichtentechnik. Techn. Mitt. PTT, 40 (1962) Nr. 2, S. 34...48.

1. Introduction

Bien que les installations de production et de distribution d'énergie électrique en Suisse soient établies de façon que la sécurité du service soit garantie au maximum, des interruptions et des dérangements locaux dans l'alimentation du réseau ne peuvent être totalement évités.

Mais les installations de faisceaux hertziens et de câbles coaxiaux exigent une alimentation sans interruption, sinusoïdale, constante en fréquence et en tension.

Ces exigences peuvent être satisfaites par des convertisseurs rotatifs ou statiques qui sont normalement alimentés par le réseau public et, en cas de panne de ce dernier, par des accumulateurs d'énergie.¹

1.1. Convertisseurs rotatifs

1.1.1 Convertisseurs à volant (Fig. 1)

Au début, on utilisait des groupes diesel-convertisseurs à volant pour assurer l'alimentation sans interruption.

Fonctionnement: Les consommateurs sont constamment alimentés par l'entremise du convertisseur (~M/~G). En cas de panne du réseau, le convertisseur continue à tourner du fait de l'énergie cinétique emmagasinée par le volant (S). En même temps, l'accouplement électromagnétique (K) entre le moteur électrique (M) et le moteur diesel (D) fonctionne et amène ce dernier presque instantanément à la vitesse nominale. Les dimensions du moteur diesel sont telles qu'il peut immédiatement reprendre la charge.

1.1.2 Groupe à trois machines (Fig. 2)

Le groupe à trois machines ne se différencie essentiellement du groupe à volant que par l'accumulation

¹ F. Locher: Les installations d'énergie des services de télécommunications et les exigences qui leur sont imposées. Bulletin Technique PTT, 40 (1962), No 2, p. 34...48.

Anfänglich wurden Schwungradumformer-Dieselgruppen für die Sicherstellung der unterbrochslosen Speisung eingesetzt.

Arbeitsweise: Die Verbraucher werden ständig über den Umformer ($\sim M/\sim G$) gespeist. Bei Netzausfall dreht der Umformer infolge der im Schwungrad (S) gespeicherten kinetischen Energie weiter. Gleichzeitig schliesst die elektromagnetische Kupplung (K) zwischen dem Elektromotor (M) und dem Dieselmotor (D), der fast augenblicklich auf Nenndrehzahl gebracht wird. Der Dieselmotor ist so dimensioniert, dass er die Last sofort übernehmen kann.

1.1.2 Dreimaschinengruppe (Fig. 2)

Die Dreimaschinengruppe unterscheidet sich von der Schwungradgruppe im wesentlichen nur im Energiespeicher, der an Stelle des Dieseltreibstoffes die chemische Energie des geladenen Bleiakкумуляtors ist.

Arbeitsweise: Im Normalbetrieb wird der Asynchronmotor ($\sim M$) vom Drehstromnetz gespeist. Die Gleichstrommaschine ($=M/=G$) arbeitet als Generator und dient zur Ladeerhaltung der Batterie (B). Bei Netzausfall geht die Gleichstrommaschine in den Motorbetrieb über. Somit werden die Verbraucher immer durch den Einphasengenerator ($\sim G$) unterbrochslos mit Energie versorgt.

1.2 Statische Umformer

In zunehmendem Masse werden heute statische Umformer für unterbrochslose Speisungen eingesetzt, da sie gegenüber den Verfahren mit rotierenden Umformern eine Reihe von wesentlichen Vorteilen haben:

- Sie sind wartungs- und verschleissfrei, da sie keine beweglichen Teile haben.
- Sie haben eine hohe Frequenzkonstanz; im besondern sinkt während des Netzausfalls die Frequenz nicht wie bei den rotierenden Umformern. Die Frequenz ist darüber hinaus völlig unabhängig von der Eingangsspannung und der Belastung.
- Der Wirkungsgrad ist besser als bei rotierenden Umformeraggregaten; er liegt je nach Leistungsgrösse und Belastung zwischen 50...75%.
- Sie benötigen keine besonderen Fundamente und haben geringen Platzbedarf.
- Sie sind erschütterungsfrei und verursachen kaum Geräusche.

Die von den PTT-Betrieben geprüften und teilweise schon in Betrieb gesetzten statischen Umformer mit Sinusausgang haben eine Ausgangsleistung von 0,1 bis 20 kVA.

Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich auf die im Oktober 1965 in der Mehrzweckanlage Sântis in Betrieb gesetzte Wechselrichteranlage 2×20 kVA.

2. Aufbau der Stromversorgungsanlage Sântis

Wie *Figur 3* zeigt, teilt sich die Stromversorgung der Mehrzweckanlage Sântis in fünf Netze auf:

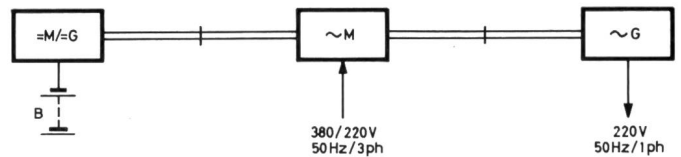


Fig. 2

Blockschema der Dreimaschinengruppe mit Speicherbatterie

- $=M/=G$ = Gleichstrommaschine
- B = Batterie
- $\sim M$ = Asynchronmotor
- $\sim G$ = Einphasensynchrongenerator

Schéma bloc du groupe à trois machines avec batterie à accumulation

- $=M/=G$ = machine à courant continu
- B = batterie
- $\sim M$ = moteur asynchrone
- $\sim G$ = alternateur monophasé

d'énergie qui, en lieu et place du carburant diesel, est l'énergie chimique de l'accumulateur au plomb chargé.

Fonctionnement: En service normal, le moteur asynchrone ($\sim M$) est alimenté par le réseau à courant triphasé. La machine à courant continu ($=M/=G$) travaille comme génératrice et sert à maintenir la charge de la batterie (B). En cas de panne du réseau, la machine à courant continu reprend le service du moteur. Ainsi, les consommateurs sont toujours alimentés sans interruption en énergie par l'alternateur monophasé ($\sim G$).

