

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 54 (1976)

Heft: 6

Artikel: Moderne Mittel- und Kurzwellen-Rundfunksender grosser Leistung = Emetteurs modernes de grande puissance sur ondes moyennes et sur ondes courtes

Autor: Hanselmann, Ernst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875835>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.03.2026

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

Moderne Mittel- und Kurzwellen-Rundfunksender grosser Leistung

Emetteurs modernes de grande puissance sur ondes moyennes et sur ondes courtes

Ernst HANSELMANN, Bern

621.396.712.029.53:621.3.026.446:621.396.97
621.396.712.029.55:621.3.026.446:621.396.97

Zusammenfassung. In zwei Sendestationen wurden erstmals vollautomatische, ferngesteuerte Mittel- und Kurzwellensender grosser Leistung eingesetzt. Aufgaben und Anforderungen an moderne Hochleistungssender werden kurz beleuchtet.

Résumé. Pour la première fois, deux stations émettrices suisses ont été équipées d'émetteurs sur ondes moyennes et sur ondes courtes de grande puissance entièrement automatiques et télécommandés. L'auteur esquisse le rôle dévolu à des émetteurs modernes à hautes performances et les exigences qui leur sont imposées.

Impianti radiotrasmittenti moderni a onde medie e a onde corte di grande potenza

Riassunto. In due stazioni emittenti sono stati impiegati, per la prima volta, trasmettitori a onde medie e a onde corte di grande potenza, completamente automatici e telecomandati. L'autore si sofferma brevemente sulle prestazioni e sulle esigenze cui devono rispondere i trasmettitori moderni di grande potenza.

1 Einleitung

In den letzten drei Jahren haben die schweizerischen PTT-Betriebe in Sarnen und in der Lenk einen Mittelwellensender von 300 kW und drei Kurzwellensender von je 250 kW für Rundfunk in Betrieb genommen. Diese Sender modernster Bauart dienen der Kontinentalversorgung auf Kurzwellen im 31-, 48- und 75-Meter-Band und der Nachtversorgung der Schweiz auf Mittelwellen (zurzeit 1562 kHz) [1]. Beide Anlagen werden unbemannt und ferngesteuert betrieben. Für Hochleistungssender dieser Frequenzbereiche ist dies eine Pionierleistung.

2 Die Nachrichtenübertragungskette

Rundfunksender sind Teile von Nachrichtenübertragungssystemen. Ihre Aufgabe ist es, mit elektromagnetischen Wellen Nachrichten von einer bestimmten Quelle zu einer möglichst grossen Zahl von Verbrauchern in einem vorgegebenen Ziel beziehungsweise Versorgungsgebiet zu übertragen (Fig. 1). Im Studio wird produziert; beim Empfänger wird konsumiert.

Der Konsument hat Anspruch auf:

- Zuverlässigkeit in der Zustellung und brauchbare Qualität, das heisst möglichst grosse Betriebssicherheit und ungestörten Empfang.

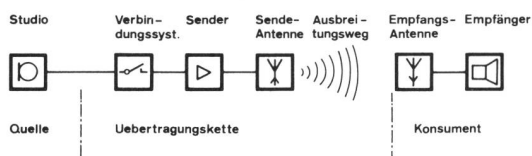


Fig. 1
Nachrichtenübertragungssystem des Rundfunks – Système de transmission des signaux en radiodiffusion

Studio – Studio
Verbindungssystem – Liaisons
Sender – Émetteur
Antenne – Antenne
Ausbreitungsweg – Parcours de propagation
Empfänger – Récepteur
Quelle – Source
Übertragungskette – Chaîne de transmission
Konsument – Consommateur

1 Introduction

Au cours des trois dernières années, l'Entreprise des PTT suisses a mis en service à Sarnen et à La Lenk un émetteur sur ondes moyennes de 300 kW et trois émetteurs sur ondes courtes ayant chacun 250 kW. Destinés à la radiodiffusion, ces émetteurs de construction moderne assurent une couverture à l'échelle continentale sur ondes courtes dans les bandes de 31, 48 et 75 mètres et desservent le territoire suisse durant la nuit sur ondes moyennes (actuellement sur 1562 kHz) [1]. Il s'agit, pour les deux installations, de stations télécommandées non desservies. Exploiter de cette manière des émetteurs de grande puissance dans les bandes de fréquences évoquées constitue un travail pionnier.

2 Chaîne de transmission des signaux

En tant qu'organes de la chaîne de transmission, les émetteurs de radiodiffusion ont pour mission de faire parvenir au plus grand nombre possible d'auditeurs d'une zone à desservir donnée des signaux (parole, musique), par le truchement des ondes électromagnétiques (fig. 1). Les programmes offerts aux auditeurs sont produits dans les studios. En sa qualité de «consommateur», l'auditeur est en droit d'attendre:

- une transmission fiable,
- une qualité satisfaisante, soit un service quasi exempt d'interruptions et
- une réception non perturbée.

Le rôle dévolu aux systèmes de transmission de signaux est d'atteindre ces objectifs à des conditions économiques aussi avantageuses que possible.

Le maillon le plus vulnérable de la chaîne de transmission de la radiophonie en ondes moyennes et courtes est le parcours de propagation [1], et le plus coûteux l'émetteur ou le complexe d'émission.

