

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 10 (1932)

Heft: 5

Artikel: Der gross-sender Beromünster = Le poste de radiodiffusion de Beromünster

Autor: Ewen, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873611>

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: 14.05.2025

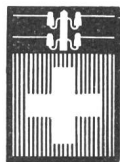
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Pubblicato dall'Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt - Sommaire - Sommario: Der Gross-Sender Beromünster. Le poste de radiodiffusion de Beromünster. — Vom Mikrophon zur Sendeantenne. Du microphone à l'antenne. — Netzgruppenhauptamt Olten. — Die Statistik im Telephonbetrieb. La statistique dans le service téléphonique. — Verschiedenes. Divers: Internationale Konferenz für Telegraphie und Radiotelegraphie. — Das Telephon in den Bergen. — Die Telephonleitungen des Platzes Zürich. — Eine Marconi-Sendestation in Nordrhodesia. — Schwarz Hörer. — Besteuerung von Ferngesprächen. — Armer Goethe. — Plenarversammlung der „Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunication et des canalisations souterraines (CMI)“ in Paris. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Der Gross-Sender Beromünster.

Einleitung.

Die Lieferung und Erstellung des Grosssenders Beromünster ist das Ergebnis der Zusammenarbeit zwischen der schweizerischen Telegraphenverwaltung und Marconi's Wireless Telegraph Company in London.

Folgendes sind die Kenngrössen des neuen Senders:

Er ist imstande, in die Antenne unmodulierte Energie von 60 kW abzugeben und im Wellenbereich von 300 bis 600 m auf jeder Wellenlänge zu senden (1000/500 Kilohertz).

Die Konstanz der Trägerfrequenz ist durch Verwendung eines Steueroszillators System Marconi gewährleistet.

Die Modulation ist im Frequenzband 30—10,000 Schwingungen verzerrungsfrei.

Der Sender ist von neuester Bauart und ist mit zahlreichen Neuerungen ausgestattet, die im nachstehenden kurz beschrieben werden sollen.

Fig. 1 zeigt eine allgemeine Ansicht der Sendestation, Fig. 2 veranschaulicht deren geographische Lage.

Allgemeine Beschreibung der Ausrüstung.

Das in Münster angewandte Modulationssystem wird gewöhnlich als Niederleistungsmodulation bezeichnet, bei der die Modulation in eine Niederleistungsstufe eingeführt und die von dieser Stufe gelieferte modulierte Hochfrequenzenergie auf nachfolgenden Stufen verstärkt wird.

Dieses System bietet gewisse Vorteile, z. B. die Möglichkeit, die Sendeleistung später zu erhöhen, sei es durch Zuschaltung weiterer Verstärkerstufen, sei es durch Anwendung stärkerer Kraftröhren in der Endverstärkerstufe.

Der Sender umfasst folgende Hauptteile:
Steuereinheit,

Le poste de radiodiffusion de Beromünster.

Introduction.

La fourniture et l'établissement du poste de Beromünster sont le résultat d'une étroite collaboration entre l'administration des télégraphes et des téléphones suisses, d'une part, et la Société Marconi's Wireless Telegraph Company à Londres, d'autre part. Les caractéristiques de cet émetteur sont les suivantes:

Il peut fournir à l'antenne une puissance non modulée de 60 kW et émettre sur toutes les ondes comprises dans la gamme de 300 à 600 m (1000/500 kilocycles).

La constance de l'onde porteuse est assurée par un maître-oscillateur du système Marconi.

La modulation est exempte de toute distorsion dans la bande de 30 à 10,000 périodes p. s.

L'émetteur est de construction tout à fait moderne et comprend de nombreux dispositifs de découverte récente, que nous décrirons brièvement ci-après.

La fig. 1 donne une vue générale de la station et la fig. 2 montre sa situation géographique.

Description générale de l'équipement.

Le système de modulation employé à Beromünster est connu sous le nom de modulation à faible puissance, où le courant modulateur est introduit dans un étage à faible puissance. L'énergie haute fréquence modulée qui est produite par cet étage est amplifiée ensuite dans les étages suivants. Ce système offre certains avantages, entre autres la possibilité d'augmenter plus tard la puissance, soit en ajoutant des étages d'amplification supplémentaires, soit en utilisant des lampes plus puissantes dans l'étage de sortie.

L'émetteur comprend les principales parties ci-après:

Le modulateur,

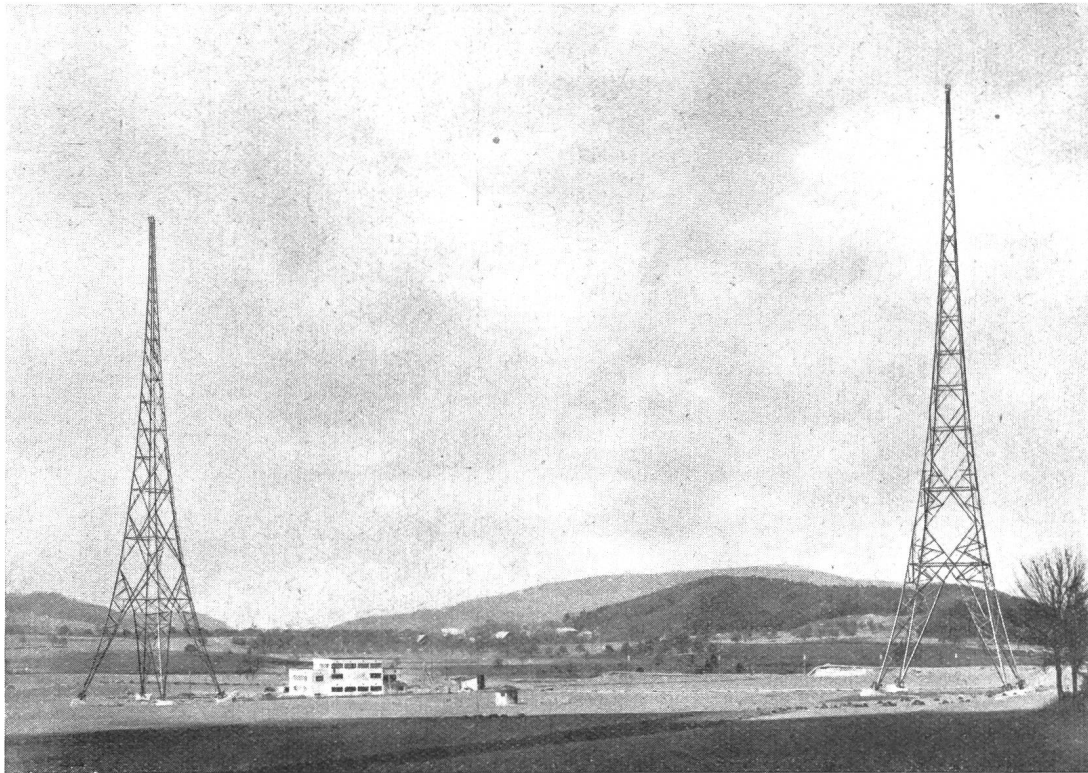


Fig. 1. Gesamtansicht der Sendestation Beromünster. — Vue générale du poste de Beromünster.

Modulationsverstärker,
Zwischenverstärker,
Hauptverstärker,
Hauptschwingungskreis,
Kopplungs- und Antennenabstimmeeinheiten,
Kommandopult.

l'amplificateur de modulation,
l'amplificateur intermédiaire,
l'amplificateur principal,
le circuit d'accord principal,
les unités de couplage et de syntonie de l'antenne,
le pupitre de commande.