1.2 Convertisseurs statiques

Actuellement, les convertisseurs statiques sont de plus en plus utilisés pour des alimentations sans interruption, étant donné que, par rapport aux convertisseurs rotatifs, ils présentent de nombreux avantages primordiaux:

- N'ayant pas de parties mobiles, ils n'exigent pas d'entretien et ne s'usent pas.
- Ils ont une stabilité de fréquence élevée; en particulier, la fréquence ne tombe pas, pendant la panne de réseau, comme dans les convertisseurs rotatifs. De plus, la fréquence est entièrement indépendante de la tension d'entrée et de la charge.
- Le rendement est meilleur que celui des convertisseurs rotatifs. Suivant la puissance et la charge, il varie entre 50 et 75%.
- Ils n'exigent pas de fondations particulières et occupent peu de place.
- Ils ne produisent pas de vibrations et causent peu de bruit. Les convertisseurs statiques à sortie sinusoïdale, que l'entreprise des PTT a essayés et mis partiellement en service, ont une puissance de sortie de 0,1...20 kVA.

Les explications qui suivent concernent l'installation d'onduleurs 2×20 kVA, mise en service en octobre 1965 dans la station à usages multiples du Sântis.

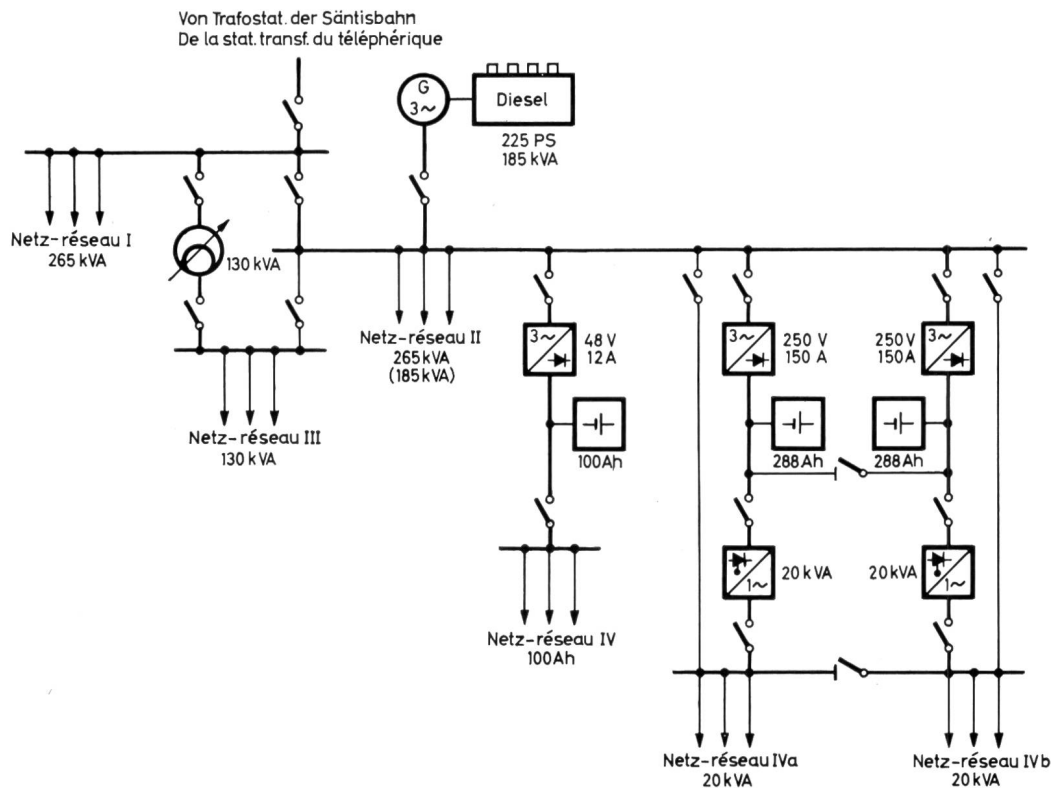


Fig. 3

Prinzipischeschema der Stromversorgungsanlage Sântis
Schéma de principe de l'installation d'alimentation du Sântis

2.1 Netz I

Sântis-Ortsnetz 380/220 V $\pm 10\%$ / 50 Hz $\pm 2\%$. Dieses Netz speist Anlagen, deren Stromversorgung bei Netzausfall nicht gesichert werden muss (beispielsweise den allgemeinen Hausbedarf).

2.2 Netz II

Durch Notstromgruppe gesichertes Netz 380/220 V $\pm 10\%$ (bei Dieselbetrieb $\pm 2,5\%$) / 50 Hz $\pm 2\%$.

An dieses Netz werden Geräte angeschlossen, die mit gesichertem Netz betrieben werden müssen, die jedoch bei einer Netzstörung eine Umschalt-pause von bis zu 8 s vertragen (zum Beispiel Ventilation).

2.3 Netz III

Netz geregelt und gesichert 380/220 V $\pm 1\%$ / 50 Hz $\pm 2\%$. Dieses Netz speist spannungsempfindliche Verbraucher (wie die Sendeanlagen für TV und UKW).

2.4 Netz IV

Unterbrechungslos und geregeltes Netz 220 V $\pm 1\%$ / 50 Hz $\pm 2\%$. Die Speisung geschieht dauernd über statische Umformer und ist für Geräte bestimmt, die eine unterbrechungslose und regulierte Spannung erfordern (zum Beispiel Richtstrahlanlagen für Telephonie und Fernsehen).

2.5 Netz V

48-V-Batterienetz 48 V = $\pm 2\%$ (Extremwerte $+15\%$ / -10%). Dieses Netz speist die transistorisierten Geräte, die Steuerung und die Überwachung der Fernmeldeanlagen.

2. Construction de l'installation d'alimentation du Sântis

La figure 3 montre que l'alimentation de l'installation à usages multiples du Sântis se répartit en cinq réseaux.

