

**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:** 16 (1938)

**Heft:** 4

**Artikel:** Der Landessender Sottens = Emetteur National de Sottens

**Autor:** Pièce, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873361>

### **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:** 31.01.2025

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

Die Auswirkung der Eingangskorrektoren zeigt sich nicht ganz im vollen Betrag. Verschiedene Faktoren tragen dazu bei, z. B. fallende Charakteristik des benützten Nebenverstärkers im Verstärkeramt, fallende Charakteristik der HF-TR-Sender (durch die Banddurchlassfilter) usw.

Die HF-TR-Versuchsanlage wird nun praktisch in Betrieb gesetzt und vom Teilnehmerstandpunkt aus kritisch beobachtet. Für diesen Zweck werden etwa 50 Probeanschlüsse erstellt. Zudem haben parallel gehende Versuche abzuklären, wie Gemeinschaftsanschlüsse für Häuserblöcke sich zweckmässig gestalten lassen. Die Frage der gegenseitigen Störbeeinflussung auf gemischten Leitungen durch Radio einerseits und HF-TR andererseits lässt sich an einer in Betrieb stehenden Anlage am zweckmässigsten prüfen. Ueber alle diese Punkte wird zu gegebener Zeit in einem besonderen Artikel berichtet werden.

L'installation d'essais de télédiffusion à haute fréquence sera mise maintenant pratiquement en exploitation et son fonctionnement contrôlé du point de vue des abonnés. A cet effet, on établira 50 raccords d'essai. En outre, des expériences poursuivies parallèlement permettront d'étudier comment il convient d'établir rationnellement les raccords collectifs pour blocs de maisons. D'autre part, c'est sur une installation en exploitation qu'on pourra le mieux étudier les perturbations réciproques provoquées sur une ligne mixte par la radio d'une part et par la télédiffusion à haute fréquence d'autre part. Tous ces problèmes feront à temps voulu l'objet d'un article spécial.

## Der Landessender Sottens.

Von R. Pièce, Sottens.

621.396.712(494)

*Allgemeines.* Im Jahre 1930 liess die Obertelegraphendirektion im Joratgebiet, und zwar in Sottens, eine Sendestation für die französische Schweiz erstellen. Die unmodulierte Antennenleistung belief sich auf 25 kW.

Ausschlaggebend für die Wahl von Sottens war dessen zentrale, freie Lage, die in allen Richtungen eine gute Wellenausbreitung erwarten liess. Vorgängige Feldmessungen, bei denen als Sender eine Militärstation diente, bestätigten diese Annahme.

Die ständige Verstärkung der Sendeleistungen im Auslande nötigte im Jahre 1934 auch die schweizerischen Behörden, die unmodulierte Antennenleistung von Sottens auf 100 kW zu erhöhen. Die Arbeiten wurden anfangs 1935 begonnen und Ende 1936 beendet; sie umfassten die Vergrösserung des Gebäudes und den vollständigen Ersatz der Anlage durch hochmoderne, dem neuesten Stande der Technik angepasste Apparate.

Der neue Sender konnte seinen Dienst vom 8. Dezember 1935 an versehen; während der ganzen Dauer der Arbeiten wurden die Sendungen nur zweimal 24 Stunden unterbrochen.

Die Fertigstellung einer solchen Anlage, die den örtlichen Verhältnissen Rechnung tragen muss, ist ziemlich mühsam. Die Arbeiten dauern mehrere Monate, und jeder technisch Gebildete versteht ohne weiteres, dass gewisse Störungen sich nicht immer vermeiden liessen.

Die Lieferung und die Einrichtung der Apparate wurden über die Bell Telephone Manufacturing Company in Bern der „Standard Electric“ in London übertragen. Dabei war nach Möglichkeit auf die einheimische Industrie Rücksicht zu nehmen; dies ist denn auch, wie wir noch sehen werden, in weitgehendem Masse geschehen.

Die Hauptmerkmale des neuen Senders sind:

- Antennenleistung 100 kW auf der Trägerwelle,
- Leistung aus dem Netz ungefähr 500 kW,
- Anodenspeisung der Hochleistungsstufen mit Gleichrichter B. B. C.

## Emetteur National de Sottens.

Par R. Pièce, Sottens.

621.396.712(494)

*Généralités.* En 1930, la Direction Générale des Télégraphes fit construire à Sottens, dans le Jorat, l'émetteur de radiodiffusion destiné à la Suisse romande. La puissance antenne était de 25 kW (non modulée).

Le plateau de Sottens fut choisi par le fait de sa situation centrale bien dégagée, permettant de prévoir une bonne propagation dans toutes les directions. Des mesures de champ préliminaires, faites au moyen d'une station militaire, confirmèrent les prévisions.

Toutefois, les postes étrangers augmentant constamment la puissance de leurs émissions, les autorités suisses se virent obligées, en 1934, de porter la puissance antenne (non modulée) du poste de Sottens à 100 kW. Les travaux, qui comportaient l'agrandissement du bâtiment et le remplacement intégral des anciennes installations par des appareils ultra-modernes construits selon les derniers perfectionnements de la technique, commencèrent au début de 1935 et furent achevés à fin 1936.

Le nouvel émetteur assura régulièrement le service des programmes dès le 8 décembre 1935 et pendant toute la durée des travaux les émissions ne furent interrompues que pendant deux fois 24 heures.

La mise au point d'une telle installation, qui doit tenir compte des conditions locales, est assez laborieuse; plusieurs mois sont nécessaires et les techniciens comprendront sans peine qu'elle n'a pu se faire sans certaines perturbations.

La fourniture et l'installation des appareils furent confiées à la „Standard Electric“ de Londres par l'intermédiaire de la Bell Téléphone Mg. Co. à Berne. Il y a lieu de souligner ici que l'on devait avoir recours le plus possible à notre industrie nationale, ce qui fut fait — nous le verrons plus loin — dans une large mesure.

Voici les caractéristiques principales du nouvel émetteur:

- Puissance antenne 100 kW sur onde porteuse.
- Puissance prise au réseau environ 500 kW.

Die Bedingungen betreffend den Klirrfaktor, den Frequenzgang, die Frequenzkonstanz, die Ausbreitung der Harmonischen usw. entsprechen denjenigen des C. C. I. R. (Internationaler beratender Ausschuss für den Radiodienst).

### Beschreibung der Anlagen.

*Gebäude.* Das Gebäude ist in armiertem Beton ausgeführt und besteht aus einem Erd- und einem Kellergeschoss. Im Erdgeschoss befinden sich die Sendeapparate mit den Kontroll- und Bedienungsschaltfeldern, die Umformergruppen, die Gruppe der Gleichrichter für niedrige Leistung, der Umschalt Raum für Hochspannungsleitungen (8100 Volt) und die Diensträume. Im Kellergeschoss sind die Kühlanlagen, die Transformatoren, die Gleichrichter B. B. C. und die Filtrieranlagen für gleichgerichtete Ströme. Auch eine Werkstatt, eine Schmiede, eine Garage und ein Aufbewahrungs- und Reserveraum sind hier untergebracht.

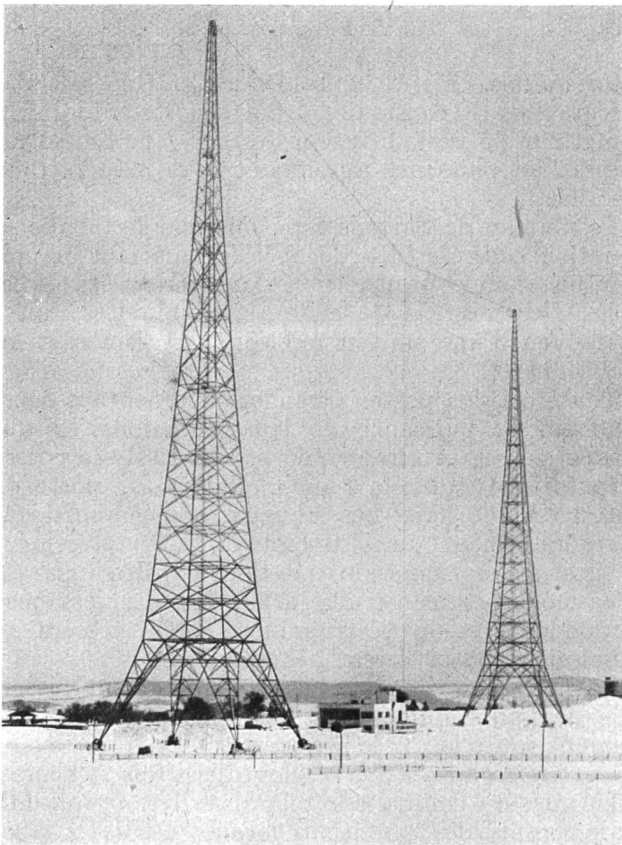


Fig. 1. Allgemeine Ansicht. — Vue générale.

Das Dach ist vollständig mit Kupfer gedeckt, einmal aus elektrischen Gründen (Faradayscher Käfig) und sodann, um das zur Kühlung der Senderröhren nötige Regenwasser aufzufangen. Kupferdrähte, die in den Beton eingelassen und mit der Erde verbunden sind, vervollständigen die Abschirmung des Gebäudes.

Das ganze Gebäude wird elektrisch geheizt (ungefähr 70 kW). Die Baupläne stammen von Herrn Ott, Architekt der Eidgenössischen Bauten.

Alimentation anodique des étages de puissance par mutateur B. B. C.

Les conditions exigées pour ce qui concerne le taux de distorsion non linéaire, la caractéristique de fréquence, la stabilité de l'onde porteuse, la propagation des harmoniques, etc., sont celles du C. C. I. R. (Comité Consultatif International Technique des Communications Radioélectriques).