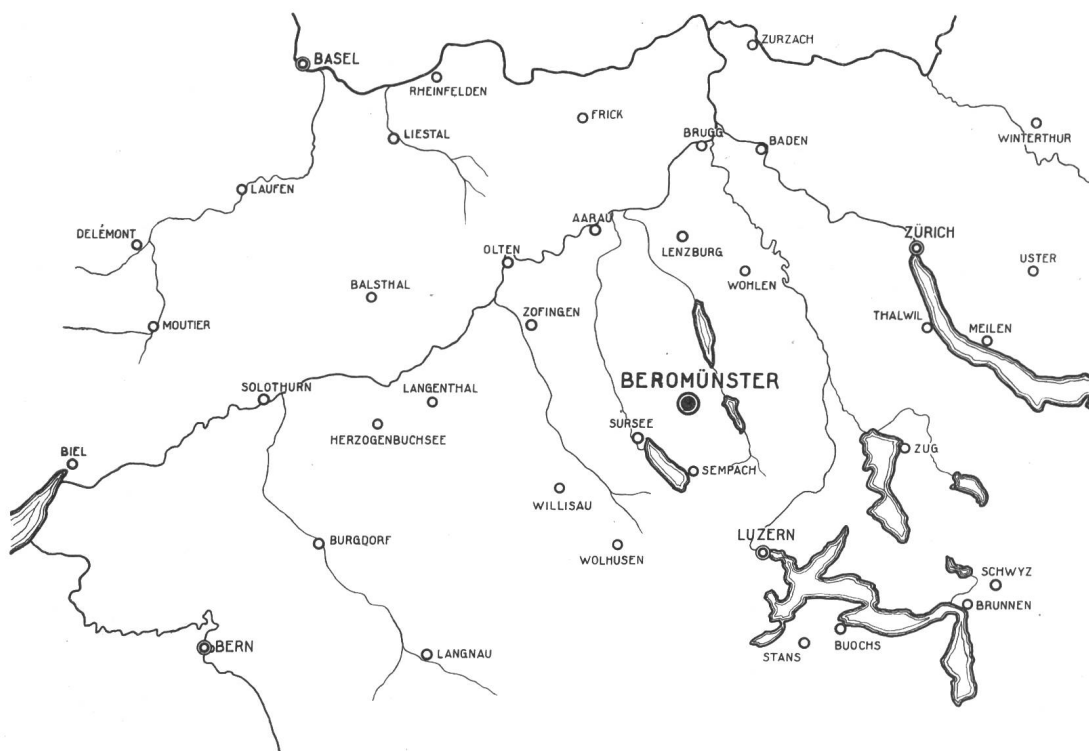


Fig. 2. Geographische Lage der Station. — Situation géographique du poste.

Fig. 3. zeigt die Anordnung der verschiedenen Sendereinheiten. Sie sind einzeln in Kästen aus Hochglanzaluminium untergebracht, die mit Glasfenstern versehen sind.

Die Aufstellung der Einheiten auf einer erhöhten Plattform ist sehr gefällig und schützt die Besucher vor Berührung mit den Anlageteilen, die natürlich während der Sendezeiten unter hoher elektrischer Spannung stehen; ein weiterer Vorteil dieser Aufstellung besteht darin, dass unter den Senderkästen Raum für Wasserröhren, Kabel und Leitungen geschaffen wird.

Quecksilberdampfgleichrichter.

Obschon Quecksilberdampfgleichrichter bei elektrischen Bahnen und Strassenbahnen seit Jahren im Gebrauch sind, verdient die in Münster aufgestellte neueste Ausführung besondere Beachtung.

Erst durch die Zusammenarbeit zwischen der Marconi-Gesellschaft und der schweizerischen Gesellschaft Brown, Boveri & Co. ist es möglich geworden, den Quecksilberdampfgleichrichter auch für besonders hohe Spannungen zu benützen.

Der erste derartige Hochspannungs-Quecksilberdampfgleichrichter wurde in der Großsendestation Raszyn-Warschau in Polen aufgestellt. Die dort erhaltenen Ergebnisse, die seit der Inbetriebsetzung der Station noch verbessert worden sind, waren so günstig, dass sie die schweizerische Telegraphenverwaltung veranlasst haben, dasselbe Gleichrichtersystem auch für ihre grösste Sendestation zu wählen. Dem Maschinenbauer macht die starke Ganzmetallausführung besonderen Eindruck, dem Elektrotechniker der hohe Wirkungsgrad von ungefähr 95%, der tatsächlich als bemerkenswert bezeichnet werden darf.

La fig. 3 nous montre les différentes unités de l'émetteur, qui sont montées isolément dans des cages en aluminium poli et pourvues de fenêtres en verre. La disposition des unités sur des plateformes élevées est très pratique et préserve les visiteurs de contacts avec les parties d'installation qui sont toujours sous de très hautes tensions durant la marche. Un autre avantage de cette disposition réside dans le fait qu'il est possible de loger sous les cages des unités les lampes à circulation d'eau, les câbles et les lignes.

Redresseur à vapeur de mercure.

Bien que les redresseurs à vapeur de mercure soient déjà employés depuis de nombreuses années dans les chemins de fer électriques et les tramways, l'installation de Beromünster, d'un modèle récent, mérite de retenir un peu notre attention.

Ce n'est que par une étroite collaboration entre la Société Marconi et la Société Brown, Boveri & Cie. qu'on est arrivé à utiliser également ce type de redresseur pour de très hautes tensions.

Le premier redresseur à vapeur de mercure pour hautes tensions a été installé à la station polonaise de Raszyn-Varsovie. Les résultats qui y ont été obtenus depuis la mise en service et qui ont encore été améliorés par la suite, ont été si réjouissants que l'administration des télégraphes et des téléphones suisses s'est décidée à adopter ce système pour son poste le plus puissant.

Ce redresseur impressionne le mécanicien par sa construction mécanique solide et l'électricien par son rendement élevé, qui atteint à peu près 95% et qui est vraiment digne d'être relevé.



Fig. 3. Anordnung der Sendereinheiten. — Disposition des unités de l'émetteur.

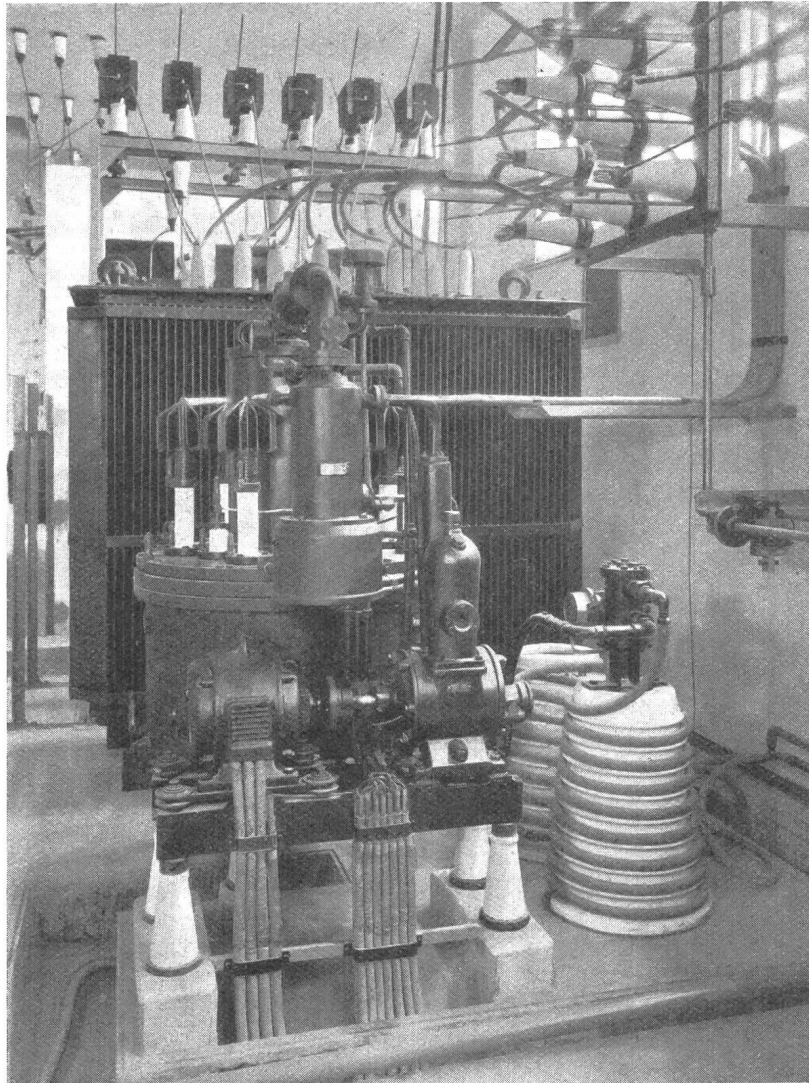


Fig. 4. Der Quecksilberdampfgleichrichter. — Le redresseur à vapeur de mercure.

Fig. 4 zeigt, wie die Forderung nach werkmännischer Ausführung erfüllt ist.

