

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 13 (1922)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Die Freiluftschaltung "Hauterive" der Entreprises Electriques Fribourgeoises (E.E.F.), Fribourg  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058299>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

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

## Die Freiluftschaltanlage „Hauterive“ der Entreprises Electriques Fribourgeoises (E. E. F.), Fribourg.

Mitgeteilt von Sprecher & Schuh, A.-G., Aarau.

Die rasche Entwicklung des Netzes der Freiburgischen Elektrizitätswerke in den letzten Jahren verlangte nach neuen Kraftquellen, um der stetig zunehmenden Nachfrage nach elektrischer Energie gerecht zu werden. So wurde im Jahre 1920 an die Verwirklichung des Projektes der neuen Kraftzentrale „La Jogne“ bei Broc herangeschritten und die Arbeiten derart gefördert, dass noch im gleichen Jahre, im Spätherbst, die erste Generatorengruppe in Betrieb genommen werden konnte. Die Erzeugerspannung beträgt 8600 Volt. Im vollen Ausbau umfasst die Zentrale fünf Generatorengruppen von je 5300 kVA 8600 Volt Drehstrom 50 Perioden, also total rund 26 500 kVA normale Maschinenleistung. Jeder Generator arbeitet entweder auf 8600 Volt Umleitschienen oder direkt auf einen Transformator von 5300 kVA Drehstromleistung. Im normalen Betrieb bilden je ein Generator mit seinem Transformator eine Einheit. Die Transformatoren sind überspannungsseitig Dreieck auf Stern umschaltbar und für die Spannungen 36 000 Volt Phasenspannung bzw. 62 500 Volt verkettet, gebaut.

