Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 57 (1966)

Heft: 11

Artikel: Erfahrungen mit einer Netzkommandoanlage in einem gemischten Netz

Autor: Oberson, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916605

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: 15.07.2025

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

Energie-Erzeugung und-Verteilung

Die Seiten des VSE

Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen

Bericht über die 29. Diskussionsversammlung des VSE vom 13. Mai 1965 in Zürich und vom 9. Juni 1965 in Lausanne (Fortsetzung aus Nr. 22, 23, 24 (1965) und 2, 3, 4, 9, 10 (1966)).

Erfahrungen mit einer Netzkommandoanlage in einem gemischten Netz

von *M. Oberson*, EEF, Fribourg

DK 621.398 : 621.316

Die Entreprises Electriques Fribourgeoises (Elektrizitätswerke des Kantons Freiburg) besitzen eine Netzkommandoanlage System Landis und Gyr mit einer regulierten Tonfrequenz von 475 Hz. Die Anlage hat zwei besondere Merkmale: Erstens hat die Anlage nur eine einzige Sendestation, und zwar in dem 5 km von Freiburg entfernten Kraftwerk Hauterive. Zweitens hat sie eine doppelte Parallel-Einspeisung einerseits in das von Hauterive gespiesene 17-kV-Netz und anderseits in das 60-kV-Netz.

Man wird fragen, wieso wir auf diese doppelte Einspeisung gekommen sind. Unser gesamtes Hochspannungsnetz befindet sich seit längerer Zeit in einem vollständigen Umbau, der noch nicht abgeschlossen ist. Das frühere 8-kV-Netz ist fast überall durch 17 kV ersetzt worden und das 35-kV-Netz wird schrittweise durch ein 60-kV-Netz ersetzt. Als wir im Jahre 1950 die Anlage bestellten, hatten noch alle unsere Haupttrafostationen eine Oberspannung von 35 kV. Man glaubte damals, dass sich die Umstellung auf 60 kV sehr rasch durchführen liesse. Aus diesem Grunde verzichtete man auf eine Einspeisung in 35 kV. Um aber die Netzkommandoanlage sofort in Betrieb nehmen zu können, wurden die Netzkommandobefehle auch in das 17-kV-Netz eingespiesen. Wenn man nur in 60 kV einspeisen würde, so müsste in Hauterive dauernd eine leistungsfähige Verbindung zwischen dem 60-kV-Netz und dem 17-kV-Netz vorhanden sein, was den Betrieb erschweren würde (Fig. 1).

Die ersten Empfänger sind im Jahre 1955 vorerst in den von Hauterive aus mit 17 kV gespiesenen Netzteilen eingebaut worden. Gleichzeitig mit der Umstellung der Haupttrafostationen auf 60 kV wurde in den betroffenen Netzteilen auch die Netzkommandoanlage eingeführt. Gegenwärtig sind folgende Haupttrafostationen an die Netzkommandoanlage angeschlossen: Hauterive, La Maigrauge, Oelberg, Guintzet, Cressier und Romont. Die Stadt Freiburg selbst wird durch die drei Stationen Guintzet, Maigrauge und Oelberg versorgt, wo vorläufig noch von 60 auf 8 kV abtransformiert wird. In den übrigen Stationen wird von 60 auf 17 kV transformiert. Alle Netzkommandobefehle gehen über 2 Transformierungsstufen, und zwar entweder 60/17 kV und 17 000/380 V oder 60/8 kV und 8000/380 V (Fig. 2).

An verschiedenen Stellen unseres Netzes mussten Sperrkreise eingebaut werden, um einerseits Störungen von Nachbaranlagen durch unsere Netzkommandoanlage zu verhindern und um anderseits die Verluste von Tonfrequenzenergie zu begrenzen. In Hauterive ist die 130-kV-Sammelschiene gegen die Sammelschienen für 60 kV, für 35 kV und für 17 kV gesperrt. Ebenso ist die Verbindungsleitung zu den ENSA (Electricité Neuchâteloise S. A.) durch einen 60-kV-Sperrkreis gesperrt. Im Kraftwerk Hauterive ist der 11-MVA-Kuppeltransformator zwischen dem 60-kV-Netz und dem 17-kV-Netz auf der 17-kV-Seite gesperrt, da die tonfrequenten Spannungen im 60-kV-Netz und im 17-kV-Netz nicht in Phase sind. Die Einspeisetransformatoren für die Netzkommandoanlage habe sowohl auf der 60-kV- als auch auf der 17-kV-Seite Stern-Stern-Schaltung, während die Leistungstransformatoren 60/17 kV Stern-Dreieck-Schaltung haben. Ausserhalb von Hauterive mussten wir in Montbovon den Abgang der Leitung «Monthey» sperren. Die Stadt Bulle hat eine eigene Netzkommandoanlage. Es ist in der Verbindung mit Bulle kein Sperrkreis eingebaut. Da die beiden Anlagen mit verschiedenen Tonfrequenzen betrieben werden, sind aber bisher gar keine gegenseitigen Beeinflussungen oder Störungen aufgetreten. Die Stadt Murten (Morat) verteilt die Energie selbst, besitzt aber keine Netzkommandoanlage.