### Description des installations.

*Bâtiment.* Le bâtiment, entièrement en béton armé, comprend un rez-de-chaussée et un sous-sol. Au rez-de-chaussée, nous trouvons les appareils de transmission avec les tableaux de contrôle et de commande, les groupes convertisseurs, l'ensemble des redresseurs de faible puissance, la cabine de commutation des lignes primaires (8100 v.) et les locaux de service. Au sous-sol sont logés les installations de réfrigération, les transformateurs, le redresseur B. B. C. et les éléments des filtres des courants redressés. Un atelier, une forge, un garage et des locaux pour dépôts et réserve y sont également aménagés.

Le toit est entièrement recouvert de cuivre pour des raisons électriques d'abord (cage de Faraday), et ensuite pour recueillir l'eau de pluie nécessaire au refroidissement des tubes émetteurs. Le blindage du bâtiment est complété par des fils de cuivre noyés dans le béton et reliés au réseau de terre.

Le chauffage du bâtiment est entièrement électrique (env. 70 kW). Les plans ont été conçus par M. Ott, architecte aux Constructions Fédérales.

### Antenne et prise de terre.

L'antenne est, pour l'instant encore, du type quart d'onde en forme de „T“; elle est supportée par deux pylônes métalliques de 125 m de haut, construits par la maison Buss de Bâle. Le poids de chaque pylône est d'environ 80 tonnes. La partie supérieure du „T“ est très courte (36 m), le reste de la partie horizontale de l'antenne ne constituant qu'un câble porteur. Ce câble est en acier et sectionné en tronçons isolés pour éviter des radiations perturbatrices.

Les pieds des pylônes reposent sur des isolateurs en porcelaine, mais ils ont été mis à la terre dès les premiers essais dans le but d'éliminer une certaine dissymétrie dans le diagramme de propagation.

La nuit, des feux rouges signalent le danger aux navigateurs aériens.

La prise de terre est constituée par un réseau de fils de cuivre enfouis à 40 cm dans le sol; leur longueur totale est de 18 km et la surface recouverte de 32 000 m<sup>2</sup> environ.

*Circuits radio.* L'émetteur de Sottens est du type à modulation à grande puissance, comme le sont la majeure partie des postes modernes. La modulation a lieu sur l'avant-dernier étage d'amplification. Le transmetteur comprend donc, en principe, un étage amplificateur-modulateur (dénommé ampli-modulé), précédé de deux chaînes d'amplificateurs, l'une à haute et l'autre à basse fréquence et suivi d'un étage final à très grande puissance, couplé à l'antenne par des circuits appropriés.

**Antenne und Erdung.**

Die Antenne ist vorderhand noch eine  $\frac{\lambda}{4}$ -Antenne in T-Form. Sie hängt an zwei Stahlgittermasten von 125 m Höhe, die von der Firma Buss in Basel geliefert wurden. Jeder der beiden Masten wiegt ungefähr 80 Tonnen. Der waagrechte Teil des T ist sehr kurz (36 m); der übrige waagrechte Teil besteht aus einem Trageisil aus Stahl, das zur Verhütung von Sekundärstrahlungen aus mehreren voneinander isolierten Stücken zusammengesetzt ist.

Die Füße der Gittermaste ruhen auf Porzellanisolatoren; sie wurden aber gleich nach den ersten Versuchen geerdet, um eine gewisse Unsymmetrie im Ausbreitungsdiagramm zu vermeiden.

Rote Signallichter warnen die Flieger während der Nacht.

Das Erdungssystem besteht aus einem Netz von Kupferdrähten, die 40 cm unter dem Boden liegen und deren Gesamtlänge 18 km beträgt. Das Netz überdeckt eine Fläche von rund 32 000 Quadratmetern.

*Radiostromkreise.* Der Sender von Sottens gehört, wie die meisten modernen Anlagen, zum Typ der Sender mit Hochleistungsmodulation. Die Modulation vollzieht sich auf der vorletzten Verstärkerstufe. Der Sender umfasst daher grundsätzlich eine modulierte Verstärkerstufe, der einerseits zwei Reihen Verstärker — die eine für Hoch-, die andere für Niederfrequenz — vorgeschaltet sind, während andererseits eine Hochleistungs-Endstufe nachfolgt; diese ist durch abgestimmte Schwingkreise mit der Antenne gekoppelt.

Die Anlage ist in Einheiten unterteilt, die in Fig. 2 schematisch dargestellt sind und folgendermassen benannt werden:

Cet ensemble est divisé en un certain nombre d'unités représentées schématiquement par la fig. 2 et qui portent les désignations suivantes:

- Excitateur haute fréquence.
- Excitateur basse fréquence.
- Amplificateur-modulateur.
- Modulateur.
- Amplificateur de grande puissance.
- Circuits de couplage d'antenne.
- Onde porteuse flottante.

*Excitateur H. F.* L'excitateur H. F. comprend la lampe oscillatrice suivie d'un certain nombre d'étages, dont le but est d'élever la puissance du courant porteur au niveau nécessaire à l'excitation de l'amplimodulé. L'oscillatrice, dont la puissance est celle d'une lampe ordinaire de réception, est pilotée par un cristal de quartz, dont la température doit être maintenue rigoureusement constante si l'on veut assurer une grande stabilité de la fréquence (677 kHz). A cet effet, le cristal est enfermé dans deux enveloppes concentriques calorifugées, pourvues chacune d'un corps de chauffe commandé par un thermomètre à contact, agissant sur le circuit de grille d'un relais à vapeur de mercure.

La fréquence ne doit pas varier dans des limites supérieures à  $\pm 3,5$  périodes par rapport à la fréquence utilisée de 677 kc par sec.

Un commutateur permet de faire travailler la lampe pilote en auto-oscillatrice au cas où le cristal serait défectueux ou si le transmetteur devait utiliser momentanément d'autres longueurs d'ondes.

Cette lampe, dont le circuit plaque est accordé, est couplée capacitivement à un étage séparateur, comprenant une lampe un peu plus puissante couplée également par capacité à un deuxième étage. Ce dernier attaque, par l'intermédiaire d'un transformateur de couplage, le circuit de grille d'un tube Western Electric de 750 watts de dissipation anodique.

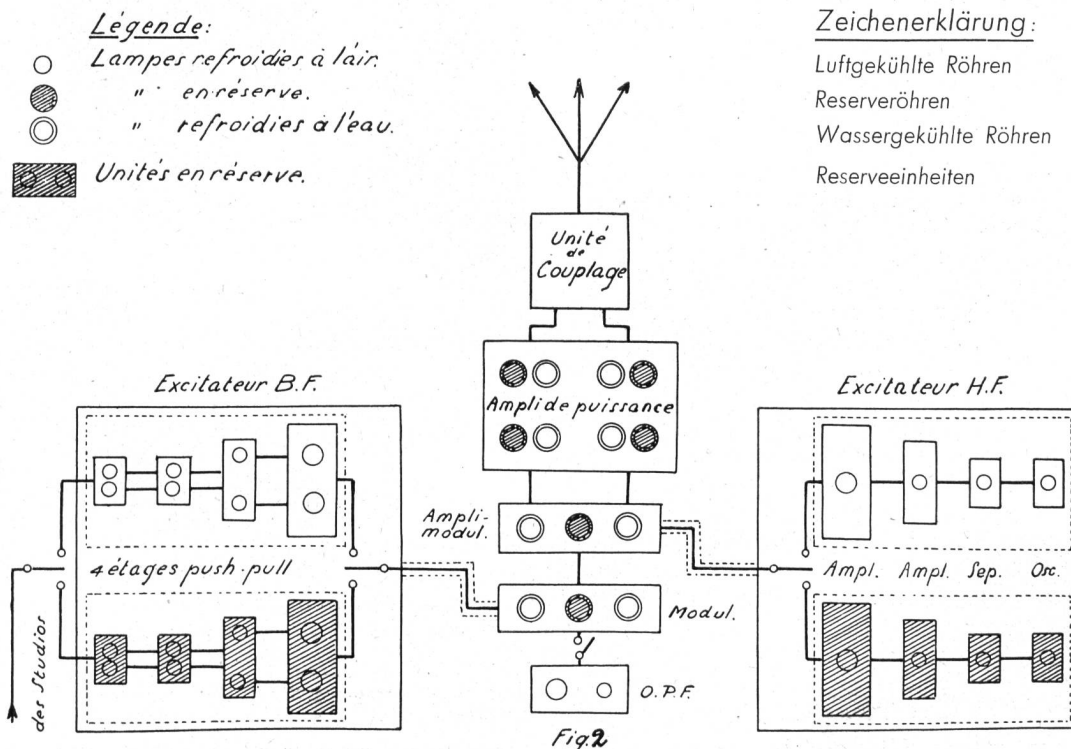


Fig. 2



Steuersender,  
Niederfrequenzteil,  
modulierter Verstärker,  
Modulator,  
Hauptverstärker,  
Antennenkopplung,  
Apparatur für veränderliche Trägerwelle.

*Der Steuersender.* Der Steuersender umfasst die Oszillatortröhre mit einigen nachfolgenden Stufen, welche die Leistung des Trägerstromes auf die zur Erregung des modulierten Verstärkers nötige Höhe bringen. Die Oszillatortröhre, deren Leistung derjenigen einer gewöhnlichen Empfangsröhre entspricht, wird durch einen Quarzkristall gesteuert, dessen Temperatur unbedingt konstant bleiben muss, wenn die Frequenzkonstanz (677 kHz) beibehalten werden soll. Zu diesem Zwecke ist der Kristall in einen doppelwandigen, wärmedichten Kasten eingeschlossen, welcher mit Heizkörpern ausgerüstet ist. Diese werden durch ein Quecksilberkontakt-Thermometer gesteuert, das auf den Gitterkreis eines Quecksilberdampfrelais einwirkt.

