

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: 29 (1951)

Heft: 6

Artikel: Abnahmemessungen von Hörerkapseln auf objektiver Basis = Mesures objectives de réception des capsules d'écoute

Autor: Meister, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875344>

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: 17.05.2025

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

Abnahmemessungen von Hörerkapseln auf objektiver Basis

Von Hans Meister, Bern 621.395.623.3.08

Zusammenfassung. Der Autor erwähnt die Gründe, die zur Entwicklung eines Prüfgerätes für Hörerkapseln führten. Nach der Beschreibung der Grundlagen eines Gerätes für die rasche Messung von Frequenzgang und Lautstärke auf objektiver Basis sind die mit dem Gerät gemachten Erfahrungen zusammengestellt.

Die schweizerische Telefonverwaltung kauft von der Privatindustrie jährlich etwa 100 000 Hörerkapseln, von denen jede einzelne geprüft wird. Bis zum Herbst 1949 erfolgte die Prüfung rein subjektiv durch Hörvergleich mit einer Normalkapsel gleichen Typs. Geübte Prüfer erreichten mit dieser Methode Genauigkeiten bis etwa $\pm 0,1$ N, sofern die Frequenzgänge der zu vergleichenden Kapseln praktisch die gleichen sind. Sobald aber die Frequenzgänge erheblich voneinander abweichen, wird die Beurteilung unsicher und es treten zwischen den Resultaten der verschiedenen Messenden grosse Abweichungen auf, die teils auf die unterschiedlichen Frequenzgänge des Ohres, zum grössten Teil aber darauf zurückzuführen sind, dass das Kriterium für den Lautstärkevergleich verschiedener Spektren individuell sehr unterschiedlich ist.

Mit der Einführung der neuen Hörerkapseln wurden die schon früher bestehenden Differenzen zwischen Lieferanten und Verwaltung in der Beurteilung der Kapseln derart, dass sich ein rascher Ersatz des veralteten Prüfverfahrens aufdrängte.

Die objektive Prüfung muss eine Kontrolle des Frequenzganges und eine numerische Ablesung der Lautstärke («Bezugsdämpfung») der Hörerkapsel erlauben. Die Messung muss rasch und von angelegtem Personal durchgeführt werden können. Eichvorrichtungen sollen eine umfassende, einfache Kontrolle des Messgerätes ermöglichen. Die Messung muss ausserdem genau reproduzierbar definiert werden können.

Als Grundlage für die Konzipierung des Messgerätes diene eine Arbeit von K. Braun¹⁾. Aus ihr geht hervor, dass das Integral der Wurzel aus dem Schalldruck über einer annähernd logarithmischen Frequenzskala ein Mass für die Lautstärke ist.

Es wurde eine Versuchsschaltung aufgebaut, die aus folgenden Teilen bestand:

Als Sender diene ein Schwebungsoszillator, dessen Frequenz durch eine Reaktanzröhre mit quadratischer Charakteristik gesteuert wird²⁾. Ihre dynamische Kapazität steht in linearem Zusammenhang mit der Gitterspannung. Eine periodisch wiederholte

¹⁾ K. Braun. Die Bezugsdämpfung und ihre Berechnung aus der Restdämpfungskurve (Frequenzkurve) eines Übertragungssystems. Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernsehtechnik 28 (1939), S. 311.

²⁾ E. Thon. Der Verlustwinkel der spannungsgesteuerten Kapazität. TFT 28 (1939), S. 344.

Mesures objectives de réception des capsules d'écoute

Par Hans Meister, Berne 621.395.623.3.08

Résumé. L'auteur mentionne les raisons qui ont conduit à la réalisation d'un appareil de vérification des capsules d'écoute. Après avoir défini les principes d'un appareil servant à mesurer rapidement et objectivement la caractéristique de fréquence et le volume du son, il relate les expériences faites avec le nouvel appareil.

L'administration des téléphones suisses acquiert chaque année de l'industrie privée environ 100 000 capsules d'écoute qui doivent toutes être vérifiées. Jusqu'en automne 1949, cette vérification se faisait de manière tout à fait subjective par comparaison du son avec celui d'une capsule normale du même type. Avec cette méthode, des contrôleurs expérimentés pouvaient atteindre une exactitude de $\pm 0,1$ N lorsque les caractéristiques de fréquence des capsules à comparer étaient pratiquement identiques. Dès que les caractéristiques différaient trop fortement l'une de l'autre, l'appréciation était moins exacte et l'on constatait de grandes divergences entre les résultats obtenus par différents contrôleurs. Elles étaient dues, d'une part, aux caractéristiques de fréquence différentes de l'oreille, d'autre part, au fait que le critère de comparaison du volume du son de divers spectres varie énormément suivant les individus.