Unsere Netzkommandoanlage wurde seinerzeit für eine Belastung des Netzes von 70 MW (82,5 MVA) im 60-kV-Teil und von 15 MW (17,5 MVA) im 17-kV-Teil des Netzes, also für eine gesamte Netzlast von 100 MVA dimensioniert. Um zu grosse Querschnitte zu vermeiden, arbeiten die Motoren der Umformergruppen für die Tonfrequenz mit einer Spannung von 500 V. Die Gruppen haben eine Leistung von 500 kVA, was 0,5 % der Netzlast entspricht. Jede Gruppe ist dreiteilig und besteht aus einem Asynchronmotor, einer Reguliermaschine (Frequenzwandler) und einem Generator mit erregtem Stator und Drehfeld. Die Tonfrequenz wird genau auf 475 Hz reguliert. Die drei Maschinen einer Gruppe

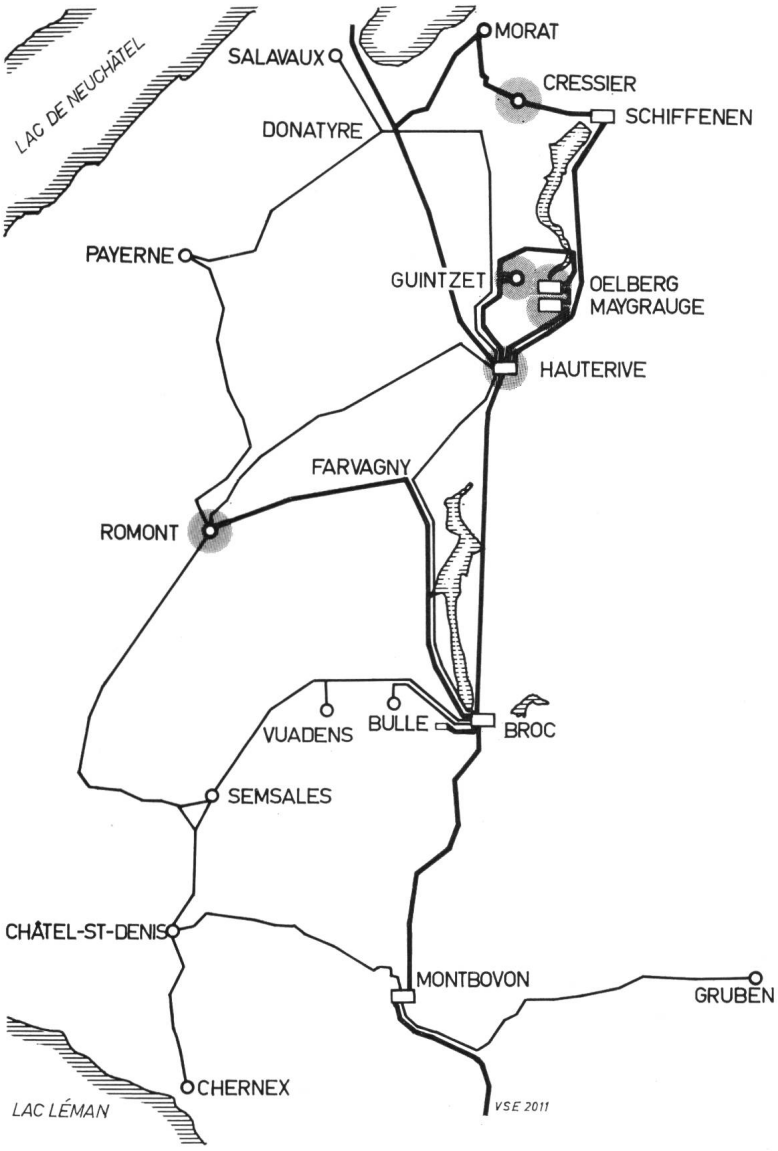

Fig. 1
35- und 60-kV-Netz

Leitungen und Stationen 60 kV
Leitungen und Stationen 35 kV
Netzkommandoanlage

sind auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert. Anfänglich war nur eine Umformergruppe vorhanden. Es zeigte sich aber sehr bald, dass mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit eine zweite Umformergruppe unbedingt nötig war. Oberhalb der beiden Gruppen sind zwei Schienen mit einem Flaschenzug montiert, um die Revisionen zu erleichtern.

Die *Sendeanlage* umfasst folgende Teile (Fig. 3).

1. Eine *Befehlstafel* für automatische Befehlsgabe oder Handbetrieb für insgesamt 25 Doppelbefehle. Nachträglich ist die erste Schublade für 5 Doppelbefehle durch eine Einrichtung für die Kombinationswahl ersetzt worden, welche eine grosse Zahl von zusätzlichen Befehlen ermöglicht.

2. Eine *Kontroll- und Überwachungstafel* für die Umformergruppen.

3. Die *Umformergruppen* für die Tonfrequenz-Erzeugung.

4. Ein *Kuppelfilter für das 17-kV-Netz,* für Innenraumaufstellung, Netzleistung max. 15 MW, kapazitive Leistung 1130 kVar.

5. Ein *Kuppelfilter für das 60-kV-Netz,* Freiluftbauart, Netzleistung max. 70 MW, kapazitive Leistung 3260 kVar.

6. *Verschiedene Sperrkreise* gemäss Tabelle I.

