

**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:** 28 (1950)

**Heft:** 8

**Artikel:** Ein Rauchgenerator für die Niederfrequenztechnik = Un générateur de bruit thermique pour les essais en basse fréquence

**Autor:** Meister, Hans

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874386>

### **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:** 02.04.2025

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

In jenen Fällen, in denen diese Massnahme nicht möglich oder ungenügend ist, kann man durch Sperrkreise auf der Teilnehmerseite die Verzweigung des 50-Hz-Wechselstromes verhindern. Diese Sperrkreise erhöhen aber die Sprechdämpfung.

#### d) Schlussbemerkungen

Die vorgeschlagenen Gegenmassnahmen sind ganz allgemein behandelt. Bei der Verbesserung der in Betrieb stehenden Einrichtungen muss der ganze Sprechstromkreis im Auge behalten und, je nach der Art des Zentralensystems, müssen besondere Faktoren mit berücksichtigt werden. Wenn man in der Schaltungsanordnung irgend eine Änderung vornimmt, so müssen natürlich auch die übrigen Teile entsprechend neu dimensioniert werden.

#### e) Anwendungsbeispiel

Die vorstehend ausgeführten Überlegungen wurden mit einer Gebührenmeldereinrichtung, bei der sich die Geräusche, besonders Knackgeräusche, im Teilnehmerapparat sehr stark auswirkten, experimentell geprüft. Die Figur 4 zeigt das heutige, mit Störursachen behaftete Schaltschema, während Figur 5 das vorgeschlagene Schaltschema veranschaulicht. Mit dieser neuen Schaltungsanordnung wurden auch im Betrieb Versuche durchgeführt. Die Resultate waren sehr gut. Die Störgeräusche sind ganz verschwunden, und man hat praktisch weder eine Dämpfungserhöhung noch andere nachteilige Auswirkungen festgestellt. Es muss noch betont werden,

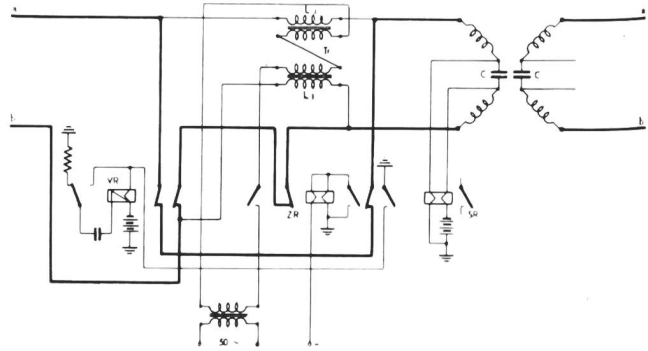


Fig. 4. Die jetzige Gebührenmelder-Zusatzanordnung

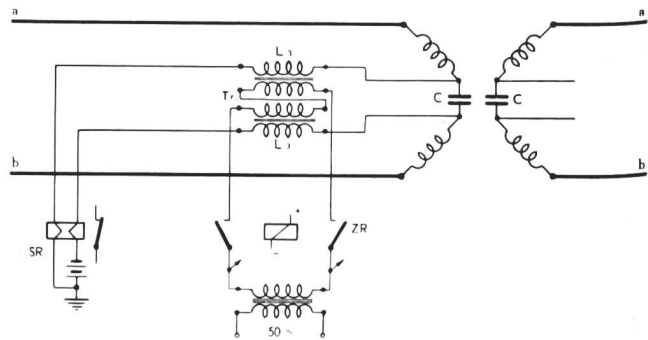


Fig. 5. Die vorgeschlagene Schaltung der Gebührenmelder-Zusatzanordnung

dass die neue Schaltungsanordnung, ausser den technischen und betrieblichen Vorteilen, gegenüber der heutigen weniger Material beansprucht.

Adresse des Verfassers: S. Genç, dipl. ing. ETH, z. Zt. Forschungs- und Versuchsanstalt der Generaldirektion PTT, Speichergasse 6, Bern.