Die Toleranz für die Frequenzschwankungen beträgt für die Betriebsfrequenz von Sottens (677 kHz)  $\pm 3,5$  Hz.

Ein Umschalter ermöglicht es, die Steuerröhre selbsterregend arbeiten zu lassen, wenn der Kristall beschädigt ist, oder wenn der Sender vorübergehend mit andern Wellenlängen betrieben werden muss.

Diese Röhre, deren Anodenkreis abgestimmt ist, ist kapazitiv mit einer Trennstufe gekoppelt, welche eine etwas stärkere Röhre enthält, die ihrerseits ebenfalls kapazitiv mit einer zweiten Stufe gekoppelt ist. Diese wirkt über einen Kopplungstransformator auf den Gitterkreis einer Western Electric-Röhre mit 750 Watt Anodenverlustleistung.

Der Anodenkreis dieser Röhre erregt über eine Uebertragungsleitung den Gitterkreis des modulierten Verstärkers. Die Röhren dieser Ausrüstung sind ausnahmslos mit Schirmgittern versehen, was insofern von Vorteil ist, als die Neutralisierungsstromkreise weggelassen werden können.

Fig. 3 zeigt die Innenansicht einer Steuereinheit. In der Mitte und von rechts nach links bemerkt man den Kasten, der den Kristall und dessen Heizkörper enthält, die beiden Quecksilberdampfrelais, die Oszillatortröhre, gefolgt von der Trennstufe und einer Verstärkerstufe. Den oberen Teil nimmt die Western-Röhre ein, deren Abstimmorgane für den Anodenkreis völlig abgeschirmt im untern Teil der Einheit untergebracht sind. Die fliegenden Verbindungen zwischen den einzelnen Organen lassen sich leicht erkennen. Diese Anordnung ermöglicht es, den einen oder andern Bestandteil der Ausrüstung herauszunehmen, um ihn zu reinigen oder instand zu stellen.

*Niederfrequenzteil.* Diese Einheit umfasst vier Verstärkerstufen in Gegentaktschaltung, die über Transformatoren gekoppelt sind und von denen die letzte, die zwei Western-Röhren mit 300 Watt Anodenverlustleistung enthält, über die Uebertragungsleitung auf den Gitterkreis des Modulators wirkt.

Wie Fig. 2 zeigt, ist der Niederfrequenzteil doppelt vorhanden. Mit Hilfe von Umschaltern kann man

Le circuit d'anode de ce dernier excite, par une ligne de transmission, le circuit de grilles de l'amplificateur modulé. Les lampes de cet équipement sont toutes à grille-écran, ce qui offre l'avantage de supprimer les circuits de neutralisation.

La fig. 3 donne une vue de l'intérieur de l'une des unités excitatrices H. F. On aperçoit au centre et de droite à gauche la caisse contenant le cristal et ses corps de chauffe, les deux relais à vapeur de mercure, l'oscillatrice suivie de l'étage séparateur et d'un étage amplificateur. La partie supérieure est occupée par la lampe Western, dont les éléments

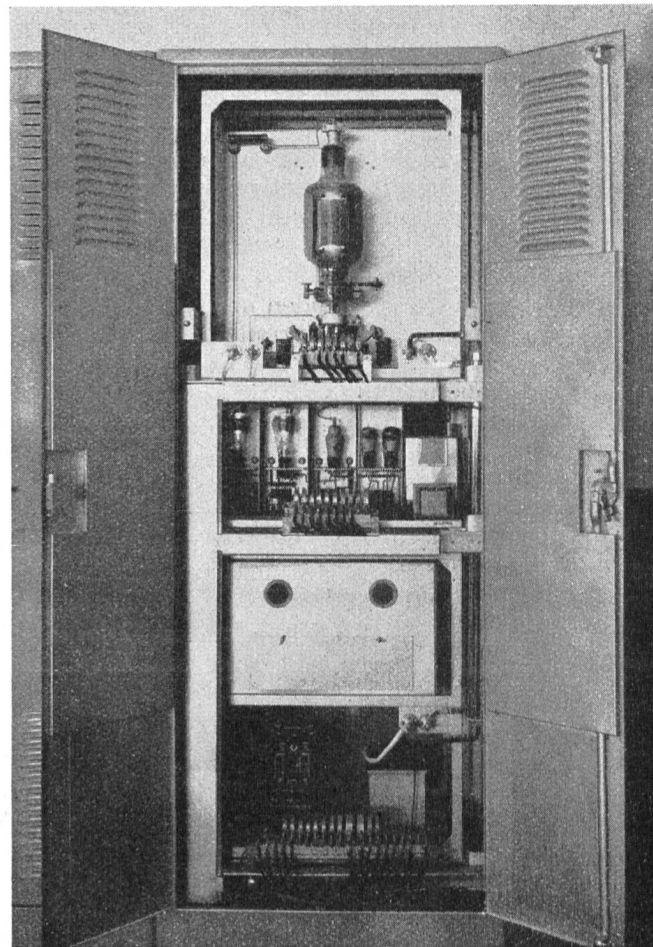


Fig. 3. Innenansicht des Steuersenders.  
Vue intérieure de l'excitateur H. F.

d'accord du circuit plaque sont logés dans la partie inférieure de l'unité et entièrement blindés. On distingue nettement les connexions mobiles qui relient les différents éléments. Cette disposition permet de sortir rapidement l'une ou l'autre des parties de l'équipement pour nettoyages ou réparations.

*Excitateur Basse Fréquence.* Cette unité comprend, en principe, 4 étages amplificateurs push-pull couplés par transformateurs, dont le dernier, équipé avec 2 lampes Western de 300 watts de dissipation anodique, attaque par ligne de transmission le circuit de grille du modulateur.

Comme l'indique la fig. 2, les unités excitatrices sont à double; on peut passer très rapidement d'une unité à l'autre par le jeu de commutateurs. Les

sehr rasch die eine Einheit an Stelle der ändern einschalten. Die Zugangstüren zu den innern Apparaten sind verriegelt und lassen sich erst nach Abschaltung der gefährlichen Spannungen öffnen.

Die Speisung dieser Einrichtungen wird durch einen Generator und einen Satz Selengleichrichter besorgt. Ein Gleichstromgenerator zu 12 Volt speist über geeignete Widerstände die Kathoden der Dreielektrodenröhren, von denen einige indirekt geheizt werden. Die Gleichrichter, vier an der Zahl, stammen aus den Werkstätten der Firma Mutatoren-A.-G. Emmenbrücke. Sie liefern nach gründlicher Filtrierung die Gitter-, Schirmgitter- und Anodenspannungen. Die Spannungen betragen je nach Röhrentyp ungefähr 150, 400, 900 und 2500 Volt.

*Modulierter Verstärker — Modulator.* Diese beiden Einheiten können im Falle von Sottens, wo Seri modulation angewandt wird, nicht getrennt beschrieben werden. Vorerst scheint es indessen angebracht, eine kurze Beschreibung dieses ziemlich neuen und wenig verbreiteten Systems zu geben.

Um die Verzerrung zu vermindern, ist es von Wichtigkeit, die letzte — oder wenn dies aus schwerwiegenden praktischen Gründen nicht möglich ist — die vorletzte Verstärkerstufe zu modulieren. Die zur Zeit hauptsächlich benützten Modulationsmethoden sind die Seri modulation, die Anoden-B-Modulation, die Methode der Phasenverschiebung und die Gittermodulation.

Ist eine Stufe von einigen Dutzend kW zu modulieren, so entstehen naturgemäss Schwierigkeiten, und die Unterbringung des Materials erfordert mehr Raum (z. B. wegen der Grösse der Selbstinduktions spulen oder der Transformatoren bei der B-Schaltung). Die Seri methode, die in Sottens (Standard) und in Beromünster (Marconi) angewandt wird, bietet den grossen Vorteil, dass sie sehr einfach ist und weniger umfangreiche Apparaturen erfordert. Die einzige Schwierigkeit ist hier die Isolierung der Heizquelle für die Heizfäden des modulierten Verstärkers. Sie lässt sich aber leicht vermeiden, indem man Wechselstrom verwendet und dabei einen Transformator benutzt, dessen Wicklungen gut voneinander isoliert sind und sich durch äusserst kleine gegenseitige Kapazität auszeichnen.

Die theoretische Grundlage der Seri modulation ist aus Fig. 4 ersichtlich. Eine Spannungsquelle  $E_t$  liegt an den Klemmen der beiden hintereinander geschalteten reinen Ohm Widerstände  $R_a$  und  $R_m$ .  $R_a$  ist unveränderlich und entspricht dem modulierten Verstärker,  $R_m$  dagegen ist veränderlich und entspricht dem Modulator. Nehmen wir vorderhand an  $R_m = R_a$ , so ist offenbar

$$E_m = E_a \frac{E_t}{2}$$

Lässt man nun  $R_m$  zwischen Null und Unendlich variieren, so schwankt die Spannung an den Klemmen von  $R_a$  zwischen 0 und  $E_t$ , d. h. zwischen 0 und  $2 \times E_a$ . Der Verstärker wird also vollständig moduliert.

Dieser Idealzustand ist in der Praxis nicht so leicht zu verwirklichen; er lässt sich aber annähernd erreichen, wenn man den passenden Röhrentyp wählt und die Gittervorspannung richtig einstellt.

portes d'accès aux appareils intérieurs sont verrouillées; on ne peut les ouvrir que si les tensions dangereuses ont été déclenchées.

L'alimentation de ces équipements est assurée par une génératrice et un jeu de redresseurs au sélénium. Une génératrice de 12 volts continu alimente, par des résistances appropriées, les cathodes des triodes, dont certaines sont à chauffage indirect. Les redresseurs, au nombre de quatre, ont été livrés par la maison Mutatoren A.-G. à Emmenbrücke. Ils fournissent, après un filtrage convenable, les tensions de grilles, grilles-écrans et d'anodes. Ces tensions sont d'environ 150, 400, 900 et 2500 volts, suivant le type de lampe.

