

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 10 (1932)

**Heft:** 4

**Artikel:** Vom Mikrophon zur Sendeantenne : die wichtigsten Übertragungsglieder = Du microphone à l'antenne : les principaux éléments de transmission

**Autor:** Metzler, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873606>

### **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:** 01.04.2025

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

bis drei Tagen) auf, gegen die es gegenwärtig keine andere Abhilfe gibt, als die Umleitung des Verkehrs auf die bestehenden Langwellenlinien, welche von diesen magnetischen Störungen kaum betroffen werden.

#### Ultrakurzwellen.

Als solche werden im Sinne der Beschlüsse der Haager Konferenz vom September 1929 (C. C. I. R.) die Wellen unter 10 m, also die Frequenzen über  $30 \times 10^6$  Hz bezeichnet; das andere Ende dieses Bandes ist nicht festgesetzt, obwohl die Frage von rechtlicher Bedeutung ist. Tatsächlich sind von Glagelowa Arkadiewa mit dem sogenannten „Massenstrahler“ gedämpfte Schwingungen von 0,082 mm Wellenlänge erzeugt worden, die also bereits im Gebiet der langen Wärmestrahlen liegen. In der normalen Dreipunktschaltung (Meissner) können mit Röhren Wellen von etwa 1 m und mit Spezialschaltungen (Barkhausen-Kurz, Bremsfeldschaltung)<sup>19)</sup>, die nicht nach dem Rückkopplungsprinzip arbeiten, Wellen von einigen cm Länge, dann aber nur mit geringer Energie erzeugt werden. Diese ausserordentlich hohen Frequenzen, welche in der Medizin und Biologie manchen Nutzen versprechen<sup>20)</sup>, sind für Verkehrszwecke gegenwärtig bedeutungslos. Mit Wellenlängen von 3 und 5 m sind von A. Esau und der Firma Lorenz, Berlin, Versuche durchgeführt worden, die erwarten lassen, dass in diesem Band guter und völlig störungsfreier Nahverkehr möglich sein wird — es gibt kein Fading und keine atmosphärischen Störungen<sup>21)</sup>; die Sendeleistung betrug einige Watt, der Empfänger arbeitete nach der Superregenerativschaltung.

Während viele Forscher, namentlich in Deutschland, der Ansicht sind, dass die Fortpflanzung konform der des Lichtes, also sozusagen nur „auf Sicht“ erfolge, zeigen die früher erwähnten Versuche in Amerika mit 3 m, dass auch ein Empfang über einige 1000 km möglich, wenn auch unsicher, ist<sup>22)</sup>. Jedenfalls ist dieses Wellengebiet gegenwärtig Gegenstand physikalischer Forschung, für die Technik der Nachrichtenübermittlung aber noch ohne wesentliche praktische Bedeutung.

<sup>19)</sup> Vgl. E. u. M. 48 (1930), S. 91, 134, 704.

<sup>20)</sup> Vgl. E. u. M. 48 (1930), S. 830.

<sup>21)</sup> Vgl. E. u. M. 45 (1927) Die Radiotechnik, S. 125.

<sup>22)</sup> Vgl. E. u. M. 46 (1928) Die Radiotechnik, S. 81; 48 (1930), S. 134.

par les brouillages atmosphériques<sup>21)</sup>. Pour ces essais, on a travaillé avec une puissance de quelques watts à l'émetteur et avec un récepteur à superréaction.

Bien que beaucoup de chercheurs, tout particulièrement en Allemagne, soient d'avis que la propagation de ces ondes ne se fait qu'en ligne droite, c'est-à-dire entre deux points en vue, les expériences faites précédemment en Amérique sur des ondes de 3 m, montrent qu'il est tout de même possible de correspondre à des distances de plusieurs 1000 km. Il faut cependant reconnaître que ces liaisons ne présentent pas toujours la sécurité voulue<sup>22)</sup>.

En tout état de cause, les ondes ultra-courtes sont aujourd'hui l'objet de recherches scientifiques très intenses, mais ne présentent encore aucun intérêt pratique.

<sup>21)</sup> Voir: E. u. M. 45 (1927) Die Radiotechnik, p. 125.

<sup>22)</sup> Voir: E. u. M. 46 (1928) Die Radiotechnik, p. 81, 48 (1930), p. 134.

#### Literaturauszug. — Bibliographie.

H. Lassen: „Ueber die Ionisation der Atmosphäre und ihren Einfluss auf die Ausbreitung der kurzen elektrischen Wellen der drahtlosen Telegraphie“. Jahrb. drahtl. Tel. 28 (1926), S. 109 ff.

Dr. A. Sacklowsky: „Die Ausbreitung der elektrischen Wellen“. Bd. II der Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik, Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.

Pedersen: „Wireless echoes of long delay“. Proceedings of the Institute of Radio Engineers. Bd. 17, Oktober 1929.

C. Störmer: „Sur un écho d'ondes électromagnétiques courtes arrivant plusieurs secondes après le signal émis et son explication d'après la théorie des aurores boréales“. L'Onde Electrique, décembre 1928.

O. Böhm: „Mehrfachwege und Dopplereffekt bei der Ausbreitung der kurzen Wellen“. Telefunken-Ztg. 10 (1929), H. 53, S. 6.

O. Böhm: „Die Bündelung der Energie kurzer Wellen“. Telefunken-Ztg. 10 (1929), H. 52, S. 26.

R. Mesny: „Emissions dirigées par rideaux d'antennes“. L'Onde Electrique 6 (1927), S. 181.

J. C. Schelleng: „Some problems in short wave telephone transmissions“. Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Bd. 18, Juni 1930.

Ralph Bown: „Transoceanic Telephone service: Short Wave Transmissions“. Bell Syst. Techn. J. IX.

Earle M. Terry: „The dependance of Frequency of Quartz piezoelectric Oscillators upon Circuit constants“. Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Bd. 16, November 1928.

H. Chireix: „Transmission en ondes courtes“. L'Onde Electrique, juin 1926.

W. Runge: „Ein Kurzwellenempfänger für transoceanischen Schreibetrieb“. Telefunken-Ztg. 10 (1929), H. 52, S. 43.

## Vom Mikrophon zur Sendeantenne.

Von E. Metzler, Bern.

### Die wichtigsten Uebertragungsglieder.

Zur Beurteilung der Uebertragungseigenschaften einer Rundspruchanlage ist es notwendig, die Eigenschaften aller an der Uebertragung beteiligten Glieder vom Mikrophon bis zur Sendeantenne zu kennen. Die Uebertragungsgüte ist im wesentlichen begrenzt durch die Eigenschaften des vom Standpunkt der Uebertragung aus schlechtesten Gliedes der Kette. Dieser Satz ist, wie wir bemerken, nicht streng richtig, da es möglich ist, die verzerrenden

## Du microphone à l'antenne.

### Les principaux éléments de transmission.

Par E. Metzler, Berne.

Pour juger des qualités d'une installation radio-émettrice, il faut connaître les particularités de chacun des éléments qui sont employés entre le microphone et l'antenne. La valeur d'une transmission dépend en grande partie de la qualité de l'élément qui, compris dans cette chaîne, est le moins bon sous le rapport de la reproduction des sons. Cette remarque n'est toutefois pas intangible, car il est possible de compenser jusqu'à un certain point la distorsion causée par certains

Wirkungen der Uebertragungselemente unter sich und durch Zusatzglieder bis zu einem gewissen Grade aufzuheben, das System zu entzerren. Er ist streng richtig, wenn es sich um die Begrenzung des zu übertragenden Frequenzbandes handelt, da Frequenzen, die ein bestimmtes Glied der Uebertragungskette nicht passieren können, für die weitere Uebertragung verloren sind. Als Uebertragungsgüte eines Systems bezeichnen wir ganz allgemein dessen Eigenschaft, das Klangbild der Sprache oder Musik unverändert zu übertragen, so dass, ein idealer Empfangsapparat vorausgesetzt, eine naturgetreue Wiedergabe zustande kommt.