## Ein Rauschgenerator für die Niederfrequenztechnik

Von Hans Meister, Bern

621.395.828; 621.395.44

**Zusammenfassung.** Es wird ein Generator beschrieben, der im Bereiche von 30 Hz bis 15 kHz ein kontinuierliches Spektrum erzeugt. Die Suche nach einer der möglichen Lösungen führte zur Wahl eines Widerstandes als Rauschspannungsquelle. Die mit der benötigten grossen Verstärkung zusammenhängenden Probleme werden erörtert und die zur Vermeidung von Instabilitäten getroffenen Massnahmen besprochen.

Die fortschreitende Entwicklung der Technik verlangt die Einführung neuer Messmethoden. Während früher Messungen an Tonfrequenz-Übertragungsanlagen ausnahmslos mit Einzelfrequenzen durchgeführt wurden, werden heute viele Messungen mit Frequenzgemischen vorgenommen. Dies ermöglicht oft eine Beschleunigung der Untersuchungen; gewisse Messungen sind überhaupt nur mit Frequenzgemischen durchführbar.

### 1. Spannungsquellen

Ein kontinuierliches Spektrum kann auf folgende Weise erzeugt werden:

## Un générateur de bruit thermique pour les essais en basse fréquence

Par Hans Meister, Berne

621.395.828; 621.395.44

**Résumé.** L'auteur décrit un générateur engendrant un spectre continu dans la gamme de 30 Hz à 15 kHz. En cherchant une des solutions possibles, il a été conduit à choisir une résistance comme source de tension de bruit. Il évoque les problèmes touchant à la grande amplification indispensable de cette tension et expose les mesures prises pour diminuer les instabilités.

Le développement constant de la technique exige l'application de nouvelles méthodes de mesure. Autrefois, pour toutes les mesures effectuées sur les installations de transmission à fréquence audible, on utilisait uniquement des fréquences isolées. Aujourd'hui, on a de plus en plus recours à des mélanges de fréquences. Ce procédé permet souvent d'accélérer les essais; d'ailleurs certaines mesures ne peuvent se faire autrement.

### 1. Source de tension

Un spectre continu peut être engendré de la manière suivante:

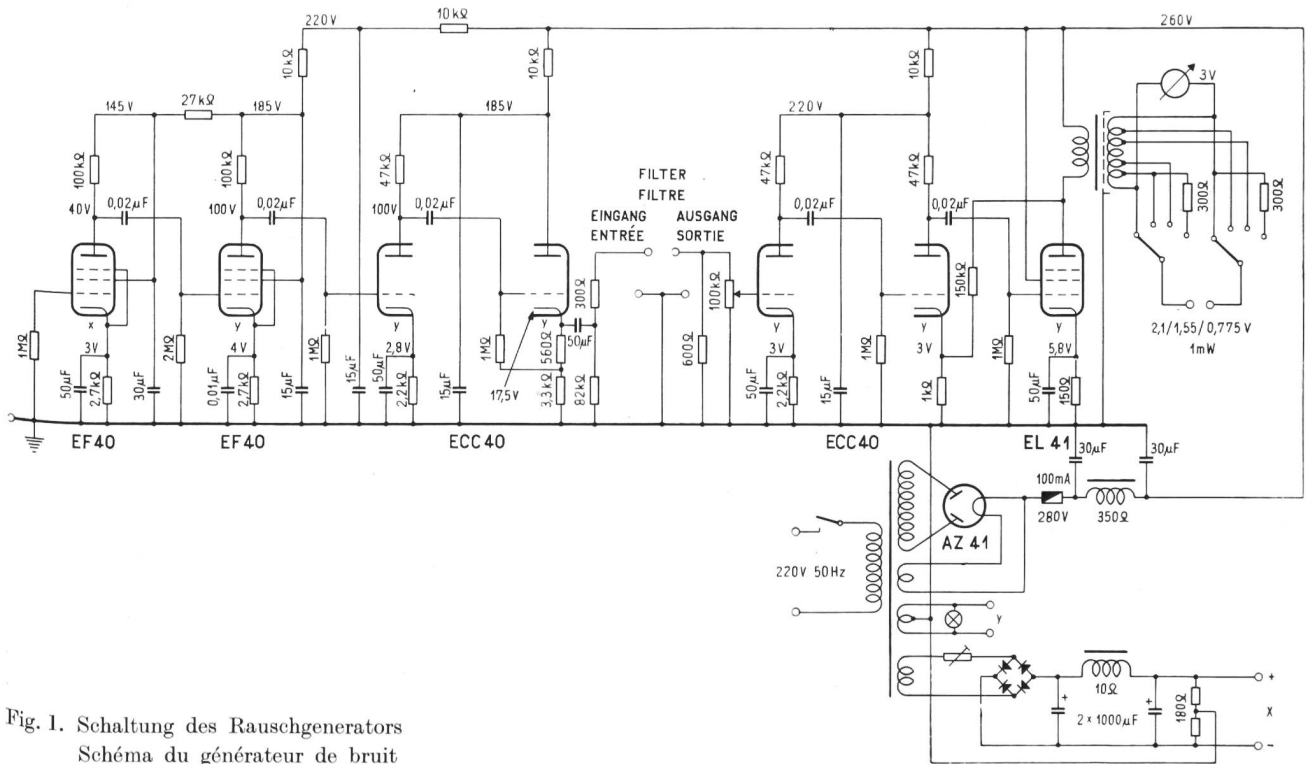


Fig. 1. Schaltung des Rauschgenerators  
Schéma du générateur de bruit

a) Verstärkung des Widerstandrauschens

Durch die Brownsche Elektronenbewegung entsteht an den Enden eines Widerstandes R (in Ohm) eine Spannung von der Grösse

$$U = \sqrt{1,64 \cdot 10^{-20} \cdot R \cdot \Delta f} \text{ Volt.}$$

Dieser Ausdruck gilt für Zimmertemperatur;  $\Delta f$  ist darin der Frequenzbereich in Hz.

Für einen Widerstand von 1 Megohm und eine Bandbreite von 15 kHz ergibt sich demnach eine Rauschspannung von 15,7  $\mu$ V.

Durch Gleichstrom-Vorbelastung von Masse- und Schichtwiderständen lässt sich das Rauschen um etwa 20...40 db erhöhen. Diese Rauschspannung beruht auf sprunghaften kleinen Änderungen des Widerstandswertes. Sie gleicht aber eher dem «Funkeffekt» in Elektronenröhren, weist einen hohen Anteil im Frequenzgebiet unterhalb 500 Hz auf und ist von einzelnen starken Spannungstößen begleitet. Die Vorbelastung kommt deshalb für Messzwecke nicht in Frage.

b) Verstärkung des Rauschens einer Hochvakuumröhre

Die Ausnützung der Rauschkomponente des Anodenstromes einer Hochvakuumröhre bietet im Niederfrequenzgebiet nur bei Dioden mit direkt geheizter Wolframkathode Vorteile gegenüber der unter a) beschriebenen Methode. Die Dioden erfordern zur Erzielung der nötigen Brummfreiheit einen sehr reinen Gleichstrom von 1...1,5 A zur Heizung, was bei netzgespeisten Geräten nur mit einem beträchtlichen Aufwand an Siebmitteln erreichbar ist. Ausserdem sind die Dioden ziemlich klinganfällig.

a) Amplification de la tension de bruit d'une résistance

Le mouvement brownien des électrons engendre aux extrémités d'une résistance R (en ohms) une tension de la valeur

$$U = \sqrt{1,64 \cdot 10^{-20} \cdot R \cdot \Delta f} \text{ volts}$$

Cette expression est valable pour une température ambiante normale;  $\Delta f$  est la gamme de fréquences en Hz.