Après l'introduction des nouvelles capsules, les divergences qui opposaient déjà auparavant les fournisseurs à l'administration quant à l'appréciation de la qualité des capsules augmentèrent encore et il fut nécessaire d'adopter un nouveau système de vérification.

La vérification objective doit permettre le contrôle de la caractéristique de fréquence et la lecture numérique du volume du son (équivalent de référence) de la capsule. La mesure doit pouvoir se faire rapidement par du personnel instruit en conséquence. Il faut en outre que les dispositifs d'étalonnage permettent le contrôle simple et complet de l'appareil et que la mesure soit définie de manière à pouvoir être reproduite exactement.

L'appareil est conçu d'après les indications de K. Braun¹⁾, selon lesquelles l'intégrale de la racine de la pression acoustique constitue pour une échelle de fréquences à peu près logarithmique, une mesure du volume du son.

Un montage d'essai a été établi, comprenant les parties suivantes:

L'émetteur est un oscillateur à battements dont la fréquence est commandée par un tube à réactance dont la caractéristique est quadratique²⁾. Sa capacité

¹⁾ K. Braun. Die Bezugsdämpfung und ihre Berechnung aus der Restdämpfungskurve (Frequenzkurve) eines Übertragungssystems. Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernsehtechnik 28 (1939), p. 311.

²⁾ E. Thon. Der Verlustwinkel der spannungsgesteuerten Kapazität. TFT 28 (1939), p. 344.

Kondensatorentladung ergibt den gewünschten logarithmischen Gitterspannungs- und damit Frequenzverlauf mit der Zeit. Die Messfrequenz wird über ein passendes Netzwerk auf die Hörerkapsel geführt.

Als Empfänger diene ein mit einem Kondensatormikrophon ausgerüstetes künstliches Ohr, dessen Ausgangsspannung durch ein nichtlineares Element nach dem Gesetz

$$U_2 = k\sqrt{U_1}$$

bewertet wird.

Die bewertete Spannung wird mit einem Röhrenvoltmeter gemessen, dessen Zeitkonstante eine Mittelung der periodisch wiederholten Frequenzdurchläufe ermöglicht. Sie wird ebenfalls an den Gleichspannungsverstärker eines Kathodenstrahl-Oszillographen gelegt. Bei einer mit der Wiederholungsfrequenz synchronisierten linearen Zeitachse des Oszillographen entsteht auf dem Schirm eine Kurve, die den nach dem Wurzelgesetz bewerteten Frequenzgang über logarithmischem Frequenzmaßstab zeigt.

Versuche zeigten, dass bei einer Wiederholungsfrequenz von 5 Hz auch steile Resonanzspitzen, wie sie bei älteren Hörern vorkommen, unverzerrt wiedergegeben werden, während andererseits auch bei Verwendung einer Kathodenstrahl-Oszillographen-Röhre mit dem normalen P1-Schirm das Flimmern nicht zu stark wird.

Messergebnisse

Auf Grund der guten Erfahrungen mit der Versuchsschaltung wurde ein Prototyp gebaut³⁾, an dem zahlreiche Messungen vorgenommen wurden, die zeigen sollten, ob die Anzeige des Instrumentes mit dem subjektiven Empfinden genügend genau übereinstimmt. Für die Versuche wurden je zehn Kapseln des Modells 1931 und von drei verschiedenen Neuentwicklungen verwendet. Sämtliche Kapseln wurden dem Magazinvorrat entnommen, sie hatten also die übliche subjektive Vorkontrolle bestanden.

Die Bezugsdämpfung der Kapseln wurde am Haupt-eichkreis durch einen Messtrupp von drei Mann bestimmt. Zwei der Messenden führten seit Jahren die Abnahmeprüfungen der Hörerkapseln durch, der dritte beschäftigte sich nur gelegentlich mit ähnlichen Messungen. Die Untersuchungen erfolgten mit einem auf das Frequenzband von 300...3400 Hz begrenzten Prüfsatz bei einer Dämpfung im Eichkreis von 1,4 N. Die Verhältnisse entsprachen also einer mittleren Fernverbindung mit etwa 1,2 N Restdämpfung.

