

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 37 (1946)
Heft: 2

Artikel: L'activité quotidienne de l'émetteur de Sottens
Autor: Pièce, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061081>

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: 03.04.2025

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

L'activité quotidienne de l'Émetteur de Sottens

Conférence donnée à la journée de la haute fréquence, organisée par l'ASE le 27 septembre 1945 à Yverdon, par R. Pièce, Sottens

621.396.97

Après avoir précisé la position juridique des trois émetteurs nationaux dirigés par les PTT, l'auteur décrit l'aménagement de l'émetteur de Sottens, qui travaille avec une puissance d'antenne maximum de 100 kW sur la fréquence de 677 kHz stabilisée par quartz piézoélectrique. M. Pièce indique ensuite brièvement quelles sont les tâches du personnel, puis il examine en détail les causes de perturbations des émissions. Certaines perturbations ont des causes extérieures, tandis que d'autres proviennent des installations d'émission.

Einleitend umschreibt der Verfasser die rechtliche Stellung der drei Landessender, die von der PTT betrieben werden. Darauf folgt die Darstellung des technischen Aufbaus des Landessenders Sottens, der mit einer maximalen Antennenleistung von 100 kW auf der quartzesteuerten Frequenz von 677 kHz arbeitet. Nach einem kurzen Hinweis auf die Aufgaben des Personals erörtert der Verfasser eingehend die Ursachen der Störungen im Sendebetrieb; er unterteilt sie in externe, welche von aussen kommen, und interne, die in den Sendeeinrichtungen selbst begründet sind.

Introduction

L'exposé que l'on m'a prié de traiter ici comporte un programme chargé. On m'a demandé en effet de faire une description de notre station nationale, de parler des tâches du personnel, des dérangements et de leurs causes ainsi que de l'effet de l'électricité atmosphérique sur nos installations.

Il vous sera certainement aisé de comprendre que je ne peux qu'effleurer ces questions; aussi ai-je pensé faire de mon mieux en me limitant aux points qui me paraissent les mieux appropriés à la réunion d'aujourd'hui.

Tout d'abord situons nos émetteurs dans le cadre de notre radiodiffusion nationale. Lorsque cette dernière fut créée, il fut décidé qu'une station émettrice serait attribuée à chacune de nos trois régions linguistiques. Ces émetteurs sont exploités par la Société suisse de radiodiffusion sur la base de la concession révisée de 1931, la Direction générale des PTT étant l'organe de surveillance.

En vertu de l'article 1^{er} de la loi fédérale du 14 octobre 1922 réglant la correspondance télégra-

électrique ou radioélectrique de signaux, d'images ou de sons», il résulte une séparation très nette entre le service technique de nos émetteurs et le service des programmes.

Nos émetteurs dépendent exclusivement de la Direction générale des PTT qui en est propriétaire et les exploite par son propre personnel. Mes collègues et moi nous sommes donc fonctionnaires de la DG PTT et n'avons absolument rien à voir avec la Société suisse de radiodiffusion. Nous recevons nos ordres de travail par la voie exclusive de la section de télégraphie et radio. L'horaire des transmissions est établi une fois pour toutes au début de chaque saison et toute modification pouvant intervenir nous est communiquée par la voie du service.

Description de l'émetteur

Passons à une rapide description de l'émetteur de Sottens. Construit par la «S. A. Standard téléphone et radio», il fournit à l'antenne une puissance en porteuse de 100 kW. J'ai préparé un schéma de principe (fig. 1) sur lequel sont figurés dans leur

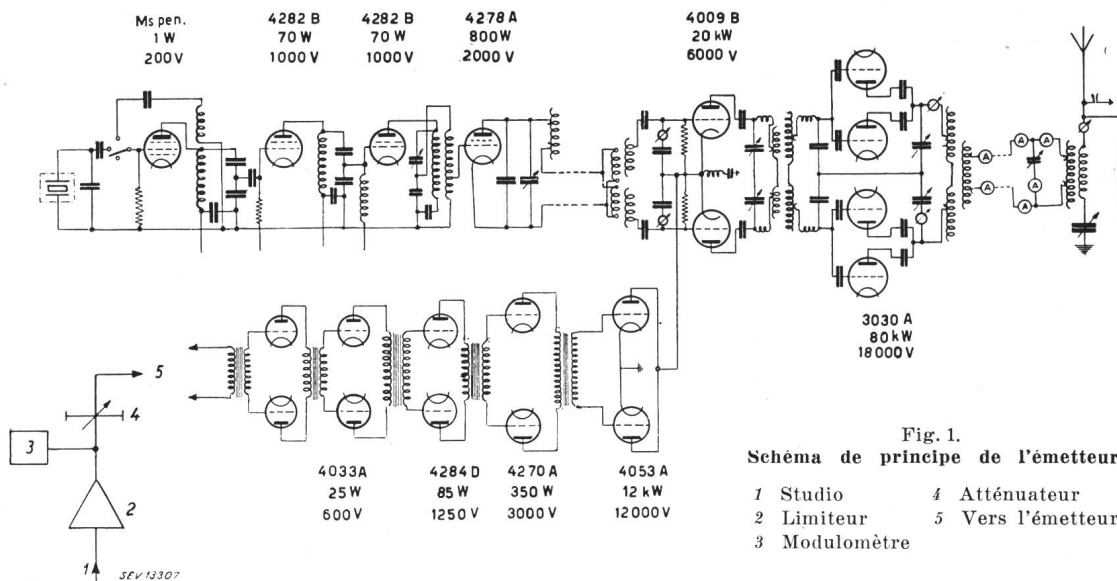


Fig. 1.
Schéma de principe de l'émetteur
1 Studio 4 Atténuateur
2 Limiteur 5 Vers l'émetteur
3 Modulomètre

phique et téléphonique, et dont la teneur est la suivante: «L'administration des Télégraphes a le droit exclusif d'établir et d'exploiter des installations expéditrices et réceptrices, ou des installations de n'importe qu'elle nature servant à la transmission

plus simple expression les différents étages haute et basse fréquence constituant l'équipement.

Le maître oscillateur est piloté par un quartz maintenu à température constante par un double jeu de corps de chauffe et de thermostats. La sta-

bilité de la fréquence garantie est de l'ordre de $\pm 3,5$ Hz pour la fréquence de 677 kHz. L'oscillateur est suivi de deux étages amplificateurs dont le premier agit surtout comme séparateur et le deuxième attaque la tétrode Western de 800 W de dissipation anodique maximum. Une ligne de transmission relie ce tube au premier étage de puissance dans lequel s'opère la modulation du genre série. L'équipement se termine par un étage push-pull comprenant dans chaque branche 2 tubes de 80 kW de dissipation anodique et relié à l'antenne par une ligne de transmission et un circuit de couplage. Les tubes 4053 A, 4009 B et 3030 A sont à refroidissement à eau. Les lignes du studio aboutissent à un panneau de jacks, permettant les communications d'usage. Le niveau d'entrée nécessaire à l'étage modulateur est obtenu par une chaîne d'amplificateurs montés en push-pull. Le réglage correct doit être tel que 4 V au départ de Lausanne correspondent à un taux de modulation de 80 % que l'on considère comme taux maximum tolérable, bien que l'émetteur puisse supporter les 100 %. On le maintient à cette valeur prescrite afin d'éviter un étalement trop marqué des bandes latérales et des risques de distorsion.