Pour une résistance de 1 mégohm et une largeur de bande de 15 kHz, on obtient donc une tension de bruit de 15,7  $\mu$ V.

En faisant circuler un courant continu dans des résistances au graphite, on augmente la tension de bruit d'environ 20 à 40 db. Cette tension de bruit est causée par de petites variations irrégulières des résistances. Elle ressemble plutôt à l'effet de scintillation dans des tubes électroniques; elle est caractérisée par une forte proportion de bruit dans la gamme de fréquences inférieures à 500 Hz et est accompagnée de fortes impulsions de tension irrégulières. On ne peut donc pas avoir recours à la méthode de charge des résistances par courant continu pour effectuer des mesures.

b) Amplification de la tension de bruit d'un tube à vide poussé.

L'utilisation des composantes du bruit du courant anodique d'un tube à vide poussé ne présente des avantages, dans le domaine de la basse fréquence, par rapport à la méthode décrite sous a), que si on a affaire à des diodes à cathode de wolfram à chauffage direct. Pour diminuer le ronflement dans la proportion voulue, les diodes exigent, pour le chauffage, un courant continu très pur de 1 à 1,5 A, courant qu'on

### c) Verstärkung des Rauschens einer gasgefüllten Röhre

Der Strom gasgefüllter Röhren hat infolge der Ionisationserscheinungen einen wesentlich grösseren Rauschanteil als derjenige von Hochvakuumröhren. Es zeigt sich jedoch, dass alle gasgefüllten Röhren sehr leicht zu Instabilität neigen; es entstehen Schwingungen im Bereiche von etwa 30...150 kHz, die mit Sicherheit nur sehr schwer zu vermeiden sind.

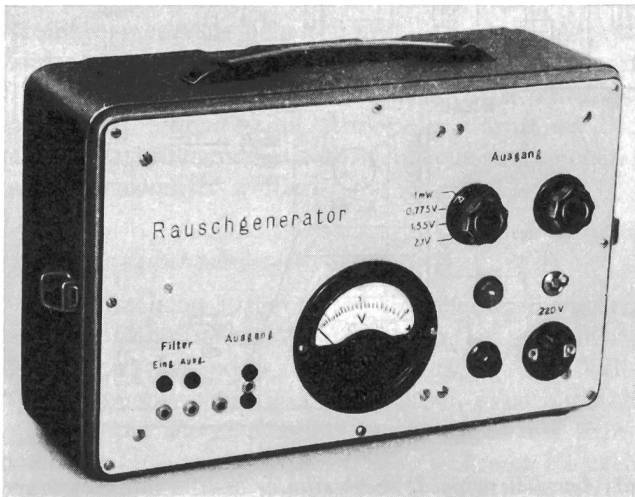


Fig. 2. Rauschgenerator in transportabler Ausführung  
Générateur de bruit transportable

### d) Frequenzumsetzung

Eine durch die vorstehend besprochenen Möglichkeiten erzeugte Rauschspannung im Hochfrequenzbereich wird in das Niederfrequenzgebiet transponiert. Diese Methode hat den Vorteil, dass Brummspannungen ohne Schwierigkeiten vermieden werden können und dass eine Instabilität des Verstärkers durch die Verteilung der Verstärkung auf verschiedene Frequenzgebiete einfach zu verhindern ist. Sie erfordert jedoch einen gewissen Aufwand an Filtern usw.

## 2. Schaltung

Aus den vorerwähnten Gründen wurde für die Ausführung des Gerätes die Variante a) gewählt.