2.1 Réseau I

Réseau local du Sântis 380/220 V $\pm 10\%$ / 50 Hz $\pm 2\%$.

Ce réseau alimente les appareils dont l'alimentation ne doit pas être assurée en cas de panne du réseau (par exemple l'éclairage général du bâtiment).

2.2 Réseau II

Réseau 380/220 V $\pm 10\%$ (en service diesel $\pm 2,5\%$) / 50 Hz $\pm 2\%$, assuré par groupe de secours.

A ce réseau sont raccordés les appareils qui doivent être exploités avec le réseau assuré, mais qui supportent une pause de commutation allant jusqu'à 8 secondes en cas de dérangement du réseau (par exemple ventilation).

2.3 Réseau III

Réseau régulé et protégé 380/220 V $\pm 1\%$ / 50 Hz $\pm 2\%$.

Ce réseau alimente les consommateurs sensibles à la tension (tels que les émetteurs pour la télévision et la radiodiffusion OUC).

2.4 Réseau IV

Réseau sans interruption et régulé 220 V $\pm 1\%$ / 50 Hz $\pm 2\%$.

3. Prinzip der statischen Umformeranlage (Fig. 4)

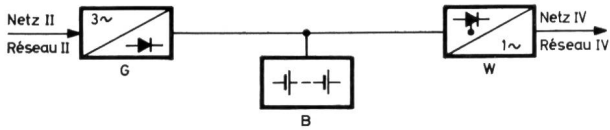


Fig. 4

Blockschema der statischen Umformeranlage
Schéma bloc de l'installation de convertisseurs statiques

Die statische Umformeranlage gliedert sich in die drei Hauptteile: Gleichrichter (G), Batterie (B) und Wechselrichter (W).

Arbeitsweise: Bei vorhandenem Netz II wird der Verbraucher vom Drehstromnetz über den Gleichrichter und den Wechselrichter gespeist. Bei Netzausfall übernimmt unterbruchs- und kontaktlos die Pufferbatterie die Energielieferung.

3.1 Gleichrichter (Fig. 5)

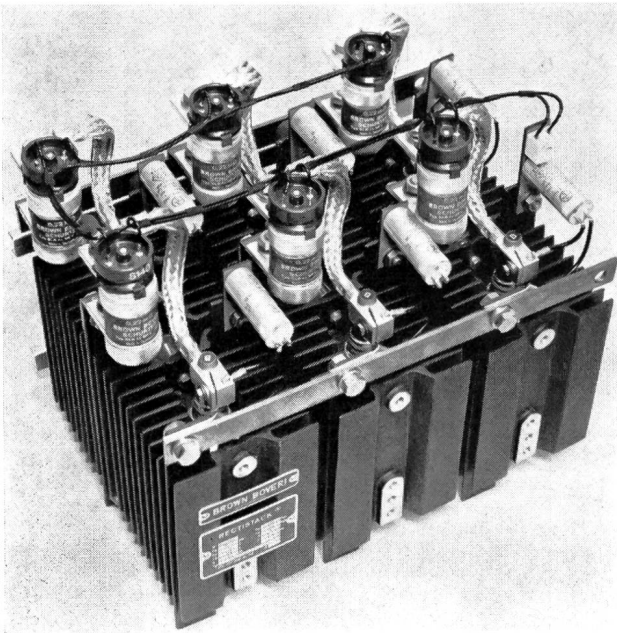


Fig. 5

Gleichrichter mit natürlicher Luftkühlung in Drehstrombrückenschaltung, Nennstrom 370 A bei 45° C Umgebungstemperatur
Redresseur à refroidissement à air naturel en montage en pont triphasé, courant nominal 370 A pour une température ambiante de 45° C

Der in einer Drehstrom-Brückenschaltung aufgebaute Gleichrichter ist mit sechs Silicium-Dioden bestückt. Ein Tauchregler übernimmt dabei die Regulierung. Der Wirkungsgrad beträgt bei Vollast 94%.

3.2 Batterie (Fig. 6)

Aus Platzgründen musste eine raumsparende Ausführung der Pufferbatterien gewählt werden. In einem Block von 6 m³ sind zwei Batterien zu je 108 Elementen mit 288 Ah vereinigt. Die in den Hochstrom-

L'alimentation se fait en permanence par l'entremise de convertisseurs statiques et est destinée aux appareils qui exigent une tension sans interruption et régulée (par exemple installations à faisceaux hertziens pour la téléphonie et la télévision).

2.5 Réseau V

Réseau de batteries à 48 V, 48 V = ±2% (valeurs extrêmes +15% / -10%).

Ce réseau alimente les appareils transistorisés, la commande et la surveillance des installations de télécommunication.

3. Principe de l'installation de convertisseurs statiques (Fig. 4)

L'installation de convertisseurs statiques comprend les trois parties principales suivantes: redresseur (G), batterie (B) et onduleur (W).

Fonctionnement: Lorsque le réseau II est en service, le consommateur est alimenté par le réseau à courant triphasé à travers le redresseur et l'onduleur. En cas de panne du réseau, la batterie en tampon reprend la fourniture d'énergie sans interruption et sans contact.

3.1 Redresseur (Fig. 5)

Le redresseur installé dans un montage en pont à courant triphasé est équipé de six diodes au silicium. Un régulateur plongeant se charge de la régulation. Le rendement est de 94% en pleine charge.