Der Arbeitsvorgang ist folgender: Der vom Netz gelieferte Dreiphasenstrom wird durch einen spannungsregulierenden Transformator und dann durch den Haupttransformator zu dem Sechssphasen-Quecksilberdampfgleichrichter geleitet.

Der erhaltene Gleichstrom wird durch Filterkreise geführt, die die wellige Spannung auf einen Betrag von 0,05% ausglätten.

Die elektrischen Kenngrößen des Gleichrichters sind:

Eingangsspannung 11,500 Volt, Dreiphasenstrom zu 50 Perioden.

Ausgangsspannung regulierbar auf jede Spannung zwischen 5000 und 12,000 Volt Gleichstrom.

Vollast 270 kW bei 12,000 Volt, 22,5 Ampères Gleichstrom.

Fig. 5 zeigt schematisch die Stromkreise der Gleichrichteranlage.

Die Arbeitsweise des Gleichrichters beruht auf der Ventilwirkung eines durch Metaldämpfe gebildeten Lichtbogens im Vakuum. Die Gleichrichterwirkung ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass zwischen

La figure 4 nous donne une idée de la robustesse de cette installation, qui fonctionne de la façon suivante:

Le courant triphasé du réseau est amené au redresseur à vapeur de mercure à 6 phases en passant par un transformateur régulateur de tension et par le transformateur principal.

Le courant redressé obtenu passe par des filtres qui aplatissent les sinuosités résiduelles à 0,05% de leur valeur initiale.

Les constantes de ce redresseur sont les suivantes: Tension d'entrée: 11,500 volts, courant triphasé de 50 périodes, tension de sortie réglable à toutes les tensions entre 5000 et 12,000 volts (courant continu), puissance de 270 kW sous 12,000 volts et 22,5 ampères de courant continu.

La figure 5 nous montre schématiquement les circuits de toute l'installation.

Le fonctionnement du redresseur proprement dit repose sur le principe de l'effet de soupape produit par un arc entretenu à travers des vapeurs métalliques dans le vide. L'effet de soupape est attribué au fait que, entre deux électrodes métalliques isolées l'une de l'autre dans un vide très poussé, un courant ne peut se former dans une direction seulement

zwei metallischen Elektroden, die voneinander isoliert in einem stark evakuierten Raum untergebracht sind, ein Strom nur dann in einer Richtung durchgehen kann (Ventilwirkung), wenn die negative Elektrode oder Kathode zur Hochglut erhitzt wird.

Es werden passende Elektroden verwendet, von denen die eine gezündet wird. Das verdampfte Elektrodenmaterial wird niedergeschlagen und fließt zur Kathode zurück. Wird dieser Apparat an eine Wechselstromquelle angeschlossen, so kann der Strom nur in einer Richtung durchgehen. Das zu verdampfende Elektrodenmaterial ist Quecksilber.

Der Bogen wird zwischen einer Hilfsanode und der Quecksilberkathode angezündet und dann zwischen den sogenannten Hauptanodenpaaren aufrechterhalten. Diese Anoden werden durch einen besonderen Transformator gespeist, dessen Nullpunkt über einen Ohmschen und induktiven Widerstand mit der Kathode verbunden ist.

Der Kathodenfleck, der auf Weissglut erhalten wird, bleibt solange bestehen, als Strom von der Kathode zur Anode fließt.

Der Lichtbogen wird in einem Metallgehäuse erzeugt. Die isolierte Quecksilberkathode befindet sich auf dem Boden des Gehäuses oder Zylinders.

Der Gehäusedeckel trägt gleichzeitig die Anoden. Die Hauptanoden sind in kreisförmiger Anordnung mittels Porzellanhülsen darin eingelassen. Ausser diesen Hauptanoden sind noch zwei kleinere Erregeranoden vorhanden, die, wie bereits erwähnt, die Kathode in erhitztem Zustand erhalten und die durch einen vom Hauptstrom unabhängigen Einphasenwechselstromkreis gespeist werden.

Der Oberteil des Gleichrichters kann samt der Anodenplatte abgehoben werden, wenn eine Inneninspektion vorgenommen werden soll. Das Gehäuse ist von einem Kühlmantel umgeben.

Für die Wasserzirkulation ist eine Pumpe mit den nötigen Röhren und Zubehördeteilen vorgesehen. Die Kühlwasserzufuhr wird durch die vom Gleichrichter abzugebende Leistung bestimmt.

Die Temperatur der Anodenplatte kann an einem Thermometer abgelesen werden, das durch eine Oeffnung der Platte hindurchgeführt ist und über diese hinausragt.

Um das Vakuum im Gehäuse aufrecht zu erhalten, ist unmittelbar auf der Anodenplatte eine Quecksilberluftpumpe und auf einer isolierten Grundplatte eine Oelluftpumpe mit Motorantrieb angebracht. Diese Pumpen werden automatisch gesteuert; der Grad der Luftverdünnung wird durch eine elektrische Vorrichtung angezeigt.

Die In- und Ausserbetriebsetzung des Gleichrichters ist einfach und wird von einer entfernten Schalttafel aus vorgenommen. Zündung und Erregung des Gleichrichters erfolgen zwangsläufig mit der Ingangsetzung der Wasserkühlung.

que lorsque l'électrode négative ou cathode est chauffée à blanc.

On utilise à cet effet des électrodes spéciales, dont l'une est dotée d'un dispositif d'allumage. Les particules d'électrodes vaporisées sont précipitées et retournent à la cathode. Si un tel appareil est relié à une source de courant alternatif, ce dernier ne pourra circuler que dans une direction. L'arc est

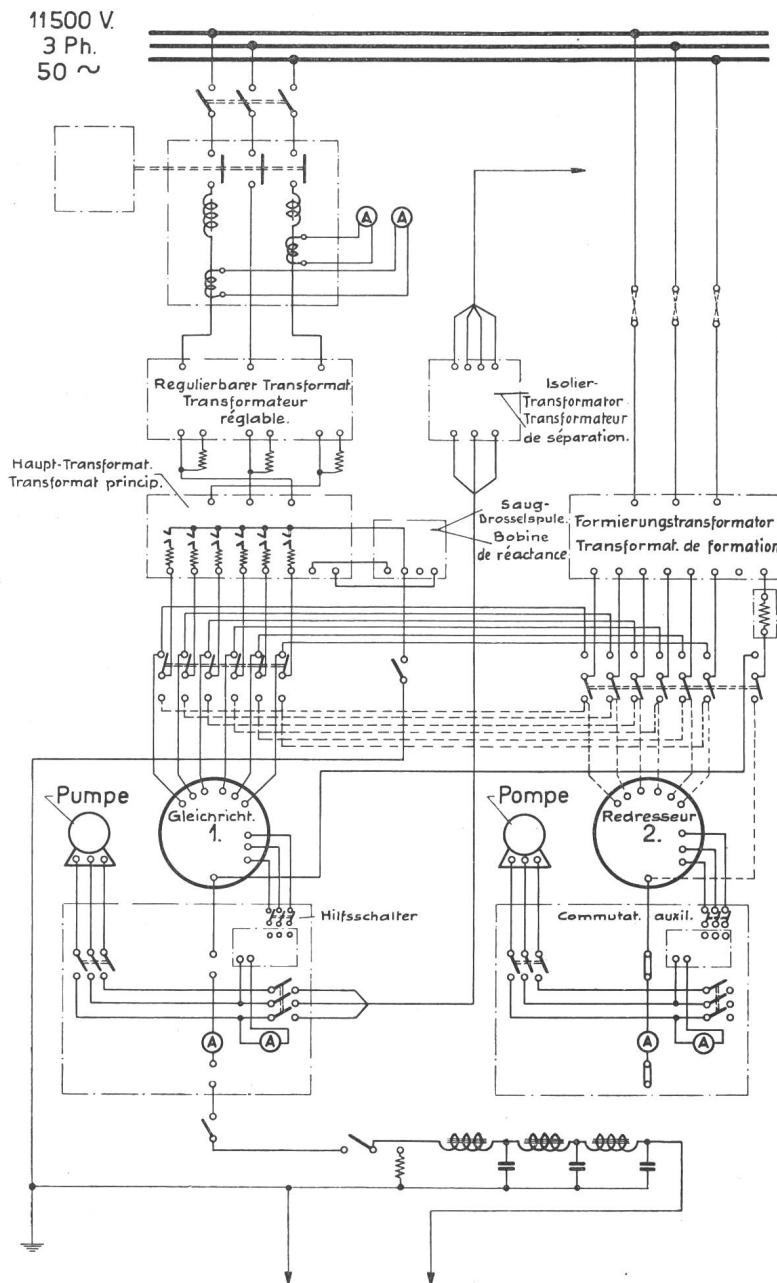


Fig. 5. Stromkreise der Gleichrichteranlage. — Schéma du redresseur.

amorcé entre une anode auxiliaire et la cathode de mercure. Il est ensuite entretenu entre les deux groupes d'anodes, qui sont alimentées par un transformateur spécial, dont le point milieu est relié à la cathode à travers une résistance ohmique et inductive. Le point d'attaque qui est maintenu à l'état d'incandescence reste amorcé aussi longtemps qu'il circule du courant de la cathode à l'anode.