Die am Rauschwiderstand entstehende Spannung wird in drei Stufen auf eine Spannung von etwa 1,5 Volt verstärkt. Durch die Belastung des Rauschwiderstandes mit der Eingangskapazität der ersten Röhre entsteht bei hohen Frequenzen ein Abfall des Spektrums, der mit einem Kondensator im Kathodenkreis der zweiten Röhre kompensiert wird. Ein nachfolgender Kathodenverstärker besorgt die Anpassung der Impedanz an die wahlweise einschaltbaren Filter, die zur Erzeugung eines bestimmten Spektrums dienen. Ein auf einen Pegelregler folgender Endverstärker mit drei niederohmigen Ausgängen von 0,775, 1,55 und 2,1 Volt und einem Ausgang mit

ne peut obtenir qu'à grand renfort de filtres dans les appareils alimentés par le secteur. En outre, les diodes sont très microphoniques.

### c) Amplification de la tension de bruit d'un tube rempli de gaz

Par suite des phénomènes d'ionisation, le courant des tubes remplis de gaz présente une proportion de bruit sensiblement plus élevée que celui des tubes à vide poussé. On constate cependant que les tubes remplis de gaz ont très facilement une tendance à l'instabilité; il se produit des oscillations dans la gamme d'environ 30 à 150 kHz qu'il est très difficile d'éviter.

### d) Transposition de fréquence

Une tension de bruit engendrée dans la gamme haute fréquence par les méthodes ci-dessus est transposée dans la gamme basse fréquence. Cette méthode présente l'avantage qu'on peut éviter sans difficulté les tensions de ronflement et empêcher facilement une instabilité de l'amplificateur en répartissant l'amplification sur diverses gammes de fréquences. Elle exige cependant un certain nombre de filtres.

## 2. Description de l'appareil

Pour les raisons exposées ci-dessus, on a choisi pour l'exécution de l'appareil la variante a).

La tension de bruit engendrée dans la résistance est portée, en trois étages, à une valeur d'environ 1,5 volt. La charge de la résistance par la capacité d'entrée du premier tube provoque un affaiblissement des hautes fréquences qui est compensé par un condensateur inséré dans le circuit cathodique du deuxième tube. Un amplificateur cathodique permet d'adapter l'impédance aux filtres pouvant être intercalés à volonté et servant à engendrer un certain spectre. Le régulateur de niveau est suivi d'un amplificateur terminal comportant trois sorties à faible impédance donnant 0,775, 1,55 et 2,1 volts.

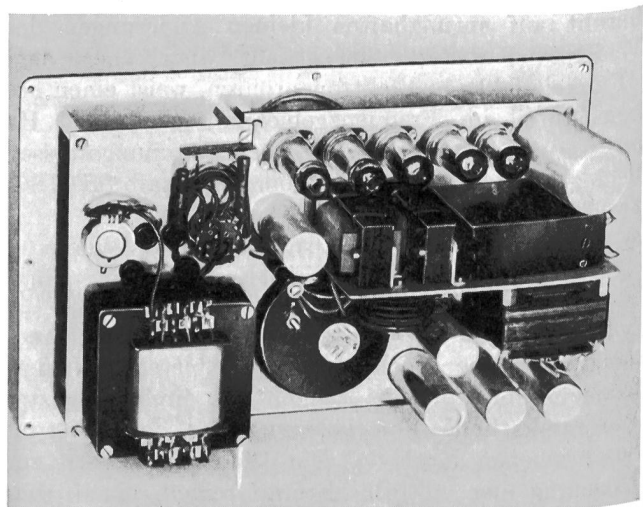


Fig. 3. Aufbau des Rauschgenerators. Rechts oben die Eingangsröhre  
Générateur de bruit ouvert. A droite, en haut, le tube d'entrée

einem Innenwiderstand von 600 Ohm, der an eine Impedanz von 600 Ohm 1 mW abgibt, erlaubt bei optimaler Belastung der niederohmigen Ausgänge die Erzeugung von etwa 0,8 W Rauschleistung. Dabei wird die Aussteuerungsgrenze des Verstärkers (3,5 W bei sinusförmiger Spannung) in etwa 0,5% der Zeit überschritten. Ein Drehspulinstrument mit Thermo-Umformer erlaubt die genaue Messung des Effektiv-