Die Uebertragung von Tongebilden irgendwelcher Art auf elektrischem Wege setzt selbstverständlich voraus, dass deren physikalische Eigenschaften bekannt seien, wenn man sich nicht mit einer mittelmässigen bis schlechten Wiedergabe begnügen will. Als Helmholtz seine heute noch grundlegende Theorie der Vokale aufstellte, war das Gebiet der Konsonanten noch gänzlich unerforscht. In der Tat haben dann aber die Probleme der gewöhnlichen Drahttelefonie schon geraume Zeit vor der Entwicklung des Rundspruchs zu zahlreichen Untersuchungen über die Zusammensetzung und die Eigenschaften von Tongebilden aller Art Anlass gegeben. Wir kennen daher heute ziemlich genau die Mindestforderungen, die an ein Uebertragungssystem, das diesem oder jenem Zweck dient, gestellt werden müssen (verständliche Uebertragung von Sprache, gute Uebertragung von Musik, natürliche Wiedergabe von Geräuschen etc.).

In diesem Zusammenhang können wir die Arbeiten von Stumpf, Müller, Wagner erwähnen, die, z. T. schon vor dem Krieg begonnen, vieles zur Erforschung und Erfassung der mit dem Uebertragungsproblem zusammenhängenden akustischen und elektrischen Fragen beigetragen haben.

Die Einteilung der Tongebilde, die in ihrer Gesamtheit so überaus mannigfaltig sind, kann nach verschiedenen Gesichtspunkten geschehen. Vom Standpunkt der menschlichen Wahrnehmung aus lässt sich z. B. ganz allgemein aber auch unverbindlich zwischen angenehm empfundenen und neutralen oder gar Unbehagen erregenden Klanggebilden unterscheiden (z. B. Sprache, Musik einerseits, Geräusche andererseits). Diese Einteilung ist keine absolute, da ein und dieselbe Wahrnehmung stark verschiedene Empfindungen auslösen kann (vgl. z. B. den Ausspruch: *music is a well organised noise*).

Die graphische Darstellung von akustischen Schwingungen, die vom Ohr als Geräusch empfunden werden, ist viel weniger einfach als die Darstellung von Klängen. In diesem Fall kehrt die Form der Schwingung periodisch wieder, in jenem findet keine solche Wiederholung statt; die Form der Schwingungen ändert sich fortwährend. Dabei ist nicht gesagt, dass jede periodische Schwingung einem musikalischen Ton entsprechen muss. Gesprochene Vokale z. B. sind keine musikalischen Klänge und haben doch periodische Schwingungsform.

Wenn wir uns auf die Betrachtung von musikalischen Tongebilden und Sprachlauten beschränken, so genügen einige wenige Gesichtspunkte,

éléments, en insérant des dispositifs de compensation spéciaux, c'est-à-dire en introduisant une distorsion artificielle, opposée à la distorsion naturelle. Elle est par contre rigoureuse lorsqu'il s'agit de limiter une bande de fréquence à transmettre, car les fréquences qui n'arrivent pas à franchir un élément quelconque de la chaîne ne pourront plus être reconstituées par la suite. La valeur d'une installation est caractérisée par la façon dont elle reproduit le timbre de la voix et de la musique sans le dénaturer, de telle sorte qu'en disposant d'une installation réceptrice idéale, on devrait obtenir des auditions tout à fait naturelles.

Si l'on veut transmettre avec quelques chances de succès des sons de n'importe quelle nature par la voie électrique, il faut connaître leurs particularités physiques. Lorsque Helmholtz établit sa théorie des voyelles, qui fait encore loi aujourd'hui, le domaine des consonnes était encore tout à fait inexploré. Nous rappellerons que, longtemps avant que la radiotéléphonie ait pris un si fort développement, les problèmes posés à la téléphonie avaient déjà donné lieu à de laborieuses recherches au sujet des particularités des sons de toutes nuances. Nous connaissons donc assez exactement les exigences minima à imposer à un système de transmission donné pour que la voix ne soit pas dénaturée, que la musique soit pure et que chaque bruit soit reproduit d'une façon naturelle, etc.

Dans cet ordre d'idées, nous pouvons signaler les travaux de Stumpf, Müller et Wagner qui, en partie, avaient été entrepris avant la guerre et qui ont beaucoup contribué à éclaircir les problèmes acoustiques et électriques se rattachant aux transmissions téléphoniques.

Les sons qui, dans leur ensemble, présentent tant de particularités, peuvent être classés suivant différents points de vue. Du point de vue de la sensation, on peut par exemple, d'une façon générale mais non absolue, les classer en sons agréables, indifférents et désagréables (citons: la voix et la musique d'une part et les bruits d'autre part). Cette manière de grouper les sons n'a rien d'absolu, car un même son n'impressionne pas tous les individus d'une façon uniforme. L'Anglais dit d'ailleurs non sans raison: „*music is a well organised noise*“.

La représentation graphique des oscillations acoustiques que l'oreille perçoit sous forme de bruit est beaucoup moins simple que la représentation de sons musicaux. Ici, la forme de l'oscillation se répète périodiquement, tandis que là, il ne se produit aucune répétition et la forme de l'oscillation varie constamment. Malgré cela, il n'est pas dit que chaque oscillation périodique corresponde à un son musical, car les voyelles parlées, par exemple, ne sont pas des sons musicaux, bien qu'elles aient la forme d'oscillations périodiques.

Si nous nous bornons à ne considérer que les sons musicaux et vocaux, il suffit de tenir compte de quelques points:

- 1° la note
- 2° le timbre
- 3° l'intensité
- 4° la durée.

1. Die Tonhöhe.
2. Die Klangfarbe.
3. Die Lautstärke.
4. Die zeitliche Dauer.

Zum besseren Verständnis des Einflusses, den die verschiedenen Uebertragungselemente auf ein übermitteltes Tongemisch haben, möge nachstehend einiges über diese vier Characteristica gesagt sein. Wir betonen, dass die akustische Forschung sich mit dieser etwas oberflächlichen Einteilung nicht zufrieden geben kann; für unsere Zwecke ist sie aber ausreichend.

Massgebend für die Tonhöhe ist die Anzahl der Wiederholungen derselben Schwingungsform in der Zeiteinheit. Die Form der Schwingung hat auf die Tonhöhe unmittelbar keinen Einfluss. Der akustische Tonbereich umfasst das Gebiet von ungefähr 16—30,000 Schwingungen in der Sekunde. Dies sind allerdings die weitesten Grenzen, in denen ein menschliches Ohr überhaupt noch die Empfindung eines Schalles haben kann. Schwingungen in der Nähe der unteren Grenze werden eigentlich schon mehr dynamisch empfunden, d. h. wir sind imstande, die einzelnen Drücke auf das Trommelfell zu unterscheiden. Ein gutes Bild von solchen langsamen Schwingungen bietet sich uns mitunter auf unsern Bahnhöfen, wo etwa der aufsteigende Rauch einer Lokomotive im elektrischen Feld der Oberleitung Helligkeitsschwankungen im Takte der  $16\frac{2}{3}$  Perioden zeigt.

Pour mieux comprendre l'influence que les différents éléments sont susceptibles d'exercer sur un ensemble de sons, nous dirons quelques mots sur les quatre caractéristiques que nous venons d'énumérer. Nous tenons toutefois à relever que la science ne s'accommoderait pas d'une répartition aussi superficielle, qui suffit cependant aux besoins de notre cause.

La note dépend du nombre de fois qu'une oscillation se produit dans l'unité de temps. La forme de l'oscillation n'a aucune influence directe sur la note. La bande des fréquences acoustiques va de 16 à 30,000 périodes par seconde. Ces chiffres représentent les limites extrêmes dans lesquelles l'oreille humaine peut percevoir un bruit. Les oscillations près de la limite inférieure sont plutôt perçues sous la forme dynamique, c'est-à-dire que nous sommes à même de percevoir les différentes pressions exercées sur le tympan. Un exemple assez frappant de ces oscillations à basse fréquence nous est fourni dans nos gares par la fumée des locomotives, qui oscille à la fréquence de  $16\frac{2}{3}$  périodes lorsqu'elle se dégage dans le voisinage de la ligne d'énergie.