*Amplificateur modulé. — Modulateur.* Ces deux unités ne peuvent être décrites séparément dans le cas de la „modulation-série“ utilisée à Sottens. Au préalable cependant, il paraît indiqué de donner une brève description de ce système assez nouveau et encore peu employé.

Dans le but de réduire la distorsion, on a tout intérêt à moduler le dernier étage amplificateur ou, si les difficultés pratiques sont trop grandes, l'avant-dernier étage. Les méthodes de modulation actuellement utilisées sont le système „Heising“, la méthode dite „à modulation multiple“, la méthode „par déphasage“ et la modulation sur grille.

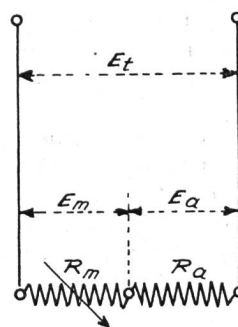


Fig. 4.

Prinzip der Seri modulation. — Principe de la modulation série.

Lorsqu'il s'agit de moduler un étage de plusieurs dizaines de kW, on se rend compte des difficultés que l'on rencontre et de l'encombrement du matériel nécessaire (par exemple dimensions des bobines de self ou des transformateurs dans le système Heising). La méthode „série“, utilisée à Sottens (Standard) et à Beromünster (Marconi), offre le grand avantage d'être très simple et de n'exiger qu'un appareillage restreint. La seule complication que l'on rencontre est l'isolation de la source de chauffage des filaments de l'ampli-modulé; on l'évite facilement par l'emploi du courant alternatif, en utilisant un transformateur à enroulements bien isolés et ayant entre eux une capacité aussi faible que possible.

Le principe théorique de la modulation série peut être représenté par la fig. 4. Une source de courant  $E_t$  est appliquée aux bornes de deux résistances en série purement ohmique  $R_a$  et  $R_m$ .  $R_a$  est fixe et correspond à l'ampli-modulé et  $R_m$  variable, représente le modulateur. Si l'on choisit au point de fonctionnement initial  $R_m = R_a$ , il est évident que:

$$E_m = E_a \frac{E_t}{2}$$

Fig. 5 zeigt das Schaltungsschema von Sottens. An Stelle der Widerstände  $R_a$  und  $R_m$  in Fig. 4 treten hier die Röhren AM (modulierter Verstärker) und M (Modulator). Die erstgenannten sind in Gegentaktschaltung montiert, während die zweiten in Parallelschaltung arbeiten.

Für die Anodenspeisung wird Reihenschaltung verwendet; die Anoden der Verstärkerröhren sind über die Drosselspulen LB an den positiven Pol der Hochspannungsquelle (18 kV) angeschlossen, während die Anoden der Modulatorröhren am Kathodenmittelpunkt der modulierten Verstärkerröhren

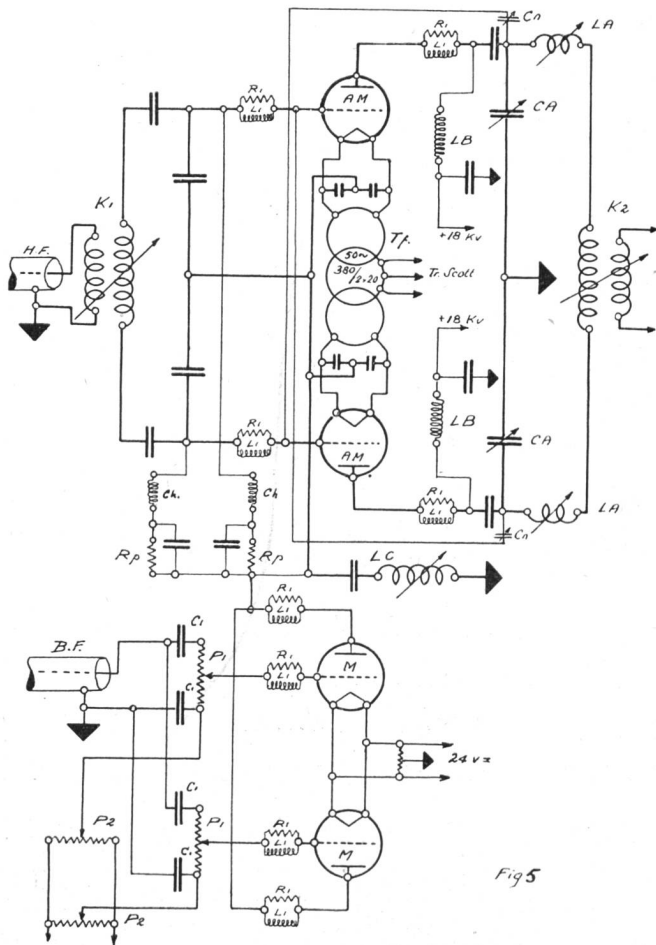


Fig 5

liegen. Dieser Mittelpunkt ist für die Hochfrequenz über den Abstimmkreis LC mit der Erde verbunden. Der Mittelpunkt der Kathoden der Röhren M liegt direkt an Erde.

Legt man zwischen das Gitter und die Kathode der Modulatorröhre eine tonfrequente Wechselspannung, so ändert sich der innere Widerstand dieser Röhren. Dies verursacht dann proportionale Schwankungen in der Spannung zwischen der Kathode und der Anode der Verstärkerröhren. Damit liegt aber der oben erörterte theoretische Fall vor.

Die Niederfrequenzspannung aus dem Niederfrequenzteil liegt über die Kondensatoren grosser Kapazität  $C_1$  und die Potentiometer  $P_1$  an den Gittern der Modulatorröhren. Die Gittervorspannung wird durch einen Generator geliefert und mit Hilfe des Potentiometers  $P_2$  eingestellt.

Si, maintenant, on fait varier  $R_m$  de 0 à l'infini, la tension aux bornes de  $R_a$  variera de 0 à  $E_t$ , soit de 0 à  $2 \times E_a$ ; l'amplificateur sera donc complètement modulé.

Ces conditions idéales ne se réalisent pas si simplement en pratique mais, en choisissant un type de lampes approprié et en polarisant convenablement les grilles, il est possible de s'en rapprocher notablement.

Le schéma de principe du montage utilisé à Sottens est donné sur la fig. 5. Les résistances  $R_a$  et  $R_m$  de la figure précédente sont remplacées respectivement par les lampes A. M. (ampli-modulé) et par les lampes M (modulateur). Les premières sont montées en push-pull, tandis que les secondes travaillent en parallèle.

L'alimentation anodique a lieu en série; les plaques des amplificatrices sont reliées, par l'intermédiaire des bobines de choc LB, au pôle positif de la source haute tension (18 kV), tandis que les anodes des modulatrices sont connectées au point milieu des filaments; ce dernier est mis à la terre, au point de vue haute fréquence, par le circuit accordé L. C. Le point milieu des cathodes des lampes M est directement connecté à la terre.

Si l'on fait agir, entre la grille et le filament des modulatrices, une tension alternative à fréquence musicale, la résistance interne de ces lampes variera, ce qui donne lieu à des variations proportionnelles de la tension existant entre le filament et la plaque des amplificatrices. Nous nous trouvons donc dans le cas théorique cité plus haut.

La tension basse fréquence provenant des excitateurs B. F. est appliquée sur les grilles des modulatrices par l'intermédiaire des condensateurs à forte capacité  $C_1$  et des potentiomètres  $P_1$ . La tension de polarisation est fournie par une génératrice et s'ajuste au moyen des potentiomètres  $P_2$ .

Les deux lampes de l'ampli-modulé sont montées en push-pull; le chauffage des filaments est assuré par un groupe convertisseur comprenant un moteur triphasé et une génératrice courant continu. Le montage biphasé (transformateur Scott) indiqué sur la figure constitue la réserve.

L'énergie haute fréquence provenant par une ligne de transmission de l'excitateur agit sur le circuit de grilles accordé par l'intermédiaire du transformateur  $K_1$ . Le circuit de plaques est également accordé et attaque le circuit de grilles de l'amplificateur de puissance par le transformateur à couplage variable  $K_2$ . L'accord s'opère au moyen des selfs et condensateurs variables LA et CA. Cet étage est neutralisé par les condensateurs de neutrodynage  $C_n$ .

Les circuits de grilles et de plaques sont pourvus de dispositifs destinés au blocage des oscillations parasites à très haute fréquence, constitués par de petites selfs  $L_1$  shuntées par des résistances d'amortissement  $R_1$ . Nous avons encore indiqué, sur le schéma, des bobines de choc Ch et des condensateurs de blocage.

La fig. 6 donne une vue de l'amplificateur-modulé; on remarque que trois lampes y figurent; deux sont en service et la troisième constitue la réserve. Cette réserve peut être très rapidement mise en service grâce aux inverseurs que l'on distingue nettement



Die beiden Röhren des modulierten Verstärkers befinden sich, wie bereits bemerkt, in Gegentakt-schaltung. Eine Umformergruppe, bestehend aus einem Dreiphasenmotor und einem Gleichstrom-generator, besorgt die Heizung der Kathoden. Die in der Figur angegebene Zweiphasenschaltung (Transformator Scott) ist als Reserve gedacht.

Die Hochfrequenzenergie, die über eine Uebertragungsleitung vom Erreger herkommt, wirkt über den Transformator  $K_1$  auf den abgestimmten Gitterkreis. Der Anodenkreis ist ebenfalls abgestimmt und wirkt über den regulierbaren Kopplungstransformator  $K_2$  auf den Gitterkreis des Hauptverstärkers. Zur Herstellung der Abstimmung dienen die Selbstinduktionsspulen und die veränderlichen Kondensatoren LA und CA. Diese Stufe ist durch die Ausgleichskondensatoren Cn neutralisiert.

