

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 59 (1968)
Heft: 10

Artikel: Considération sur la prise des sons, leur enregistrement et leur restitution
Autor: Werner, P.H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916042>

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: 30.01.2025

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Considération sur la prise des sons, leur enregistrement et leur restitution

Conférence, donnée à la 26^e Journée Suisse de la technique des télécommunications le 12 octobre 1967 à Soleure,

par P. H. Werner, Berne

061.3:534.86

Dans le bref temps qui m'est imparti, je voudrais faire ressortir quelques aspects actuels des techniques de la prise des sons, de leur enregistrement et de leur reproduction essentiellement dans le cadre des studios de radiodiffusion.

1. L'acoustique des salles

Pour suivre l'ordre logique de la chaîne de transmission, considérons tout d'abord l'acoustique des salles. Jusqu'à la fin du siècle passé, l'appréciation des propriétés acoustiques des salles était entièrement subjective; elle devait néanmoins servir par la voie statistique à une classification des locaux ayant une esthétique acoustique plaisante. Les progrès de la physique ont permis graduellement de concrétiser les grandeurs qui régissent cette esthétique acoustique, dont tout d'abord le temps de réverbération ou résonance de la salle. Permettez-moi entre parenthèses de vous rappeler que le temps de réverbération est celui qui s'écoule dès l'interrup-

tion d'une source acoustique jusqu'à ce que le niveau sonore se soit affaibli de 60 dB.

La fig. 1 représente le temps de réverbération optimum en fonction du volume des salles pour la musique et la parole. Ainsi, par exemple, pour une salle de 5000 m³, le temps de réverbération optimum pour la musique est de 1,5 s, voire 2 s pour la musique romantique tandis qu'il ne doit être que d'une seconde pour la parole. Pour cette dernière, la réverbération est désirée faible pour ne pas nuire à l'intelligibilité, mais une certaine résonance est nécessaire au renforcement du niveau sonore dont dépend également l'intelligibilité. Enfin nous voyons en bas comment décroît l'intelligibilité mesurée à l'aide de logatomes en fonction du temps de réverbération pour différents volumes.

Ces valeurs sont classiques et heureusement nous disposons de moyens électroacoustiques pour satisfaire les goûts du jour des jeunes, pour lesquels la résonance, voire les échos ne sont jamais suffisants.

Il y a en outre l'acoustique géométrique, qui doit répondre à certaines règles. Elle fait usage de rayons sonores fictifs dont les lois de réflexion sont équivalentes à celles de l'optique pour autant que la surface réfléchissante soit plus grande que la longueur d'onde en question. Elle permet de prévenir des focalisations nuisibles du champ acoustique, mais ce qui est encore plus important, elle sert à prendre des mesures pour éviter les échos francs ou qu'un trop grand retard de la première réflexion nuise à l'intelligibilité de la source sonore. La pratique montre que ce retard ne doit pas excéder 35 ms pour la parole et 45 ms pour la musique. Depuis quelques années intervient la notion nouvelle d'intimité ou de présence étudiée par *L. Beranek*, acousticien américain de réputation mondiale. Au moyen d'une comparaison des caractéristiques physiques mesurées et de l'appréciation subjective de personnes éminentes de 50 salles du monde entier, il a relevé qu'à temps de réverbération égal, des salles sont jugées plus ou moins favorablement suivant le retard de la première réflexion sur le son direct. Il estime que celui-ci ne devrait pas excéder 23 ms pour assurer une bonne «présence». Une telle condition ne peut être remplie par la réflexion du plafond d'une grande salle dont la hauteur est conditionnée par le volume nécessaire de 6 à 8 m³ par auditeur pour que le temps de réverbération soit adéquat.