3 Particularités de la radiodiffusion sur ondes moyennes et sur ondes courtes

Certaines particularités de la radiodiffusion sur ondes moyennes et sur ondes courtes sont dues aux caractéristi-

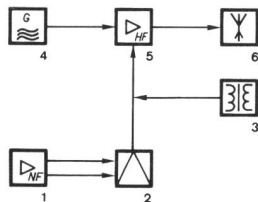


Fig. 2

Vereinfachtes Prinzipschema eines konventionellen Kurzwellen- oder Mittelwellensenders – Schéma de principe simplifié d'un émetteur sur ondes courtes ou moyennes classique

- 1 Niederfrequenz-Verstärkerstufen – Etages amplificateurs basse fréquence
- 2 Modulationsmittel – Etage de modulation
- 3 Hochspannungsversorgung – Alimentation en haute tension
- 4 Hochfrequenzoszillator – Oscillateur haute fréquence
- 5 Hochfrequenzverstärkerstufen – Etages amplificateurs haute fréquence
- 6 Antennen – Antennes

Aufgabe des Nachrichtenübertragungssystems ist es, diese beiden Ziele mit wirtschaftlich möglichst geringem Aufwand zu erreichen.

Der Ausbreitungsweg ist das schwächste [1], der Sender oder die Sendeanlage das kostenintensivste Glied der Übertragungskette des Mittel- und Kurzwellenrundfunks.

3 Besonderheiten des Mittelwellen- und Kurzwellen-Rundfunks

Bedingt durch die physikalischen Gegebenheiten des Ausbreitungsweges bei Raumwellenversorgung, aber auch durch die spezifischen Aufgaben, unterliegt der Mittel- und Kurzwellen-Rundfunk gewissen Besonderheiten.

Die Mittelwelle bietet sich bei Tag mit der Bodenwelle für ein Versorgungsgebiet mit einem Durchmesser von bis zu 300 km, nachts mit der Raumwelle für ein solches von bis zu 3000 km an. Während bei Bodenwellenausbreitung bei Tag eine Regionalversorgung vergleichbar mit UKW-Programmsendungen erreicht werden kann, hat bei der grossflächigen nächtlichen Versorgung mit Raumwelle die Erzielung einer möglichst hohen Sprachverständlichkeit gegenüber der Erhaltung der Klangqualität den Vorrang.

Der Kurzwellen-Rundfunk eignet sich vor allem für die weitflächige Kontinental- und Überseeversorgung. Er bedient sich ausschliesslich der Raumwellen. Kurzwellen-Rundfunk muss ankommen und informieren, er hat dem Hörer möglichst laute Signale anzubieten. Signalstärke und Sprachverständlichkeit, also Durchdringungsvermögen bei Störungen, sind hier die Grundforderungen [2]; der künstlerische Aussagewert darf dabei zu einem Teil verlorengehen.

Mit ständig höheren Senderleistungen wird heute weltweit versucht, das Durchdringungsvermögen im Zielgebiet zu verbessern.

4 Heutige Hochfrequenzleistungen

Die heute üblichen Leistungen bei Grosssendern im Mittelwellenbereich liegen bei 250, 500 und 1000 kW. Bereits seit einigen Jahren werden zwei 1000-kW-Einheiten zu 2000-kW-Anlagen parallelgeschaltet.

Die derzeit gängigen Leistungsgrössen für Kurzwellensender betragen 100, 250 und 500 kW. Die schweizerischen PTT-Betriebe haben vor einigen Jahren den seinerzeit stärksten Kurzwellensender der Welt (500 kW) in Betrieb genommen und eigene Erfahrungen gesammelt. Neuerdings wer-

ques physiques du parcours de propagation, dans le cas de la couverture par l'onde d'espace, mais aussi aux tâches spécifiques de ce service.

Durant le jour, l'onde de sol des ondes moyennes permet de desservir une zone de 300 km de diamètre au plus, tandis que l'onde d'espace nocturne porte la zone de couverture à 3000 km environ. La propagation par l'onde de sol offre de jour une couverture régionale comparable à celle des émetteurs à ondes ultra-courtes; en revanche, lorsqu'on dessert de nuit de vastes régions à l'aide de l'onde d'espace, l'intelligibilité est plus importante que la qualité du son.

La radiodiffusion sur ondes courtes permet, en premier lieu, de diffuser des programmes à l'échelle de grands continents et d'atteindre les auditeurs d'outre-mer. Se propageant uniquement par l'onde d'espace, les signaux du service des ondes courtes doivent avant tout arriver à destination et procurer à l'auditeur l'information désirée. Les exigences fondamentales sont en l'occurrence des signaux puissants et une bonne intelligibilité malgré la présence de perturbations [2]. Pour parvenir à cet objectif, on s'accommode d'une qualité de reproduction quelque peu diminuée.

De nombreux pays tentent aujourd'hui d'améliorer l'intelligibilité de leurs émissions dans les pays de destination, en augmentant sans cesse les puissances d'émission.

4 Puissances haute fréquence actuelles des émetteurs

Les grands complexes d'émission sur ondes moyennes opèrent couramment de nos jours, avec des puissances de l'ordre de 250, 500 et 1000 kW. Depuis quelques années déjà, deux unités de 1000 kW sont connectées en parallèle pour obtenir des installations de 2000 kW.