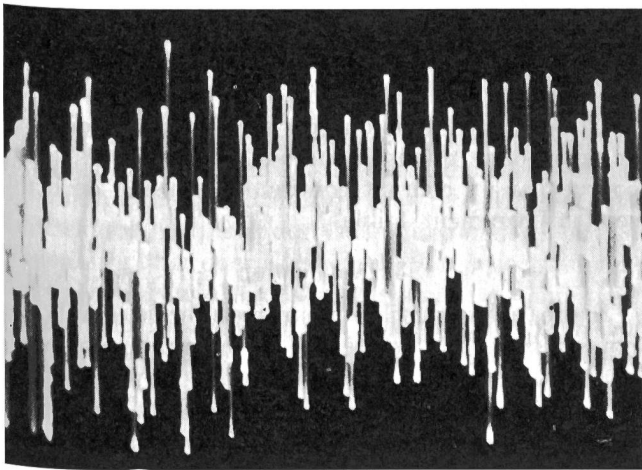


Fig. 4. Oszillogramm der Rauschspannung 30...15 000 Hz  
Oscillogramme de la tension de bruit de 30 à 15 000 Hz.

wertes. Der Verstärker ist so dimensioniert, dass eine Beschädigung des Instrumentes ausgeschlossen ist.

Das Spektrum der erzeugten Spannung ist innerhalb des Frequenzbereiches von 30...15 000 Hz auf besser als 2 db ausgeglichen. Brummkomponenten liegen mehr als 20 db unter der Ausgangsspannung.

Die totale Verstärkung beträgt, bei überbrückten Filteranschlüssen zwischen Rauschwiderstand und Anode der Endröhre, etwa  $10^7$ . Damit der Endverstärker bei der Verwendung von Filtern kleiner Bandbreite noch angesteuert werden kann, ist eine Erhöhung der Verstärkung auf etwa  $10^8$  möglich. Die Beherrschung einer so grossen Verstärkung innerhalb des kleinen Raumes — der eigentliche Verstärker hat eine Länge von nur 15 cm — erfordert eine gute Trennung der einzelnen Stufen. Beim Bau des Generators war eine statische Schirmung zwischen Vor- und Endverstärker ausreichend und einfach auszuführen\*).

Die Röhre EF40 eignet sich wegen ihrer guten Eigenschaften in bezug auf die Fremdspannungen vortrefflich als Eingangsröhre. Wechselstromheizung würde jedoch, trotz individueller Symmetrierung der Heizung, ausgesuchte Röhren voraussetzen, um die Brummspannung in annehmbaren Grenzen zu halten. Es wurde deshalb Gleichstromheizung gewählt, deren Siebung allerdings nicht hoch getrieben ist.

\*) Entwurf und Ausführung des konstruktiven Aufbaues stammen von F. Maurer von der Forschungs- und Versuchsanstalt der Generaldirektion PTT.

et une sortie ayant une résistance intérieure de 600 ohms. Cette dernière sortie fournit 1 mW, tandis que les trois autres engendrent un bruit d'une puissance de 0,8 W environ lorsque la charge est optimum. Dans ce cas, la limite d'excitation de l'amplificateur (3,5 W avec une tension sinusoïdale) est dépassée pendant 0,5% du temps environ. Un instrument à cadre mobile avec thermo-couple permet de mesurer exactement la valeur efficace. L'amplificateur est calculé de telle manière que toute détérioration de l'instrument est exclue.

Le spectre de la tension engendrée est équilibré de façon que les variations n'excèdent pas 2 db de 30 à 15 000 Hz. Les composantes de ronflement sont au moins 20 db au-dessous de la tension de sortie.