Cette constatation a fait naître l'idée d'utiliser des réflecteurs acoustiques suspendus au plafond. Leurs dimen-

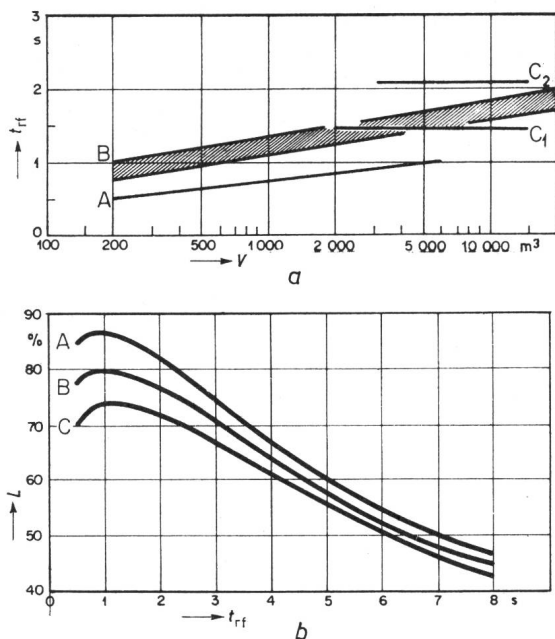


Fig. 1

Temps de réverbération optimum en fonction du volume des salles pour la musique et la parole

a Volume des salles; A Parole; B Plage moyenne pour la musique; C₁ Valeur optimale pour la musique classique ou moderne; C₂ Valeur optimale pour la musique romantique (d'après *W. Furrer Raum und Bauakustik*); t_{rf} Temps de réverbération; V Volume
b Intelligibilité; A Volume de 700 m³; B Volume de 11 000 m³; C Volume de 45 000 m³; L Intelligibilité

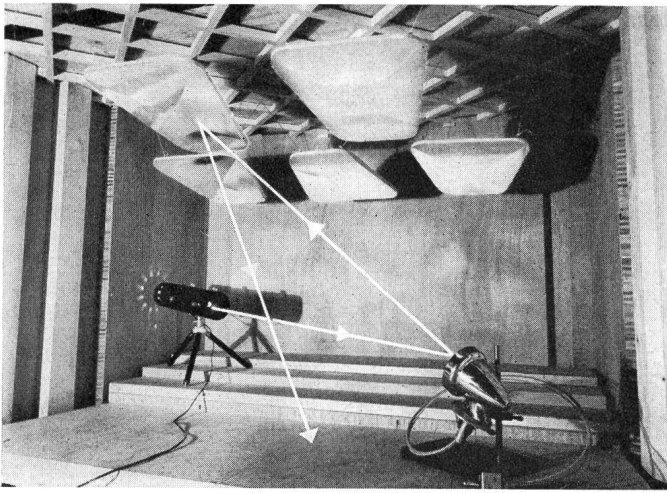


Fig. 2
Maquette au 1/10 du grand studio de Zurich
La source lumineuse sert au réglage des réflecteurs acoustiques

sions doivent être de l'ordre de plusieurs mètres pour réfléchir des sons inférieurs à 200 Hz ($\lambda = 1,7$ m). De telles dimensions ne permettent pas une mise en place par tâtonnement, de sorte qu'il faut avoir recours à une maquette. La fig. 2 représente la maquette au 1/10 du grand studio de Zurich, sur laquelle furent effectués des essais pour déterminer le nombre et la position des réflecteurs acoustiques. On se plaignait essentiellement dans ce studio d'un manque de contact entre les musiciens, de sorte que c'est la liaison entre tous les points du podium qui fut recherchée. Comme nous l'avons vu plus haut, si la surface réfléchissante est assez grande vis-à-vis de la longueur d'onde, le contact acoustique équivaut au contact optique, c'est-à-dire qu'en rendant la surface des réflecteurs réfléchissante de la lumière, on peut aisément étudier le champ couvert par chacun d'eux pour une position donnée de la source lumineuse. Comme la source lumineuse est ici encombrante, le faisceau lumineux est renvoyé par un miroir. La fig. 3 représente le champ couvert par chaque réflecteur pour une des positions de la source lumineuse.