La limite supérieure de 30,000 périodes n'est atteinte que par les enfants. De bonne heure déjà, la limite d'audibilité commence à baisser, et il est assez rare de rencontrer des personnes d'un certain âge qui perçoivent les oscillations de 10,000 périodes. Chez la plupart des individus, la limite varie

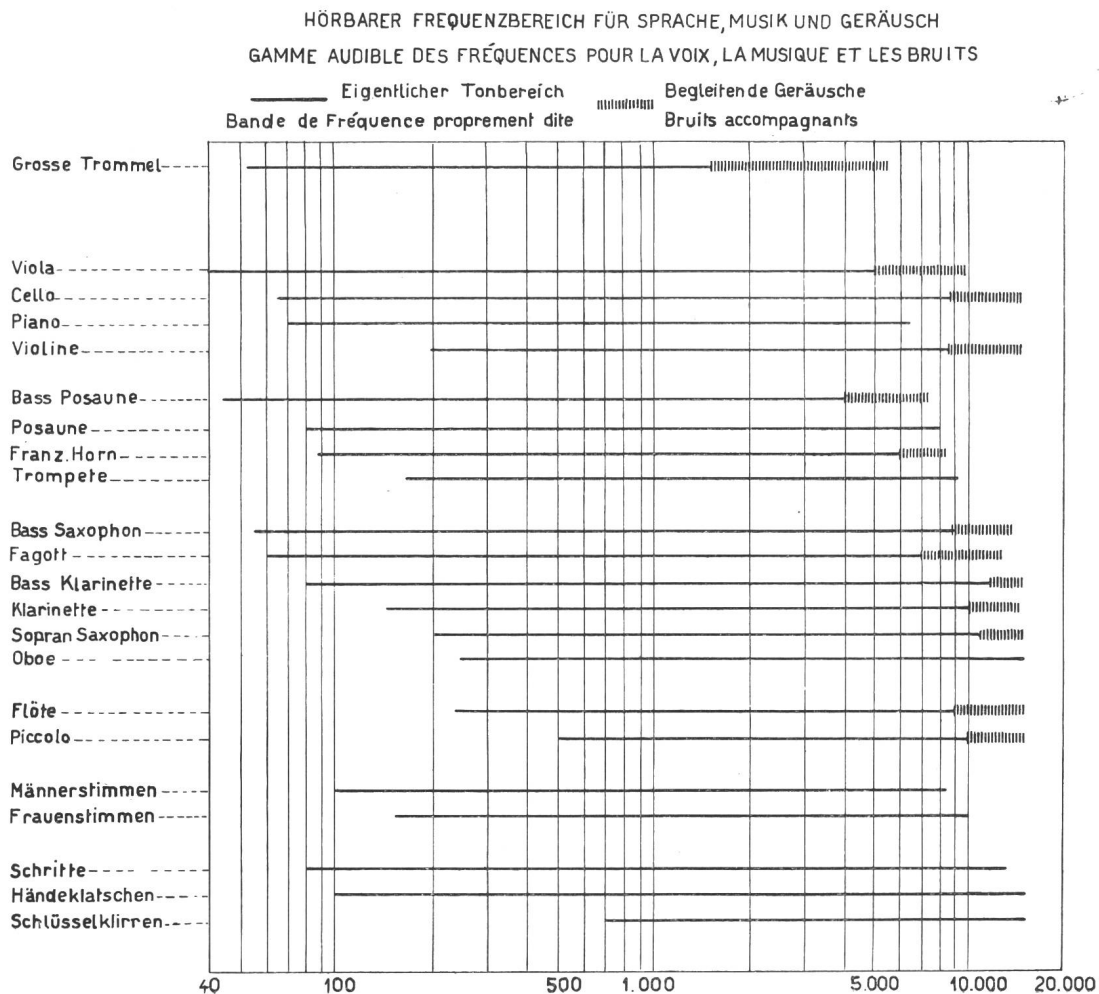


Fig. 1.

Die obere Hörgrenze von 30.000 Schwingungen wird nur von Kindern erreicht. Schon sehr früh beginnt sich der Hörbereich von oben abzubauen und Hörgrenzen, die im mittleren Alter noch bis 10.000 reichen, sind nicht sehr häufig. Meistens beginnt die Schwierigkeit schon um 5000—6000 Schwingungen pro Sekunde.<sup>1)</sup> Wenn wir den Frequenzbereich eines Musikinstrumentes betrachten, so müssen wir uns, wie das im nächsten Abschnitt noch gezeigt wird, klar sein, dass es sich nicht in erster Linie um das Frequenzband handelt, das durch die erzeugbaren Grundtöne belegt wird, sondern um die bei relativ wenig hohen Tönen auftretenden hohen Begleitfrequenzen, die Ober- und Kombinationstöne, welche den weiten Frequenzbereich eines einfachen Instrumentes mitbestimmen. Fig. 1 zeigt die Frequenzbereiche einiger wichtiger Instrumente und der normalen menschlichen Durchschnittsstimme.<sup>2)</sup>

Die Klangfarbe hängt ab von der Form der Schwingung. Der einfachste reinste Ton, wie er z. B. auf der Flöte erzeugt wird, besitzt fast reine Sinusform und unterscheidet sich damit vom selben Ton der Violine, welcher wohl die gleiche Periodizität, nicht aber dieselbe Form der Schwingung ergibt. Solche nicht sinusförmige Schwingungen können ganz allgemein dargestellt werden als Uebereinanderlagerung einer grossen Anzahl reiner Sinusschwingungen. In der Tat lassen sich synthetisch durch Zusammenwirken ganz unabhängiger reiner Sinusschwingungen im Ohr Wahrnehmungen erzeugen, die einer einzigen entsprechend zusammengesetzten Schwingung gleichkommen (Miller und Stumpf).

Die Tonanalyse, bei der eine beliebige Schwingungsform in ihre Komponenten zerlegt wird, gestattet wertvolle Schlüsse auf die Wichtigkeit dieser Teiltöne in bezug auf das Zustandekommen der richtigen Klangfarbe. Die einfachsten Hilfsmittel in dieser Beziehung bilden die erstmals durch K. W. Wagner<sup>3)</sup>, fast zu gleicher Zeit auch von Campbell<sup>4)</sup> beschriebenen Drossel- und Kondensator Ketten. Während die Drosselkette die Eigenschaft besitzt, nur Frequenzen unterhalb ihrer Eigenfrequenz durchzulassen, verschluckt die Kondensatorkette alle Frequenzen unterhalb dieser Eigenfrequenz. Wir besitzen damit ein ideales Mittel, durch solche Ketten den Tonbereich einer nicht sinusförmigen Schwingung einzuengen und die daraus entstehende Veränderung der Klangfarbe zu studieren.

Die Drosselkette stellt, wie wir kurz erwähnen möchten, das Ersatzschema der elektrischen Leitung dar (siehe auch „Technische Mitteilungen“ vom 1. IV. 31, Seite 59 bis 61). Führen wir z. B. den Ton einer Geige über eine Drosselkette einem Lautsprecher zu, so können wir feststellen, wie sehr sich die Klangfarbe mit dem Heranrücken der Grenzfrequenz an den Grundton immer mehr vom Geigenton entfernt und zuletzt in den einfachen Ton der Flöte übergeht. Wenn man umgekehrt die Drossel-

entre 5000 et 6000 périodes par seconde<sup>1)</sup>. Lorsque nous considérons la bande de fréquence d'un instrument de musique, nous devons, comme nous le verrons d'ailleurs au prochain chapitre, relever que, en première ligne, il ne s'agit pas de la bande de fréquence couverte par les sons fondamentaux produits par l'instrument, mais plutôt des fréquences élevées qui accompagnent les sons relativement bas. Ces fréquences, qui constituent les sons supérieurs et les sons combinés, caractérisent la bande de fréquence d'un instrument simple. La fig. 1 montre les bandes de fréquence des principaux instruments ainsi que celle de la voix humaine moyenne<sup>2)</sup>.

Le timbre dépend de la forme des oscillations. Le son le plus simple, comme celui que produit une flûte, a une forme sinusoïdale presque parfaite et se différencie par là du même son produit par le violon, qui a la même fréquence mais non la même forme d'oscillations. Ces oscillations non sinusoïdales peuvent être considérées comme le résultat de la superposition d'un grand nombre d'oscillations sinusoïdales. Il est en effet possible, en composant synthétiquement plusieurs oscillations indépendantes, de produire sur l'oreille la même sensation qu'une oscillation non sinusoïdale donnée (Miller & Stumpf).