Tabelle I

In Hauterive	Betriebsleistung	Kurzschlussleistung
60-kV-Sammelschienen	25 MVA	350 MVA
35-kV-Sammelschienen	25 MVA	350 MVA
Abgang ENSA 60 kV	25 MVA	350 MVA
Trafo 17/130 kV	22 MVA	320 MVA
Trafo 17/60 kV	11 MVA	170 MVA
In Montbovon		
Abgang Monthey 60 kV	15 MVA	400 MVA

Die tonfrequente Sendespannung von 475 Hz wird auf einen Wert zwischen 4 % und 7 % der normalen Netzspannung reguliert. Alle Empfänger sind für eine Spannung von 220 V gebaut. Die tonfrequente Spannung hat in Hauterive einen Wert zwischen 10 V und 15 V; beim Abonnenten soll sie nicht unter 4,4 V sinken.

Auf der Befehlstafel in Hauterive ist ein Kontrollschreiber Bauart Hasler eingebaut, mit dem man kontrollieren kann, ob alle Befehle in das 17-kV-Netz und in das 60-kV-Netz richtig ausgesendet worden sind.

Die Umformergruppen werden durch zwei Innenraum-Transformatoren 17 000/500 V gespiesen. Die beiden Gruppen sind abwechslungsweise je während einigen Monaten im Betrieb. Das 17-kV-Zuleitungskabel für die Speisung der

Umformergruppen dient gleichzeitig für die Tonfrequenz-Einspeisung in das 17-kV-Netz.

Zur Ausrüstung gehört ferner noch ein kleiner tragbarer Tonfrequenzsender für Versuche, welcher aber auch bei Störungen in der Steuereinrichtung des Hauptsenders eingesetzt wird.

Die 475-Hz-Spannung wird mit einem Impulsvoltmeter gemessen. Kürzlich haben wir ein transistorisiertes Anlage-Amperemeter gekauft, mit welchem sowohl die Ströme in 50 Hz als in 475 Hz gemessen werden können.

Die Empfänger

Um die Fabrikation, die Lagerhaltung und die Kontrolle möglichst zu vereinfachen, wurde die Zahl der bei der EEF verwendeten Empfängertypen sehr stark eingeschränkt. In der nachfolgend verwendeten Typenbezeichnung der EEF bezeichnet die erste Zahl der Kennziffer die Anzahl der Pole, die zweite Zahl der Kennziffer die Zahl der Funktionen des Empfängers. Es sind folgende Typen vorhanden:

Tabelle II

Type	Polzahl	Befehlzahl	Nenn-strom	Schalt-spann.	Motor
R 11	einpolig	1 Doppelbefehl	20 A	380 V	220 V
R 12	einpolig	2 Doppelbefehle	20 A	380 V	220 V
R 13	einpolig	3 Doppelbefehle	20 A	380 V	220 V
R 31	dreipolig	1 Doppelbefehl	20 A	380 V	220 V
R 32	dreipolig	2 Doppelbefehle	20 A	380 V	220 V
R 33	dreipolig	3 Doppelbefehle	20 A	380 V	220 V

Eine Anzahl Relais R 11 mit der Typenbezeichnung E P 20 A (= Eclairage publique, 20 A) haben eine längliche, dünne Form, damit man sie in die Rohrmasten der öffentlichen Beleuchtung einbauen kann.

Aufgabenbereich der Netzkommandoanlage der EEF

Die Hauptaufgabe unserer Netzkommandoanlage ist der Ersatz von Schaltuhren und Sperrschaltern, welche infolge ihrer Bauart sehr viele Unterhaltsarbeit erfordern für die Zeitnachstellung, für Reparaturen und Auswechslungen. Die EEF haben sich von Anfang an bemüht, die Zahl der verschiedenen Befehle soweit als möglich einzuschränken. Aus dieser Beschränkung der Befehlszahl ergab sich eine Vereinfachung der Tarife und eine Begrenzung der mannigfaltigen Wünsche der Abonnenten. Gegenwärtig benötigen wir 5 Doppelbefehle für die Heisswasserspeicher, 4 Doppelbefehle für die Tarifzeiten, 2 Doppelbefehle für die öffentliche Beleuchtung und je einen Doppelbefehl für die Schaufenster- und Reklamebeleuchtung, für die Bäckerei-Öfen, für die Sperrung der Schweissmaschinen und für die Alarmsirenen des Wasseralarms von Rossens. Als Reserve bleiben somit noch fünf Doppelbefehle sowie die vielen Möglichkeiten der Kombinationswahl, welche gegenwärtig normal nur für die Festbeleuchtung von Monumenten und gelegentlich für tragbare Alarmempfänger benutzt wird.

Grundsätzlich haben sich die EEF bisher stets geweigert, die Netzkommandoanlage Dritten wie z. B. der Feuerwehr, der Polizei usw. zur Verfügung zu stellen.

Organisation des Betriebes der Netzkommandoanlage

Die Zählerabteilung der EEF bestellt die Netzkommandoempfänger, überwacht die Lieferung und kontrolliert sie beim Eingang. Die Empfänger werden in der Zählerabteilung auf den gewünschten Befehl eingestellt, numeriert und anschliessend mit einem kleinen Versuchssender geprüft. Dann werden die Empfänger plombiert und in Einschaltstellung abgeliefert, damit im Netz die an den Empfänger abnehmerseitig angeschlossene Installation für Kontrollen unter Spannung gesetzt werden kann.

Jeden Tag wird das ganze Programm der Netzkommandoanlage einmal oder zweimal zu verschiedenen Zeiten zusätzlich gesendet, damit alle jene Empfänger wieder in die richtige Stellung kommen, welche eventuell bei einer Sendung vom Netz abgetrennt waren.