L'amplification totale, lorsque les filtres insérés entre la résistance engendrant le bruit et l'anode du tube terminal sont pontés, est de  $10^7$  environ. Pour que, lors de l'emploi de filtres à bande étroite, l'amplificateur terminal puisse encore être excité, on a la possibilité d'augmenter l'amplification à environ  $10^3$ . Le montage d'un amplificateur ayant un si grand gain dans un si petit espace — la longueur de l'amplificateur proprement dit n'est que de 15 cm — exige que les divers étages soient très bien séparés. Lors de la construction de l'appareil, il fut facile d'établir un blindage statique suffisant entre le préamplificateur et l'amplificateur terminal\*).

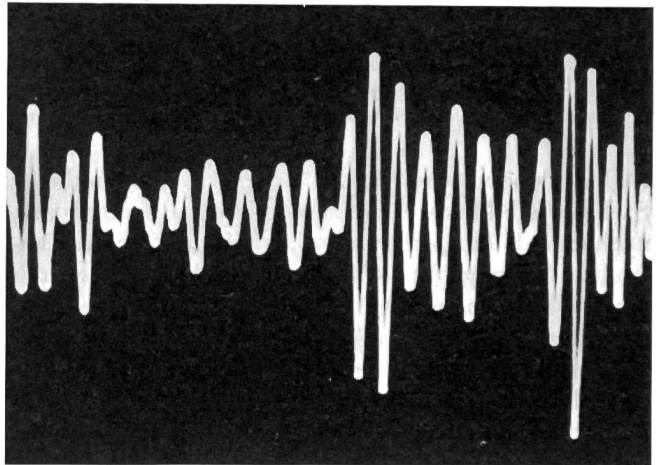


Fig. 5. Oszillogramm der durch ein Oktavsieb auf den Frequenzbereich 2400...4800 Hz begrenzten Rauschspannung  
Oscillogramme de la tension de bruit limitée à la gamme de fréquences de 2400 à 4800 Hz par un filtre à octave

Le tube EF 40 convient parfaitement comme tube d'entrée à cause de sa faible tension parasite. Toutefois, le chauffage par courant alternatif, malgré la symétrie individuelle du circuit de chauffage, exige l'emploi de tubes choisis pour que la tension de ronflement n'excède pas les limites tolérables. On a par conséquent adopté le chauffage par courant continu dont, il est vrai, le filtrage n'est pas parfait.

\* Cette construction a été projetée et exécutée par F. Maurer du laboratoire de recherches et d'essais de la direction générale des PTT.

Besondere Massnahmen erforderte die Vermeidung mechanischer und akustischer Rückkopplung des Ausgangsübertragers auf die Eingangsröhre. Das sehr stabil gelagerte System der Röhre EF40 hat im Gebiete von etwa 5,5 kHz ausgeprägte mechanische Resonanzstellen, die bei grosser Verstärkung zu Instabilität führen können. Abhilfe brachte die Montage der Röhre in einem massiven Aluminiumzylinder, der mit einer weichen Federung auf dem Chassis befestigt ist. Bei akustischen Messungen ist darauf zu achten, dass der Rauschgenerator nicht in einem Schallfeld von mehr als 90 phon eines von ihm erregten Lautsprechers steht.

Für den Anodenwiderstand der ersten Röhre ist ein ausgesucht gutes Fabrikat zu wählen, dessen Rauschspannung bei Gleichstrom-Vorbelastung genügend klein ist.

### 3. Anwendung

Das Gerät wird verwendet zur Messung des nicht-linearen Nebensprechens in Trägerfrequenzsystemen, für akustische Messungen und bei den subjektiven Messungen der Telephonometrie als Sprachersatz.

## Eine neuartige Kardexanlage für den Auskunftsdienst

Von Friedrich Rohrer und Werner Zbinden, Bern  
654.15.06

**Zusammenfassung.** Es wird eine motorgetriebene Kardexanlage für den Auskunftsdienst beschrieben, die es der Telephonistin gestattet, die gewünschten Auskünfte rascher und bequemer zu erteilen.