L'analyse des sons, qui consiste à décomposer en ses éléments une oscillation quelconque, permet de tirer des conclusions très intéressantes sur l'influence des sons partiels sur le timbre. Les moyens les plus simples pour atteindre ce but sont les filtres à bobines d'induction et à capacité, décrits tout d'abord par K. W. Wagner<sup>3)</sup> et aussi, à peu près en même temps, par Campbell<sup>4)</sup>. Ces filtres passe-bas ont la particularité de ne laisser passer que les fréquences au-dessous de leur fréquence propre, alors que les filtres passe-haut absorbent toutes les fréquences au-dessous de cette fréquence propre. Nous disposons donc d'un moyen idéal qui nous permet, en utilisant des filtres appropriés, de localiser une oscillation non sinusoïdale pour étudier les modifications du timbre.

Les filtres passe-bas constituent, comme nous voudrions le rappeler brièvement, la ligne électrique apparente (voir également le Bulletin technique du 1<sup>er</sup> IV 31, pages 59 à 61). Si, par exemple, nous conduisons le son d'un violon à un haut-parleur en le faisant d'abord passer par un filtre passe-bas, nous pourrions constater combien le timbre se modifie à mesure que la fréquence limite se rapproche du son fondamental; le son caractéristique du violon disparaît pour se rapprocher de plus en plus du son de la flûte. Si, au contraire, nous remplaçons le filtre passe-bas par un filtre passe-haut, qui arrête le son fondamental du violon, il ne restera que les harmoniques, qui impressionneront notre oreille à la façon d'une musique surnaturelle. L'effet produit par le resserrement de la bande de fréquences est encore plus facile à expliquer si l'on se rapporte aux voyelles au lieu de se baser sur l'exemple de la musique.

<sup>1)</sup> Vgl. The Frequency sensitivity of normal ears, H. Fletcher & R. L. Wegel.

<sup>2)</sup> Long Distance Cable Cct. for program transmission A. B. Clark and C. W. Green, Bell Syst. techn. Journal, Vol. IX. 3.

<sup>3)</sup> K. W. Wagner, Archiv für Elektrotechnik, Bd. 3, 1915.

<sup>4)</sup> G. A. Campbell, Bell Syst. Techn. Journal, Vol. I, 1922.

<sup>1)</sup> Voir: „The Frequency sensitivity of normal ears, H. Fletcher & R. L. Wegel.“

<sup>2)</sup> Voir: „Long Distance Cable Cct. for program transmission A. B. Clark and C. W. Green, Bell Syst. techn. Journal, Vol. IX. 3.“

<sup>3)</sup> Voir: K. Wagner, Archiv für Elektrotechnik, Bd. 3, 1915.

<sup>4)</sup> Voir: G. P. Campbell, Bell Syst. Techn. Journal, vol. 1, 1932.

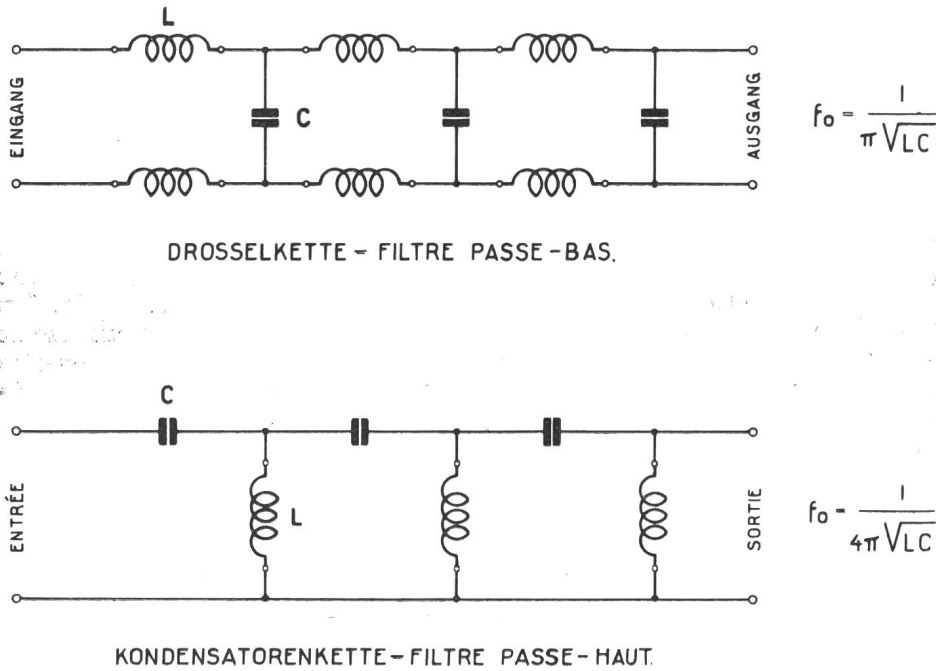


Fig. 2.

kette durch eine Kondensatorkette ersetzt, die den Grundton der Geige unterdrückt, so bleiben allein die Oberschwingungen übrig, die nun wie Sphärenmusik in unserem Ohr tönen.

Besser als am musikalischen Beispiel lässt sich die Wirkung der Frequenzbandeingengung an Sprachlauten beschreiben. Hier ist es vielleicht am Platze, den Leser mit einigen Begriffen bekannt zu machen, die in der gewöhnlichen Telephonie zur Charakterisierung der Uebertragungsqualität dienen.<sup>5)</sup> So unterscheidet man zwischen Laut-, Silben-, Wort-, Satz- und Sinnverständlichkeit, wobei die Verständlichkeit jeweils definiert ist als prozentual richtig erhaltene Anzahl Laute, Silben, Worte oder Sätze im Verhältnis zu deren total übermittelten Zahl. Sinnverständlichkeit ist definiert als prozentual richtig übermittelte Hauptwörter (mots essentiels).

Wenn nun in der Tat ein modernes Rundspruchsystem, wie wir es nach Fertigstellung der Kabelverbindungen, Verstärkerämter-Studio und Lokalsender sowie der Studioverstärkereinrichtungen in der Schweiz besitzen werden, weitaus mehr leistet als in diesen Begriffen enthalten ist, so liessen sich doch damit, dieses sei hier vorweggenommen, sehr gut die Qualitäten der zum grossen Teil noch sehr mittelmässigen Empfangsapparate umschreiben. Von diesen soll später noch die Rede sein. Dass wirklich die Notwendigkeit besteht, die Verständlichkeit für Laute, Silben, Worte usw. getrennt zu untersuchen, ersehen wir aus den vergleichenden Kurven der Fig. 3. Sie zeigen die Abhängigkeit der Laut-, resp. Wortverständlichkeit von der Breite des übertragenen Frequenzbandes, und zwar einmal für den Abbau der Frequenzen von oben mittels Drosselkette und dann entsprechend für den Abbau der unteren Frequenzen mit verschiedenen Kondensatorketten. Die Kurven I und II (Wortverständlichkeit) stammen aus: K. S. Johnson, Telephone transmission circuits,

Il ne sera peut-être pas superflu d'initier le lecteur à certains termes employés en téléphonie ordinaire pour caractériser la qualité d'une transmission<sup>5)</sup>. On fait une différence entre l'intelligibilité des voyelles, des syllabes, des mots, des phrases et du sens, en remarquant que cette intelligibilité est définie en pour-cent des voyelles, syllabes, mots ou phrases correctement reçus. Quant à l'intelligibilité du sens, elle est définie en pour-cent des mots essentiels correctement transmis.

Si une installation émettrice, telle que celles dont nous disposerons après la mise en service des câbles, des stations amplificatrices, des studios, des postes locaux et des amplificateurs de studios, fournit réellement un rendement supérieur à nos hypothèses, elle nous permettra d'étudier la qualité des appareils récepteurs, dont la plupart sont de valeur tout à fait moyenne. Ce point sera d'ailleurs traité plus loin. Les courbes ci-dessous nous montrent la nécessité d'étudier séparément l'intelligibilité des voyelles, des syllabes, des mots, etc. Elles nous font voir combien l'intelligibilité des voyelles ou des mots dépend de la largeur de la bande de fréquence transmise; l'une se rapporte à la suppression des fréquences hautes à l'aide de bobines d'induction et l'autre à la suppression des fréquences basses à l'aide de combinaisons de capacités. Les courbes I et II (intelligibilité des mots) ont été établies par M. K. S. Johnson, Telephone transmission circuits. Les courbes I' et II' (intelligibilité des voyelles) ont été empruntées à l'article: Effects of phase distortion, de John Steinberg, Bell System Techn. Journal, Vol. IX.