Die Gitter- und Anodenkreise sind mit Vorrichtungen zur Abhaltung von hochfrequenten Störschwingungen ausgerüstet. Diese Vorrichtungen bestehen aus den kleinen Selbstinduktionsspulen  $L_1$  und den Dämpfungswiderständen  $R_1$  in Nebenschlußschaltung. Das Schema zeigt ausserdem die Drosselspulen Ch und die nötigen Sperrkondensatoren.

Fig. 6 gibt eine Ansicht des modulierten Verstärkers. Von den drei Röhren stehen zwei in Betrieb, die dritte ist Reserve. Diese Reserve kann mit Hilfe von Umschaltern, die in der Abbildung leicht erkennbar sind, sehr rasch in Betrieb genommen werden. Betriebsstörungen, die durch schadhafte Dreielektrodenröhren verursacht werden, sind also nur von sehr kurzer Dauer.

Die Anordnung des Modulators ist ähnlich. Da die Leistung der Röhren ungefähr 40 kW beträgt, ist eine kräftige Kühlung notwendig. Zu diesem Zwecke befinden sich die Anoden in einem wasserdurchflossenen Metallmantel (60 Lit./Min.). Im Oberteil des Bildes unterscheidet man unter anderem einige Organe des Gitterkreises, rechts eine Wicklung des Kopplungstransformators Uebertragungsleitung-Gitterkreise. Die Abstimmorgane des Anodenkreises sind in zwei andern Zellen untergebracht. Wir werden übrigens später auf die Zellenausrüstung dieses Teiles der Einrichtung zurückkommen.

*Hauptverstärker.* Diese letzte Verstärkerstufe ist in Fig. 7 schematisch dargestellt. Sie ist ebenfalls in Gegentakt-schaltung montiert und besteht aus vier Röhren zu je 100 kW, die zu je zweien parallel geschaltet sind. Der Gitterkreis ist mit Hilfe der Selbstinduktionsspulen  $La_1$  und der veränderlichen Kondensatoren  $Ca_1$  abgestimmt; er ist mit dem modulierten Verstärker über den Transformator  $K_2$  gekoppelt, von dem wir oben gesprochen haben.

Die wassergekühlten Widerstände R dienen zur Dämpfung der Gitterkreise. Die Spulen L und  $Lch_1$  setzen dem Gleichstrom der Gitter nur einen geringen Ohmschen Widerstand entgegen, während sie die Hochfrequenzströme nicht durchlassen; diese müssen daher über die Kondensatoren  $C_1$  abfließen. Die Heizspannungen sind mit Hilfe der Widerstände  $Rc$  auf ungefähr ein Zehntel Volt genau einreguliert. Diese Regulierung ist sehr wichtig, da die Lebensdauer der Heizfäden davon abhängt.

Der mit Hilfe der Selbstinduktionsspulen  $La_2$  und

sur la photo. De cette façon, les pannes dues à une triode défectueuse se trouvent limitées au minimum de temps.

Le modulateur est disposé d'une manière analogue. La puissance des tubes étant d'environ 40 kW, un refroidissement énergique s'impose; à cet effet, les anodes plongent dans une chemise métallique, où l'eau circule à un débit de 60 l/min. A la partie supérieure de la photo, on distingue, entre autres, une partie des éléments du circuit de grilles, à droite un des enroulements du transformateur à couplage ligne de transmission — circuits de grilles.

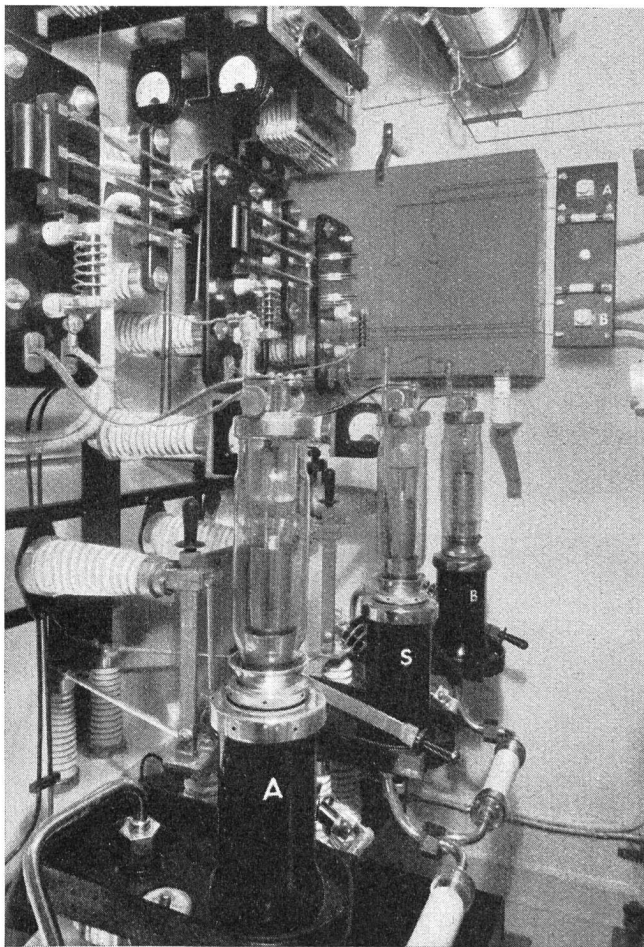


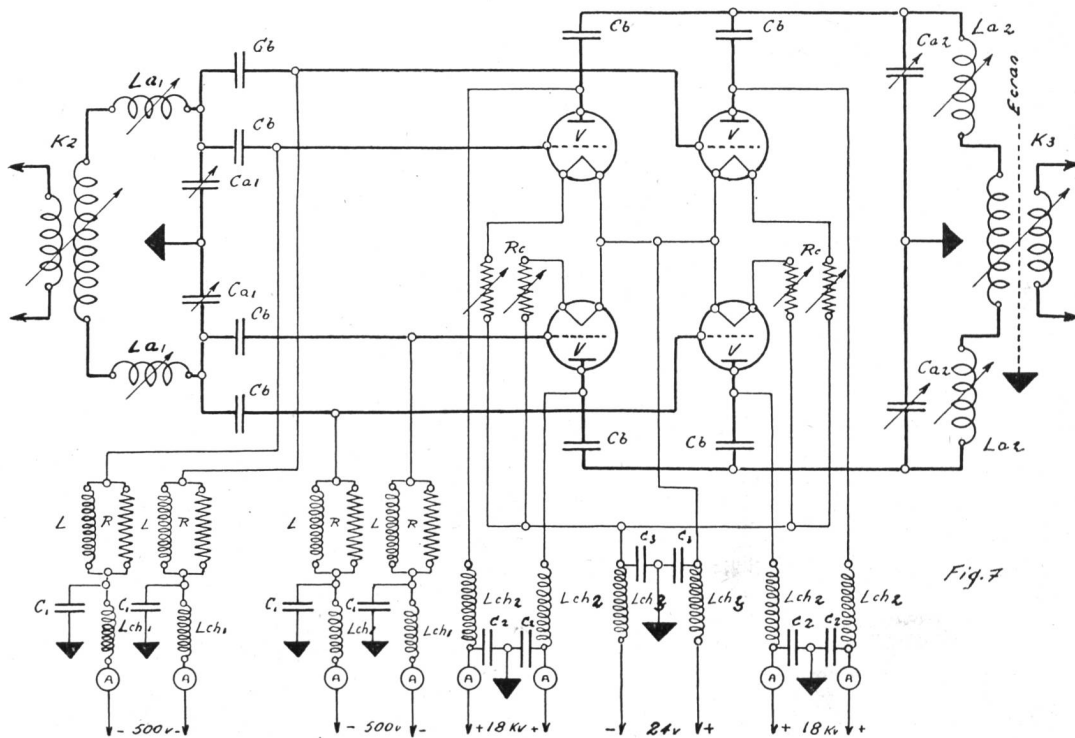
Fig. 6. Ansicht des modulierten Verstärkers.  
Vue de l'amplificateur modulé.

Les éléments d'accord du circuit plaques sont logés dans deux autres cellules. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur la disposition cellulaire de cette partie de l'installation.

*Amplificateur de puissance.* Ce dernier étage amplificateur est représenté schématiquement sur la fig. 7; monté également en push-pull, il comprend 4 lampes de 100 kW reliées deux à deux en parallèle. Le circuit de grilles, accordé au moyen des selfs  $La_1$  et des condensateurs variables  $Ca_1$ , est couplé à l'ampli-modulé par l'intermédiaire du transformateur  $K_2$ , dont nous avons parlé plus haut.

L'excitation haute fréquence est amortie au moyen des résistances R, refroidies par circulation d'eau.





des Kondensators  $C_{a2}$  abgestimmte Anodenkreis ist über den Transformator  $K_3$  mit den Ausgangskreislagen gekoppelt; er enthält die Sperrspulen  $L_{ch2}$  und die Sperrkondensatoren  $C_b$ . Um das Schema zu vereinfachen, haben wir die Ausgleichskondensatoren und die Vorrichtung zur Unterdrückung der wilden Schwingungen, die denen des vorangehenden Verstärkers entsprechen, weggelassen. Die Spulen  $L_{ch2}$  und  $L_{ch3}$  sind einfache Sperrspulen zur Abhaltung der Hochfrequenz, die über die Kondensatoren  $C_2$  und  $C_3$  zur Erde abfließt.

Die vier Dreielektrodenröhren sind in zwei symmetrischen Zellen untergebracht, von denen jede noch zwei Reserveröhren enthält. Durch Drehen eines Handrades schaltet man die Wasserzirkulation, den Heizstrom und die Gitterspannung um, während die Anoden ständig an der Hochspannung liegen. Diese Vorrichtung ermöglicht es, die Reserveröhren binnen kürzester Frist einzuschalten.