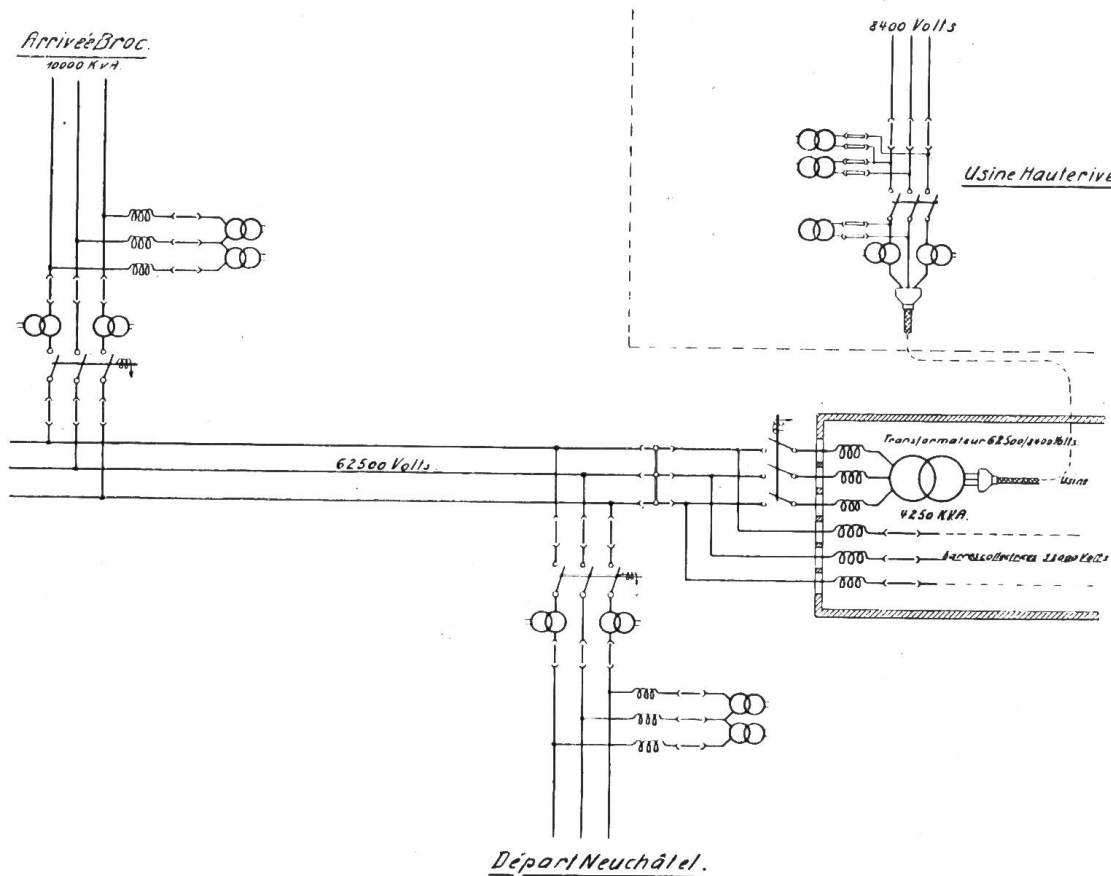


Fig. 1

Die Verteilung geschieht mittels sechs abgehenden Hochspannungsleitungen und zwar:

- 4 Leitungen zu je 6 250 kVA 36 000 Volt,
- 2 Leitungen zu je 12 500 kVA 62 500 Volt.

Die wirtschaftlich rationelle Ausnützung der erzeugten Energie in den Kraftstationen machte auch ein Zusammenarbeiten zur Bedingung, und so wird eine der 62 500 Volt Leitungen zum Zusammenschluss von Hauterive mit La Jogne benützt nach dem Schema der Fig. 1.

Da diese Arbeiten in die Zeit der grössten Teuerung im Baugewerbe fielen und mit Rücksicht auf spätere Entwicklungen der Stromverteilung der E. E. F. diesem Anschluss in Hauterive mehr provisorischer Charakter beigegeben wurde, musste darnach getrachtet werden, mit möglichst wenig Kapitalaufwand dieses „Provisorium“ zu erstellen. Die naheliegende Lösung war deshalb die, von der Erstellung sehr kostspieliger Gebäude überhaupt abzusehen und die Station als Freiluftanlage auszubilden.