Sur ondes courtes, les puissances les plus usuelles sont de 100, 250 et 500 kW. En 1971, l'Entreprise des PTT suisses a mis en service un émetteur sur ondes courtes qui était à

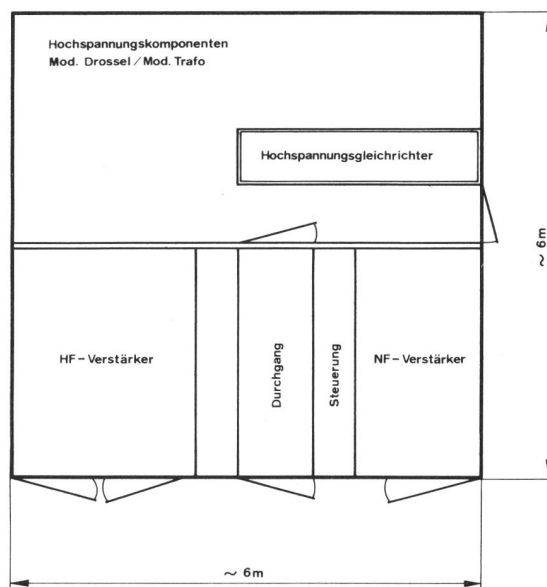


Fig. 3

Disposition des Mittelwellensenders – Structure d'un émetteur sur ondes moyennes

- Hochspannungskomponenten Modulationsdrossel/Modulationstrafo – Composants pour la haute tension; bobine de self/transformateur de modulation
- Hochspannungsgleichrichter – Redresseur à haute tension
- HF-Verstärker – Amplificateur HF
- NF-Verstärker – Amplificateur BF

den im Ausland Kurzwellen-Sendestellen zu 1000 kW, mit parallelgeschalteten 500-kW-Sendern geplant. In der Industrie befinden sich 1000-kW-Einheiten in Entwicklung.

Da der Gesamtwirkungsgrad eines Mittelwellensenders nur unwesentlich über 65 % und jener eines Kurzwellensenders knapp über 55 % liegt, die Senderanschlussleistung also rund das Doppelte der Senderleistung beträgt, ergeben sich bedeutende Energiekosten. Für einen 500-kW-Kurzwellensender, der im 24-Stunden-Betrieb eingesetzt ist, betragen allein die jährlichen Energiekosten rund 1 Million Franken. Eine mittlere Kurzwellensendestation, wie Schwarzenburg, weist jedoch nicht einen, sondern vier bis sechs gleichzeitig in Betrieb stehende Sender auf.

Einer Verdoppelung der Empfangsfeldstärke im Zielgebiet entspricht eine Vervierfachung der Senderleistung. Eine solche Kostenexplosion, allein von der Energieseite her, kann von kleineren Staaten nicht mehr verkraftet werden. Hinzu kommen die höheren Unterhalts- und Röhrenkosten bei 500 kW im Kurzwellen- und bei 1000 kW im Mittelwellenbereich. Ferner sind die Grenzen des Möglichen mit dem heutigen Know-how des Senderbau-Ingenieurs und den ihm zur Verfügung stehenden Komponenten bereits erreicht. Höhere Leistungen sind Neuland, und es wird noch einige Zeit – wahrscheinlich eine ganze Sendergeneration – dauern, bis auch bei noch höheren Leistungen brauchbare Zuverlässigkeit erreicht wird.

5 Die Modulation

Zur Übertragung der Information wird ein hochfrequenter Träger mit dem niederfrequenten Signal moduliert. Obschon grundsätzlich verschiedene Modulationsarten möglich sind, hat im Bereich des Mittel- und Kurzwellenrundfunks nur die Amplitudenmodulation praktische Bedeutung. Der niederfrequente Leistungsanteil (P_{NF}) liegt mit der Anodenmodulation bei

$$P_{NF} = P_{TR} \cdot \frac{m^2}{2}$$

Der mittlere Modulationsgrad m hängt vom Informationsinhalt ab und liegt für die üblichen Programmsendungen bei

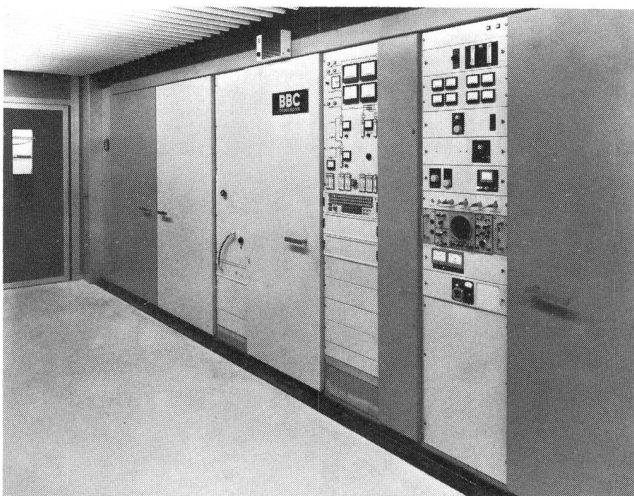


Fig. 4
Ansicht des Mittelwellensenders 300 kW – Vue d'un émetteur sur ondes moyennes de 300 kW

Links der Schrank der Hochfrequenzstufen, Mitte Steuerungsschrank mit Mimic-Diagramm, rechts Niederfrequenzschrank – A gauche, l'armoire de l'étage final haute fréquence, au milieu, l'armoire de commande avec diagramme « Mimic », à droite, l'armoire basse fréquence

l'époque le plus puissant du monde (500 kW), ce qui lui a permis de recueillir des expériences précieuses. A l'heure actuelle, les administrations étrangères planifient des stations à ondes courtes de 1000 kW, consistant en émetteurs de 500 kW connectés en parallèle. Les entreprises spécialisées de l'industrie développent déjà des ensembles de 1000 kW.