3.2 Batterie (Fig. 6)

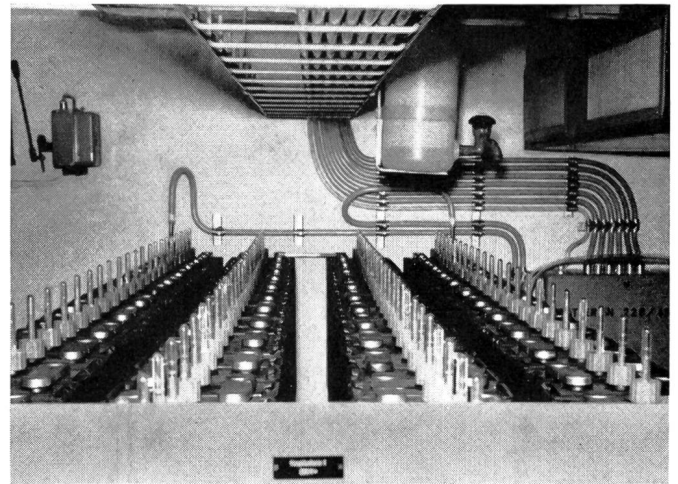


Fig. 6

Zwei Speicherbatterien bestückt mit je 108 Hochstromelementen zu 288 Ah
Deux batteries à accumulation équipées chacune de 108 éléments à haute intensité à 288 Ah

Des motifs de place nous ont obligés à choisir une exécution peu encombrante des batteries en tampon. Deux batteries de 108 éléments chacune, fournissant 288 Ah, sont groupées en un bloc de 6 m³. L'énergie emmagasinée par les batteries à haute intensité est suffisante pour transmettre 2 × 10 kVA (demi-charge) aux consommateurs pendant 2 heures et demie.

batterien gespeicherte Energie reicht aus um 2×10 kVA (Halblast) während $2\frac{1}{2}$ Stunden an die Verbraucher abzugeben.

3.3 Wechselrichter (Fig. 7)

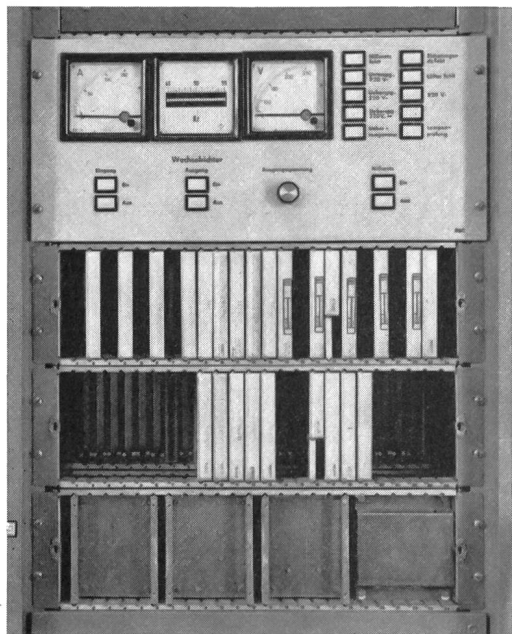


Fig. 7

Steuer und Überwachungsteil des 20-kVA-Wechselrichters, aufgebaut mit bewährten Bausteinen der BBC-Elektronik

Commande et partie de contrôle de l'onduleur 20 kVA, montées avec des éléments éprouvés de l'électronique BBC

3.3.1 Aufgabe

Die Aufgabe der statischen Wechselrichter für Fernmeldeanlagen besteht in der Erzeugung einer unterbrechungslosen, sinusförmigen Wechselspannung, deren Spannungs- und Frequenzkonstanz die ursprüngliche Netzspannung übertrifft. Im selbstgeführten, mit Kommutierungskreis versehenen und nach dem Unterschwingungsverfahren gesteuerten Wechselrichter wurde die Apparatur gefunden, die diese Forderungen erfüllt.

3.3.2 Aufbau (Fig. 8)

Der selbstgeführte Wechselrichter, wie er in der Anlage Sântis eingesetzt wurde, besteht grundsätzlich aus mit steuerbaren Halbleitern (Thyristoren) bestückten elektronischen Schaltern, die die Eingangsgleichspannung mit einer Taktfrequenz von 700...800 Hz an den Ausgangstransformator legen und zwar so, dass der Spannungsmittelwert der sinusförmigen 50-Hz-Ausgangsspannung folgt. Der Mittelwert ist eine Unterschwingung der Schaltfrequenz. Die Amplitude und die Frequenz des sinusförmigen Spannungsmittelwertes sind unabhängig voneinander veränderbar. Der Scheitelwert der Ausgangsspannung ist durch die Spannungszeitfläche und die Amplitude der Rechteckspannung begrenzt. Die Frequenz der Unterschwingung wird durch die Takt-

3.3 Onduleur (Fig. 7)

3.3.1 Tâche

Les onduleurs statiques pour installations de télécommunication ont pour tâche de générer une tension alternative sans interruption, sinusoidale, dont la constante de tension et de fréquence est supérieure à la tension initiale du réseau. L'onduleur autopiloté, pourvu d'un circuit de permutation et contrôlé par sous-oscillation, est l'élément qui répond à ces exigences.

3.3.2 Construction (Fig. 8)

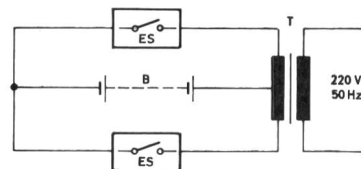


Fig. 8

Ersatzschema des elektronischen Wechselrichters

ES = Elektronischer Schalter

B = Batterie

T = Ausgangstransformator

Schéma équivalent de l'onduleur électronique

ES = commutateur électronique

B = batterie

T = transformateur de sortie

L'onduleur autopiloté, tel qu'il a été monté dans l'installation du Sântis, se compose en principe de commutateurs électroniques équipés de semi-conducteurs (thyristors) contrôlables, qui appliquent la tension continue d'entrée à une fréquence de 700...800 Hz au transformateur de sortie de telle sorte que la valeur moyenne de tension suit la tension de sortie sinusoidale à 50 Hz. La valeur moyenne est une sous-oscillation de la fréquence de commutation. L'amplitude et la fréquence de la valeur moyenne de la tension sinusoidale sont variables indépendamment l'une de l'autre. La valeur de crête de la tension de sortie est limitée par la surface intégrée de la tension en fonction du temps et par l'amplitude de la tension rectangulaire. La fréquence de la tension rectangulaire détermine la fréquence de la sous-oscillation. Pour que la tension secondaire de l'onduleur puisse être pilotée par la sous-oscillation, les thyristors doivent être éteints et amorcés n'importe quand. Le courant obéit à la permutation forcée. La puissance de permutation n'est pas fournie par le réseau primaire ou secondaire de l'onduleur, mais par le circuit de permutation.