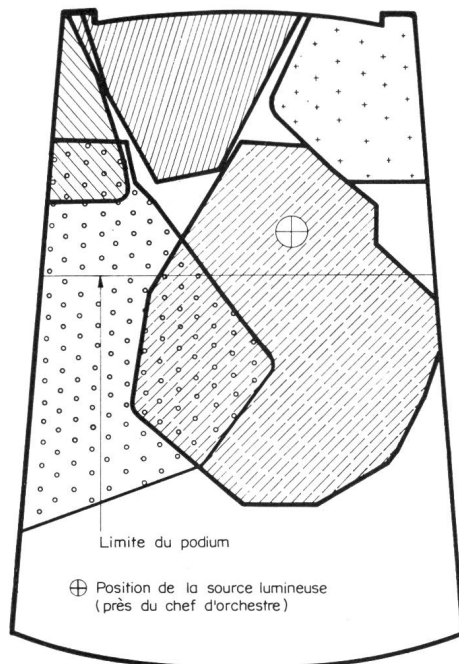


Fig. 3
Champ couvert par les réflecteurs pour une position de la source lumineuse

L'essai acoustique, au moyen d'un petit haut-parleur recevant des impulsions très brèves d'un $1/10\,000^{\circ}$ de seconde permet de mesurer le décalage entre le son direct et la première réflexion.

Enfin nous voyons à la fig. 4 le grand studio, muni de 5 réflecteurs acoustiques en fibres de verre stratifiées ayant une longueur de 3,5 m et des bases du trapèze de 3,2 resp. 1,8 m.

Les musiciens, le chef d'orchestre et les régisseurs se sont tous exprimés très favorablement quant au résultat obtenu. Non seulement le contact entre les musiciens est plus précis, mais leur chef perçoit mieux chaque groupe d'instruments. Les conditions de prise de son ont ainsi été facilitées au point que le régisseur a pu restreindre le groupe des microphones utilisés jusqu'ici.

2. L'évolution des microphones

Les microphones dynamiques à bobine mobile spécialement utilisés pour les annonces et les reportages à cause de leur robustesse se sont très nettement améliorés ces der-



Fig. 4
Le grand studio de Zurich
Equipé de 5 réflecteurs en fibres de verre agglomérées

nières années. Leur courbe de réponse est horizontale à plus ou moins 2 dB près entre 60 et 15 000 Hz.

On donne néanmoins toujours la préférence aux microphones à condensateur pour la musique, car du fait de la légèreté de leur membrane, ils restituent spécialement bien les phénomènes transitoires. C'est surtout dans la miniaturisation et le recul du bruit de fond que ce type de microphone a évolué, car il a depuis longtemps d'excellentes caractéristiques. La faible capacité de la capsule dont la réactance est de l'ordre de $50\text{ M}\Omega$ à 60 Hz a longtemps entravé l'implantation des transistors dans le préamplificateur toujours incorporé au microphone. Jusqu'à l'apparition des transistors à effet de champ, le seul moyen de tourner la difficulté consistait à moduler en fréquence un oscillateur de 10 MHz et de restituer le signal basse fréquence.

La fig. 5 représente le schéma de principe de ce système. Les transistors T_1 et T_2 et le circuit K_1 constituent un oscillateur de 10 MHz qui alimente un système de pont comprenant les circuits K_2 et K_3 . La capsule du microphone se trouve dans le circuit K_3 tandis qu'une diode capacitive D_3 est dans le circuit équivalent K_2 . Le déséquilibre du pont