Fig. 8 zeigt die Anordnung der Röhren und Umschalter in einer der beiden Zellen. Wie ersichtlich, sitzen die Dreielektrodenröhren auf grossen Durchführungsisolatoren, in deren Innerm das Kühlwasser zu- und abfließt. Der Bedarf beträgt ungefähr 120 Minutenliter.

Dasselbe Bild zeigt deutlich die besondere Form dieser grossen Standardröhren; folgendes sind ihre besonderen Merkmale:

Gesamthöhe . . . . .	122 cm
Höchstdurchmesser . . . . .	13,5 cm
Nettogewicht . . . . .	14 kg
Heizspannung . . . . .	21 Volt
Heizstrom . . . . .	215 Ampère
Anodenspannung . . . . .	18 kV
Gitterspannung . . . . .	500 Volt
Anodenstrom, ungefähr . . . . .	4,8 Ampère
Innerer Widerstand . . . . .	2200 Ohm
Wasserzu- und -abfluss . . . . .	120 Minutenliter.

Les bobines  $L$  et  $L_{ch1}$  offrent un passage à faible résistance ohmique au courant continu de grilles, tandis qu'elles bloquent les courants haute fréquence, qui s'écoulent par les condensateurs  $C_1$ . Les tensions de chauffage sont ajustées à environ un dixième de volt près au moyen des résistances  $R_c$ . Cet ajustage est très important au point de vue de la durée des filaments.

Le circuit plaques, accordé par les selfs  $L_{a2}$  et le condensateur  $C_{a2}$ , est couplé aux circuits de sortie par l'intermédiaire du transformateur  $K_3$ ; il est pourvu des selfs d'arrêt  $L_{ch2}$  et des condensateurs de blocage  $C_b$ . Pour simplifier le dessin, nous n'avons pas indiqué les condensateurs de neutrodynage et le dispositif de suppression des oscillations à très hautes fréquences, identiques à ceux de l'amplificateur précédent. Les bobines  $L_{ch2}$  et  $L_{ch3}$  constituent simplement des selfs d'arrêt de la haute fréquence, qui s'écoule à la terre par les condensateurs  $C_2$  et  $C_3$ .

Les 4 triodes sont installées dans deux cellules parfaitement symétriques, dans chacune desquelles sont installées également deux lampes de réserve. Par le seul jeu d'un volant, on commute la circulation d'eau, le courant de chauffage et la tension de grilles, les anodes étant connectées en permanence à la source de haute tension. Ce dispositif permet de mettre en service, dans le minimum de temps possible, les lampes de réserve.

La fig. 8 montre la disposition des lampes et des commutateurs dans une des deux cellules; on remarque que les triodes sont supportées par de grands isolateurs de traversée, à l'intérieur desquels se fait l'amenée et le retour de l'eau de refroidissement, dont le débit atteint environ 120 l/min.

La même figure montre clairement la forme spéciale de ces grosses lampes Standard, dont voici les principales caractéristiques:

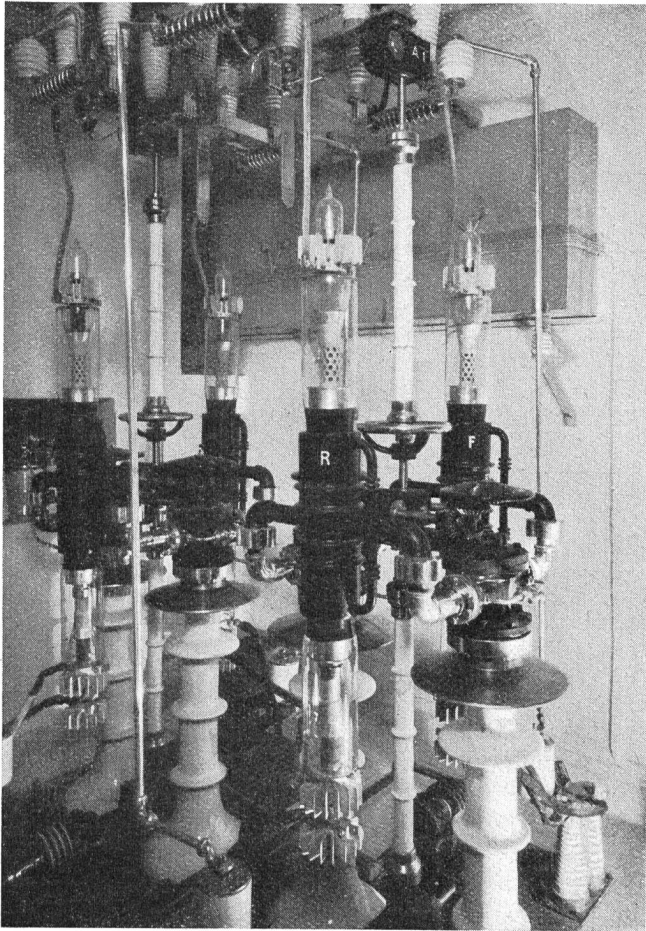


Fig. 8. 100-kW-Röhren der Endstufe.  
Lampes de 100 kW de l'étage final.

Wie ersichtlich, ist die Anode in der Mitte; der Wasserzu- und -abfluss vollzieht sich in der Mitte des Kühlmantels, der die Anode umgibt. Am oberen Glaskolben unterscheidet man den gelochten Gitterträger und am untern die zylindrischen und konzentrischen Heizfädenhalter. Die Gitter- und Heizdrahtverbindungen werden durch Radiatoren mit Aluminiumrippen gekühlt.

Vorsichtshalber wird die Heizspannung mit Hilfe einer Vorrichtung „Sauter“ nur langsam auf ihren Nennwert gebracht.

Fig. 9 zeigt eine der beiden, übrigens ganz gleich aussehenden Zellen; sie sind neben den Zellen des Hauptverstärkers und enthalten die Bestandteile der Anodenkreise. An Hand dieses Bildes kann man sich einen Begriff vom Aussehen gewisser Hilfsapparate machen, von denen wir bereits gesprochen haben und die eine ziemlich wichtige Rolle spielen. Oben links bemerkt man zwei Ausgleichskondensatoren. Es sind dies röhrenförmige Neutralisierungskondensatoren, die in Öl tauchen. Sie sollen die Eigenschwingung der Verstärkerstufe verhindern. Im weitem sieht man zwei Drosselspulen und zwei Sperrkondensatoren, deren Aufgabe wir bereits kennen. Endlich befindet sich neben einer Kondensatorklemme die kleine Selbstinduktionsspule mit einem Widerstand von 20 Ohm im Nebenschluss, welche die allenfalls auftretenden Hochfrequenzschwingungen abhalten soll.

Hauteur totale . . . . .	122 cm.
Diamètre maximum . . .	13.5 cm.
Poids net . . . . .	14 kg.
Tension filament . . . . .	21 volts.
Courant filament . . . . .	215 ampères.
Tension anodique . . . . .	18 kV.
Tension grille . . . . .	500 volts.
Courant anodique . . . . .	4.8 amp. env.
Résistance interne . . . . .	2200 ohms.
Débit de la circulation d'eau environ . . . . .	120 l/min.

On remarque que l'anode est au centre et que l'arrivée et le départ de l'eau ont lieu au milieu de la chemise entourant la plaque. Le bulbe de verre supérieur permet de distinguer le support perforé de la grille et le bulbe inférieur les supports cylindriques et concentriques des filaments. Les connexions de grille et filament sont refroidies par des radiateurs à ailettes en aluminium.

Par précaution pour le filament, la tension de chauffage est appliquée progressivement, grâce à un dispositif „Sauter“.

La fig. 9 donne une vue d'une des deux cellules, absolument semblables d'ailleurs, suivant celles de l'amplificateur de grande puissance et contenant les éléments des circuits d'anode. Ce document est intéressant parce qu'il permet de se rendre compte de l'allure de certains appareils auxiliaires, dont nous avons dit quelques mots et qui jouent un rôle assez