3.3.3 Fonctionnement (Fig. 9)

Au départ, tous les interrupteurs électroniques contrôlables sont bloqués, les condensateurs C2 et C3 sans tension, toutes les selfs sans courant et la tension d'alimentation est déjà appliquée à l'onduleur. Nous amorçons les thyristors Ty1, Ty4 et Ty5, ce dernier uniquement avec une impulsion donnée briève-

frequenz der Rechteckspannung bestimmt. Um die Sekundärspannung des Wechselrichters nach dem Unterschwingungsverfahren steuern zu können, müssen die Thyristoren zu beliebigen Zeiten gelöscht und gezündet werden. Der Strom wird zwangskommutiert. Die Kommutierungsleistung liefert nicht das Primär- oder Sekundärnetz des Wechselrichters, sondern wird vom Kommutierungskreis aufgebracht.

3.3.3 Wirkungsweise (Fig. 9)

Als Ausgangslage sind alle steuerbaren Ventile gesperrt, die Kondensatoren C2 und C3 ohne Spannung, alle Drosselspulen ohne Strom und die Speisespannung ist bereits am Wechselrichter angelegt. Wir zünden die Thyristoren Ty1, Ty4 und Ty5, letzterer nur mit einem kurzzeitig auf die Steuerelektrode gegebenen Impuls. Der Schwingkreiskondensator C3 wird auf die doppelte Eingangsspannung aufgeladen

vement sur l'électrode pilote. Le condensateur du circuit oscillant C3 est chargé à la tension d'entrée doublée et le thyristor Ty5 éteint. La charge de C3 ne peut momentanément pas s'écouler, Ty6 étant encore bloqué.

Etant donné que les thyristors Ty1 et Ty4 sont devenus conducteurs, le circuit principal peut se fermer par le positif de la batterie à travers Ty1, H1, H5, T2, H4, Ty4 et retour au négatif de la batterie. Les interrupteurs électroniques Ty1 et Ty4 sont constamment mis à contribution dans le sens passant par des diodes inversées en parallèle; c'est pourquoi ils doivent être éteints par permutation forcée. Un thyristor conducteur n'est à nouveau en état de bloquer que lorsqu'il est polarisé par une tension, même petite, dans le sens de blocage au delà d'un temps déterminé (t_F). L'extinction des thyristors principaux Ty1...Ty4 est forcée par un courant dans les diodes

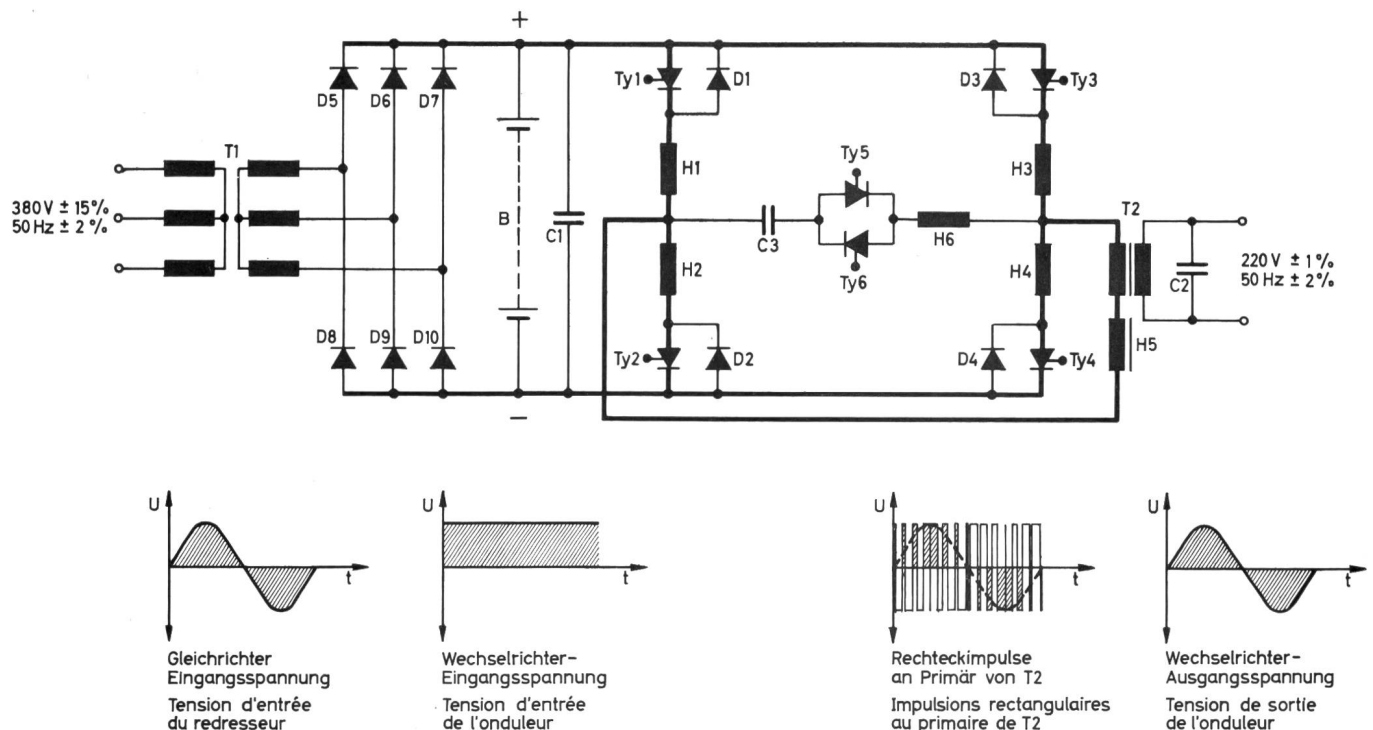


Fig. 9

Prinzipschema des 20-kVA-Wechselrichters mit Gleichstromkreis

- Ty1...Ty4 = Hauptthyristoren
- D1...D4 = Überschaltdioden
- Ty5/Ty6 = Kommutierungsthyristoren
- B/C1 = Energiespeicherkreis
- C3/H6 = Kommutierungsschwingkreis
- C2/H5 = Ausgangssiebkreis
- H1...H4 = Dämpfungsdrosseln
- T2 = Ausgangstransformator
- T1 = Gleichrichtertransformator
- D5...D10 = Silicium-Dioden