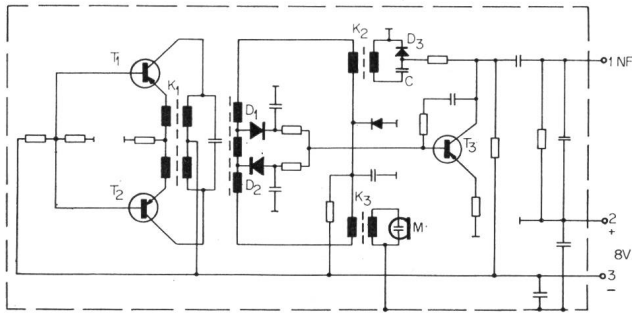


Fig. 5

Schéma de principe du microphone à condensateur haute fréquence

causé par les variations de capacité de la capsule est amplifié par le transistor T_3 fournissant le signal basse fréquence du microphone. Cette solution est encore utilisée malgré les transistors à effet de champ qui équipent certaines marques de microphones depuis l'année dernière, parce qu'à la fréquence de 10 MHz, l'impédance de la capsule est de quelques centaines d'ohm. Cette basse impédance évite les inconvénients causés par des variations d'isolement de la capsule provenant essentiellement de l'humidité.

La transistorisation du microphone à condensateur simplifie considérablement l'alimentation. Elle peut se transmettre selon les modes suivants (fig. 6):

- a) par des conducteurs séparés;
- b) par un système fantôme;
- c) à travers les conducteurs du signal basse fréquence.

Il y aurait encore d'autres aspects à mentionner, en particulier la commande à distance de la caractéristique directionnelle des microphones à condensateur mais je pense avoir relevé les points essentiels en ce qui concerne l'évolution la plus récente.

3. L'enregistrement des sons

L'enregistrement des sons, aussi bien sur disques que sur bande magnétique, ne pose pour ainsi dire plus de problèmes, car le recul de bruit de fond est supérieur à 60 dB et la distorsion est de l'ordre du pourcent.

L'amélioration progressive des bandes magnétiques et des magnétophones a permis de réduire les vitesses requises par une courbe de réponse plate entre 40 Hz et 15 kHz. Alors qu'il y a 20 ans la vitesse professionnelle de la bande était de 76,2 cm/s, elle est depuis cette année presque exclusivement de 19 cm/s, sauf dans quelques cas particuliers d'en-

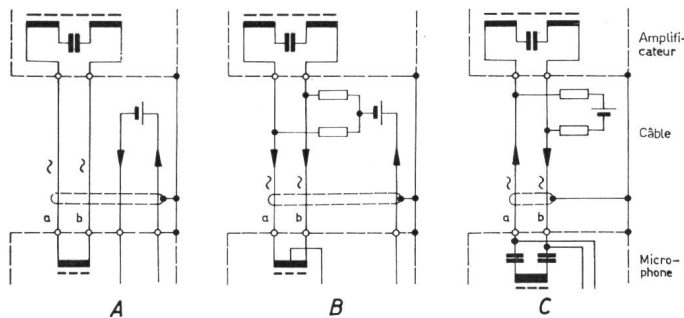


Fig. 6

Trois possibilités d'alimentation des microphones à condensateurs transistorisés

- A par conducteurs séparés;
 - B par système fantôme;
 - C alimentation superposée au circuit de modulation
- a et b sont les conducteurs du signal basse fréquence

registrements coûteux, pour lesquels on recherche une garantie maximum de qualité avec la vitesse de 38 cm/s.

En dessous de 19 cm/s, la fréquence de 15 kHz devient difficile à atteindre pour trois raisons:

Premièrement, la largeur de l'entrefer de la tête de lecture doit être au moins plus petite que la longueur d'onde, ce qui correspond à 6 μm pour 15 kHz à la vitesse de 9,5 cm/s; mais comme il est difficile de réaliser des entrefers nettement inférieurs à 6 μm , l'amplificateur de lecture doit avoir une accentuation des hautes fréquences qui a pour conséquence d'augmenter le bruit de fond.