Pour fixer les idées, les caractéristiques des lampes sont indiquées sur la fig. 1, ce sont celles données par le constructeur et correspondent aux valeurs maximum; les tensions de service s'en écartent donc un peu.

La fig. 1 donne le schéma complet du circuit de couplage d'antenne; le feeder alimente un transformateur à circuit primaire accordé destiné à adapter l'impédance de la ligne à celle de l'antenne. L'accord doit être théoriquement ajusté de telle manière que l'impédance terminale de la ligne soit égale à son impédance caractéristique. La résistance d'antenne étant de $46,5 \Omega$, le courant d'antenne doit être de 46,5 A pour 100 kW.

Le dispositif de protection contre les décharges atmosphériques comprend: un circuit de décharge constitué par une selfinduction de blocage et une résistance destinées à l'écoulement des charges statiques, et un parafoudre à cornes prévu contre les coups directs.

Le système de modulation à Sottens est du type série, dont voici le principe théorique. Le terme «série» provient du fait que l'amplificateur modulé et le modulateur sont branchés en série au point de vue haute tension, l'anode du modulateur se trouvant relié directement à la cathode de l'amplificateur modulé. L'ensemble peut être considéré comme deux résistances en série dont l'une est fixe et constituée par l'amplificateur modulé et l'autre variable et représentée par la modulatrice dont la résistance interne varie avec la modulation. En supposant que les deux résistances aient été choisies égales au point de fonctionnement initial, il est clair que les tensions aux bornes seront égales et que si la résistance variable varie de zéro à l'infini, la tension aux bornes de l'amplificateur modulé variera de sa valeur initiale à zéro et à deux fois cette valeur initiale; l'amplificateur sera donc entièrement modulé.

Il s'agit là d'un cas idéal; en principe il n'est pas possible de réduire à zéro la résistance du modulateur, ou, par un potentiel alternatif symétrique de grille, de la rendre infinie, mais, par un choix correct de la modulatrice et en polarisant convenablement la grille de cette dernière, on peut

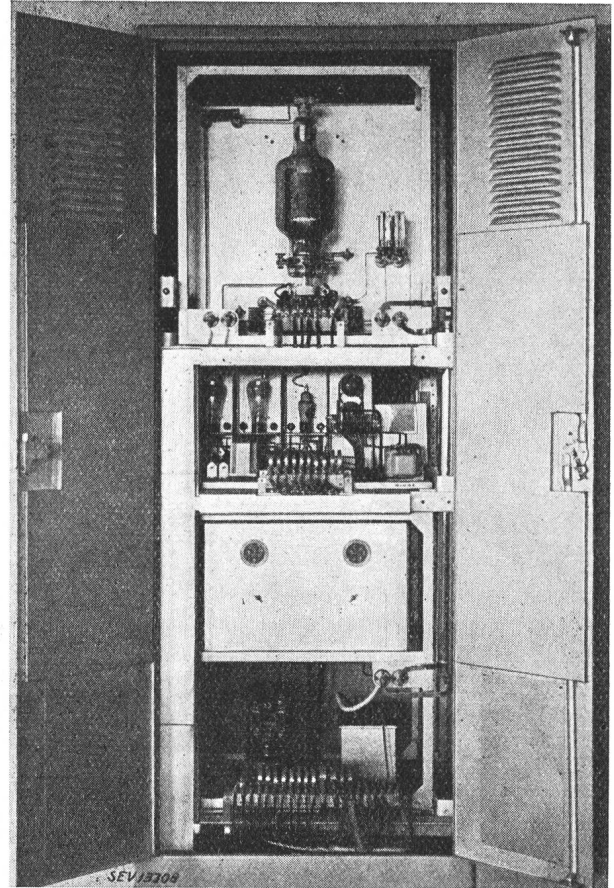


Fig. 2.

Premiers étages haute fréquence

- Tout en bas: Contacteur principal
- Au dessus: Dans un blindage, self d'anode de la lampe No. 4278 A
- Au milieu: De gauche à droite, lampes No. 4282 B et Ms pen., deux lampes triodes commandant les thermostats et cristal de quartz dans sa boîte calorifugée
- En haut: Lampe No. 4278 A

A noter les connexions mobiles qui permettent de sortir rapidement de l'armoire les différents éléments

obtenir, entre la cathode et l'anode de l'amplificatrice une tension crête égale ou double de la tension non modulé et égale à zéro.

Le fait que ce filament de l'amplificateur est à une tension contre terre élevé, exige que la source de chauffage soit isolée du sol. Nous disposons à Sottens d'un groupe convertisseur dont le moteur est séparé du réseau par un transformateur d'isolement. La réserve est assurée en biphasé par un montage Scott.

Les étages à faible puissance haute et basse fréquence sont montés dans des cabinets métalliques; la fig. 2 donne l'aspect du montage.

Notons que ces unités sont toutes à double et qu'en cas de dérangement le seul jeu d'un inverseur met la réserve en moins d'une minute en service.

L'alimentation des lampes a lieu au moyen d'une génératrice commune pour les filaments avec résistance chutrice appropriée pour chaque type de tube, et par une batterie de redresseurs au sélénium pour les tensions de grilles d'attaque, grilles écran et anodes.

Notons que pour les deux derniers étages, les lampes de réserve sont montées dans l'équipement même et sont prêtes à entrer immédiatement en service. Cette disposition permet une mise en service de ces réserves dans un temps extrêmement court par le seul jeu d'inverseurs. On compte environ 5 min pour le changement d'une grosse lampe; quoique ce temps puisse paraître un peu long, il ne faut pas oublier que les filaments ne doivent être mis que progressivement sous tension. Cette opération s'exécute au moyen d'un dispositif à gradins automatique qui agit sur la résistance d'excitation.

La fig. 3 est une vue de l'amplificateur modulé. On remarque que cet étage est monté dans une cellule; c'est là une des caractéristiques de la construction de la partie grande-puissance de l'émetteur. Les lampes, leurs circuits de grilles et de plaque sont installés dans des cellules indépendantes, entièrement blindées et fermées par des portes à verrouillage empêchant tout accès à l'intérieur pendant la marche sous haute tension. Ces portes sont vitrées pour permettre sans danger le contrôle pendant le fonctionnement. Ces cellules sont sur deux rangées séparées par un couloir central.