Obwohl die Sendeanlage eine verhältnismässig grosse Leistung hat, haben die EEF seit der Inbetriebsetzung der Netzkommandoanlage die Sperrung aller Kondensatoren verlangt.

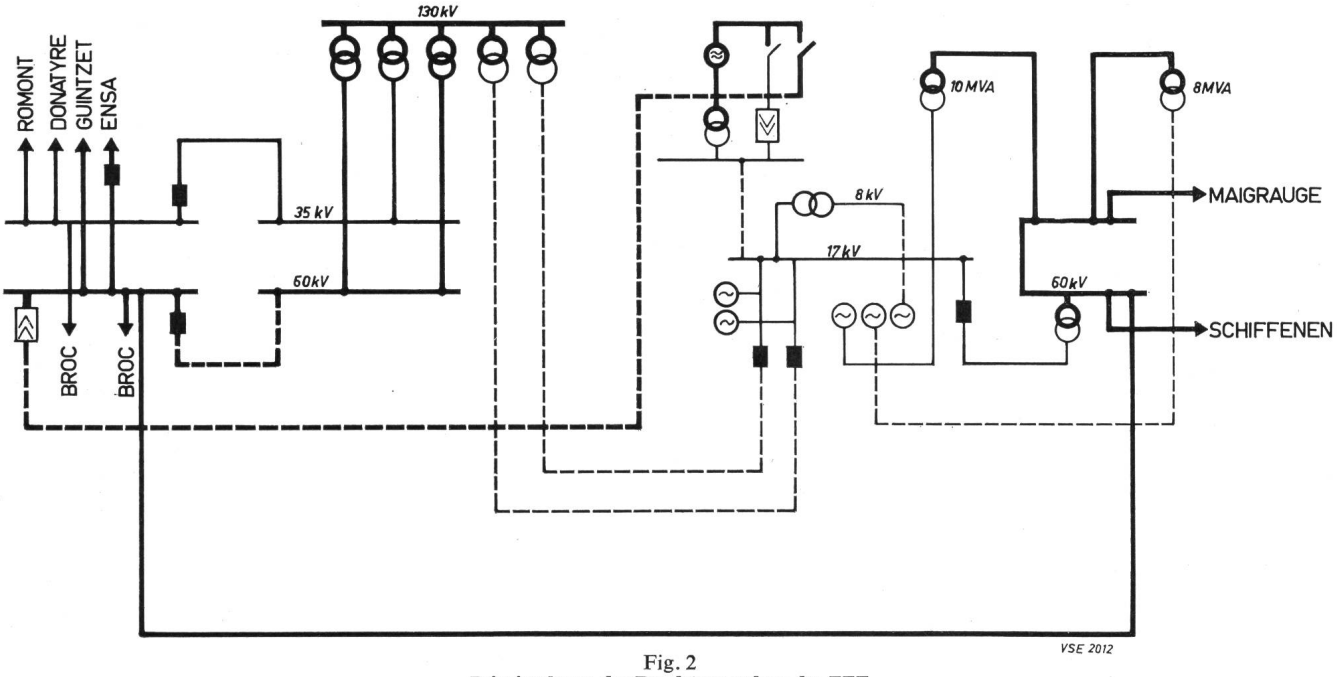

Fig. 2
Prinzipschema der Rundsteueranlage der EEF

■ Sperrkreis Kuppelfilter

Selbst Fluoreszenzröhren dürfen nicht einfach parallel angeschlossen werden. Die Fabrikanten von Schweissanlagen wurden orientiert, dass die Gruppen kompensiert sein müssen und dass die Kondensatoren für 475 Hz zu sperren sind. Es sind keine Störungen in der Netzkommandoanlage aufgetreten, welche auf die Schweissmaschinen zurückgeführt werden konnten.

Betriebserfahrungen mit der Netzkommandoanlage

Wir möchten nachfolgend einen Überblick geben über die Störungen, welche in den letzten 10 Betriebsjahren bei der Netzkommandoanlage aufgetreten sind.

Störungen am Sender in Hauterive

Störungen sind hauptsächlich in folgenden Anlageteilen aufgetreten: Umformergruppen, Kondensatoren der Kupplungsfilter, einige Drosselspulen und die Verbindungsleitungen der Schalttafeln.

a) Umformergruppen

Die Gruppen kamen 1954 in Betrieb. Im Jahre 1957 musste wegen einer Störung am Kollektor der Regelmaschine der Gruppe 2 die Wicklung repariert werden. Im gleichen Jahre gab es eine Störung am Tonfrequenzgenerator der Gruppe 1. Im Jahre 1961 musste die Wicklung des Generators der Gruppe 1 repariert und der Kollektor der Regelmaschine der Gruppe 1 überholt werden. Ferner war im gleichen Jahre eine Statorreparatur beim Motor der Gruppe 1 nötig. Im Jahre 1963 wurden die Wicklungen der Regelmaschine der Gruppe 2 ausgewechselt. Im Jahre 1965 wurde die Umformergruppe 2 mechanisch ganz revidiert, die Schleifringe und der Kollektor überdreht und die Wicklungen ausgewechselt.