Le rendement global d'un émetteur sur ondes moyennes excède à peine 65 % et celui d'un émetteur sur ondes courtes 55 %; or, la puissance de raccordement au réseau étant environ le double de la puissance d'émission, le coût de l'énergie électrique consommée devient considérable. A lui seul, un émetteur à ondes courtes fonctionnant 24 heures sur 24 consomme pour quelque 1 million de francs d'énergie par an. Un complexe d'émission à ondes courtes, tel que celui de Schwarzenbourg, par exemple, ne possède pas qu'un émetteur, mais quatre à six exploités simultanément.

Doubler l'intensité du champ au point de réception signifie quadrupler la puissance d'émission. Il est clair que les petits Etats ne peuvent plus faire face à une telle explosion des coûts due à la seule consommation d'énergie. Il faut encore se représenter que l'entretien et les tubes des étages de puissance des émetteurs OC de 500 kW et OM de 1000 kW sont beaucoup plus coûteux. Par ailleurs, les limites fixées par les connaissances actuelles des ingénieurs construisant les émetteurs et par les composants disponibles aujourd'hui sont atteintes. Continuer d'accroître la puissance des émetteurs signifie innover; il est donc probable qu'un certain temps s'écoulera – peut-être la durée de vie d'une génération d'émetteurs – avant qu'il soit possible d'obtenir une fiabilité acceptable à des puissances encore plus élevées.

5 Modulation

Pour transmettre l'information, on module une porteuse haute fréquence avec un signal basse fréquence. Bien qu'il soit en principe possible d'utiliser plusieurs genres de modulation, seule la modulation d'amplitude revêt une importance pratique dans la radiodiffusion sur ondes moyennes et sur ondes courtes. En modulation d'amplitude, la composante de puissance basse fréquence (P_{NF}) s'exprime par

$$P_{NF} = P_{TR} \cdot \frac{m^2}{2}$$

Le taux de modulation m dépend de la teneur de l'information et se situe vers 0,2 pour les programmes ordinaires. Dans le cas d'un émetteur de 500 kW (P_{TR}), la composante de puissance basse fréquence moyenne n'est donc que de 10 kW. On comprend aisément que, dans un domaine où la qualité du son importe moins que l'intelligibilité, on essaie d'améliorer le rapport entre la puissance de la porteuse HF et la puissance du signal de modulation basse fréquence en s'accommodant d'une diminution de la qualité de reproduction. A cet effet, le signal basse fréquence est « conditionné » dans des circuits spéciaux [3, 4]. Il est possible de réaliser des taux de modulation atteignant 0,6, en limitant la bande passante et en comprimant la dynamique, ce qui équivaut évidemment à une diminution de la fidélité de reproduction, bien que la compréhensibilité de la parole n'en souffre pas. Grâce à ces mesures, l'auditeur capte des signaux nettement plus intelligibles [5]. Cette méthode, moins coûteuse que l'augmentation de la puissance de la porteuse HF, conduit au même résultat.

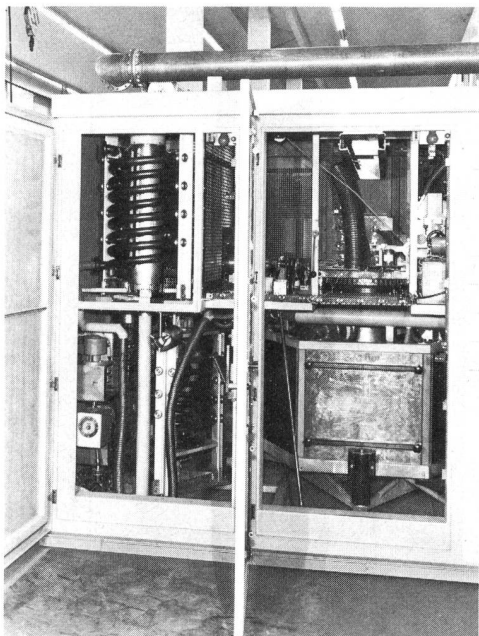


Fig. 5
Hochfrequenzschrank des Kurzwellensenders mit geöffneter Fronttür – Armoire de l'ensemble haute fréquence d'un émetteur sur ondes courtes, porte frontale ouverte

etwa 0,2. Im Falle eines 500-kW-Senders (P_{TR}) beträgt also der mittlere niederfrequente Leistungsanteil nur gerade 10 kW. Es ist daher naheliegend, dass auf einem Gebiete, wo die Klangqualität gegenüber der Sprachverständlichkeit zurücktreten darf, versucht wird, das Missverhältnis von HF-Trägerleistung zu Niederfrequenzleistung auf Kosten der Qualität zu verbessern. Mit besonderen Methoden [3, 4] wird das niederfrequente Nachrichtensignal «aufbereitet». Bei Begrenzung des Frequenzbereiches werden durch Kompression der Dynamik, gewissermaßen durch Verminderung des «künstlerischen Inhalts», durchschnittliche Modulationsgrade von bis zu 0,6 erreicht, ohne dass die Verständlichkeit darunter leidet. Das Durchdringen – also das Ankommen einer Nachricht beim Empfänger – wird dadurch bedeutend verbessert [5]. Dies stellt eine Methode dar, die wirtschaftlich weit weniger aufwendig ist als eine den gleichen Effekt erzielende Erhöhung der HF-Trägerleistung des Senders. Für den Sender selbst bedeutet der höhere Modulationsgrad jedoch verschärfte Forderungen an die Belastbarkeit der einzelnen Stufen und deren Komponenten.