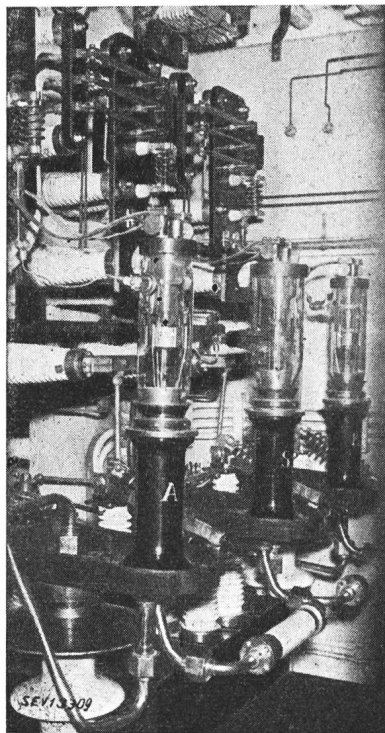


Fig. 3.
Amplificateur modulé
3 tubes à refroidissement à eau. Deux sont en service et un de réserve; la commutation a lieu au moyen des inverseurs nettement visibles sur la figure

La fig. 4 montre l'ensemble des tubes de 100 kW constituant l'une des moitiés de l'étage final, l'autre étant montée dans une cellule identique placée de l'autre côté du couloir. Dans chacune de ces cellules, deux tubes sont en service et deux en réserve.

Pour terminer cette description sommaire des circuits haute fréquence de notre émetteur de Sottens, quelques mots encore sur l'antenne et la prise de terre.

Jusqu'à la fin de l'année dernière, l'antenne était en forme de «T» avec branche horizontale très

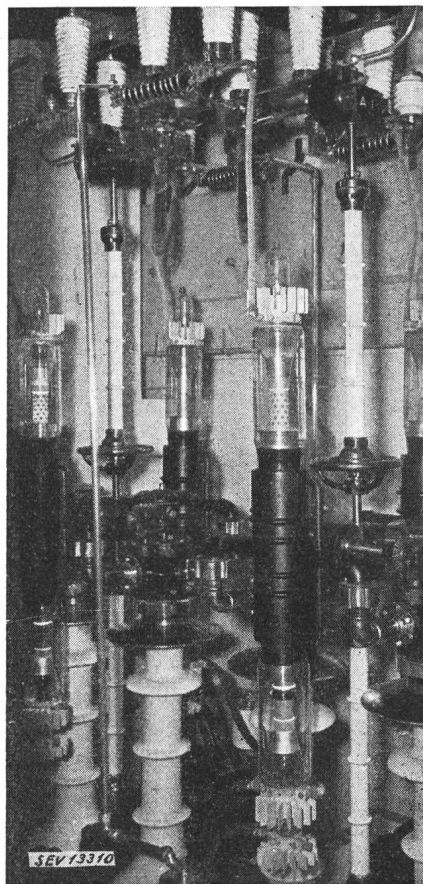


Fig. 4.

Etage final

2 tubes en service et 2 de réserve.

L'anode constitue la partie centrale; elle est à deux paires entre lesquelles circule l'eau de refroidissement. Sur le bulbe supérieur la prise de grille avec ailettes de refroidissement; sous le bulbe inférieur le raccordement du filament également avec ailettes de refroidissement en aluminium.

Les volants permettent d'un seul mouvement la commutation d'un tube sur la réserve.

On remarque sur les grilles les petites selfs shuntées par des résistances et destinées à bloquer les oscillations à très haute fréquence qui pourraient se produire.

courte supportée par un câble d'acier tendu entre les deux pylônes de 125 m (fig. 5). La prise de terre est constituée par un réseau de fils de cuivre d'une longueur totale de 18 km et disposé un peu comme les arêtes d'un poisson. Ce réseau est enterré à 40 cm de profondeur afin de ne pas être atteint par le soc de la charrue lors des labours. L'antenne était couplée directement à l'étage final sans ligne de transmission extérieure.

En décembre 1944 elle fut complètement modifiée; l'antenne fut descendue et remplacée par un des pylônes, selon une méthode développée par M. le Dr. Metzler qui a fait un travail remarquable dans ce domaine. Le pylône est isolé à sa base et attaqué à peu près au quart de sa hauteur par

4 fils en pyramide renversée qui aboutissent au secondaire du transformateur de couplage.

Le dispositif de couplage est installé dans une guérite située sous le pylône et relié à l'émetteur par une ligne de transmission bifilaire de 600 Ω d'impédance itérative.

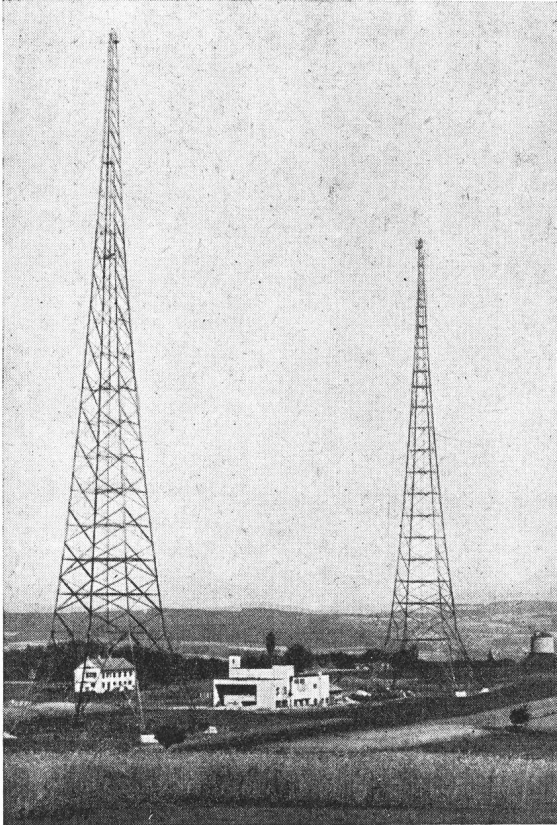


Fig. 5.

Vue générale de l'antenne

Hauteur des pylônes 125 m
Distance entre les pylônes 200 m
En bas au milieu: Bâtiment de l'émetteur et habitations du personnel
A droite: Réservoir d'eau potable pour le village

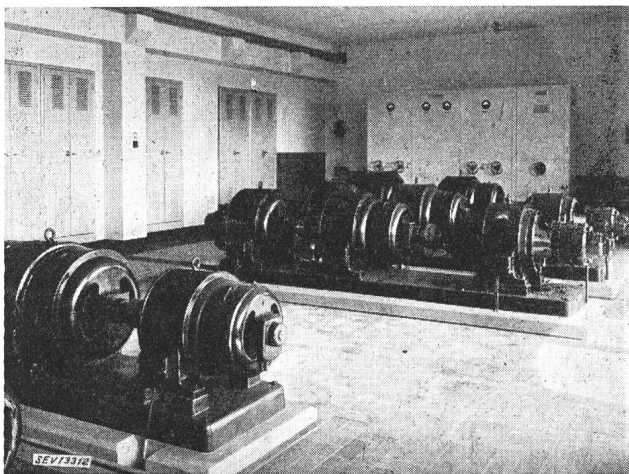


Fig. 6.