L'arc est produit dans un récipient métallique et

Die Austrittsspannung wird mit Hilfe eines in Oel getauchten Fernschalters reguliert, der mit zahlreichen Abzweigungen eines in die primäre Zuleitung zum Bogen gelegten Transformators verbunden ist. Die Anordnung ermöglicht es, die Austrittsspannung vom halben zum vollen Wert schrittweise zu regulieren.

Steuereinheit.

Steueroszillator für Frequenzbeständigkeit. Die Steuereinheit zur Aufrechterhaltung der Frequenzbeständigkeit befindet sich in einem Aluminiumgehäuse.

Die Steueroszillatorröhre mit ihren massiven Abstimmungspulen und Kondensatoren ist in einer wärmeisolierten Kammer eingeschlossen. Die Temperatur der Kammer wird durch einen automatischen Thermostaten und ein in Verbindung mit Heizlampen arbeitendes Relais in engen Grenzen konstant gehalten.

Der Steueroszillator arbeitet mit der Hälfte der gewünschten Frequenz und wird zum Antrieb des Frequenzdopplers benutzt, der aus einer abgeschirmten Gitterröhre und den nötigen Hochfrequenzkreisen für harmonische Abstimmung der erforderlichen festen Frequenzen besteht.

Der erste und der zweite Brückenisolatorstromkreis umfassen zwei in Kaskade geschaltete Stufen mit genau ausgeglichenen Brückenverstärkerkreisen, deren Anordnung eine Rückwirkung auf den Antrieb verhindert.

Die zweite Brücke enthält vier Röhren Typ L. S. 5 und gibt genug Leistung ab, um die nächste Verstärkerstufe zu betätigen.

Die Steueroszillatorkreise werden von Akkumulatorbatterien gespiesen.

Modulationsverstärker.

Hochfrequenzverstärker. Der Hochfrequenzverstärkerkreis besteht aus einer Röhre vom Typ DET. 2, die in einem abgeschirmten Kasten völlig isoliert untergebracht ist, und den nötigen Apparaten zur Hochfrequenzverstärkung der vom Steueroszillator abgegebenen Energie.

Der Heizstrom für die Röhre wird der 25 Volt Gleichstromquelle entnommen, während die Anode von der Umformergruppe für Hochspannungs-Gleichstrom gespiesen wird, die auch die Anodenspannung für die nächste Stufe liefert. Die Hochfrequenzverstärkerstufe ist durch eine veränderliche Kopplung mit der folgenden Zwischeneinheit induktiv gekoppelt.

Zwischeneinheit. Die Zwischeneinheit besteht aus einer Röhre Typ DEM. 2, die in einem abgeschirmten Kasten eingebaut ist, sowie den nötigen Hochfrequenz-Drosselpulen, Kondensatoren und Messinstrumenten. Der Heizstrom wird von der Heizstrommaschine geliefert.

Der Stromkreis ist neutralisiert, und die Röhre hat negative Gittervorspannung, so dass kein Gitterstrom fließen kann. Damit wird bezweckt, die Belastung unveränderlich zu erhalten und jede Rückwirkung aus den folgenden Modulationsstufen vollständig zu verhüten.

Die Zwischeneinheit ist mit der folgenden Stufe (Modulationsverstärker) über eine an die Anodenabstimmungspule geführte veränderliche Verbindung direkt gekoppelt.

la cathode à mercure, qui est isolée, se trouve sur le fond de ce récipient ou cylindre. Le couvercle de ce récipient porte en même temps les anodes. Les anodes principales y sont ordonnées en forme de cercle et maintenues par des douilles en porcelaine. Outre ces anodes principales, on y trouve encore les deux anodes auxiliaires, qui, comme nous l'avons déjà dit, maintiennent les cathodes à la température voulue. Celles-ci sont alimentées par un circuit alternatif monophasé indépendant du circuit d'alimentation principal.

La partie supérieure du redresseur, y compris le plateau des anodes, peut être enlevée lorsqu'on veut faire une inspection intérieure. Le récipient est entouré d'une calotte refroidissante.

Pour le refroidissement, il est prévu une pompe avec les tuyaux et les accessoires. La quantité d'eau nécessaire pour le refroidissement dépend du travail que doivent fournir les anodes.

La température du plateau des anodes est indiquée par un thermomètre qui est introduit par une ouverture pratiquée dans le plateau qu'il dépasse légèrement. Pour maintenir le vide à l'intérieur du récipient, on a prévu, immédiatement au-dessus du plateau des anodes, une pompe à vapeur de mercure et, sur un plateau isolé, une pompe à huile actionnée par un moteur. Ces pompes sont actionnées automatiquement. Le degré de raréfaction est indiqué par un dispositif électrique.

La mise en service et hors service du redresseur est très simple et peut se faire à distance à partir du tableau. L'allumage et l'excitation du redresseur se font automatiquement lors de la mise en marche du dispositif de refroidissement.

La tension de sortie est réglée à l'aide d'un commutateur à distance, qui baigne dans l'huile. Ce commutateur est relié à différentes prises d'un transformateur branché dans la conduite primaire de l'arc. Cet arrangement permet de faire varier graduellement la tension de sortie de sa demi-valeur à sa valeur maximum.

Maître-oscillateur.

Le maître-oscillateur, qui sert à maintenir la fréquence constante, se trouve dans un récipient en aluminium.

La lampe du maître-oscillateur avec ses bobines d'accord massives et ses condensateurs est enfermée dans une chambre à l'abri des variations de température. La température de cette chambre est maintenue sensiblement constante par un thermostat automatique, complété par des lampes de chauffage actionnées par un relais.

Le maître-oscillateur travaille sur la moitié de la fréquence désirée et sert à alimenter le doubleur de fréquence, qui comprend une lampe à grille-écran ainsi que les circuits à haute fréquence nécessaires pour produire les harmoniques de la fréquence fixe.

Le premier et le second circuit de découplage comprennent deux étages à commande avec pont bien neutralisé, de sorte qu'aucune réaction ne se produit sur le circuit précédent.

Le second pont est équipé de quatre lampes type L. S. 5 et fournit la puissance nécessaire pour alimenter l'étage amplificateur suivant.

Modulationsverstärker. Der Modulationsverstärker besteht aus einer Röhre Typ DET. 3, die in einem abgeschirmten Kasten untergebracht ist, sowie den nötigen Hochfrequenzdrosselspulen, Kondensatoren und Messinstrumenten. Die Anodenspannung wird der Gleichstromquelle zu 3000 Volt entnommen, während der Heizstrom von der Heizstrommaschine geliefert wird. Der Stromkreis ist neutralisiert, und die Anodenspeisung ist zum Zwecke der Modulation über eine Eisendrossel geführt.

Der Modulationsverstärker ist mit der folgenden Stufe (Zwischenverstärker) über veränderliche, durch regulierbare Kondensatoren abgestimmte Kopplungsspulen induktiv gekoppelt.

Modulator und Hilfsmodulator.

Der Modulator und der Hilfsmodulator bestehen aus einer Röhre Typ M. T. 9 L und einer Röhre Typ DET. 2, die in einem abgeschirmten Kasten aufgestellt sind, sowie aus Kopplungswiderständen, Kondensatoren und den nötigen Messinstrumenten. Beide Röhren werden von der Hochspannungsgleichstrommaschine gespiesen. Der Strom für die Glühkathoden des Modulators (M. T. 9 L) und des Hilfsmodulators (DET. 2) wird der Heizstrommaschine entnommen.