6 Anforderungen an die Automatik

Im Gegensatz zur Mittelwellenversorgung mit Bodenwellen oder zur Fernseh- und UKW-Versorgung ist der Standort eines Kurzwellen- oder Mittelwellensenders für Raumwellenversorgung (in allerdings beschränktem Masse) unabhängig vom Versorgungsgebiet. Allfällige Reserve- oder Ergänzungseinheiten können daher an verschiedenen Standorten aufgestellt werden. Diese Gegebenheit ermöglicht eine Dezentralisation der Sendeanlagen, was im Sinne der Vorsorge gegen Katastrophen wünschbar ist.

Bis heute war während der ganzen Sendezeit Betriebspersonal in den Mittel- und Kurzwellensendestationen anwesend, bei Kurzwelle also rund um die Uhr.

Das durch den Strukturwandel der letzten Jahre veränderte Bild der kostenträchtigen Betriebsfaktoren wie auch die Forderung nach besserer Lebensqualität verlangen auch

Au niveau de l'émetteur, le taux de modulation plus poussé se traduit cependant par des exigences accrues sous le rapport de la capacité de charge des divers étages et de leurs composants.

6 Exigences concernant le service automatique

Contrairement à ce qui fait règle pour la couverture en ondes moyennes par l'onde de sol ou pour celle qu'assurent les émetteurs de télévision et OUC, l'emplacement d'un émetteur sur ondes moyennes ou sur ondes courtes opérant avec l'onde d'espace ne dépend pas, dans une large mesure, de la zone à desservir. Des unités de réserve ou de complément peuvent donc être implantées à des endroits différents. Cette particularité permet de décentraliser les installations émettrices, ce qui est souhaitable en tant que mesure préventive contre les catastrophes.

Jusqu'ici, il était nécessaire de prévoir la présence de personnel d'exploitation dans les stations à ondes moyennes et à ondes courtes pendant la durée intégrale des émissions, soit 24 heures sur 24 dans les stations à ondes courtes.

Les frais d'exploitation sensiblement plus élevés en raison de la mutation des structures sociales et l'amélioration du niveau de vie que chacun revendique exigent que la journée de travail normale soit aussi introduite dans les stations émettrices et que les services de nuit et de fin de semaine soient supprimés.

Il est dès lors souhaitable d'exploiter en mode non desservi les stations émettrices ne comptant que 2 ou 3 émetteurs de 250 ou 500 kW. En règle générale, 2 à 3 jours par mois devraient suffire à l'entretien d'ensembles de cette catégorie. Pour satisfaire à cette condition, il est nécessaire d'intégrer ces stations dans un réseau d'émetteurs télécommandés.

Les émetteurs doivent de ce fait répondre à de nouvelles exigences à l'égard de la commande et du réglage automatiques. Par le truchement d'un seul critère en/hors, l'émetteur doit s'enclencher et se déclencher; il doit aussi être équipé de circuits d'auto-surveillance le protégeant contre de sérieux dommages. L'état de fonctionnement primitif doit aussi

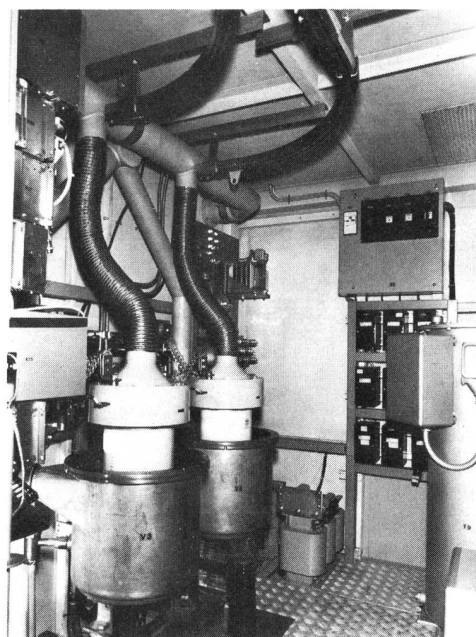


Fig. 6
Niederfrequenzendstufe – Etage final basse fréquence

in einer Sendestation nach Einführung des Normalarbeitstages beziehungsweise Verzicht auf Nacht- und Wochenendschichten.

Kleinere Sendestationen mit nur 2...3 Sendern zu 250 oder 500 kW sollen unbemannt betrieben werden können. Ein Unterhaltsaufwand von 2...3 Tagen je Monat sollte für diese Kategorie die Regel bilden. Dies bedingt jedoch, dass solche Sendeanlagen in ein fernsteuerungsfähiges Sendernetz einbezogen werden.