Alors qu'en supprimant toutes les fréquences supérieures à 1000 périodes par seconde, l'intelligibilité des mots baisse à 40% (courbe II), l'intelligibilité des voyelles reste encore à environ 65%. La suppression des fréquences au-dessous de 1000 nous donne respectivement les chiffres de 85 et 95% pour l'in-

<sup>5)</sup> Documents du C. C. I., livre vert, 1928.

<sup>5)</sup> Documents du C. C. I., livre vert, 1928.

die Kurven I' und II' (Lautverständlichkeit) sind dem Aufsatz: Effects of Phase distortion, von John Steinberg, Bell Syst. Techn. Journal, Vol. IX, 3 entnommen.

Während die Unterdrückung aller Frequenzen oberhalb 1000 Schwingungen eine Wortverständlichkeit von nur 40% ergibt (Kurve II), ist die Lautverständlichkeit erst auf zirka 65% gesunken. Das Weglassen aller Frequenzen unterhalb 1000 ergibt entsprechend 85% und 95% für die Wort- resp. Lautverständlichkeit. Die Kurven geben, das sei ausdrücklich bemerkt, nur Durchschnittswerte, da die subjektive Fähigkeit, Fehlendes unbewusst zu ersetzen, bei solchen Untersuchungen eine Rolle spielt.<sup>6)</sup>

Die direkte Auswirkung des Abbaues der Töne mittels Drosselkette (also von oben her) auf einzelne Vokale und Konsonanten ersehen wir aus nachstehender Tabelle, die einem Aufsatz: Der Frequenzbereich von Sprache und Musik, von K. W. Wagner<sup>7)</sup> entnommen ist.

**Veränderung der Sprache beim Abbau der Töne von oben her.**

Obere Ton-grenze Hertz	Verständlichkeit	Einzelnes
4780	sehr gut	S stark abgestumpft; Chp etwas stumpfer und dunkler.
3670	„	E, I etwas verdunkelt, S sehr unscharf, F abgestumpft.
3180	gut	E beginnt nach Ö, I nach Ü überzugehen, S, F, Ch sehr unscharf.
2870	„	E, I noch dunkler, etwas heiser und blasend; S und F nicht sicher unterscheidbar, Chp wie stumpfes S.
2550	fast gut	I in Üu, E in Ö verwandelt, Ä etwas verdunkelt. Zischlaute nicht, M, N, Ng nicht sicher unterscheidbar.
2230	leidlich	Umbildung der hellen Vokale I, E, Ä weiter fortgeschritten; nur Ö noch klar. Sch abgestumpft; M, N, Ng undeutlich.
1910	Verschleiert, scharfes Auf-merken er-forderlich	I = U, E = Oö; Ü = Uü; Ä = AOä; Ö = Öo; S, F, Ch nur ein Hau-chen (Blasen); Sch, Chg stumpf, T, P kaum unterscheidbar; L, M, N, Ng nicht unterscheidbar.
1590	schlecht, stark nebelhaft	Umbildung der einzelnen Laute weiter fortgeschritten.
1430	sehr schlecht, vielfach un-verständlich	I = U, E = O, Ü = U; Ä = AO, Ö = Oö; K fast wie T, R dunkel, gurrend; übrige Konsonanten in kaum zu unterscheidende Ge-räusche umgewandelt.

Die erste Spalte gibt uns die höchste noch übertragene Frequenz, dann folgen allgemeine Bemerkungen über die Verständlichkeit, und zuletzt finden sich noch Angaben über die beobachteten Veränderungen einzelner Vokale und Konsonanten.

Die Folgerungen aus diesen Versuchen haben zur Aufstellung von Normen für die Frequenzbandbreite verschiedener Uebertragungen geführt. Interessant für uns sind die im Bericht der Vollsitzung des

telligibilität des mots et des voyelles. Ces courbes, il faut le relever, ne donnent que des valeurs approxi-matives, étant donné que la tendance à reconstituer automatiquement ce qui manque, joue chez l'homme un certain rôle.<sup>6)</sup>

L'effet direct qu'exerce sur certaines voyelles et consonnes la suppression des sons à l'aide de filtres passe-bas, donc depuis le haut, nous est donné par le tableau ci-après, qui a été tiré de l'article: „Der Frequenzbereich von Sprache und Musik“, de K. W. Wagner<sup>7)</sup>.

**Altération de la parole par la suppression des sons depuis le haut.**

Limite sup. en cycles	Intelligibilité	Observations
4780	très bonne	S très émuoussé.
3670	très bonne	E et I quelque peu voilés, S très indistinct, F émuoussé.
3180	bonne	E commence à se transformer en „eu“ et I en u; S, F très in-distincts.
2870	bonne	E et I encore plus émuoussés, quelque peu enroués et soufflés; S et F confondus.
2550	à peu près bonne	I transformé en „ou“, E en „eu“, Ai et E quelque peu voilés. Les sons sifflants n'arrivent plus. M et N sont presque confondus.
2230	défectueuse	Altération des voyelles I, E et É encore plus accentuée. „Eu“ reste seul inaltéré. Ch émuoussé, M et N indistincts.
1910	Voilée audition difficile	I = ou, E = oeu, U = ou et u, Ai et É = aoé, „Eu“ = euo, S et F ne sont plus qu'un souffle, Ch émuoussé, T et P se confondent presque, L, M, N totalement.
1590	Mauvaise toute voilée	Altération des voyelles encore plus prononcée.
1430	très mauvaise, souvent incompréhensible	I = ou, E = o, U = ou, Ai et É = ao „Eu“ = oeu, K presque t, R voilé et roucoulant. Les autres consonnes apparaissent comme des bruits incohérents.

La première colonne nous donne la plus haute fré-quence qui est encore transmise; viennent ensuite les observations d'ordre général relatives à l'intelligi-bilité et enfin des renseignements touchant les modi-fications de certaines voyelles et consonnes. Les résultats de ces essais ont permis de fixer des normes pour la bande de fréquence des différentes caté-gories de transmission. Aussi, les directives établies par le C. C. I. dans sa séance plénière de 1929 pré-sentent-elles pour nous un grand intérêt. Leur teneur est la suivante:

Pour obtenir une transmission parfaite de la parole et de la musique, il faut pouvoir transmettre sans distorsion tous les courants des fréquences com-prises entre 30 et 10,000 cycles. A ce point de vue, la transmission des fréquences très basses entre 30 et 100 cycles est plus importante que celle des fré-quences élevées. L'élargissement de la fréquence au-delà de 10,000 cycles ne présente aucun intérêt pratique.

<sup>6)</sup> Hiezu siehe auch Electrical communication, Vol. 8, Nr. 3, calculation of the articulation of a telephone cct. from the ccts. constants.

<sup>7)</sup> ETZ 1924, Heft 19.

<sup>6)</sup> Voir également: Electrical communication, vol. 8, n° 3, calculation of the articulation of a telephone cct. from the ccts. constants.

<sup>7)</sup> E. T. Z. 1924, n° 19.

C. C. I. 1929 gemachten Feststellungen, worin es heisst:

Eine ideale Wiedergabe der Sprache und Musik erfordert eine verzerrungsfreie Uebertragung der Ströme über den vollständigen Frequenzbereich zwischen 30 und 10,000 Hz. Die Uebertragung sehr tiefer Frequenzen (30—100 Hz) ist von diesem Standpunkt aus wichtiger als die Uebertragung der höhern Frequenzen. Die Ausdehnung des Frequenzbandes über 10,000 Hz hinaus bietet keine besonderen Vorteile.

Die Uebertragung eines Frequenzbandes von 100 bis 5000 Hz ist genügend für eine gute Wiedergabe von Musik und Vortragsreden. Die Uebertragung des Bandes 200—3000 Hz genügt zur Wiedergabe von gewöhnlicher Sprache.

Unsere Kurven geben z. B. für diesen letzten Fall eine Wortverständlichkeit von  $0,86 \times 0,98 = 84\%$ . Fügen wir noch bei, dass man sich in der gewöhnlichen Drahttelefonie erfahrungsgemäss mit noch etwas engeren Grenzen begnügen kann. Als Mindestbandbreite betrachtet man 2500 Hz zwischen den Grenzen 250—2750 Hz.