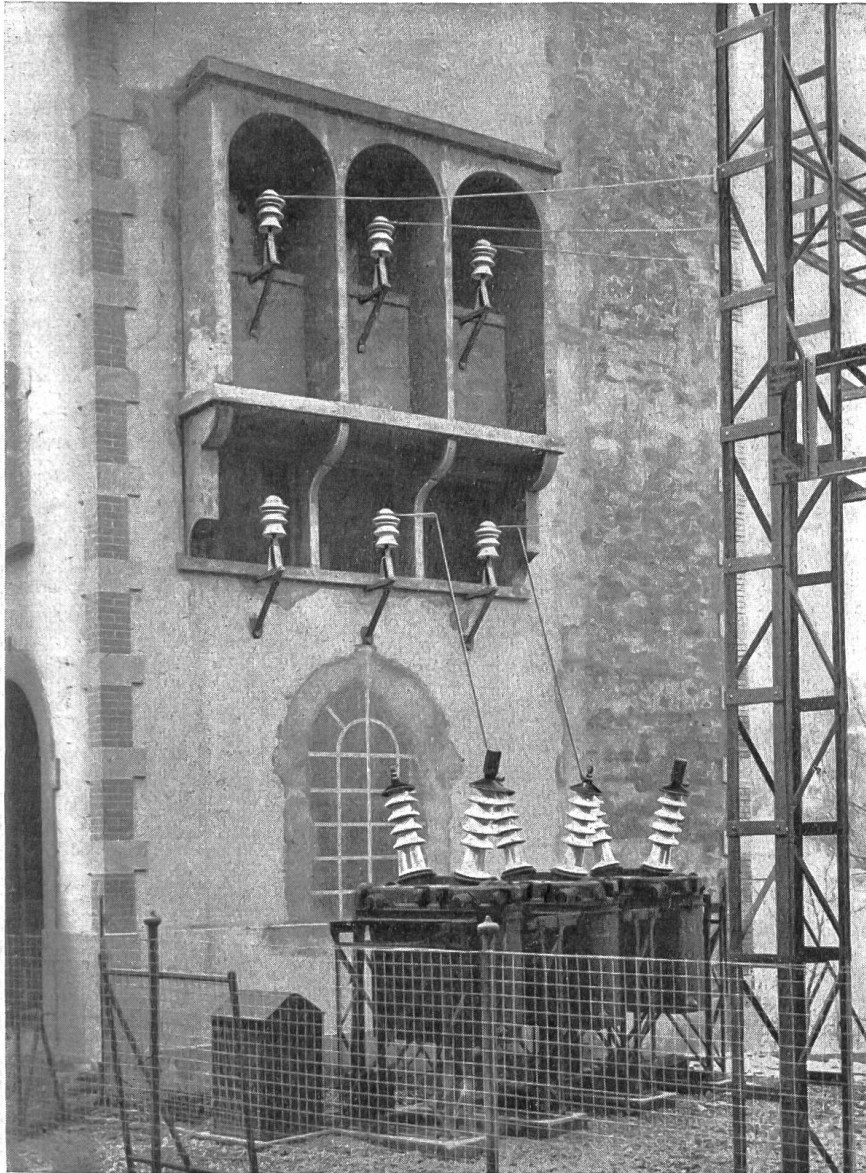


Fig. 2

Nachdem nicht nur Studium, sondern auch die Fabrikation solcher Freiluftapparate von Schweizerfirmen mit Energie durchgebildet worden waren, entschloss sich die Direktion der Freiburgischen Elektrizitätswerke als eines der ersten Schweizer Unternehmen zum Bau einer Freiluftanlage. Nordöstlich vom bestehenden Schaltheus in Hauterive fand sich noch genügend freies Areal zum Bau dieser Freiluftstation, die dann auch eine direkte Erweiterung der bestehenden Anlage bedeutet.

Die Erzeugerspannung von 8400 Volt in Hauterive wird auf 32000 Volt herauftransformiert und mit dieser Spannung die Fernleitungen gespeist. Zum Zusammenschluss mit der 62500 Volt La Jogne-Leitung wurde ein Transformator von 4250 kVA 62500/32000 Volt in das bestehende Schaltheus

eingebaut. Die Umschaltbarkeit der Transformatoren in La Jogne auf 32000 Volt ermöglicht, in der einen oder andern Richtung Strom zu liefern, und zwar entweder von Hauterive über den Transformator auf das 62500 Volt Netz oder 32000 Volt von Broc direkt auf die 32000 Volt Sammelschienen im Schaltheus Hauterive und von dort auf die 32000 Volt Leitungen. Die Einführung der Leitung in das Schaltheus und der Anschluss des Transformatoren-Oelschalters ist aus Fig. 2 ersichtlich.

Die Disposition der Schaltanlage entspricht genau dem durch Fig. 1 dargestellten Schema. Das Gerüst ist gebaut für eine ankommende Leitung 10000 kVA 62500 Volt bzw. 32000 Volt von Broc, ein Satz Dreiphasen-Sammelschienen, eine

abgehende Leitung 62500 Volt nach Neuenburg und Abzweigung zum Transformator und den 32000 Volt Sammelschienen Hauterive.