Deuxièmement, les caractéristiques de la bande provoquent aux très petites longueurs d'onde un affaiblissement qui nécessite une correction importante de la courbe de réponse aux aiguës. Celle-ci est répartie d'abord à la lecture selon les normes internationales de la fig. 7, où la courbe de réponse doit s'éloigner d'autant plus de la courbe inverse de la loi d'induction dans la tête (6 dB par octave) que la vitesse de la bande est faible et cela encore au détriment du recul du bruit de fond. Puis à l'enregistrement, par une ac-

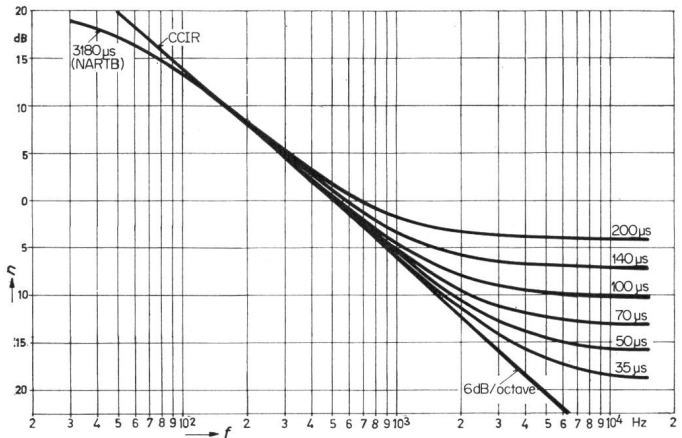


Fig. 7

Les courbes normalisées de la lecture des bandes magnétiques

s'écartent d'autant plus de la courbe inverse de la loi d'induction (6 dB par octave) que la vitesse de la bande est faible. D'où augmentation du bruit de fond

centration des hautes fréquences réglée selon le type de bande utilisé, mais ne devant pas dépasser certaines limites afin de ne pas produire de distorsion.

Troisièmement, à l'enregistrement, les signaux de très petites longueurs d'onde sont altérés du fait qu'après l'enregistrement vis-à-vis de l'entrefer de la tête d'enregistrement, ils sont partiellement effacés par la dispersion du champ haute fréquence de prémagnétisation. Un nouveau brevet japonais préconise une prémagnétisation transversale (fig. 8) par une tête se trouvant de l'autre côté de la bande. Le champ haute fréquence de dispersion a alors la forme désirée ne dépassant pas les bords de l'entrefer de la tête d'enregistrement.

Des maisons japonaises et norvégiennes viennent de mettre sur le marché des appareils basés sur ce principe; ils permettent l'enregistrement d'une gamme de fréquences étendue à la vitesse de 9,5 cm/s, voire 4,75 cm/s. La position de la tête de prémagnétisation étant délicate, on tend à remplacer ce système par une tête d'enregistrement combinée comprenant des entrefers séparés pour la basse fréquence et la prémagnétisation.

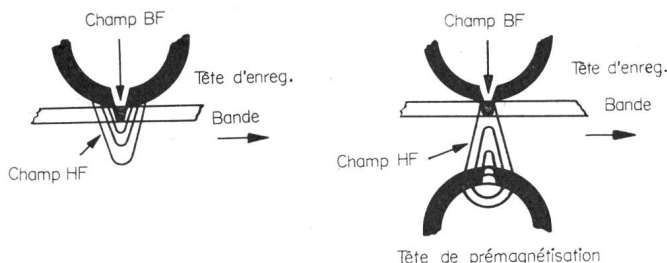


Fig. 8
Principe de l'enregistrement magnétique avec prémagnétisation HF transversale

La réduction incessante de la vitesse exige une précision mécanique très poussée des magnétophones en ce qui concerne le guidage de la bande devant les têtes et la régularité de défilement dont dépend le taux des variations de hauteur du son. Une machine de studio est représentée à la fig. 9. Elle est réalisée en version mono ou stéréophonique avec les vitesses de bande de 38 et 19 cm/s. Elle doit sa réputation bien au-delà de nos frontières à sa grande précision et à sa robustesse. Un des raffinements inédits de cette machine est la balance munie de deux galets par laquelle passe la bande. Cette balance a pour fonction de compenser les à-coups pouvant se produire dans le déroulement de la bande et surtout elle règle, par un système électrique se trouvant dans son axe, le courant de freinage de la bobine débitrice. Ce réglage maintient la traction de la bande constante entre début et fin de bobine, de sorte que le glissement dans le cabestan est invariable.