Zwischen den Resultaten der drei Beobachter bestanden Differenzen bis zu 0,6 N. Die subjektiv bestimmten Mittelwerte für die einzelnen Kapseln stimmten in jedem Fall auf $\pm 0,1$ N genau mit den objektiven überein. Dieses Resultat ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die Basis der beiden Messverfahren ganz verschieden ist.

dynamische ist in rapport linéaire avec la tension de grille. La décharge périodique d'un condensateur donne l'allure logarithmique désirée de la tension de grille et par conséquent de la fréquence en fonction du temps. La fréquence de mesure est transmise à la capsule par un circuit approprié.

Le récepteur consiste en une oreille artificielle munie d'un microphone à condensateur, dont la tension de sortie est transformée par un élément non linéaire d'après la formule

$$U_2 = k\sqrt{U_1}$$

Cette tension est mesurée au moyen d'un voltmètre électronique dont la constante de temps permet d'obtenir une moyenne des passages périodiques de fréquences. Elle est également appliquée à l'amplificateur de tension continue d'un oscillographe à rayon cathodique. Lorsque la base de temps de l'oscillographe est linéaire et synchronisée avec la fréquence de répétition, il apparaît sur l'écran une courbe montrant, sur une échelle logarithmique de fréquence, la caractéristique de fréquence déterminée d'après la formule ci-dessus.

Des essais ont démontré qu'à la fréquence de répétition de 5 Hz même les pointes aiguës de résonance telles qu'elles se produisent dans les anciennes capsules sont reproduites sans distorsion; d'autre part, même si l'on emploie un tube à rayon cathodique avec l'écran normal P 1, le scintillement n'est pas trop intense.

Résultats des mesures

Après les expériences concluantes faites avec le montage d'essai, on a construit un prototype³⁾, qui a fait l'objet d'un grand nombre de mesures destinées à montrer si les indications de l'instrument concordent de manière suffisante avec la sensation subjective. On utilisa pour les essais dix capsules du modèle 1931 et trois de chacun des modèles récemment réalisés. Toutes ces capsules ont été prises au magasin, elles avaient donc subi la vérification subjective habituelle.

L'équivalent de référence des capsules a été déterminé au moyen du système de référence principal par un groupe de trois hommes. Deux d'entre eux effectuaient depuis plusieurs années des mesures de réception des capsules, le troisième ne faisait ce travail qu'occasionnellement. Les essais se firent à l'aide d'une phrase d'essai dont la bande de fréquence était limitée entre 300 à 3400 Hz, avec un affaiblissement de 1,4 N dans le circuit d'étalonnage. Les conditions correspondaient ainsi à celles d'une communication interurbaine de qualité moyenne avec un affaiblissement de 1,2 N.

Les résultats obtenus par les contrôleurs accusaient entre eux des différences jusqu'à 0,6 N. Pour chaque capsule, les valeurs moyennes déterminées subjectivement correspondaient à $\pm 0,1$ N près aux valeurs

³⁾ R. Kallen. Ein Gerät zur Prüfung von Hörerkapseln. Techn. Mitt. 1951, Nr. 6, S. 222.

³⁾ R. Kallen. Appareil pour la vérification des capsules d'écoute. Bulletin technique 1951, n° 6, p. 222.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurde das Gerät sofort für die Abnahmemessungen eingesetzt, wo es seit etwa 1½ Jahren in Betrieb steht. Die Arbeit, die vorher durch einen qualifizierten Kontrolleur ausgeführt wurde, wird jetzt von einer angelernten Angestellten besorgt. Nach kurzer Einarbeitungszeit war diese in der Lage, aus Besonderheiten im Frequenzgang der Hörerkapsel auf Fabrikationsfehler zu schliessen, die nach einiger Zeit zu einem Defekt führen mussten.