Salle des machines

Au premier plan: 2 groupes 11 V pour le chauffage et 2500 V pour les grilles
Au deuxième plan: 3 groupes 20 V pour le chauffage, 500 V pour les grilles et 125 V pour l'excitation
A l'arrière-plan: Ensemble de redresseurs au sélénium

A côté de l'équipement purement radioélectrique, comprenant les lampes et leurs circuits haute fréquence, un émetteur exige toute une installation auxiliaire plus vaste encore: celle de l'alimentation et de réfrigération des tubes, ainsi qu'un dispositif très développé de mesures, de contrôle et de sécurité.

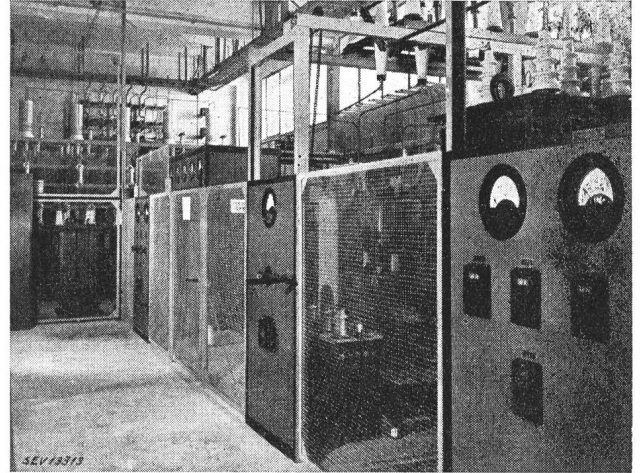


Fig. 7.

Groupes mutateurs 18 kV, 400 kW

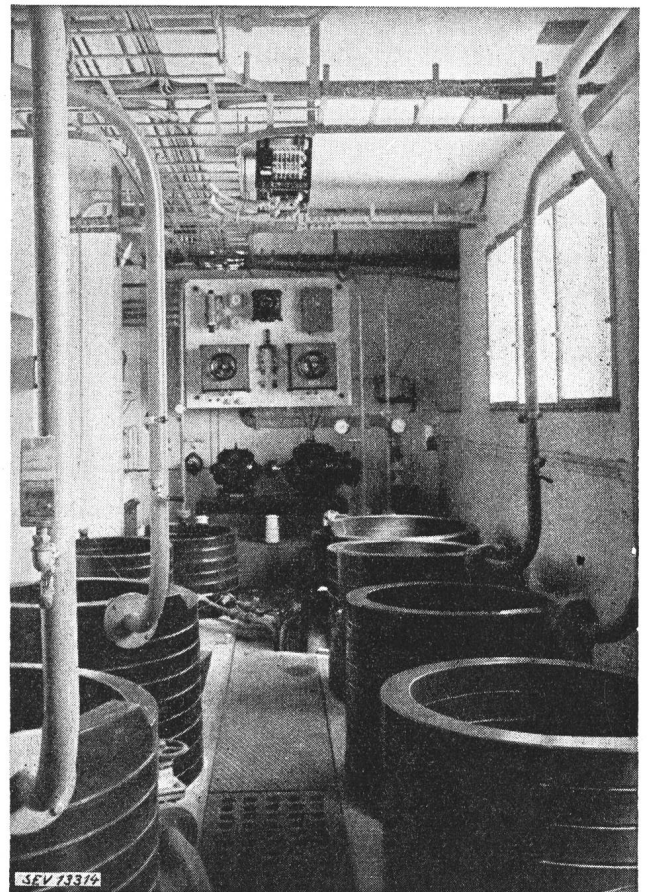


Fig. 8.

Serpents en porcelaine

A l'arrière-plan: Groupe convertisseur isolé pour le chauffage de l'amplificateur modulé

Le chauffage de toutes nos lampes d'émission est en courant continu fourni par des groupes convertisseurs dont l'ensemble est donné par la fig. 6.

La tension anodique de 18 kV est obtenue au moyen d'un ensemble de 2 mutateurs Brown Boveri de 400 kW, spécialement construits pour les stations d'émission (fig. 7).

La réfrigération des lampes est un point extrêmement important; quelques secondes seulement d'absence d'eau suffiraient pour anéantir un tube dont le prix est toujours fort élevé. Nous possédons à Sottens une installation particulièrement bien étudiée. Le débit d'eau nécessaire aux 8 tubes est de 580 l/min avec une pression d'environ 5 kg/cm² à la sortie de la pompe. La quantité d'eau en circulation est de 15 000 l et la réserve permanente de 20 000 l environ. Nous utilisons de l'eau de pluie qui, pour nos besoins, remplace l'eau distillée que l'on devrait théoriquement employer. Elle est recueillie par le toit entièrement couvert de cuivre, filtrée mécaniquement, puis dirigée dans les réservoirs de service ou de réserve. Une pompe de 8,8 kW la pulse d'abord autour des anodes, puis au travers d'un ensemble de 3 radiateurs en nids d'abeilles ventilés par 3 ventilateurs de 7,4 kW chacun.

Toute la tuyauterie est en cuivre pour éviter les dépôts de rouilles. Les anodes étant directement reliées au pôle positif du mutateur et la cathode à la terre, les conduites métalliques amenant l'eau aux lampes doivent être isolées du sol. Cette isolation est obtenue en intercalant dans ces conduites une section isolante, constituée à Sottens par un tube de porcelaine enroulé en forme de solénoïde (fig. 8).

Un organe intéressant de cette installation est le tableau de contrôle de la circulation d'eau, tableau visible sur la fig. 10.

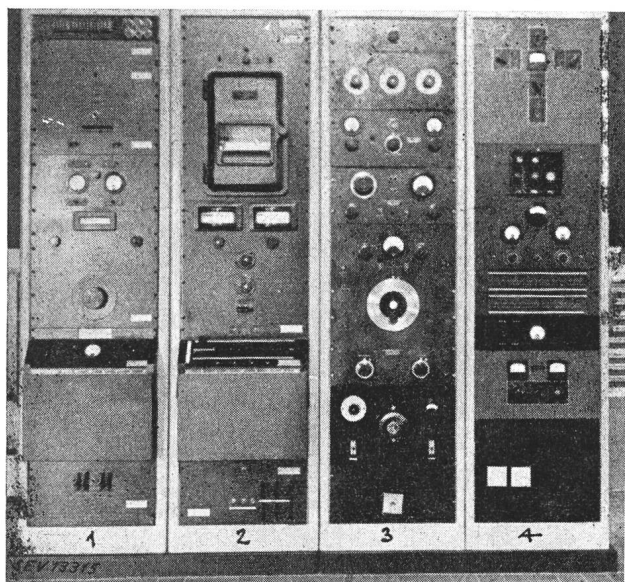


Fig. 9.