Aus Fig. 3 erkennt man die genaue bauliche Uebertragung des Schemas in die Ausführung. Zu äusserst rechts steht die Schaltergruppe der ankommenden Leitung Broc mit den beiden Stromwandlern für die Messinstrumente. Links daneben sind die beiden zugehörigen Spannungswandler aufgestellt. Die gleiche Anordnung wurde für die abgehende Leitung nach Neuenburg getroffen. Ueber der Apparatur am Gerüst befinden sich die Trennschalter, Sammelschienen und Drosselspulen. Auf den ersten Blick erkennt man die grosse Uebersichtlichkeit der Anlage, eine Eigenschaft, die unstreitig einer Gebäudestation nicht in dem Masse zukommt. Die Ueber-

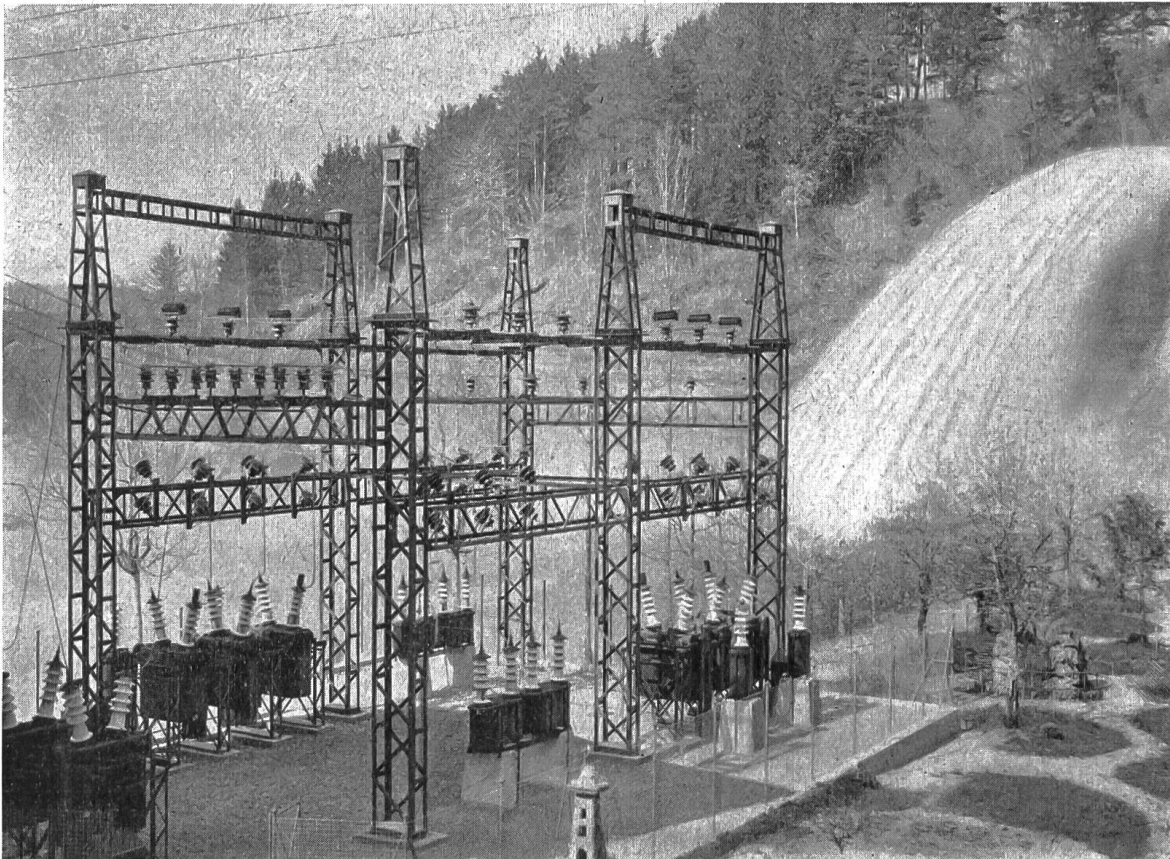


Fig. 3

sichtlichkeit und Zugänglichkeit zu allen betriebswichtigen Apparaten bilden zwei Hauptvorteile der Freiluftschaltanlagen.

Die ankommende Linie wird zuerst an besondern Isolatoren abgespannt und passiert dann die Trennmesser, Stromwandler und Oelschalter, um an den Sammelschienen zu endigen. In der Abzweigung liegen die Drosselspulen mit einer Induktivität von 0,1 mH, welche den Spannungstransformatoren vorgeschaltet sind. In genau gleicher Weise ist die abgehende Linie Neuenburg ausgerüstet.