Technische Daten

Eingangsspannung	220 V = (190...270 V =)
Ausgangsspannung	220 V ~ ± 1%
Kurvenform	sinusförmig
Klirrfaktor	< 5%
Frequenz	50 Hz ± 2% (± 0,5%)
Nennleistung	20 kVA (25 kVA während 6 s)
Wirkungsgrad	75% bei voller Last 65% bei halber Last

Schéma de principe de l'onduleur 20 kVA avec circuit à courant continu

- Ty1...Ty4 = thyristors principaux
- D1...D4 = diodes de pontage
- Ty5/Ty6 = thyristors de permutation
- B/C1 = circuit d'accumulation d'énergie
- C3/H6 = circuit oscillant de permutation
- C2/H5 = circuit de filtrage de sortie
- H1...H4 = selfs d'affaiblissement
- T2 = transformateur de sortie
- T1 = transformateur de redresseur
- D5...D10 = diodes au silicium

Caractéristiques techniques

Tension d'entrée	220 V = (190...270 V =)
Tension de sortie	220 V ~ ± 1%
Forme des courbes	sinusoïdale
Facteur de distorsion	< 5%
Frequenz	50 Hz ± 2% (± 0,5%)
Puissance nominale	20 kVA (25 kVA pendant 6 s)
Rendement	75% lors de pleine charge 65% lors de demi-charge

und der Thyristor Ty5 wird gelöscht. Die Ladung auf C3 kann vorläufig nicht abfließen, da Ty6 noch gesperrt ist.

Da die Thyristoren Ty1 und Ty4 in den leitenden Zustand übergeführt sind, kann sich der Hauptstromkreis vom Plus über Ty1, H1, H5, T2, H4, Ty4 und zurück zum Minus der Batterie schliessen. Die Ventile Ty1 und Ty4 werden infolge der gegenparallelen Dioden stets in Vorwärtsrichtung beansprucht; sie müssen daher durch Zwangskommütierung gelöscht werden. Ein leitender Thyristor erhält nur dann seine Sperrfähigkeit wieder, wenn er über eine bestimmte Zeit (t_F) mit einer, wenn auch kleinen Spannung in Sperrichtung beaufschlagt wird. Die Löschung der Hauptthyristoren Ty1...Ty4 wird durch einen Strom in den Überschaltdioden D1...D4 erzwungen. Die Stromflussdauer des Diodenstromes wird Freihaltzeit (t_H) genannt. Während dieser Zeit liegt die Schwellspannung der Diode in Sperrichtung am Thyristor. Zur einwandfreien Kommutierung ist erforderlich: $t_H \geq t_F$.

Der Diodenstrom wird aus der Kommutierungseinrichtung geliefert, die im wesentlichen aus dem

de pontage C1...D4. La durée de passage du courant des diodes est appelée temps de maintien (t_H). Pendant ce temps, la tension de seuil de la diode est appliquée au thyristor dans le sens de blocage. Pour avoir une permutation parfaite, il est indispensable d'avoir: $t_H \geq t_F$.

Le courant de diode est fourni à partir de l'équipement de permutation qui se compose essentiellement du circuit oscillant C3, H6 et des thyristors Ty5, Ty6.

L'amorçage du thyristor Ty6 ferme le circuit de permutation par l'entremise de C3, H1 (Ty1), D1, C1 (Ty4), D4, H4, H6 et Ty6. Le courant de décharge de C3, s'écoulant par les diodes D1 et D4, bloque les thyristors principaux Ty1 et Ty4.

Une nouvelle impulsion d'amorçage rend les thyristors Ty2 et Ty3 conducteurs et le sens de courant se modifie dans l'enroulement primaire du transformateur de sortie T2. Le condensateur du circuit oscillant C3 est chargé pour une nouvelle opération de permutation avec polarité inverse. Ces commutations s'opèrent à une fréquence de 700...800 Hz.