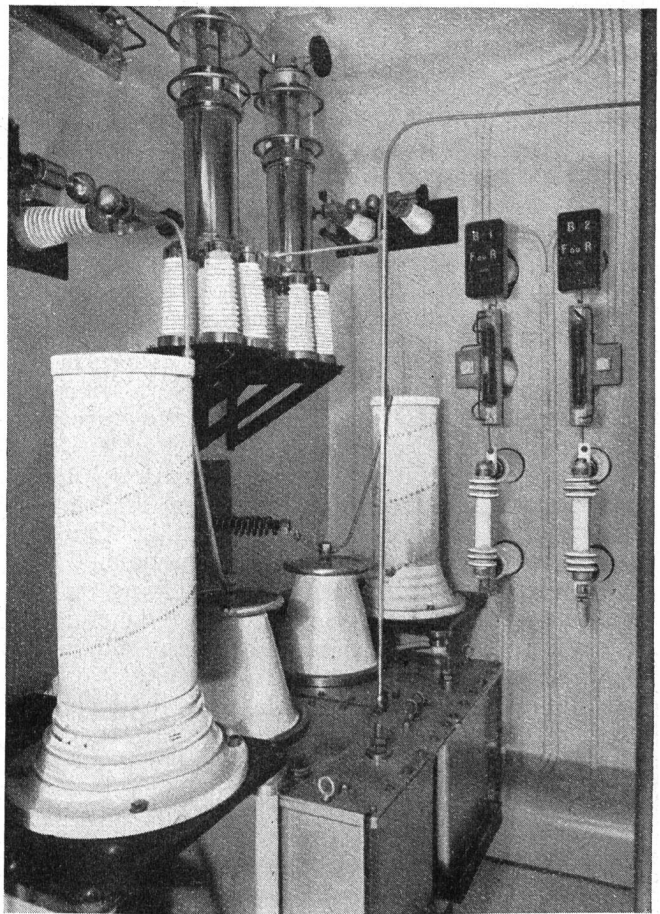
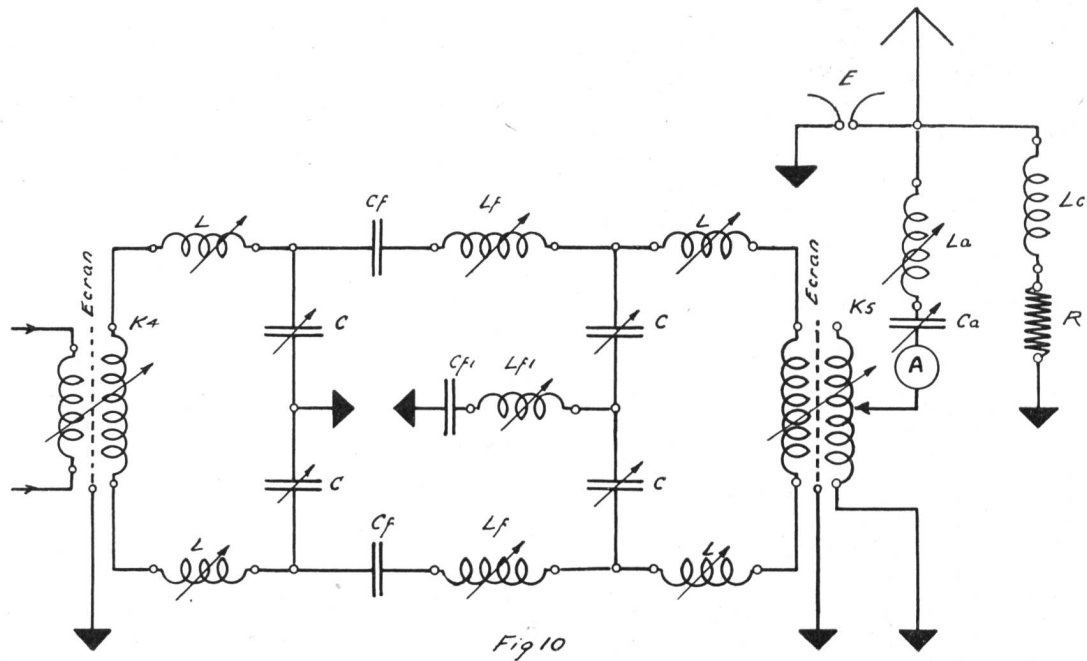


Fig. 9. Anodenkreise des Hauptverstärkers.  
Circuits d'anodes de l'amplificateur de grande puissance.



Im Hintergrund dieser Zelle erblickt man rechts die Hilfsapparate für die Anodenspeisung (18 kV). Da sind zunächst die Sicherungen und unmittelbar darüber die Nebenschlusswiderstände für die Messapparate des Anodenstromes, die selbst wieder durch Schmelzsicherungen geschützt sind. Die Apparate mit den Aufschriften „B 1 F ou R“ und „B 2 F ou R“ sind Zähler für Röhrenkurzschlüsse („Rocky Points“). Solche Kurzschlüsse sind den Hochleistungsröhren eigen und äussern sich als Entladungen zwischen den Elektroden. Die Entladungen sind keineswegs gefährlich, vorausgesetzt, dass sie von kurzer Dauer sind; sie können sogar in gewissen Fällen dazu beitragen, das Vakuum zu verbessern. Die Bezeichnung „Rocky Point“ stammt von der bekannten amerikanischen Station dieses Namens her, wo die Erscheinung zum ersten Male beobachtet wurde.

*Stromkreise der Antennenkopplung.* Die Antenne ist mit dem Anodenkreis der letzten Verstärkerstufe nicht direkt gekoppelt, sondern mit Hilfe einer ziemlich verwickelten Schaltung, die in Fig. 10 dargestellt ist und die den Sekundärkreis des Anodenkopplungstransformators  $K_4$  und den Primärkreis des Antennentransformators  $K_5$  enthält. Zur Abstimmung dienen die Selbstinduktionsspulen  $L$  und die Kondensatoren  $C$ . Die Feineinstellung erreicht man, indem man im Innern der Spulen einige in sich selbst geschlossene unabhängige Windungen verstellt. Dann ändert die Induktivität je nach dem Winkel, den die Ebene dieser Windungen mit der zur Achse der genannten Spulen senkrecht stehenden Ebene bildet. Die Kopplung der Transformatoren ist ebenfalls veränderlich.

Um die unerwünschte Strahlung der Harmonischen möglichst abzuschwächen, benützt man eine Filtervorrichtung mit den Stromkreisen  $C_f$ ,  $L_f$ ,  $C_{f1}$  und  $L_{f1}$ .  $C_f$  und  $L_f$  sind in der Weise abgestimmt, dass sie den harmonischen Frequenzen, die dann zur Erde abfließen, einen möglichst hohen Wider-

important. Nous remarquons en haut, du côté gauche, deux condensateurs de neutrodynage. Ce sont des condensateurs tubulaires réglables et dans l'huile; leur rôle consiste à empêcher l'auto-oscillation de l'étage amplificateur. On voit également deux selfs de blocage et deux condensateurs d'arrêt, dont les fonctions ont déjà été décrites. On distingue, en outre, près d'une des bornes d'un condensateur, la petite self shuntée par une résistance de 20 ohms et destinée à bloquer les oscillations à très haute fréquence qui pourraient prendre naissance.

La partie droite du fond de cette cellule est réservée aux appareils auxiliaires de l'alimentation des anodes (18 kV). Ce sont d'abord les coupe-circuit, puis immédiatement au-dessus les résistances shunt des appareils de mesures du courant anodique, protégés eux-mêmes par des fusibles. Les appareils portant les indications „B 1 F ou R“ et „B 2 F ou R“ sont les compteurs des „Rocky Points“. Le Rocky-Point est un phénomène particulier des tubes à grande puissance qui se manifeste par des décharges entre électrodes; ces décharges ne sont nullement dangereuses pour autant que leur durée est courte; elles peuvent même, dans une certaine mesure, contribuer à l'amélioration du vide. Le nom de „Rocky-Point“, par lequel on les désigne, vient du fait qu'ils ont été remarqués pour la première fois à la station américaine de Rocky Point.

*Circuits de couplage d'antenne.* L'antenne n'est pas couplée directement au circuit de plaques du dernier étage amplificateur, mais bien par l'intermédiaire d'un dispositif assez compliqué (représenté par le schéma de la fig. 10), comprenant le circuit secondaire du transformateur de couplage d'anode  $K_4$  et le circuit primaire du transformateur d'antenne  $K_5$ . Ils sont accordés au moyen des selfs  $L$  et des condensateurs  $C$ ; un réglage fin s'obtient par déplacement, à l'intérieur des bobines, de quelques spires indépendantes fermées sur elles-mêmes; l'inductance varie suivant l'angle que forme leur plan avec celui



stand entgegensetzen, während sie für die Grundfrequenz 677 Kc einen Kurzschluss bilden. Der Kreis  $Cf_1 Lf_1$  ist auf die am stärksten störende Frequenz abgestimmt, nämlich auf diejenige der zweiten Harmonischen, für welche seine Impedanz Null ist.

Zur Abstimmung der Antenne dienen die Selbstinduktionsspule  $La$ , der Kondensator  $Ca$  und der verschiebbare Abgriff auf der Sekundärseite des Antennenkopplungstransformators  $K_5$ . Bei 100 kW beträgt der Normalstrom in der Antenne 24 Ampère. Dieser Wert wird festgelegt durch den der Betriebsfrequenz entsprechenden Antennenwiderstand.

Die statischen Ladungen fließen über die Drosselsspule  $Lc$  und den Hochohmwiderrstand  $R$  zur Erde ab. Die Funkenstrecke  $E$  schützt die Anlage vor gefährlichen atmosphärischen Entladungen.

Fig. 11 zeigt einige Organe der soeben beschriebenen Stromkreise. Sehr deutlich unterscheidet man rechts den Transformator  $K_4$  und einen der Kondensatoren  $C$ . Bemerkenswert ist die gefällige Bauart der Selbstinduktionsspulen, deren Windungen aus versilberten Flachkupferbändern bestehen. Die Verbindungen sind versilberte Kupferröhren.

*Veränderliche Trägerwelle.* Die Radioausrüstung umfasst noch eine Vorrichtung, die man als Apparat für veränderliche Trägerwelle bezeichnet und die gewisse Einsparungen an elektrischer Energie ermöglicht. Diese Vorrichtung, welche zwei Röhren enthält, die als Gleichstromverstärker arbeiten und auf die Gitterspannung des Modulators wirken, verringert die Antennenleistung bei fehlender Modulation auf einen vorbestimmten Wert. Die Energie, die der Gleichrichter aus dem Netz aufnimmt, ist also kleiner; wird der Sender moduliert, so variiert die Leistung je nach dem Grade der Modulation.

perpendiculaire à l'axe de ces dites bobines. Le couplage des transformateurs est également variable.

Afin de rendre aussi faible que possible la radiation gênante des harmoniques, on utilise un dispositif de filtrage comprenant les „circuits accepteurs“  $Cf Lf$  et  $Cf_1 Lf_1$ .  $Cf Lf$  sont accordés de manière à offrir le maximum de résistance aux courants de fréquences harmoniques qui s'écoulent à la terre et à se comporter comme un court-circuit pour la fréquence fondamentale de 677 Kcs. Le circuit  $Cf_1 Lf_1$  est accordé sur la fréquence la plus gênante, soit celle du deuxième harmonique, pour laquelle son impédance est nulle.

L'accord de l'antenne s'opère au moyen de la self  $La$ , du condensateur  $Ca$  et de la prise variable sur le secondaire de  $K_5$ . Le courant normal d'antenne pour 100 kW est de 24 ampères. Cette valeur est déterminée par la résistance d'antenne pour la fréquence de travail.