Dadurch werden neue Forderungen an die Steuerung und Automatik der Sender gestellt. Mit einem einzigen Ein-/Aus-Kriterium soll sich der Sender folgerichtig auf- und abschalten, sich selbst überwachen und vor schwerwiegenden Schäden schützen; nach kurzzeitigen Störungen, wie Röhren- oder Antennenüberschlägen oder kurzzeitigen Netzunterbrüchen, soll er den ursprünglichen Schaltzustand wieder selbständig einnehmen. Ein Kurzwellensender muss zudem mit einer Abstimmautomatik versehen werden, die es erlaubt, beliebige, in den Kurzwellen-Rundfunkbändern liegende Frequenzen zu wählen. Natürlich sind auch sinnvolle Steuermeldungen aufzubereiten beziehungsweise auszuscheiden.

7 Betriebssicherheit, Verfügbarkeit

Hohe Betriebssicherheit ist die grundsätzliche Voraussetzung, die den fernbedienten Betrieb einer Anlage erst ermöglicht. In bestehenden, älteren Anlagen, in denen das Betriebspersonal die Sender laufend überwacht oder täglich einige Male das Betriebsverhalten überprüft, werden mit den Sendern mittlere Betriebszeiten zwischen zwei Störungen von über 2500 Stunden erreicht. Dank der andauernden Beziehung zwischen Mensch und Sender diagnostiziert der Spezialist Störungen teilweise vor ihrem Auftreten und kann meist präventive Massnahmen treffen, um einen Verlust an effektiver Sendezeit zu vermeiden oder diese möglichst kleinzuhalten. Mit neuen, fernsteuerbaren automatischen Sendern wurden bisher noch keine so guten Betriebserfahrungen gemacht. Die Ursachen liegen einerseits teils in meist neuartigen, unzulänglichen Konstruktionen oder zu knapp dimensionierten Komponenten, andererseits teilweise – da es das ideale Gerät nicht gibt und nie geben wird – im Fehlen der dauernden Präsenz eines Betriebsmannes. Keine, noch so aufwendige (und dann meist auch stör anfällige) Senderautomatik vermag ihn voll zu ersetzen.

Die Betriebssicherheit muss jedoch, soll sich der unbemannte, fernbedienbare Grossleistungssender wirklich durchsetzen, verbessert werden. Von der Technik her sollten die Voraussetzungen gegeben sein. Abstimmbare Röhrenvorstufen können heute durch breitbandige Halbleiter-Verstärkerstufen ersetzt werden. Durch den Einsatz von Tetrodenendröhren, mit gegenüber Trioden 10fach grösserer Leistungsverstärkung, lässt sich die Zahl der Vorstufen minimal halten. Gesteuerte Thyristorgleichrichter sollten eine wartungsfreiere und anspruchlosere Hochspannungsversorgung ermöglichen, als dies bei Thyatronröhren der Fall war. Techniken zur Abführung der anfallenden Verlustwärme sind bekannt und anderweitig erfolgreich erprobt; sie sollten – auch wenn es sich um über eine halbe Million kcal/h handelt – keine Probleme aufgeben. Auch in der pneumatischen oder elektronischen Regelungs technik sind Fort-

se rétablir automatiquement après des pannes de courte durée, telles que l'amorçage d'arcs dans des tubes ou des descentes d'antennes ou lors de brèves interruptions de l'alimentation réseau. Un émetteur à ondes courtes doit de plus être équipé d'un dispositif de réglage automatique de la fréquence d'exploitation permettant de sélectionner à distance n'importe quelle fréquence dans les bandes de radiodiffusion sur ondes courtes. En vue d'atteindre ces objectifs, il faut évidemment prévoir le conditionnement et la différenciation de signaux de commande appropriés.

7 Fiabilité et disponibilité

Une haute fiabilité est une condition essentielle de l'exploitation télécommandée d'une station. Dans les installations plus anciennes où des agents sans cesse présents surveillaient continuellement les émetteurs et contrôlaient leur fonctionnement plusieurs fois par jour, on parvenait à un temps moyen entre pannes de plus de 2500 heures. Parfaitement familiarisé avec les émetteurs qu'il dessert, le spécialiste peut souvent diagnostiquer les pannes avant même qu'elles ne se produisent et prendre des mesures préventives en vue d'éviter ou de réduire au minimum une perte de durée effective d'émission. Jusqu'ici, les nouveaux émetteurs automatiques télécommandés n'ont pas encore donné d'aussi bons résultats. Il faut en rechercher la cause soit dans la nouveauté de ces constructions présentant encore certains défauts, soit dans des composants d'un dimensionnement trop faible, ou encore dans le fait qu'un spécialiste n'est pas toujours sur place pour intervenir au besoin, vu qu'un équipement idéal n'existe pas ni n'existera jamais. Les dispositifs de télécommande et de télécontrôle, si parfaits soient-ils, ne parviendront jamais à remplacer complètement l'homme.

Les émetteurs de grande puissance télécommandés et non desservis n'auront donc d'avenir que si leur fiabilité peut être améliorée, ce qui est réalisable du point de vue technique. Les étages à tubes nécessitant un réglage peuvent être