Baies de mesures

- 1 Oscillateur à battements de 0...10 000 Hz à commande par moteur
- 2 Voltmètre à lampes et enregistreur dont la bande se déroule en synchronisme avec l'oscillateur basse fréquence
- 3 De haut en bas: Atténuateur d'entrée variable; indicateur de taux de modulation; appareil pour la mesure du bruit de fond et de la distorsion non linéaire; oscillateur à battements de 0...20 000 Hz commande manuelle; atténuateur automatique
- 4 De haut en bas: Amplificateur; contrôleur du niveau d'entrée; panneau de jacks; amplificateur microphonique

Sur ce tableau sont groupés tous les appareils de mesures tels que manomètres, thermomètres, indicateurs de débit qui permettent, d'un seul coup d'œil, de suivre la marche de la réfrigération. Ces appareils sont dotés de dispositifs d'alarme qui signalent la moindre défaillance. La quantité de

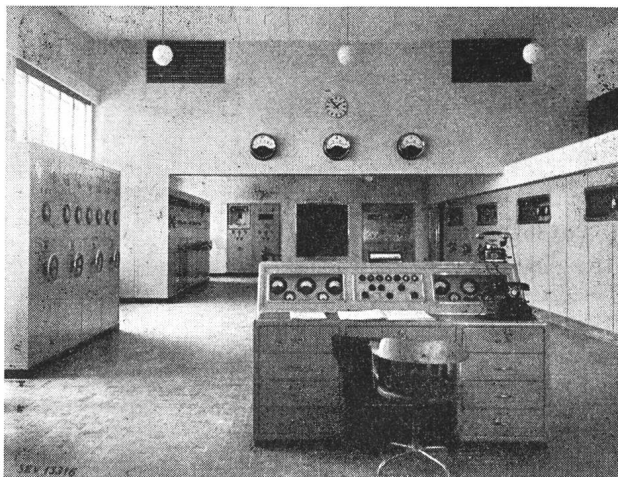


Fig. 10.

Vue générale de la salle d'émission

chaleur à évacuer des anodes représentant une perte notable d'énergie, l'idée m'est venue de la récupérer et de l'utiliser pour chauffer le bâtiment de l'émetteur et les habitations du personnel. A cet effet, l'eau au lieu d'être dirigée dans les radiateurs, est envoyée dans un échangeur de chaleur, où elle chauffe l'eau de nos chauffages centraux à une température de 40...45°; bien que nos radiateurs n'aient pas été calculés pour une température aussi basse, les résultats sont excellents¹⁾.

Comme dispositif de mesures et de contrôle, nous disposons à Sottens d'un ensemble de 4 baies que montre la fig. 9 et sur lesquelles sont montés les appareils nécessaires.

Nous sommes alimentés en énergie électrique primaire par le réseau des Entreprises Electriques Fribourgeoises (EEF). Deux lignes nous relient à la sous-station d'Oron. La tension de 8 kV est abaissée d'une part aux tensions normalisées de 380/220 V et d'autre part élevée à 14 800 V par un transformateur hexaphasé pour l'alimentation des redresseurs.

Une vue générale de la salle d'émission (fig. 10) termine cette très brève description.

Activité quotidienne du personnel

Deux mots sur la tâche quotidienne du personnel qui comprend les travaux suivants:

- Mise en marche
- Surveillance de l'émission
- Contrôles et mesures
- Entretien, nettoyages, réparation
- Travaux neufs
- Travaux de bureau

Seuls les trois premiers points offriront ici peut-être quelque intérêt. La mise en marche n'offre

¹⁾ Voir Bull. ASE 1943, No. 16, p. 481...483.

aucune difficulté, toute fausse manœuvre étant évitée par un dispositif de verrouillage électrique par jeux de relais et de lampes de signalisation. Elle débute en général 30 minutes avant l'émission afin de permettre aux circuits d'avoir atteint leur température normale au moment de l'émission, et de laisser le temps au personnel de réagir si des dérangements se produisent, ce qui arrive facilement à ce moment-là. D'autre part la mise en service d'un mutateur exige normalement une formation à basse tension d'environ 10...15 min avant de lui appliquer la haute tension. Cette formation a pour but de brûler les résidus qui auraient pu se déposer sur les anodes et faciliter la production d'allumages en retour.

Le contrôle de l'émission consiste à veiller à ce que l'émetteur fonctionne normalement, à intervenir à la moindre défaillance et à surveiller la qualité de la modulation. A cet effet, un haut-parleur relié à un récepteur de contrôle est en permanence en service obligeant le personnel de suivre, ou mieux de subir l'émission. En cas de perturbations, les nombreux appareils de mesures, des contrôles aux moniteurs reliés à chaque étage et les signaux d'alarme lui permettent de localiser facilement le défaut.

Un point important à surveiller est celui du taux de modulation; un taux trop faible correspond à une émission trop faible tandis qu'un taux trop élevé peut être la cause de surtensions dangereuses. Afin de parer à ce dernier inconvénient, nous disposons d'ampli-limiteurs, qui empêchent le niveau d'entrée d'atteindre une valeur trop élevée tout en permettant de maintenir sans danger le taux moyen à un degré élevé.

Notons que le personnel ne doit pas intervenir, sauf cas d'urgence, dans le réglage de l'émission qui est du ressort exclusif du studio, son rôle consiste à signaler à ce dernier toute irrégularité prolongée et toute altération de la qualité provenant de l'extérieur.

Pour ce qui concerne l'entretien, ajoutons deux mots des mesures que nous effectuons régulièrement pour le contrôle des installations. L'hypsographe nous permet de contrôler graphiquement la qualité des câbles musicaux. Nous l'employons également pour relever des caractéristiques de fréquence de l'émetteur. Nous contrôlons de même les taux de distorsion non linéaire, la valeur du bruit de fond et la caractéristique de modulation.

Le neutrodynage et la stabilité des amplificateurs sont vérifiés également de temps à autre. D'une façon générale nous avons pu constater une marche bien régulière de l'émetteur. Soulignons que les années de guerre ont rendu l'exploitation de notre émetteur bien difficile; ce fut d'abord l'envahissement des locaux par la troupe de surveillance, puis les difficultés du matériel. Ce n'est que grâce à une politique de stricte économie des lampes et en ménageant le matériel au maximum, que nous avons pu donner le tour et éviter l'arrêt brutal. Bien peu de nos auditeurs l'auront probablement compris!

Les pannes de Sottens

J'aimerais traiter ici une question qui a déjà fait couler bien de l'encre et donné lieu à bien des commentaires, celle des pannes, des traditionnelles pannes de Sottens.