3.3.4 Eléments constitutifs (Fig. 10)

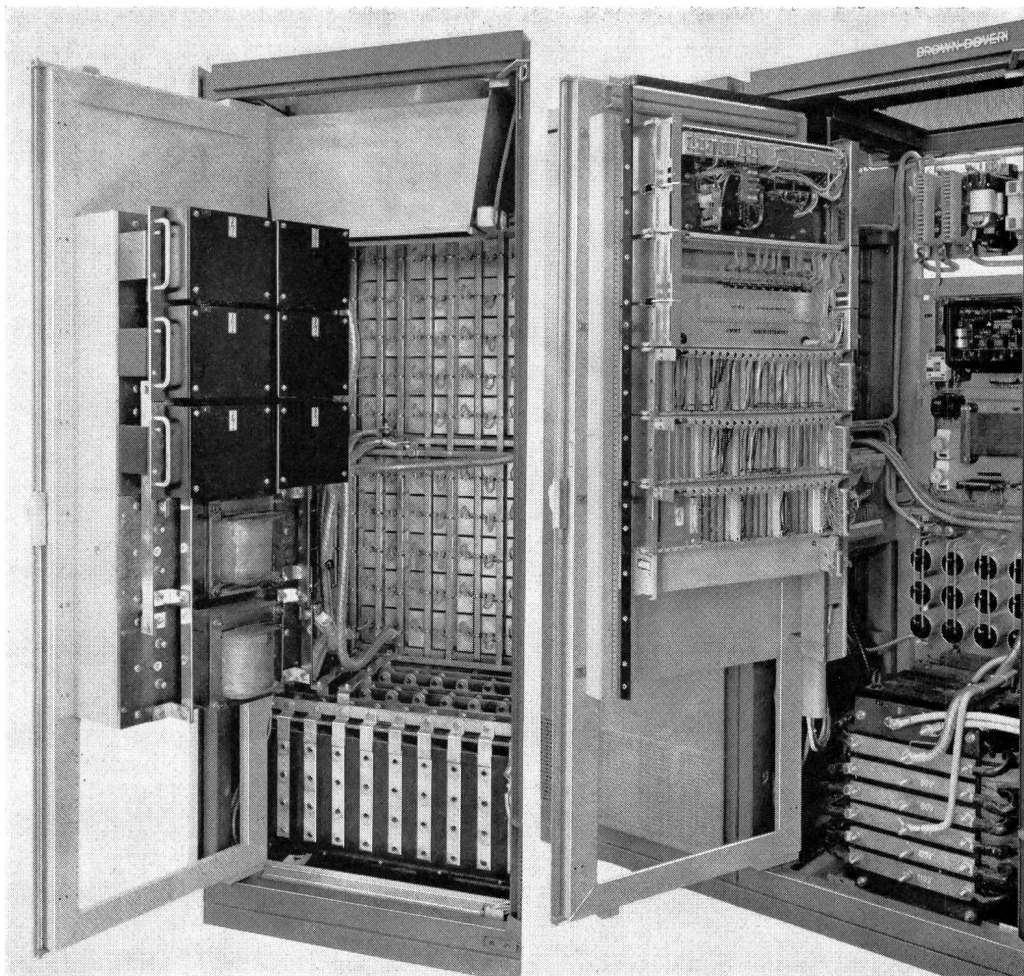


Fig. 10

Innenansicht des 20-kVA-Wechselrichters links Hauptstromteil, rechts Regel- und Steuerteil

Vue intérieure de l'onduleur 20 kVA, à gauche partie courant principal, à droite partie régulation et commande

Schwingkreis C3, H6 und den Thyristoren Ty5, Ty6 besteht.

Durch Zünden des Thyristors Ty6 wird der Kommutierungskreis über C3, H1, (Ty1), D1, C1, (Ty4), D4, H4, H6 und Ty6 geschlossen. Der die Dioden D1 und D4 durchfließende Entladestrom von C3 sperrt die Hauptthyristoren Ty1 und Ty4.

Durch einen weiteren Zündimpuls werden die Thyristoren Ty2 und Ty3 leitend und die Stromrichtung ändert sich in der Primärwicklung des Ausgangstransformators T2.

Der Schwingkreis-Kondensator C3 wird für einen weiteren Kommutierungsvorgang mit umgekehrter Polarität aufgeladen. Diese Umschaltvorgänge spielen sich mit einer Taktfrequenz von 700...800 Hz ab.

3.3.4 Bauelemente (Fig. 10)

Bei der Dimensionierung der Wechselrichter-Schaltung muss man darauf achten, dass die *Spannungsanstiegsgeschwindigkeit* du/dt in Vorwärtsrichtung der Thyristoren und die *Stromanstiegsgeschwindigkeit* di/dt einen für den Thyristortyp spezifischen Wert nicht übersteigen. Zu grosses du/dt führt zu Fehlzündungen und zu grosses di/dt zur Zerstörung des Thyristors.

Die Thyristoren müssen für die grössten auftretenden Spannungen und Ströme und für die grösste Verlustleistung ausgelegt sein. Die Verluste setzen sich vorwiegend aus den Durchlass- und Schaltverlusten zusammen. Die Verluste, hervorgerufen durch die Restströme der Thyristoren, sowie die Verluste infolge des Zündstromes können vernachlässigt werden. Die Schaltverluste eines Hauptthyristors sind wesentlich kleiner als die eines Kommutierungsthyristors (kleineres di/dt und kleinere Spannung).

Um die Verluste im Kommutierungskreis in tragbaren Grenzen zu halten, ist die *Kommutierungsdrosselspule* H6 als Luftdrossel ausgebildet.

Als *Kommutierungskondensator* C3 wird wegen der hohen Schaltfrequenz des Wechselrichters aus thermischen Gründen ein Mittelfrequenz-Kondensator mit Kunststoffolien-Dielektrikum verwendet. Die Verluste dieser Kondensatoren sind gering. Sie betragen etwa 0,2% der Kondensatorleistung.

Die *Steuerung und die Überwachung* des Wechselrichters ist mit bewährten Elementen der BBC-Elektronik aufgebaut. Diese volltransistorisierte Ausführung sichert sofortige Betriebsbereitschaft, und das Fehlen beweglicher Kontakte gewährleistet wartungsfreien Betrieb.

4. Schlussbetrachtungen

Die an die Stromversorgung von Richtstrahlanlagen gestellten hohen Anforderungen scheinen auf den ersten Blick nicht gerechtfertigt. Die ersten Richtstrahlstrecken übertrugen nur 6...24 Telephoniekanäle. Heute sind jedoch Strecken mit bis zu 960 Sprechkanälen die Norm. Für die Zukunft sind nach CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications) Richtstrahlstrecken mit bis zu 7680 Telephoniekanälen geplant. Aus dem raschen An-

En choisissant les dimensions de l'onduleur, on doit veiller à ce que la *vitesse d'augmentation de la tension* du/dt dans le sens passant des thyristors et la *vitesse d'augmentation du courant* di/dt ne dépassent pas une valeur spécifique pour le type de thyristor.

Un trop grand du/dt provoque de faux amorçages et un trop grand di/dt la destruction du thyristor.