Gegenwärtig befindet sich bei einer Firma eine kleinere Serie dieser Hörerprüfgeräte im Bau. Von einigen Änderungen in der äusseren Bauweise abgesehen, die das Gerät auch für die Fabrikationskontrolle geeignet machen, besteht ihr wesentlicher Unterschied gegenüber dem beschriebenen Gerät darin, dass der mit einer Reaktanzröhre gesteuerte Schwebungssoszillator durch einen Generator mit einem endlosen Tonfilmstreifen ersetzt wird, eine Lösung, die für die in Frage kommende Zahl der Geräte billiger und einfacher ist.

Nach der Fertigstellung der in Auftrag gegebenen Serie werden alle Lieferanten für Hörerkapseln mit dem gleichen Gerät wie die PTT-Verwaltung messen, was für die Qualitätsverbesserung eine wesentliche Rolle spielt.

Das Gerät kann mit geringen Anpassungen auch zur Messung von Mikrophonkapseln usw. verwendet werden.

Ein Gerät zur Prüfung von Hörerkapseln

Von Robert Kallen, Bern 621.395.623.3.08

Zusammenfassung. Es werden die konstruktiven Einzelheiten eines Hörerprüfgerätes beschrieben. Das Gerät dient für die serienweise Prüfung von Hörerkapseln in der Apparateprüfung. Es wurde nach den von H. Meister dargelegten Gesichtspunkten entwickelt¹⁾.

Arbeitsweise der Messeinrichtung

Die nachstehend genannten Hauptteile bilden zusammen die Prüfeinrichtung für die objektive Hörerkapselmessung:

1. Der Oszillator oder Sender mit Frequenzwobbelung 4000...400 Hz, Ausgangsleistung 1 mW;
2. die Stationsschaltung als Kopplungsglied zwischen Oszillator und Hörerkapsel; sie dient der Nachbildung der Verhältnisse im Betriebe;
3. das künstliche Ohr, das durch ein Kondensatormikrophon mit definierter Druckkammer gebildet wird;
4. der Mikrophon-Vorverstärker;

¹⁾ Hans Meister: Die objektive Messung von Hörerkapseln. Techn. Mitt. PTT 1951, Nr. 6, S. 220.

déterminées de manière objective. Ce résultat est surprenant si l'on considère que les deux méthodes de mesure reposent sur des bases totalement différentes.

Etant donnés ces résultats, l'appareil fut immédiatement utilisé pour les mesures de réception. Il est maintenant en service depuis une année et demie. Le travail qu'exécutait autrefois un contrôleur qualifié est confié maintenant à une employée formée en conséquence. Au bout de quelque temps, celle-ci était en mesure de découvrir, d'après certaines particularités de la caractéristique de fréquence des capsules, des défauts de fabrication qui auraient certainement été la cause de dérangements.

Une série réduite d'appareils de vérification des capsules d'écoute est actuellement en fabrication. A part quelques petites modifications extérieures, qui permettent d'utiliser l'appareil pour le contrôle de la fabrication, la principale différence entre le prototype et l'appareil construit en série est le remplacement de l'oscillateur à battements commandé par tube de réactance par un générateur avec film sonore sans fin. Pour le nombre d'appareils entrant en considération, ce dernier système est meilleur marché et plus simple.

Lorsque les appareils commandés seront terminés, tous les fournisseurs se serviront pour mesurer les capsules du même dispositif que l'administration des PTT, ce qui permettra d'améliorer la qualité des écouteurs.

Moyennant une adaptation facile, on peut utiliser le même appareil pour vérifier la qualité des capsules microphoniques.

Appareil pour la vérification des capsules d'écoute

Par Robert Kallen, Berne 621.395.623.3.08

Résumé. L'auteur décrit la construction d'un appareil pour la vérification en série des capsules d'écoute, d'après les principes formulés par H. Meister¹⁾.

Fonctionnement de l'appareil

L'appareil pour la mesure objective des caractéristiques des capsules d'écoute comprend les parties principales suivantes:

1. L'oscillateur ou émetteur couvrant une gamme de fréquences de 4000 à 400 Hz, puissance de sortie 1 mW;
2. la station téléphonique fictive, organe de couplage entre l'oscillateur et la capsule; elle doit reproduire les conditions qui se rencontrent dans l'exploitation;
3. l'oreille artificielle, formée d'un microphone à condensateur avec chambre de pression définie;
4. le préamplificateur microphonique;

¹⁾ Hans Meister. Mesures objectives de réception des capsules d'écoute. Bulletin technique PTT 1951, n° 6, p. 220.