Von ebenso grosser Wichtigkeit wie die Bestimmung der notwendigen Frequenzbandbreite ist die Festlegung des zu einer guten Uebertragung erforderlichen Bereiches der Lautstärken.

Da hier ähnlich wie bei der Wahrnehmung hoher Frequenzen die überaus grossen Verschiedenheiten in der Empfindlichkeit menschlicher Ohren sich bemerkbar machen müssen, gehen die Meinungen über die wirksamen Grenzen der Lautstärkerfassung weit auseinander. Immerhin besitzen wir Mittel, um die Lautstärke, eine Sinneswahrnehmung selbst,<sup>8)</sup> wie auch die ihr entsprechende physikalische Grösse der erzeugten Druckänderungen absolut zu messen.<sup>9)</sup> Die Einheit, in der diese Druckänderungen gemessen werden, ist das Bar (vgl. Barometer-Luftdruckmesser), welches definiert ist als der Druck von 1 Dyn. auf 1 cm<sup>2</sup> in senkrechter Richtung (1 Dyn.  $\approx$  1 mg).

Viele Versuche sind schon gemacht worden zur Aufstellung einer Schalleinheit. Wir erwähnen hier den Vorschlag Barkhausens,<sup>10)</sup> dessen Schalleinheit „Wien“ den Drucken proportional ist und zu den gebräuchlichen musikalischen Stärkeabstufungen in folgender Beziehung steht:

Wien	4	16	64	250	1000
musikalisch. Stärkegrad	pp	p	mf	f	ff

Ein weiteres Mass für Lautstärken, das sich auf der Reizschwellenintensität aufbaut und heute vielfach verwendet wird, ist das „Phon“.

Ein besonders empfindliches Ohr ist imstande, Lautstärkeunterschiede über einen Bereich von über 100 db (decibel) wahrzunehmen, das entspricht einem Lautstärkenverhältnis von 1 : 10<sup>10</sup>.

Schon zur Wahrnehmbarmachung eines Lautstärkebereiches von 60 db (Lautstärkenverhältnis 1 : 10<sup>6</sup>) werden an die Geräuschfreiheit eines Raumes Anforderungen gestellt, die namentlich in Bevölke-

On a reconnu qu'une bande de 100 à 5000 cycles était suffisante pour transmettre convenablement de la musique ou des discours et qu'une bande de 200 à 3000 cycles suffisait pour des conversations ordinaires.

Nos courbes donnent, par exemple, pour cette dernière bande une intelligibilité des mots de  $0,86 \times 0,98 = 84\%$ .

Remarquons aussi qu'en téléphonie ordinaire, on peut même se contenter d'une bande de fréquence encore plus étroite. On admet comme bande minimum une bande de 2500 cycles, comprise entre les fréquences limites de 200 et 2750 cycles.

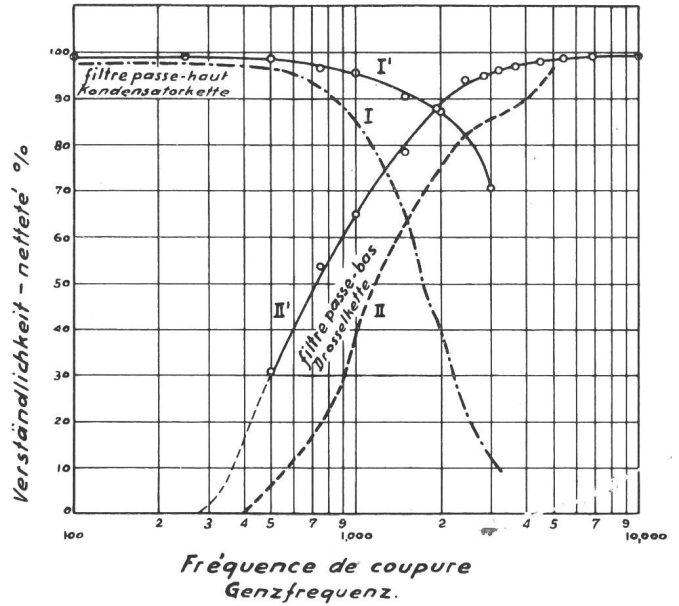


Fig. 3.

L'amplitude nécessaire à une bonne transmission joue un rôle tout aussi important que la largeur de la bande de fréquence. Etant donné que la sensibilité de l'organe auditif varie d'un individu à l'autre, les avis sont très partagés au sujet des limites de la perception des sons. Toutefois, nous disposons de moyens qui nous permettent d'évaluer l'intensité d'un son perçu et cela<sup>8)</sup> en unités physiques absolues, mesurant les variations de pression agissant sur l'organe auditif<sup>9)</sup>. L'unité employée pour ces mesures est le Bar („Baromètre“!), qui correspond à la pression exercée par une force d'une dyne agissant perpendiculairement sur une surface de 1 cm<sup>2</sup> (1 dyne  $\approx$  1 mg).

De nombreux essais ont déjà été faits en vue de fixer une unité pour la mesure des sons. Nous relevons le projet de Barkhausen<sup>10)</sup> dont l'unité, le „Wien“, est proportionnelle aux pressions exercées et se trouve dans le rapport suivant avec les nuances usitées en musique:

Wien	....	4	16	64	250	1000
Nuance	...	pp	p	mf	f	ff

Une autre unité passablement employée de nos jours est le „Phone“. Cette unité a pour base

<sup>8)</sup> Barkhausens Geräuschmesser.  
<sup>9)</sup> Vgl. Fletcher, Physical Characteristics of Speech and Music. Bell Syst. techn. journal, vol. X. Siemens Schalldruckmesser.  
<sup>10)</sup> Zeitschrift f. techn. Physik VII, 1926.

<sup>8)</sup> Barkhausens Geräuschmesser.  
<sup>9)</sup> V. Fletcher, Physical characteristics of Speech and Music Bell syst. Techn. Journal, vol. X. Siemens Schalldruckmesser.  
<sup>10)</sup> Zeitschrift für techn. Physik VII, 1926.



rungszentren, ausser in den schalldichten Rundspruchstudios, schwer erfüllbar sind. Allgemein betrachtet man ein Verhältnis von 1 : 10,000 (40 db) als noch gut realisierbar. Für Rundspruchzwecke wurde schon vorgeschlagen, den Volumenbereich auf 30 db (1 : 1000) zu beschränken, um einerseits die leisen Töne nicht im allgemeinen Liniengeräusch untergehen zu lassen und andererseits, um nichtlineare Verzerrungen durch zu grosse Amplituden zu vermeiden (Vorschlag der U. I. R. an das C. C. I., Prag 1931). Der 30 db-Bereich ist übrigens in den Vereinigten Staaten schon standard. Auf diese Fragen werden wir bei der Besprechung der Uebertragungselemente noch zurückkommen.

Das vierte Kriterium, „zeitliche Dauer“ einer Schwingung, ist unmittelbar nicht von Bedeutung für die nachfolgende Besprechung der Uebertragungselemente. Es ist mehr eine rein akustische Angelegenheit, soll aber der Vollständigkeit halber hier erwähnt sein.

Jedermann ist es klar, dass zwischen der Tonerzeugung auf einem Klavier, einer Mandoline, einer Glocke usw. einerseits und dem Streichen eines Geigenbogens über die Saiten oder dem Blasen eines Blech- oder Holzinstrumentes andererseits der prinzipielle Unterschied darin besteht, dass im einen Fall ein kurzdauerndes Anschlagen oder Anspannen und Loslassen den Ton erzeugt, während im andern Fall die Tonerzeugung sich über die ganze zeitliche Dauer des Tones erstreckt. In beiden Fällen handelt es sich um erregte Eigenschwingungen eines Systems, das einmal stark gedämpft ist und sehr rasch abklingt, im andern Fall schwach gedämpft ist und bei kurzdauernder Energiezufuhr eine länger andauernde Schwingung ausführt, d. h. verhältnismässig lange nachklingt.

Nachdem wir so die akustischen Grundlagen, die den Ausgang zum Entwurf eines elektrischen Uebertragungssystem bilden müssen, in Kürze betrachtet haben, sollen nun im nachstehenden die Uebertragungsglieder sowohl im einzelnen als auch in ihrer das System bildenden Gesamtheit eine kritische Würdigung erfahren.

Ueber den charakteristischen Aufbau einer Rundspruchanlage gibt Fig. 4 Aufschluss.