b) Kondensatoren und Drosselspulen

Unsere Sendeanlage hatte auch ihre Kinderkrankheiten. Bereits im Jahre 1955 mussten mehrere Kondensatoren des 17-kV-Kuppelfilters ersetzt werden. Seither sind hier keine Störungen mehr aufgetreten. Im Jahre 1958 ging ein Kondensator der Regelmaschine defekt. Im gleichen Jahre trat eine Störung an den Drosselspulen des 17-kV-Filters auf und verschiedene Kondensatoren des 60-kV-Filters mussten ausgewechselt werden. Im Jahre 1962 gab es Störungen an 2 Drosselspulen des Sperrkreises im 60-kV-Abgang nach der ENSA.

c) Verbindungsleitungen der Schalttafeln

In den ersten 5 Betriebsjahren unserer Netzkommandoanlage ereigneten sich sehr viele Störungen wegen Bruch von Verbindungsleitungen auf den Schalttafeln und wegen Lockerwerden von Schrauben. Diese Störungen traten auf, weil die beiden 600-A-Schützen für die 60-kV-Einspeisung das Gestell der Schalttafeln stark erschütterten, da sie nicht an einer Mauer befestigt waren. Infolge der sich ständig wiederholenden schlagartigen Erschütterungen gab es trotz kurzfristiger Revisionen sehr viele Störungen. Wir fanden dann eine Abhilfe, indem wir die beiden 600-A-Schützen im Keller der Netzkommandoanlage unter Zwischenschaltung von Schwingungsdämpfern auf eine Mauer montierten.

In ähnlicher Weise gab es immer wieder Drahtbrüche in den auf dem Steuertableau der Umformergruppen montierten Befehls-Schubladen. Die Schwingungen der mit 3000 U/min laufenden Gruppen übertrugen sich auf die Schalttafeln. Nachdem die Schalttafeln auf 4 Schwingungsdämpfer der Firma Rasta-Werk montiert worden waren, hörten diese Störungen für immer auf.

Wir möchten noch erwähnen, dass die Umformergruppen auf Betonklötzen montiert sind, die ihrerseits auf Korkplatten gelagert sind.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass im allgemeinen die Störungen an der Sendeanlage nicht sehr zahlreich waren. Die Störungen infolge der Vibrationen hätten bei richtiger Montage von Anfang an vermieden werden können. Es ist aber immer so, dass man auf Grund der Erfahrung auf Störungsquellen stösst, an welche man vorher nicht gedacht hatte.

Bis zum Jahre 1952 hatten wir für die Speisung der Umformergruppen einen einzigen Trafo 17 000/500 V im Raume der Netzkommandoanlage. Eine Reserveeinheit befand sich im Kraftwerk. Eine Auswechslung des Transformators hätte aber rund 24 Stunden gedauert. Eines nachts glaubten wir, dass der im Betrieb befindliche Trafo defekt geworden sei. Glücklicherweise irrten wir uns. Dieser Zwischenfall veranlasste uns aber, den zweiten Trafo so zu montieren, dass eine Umschaltung ohne grossen Zeitverlust möglich gewesen wäre. Wir hatten gut daran getan. Kaum war die Reserveeinheit unter Spannung gesetzt worden, als ein Durchschlag ihre Reparatur notwendig machte. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung: Eine Reserveeinheit kann nur dann als wirkliche Reserve gelten, wenn sie periodisch in Betrieb genommen wird.

d) Überwachung der Anlage in Bezug auf die Leistung

Die Netzbelastung nimmt ständig zu. Ferner bringt die sukzessive Umschaltung von Trafostationen vom 35-kV-Netz auf das 60-kV-Netz eine rasche Leistungszunahme in dem an die Netzkommandoanlage angeschlossenen 60-kV-Netz. Es stellte sich deshalb bald einmal die Frage, ob unsere Netzkommandoanlage noch ausreiche und für wie lange. Wir haben deshalb die Lieferfirma Landis und Gyr ersucht, genaue Messungen durchzuführen. Die nachstehende Tabelle enthält die Resultate der 1964 durchgeführten Versuche (Index FT = Tonfrequenz, Index 50 = Netzfrequenz 50 Hz).

Kuppelfilter 60 kV

U_{50} = 64 800 V
U_{FT} = 4 350 V, d. h. 6,7 %
I_{FT} = 22 A, zulässig 73 A
P_{FT} = 166 kVA
P_{50} = 27 MW oder 34 MVA

Kuppelfilter 17 kV

U_{50} = 17 480 V
U_{FT} = 850 V, d. h. 4,9 %
I_{FT} = 39 A, zulässig 95 A
P_{FT} = 57 kVA
P_{50} = 21 MVA

Umformergruppe

I_{FT} 17 kV = 74 A
I_{FT} 60 kV = 240 A
I_{total} = 314 A
P_{total} = 283 kVA, P_{nenn} = 500 kVA

Obwohl die vorstehenden Messwerte zeigen, dass wir noch über eine erhebliche Leistungsreserve verfügen, erschien es uns doch angezeigt, eine zweite Sendestation mit gleich grosser Leistung zu erstellen. Dieser neue Sender mit 500 kVA