Je les classerai en deux catégories, celles que j'appellerai *internes*, c'est-à-dire qui ont leur origine dans les installations existant à Sottens, et celles que je désignerai par *externes* et provenant du côté programme et du côté alimentation.

Un petit coup d'œil jeté sur nos statistiques aura tôt fait de réhabiliter notre émetteur auprès des auditeurs qui, par ignorance des conditions d'exploitation d'une installation radioélectrique, croient trop à l'infaillibilité des appareils de Sottens.

J'ai choisi au hasard trois années, deux de guerre et une de paix; nous obtenons les résultats du tableau I.

Tableau I

Année	Pannes internes	Pannes externes	Total
1938	9	24	33
1942	34	40	74
1944	32	65 ¹⁾	97

¹⁾ dont 37 dues au réseau d'alimentation et 28 aux studios, répéteurs, agence télégraphique suisse, reportages, etc.

Pour les années 1938 et 1942 les chiffres des dérangements provenant du côté programme n'ont pas pu être obtenus.

Notons que pendant les années de guerre, une bonne partie des dérangements sont dus au matériel, donc à une cause de force majeure, et qu'en 1944 nous avons transformé l'antenne sans interruption de service. La mise au point ne se fait pas sans accidents ni en quelques heures.

1. Pannes d'origine externe

Voyons les choses de plus près; de la statistique on en conclut que la majeure partie de nos pannes sont d'origines externes, ce sont celles que nous examinerons en premier lieu. Les EEF ont le record. D'aucun serait immédiatement tenté d'en déduire que le réseau des EEF laisse à désirer; c'est faux et nous savons pertinemment que nos amis fribourgeois font l'impossible pour assurer une exploitation irréprochable. Mettons vite les choses au point.

Tout d'abord, notons que tous les déclenchements de l'émetteur dus au réseau ne proviennent pas d'interruptions du primaire mais, en majeure partie, de chutes instantanées de tension, qui n'ont aucune influence sur d'autres installations et passent inaperçues pour le profane. Ces chutes de tension sont suffisantes chez nous pour faire jouer nos relais de protection. Le régulateur d'induction n'étant pas assez rapide, c'est l'arrêt pendant le temps nécessaire pour opérer le cycle complet de la mise en marche du transmetteur.

Ensuite soulignons le nombre important de pannes de réseau dues aux conditions atmosphériques, orages, bourrasques, neige, givre, etc. devant

lesquelles nous restons impuissants. Nous sommes spécialement bien placés à Sottens, pour affirmer que le réseau des EEF est exposé d'une façon toute particulière aux méfaits des orages. En effet, lorsque la tempête vient de sud-ouest, comme c'est le plus souvent le cas, nous voyons le météore se diviser en deux branches principales. L'une de ces branches suit le pied du Jura et le plateau direction Yverdon et l'autre se dirige vers Lausanne, Lavaux, la Gruyère, la Broye et le canton de Fribourg. Comme c'est dans cette région que se déploie le réseau des EEF, et d'où partent nos lignes d'alimentation, il est aisé de comprendre que nous sommes sujets à bien des perturbations.

D'après ce qui vient d'être dit, on pourrait supposer que Sottens échappe aux influences des manifestations orageuses; bien qu'étant le plus souvent situés sur leurs bords, nous recevons aussi notre part. Lorsque l'orage bat son plein sur la région, nous préférons couper l'émission, mettre l'antenne à terre pour éviter des dégâts de matériel toujours fort coûteux et pouvant amener des arrêts de longue durée. Dans ce cas nous avisons nos auditeurs en leur recommandant de mettre leur antenne à la terre et de déconnecter leur récepteur du réseau.

Nous avons enregistré quelques coups directs sur l'antenne sans remarquer de dégâts quelconques. Notons que lorsque l'orage bat son plein, nos deux lignes sont coupées avant qu'il soit nécessaire d'intervenir.

Nous sommes aussi tributaires des accidents qui se produisent sur les réseaux interconnectés; je peux citer le cas d'une panne assez longue due à une rupture de la ligne de la S. A. l'Énergie de l'Ouest-Suisse (EOS) en Valais et de nombreuses chutes de tension dont l'origine est à rechercher dans les réseaux français.

Citons enfin les interruptions de courant causées par la gent ailée, pauvres bêtes irresponsables qui paient toujours de leur vie leurs frasques involontaires! Ce fut une fois un corbeau dans le canton de Neuchâtel qui fut l'auteur d'une panne de Sottens; au début de l'année, un hibou près de Fribourg eut la malencontreuse idée de se poser sur un interrupteur, ce qui eut pour résultat un arrêt de l'émission d'une demi-heure environ!

On pourrait se demander si l'alimentation par deux réseaux différents serait un remède efficace à cet état de chose; je ne le crois pas. A mon avis, seul un moteur Diesel de secours permettrait de réduire les pannes du réseau dans une très large mesure. Mis en marche à temps, lorsque les conditions météorologiques font prévoir des troubles, il permettrait d'éviter les arrêts inévitables et, en cas d'interruptions de longue durée, sa mise en marche rapide raccourcirait notablement les coupures du programme.

Le deuxième facteur qui entre en ligne de compte, pour les pannes externes, est celui que j'appellerai «côté programme»; j'entends par là le vaste réseau, souvent long de plusieurs centaines de kilomètres, qui sépare le microphone de l'émetteur et englobant tout un ensemble d'amplificateurs, baies de commutations, etc. constituant autant de points sujets

à dérangement. Si l'on considère le développement d'un tel ensemble, on remarque que le nombre de pannes est relativement peu élevé. Cela tient certainement au fait que les appareils utilisés sont simples et que les tensions utilisées sont peu élevées. Le point le plus faible réside aux places de retransmission telles que théâtres, places de sport, etc. où les installations sont souvent de fortune, faites à la hâte et facilement perturbées par des accidents d'ordre mécanique.

2. Pannes d'origine interne

Examinons maintenant le cas des pannes internes et qui ont leurs origines dans les installations mêmes de l'émetteur. Je ne m'arrêterai pas aux cas banaux des soudures qui lâchent, des vis desserrées, ou des fusibles qui sautent et que l'on rencontre toujours dans les circuits électriques malgré une surveillance consciencieuse.

Vu sa construction qui apparaît robuste, l'antenne semblerait peu sujette à être la cause d'interruptions de service; bien que très rares, elles se produisent néanmoins par la chute de l'antenne proprement dite, de ses supports, des mâts ou des pylônes. J'ai fait du service dans trois émetteurs et j'ai vu tomber les trois antennes! A Lausanne ce fut un mât haubané qui s'est écroulé sous le choc d'un toit de tôle ondulée emporté par la bise, à Prangins la nappe horizontale s'est rompue aux points d'attache d'une des vergues sous l'effet d'un vent violent, et à Sottens les accidents furent plus fréquents; le cas est intéressant et j'aimerais m'y arrêter un instant, car la cause est d'origine électrique.