Les charges statiques sont écoulées à la terre par la bobine de choc  $Lc$  et la résistance à valeur élevée  $R$ . L'éclateur  $E$  protège l'installation contre les décharges atmosphériques dangereuses.

La fig. 11 donne une vue d'une partie des circuits que nous venons de décrire. On distingue très bien, à droite, le transformateur  $K_4$  et un des condensateurs  $C$ . A noter la construction élégante des selfs, dont les spires sont en cuivre plat argenté; les connexions sont en tubes de cuivre également argentés.

*Onde porteuse flottante.* L'équipement radio comporte encore un dispositif dit „d'onde porteuse flottante“, qui permet de réaliser une certaine économie de l'énergie primaire. Ce dispositif, qui comprend deux lampes travaillant en amplificatrices à courant continu agissant sur la polarisation de grille du modulateur, abaisse la puissance antenne à une valeur choisie à l'avance en l'absence de modulation. La puissance prise au réseau par le redresseur est donc abaissée et, lorsque le transmetteur est modulé, cette puissance variera suivant le taux de modulation.

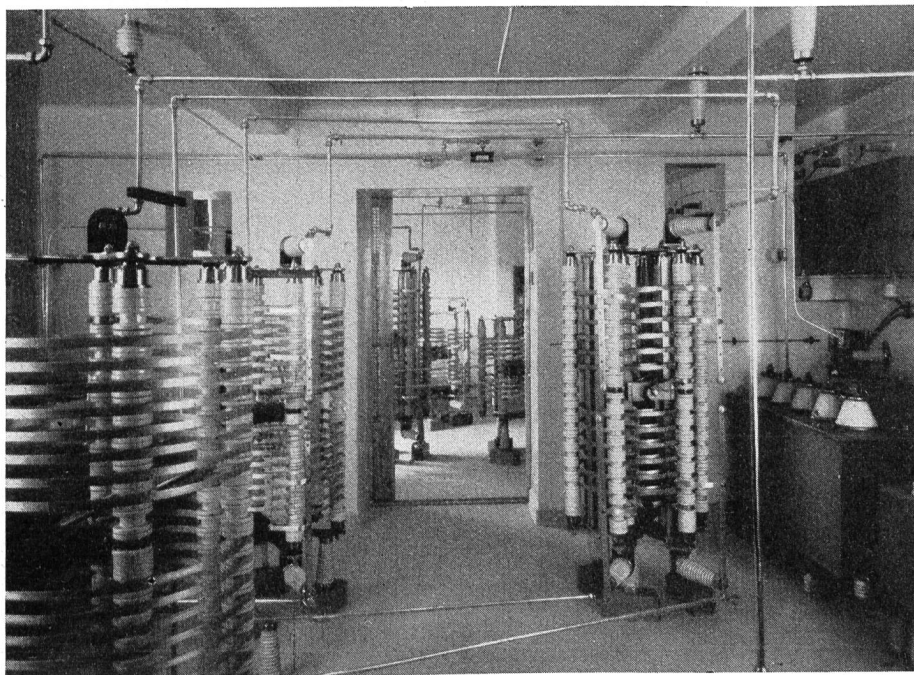


Fig. 11. Ausgangskreise und Antennenkopplung. — Circuits de sortie et de couplage d'antenne.



Um die Schemas zu vereinfachen, haben wir darin nur wenige Messapparate angegeben. Es sei aber nachgetragen, dass in jedem Anodenkreis, sowie in gewissen Gitterkreisen ein Gleichstrom-Ampèremeter liegt, und dass die Hochfrequenzströme durch Messinstrumente mit Thermoélements angezeigt werden. Die Abstimmung der Gitter- und Anodenkreise der letzten Stufe wird durch Spitzenspannungsvoltmeter mit Zweipolröhren-Gleichrichtern kontrolliert.

(Fortsetzung folgt.)

Avant de terminer cette description des circuits radio, disons que, pour simplifier les schémas, nous n'avons fait figurer que peu d'appareils de mesures. Signalons simplement qu'un ampèremètre à courant continu est placé dans chaque circuit d'anode ainsi que dans certaines grilles et que les courants de circulation haute fréquence sont indiqués par des appareils munis de thermo-couples. L'accord des circuits de grilles et de plaques du dernier étage est contrôlé au moyen de voltmètres de tensions crêtes constitués par des redresseurs à lampes diodes.

(A suivre.)

### Statistique téléphonique mondiale en 1936.

31:654.15(100)

Parmi les grandes découvertes mises au service de l'économie publique et de la civilisation, la télégraphie et la téléphonie occupent sans doute le premier rang. Il est donc très naturel que le Bulletin Technique suive de près leur développement mondial, en publiant chaque année les données statistiques de l'American Telephone and Telegraph Company.

De cette statistique nous extrayons, pour 1936, les indications suivantes:

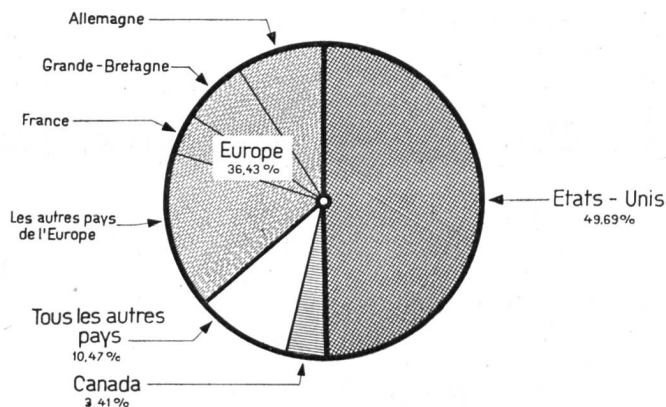


Fig. 1.

1. Répartition des postes d'abonnés (v. fig. 1). Il y a presque parité entre les Etats-Unis d'Amérique (49,69%) et les autres pays du monde (50,31%). L'Europe participe à ce chiffre pour 36,43%, le Canada pour 3,41%, tandis que les autres pays du globe ne présentent que le 10,47%. Ainsi, l'Amérique du Sud n'intervient dans le total que pour 2,06%, l'Asie pour 4,56% (avec le Japon en tête), l'Australie pour 2,27% et l'Afrique pour 0,90%. La petite Suisse avec 1,12% compte plus de stations que l'Afrique (412 324 contre 335 216); elle dépasse la moitié du nombre de l'Amérique du Sud (412 324 contre 765 435). Parmi les différents pays de l'Europe, la Suisse occupe maintenant, quant au nombre total des stations, le 7<sup>e</sup> rang. Elle est précédée par l'Allemagne (3 431 074), la Grande-Bretagne et l'Irlande du Nord (2 791 597), la France (1 481 788), la Russie (950 000), la Suède (687 566) et l'Italie (560 660). A fin 1936, la Suisse comptait 412 324 stations; elle avait dépassé d'environ 30 000 stations les Pays-Bas, qui comptaient 382 173 stations, et de 4000 stations le Danemark avec 408 875 stations.

Le nombre total des postes d'abonnés était de 37,1 millions contre 35,03 millions en 1935, 33,54 millions en 1934, 32,49 millions en 1933, 32,94 en 1932, 35,06 en 1931, 35,3 en 1930, 31,5 en 1929, 32,7 en 1928, 30,99 en 1927 et 29,38 en 1926. En Europe, l'augmentation a été de 736 281 = 5,8% contre 6% en 1935 et 1934, 2,3% en 1933, 1,7% en 1932, 2,7% en 1931, 2,3% en 1930, 8,5% en 1929, 7,4% en 1928 et 6,7% en 1927 (v. fig. 2).

En Suisse, l'augmentation est de 12 792 stations = 3,2%, chiffre le plus bas enregistré depuis de nombreuses années. C'était l'année de crise la plus accentuée, car en 1935, l'augmentation était de 4,3%, de 5,1% en 1934, de 11% en 1930, etc.

La fig. 3 donne un aperçu très caractéristique de l'influence de la crise économique sur le développement du téléphone. Ce graphique montre comment le nombre de stations par 100 habitants a varié dans différents pays entre 1930 et 1936. Il est naturel qu'une forte dépression économique frappe en général l'exploitation téléphonique là où le téléphone est le plus répandu. C'est ainsi que la densité téléphonique a baissé aux Etats-Unis de 16,4 en 1930 à 13,3 en 1934 par 100 habitants, pour remonter à 14,4 en 1936 et au Canada de 14,2 en 1930 à 11,5 en 1936. Par contre, et malgré la crise, la Suède, la Suisse et aussi la Grande-Bretagne, où la densité est cependant assez élevée, accusent une augmentation presque normale. Les Etats-Unis, qui ont la plus grande densité téléphonique du monde, ont perdu 3 490 718 stations en 1930, 1931, 1932. Durant la dernière partie de 1933 et les années suivantes, le

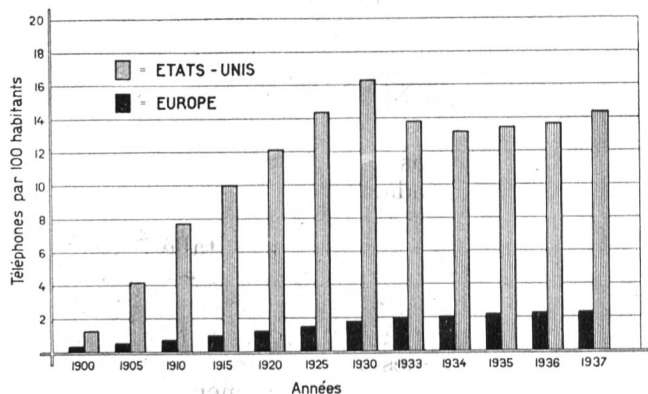


Fig. 2.