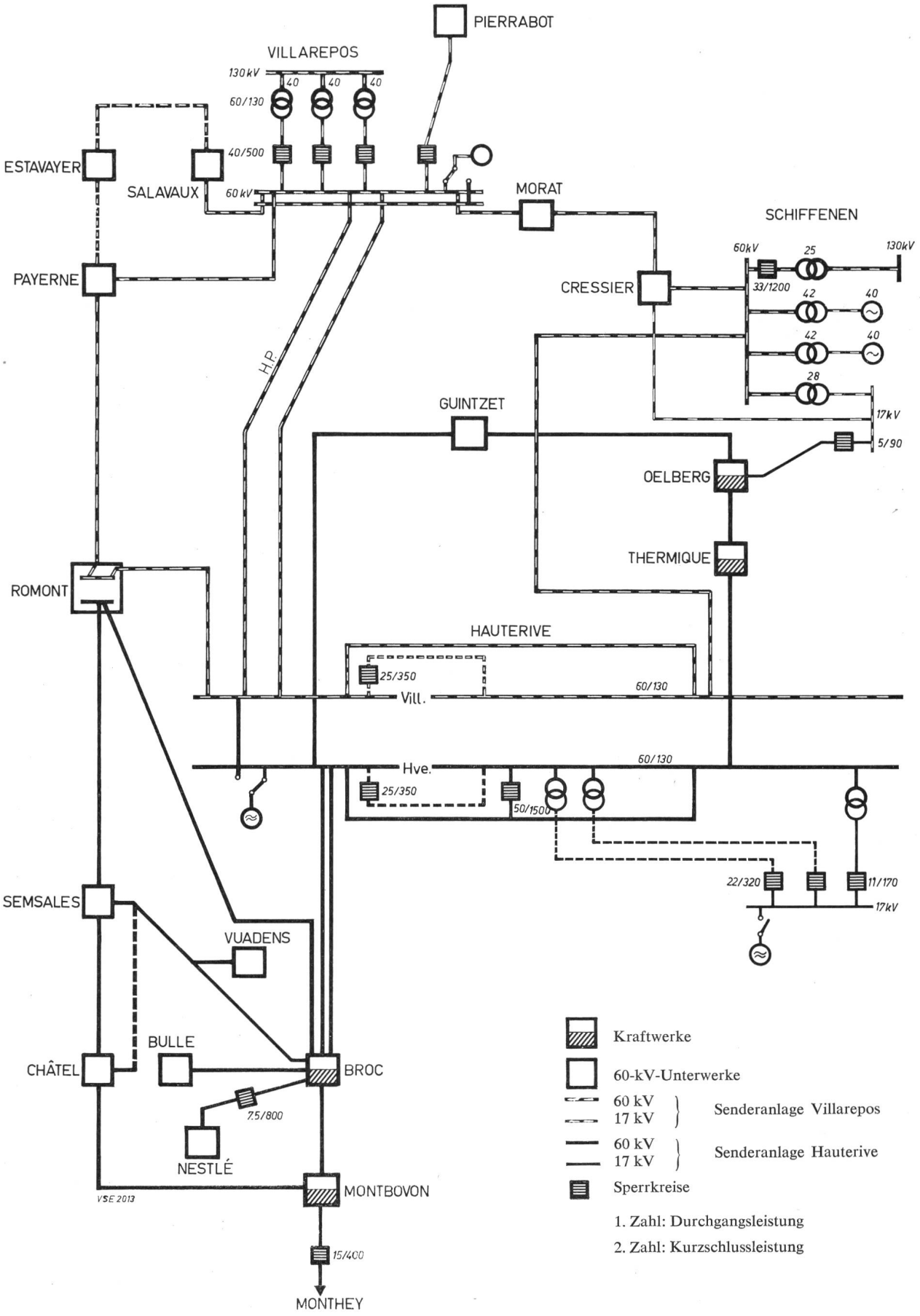

Fig. 3
Prinzipschema der Netzkommandoanlage

wird in Villarepos aufgestellt werden und nur in das 60-kV-Netz einspeisen. Zur Vereinfachung des Betriebes der Netzkommandoanlage und zur Begrenzung der Kurzschlussleistung des 60-kV-Netzes werden die beiden Sender Hauterive und Villarepos galvanisch getrennt, aber trotzdem im synchronen Lauf betrieben. Mit dieser Lösung gibt es keine Schwierigkeiten bei der Umschaltung einer Trafostation 60/17 kV vom einen Netzteil auf den andern.

Der neue Sender hat auch wieder Frequenzregulierung für 475 Hz. Ferner muss ein Sender dem andern aushelfen können, so dass wir mit insgesamt 4 Umformergruppen eine sehr grosse Sicherheit haben werden.

Störungen im gesteuerten Netz infolge von Fremdimpulsen

Bis vor kurzer Zeit waren derartige Störungen in unserm Netz vollständig unbekannt. Einzig einige Schweissanlagen hatten in ihrer unmittelbaren Umgebung den Betrieb der Netzkommandoempfänger gestört, weil irgendein Kontakt schlecht gewesen war.

Sobald die Trafostation Cressier von 35 kV auf 60 kV umgeschaltet war, begannen wir mit der Montage von Empfängern in diesem Netzteil. Gleich danach hörte man die merkwürdigsten Gerüchte. Die öffentliche Beleuchtung, welche am Abend korrekt eingeschaltet worden war, löschte um Mitternacht aus und schaltete nach diesen Berichten unmittelbar darauf wieder ein. Da die entsprechenden Meldungen von späten Heimkehrern stammten, glaubte man zuerst, die Leute seien leicht angeheitert gewesen. Man musste sich dann aber überzeugen, dass die merkwürdigen Meldungen richtig gewesen waren. Ein leistungsfähiger Störsender störte den Betrieb der Netzkommandoanlage in Zeiten schwacher Netzlast und hielt die Synchronmotoren der Empfänger dauernd im Betrieb. Eine Einschaltung und die sofort darauf folgende Ausschaltung wiederholten sich unzählige Male hintereinander. Gleichzeitig stellte man fest, dass die Drosselspulen der Sperrkreise bei der Micarna in Courtepin sich so stark erhitzten, dass sie überbrückt werden mussten.