Der Modulator ist über Widerstände und Kondensatoren mit dem Hilfsmodulator gekoppelt und dieser über Transformatoren mit der letzten Sprachverstärkerstufe. Diese Stufe ist so ausgebildet, dass der Modulationsverstärker schon voll moduliert ist, bevor der Gitterstrom im Modulator seinen normalen Wert erreicht hat.

Ersatzröhrenhalter. Es sind Ersatzröhrenhalter vorgesehen, damit beim Auftreten einer Störung eine Reserveröhre in den Stromkreis eingeschaltet werden kann.

Zwischenverstärkereinheit.

Der Zwischenverstärker besteht aus zwei wassergekühlten Röhren, die in einen abgeschirmten Aluminiumrahmen eingesetzt sind und durch Hochfrequenzdrosselspulen, Kondensatoren, Wasserkühlapparate und Messinstrumente ergänzt werden. Die Glühfäden der Röhren erhalten den Heizstrom aus der Heizstrommaschine; die Anodenspannung wird dem Hauptgleichrichter entnommen und beträgt ungefähr 10,000—12,000 Volt. Der Stromkreis ist neutralisiert; infolge der hohen negativen Gittervorspannung erheischt der Modulationsverstärker zum Betrieb dieser Stufe verhältnismässig wenig Energie.

Da zwei Ersatzröhrenhalter vorgesehen sind, kann auf beiden Seiten des Brückengleichgewichtes eine Reserveröhre in den Stromkreis eingeschaltet werden, wenn die Betriebsröhre versagt.

Der Zwischenverstärker ist mit der folgenden Stufe (Hauptverstärker) über veränderliche Kopplungskondensatoren verbunden und wird mit veränderlichen Drosselspulen abgestimmt.

Hauptverstärkereinheit.

Der Hauptverstärker besteht aus zwei abgeschirmten Rahmenwerken, von denen jedes 8 wassergekühlte Anodenröhren Typ CAT. 6 sowie Wasserkühlapparate und die nötigen Messinstrumente enthält. Ein Ersatzröhrenhalter mit Hochfrequenz-

Le maître-oscillateur est alimenté par des batteries d'accumulateurs.

Amplificateur de modulation.

Amplificateur haute fréquence. Le circuit d'amplification à haute fréquence comprend une lampe type DET. 2, qui est logée dans une boîte blindée où se trouvent également les appareils nécessaires à l'amplification de l'énergie fournie par le maître-oscillateur.

Le courant de chauffage pour la lampe est pris sur la source de 25 volts continu, alors que le courant anodique est fourni par le groupe convertisseur, qui donne aussi le courant anodique pour l'étage suivant. L'étage d'amplification à haute fréquence est couplé à l'étage intermédiaire suivant par un couplage variable.

Étage intermédiaire. L'étage intermédiaire est équipé d'une lampe type DEM. 2, montée dans une boîte blindée où sont également logés les bobines de choc haute fréquence, les condensateurs et les instruments de mesure nécessaires. Le courant de chauffage est fourni par la dynamo de chauffage.

Le circuit est neutralisé et la lampe reçoit une tension de grille négative, de sorte qu'aucun courant de grille ne peut prendre naissance. Grâce à cette disposition, la charge reste constante et aucune réaction de l'étage suivant ne peut se produire sur l'étage précédent.

L'étage intermédiaire est couplé directement à l'étage suivant (amplificateur de modulation) par l'intermédiaire d'une prise variable faite sur la bobine d'accord du circuit anodique.

Amplificateur de modulation. L'amplificateur de modulation comporte une lampe du type DET. 3, logée dans une boîte sous écran où se trouvent également les selfs, condensateurs et instruments nécessaires. Le courant anodique est fourni par la source de courant continu de 3000 volts, alors que le courant de chauffage est pris à la dynamo de chauffage.

Le circuit est neutralisé et, en vue de la modulation, la source de courant anodique est conduite à travers une inductance à noyau de fer.

L'amplificateur de modulation est couplé inductivement à l'étage suivant (amplificateur intermédiaire) par des bobines de couplage accordées à l'aide de condensateurs variables.

Modulateur et sous-modulateur.

Le modulateur et le sous-modulateur comportent l'un une lampe type MT. 9 L et l'autre une lampe type DET. 2, qui sont logées dans des boîtes sous écran, ainsi que les résistances de couplage, condensateurs et instruments nécessaires. Les deux lampes sont alimentées par la dynamo à haute tension. Le courant de chauffage pour les cathodes du modulateur et du sous-modulateur est pris à la dynamo de chauffage. Le modulateur est couplé au sous-modulateur par des condensateurs et des résistances, et le sous-modulateur par des transformateurs aux étages d'amplification à basse fréquence. Cet étage fonctionne de telle façon que l'amplificateur de modulation est déjà modulé en plein avant que le courant de grille dans le modulateur ait atteint sa valeur normale.

schalter ist in jedem Feld vorgesehen, so dass eine Reserveröhre eingesetzt werden kann.

Der Heizstrom wird von der Heizstrommaschine geliefert, während die Anodenspannung vom Hauptgleichrichteranschluss abgenommen wird bei einer Spannung von ungefähr 11,500 Volt; für die Gittervorspannung ist eine Umformergruppe vorgesehen. Den Gitter- und Anodenkreisen dieses Verstärkers sind Modulationsanzeiger zugeordnet.

Der Scheitelspannungsmesser besteht aus einer Gleichrichterröhre zu zwei Elektroden, die mit einem Blockkondensator in Reihe geschaltet sind, an dessen Klemmen die zu messende Scheitelspannung angelegt wird. Parallel zum Anodenkreis der Gleichrichterröhre ist ein Drehspul-Milliamperemeter in Reihe mit einem hohen Widerstand eingeschaltet. Der Widerstand ist so bemessen, dass das Milliampèremeter geeicht werden kann, und dann Anschluss gibt über die Spannung an der Gleichrichterröhre und daher auch über die Scheitelspannung zwischen den Klemmen, an denen der Apparat liegt.

Aus dem Verhältnis der Angaben des Scheitelspannungsmessers bei moduliertem und unmoduliertem Sender lässt sich dessen Modulation bestimmen.

Hochfrequenzkreise.

Der geschlossene Schwingungskreis des Hauptverstärkers enthält eine Induktivität aus Kupferrohr, zwei Hochspannungs-Luftkondensatoren und zwei Abstimmungs-Oelkondensatoren. Um jede Einwirkung auf die vorangehenden Stromkreise abzuhalten, war es unerlässlich, diesen Teil der Ausrüstung vollständig in einen Kasten einzuschliessen.

Von der Kopplungswindung zweigt eine Energieleitung ab, welche die modulierte Hochfrequenz den in einem Häuschen unter der Antenne befindlichen Antennenkopplungskreisen zuführt.

Wo die Speiseleitungen den Senderraum durchqueren, sind sie durch Kupferröhren abgeschirmt.

Im Antennen-Kopplungshäuschen befinden sich die Antennenabstimmspule, die Kondensatoren und die Kopplungsspule, die dazu dienen, die Antenne auf die Betriebswellenlänge abzustimmen und sie mit der Energieleitung zu verbinden.

Kommandopult. Die zentrale Steuerung des Senders ist stark ausgebaut. Der am Steuerpult sitzende diensttuende Beamte kann von seinem Platze aus die Sendeeinrichtungen betätigen und steuern und den Betrieb des ganzen Senders überwachen.

Vorne sind alle erforderlichen Messinstrumente eingebaut. Sie ermöglichen die einwandfreie Regulierung der Hauptstromkreise.

Die Lampen und Hörsignale zeigen an, ob die Steuerkreise richtig geschlossen sind oder nicht. Druckknöpfe ermöglichen die Betätigung der verschiedenen automatischen Ausschalter.

Diese Einheit besteht aus poliertem Aluminium und hat die Form eines Schreibpultes.

Das Antennensystem.

Die Antenne, eine T-Antenne, hängt an zwei 125 m hohen, isoliert aufgestellten Stahlgittermasten, die 200 m auseinander stehen. Unmittelbar unter der Antennenherabführung steht das Kopplungshäuschen mit den Antennenabstimm- und Kopplungseinheiten.

Support des lampes de réserve. Pour pouvoir intercaler une lampe de réserve en cas de dérangement, on a prévu des supports de lampes de réserve.