In der Längsrichtung der Sammelschienen und als Fortsetzung derselben liegt die Verbindungsleitung zum bestehenden Schalthaus. Zur vollständigen Abtrennung der Freiluftstation vom Schalthaus ist ein Trennschalter auf dem Gerüst eingebaut. Dieser Trennschalter ist mit horizontal drehbarem Messer ausgerüstet, und alle drei Pole werden gemeinsam mittels Hebel betätigt.



Fig. 4 gibt eine Ansicht aus der Nähe auf eine Schaltergruppe mit Messtransformatoren auf ihren Fundamentsockeln.

Ueber die einzelnen Konstruktionen und Apparate ist kurz folgendes zu erwähnen.

Die durch Fig. 5 dargestellten Oelschalter sind als Dreikesselschalter durchgebildet. Die Zusammenkupplung der einzelnen Schalter zu mehrpoligen Aggregaten geschieht mittels

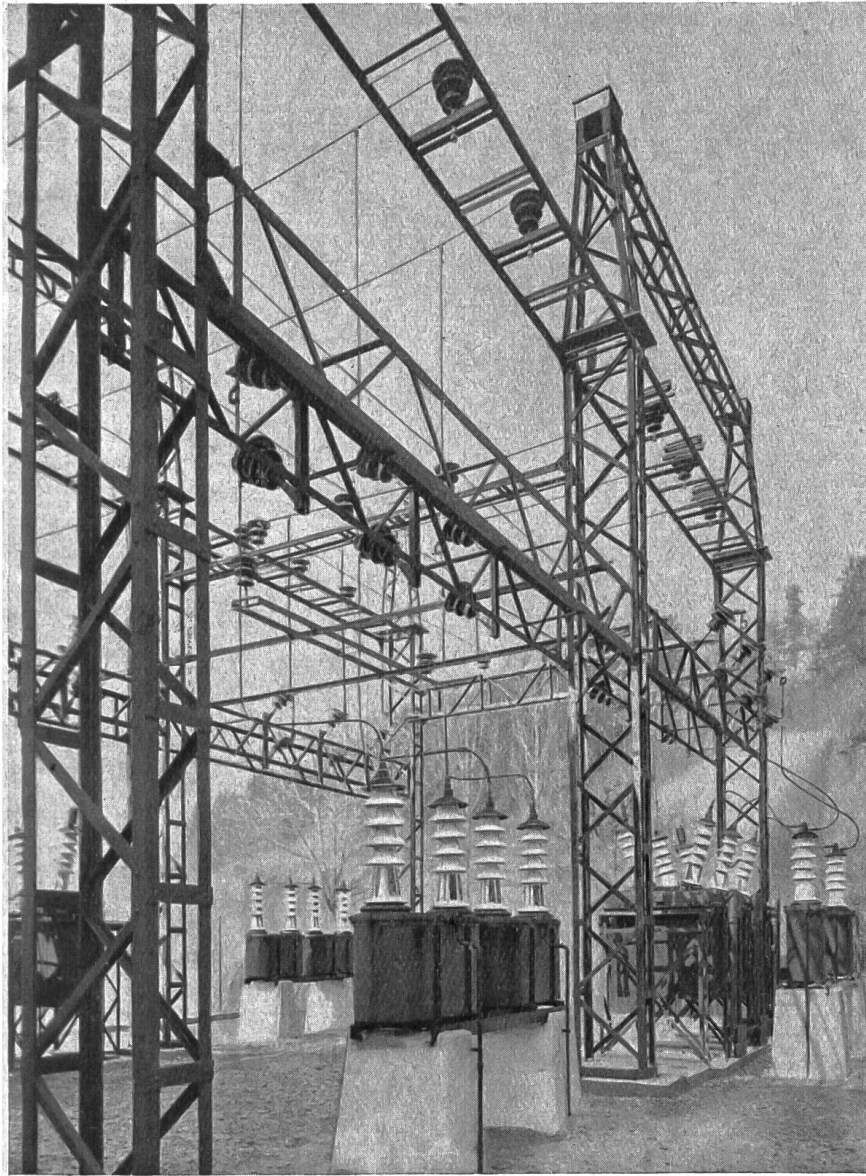


Fig. 4

Kettenrädern und Gestänge, welche nur auf Zug beansprucht sind, in dieser Weise am wenigsten Material erfordern und daher ein Minimum an Massenträgheit besitzen. Der aus starkem Eisenblech hergestellte und autogen geschweisste Oelkessel ist mit gewölbten Seitenwänden ausgeführt, um die nötige Festigkeit zu bieten, nicht nur gegen Deformation durch das beträchtliche Oelgewicht, sondern auch um den im Innern des Schalters sich bildenden Druck beim Ausschalten im Kurzschluss auszuhalten. Jeder Oelkessel besitzt eine im Schalter eingebaute Seilwinde zum Senken desselben. Die