Dans le domaine des enregistreurs alimentés par batterie, c'est le réglage de la vitesse du moteur du cabestan qui pose des problèmes particuliers. Là encore, une maison suisse a acquis une renommée mondiale par le système d'asservissement du nombre de tours du moteur. Ce dispositif comporte une roue dentée très précise sur l'axe du cabestan à la périphérie de laquelle se trouve une tête électromagnétique dans laquelle est induite une tension dont la fréquence dépend naturellement du nombre des dents et de la vitesse de rotation. A l'aide d'un discriminateur, cette tension règle le courant continu du moteur en sorte que le nombre de tours est stabilisé avec une précision de l'ordre du pourmille.

4. Les haut-parleurs

On peut conclure par ce qui précède que les dispositifs électroacoustiques satisfont entièrement notre organe auditif; il reste hélas «l'infidélité» du haut-parleur, dernier élément de la chaîne, qui est le plus mauvais tant en ce qui concerne la courbe de réponse, la distorsion que la reproduction des transitoires. On demande certes beaucoup du haut-parleur, qui devrait restituer le timbre de tous les instruments de musique et la voix humaine sans prendre de place. Pour diminuer l'encombrement, des efforts sont tentés actuellement avec des enceintes étanches de petites dimensions. La fréquence de résonance est maintenue relativement basse malgré le petit volume d'air par un alourdissement de la membrane. La courbe de réponse aux basses fréquences est satisfaisante grâce à de fortes amplitudes d'une membrane que l'on a rendue aussi rigide que possible afin qu'elle ne se déforme pas en comprimant le volume restreint de l'air qui est dans l'enceinte. Ceci est acquis naturellement au détriment du rendement, mais dans les bâtiments modernes on doit

bien admettre que l'encombrement d'un haut-parleur est plus gênant qu'un amplificateur puissant.

Ces dernières années, le haut-parleur électrostatique obtient un succès grandissant malgré la complication que nécessite une polarisation de 5 à 6 kV, fournie d'ailleurs par un redresseur incorporé. La légèreté de la membrane de ce type de haut-parleur nous a fait soupçonner une bonne reproduction des transitoires. Pour nous en assurer, nous avons d'abord contrôlé la fidélité de reproduction des ondes carrées par un microphone à condensateur de mesure à l'aide d'une électrode polarisée excitant la membrane selon le principe utilisé pour l'étalonnage électrostatique. Les oscillogrammes obtenus prouvent que cette reproduction est très satisfaisante. Connaissant ainsi le transducteur de réception, on a pu contrôler la fidélité de reproduction des ondes carrées par des haut-parleurs. Les haut-parleurs dynamiques mesurés ayant pourtant d'excellentes courbes de réponse ont donné de très mauvais résultats; par contre un haut-parleur électrostatique a donné des résultats satisfaisants.

Cette base nous a permis d'explorer le domaine mal connu de l'influence de la déformation des transitoires sur l'impression subjective par une statistique. Des bruitages étaient d'abord produits directement devant une quinzaine d'auditeurs puis devant le microphone étalon, placé dans un autre local. Deux haut-parleurs ayant une courbe de réponse très plate furent comparés; l'un électrostatique et l'autre dynamique. Les auditeurs appelés à se prononcer quant à la fidélité de la reproduction comparée aux bruitages originaux ont exprimé 80 % de leurs suffrages en faveur du haut-parleur électrostatique. Cette constatation permet d'admettre que les forts déphasages produits par les lignes de transmission présentèrent peu d'inconvénients jusqu'ici, puisque les haut-parleurs conventionnels sont mauvais. Cette conception devrait néanmoins être revue si l'usage du haut-parleur électrostatique se répandait ou qu'un nouveau système était inventé. En prévision d'un tel progrès, les amplificateurs de tous les circuits des studios ont été développés de manière qu'ils reproduisent fidèlement les ondes carrées.