Au début, soit en 1931, notre antenne en T était constituée par une petite nappe horizontale à laquelle était suspendue une cage verticale à cinq conducteurs. Cette cage était reliée à la nappe par une patte d'oie, chaque fil de la cage aboutissant à un fil horizontal. Un soir d'hiver, lors d'une bourrasque de neige sèche, les fils de la patte d'oie se sectionnèrent aux points de liaison avec la nappe, les brins étaient brûlés ou cassés. A ce moment là, l'antenne était sous tension et nous émettions encore à 25 kW. Les ingénieurs de la maison Standard présents à ce moment n'ont pu donner aucune explication du phénomène.

L'antenne fut alors quelque peu modifiée, la cage verticale resta la même, mais la nappe fut remplacée par un câble unique en bronze phosphoreux, tendu également par deux câbles d'acier passant chacun sur la poulie de tête des pylônes et s'enroulant sur deux treuils à commande électrique. La portion de câble comprise entre le pylône et l'extrémité de la branche horizontale du T est sectionnée en plusieurs fragments séparés les uns des autres par des chaînons d'isolateurs «Delta» afin d'éviter la radiation d'oscillations harmoniques.

Depuis cette modification l'antenne s'est rompue plusieurs fois, toujours à un isolateur; malheureusement, lors de la chute, par le fait que cet isolateur était pulvérisé et que ses fragments étaient éparpillés sur le terrain, souvent enfouis dans la terre ou

dans la neige, il ne m'a pas été possible d'examiner attentivement le point de rupture. Une fois cependant des fragments de porcelaine noircie et des pièces métalliques légèrement brûlées avaient attiré mon attention sans toutefois y attacher une grande importance.

Ici intervient un phénomène intéressant. Nous pouvions constater lors de chaque orage et chaque fois qu'un éclair se produisait même à une distance de plusieurs km de l'émetteur, l'apparition d'un arc de courte durée sur les isolateurs dont nous venons de parler. Cette apparition nous paraissait curieuse, mais nous n'y avons pas attaché d'autre importance, l'attribuant peut-être à une sorte de choc en retour.

Par hasard, un soir observant le phénomène, j'ai pu constater la présence d'étincelles, de particules incandescentes s'échappant du chaînon d'isolateur touché par la décharge. Quelques mois plus tard, ce fut une gerbe de feu qui jaillissait d'un isolateur, provenant sans aucun doute de matière en fusion. L'antenne fut descendue et l'on constata que les «Federringe» étaient brûlés. La cause du mal était trouvée: l'étincelle initiale amorçait un arc haute fréquence qui à la longue détrempeait ces dits ressorts et un beau jour, la rupture était là. Le remède fut vite trouvé: supprimer l'arc.

Or, chose curieuse, presque chaque fois que ce phénomène se produisait, un arc éclatait aux cornes du parafoudre de protection du transformateur de couplage; l'idée me vint d'utiliser le courant de terre pour actionner un relais. J'ai imaginé de construire un transformateur dont le primaire était constitué par le fil de terre lui-même et le secondaire par un enroulement toroïdal connecté à un redresseur au sélénium. Le courant continu engendré au passage de la décharge excitait un relais polarisé très sensible qui agissait, par l'intermédiaire d'autres relais, sur le relais de grille du mutateur. La tension anodique était coupée pendant une fraction de seconde et l'arc sur l'antenne s'éteignait.

Depuis l'installation de ce dispositif, l'antenne ne nous a plus fait des farces. Par la suite, ce même dispositif qui peut s'adapter à d'autres circuits a été breveté par la maison Standard.

Maintenant, l'antenne étant supprimée, les panes dues aux ruptures d'antenne sont de l'histoire ancienne! Nous n'en pleurons pas, car ces aventures avaient toujours lieu par un temps exécrable; nous avons dû une fois brûler 1 moule de bois pour dégeler les treuils et réchauffer le personnel!

Disons deux mots en passant de l'effet du givre; il se manifeste par une contrainte mécanique notable de l'antenne et un certain désaccord. Un jour de Noël, par exemple, ne pouvant plus lâcher les treuils pour donner de la flèche, nous avons brûlé 40 fagots au pied de la descente; le résultat fut heureux.

Passons maintenant à l'examen des panes qui ont leur origine dans l'émetteur proprement dit. Les tubes à refroidissement à air de faible et moyenne puissance, provoquent relativement très peu de dérangements; on peut dire que seule la rupture du filament, inévitable par l'usure, est cause de

l'arrêt de l'émission; si le tube est placé dans un montage push-pull l'interruption du programme est évitée ou enroulée au moment opportun par l'annonce suivante: «suite de l'émission dans un instant». L'unité de réserve est mise rapidement en service. Les circuits d'alimentation constitués par des génératrices Oerlikon et des redresseurs au sélénium de la S. A. Mutator n'ont donné lieu à aucun accident.

Les tubes à refroidissement à eau par contre accusent dans le nombre un pourcentage de dérangements beaucoup plus marqué. Le fait que les lampes de réserve sont montées dans chaque étage et que leur mise en service est rapide limite en effet les arrêts à un temps relativement court.

Ce sont les décharges internes, suivies quelques fois de courts-circuits entre électrodes, qui causent le plus de perturbations. Ces courts-circuits sont dus à la rupture de supports ou d'éléments d'électrodes, les plus fréquents étant ceux résultant du contact grille-filaments.

Certaines de ces décharges sont peu dangereuses et sans influence, si ce n'est qu'une interruption de service d'une seconde à peine provoquée par le fonctionnement des dispositifs de sécurité du redresseur. Elles portent le nom dans le vocabulaire des radio-techniciens de «Rocky-Point», du nom de la station américaine où elles furent constatées pour la première fois. Leur origine n'est pas absolument définie, on suppose qu'un point de l'anode, moins bien refroidi que les autres s'échauffe, causant une émission d'électrons qui ionisent les résidus gazeux toujours présents dans un tube, créant ainsi un chemin instantané à la décharge.

D'autres claquages, plus dangereux, semblent provenir d'oscillations à très haute fréquence qui prennent soudainement naissance dans les circuits par suite d'un mauvais neutrodynage, de circuits mal accordés ou de mauvais points de terre.

Pour remédier à ces inconvénients, on préconise d'insérer dans le circuit d'anode des résistances de valeurs élevées compatibles avec une alimentation normale du tube, de placer des bobines de choc aussi près que possible de l'anode et de disposer dans les connections de grille et de plaque et reliés à l'électrode même un circuit comprenant quelques spires destinées à bloquer les oscillations parasites. Ces bobines sont amorties par une résistance ohmique qui empêche qu'elles n'oscillent sur leur fréquence propre.