Bei der Störungssuche wurden wir auf die Gleichrichter eines elektrochemischen Betriebes in Courtepin aufmerksam. Der zuletzt angeschlossene Apparat war ein Silizium-Gleichrichter von 2000 kVA. Er ist direkt an das 17-kV-Netz angeschlossen. Als Vertreter der Firma Landis und Gyr in Hauterive waren, machten sie auch Messungen bei der Micarna und erhielten die Resultate auf der Sekundärseite eines 500-kVA-Trafos 17 000/380 V (Tabelle III).

Tabelle III

	Gleichrichter eingeschaltet	Gleichrichter ausgeschaltet
U_{50}	220 V	
U_{150}	0,75 V	
U_{250}	5 V	
U_{350}	3 V	
U_{450}	3 V	
U_{550}	11/7 /9,5 V Niveau 5 %	2,6/2,6/2,6 V
U_{650}	7/5,5/6 V Niveau 3,2 %	0,5/0,5/0,5 V

Um die Störwirkung der Gleichrichter besser beobachten zu können, haben wir ein Empfangsrelais so umgebaut, dass es ein registrierendes Voltmeter einschaltete, sobald der Synchronmotor drehte. Die Streifen zeigten dann, dass die Dauersendung von wirksamen Störspannungen nur in den Schwachlastzeiten am Samstagnachmittag und am Sonntag auftraten.

Bevor wir beim Besitzer des störenden Apparates vorstellig wurden, wollten wir den sicheren Beweis haben, dass die Störungen tatsächlich von diesem Gleichrichter kamen. Wir schalteten deshalb an einem Samstagnachmittag den chemischen Industriebetrieb auf die Trafostation Guintzet um. Auf der 17-kV-Leitung war die Störspannung immer noch vorhanden, während sie in dem von Courtepin abgetrennten Netz Cressier vollständig verschwunden war. Damit war der Beweis erbracht. Gleichzeitig entdeckten wir bei dieser Gelegenheit eine provisorische Abhilfe für diese heikle Situation. Indem wir die 17-kV-Leitungen von Cressier und Guintzet parallel schalteten, sanken die Störspannungen von 2,5 V auf 1,5 V und die Netzkommandoempfänger blieben ruhig. Deshalb bleiben nun die beiden 17-kV-Leitungen zusammengeschaltet, bis wir eine definitive Lösung gefunden und verwirklicht haben.

Vorteile einer Netzkommandoanlage

Wenn man uns fragt, warum die EEF eine Netzkommandoanlage installiert haben, so kann man zusammenfassend sagen, dass dies nun eine Mode sei. Während sich aber bei der Damenmode unpraktische, unzweckmässige oder selbst gefährliche Moden während mehreren Jahren halten können, ist dies in der Elektrotechnik anders. Wenn sich hier eine Mode halten kann, dann ist sie gleichbedeutend mit Fortschritt und Wirtschaftlichkeit. Glauben Sie bitte ja nicht, dass diese Bemerkungen der Ausdruck eines ausgesprochenen Frauenhasses seien. Unsere Bemerkungen ergeben sich aus der Natur der Sache. Für die Betriebsführung haben die Gesichtspunkte der Schönheit nur einen geringen Einfluss; wichtig ist hier für die Beurteilung einer Neuheit vor allem das finanzielle Ergebnis und erst in zweiter Linie kommen die Annehmlichkeiten, die eine Neuerung dem Betriebsleiter bringt.

Ich glaube, dass es nicht nötig ist, hier nochmals alle Vorteile einer Netzkommandoanlage aufzuzählen. Immerhin möchten wir festhalten, dass bisher bei den EEF die Netzkommandoanlage nicht zur Verminderung von Belastungsspitzen verwendet wurde. Im Gegensatz, es wurden allerdings nur zögernde Versuche unternommen, Heisswasserspeicher in Zeiten sehr günstiger Wasserverhältnisse sogar tagsüber einzuschalten.

In unserm Netz wurden die folgenden Vorteile einer Netzkommandoanlage besonders geschätzt: Alle Tarifzeitänderungen können auf die Minute genau durchgeführt werden. Früher dauerte es mit den Schaltuhren Tage und Wochen, um nicht noch mehr zu sagen, bis jeweils auf Anfang Oktober und Anfang April beim Lichttarif die Tarifzeiten bei allen Abonnenten umgestellt waren. Bei der öffentlichen Beleuchtung stellen wir mit Befriedigung eine gleichzeitige Ein- und Ausschaltung aller Lampen fest. Bei der Festbeleuchtung der Bauwerke der Stadt Freiburg wird die bequeme Steuerung der verschiedenen Ein- und Ausschaltungen mit Hilfe der Kombinationswahl vom Betriebsleiter sehr geschätzt und das Personal ist so von mühsamen Umstellarbeiten befreit worden.

Wir möchten beifügen, dass bei uns die Netzkommandoanlage gerade im richtigen Augenblick angeschafft worden ist, nämlich in dem Zeitpunkt, als es wegen Personalmangel nicht mehr möglich war, die Tarifschaltuhren periodisch umzustellen, sie bei Gangdifferenzen einzeln von Hand nachzurichten und im normalen Turnus zu reparieren.