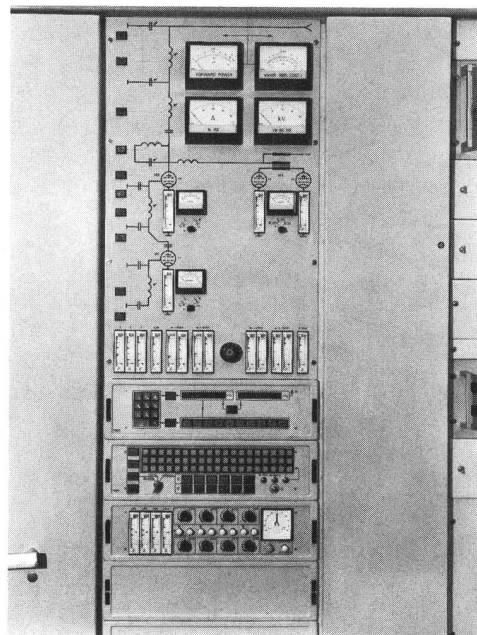


Fig. 7
Ansicht Steuerschrank mit Mimic-Diagramm des Kurzwellen-Senders – Vue de l'armoire de commande d'un émetteur sur ondes courtes avec diagramme «Mimic»

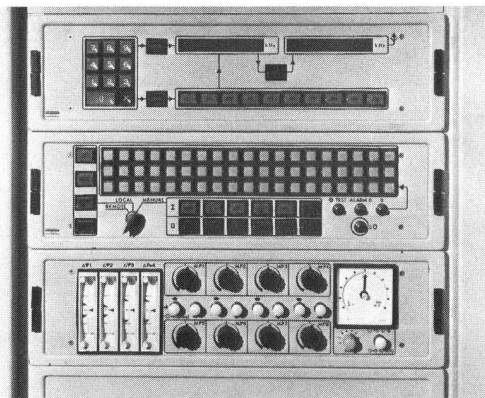


Fig. 8
Steuereinheit mit: oben Frequenzeingabefeld mit Tastatur, mitte Folgesteuerungsfeld mit Störungsmeldelampen, unten Feld für manuelle Abstimmung der Hochfrequenzstufen – Unité de commande; en haut, le panneau de sélection par touches des fréquences, au milieu, le panneau d'asservissement avec lampes de signalisation des dérangements, en bas, le panneau pour l'accord manuel des étages haute fréquence

schritte erzielt worden. Mit ihr sollten auch komplexe Steuer- und Regelvorgänge problemlos gelöst werden können.

Und doch sind es neben den Störungen der Nieder- oder Hochfrequenztechnik immer wieder Probleme, die beim Zusammenwirken der Hilfs- und Steuereinrichtungen entstehen. Probleme, die nicht bei der Senderabnahme, sondern erst nach Monaten harten Betriebseinsatzes zu Tage treten.

Für das Betriebspersonal ist es in diesen Fällen um so schwieriger, die jeweiligen Störungsursachen zu finden, je unvollständiger und unklarer die Betriebsvorschriften oder Senderbeschreibungen abgefasst sind. Da dem Betriebsmann die Beziehung zum Sender, wie sie durch dauernde Anwesenheit in der Anlage erreicht würde, fehlt, muss der Senderdokumentation viel grössere Beachtung geschenkt werden als bis anhin. Viele Lieferfirmen vernachlässigen leider diesen Punkt. Unübersichtliche Dokumentensammlungen sind nicht nur der Betriebssicherheit abträglich, sondern wirken sich betriebskostensteigernd aus.

Auch der Aufbau eines Senders kann in starkem Masse mithelfen, die Verfügbarkeit der Anlage zu erhöhen. Funktionell durchdachter Aufbau mit übersichtlichem und sinnvollm Signalisierungs- und Hinweissystem ermöglicht eine rasche Fehlerortung und -behebung.

Mitunter betont die Werbung die kompakte, platzsparende Senderanordnung. Bis zu einem gewissen Grad hat diese Berechtigung, denn zur Investition für den Sender kommen noch jene für das Gebäude und alle Hilfseinrichtungen hinzu. Obschon der Kubikmeterpreis für ein Sendegebäude mit etwa Fr. 500.— verhältnismässig hoch ist, darf dieser Umstand nicht überbewertet werden. Sobald der platzsparende Aufbau erschwerte Unterhaltsarbeiten mit sich bringt oder dazu führt, dass der Unterhalt an gewissen Stellen «übergegangen» wird, müssen wenige Kubikmeter gespartes Volumen in kürzester Zeit sehr teuer bezahlt werden.

8 Schlussbemerkung

Mit dem Aufbau zweier fernbetriebener, unbemannter Sendestationen mit je zwei vollautomatischen Hochleistungssendern wurde bei den PTT-Betrieben der Grund-

remplacés par des étages amplificateurs transistorisés à large bande. Par l'emploi de tétrodes procurant un gain dix fois supérieur à celui des triodes, on parvient à réduire le nombre des étages de préamplification au minimum. En équipant les redresseurs de thyristors, il est possible de construire des ensembles d'alimentation haute tension plus robustes et demandant moins d'entretien que leurs prédécesseurs pourvus de thyatron. On connaît et utilise avec succès les techniques permettant d'évacuer la chaleur produite par dissipation; ce problème est donc résolu, même s'il s'agit d'évacuer un demi-million de kcal/h. Des progrès ont également été faits dans la technique du réglage pneumatique ou électronique. A l'aide de tels dispositifs, les télécommandes et les téléregulations les plus complexes peuvent être réalisées.

Pourtant, ce ne sont pas seulement les dérangements affectant les organes basse fréquence et haute fréquence qui sont préoccupants, mais ceux qui résultent du fonctionnement concomitant des dispositifs d'asservissement et de commande. De telles défaillances ne se révèlent en général pas lors du contrôle de recette des émetteurs, mais après de longs mois de service en régime soutenu.