Aufhängung, bzw. die Befestigung des Oelkessels kann bei solchen Abmessungen nicht allein der Seilaufhängung anvertraut werden, hierzu sind Schrauben in zweckmässiger Weise angebracht. Der Gussdeckel besitzt Fahrrollen zum

leichten Ausfahren der Schalter von ihrem Standort. Wie aus der Abbildung hervorgeht, sind die Apparate von allen Seiten leicht zugänglich.

In einer bestimmten Entfernung unterhalb des Gussdeckels befindet sich eine Blechblende, die unter den Oel Spiegel taucht. Diese Blende dient dazu, den Oel-Ausdehnungsraum unter dem Schalterdeckel, in welchem sich Oelgase ansammeln können, gegen Zündfunken und glühende Verbrennungsprodukte zu schützen, indem diese durch ihre Berührung mit der grossen Fläche der Blende sich abkühlen und sich dadurch ihre chemische Aktionsfähigkeit verringert. Solchen Gasen ist durch Abzugsventile der Weg nach aussen offen.

Die Einführungsisolatoren sind mit rohrartig ausgebildeten gusseisernen Befestigungsflanschen versehen. Der ganze Oelausdehnungsraum ist auf diese Weise allseitig mit Metallwänden umgeben, die untereinander metallisch verbunden sind. Es kann demnach keine Potentialdifferenz entstehen, die durch Zündfunken das Luft-Oeldampfgemisch zur Explosion bringen könnte.

Die Kontaktanordnung ist nach dem Grundsatz der Mehrfach-Unterbrechung durchkonstruiert. Jeder Pol besitzt 8 Unterbrechungskontakte, wovon 2 auf die