Wirtschaftlichkeit

In einem Netz wie es die EEF hat, bedeutet der Ankauf der Sendeanlage, der Kuppelfilter und der Sperrkreise eine sehr grosse Kapitalinvestition. Wir möchten einmal zusammen überlegen, ob sich durch den Ersatz von Uhren durch Netzkommandoempfänger wesentliche Ersparnisse erzielen lassen.

a) Preisdifferenz für die Anschaffung einer Schaltuhr und eines Netzkommandoempfängers. Eine Schaltuhr kostet rund Fr. 160.—, ein Empfänger nur rund Fr. 120.—.

b) Unterhaltskosten. Unsere Zählerabteilung hat eine umfangreiche Statistik aufgestellt, der wir die folgenden Zahlen für die Jahre 1955 bis 1964 entnehmen.

Schaltuhren und Sperrschalter

Jahr	Im Betrieb	Revidiert	Revidiert in % vom Bestand
1955	12 391	603	4,8
1956	12 450	799	6,4
1957	12 477	819	6,5
1958	12 464	673	5,5
1959	—	—	—
1960	8 936	462	5,2
1961	8 664	477	5,5
1962	8 577	292	2,5
1963	8 298	296	3,6
1964	7 959	239	3,0

Die durchschnittlichen Kosten einer Revision betrugen Fr. 34.50.

Netzkommandoempfänger

1955	443	3	(0,7)
1956	1192	17	1,4
1957	2082	35	1,7
1958	2848	57	2,0
1959	3566	74	2,1
1960	4384	110	2,5
1961	5262	101	1,9
1962	6137	83	1,3
1963	6825	103	1,5
1964	7660	104	1,4

Die durchschnittlichen Kosten einer Revision betrugen Fr. 19.30.

Rechnet man mit den vorstehenden Zahlen auf einen Bestand von 10 000 Apparaten, so ergeben sich folgende Zahlen:

Anschaffungskosten

Einsparung mit Netzkommandoempfängern (ohne Kosten der Sendeanlagen)		Fr. 600 000.—

Jahreskosten

Jährliche Einsparung wegen verminderter Anschaffungskosten (Ansatz 10 %)		Fr. 60 000.—
Unterhalt von 10 000 Schaltuhren und Sperrschaltern, wovon 5 % zu revidieren zu Fr. 34.50 pro Stück	Fr. 17 250.—	
Unterhalt von 10 000 Empfängern, wovon 2 % zu revidieren zu Fr. 19.30 =	Fr. 3 860.—	
	13 390.—	
Einsparung mit Netzkdo.		Fr. 13 390.—
Gesamteinsparung		Fr. 73 390.—

In dieser Rechnung ist die Einsparung an Arbeitszeit für die Bedienung der Schaltuhren und Sperrschalter nicht eingerechnet. Man sieht, dass selbst wenn die Kosten für die Anschaffung einer Netzkommandoanlage gross sind, die Anlage sehr bald wirtschaftlich wird, sobald eine genügend grosse Zahl von Empfängern im Netz sind.

Wir sind der Meinung, dass für jedes Elektrizitätswerk von einer gewissen Grösse eine Netzkommandoanlage eine unbedingte Notwendigkeit wird, die zur allgemein zunehmenden Automation gehört. Neben finanziellen Vorteilen bringt sie dem Besitzer eine wunderbar elastische Handhabung.

Adresse des Autors:
M. Oberson, Dipl. Ing. EEF, Route du Fort St-Jacques 20, 1700 Fribourg.

Deutsche Übersetzung:
P. Troller, Dipl. Ing., Basel.

Technische Beschreibung der 130/18 kV Transformatorenstation des CERN

Mitgeteilt von den *Industriellen Betrieben Genf*

Die Laboratorien des CERN wurden seit ihrer Gründung und bis zur Inbetriebnahme der Transformatorenstation durch drei 18 kV-Kabrl vom Unterwerk Renfile aus mit elektrischer Energie versorgt. Diese Kabel hatten eine Übertragungskapazität von etwa 24000 kVA; diese Leitung erwies sich aber rasch als zu klein. Das CERN musste in vielen Fällen seine Versuchsprogramme abändern, um die Grenzen der Versorgungsmöglichkeiten nicht zu überschreiten.

Die Studien zur Verbesserung dieser Situation führten sehr rasch auf die folgende, nun ausgeführte Lösung:

Bau einer aus dem 130 kV-Netz gespeisten Transformatorenstation in unmittelbarer Nähe des CERN, mit einer Leistung von 60000 kVA auf der 18 kV-Seite und der Möglichkeit, diese auf 90000 kVA zu erweitern. Die Freiluftanlage sowie das Gebäude für den Überwachungs- und Kommandoraum wurden vom städtischen Elektrizitätswerk Genf gebaut. Das Gebäude der 18 kV-Verteilanlage wurde vom CERN selbst ausgeführt.

130 kV-Freiluftanlage

Die Freiluftanlage nimmt eine Fläche von etwa 3240 m² ein und erstreckt sich auf eine Länge von 72 m und eine Breite von 45 m. Bei der Gesamtposition der Anlage wurde die Orientierung der Zuleitung mitberücksichtigt. Die Abmessungen sind durch die Anordnung der Apparate, die Durchgangs- und Sicherheitsabstände, welche im eidgenössischen Gesetz über die Starkstromanlagen verankert sind, bestimmt. Die