Lorsque les modes d'emploi et descriptions des émetteurs sont rédigés de manière incomplète et peu claire, le personnel d'exploitation a d'autant plus de peine à déterminer la cause des dérangements. Moins familiarisé avec l'émetteur que s'il s'en occupait sur place jour après jour, l'agent d'exploitation doit disposer d'une documentation technique encore plus perfectionnée qu'elle ne l'était jusqu'ici. Malheureusement, de nombreux fournisseurs n'attachent pas l'importance voulue à ce point. Des dossiers qui ne donnent pas un aperçu clair des installations ne nuisent pas seulement à la fiabilité mais conduisent aussi à des frais d'exploitation plus élevés.

La structure même d'un émetteur peut contribuer dans une large mesure à améliorer la fiabilité d'une installation. Une construction fonctionnelle ainsi que des systèmes de signalisation et d'affichage bien conçus permettent une localisation et une suppression rapide des dérangements.

Certains textes publicitaires vantent les avantages des émetteurs compacts permettant de gagner de la place. Dans une certaine mesure, cet argument est justifié, car les investissements ne portent pas seulement sur l'émetteur, mais aussi sur les locaux qui l'abritent et sur les installations auxiliaires. Bien que le prix par mètre cube de 500 francs pour une installation émettrice soit relativement élevé, il ne faut pas surestimer ce point. Si la place gagnée entrave les travaux d'entretien ou incite à négliger la maintenance de certains organes, l'économie de quelques mètres cubes peut se révéler très coûteuse au bout de peu de temps déjà.

8 Remarques finales

En construisant deux stations émettrices non desservies, équipées d'émetteurs de grande puissance entièrement automatiques, l'Entreprise des PTT suisses a jeté les bases de l'exploitation automatisée des émetteurs à ondes moyennes et à ondes courtes.

Comme il fallait s'y attendre, on ne put atteindre d'emblée les résultats escomptés, ce qui n'est pas uniquement imputable aux émetteurs, mais aussi aux influences d'une infrastructure très élaborée.

stein für den automatischen Sendebetrieb auch im Mittelwellen- und Kurzwellenbereich gelegt.

Erwartungsgemäss wurden die wünschenswerten Betriebsergebnisse nicht auf Anhieb erreicht. Die Ursache liegt jedoch nicht nur bei den Sendern, sondern ebenfalls bei Einflüssen des umfangreichen Infrastrukturkomplexes.

In enger Zusammenarbeit zwischen Betriebspersonal und Senderlieferanten ist es gelungen, die Betriebssicherheit erheblich zu verbessern. Auch wenn mit der Auswertung der Betriebsstatistik erst nach einem weiteren Jahr das wirtschaftliche Ergebnis genau ausgewiesen werden kann, darf doch bereits heute von einem Erfolg gesprochen werden.

Die umfangreichen Betriebserfahrungen mit vollautomatischen Hochleistungssendern werden für den künftigen Ausbau der schweizerischen Anlagen richtungsweisend sein.

En coopérant étroitement, le personnel d'exploitation et les fournisseurs ont réussi à augmenter notablement la fiabilité des équipements. Bien qu'il faille attendre encore une année pour connaître, au vu de l'analyse des statistiques, les résultats précis sous l'angle de l'économie, on peut d'ores et déjà parler d'un succès.

Les expériences recueillies dans l'exploitation entièrement automatique d'émetteurs de grande puissance seront sans doute déterminantes pour l'extension future des installations suisses.

Bibliographie

- [1] Ebert W. Die Rundspruchversorgung heute und morgen, insbesondere mit Mittelwellen – Problèmes actuels et futurs que pose la couverture radiophonique, en particulier en ondes moyennes. Bern, Techn. Mitt. PTT 52 (1974) Nr. 5, S. 158...166.
- [2] Rössler G. Kurzwellen-Rundfunk. Hamburg, Rundfunktechn. Mitt. Bd 12, 1968, Nr. 2, S. 59...69.
- [3] Belger und Jakubowski. Möglichkeiten zur Erhöhung der Sprachverständlichkeit bei Mittelwellen-Fernempfang. Hamburg, Rundfunktechn. Mitt. Bd 11 (1967) Nr. 5, S. 266...272.
- [4] Skafte B.-E. und Wiegand W. Untersuchung zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit an Kurzwellensendern. Hamburg, Rundfunktechn. Mitt. Bd 13 (1969) Nr. 4, S. 179...183.
- [5] UER-Dokumente C.T./502. LF/MF Broadcasting, results of study, and recommendations of the EBU.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

K. W. Bernath, R. Klingler	Nutzung des freien Megahertz im UHF-Fernsehkana der CCIR-Norm G mit FM-Tonträgern Utilisation du mégahertz libre dans le canal de télévision UHF de la norme G du CCIR par l'adjonction de porteuses son modulées en fréquence
P. Kummer	Die Lehre des Fernmelde- und Elektronikapparatemonteurs (FEAM) bei den PTT-Betrieben Apprentissage de monteur d'appareils de télécommunication et électroniques dans l'Entreprise des PTT
M. Lehmann	Die Lehrlingsausbildung bei der Sektion Konstruktion und Fabrikation Formation des apprentis à la section de la construction et de la fabrication
Th. Gerber	Lebensdaueruntersuchungen an Röhrenplatten-Akkumulatoren für stationären Betrieb (Schluss) Essais de durée de vie concernant des accumulateurs stationnaires à électrodes tubulaires (Fin)