Dabei ist der Einfachheit halber ein einziges Verstärkeramt angenommen, während in Wirklichkeit deren mehrere an einer Uebertragung beteiligt sind.

Im Aufnahmerraum (Studio) können bereits stark verzerrende Nachhall- oder Echowirkungen auftreten, wenn die Wände, anstatt den Schall zum grössten Teil zu verschlucken, ihn zurückwerfen. Diese Echos werden vom Mikrophon aufgenommen und bilden nun, da sie gegenüber den direkt aufgenommenen Schallwellen mit einer gewissen Zeitverzögerung ankommen, mit diesen ein nachhallendes Wellengewirr, das um so komplizierter wird, je mehr reflektierende Flächen (Seitenwände, Decken) zu seiner Entstehung beitragen.

Da nun aber eine ganz nachhallfreie Aufnahme an Natürlichkeit einbüsst, sucht man auf verschiedene Arten, sei es im Studio selbst oder in einem eigens hergerichteten „Echoraum“, diesen Mangel durch Hervorbringen genau dosierter und zeitlich regulierter Echos zu beseitigen.

le son le plus faible que peut encore percevoir une oreille humaine. Le nombre de phones obtenus est exprimé par le log du rapport entre l'intensité du son à mesurer (en Bar) et la base exprimée en unités du même ordre.

Une oreille sensible est capable de percevoir des sons dont l'intensité varie de 100 décibels, ce qui correspond à des variations d'intensité de 1 : 10<sup>10</sup>.

Mais pour réaliser l'audibilité sur une plage de 60 décibels (rapport d'intensité 1 : 10<sup>6</sup>), il faut avoir des locaux dont le niveau des bruits soit extrêmement bas, ce qui est difficile à réaliser dans les grandes villes, sauf si l'on dispose de studios étanches. En règle générale, on considère qu'un rapport de 1 : 10,000 (40 décibels) est assez facile à obtenir. Pour la radiodiffusion, on a déjà proposé de réduire ce rapport à 30 décibels (1 : 1000) pour la plage de volume, ceci, d'une part, pour ne pas laisser disparaître les sons faibles dans les frites de la ligne et, d'autre part, pour éviter la distorsion non linéaire due à de trop fortes amplitudes (propositions de l'U. I. R. au C. C. I. à Prague en 1931). La plage de 30 décibels est d'ailleurs considérée déjà maintenant comme standard aux Etats-Unis d'Amérique. Nous reviendrons également sur ce sujet lorsque nous parlerons des éléments de transmission.

Le 4<sup>e</sup> critère, la durée d'une oscillation, n'a pas d'influence directe sur l'exposé relatif aux éléments de transmission que nous allons étudier. Elle constitue plutôt une question purement acoustique. Toutefois, pour plus de clarté, nous la signalons ici déjà.

Chacun de nous connaît la différence essentielle qui existe entre la production d'un son sur un piano, une mandoline, une cloche, etc., d'une part, et la production d'un son sur un violon, un instrument à vent en bois ou en métal, d'autre part. Cette différence réside dans le fait que, dans le premier cas, les sons sont produits en frappant ou en lâchant brusquement une corde, tandis que, dans le second, la cause qui produit le son agit pendant toute sa durée.

Dans les deux cas, il s'agit de systèmes oscillants que l'on a préalablement excités. L'un est fortement amorti et sa résonance cesse rapidement, tandis que l'autre n'est que peu amorti et effectue, grâce à un court apport d'énergie, des oscillations de longue durée, c'est-à-dire qu'il résonne encore longtemps.

Après avoir passé rapidement en revue les lois acoustiques qui doivent servir de base à l'établissement d'un projet pour un système de transmission électrique, nous voulons étudier ci-après les différents éléments tant en particulier que dans leur ensemble.

La fig. 4 renseigne sur les caractéristiques d'une installation de radiodiffusion.

Pour plus de clarté, on n'y a fait figurer qu'un seul poste de répéteurs, alors qu'en réalité plusieurs sont en fonction.

Il ne faut pas oublier que, au studio déjà, il peut se produire des résonances et des échos capables de produire de la déformation lorsque les parois renvoient les sons au lieu de les absorber. Ces échos sont captés par le micro et, comme ils y arrivent avec un certain

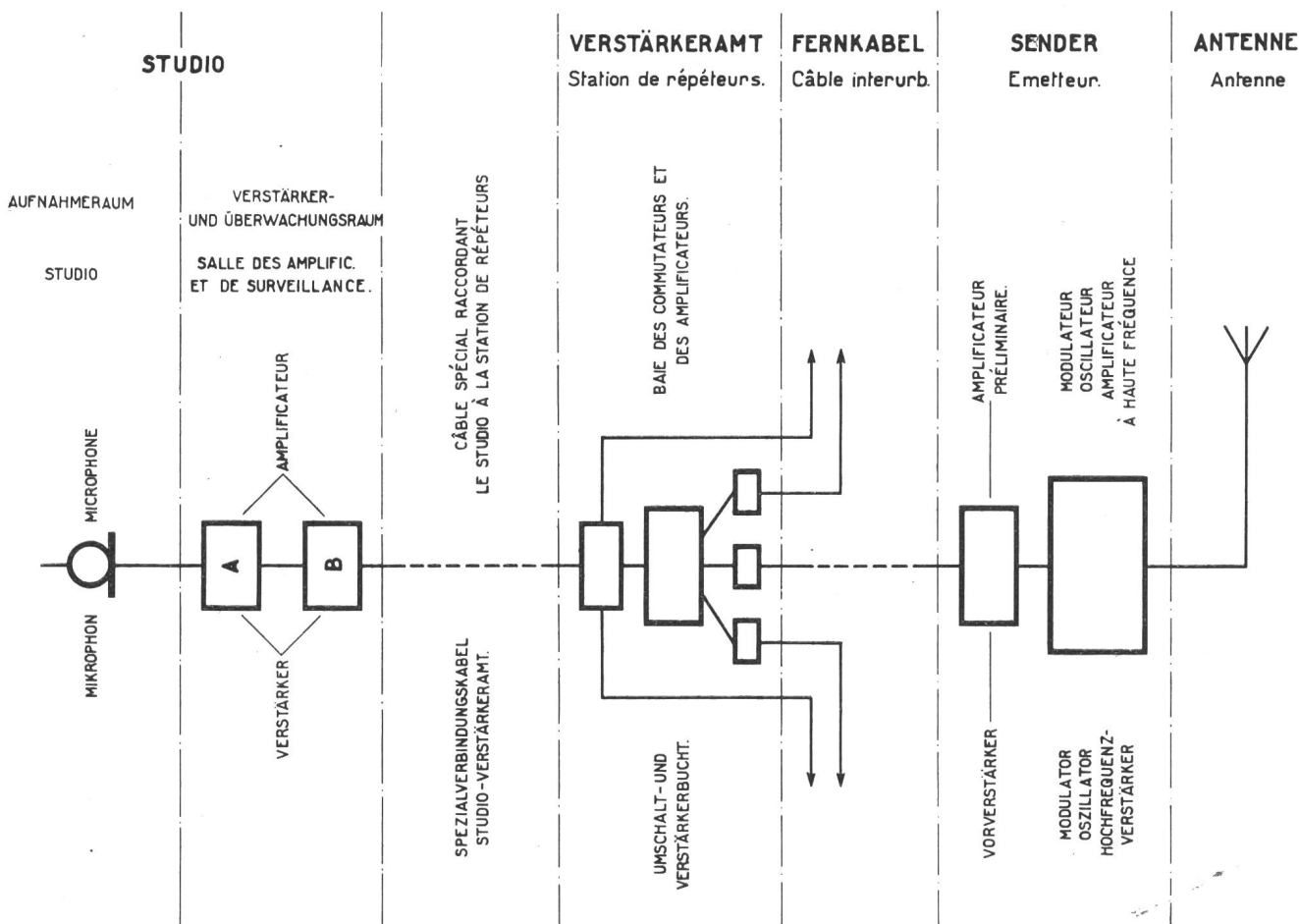


Fig. 4.

Alle diese Nachhallfragen bereiten dem Entwerfer neuer Studioanlagen nicht geringe Schwierigkeiten.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier alle heutzutage verwendeten Mikrofonarten vergleichend besprechen. Wir begnügen uns deshalb damit, etwas auf die in unserem schweizerischen Rundspruch verwendeten Typen einzutreten.