Amplificateur intermédiaire.

L'amplificateur intermédiaire se compose de deux lampes à refroidissement d'eau, fixées sur un cadre d'aluminium sous écran. Il est complété par les bobines à haute fréquence, condensateurs, appareils à refroidissement et instruments de mesure. Les filaments des lampes sont alimentés par la dynamo de chauffage et les anodes par le redresseur principal, dont la tension peut varier de 10,000 à 12,000 volts. Le circuit est neutralisé. Du fait de la tension négative élevée, l'amplificateur de modulation consomme relativement peu d'énergie.

Comme on a prévu deux socles de réserve, on peut, en cas d'interruption d'une des lampes, rétablir l'équilibre du pont en intercalant la lampe de réserve.

L'amplificateur intermédiaire est relié à l'étage suivant (amplificateur principal) au moyen de condensateurs variables. Il est syntonisé par des bobines de self variables.

Amplificateur principal.

L'amplificateur principal comprend deux cadres sous écran, dont chacun contient 8 lampes avec anodes refroidies à l'eau (type CAT. 6) ainsi que les appareils de refroidissement et les instruments nécessaires. Dans chaque baie, on a prévu un socle de réserve avec commutateur à haute fréquence, qui permet la mise en service d'une lampe de réserve.

Le courant de chauffage est fourni par la dynamo de chauffage, alors que la tension anodique provient du redresseur principal, qui donne une tension d'environ 11,500 volts. Pour la tension de grille, on emploie un groupe convertisseur. Les circuits de grille et de plaque de cet amplificateur sont équipés d'instruments permettant de mesurer la modulation. Le dispositif pour mesurer les amplitudes de tension se compose d'une lampe de redressement à deux électrodes, qui sont reliées en série avec un condensateur aux bornes duquel est appliquée la tension d'amplitude à mesurer. Un milliampèremètre à bobine mobile, en série avec une forte résistance, est branché en parallèle dans le circuit anodique de la lampe redresseuse. La résistance est calculée de façon que le milliampèremètre puisse être étalonné et donner des indications sur la tension à la lampe redresseuse et, par là, sur la tension d'amplitude entre les bornes auxquelles est branché l'appareil. Le rapport entre les indications fournies par l'appareil servant à mesurer la tension d'amplitude avec modulation et sans modulation permet de déterminer le degré de la modulation.

Circuits à haute fréquence.

Le circuit oscillant fermé de l'amplificateur principal comprend une inductance en tuyau de cuivre, deux condensateurs à air pour haute tension et deux condensateurs réglables à huile. Pour empêcher des réactions sur l'étage précédent, cette partie de l'installation a été mise complètement sous écran. A

Zur Verhütung von Verlusten sind die Türme vom Boden isoliert; die Sendestation ist vom Antennensystem künstlich weggerückt durch Verwendung einer aperiodischen Speiseleitung mit geringem Verlust und unbedeutender Strahlung.

Mit Rücksicht auf die in dieser Gegend zahlreich auftretenden Gewitter sind am Fusse der Türme und beim Eintritt der Antenne in das Kopplungshäuschen besondere Blitzschutzvorrichtungen angebracht worden.

Das Erdungssystem.

Es besteht aus Metallplatten, die in zwei konzentrischen Kreisen senkrecht im Boden eingegraben sind. Die beiden Plattenringe sind durch isolierte Drähte mit der Haupterdklemme im Antennenkopplungshäuschen verbunden.

Das Erdungssystem ist sodann unter der Antenne radial erweitert, indem eine grosse Zahl Kupferdrähte eingegraben sind, die sich praktisch über das ganze Gelände ausdehnen.

Die wichtigsten elektrischen Kenngrössen des Antennensystems sind:

Kapazität 0,0007 Mf.

Eigenschwingung 720 m.

Effektiver Widerstand für die Betriebswellenlänge
459 m = 50,4 Ω .

Stromlieferungsanlage, Umformergruppen und Schaltanlage.

Die elektrische Energie zum Betrieb der Sendestation, Dreiphasenstrom zu 50 Perioden und ungefähr 11,500 Volt, wird auf 380 Volt heruntertransformiert, also auf die Spannung, die für die Umformergruppen und Hilfsstromkreise benötigt wird. Der Hauptgleichrichter wird mit 11,500 Volt gespeist. Der für die Speisung der Hauptverstärker benötigte hochgespannte Gleichstrom wird von dem bereits beschriebenen Quecksilberdampfgleichrichter Brown Boveri geliefert.

Die Kammern des Quecksilberdampfgleichrichters sind doppelt vorhanden und können abwechselungsweise eingeschaltet werden.

Sechs Umformergruppen, von denen drei als Reserve dienen, liefern den Gleichstrom für die Heizung der Glühfäden der Kraftröhren, für die negative Gitterspeisung und für die Anoden der modulierten Verstärkerstufen.

Eine vollständig in Metall eingebaute Schalttafel dient zur Steuerung der verschiedenen Maschinen und Hilfsstromkreise, mit Ausnahme der Stromkreise der Akkumulatorenatterie, die von einer andern, im Senderaum aufgestellten Schalttafel aus gesteuert werden.

Bei voller Leistung benötigt der Sender an elektrischer Energie insgesamt ungefähr 260 kW.

Elektrische Kenngrössen der Anlage:

Lichtbogengleichrichter, abgegebene Gleichstromleistung 270 kW 12,000 Volt.

Heizstromumformer 1200 Amp. 10/25 Volt.

Erregung 110 Volt.

Umformergruppe für negative Gittervorspannung:

0,5 Amp. 1500/2500 V.

0,5 Amp. 350/500 V.

4,0 Amp. 200/300 V.

partir de la spire de couplage bifurque une ligne d'énergie, qui conduit le courant haute fréquence modulé au circuit de couplage se trouvant dans la guérite sous l'antenne. Là où la ligne d'énergie traverse les locaux de l'émetteur, on l'a entourée de tuyaux en cuivre.

Dans la guérite de couplage, on trouve les bobines d'accord d'antenne, les condensateurs et les bobines de couplage qui servent à syntoniser l'antenne sur la longueur d'onde voulue et à la relier à la ligne d'énergie.

Pupitre de commande. La commande centrale du poste est très généralisée. L'agent assis devant le pupitre de commande peut, sans se déplacer, mettre en marche les installations émettrices, les régler et surveiller le fonctionnement de toute l'installation. A l'avant sont montés tous les instruments de mesure, qui permettent de régler correctement les circuits principaux.

Les lampes et signaux acoustiques indiquent si tous les circuits de commande sont bien fermés. Les boutons servent à actionner les différents commutateurs automatiques. Cette unité est en aluminium poli et a la forme d'un pupitre.

Le système d'antenne.

L'antenne, en forme de T, est suspendue à deux pylônes d'acier, isolés, hauts de 125 mètres et distants de 200 mètres l'un de l'autre. Immédiatement au-dessous de la descente d'antenne se trouve la guérite de couplage avec les dispositifs d'accord et de couplage.

Pour éviter des pertes, les pylônes ont été isolés du sol. La station émettrice se trouve à une certaine distance de l'antenne, à laquelle elle est reliée par une ligne d'alimentation aperiodique à faible perte et à radiation insignifiante.

Vu les orages fréquents dans la région, on a prévu des dispositifs de protection spéciaux aux pieds des pylônes et à l'entrée de l'antenne dans la guérite de couplage.

Le réseau de terre.

Le réseau de terre se compose de plaques métalliques disposées de manière à former deux concentrations concentriques, enfouies perpendiculairement dans le sol et reliées à la borne principale de terre de la guérite par l'intermédiaire de fils isolés. Ce réseau de terre est ensuite étendu dans le sens radial par un grand nombre de fils de cuivre, qui sont répandus presque sur tout le terrain.

Les principales caractéristiques de l'antenne sont les suivantes:

capacité 0,0007 Mf.,

fréquence propre 720 mètres,

résistance effective pour l'onde de service de
459 m = 50,4 Ω .

Installation d'énergie.

Groupes convertisseurs et tableaux.

L'énergie électrique servant à l'exploitation de la station, courant triphasé de 50 périodes sous une tension d'environ 11,500 volts, est transformée à 380 volts, c'est-à-dire à la tension pouvant être appliquée aux groupes convertisseurs et aux circuits auxiliaires. Le redresseur principal est alimenté par

Umformergruppe für Modulationsverstärker:
0,5 Amp. 2500/3000 V.
Erregung 110 Volt.