Der telephonische Auskunftsdienst bedarf an dieser Stelle wohl kaum einer besonderen Beschreibung, nachdem A. Langenberger anlässlich der 2. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik vom 4. September 1943 in Bern einlässlich sowohl über dessen Aufgabe als auch über die technischen Einrichtungen gesprochen hat. Seine interessanten Ausführungen wurden in den Technischen Mitteilungen wiedergegeben, so dass in diesem Zusammenhange der Kürze halber auf die fragliche Veröffentlichung hingewiesen werden darf.<sup>1)</sup>

Gewiss haben die seither an den telephonischen Auskunftsdienst gestellten Aufgaben zugenommen, wie dies die steigende Beanspruchung dieses Dienstes ohne weiteres mit sich bringt. Die an den Auskunftsdienst gestellten Anforderungen bleiben jedoch ihrer Art nach immer die gleichen, nicht aber die technischen Einrichtungen, denn die vermehrte Beanspruchung bedingt, immer wieder nach raumsparenden Einrichtungen und anderen Verbesserungen Umschau zu halten.

Der Gedanke einer neuen, zweckmässigen Anordnung der Auskunftskarteien oder Kardexanlagen,

Pour éviter la réaction mécanique et acoustique du translateur de sortie sur le tube d'entrée, il a fallu prendre des mesures spéciales. Dans la bande de 5,5 kHz environ, le système pourtant très stable du tube EF 40 a des points de résonance mécaniques saillants, qui, pour de fortes amplifications, peuvent provoquer une instabilité. Pour y parer, on a monté le tube dans un cylindre massif d'aluminium, fixé sur le châssis par une suspension à ressort douce. Pour les mesures acoustiques, il faut veiller à ce que le générateur de bruit ne se trouve pas dans un champ acoustique de plus de 90 phones engendré par un haut-parleur excité par le générateur.

La résistance anodique du premier tube doit être de très bonne qualité pour que, lorsqu'elle est parcourue par un courant continu, sa tension de bruit soit suffisamment faible.

### 3. Application

L'appareil est utilisé pour mesurer la diaphonie non linéaire des systèmes à courants porteurs, pour les mesures acoustiques et, à la place de la voix, pour les mesures subjectives de téléphonométrie.

## Une nouvelle installation Kardex pour le service des renseignements

Par Friedrich Rohrer et Werner Zbinden, Berne  
654.15.06

**Résumé.** L'article qui suit décrit une installation Kardex, actionnée par un moteur, qui permet à la téléphoniste de donner plus rapidement et plus commodément les renseignements désirés.

Il n'est pas nécessaire de donner ici des détails sur le service des renseignements, A. Langenberger ayant déjà, lors de la 2<sup>me</sup> journée de la technique des télécommunications, le 4 septembre 1943 à Berne, décrit de manière très complète les tâches de ce service et les installations dont il dispose. Son intéressant exposé a été reproduit dans le *Bulletin technique*, aussi y renvoyons-nous les lecteurs désireux d'en savoir davantage<sup>1)</sup>.

Les tâches imposées aux services téléphoniques des renseignements ne cessent d'augmenter. Elles sont cependant toujours de même nature. Toutefois, la mise à contribution plus forte de ces services exige des installations plus modernes et occupant moins de place.

L'atelier de la division des télégraphes et des téléphones a, en collaboration avec le bureau de construction, mis au point un dispositif permettant une disposition nouvelle et rationnelle des fichiers ou installations Kardex des services des renseignements. L'idée fondamentale était de remplacer le tourniquet portant les panneaux Kardex (fig. 1) par un ruban

<sup>1)</sup> Vgl. A. Langenberger. Der Auskunfts- und Auftragsdienst der PTT-Verwaltung. Techn. Mitt. PTT 1944, Nr. 1, S. 14...22.

<sup>1)</sup> Voir A. Langenberger. Le service des renseignements et des ordres de l'administration des PTT. Bulletin technique PTT 1944, n° 1, p. 14 à 22.