5. La stéréophonie

Je voudrais encore aborder succinctement la stéréophonie, dont l'avantage de la reproduction en relief est indé-

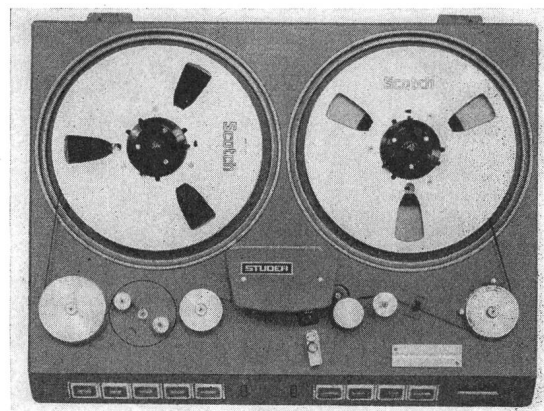


Fig. 9
Enregistreur à bande magnétique de studio
La «balance» comportant deux galets de guidage sert au réglage du freinage de la bobine débitrice par l'intermédiaire d'un circuit électronique

niable. A ce propos, il faut citer que l'écoute monaurale directe dans une salle (avec une oreille obstruée) est complètement brouillée lorsqu'on se trouve relativement loin de la source sonore. C'est précisément ce phénomène qui oblige les preneurs de son à placer leurs microphones près de la source et d'ajouter de la réverbération au moyen d'un microphone plus éloigné ou d'un système de réverbération artificiel.

La comparaison d'auditions mono et stéréophoniques, mais toujours avec deux haut-parleurs afin de ne pas tromper l'auditeur comme cela se fait hélas souvent, fait ressortir l'avantage de la stéréophonie; non pas spécialement en ce qui concerne la localisation des sources sonores mais plutôt par la brillance et la transparence de l'audition. Celle-ci devient véritablement spectaculaire à l'écoute au casque parce que la séparation des canaux est alors augmentée.

Dans le cadre de l'Union Européenne de Radiodiffusion, (UER), plusieurs pays ont apporté des contributions intéressantes en ce qui concerne les paramètres de qualité en stéréophonie dont la distorsion, le bruit de fond, la diaphonie, la différence des niveaux et le déphasage entre les canaux.

D'après le rapport final de la Commission de stéréophonie de l'UER, une atténuation de diaphonie de 25 dB est suffisante, de sorte qu'il est aisément possible de transmettre les deux canaux sur un même émetteur à ondes ultracourtes à l'aide d'une sous-porteuse. En ce qui concerne la phase, les écarts entre canaux ne devraient pas excéder 45° de 200 à 4000 Hz et 90° au-delà de ces fréquences. Cela est valable pour la chaîne complète, mais les déphasages

entre les lignes de transmission ne devraient pas excéder 90° respectivement 180°.

Cette dernière exigence implique donc le remplacement des lignes de transmission entre les studios et les émetteurs par des faisceaux hertziens. Cette solution aurait encore l'avantage d'assurer une reproduction fidèle des transitoires dont la monophonie ne peut que bénéficier, mais finalement la décision à prendre concernant l'introduction de la stéréophonie chez nous est un problème d'ordre essentiellement financier.

6. Conclusions

Je conclurai en disant que les moyens techniques actuels permettent une transmission des sons très proche de la perfection, mais la plénitude de l'audition dans une salle ne peut être reproduite qu'avec un niveau sonore élevé. Cela pose alors de nouveaux problèmes relatifs à l'isolement acoustique souvent déplorable entre les appartements. Dans certains pays, les lois de construction exigent un isolement de 50 dB entre les appartements. La SIA élabore actuellement des normes semblables pour notre pays, mais en attendant qu'elles apparaissent je terminerai par cette pensée de *Pascal* disant: «J'ai découvert que tout le malheur des hommes vient d'une seule chose, qui est de ne pas savoir demeurer en repos dans une chambre», mais nous pouvons rétorquer que *Pascal* n'habitait pas dans une maison locative!