Wasserkühlungsradiatoren, einzeln, Kühlleistung
zirka 150 kW.

Wasserkühlung.

Figur 6 zeigt, wie das Wasser, nachdem es durch die Röhrenmängel geflossen ist, gekühlt wird. Folgendes sind die Grundzüge der Einrichtung:

a) Geschlossenes Kreislaufsystem. Bei diesem Verfahren fließt ständig dasselbe Wasser durch die Röhrenmängel. Das heiße Wasser, das von

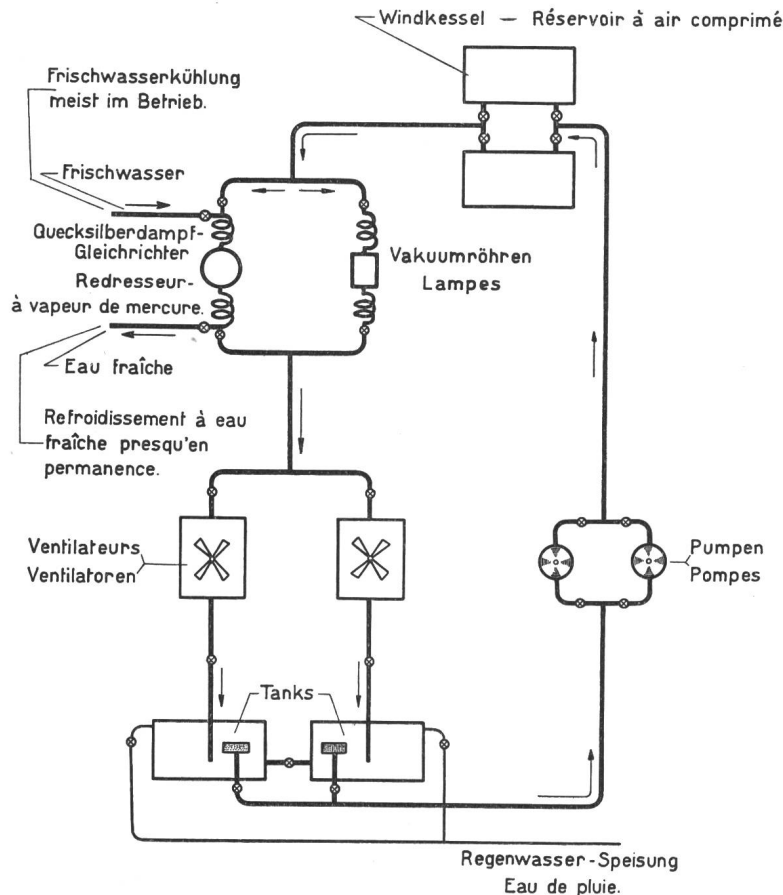


Fig. 6. Wasserkühlung. — Système de refroidissement.

den Röhren herkommt, fließt durch Kühlröhren, die durch einen Ventilator gekühlt werden. Infolge der Verwendung eines Kreislaufsystems kann zur Kühlung der Röhren reines Wasser von hohem elektrischem Widerstand benutzt werden.

b) Verwendung von Windkesseln. Dieses Verfahren ergibt eine gute Konstanz des Wasserdruckes an den Senderöhren, ohne dass die Errichtung von hochgelegenen Behältern nötig wird. Da ausserdem die ganze Kühlanlage im Keller angebracht werden kann, ist es auch leichter, der Gefriergefahr zu begegnen. Der Wasserdruck nach den Röhren lässt sich so regeln, dass allen Anforderungen Genüge geleistet werden kann. Ein halbautomatisches Kontrollsystem ermöglicht es, die Röhrenmängel fortwährend und sicher mit Kühlwasser zu speisen und

du courant de 11,500 volts. Le courant continu à haute tension nécessaire pour actionner l'amplificateur principal est fourni par le redresseur à haute tension Brown-Boveri, dont nous avons déjà parlé précédemment.

Les chambres du redresseur à vapeur de mercure sont à double et peuvent être intercalées à volonté.

Six groupes convertisseurs, dont trois sont prévus comme réserve, fournissent le courant continu pour le chauffage des filaments des lampes de puissance, pour la tension négative de grille et pour le courant anodique des étages d'amplification modulés.

Un tableau monté sur métal sert à la commande des différentes machines et circuits auxiliaires, à l'exception des circuits des batteries d'accumulateurs, qui sont commandés depuis un autre tableau se trouvant dans la salle des machines.

A pleine charge, l'émetteur consomme environ 260 kW.

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes:

Redresseur à arc, puissance continue fournie 270 kW, 12,000 volts.

Convertisseur pour courant de chauffage, 1200 ampères, 10/25 volts, excitation 110 volts.

Groupe convertisseur pour la tension négative de grille,
0,5 amp. 1500/2500 volts,
0,5 amp. 350/500 volts,
4,0 amp. 200/300 volts.

Groupe convertisseur pour l'amplificateur de modulation
0,5 amp. 2500/3000 volts,
excitation 110 volts.

Radiateur de refroidissement, puissance 150 kW environ par unité.

Système de refroidissement.

Le système employé pour le refroidissement de l'eau ayant passé par les lampes nous est montré sur la figure 6.

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes:

a) *Circuit fermé.* De cette façon, la même eau circule constamment dans le récipient enveloppant la lampe. L'eau chaude qui vient des lampes traverse des serpentins refroidis par un ventilateur. Grâce à ce système, on peut utiliser de l'eau pure ayant un degré d'isolation élevé.

b) *Emploi de réservoirs à air comprimé.* Ce procédé nous donne une grande constance de la pression de l'eau aux lampes émettrices, sans qu'il soit nécessaire d'établir des réservoirs surélevés. D'autre part, comme toute l'installation de refroidissement peut être logée à la cave, elle se trouve moins exposée au danger du gel. La pression après les lampes peut être réglée de façon à répondre à toutes les exigences. Grâce à un système de contrôle semi-automatique, les récipients d'eau sont toujours

dabei Temperatur, Druck und Volumen einzuhalten.

Die Wasserkühlanlage ist doppelt vorhanden, und das Fassungsvermögen ist so gross, dass normalerweise nur die eine der beiden Anlagen benötigt wird.

Allgemeine Anordnung der Anlage.

Fig. 7 zeigt die Anordnung der Anlage im Erdgeschoss des Sendegebüdes.

Die Kühler Q sind von einer Schranke umgeben. Die frische Luft kommt von rechts herein, wird durch die Kühler getrieben und dann wieder abgesehen. Links sind die zwei Paare Windkessel zu sehen, von denen jeder 900 Liter fasst.

Die zwei Pumpen O sind über den miteinander verbundenen Regenwassertanks angebracht.

Links befinden sich die *Hochspannungsabschrankung* und die Zellen der Stromlieferungsanlage T, der Reguliertransformator U für die *Gleichrichterleistung*, der Transformator V und auf der Längsseite ein Doppelsatz Quecksilberdampfgleichrichter W mit den nötigen Hilfsapparaten wie Isolierspulen, Öl- und Quecksilberluftpumpen und Heizungs- transformatoren.

Am andern Ende der Abschrankung sind die Schalttafeln Y für hochgespannten Gleichstrom und dahinter die Hochspannungskondensatoren und Drosselspulen des Abflachungsstromkreises N für den gleichgerichteten Wechselstrom. Auf der rechten Seite befindet sich der Behälter R zum Auffangen des Regenwassers.

Fig. 8 zeigt die Gruppierung der Anlage im ersten Stock.