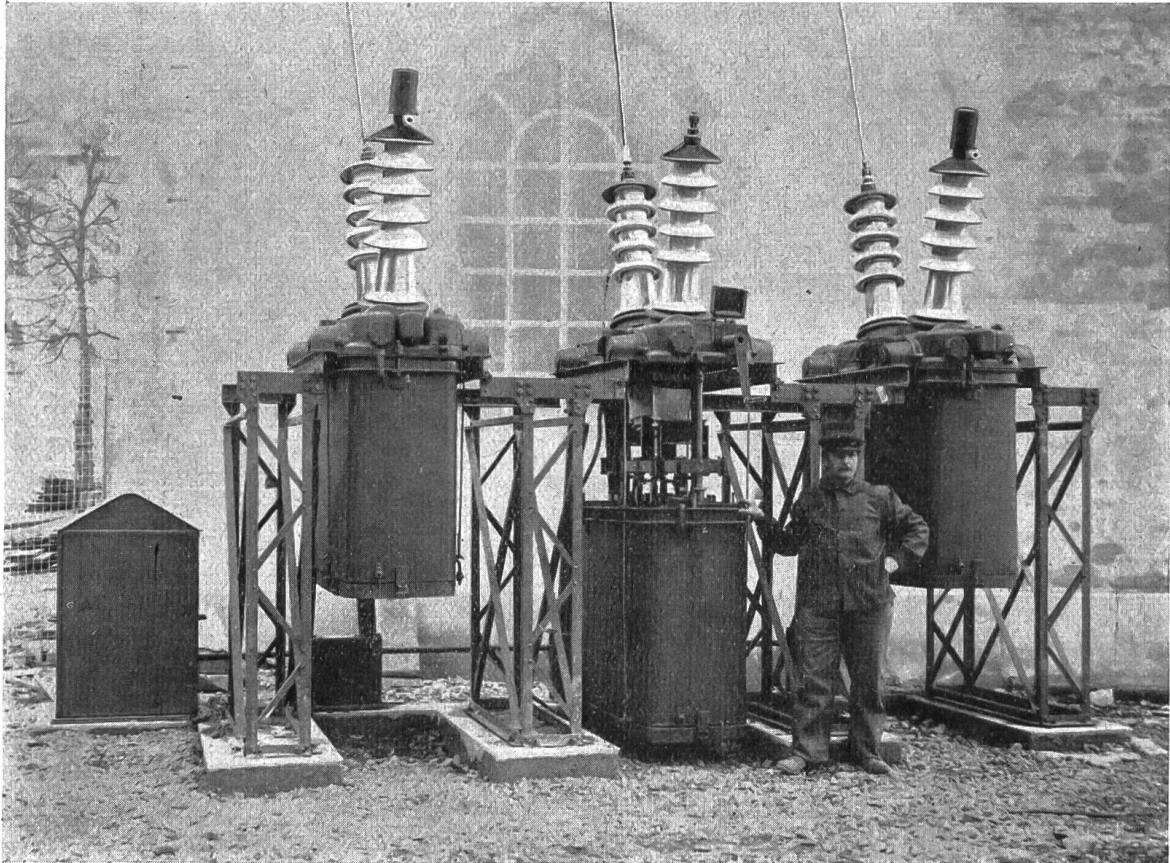


Fig. 5

Hauptkontakte und 6 auf die Hilfskontakte entfallen. Von diesen 6 Hilfskontakten dienen 2 als Kurzschliesser des Einschaltwiderstandes. Um in Anbetracht der grossen Abschaltgeschwindigkeit eine bruchsichere Konstruktion des beweglichen Schalterteiles zu gewährleisten, ist hier die Verwendung von Porzellan vermieden. Die Kontakte sind auf rechteckigen Traversen aus ölbeständigem, unter hohem Druck hergestelltem Isolationsmaterial aufgeklemt. Die Schalter werden durch eine elektrische Magnetfernsteuerung betätigt. Sie besitzen ferner zweiphasige Primär-Maximalrelais, die direkt auf die Porzellaneinführungen aufgebaut sind. Die Auslösung der Schalterverklüpfung erfolgt durch eine isolierte Verbindungsstange, die vom Primärrelais durch den Einführungsisolator ins Innere des Schalters unter die Oeloberfläche führt und dort die Bewegung direkt auf die Auslöseklappe überträgt. Strom- und Zeitregulierung erfolgen aussen am Schalter. Das ganze Schaltergehäuse ist wetterdicht.

Aus dem Schema ist ersichtlich, dass den Spannungswandlern Drosselspulen vorgeschaltet sind. Diese Spulen bestehen aus nacktem Kupferdraht, der auf einem Gerippe aus imprägniertem Hartholz aufgewickelt ist. Die Selbstinduktion beträgt 0,1 mH.

Die Spannungswandler selbst sind in Oel, und ihrer Konstruktion ist mit Rücksicht auf ihre Verwendung im Freien besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt zugewendet worden.