Adresse de l'auteur:

M. P. H. Werner, adjoint à la Division des recherches et des essais de la Direction générale des PTT, 3000 Berne.

Übertragungseigenschaften einer modernen Telephonstation

Vortrag, gehalten an der 26. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik am 12. Oktober 1967 in Solothurn,

von R. Streit, Solothurn

061.3:534.86

Im Artikel werden vorerst die Faktoren aufgezählt, welche für die gute Verständlichkeit eines Übertragungssystems massgebend sind. Die wichtigste Rolle spielt dabei die Bezugsdämpfung, deren Definition in Erinnerung gerufen wird. Die Daten einer neu entwickelten Telephonstation, die den Forderungen des neuen Dämpfungsplanes der PTT entsprechen, werden dargelegt und mit den Daten der bisherigen Station verglichen. Das Mikrophon der neuen Station ist magnetisch, und dessen Signale werden von einem Mikrophonverstärker verstärkt, wobei die Bezugsdämpfung sende- und empfangsseitig in Abhängigkeit von der Leitungslänge, unter Berücksichtigung der Frequenzabhängigkeit der Kabeldämpfung, automatisch geregelt wird. Es wird darauf hingewiesen, dass erst das Vorhandensein von Mikrofonen und Hörern mit ausgeglichenen Eigenschaften die Entwicklung der Station mit den vorliegenden Daten ermöglichte.

Tout d'abord, les facteurs contribuant à une bonne netteté d'un système de transmission sont mentionnés. L'équivalent de référence, dont la définition est rappelée, y joue le rôle le plus important. Les caractéristiques techniques d'une station téléphonique récemment développée, qui répond aux exigences du nouveau plan de transmission des PTT, sont présentées et comparées avec les caractéristiques de la station actuelle. Le microphone de la nouvelle station est magnétique; ses signaux sont amplifiés par un amplificateur. L'équivalent de référence en émission et en réception est réglé automatiquement en fonction de la longueur de la ligne d'abonné en tenant compte que l'équivalent du câble est dépendant de la fréquence. Il est indiqué que seule la disposition d'un microphone et d'un écouteur avec des caractéristiques équilibrées a permis le développement de la station aux caractéristiques citées.

1. Einleitung

Nach wie vor sind es die Eigenschaften der Telephonstation, welche die Qualität der Fernsprechverbindungen massgebend beeinflussen. Die aus diesem Grunde seit den Anfängen der Telephonie ununterbrochen vorangetriebenen diesbezüglichen Entwicklungsarbeiten, die sowohl in der Schweiz wie auch in vielen ausländischen PTT-Versuchs- und Forschungsabteilungen in Zusammenarbeit mit der Industrie und den technischen Hoch- und Mittelschulen durchgeführt werden [1] ¹⁾, stehen zwar etwas im Schatten gegen-

über den attraktiveren Entwicklungsaufgaben in andern Gebieten der Nachrichtentechnik, verdienen es aber, sozusagen als Antwort auf die an früheren STEN-Tagungen aufgeworfenen Fragen und in Weiterverfolgung der dort für die Zukunft skizzierten Möglichkeiten, heute dargelegt zu werden. In seinem Referat an der 21. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik 1962 in Lausanne erläuterte *H. Abrecht* [2] die Möglichkeiten der Weiterentwicklung der Telephonstation in allen ihren Belangen, insbesondere diejenigen der Tastaturwahl. An der gleichen Tagung behandelte *E. Seemann* [3] die übertragungstechnische Entwicklung des Tele-

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.