Die Hauptschalttafel A ist in die Mauer zwischen Sende- und Maschinenraum eingebaut. Die ebenfalls eingebaute Ganzmetall-Batterieschalttafel B

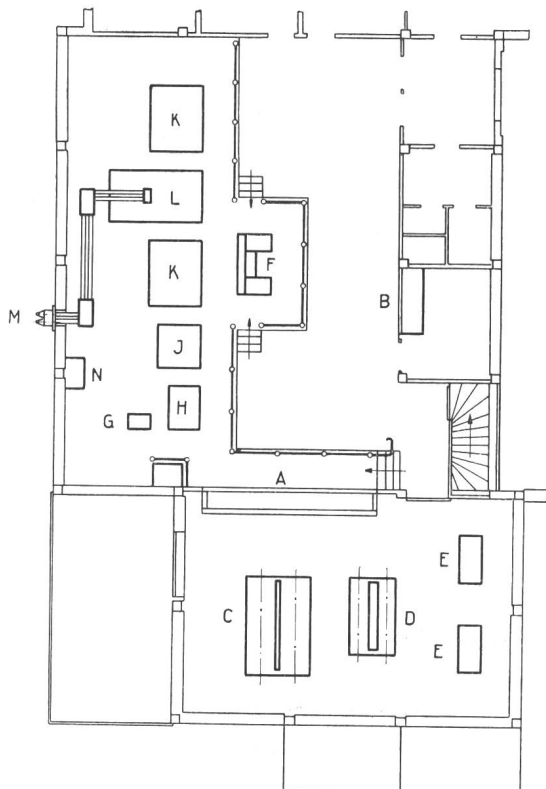


Fig. 8. Aufstellungsplan I. Stock. — Installations du 1er étage.

alimentés d'eau refroidie, ce qui permet de maintenir à la valeur voulue la température, la pression et le volume.

L'installation de refroidissement d'eau est établie à double. Sa capacité est telle que, normalement, une seule suffise aux besoins du service.

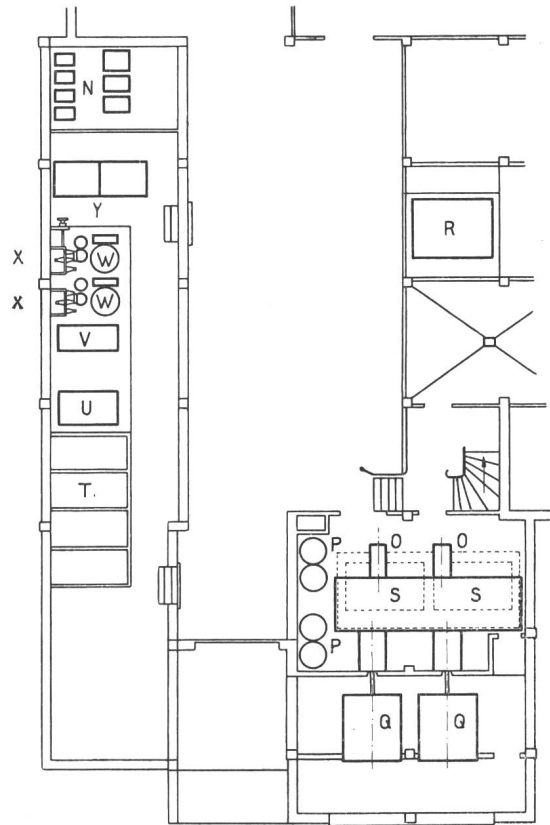


Fig. 7. Aufstellungsplan Erdgeschoss.
Installations du rez-de-chaussée.

Disposition générale de l'installation.

La figure 7 nous montre la disposition de l'installation au rez-de-chaussée du bâtiment. Les refroidisseurs Q sont entourés d'une barrière. L'air frais entre à droite, est chassé dans le refroidisseur et ressort ensuite. A gauche, nous trouvons les réservoirs à air comprimé, dont chacun a une capacité de 900 litres.

Les deux pompes O sont placées sur les deux réservoirs d'eau de pluie, qui sont communicants.

A gauche se trouvent les barrières et les cellules de l'installation d'énergie T, le transformateur réglable U, le transformateur de puissance V et, du côté longitudinal, une paire de redresseurs à vapeur de mercure W avec les appareils auxiliaires tels que bobines isolées, pompes à huile et à vapeur de mercure et transformateurs de chauffage.

A l'autre extrémité de la barrière, nous voyons les tableaux Y pour le courant continu à haute tension et, derrière eux, les condensateurs à haute tension ainsi que les bobines de choc du circuit N servant à aplanir le courant alternatif redressé. A

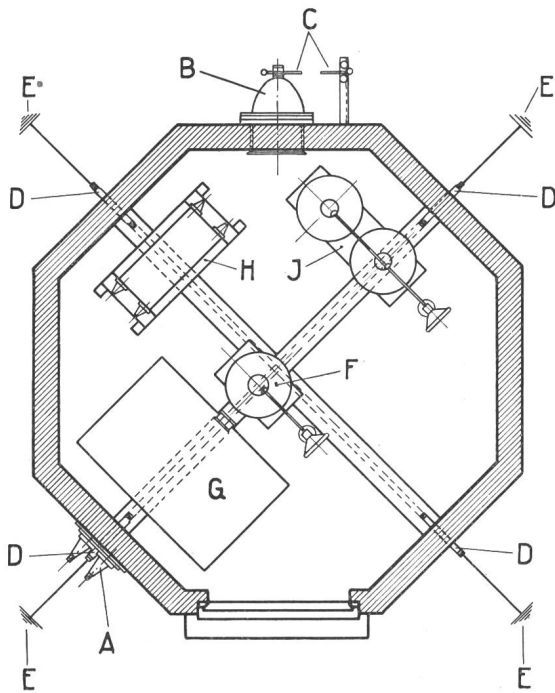


Fig. 9. Antennenkopplungshäuschen. — Guérite de couplage.

dient zum Laden der Akkumulatorenbatterien, die den Hoch- und Niederspannungsspeisestrom für die Steuer- und Sprechstromeinheiten liefern. Die letztgenannte Einheit ist im Bureau des Betriebsleiters aufgestellt. C, D und E sind die Umformergruppen für Heizung, negative Gittervorspannung und Hochspannung der Modulationsverstärker.

Das Kommandopult F befindet sich vor den Hauptsendeeinheiten, der Steueroszillator G hinter der kombinierten Modulator- und Modulationsverstärkereinheit H.

J ist der Zwischenmodulationsverstärker, K und K sind die Hauptverstärkereinheiten, L enthält den Hauptschwingungskreis in einem abgeschirmten Kasten, von wo aus eine Energieleitung nach dem Antennenhaus führt. N ist die Fernsteuereinheit für den Quecksilberdampfgleichrichter.

Das Antennenkopplungshäuschen befindet sich mitten unter dem Antennengebilde; aus Fig. 9 sind ersichtlich:

- A) Einführungsisolatoren der Energieleitung,
- B) Antenneneinführungsisolator,
- C) Antennenblitzableiter,
- D) Erdeinführung,
- E) Erdverbindungen,
- F) Energieleitungskondensator,
- G) Hochspannungsluftkondensatoren,
- H) Antennenkopplungsspule,
- J) Antennenverkürzungskondensatoren.

H. Ewen,

assistant Engineer-in-Chief of the Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd., London.

droite sont disposés les récipients R servant à capter l'eau de pluie.

La figure 8 nous fait voir la disposition des installations au premier étage. Le tableau principal A est logé dans le mur entre la salle d'émission et la salle des machines. Le tableau des batteries B est complètement en métal. Il sert à la charge des accumulateurs alimentant les circuits haute et basse fréquence du maître-oscillateur et des amplificateurs d'entrée. Ces derniers sont logés dans le bureau du chef. C, D et E sont les groupes convertisseurs pour le courant de chauffage, la tension négative de grille et la haute tension de l'amplificateur de modulation.

Le pupitre de commande F se trouve devant l'unité principale d'émission. Le maître-oscillateur G est situé derrière l'unité combinée du modulateur et de l'amplificateur de modulation H. J est l'amplificateur de modulation intermédiaire. K et K sont les amplificateurs principaux. L contient le circuit oscillant principal, qui est logé dans une boîte sous écran. De là, part une ligne d'énergie qui va à la guérite d'antenne. N est l'unité de commande à distance pour le redresseur à vapeur de mercure.

La guérite de couplage se trouve au milieu du réseau d'antenne.

Sur la figure 9 nous distinguons:

- A) Isolateurs d'introduction de la ligne d'énergie.
- B) Isolateur pour l'introduction de l'antenne.
- C) Parafoudres d'antenne.
- D) Introduction de la conduite de terre.
- E) Conduite de terre.
- F) Condensateur de la ligne d'énergie.
- G) Condensateurs à air pour la haute tension.
- H) Inductance d'antenne.
- J) Condensateur de raccourcissement de l'antenne.

H. Ewen,

assistant Engineer-in-Chief of the Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd., London.