Die ebenfalls in Oel gelegten Stromwandler entsprechen den Vollziehungsverordnungen des Eidgenössischen Amtes für Mass und Gewicht. Die Primärwicklung besitzt einen in den Stromwandler eingebauten Ueberbrückungswiderstand.

Die für 200 A bemessenen Trennschalter sind einfachster Bauart und bestehen aus dem Schaltmesser mit Kontakten auf Delta-Isolatoren aufgebaut. Diese Trennmesser sind vertikal montiert und werden durch Schalthaken bedient.

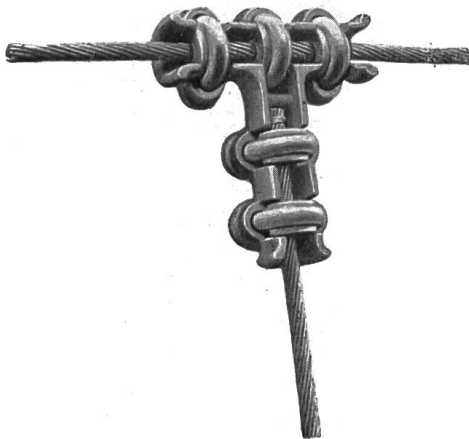


Fig. 6 a

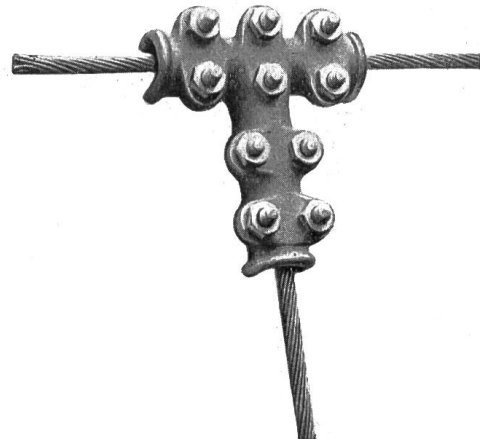


Fig. 6 b

Beim Uebergang der 62 500 Volt Sammelschiene zu dem Transformatoren-Oelschalter befindet sich ein dreipoliger Trennschalter. Jeder Pol besitzt drei Isolatoren mit horizontal drehbar angeordnetem Messer. Der mittlere Isolator ist als Drehpunkt ausgebildet. Alle drei Pole werden vom Boden aus gemeinsam betätigt durch einen verschliessbaren Antriebshebel. Zwischen Transformator-Oelschalter und dem 4250 kVA Transformator sind Drosselspulen von 0,4 mH eingebaut. Diese Apparate befinden sich im Innern des Transformatorenhauses und zwar einzig aus Dispositionsgründen.

Die ganze Apparatur ist gebaut für eine Betriebsspannung von 65 000 Volt und geprüft mit 130 000 Volt gegen Erde.

Sammelschienen und Verbindungen bestehen aus nacktem Kupferkabel. Die Abzweigungen erfolgen mittels Klemmverbindern nach der Art von Fig. 6. Das Kabel liegt in einer Nut und wird durch Klemmbriden befestigt. Diese Verbinder gewährleisten einen sehr guten Kontakt und können zudem einen beträchtlichen Zug aushalten.

Die Betriebsverhältnisse der Freiburger Freiluftstation sind insofern bemerkenswert, als im Winter mit starker Eisbildung gerechnet werden muss; doch ist auch diesem Umstand voll Rechnung getragen worden.

## Luftheizung unter Verwertung der Abwärme von elektrischen Generatoren.

Mitgeteilt von *Gebrüder Sulzer*, Aktiengesellschaft, Winterthur, Abt. Zentralheizung.

Es ist bekannt, dass ungefähr 95% der von einer Turbinenwelle bei Vollast auf den Generator übertragenen mechanischen Arbeit in letzterem in elektrische Energie, der zirka 5% betragende Rest in *Wärme* umgesetzt wird. Bei grösseren