A Sottens, toutes ces dispositions sont prises, mais malgré cela ces phénomènes apparaissent quelques fois. Afin d'éviter que ces décharges ne subsistent, risquant de se transformer en catastrophes pour les tubes, nous avons équipé le mutateur d'un dispositif de sécurité prévu spécialement pour ces cas.

En cas de courts-circuits à l'intérieur des lampes, un relais inverse la polarité des grilles du mutateur, la tension continue est abaissée, puis ramenée à sa valeur nominale dans l'espace de moins d'une seconde. En même temps, l'énergie enmagasinée dans la selfinduction de filtrage est renvoyé au réseau par le fait que pendant ce court laps de temps le mutateur travaille en sens inverse.

Nous avons enregistré également quelques cas d'anodes perforées d'un trou microscopique; le tube s'est rempli d'eau en un instant. On se rend compte des suites!

Les cas de lampes accusant à l'usage un vide défectueux sont extrêmement rares; nous avons eu un cas où une lampe arrivant de Paris montrait des lueurs rougeâtres aux essais de réception; elle fut soumise au traitement classique, c'est-à-dire à une longue période de chauffage, et fut prête à être mise en service.

Citons également les pannes inhérentes à tous les circuits électriques, résistances qui brûlent, condensateurs qui claquent, arcs qui s'amorcent on ne sait pour quelles raisons! Elles sont souvent les

plus longues, car le remplacement des éléments défectueux exige souvent un temps assez long.

Il y a aussi le facteur «guigne» qui entre en ligne de compte! Ces pannes se produisent souvent au plus mauvais moment; dernièrement, aux dernières nouvelles, lorsque l'agence télégraphique suisse allait annoncer la capitulation du Japon, un arc formidable s'amorça à la sortie du feeder, détruisant deux isolateurs et brûlant une plaque de bakélite; retard 15 minutes!

Le technicien comprend fort bien ces choses, les accueille souvent avec intérêt, car il y a là sujet à recherche, des phénomènes curieux à étudier; mais le profane, lui, c'est une autre question.

Adresse de l'auteur:

R. Pièce, Chef d'exploitation de l'Emetteur National de Sottens, Sottens.

Die Elektrifizierung des Verkehrs

Bulletin SEV 1945, Nr. 24, S. 811

Eine Entgegnung

621.331 : 625(494)

Am Schlusse dieses Artikels wird kurz auf die Abgrenzung der Anwendungsgebiete von Tram, Trolleybus und Autobus eingetreten und dabei gesagt: Ueberall da, wo der Verkehr einen regelmässigen Stossverkehr aufweist, vermag diesen Verkehr nur der Trambetrieb wirtschaftlich zu bewältigen¹⁾.

Eine solche kategorische Feststellung entspricht nicht den Tatsachen. Es sei nur daran erinnert, dass in Lüttich, einer Stadt mit 400 000 Einwohnern, schon vor dem Krieg Tramlinien mit ausgesprochenem Stossverkehr durch Trolleybusse ersetzt wurden. Dabei handelt es sich erst noch um ein privates Unternehmen, das wahrscheinlich weit mehr auf die Wirtschaftlichkeit achten muss, als ein öffentliches Unternehmen. Die Trolleybusfachleute wissen schon längst, dass zwischen den Verwendungsgebieten von Tram und Trolleybus überhaupt keine, einer Regel folgende Grenze gezogen werden kann, dass vielmehr jedes Netz, ja sogar jede einzelne Linie genau untersucht werden muss, bevor etwas über das zweckmässigste Verkehrsmittel gesagt werden kann. In den meisten Fällen handelt es sich darum, dass der Trolleybus das Tram ersetzen soll. Je neuer und je besser unterhalten das vorhandene Tram-Material ist, um so weniger wird ein Trolleybus in Frage kommen. Dagegen wird der Trolleybus dem Tram ein grösseres Gebiet streitig machen, je älter und je schlechter unterhalten das Tram-Material ist, oder wenn überhaupt erstmals ein öffentliches Verkehrsmittel eingeführt werden soll. Bei diesen Untersuchungen spielt die Beanspruchung durch den sog. Stossverkehr eine ganz untergeordnete Rolle, wie die folgenden Ausführungen zeigen sollen.

Verkehrstechnische Leistungsfähigkeit von Tram und Trolleybus

Die Leistungsfähigkeit eines Verkehrsmittels ist charakterisiert durch das Platzangebot pro Zeitein-

heit und die kommerzielle Geschwindigkeit. Das Platzangebot hängt von der Grösse der Fahrzeuge und von der Kursfolge ab. Die kommerzielle Geschwindigkeit wird bestimmt durch die Reisegeschwindigkeit und die Wartezeit an den Einstiegsstellen, d. h. ebenfalls von der Kursfolge.

In der Fahrzeuggrösse besteht zwischen Tram und Trolleybus praktisch kein Unterschied; der modernste Tramwagen bietet maximal 115 Plätze und ein moderner Trolleybus bietet dank seiner grösseren Breite ca. 100 Plätze. Bei beiden Fahrzeugarten können Anhänger mitgeführt werden. Die Kursfolge kann bei beiden Verkehrsmitteln gleich dicht gestaltet werden; es ist nicht einzusehen, warum z. B. nur das Tram und nicht auch der Trolleybus mit einer Kursfolge von 3 Minuten soll verkehren können. Die maximal mögliche Kursfolge kann dagegen durch den *übrigen* Strassenverkehr zu Ungunsten des Trolleybus beeinflusst werden, weil sich der übrige Strassenverkehr immer der starren Führung des Trams anpassen muss, wogegen der Trolleybus sich dem übrigen Strassenverkehr einzufügen hat. Es ist also höchstens der Stossverkehr der allgemeinen Strassenbenützer, nicht der Stossverkehr des öffentlichen Verkehrsmittels, der die Wahl zwischen Tram und Trolleybus beeinflussen kann. Hinsichtlich Platzangebot pro Zeiteinheit sind also Tram und Trolleybus überall dort gleichwertig, wo nicht ein ausgesprochen dichter allgemeiner Strassenverkehr besteht.

Die Reisegeschwindigkeit des Trolleybus ist derjenigen des Trams überlegen, weil mit den pneumatischen Rädern grössere Beschleunigungen und Verzögerungen möglich sind. Für die Kursfolge, welche die Wartezeiten der Passagiere bestimmt, gilt das bereits Gesagte.

Die Leistungsfähigkeit im Stossbetrieb bei Tram und Trolleybus ist also bei beiden Verkehrsmitteln ungefähr gleich gross; sie kann höchstens durch den Stossbetrieb der übrigen Strassen-Verkehrsmittel zu Ungunsten des Trolleybus beeinflusst werden.

¹⁾ Der Autor, Dr. h. c. H. Eggenberger, teilt uns mit, dass er diesen Passus einer Bekanntmachung der städtischen Verkehrsunternehmen, die als I. Sektion dem Verband Schweiz. Transportanstalten angeschlossen sind, entnommen hat.