Les thyristors doivent être dimensionnés pour les tensions et courants les plus grands qui se produisent et pour les pertes les plus grandes. Les pertes se composent principalement des pertes de passage et des pertes d'enclenchement. Lorsqu'elles sont provoquées par les courants résiduels des thyristors et lorsqu'elles sont dues au courant d'amorçage, elles peuvent être négligées. Les pertes d'enclenchement d'un thyristor principal sont nettement plus petites que celles d'un thyristor de permutation (plus petit di/dt et plus petite tension).

Pour que les pertes dans le circuit de permutation soient maintenues dans des limites tolérables, la *self de permutation* H6 est constituée en bobine de choc à air.

Du fait de la fréquence de commande élevée de l'onduleur pour des motifs thermiques, un condensateur moyenne fréquence avec diélectrique à feuilles en matière synthétique est employé comme *condensateur de permutation* C3. Les pertes de ces condensateurs sont faibles; elles se montent à 0,2% environ de la puissance des condensateurs.

La *commande et la surveillance* de l'onduleur sont établies par des éléments éprouvés de l'électronique BBC. Cette exécution entièrement transistorisée assure un fonctionnement immédiat et l'absence de contacts mobiles garantit un service exempt de maintenance.

4. Conclusions

Les exigences imposées à l'alimentation d'installations à faisceaux hertziens ne paraissent à première vue pas être justifiées. Les premières liaisons à faisceaux hertziens n'étaient réalisées que pour 6...24 canaux de téléphonie. Actuellement, il est tout à fait normal d'avoir des faisceaux comptant jusqu'à 960 canaux téléphoniques. Pour l'avenir, il est projeté d'établir, selon le CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications), des liaisons à faisceaux hertziens comptant jusqu'à 7680 canaux de téléphonie. L'accroissement rapide de la capacité des canaux à l'intérieur d'une liaison à faisceaux hertziens montre que des exigences de plus en plus grandes doivent être imposées à l'alimentation, pour que la sécurité nécessaire des communications à faisceaux hertziens soit assurée.

En dimensionnant les installations d'alimentation des stations de points hauts des PTT, il faut aussi tenir compte des conditions climatiques souvent difficiles (Fig. 11).

L'installation à usages multiples du Sântis constitue dans le réseau à faisceaux hertziens suisse un nœud important qui sert, entre autres choses, aussi

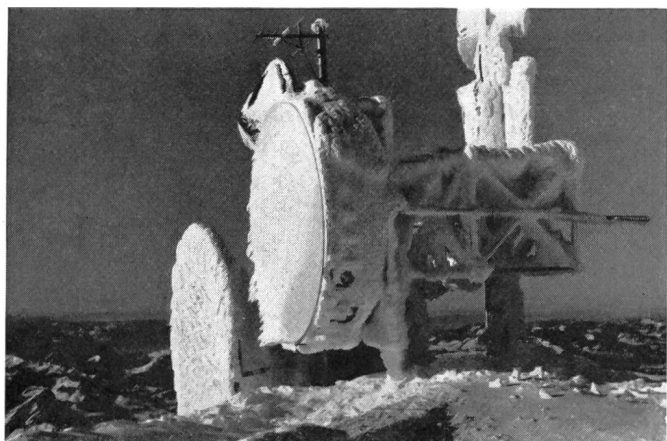


Fig. 11

Vereiste Richtstrahlantennen der Mehrzweckanlage Säntis. Dem gleichen enormen Eisansatz ist auch die Hochspannungsfreileitung von der Schwägalp zur 2500 m hoch gelegenen Station Säntis ausgesetzt

Antennes à faisceaux hertziens de l'installation à usages multiples du Säntis sous une carapace de glace. La ligne aérienne à haute tension qui aboutit à la station du Säntis à 2500 m d'altitude est aussi enrobée d'une couche de glace aussi grande

wachsen der Kanalkapazität innerhalb einer Richtstrahlstrecke ist ersichtlich, dass an die Stromversorgung immer grössere Anforderungen gestellt werden müssen, um die notwendige Sicherheit der Richtstrahlverbindungen zu gewährleisten.

Bei der Bemessung von Stromversorgungsanlagen für PTT-Höhenstationen muss auch den oft erschwerten klimatischen Bedingungen Rechnung getragen werden (Fig. 11).

Die Mehrzweckanlage Säntis bildet im schweizerischen Richtstrahlnetz einen wichtigen Knotenpunkt, der unter anderem auch der Ende 1965 in

à l'installation de téléphonie de 7 GHz, mise en service à fin 1965, avec 300 canaux pour le tronçon Albis-Säntis-Piz Corvatsch-St-Moritz.

L'installation d'onduleurs du Säntis a été construite en étroite collaboration entre les fabriques *Brown, Boveri & Cie S.A.* (BBC), Baden, et *Sauber & Gisin S.A.*, Zurich, BBC ayant fourni les onduleurs complets et les éléments des redresseurs, Sauber & Gisin s'étant chargé du montage. Les batteries à haute intensité ont été livrées par *Electrona S.A.*, Boudry.

Les essais de réception ont montré que les onduleurs ont entièrement répondu aux prévisions.

Les onduleurs qui sont construits selon la description conviennent à l'alimentation des installations de faisceaux hertziens et de câbles coaxiaux.

Betrieb gesetzten 7-GHz-Telephonieanlage mit 300 Kanälen der Strecke Albis-Säntis-Piz Corvatsch-St. Moritz dient.

Die Wechselrichteranlage Säntis wurde in enger Zusammenarbeit zwischen den Firmen *AG Brown, Boveri & Cie.* (BBC), Baden, und *Sauber & Gisin AG*, Zürich, aufgebaut, wobei die BBC die vollständigen Wechselrichter und die Komponenten der Gleichrichter lieferte, Sauber & Gisin die Montage besorgte. Die Hochstrombatterien wurden durch die Firma *Electrona S.A.*, Boudry, geliefert.

Die Abnahmeversuche zeigten, dass die in die Wechselrichter gesetzten Erwartungen durchwegs erfüllt wurden.

Wechselrichter, die nach der beschriebenen Art aufgebaut sind, eignen sich zur Speisung von Richtstrahl- wie auch von Koaxialkabelanlagen.