Vereinzelt noch im Gebrauch, obwohl bereits veraltet (1925), sind die sogenannten Magnetophone (Round Sykes), bei denen eine sehr feine, aus Aluminiumdraht gewickelte Flachspule im Felde eines starken Magneten unter dem Einfluss der auftretenden Schallwellen schwingt und so induziert wird.

Von den modernen Typen wurden zum Gebrauch mit den neuen Verstärkereinrichtungen das Kondensator- und das Reiß-Mikrofon gewählt.

Das Kondensatormikrofon besteht im wesentlichen aus einem dünnen Duraluminium-Diaphragma, welches in einem Abstand von nur 0,025 mm von einer festen Metallplatte eingespannt ist und mit dieser einen Kondensator von zirka 342  $\mu\text{F}$  Kapazität bildet. Der Raum zwischen den beiden Flächen ist luftleer. Zum Ausgleich der äusseren Luftdruckschwankungen dient auf der Rückseite der Metallplatte ein Kompensations-Diaphragma, welches durch Löcher in der Metallplatte mit dem Raum zwischen dieser und dem Aufnahmediaphragma in Verbindung ist. Mit dieser Vorrichtung werden Luftdruckschwankungen bis 80 mm Hg automatisch kompensiert.

décilage par rapport aux sons captés directement, ils forment avec ces derniers un mélange d'ondes, qui sera d'autant plus compliqué que le nombre des surfaces réfléchissantes sera plus élevé.

Etant donné que la suppression complète des échos fait perdre leur naturel aux sons, on cherche à y remédier, soit au studio, soit dans la chambre à échos, en produisant des échos artificiels que l'on peut doser à volonté.

Ces questions d'échos occasionnent de sérieuses difficultés à celui qui est chargé d'étudier la mise au point d'un nouveau studio.

Comme il n'est pas possible de passer en revue tous les types de microphones utilisés à l'heure actuelle, nous nous bornerons à examiner ceux qui sont employés dans le service de radiodiffusion suisse.

On trouve encore quelques modèles isolés du type déjà un peu suranné du „Magnétophone“ (Round Sykes), qui comporte une bobine plate enroulée d'un fil d'aluminium très fin. Elle peut osciller dans un champ magnétique intense sous l'influence des ondes acoustiques.

Comme type moderne pour les nouveaux studios, nous avons choisi les microphones électrostatiques ainsi que les microphones Reiß.

Le microphone électrostatique se compose entre autres d'un diaphragme en aluminium, qui est tendu

Das Kondensatormikrofon ist ausschliesslich zum Gebrauch in den Studios selbst bestimmt und übertrifft das Reißmikrofon mit Bezug auf Geräuschfreiheit ganz wesentlich.

Das Reißmikrofon (siehe Abbildung 8) hat dem Kondensatortyp gegenüber den Vorteil der geringen Batterieerfordernisse, was namentlich für Aussenübertragungen von Bedeutung ist. Sein Aufbau ist überaus einfach. Ein schwerer Marmorblock enthält in einer Vertiefung feine Kohlekörner; darüber ist ein Seiden- oder Glimmerdiaphragma gespannt, welches die Schalldruckschwankungen auf diese Körner überträgt und so den Gesamtwiderstand (im Mittel zirka 200  $\Omega$ ) ändert.

Die elektrische Energie, die uns die Mikrophone aus der Umwandlung der Schallenergie abgeben, ist nun allerdings viel zu klein, als dass sie direkt zur Weiterleitung verwendet werden könnte; sie beträgt für das Reiß-Mikrofon ungefähr  $5 \times 10^{-7}$  MW, für das Kondensatormikrofon ist der Ausgangspegel rund 70 db unter 1 Volt pro Bar. Die notwendige Erhöhung des Pegels erfolgt nun in 2 im Bereich 35—10,000 Hz befindlichen linearen Verstärkern, dem A- und B-Verstärker. Das Kondensatormikrofon ist mit seinem zugehörigen A-Ver-

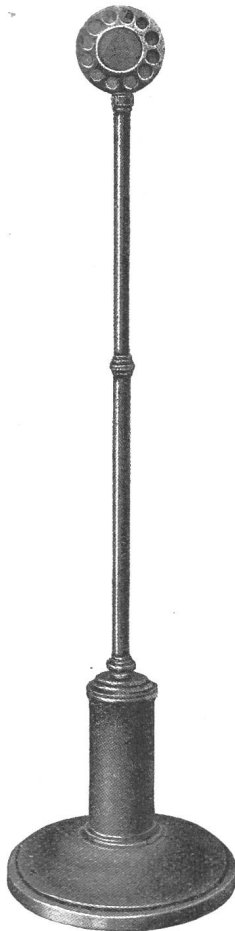


Fig. 6. Kondensatormikrofon, Ständertyp.

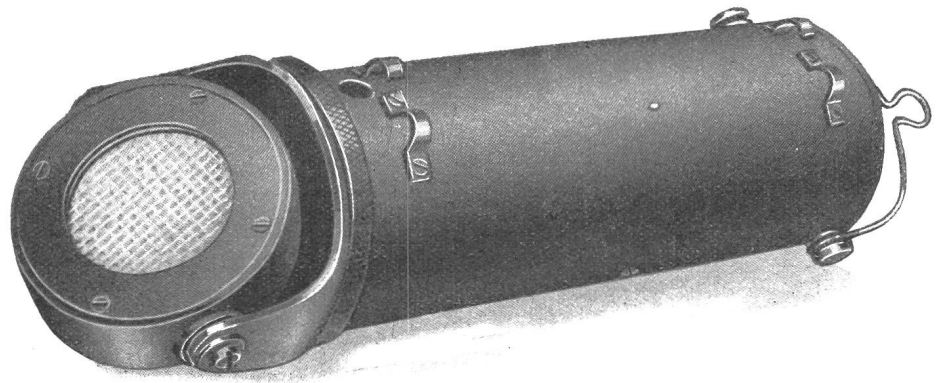


Fig. 5. Kondensatormikrofon, Hängentyp.

à la distance de 0,025 mm d'une plaque métallique fixe et forme avec celle-ci un condensateur de 342  $\mu\text{F}$  de capacité environ. L'espace compris entre les deux surfaces est vide d'air. Pour compenser les variations de pression extérieure, on a placé à la partie postérieure de la plaque métallique un diaphragme de compensation qui, par l'intermédiaire de trous percés dans la plaque, communique avec l'espace entre la plaque et le diaphragme réel.

Grâce à cette disposition, il est possible de compenser automatiquement des variations de pression pouvant aller jusqu'à 80 mm Hg. Le microphone électrostatique est exclusivement destiné aux studios; il est encore plus silencieux que le microphone Reiß en ce qui concerne la production de bruits perturbateurs.

Le microphone Reiß (voir la fig. 8) a, par rapport au microphone électrostatique, l'avantage d'exiger des batteries plus faibles, ce qui a une certaine importance pour les émissions prises hors du studio. Sa construction est des plus simples. Une plaque de marbre assez lourde porte une excavation où sont logées de fines granules de charbon, recouvertes par un diaphragme de soie ou de mica, qui transmet les variations de pression aux granules et fait ainsi varier la résistance totale dans les limites de 20 à 200 ohms.

L'énergie électrique fournie par le microphone du fait de la transformation de l'énergie acoustique, est toutefois trop faible pour être transmise telle quelle sur la ligne. Elle atteint environ  $5 \times 10^{-7}$  mW pour le microphone Reiß. Le microphone électrostatique donne un niveau de sortie d'environ 70 db au-dessous du niveau correspondant à une f. e. m. de 1 volt par Bar.

On l'élève au niveau voulu en la faisant passer par deux amplificateurs linéaires sur une plage de 35 à 10,000 cycles; ce sont les amplificateurs A et B. Le microphone électrostatique forme une unité complète avec son amplificateur, tandis que le microphone Reiß est séparé de ses deux amplificateurs, qui sont montés sur une baie.

Alors que l'amplificateur A a un coefficient d'amplification fixe qui ne peut être modifié durant les émissions, l'amplificateur B est équipé de deux potentiomètres spéciaux qui permettent de régler à volonté le niveau de sortie. La puissance maximum

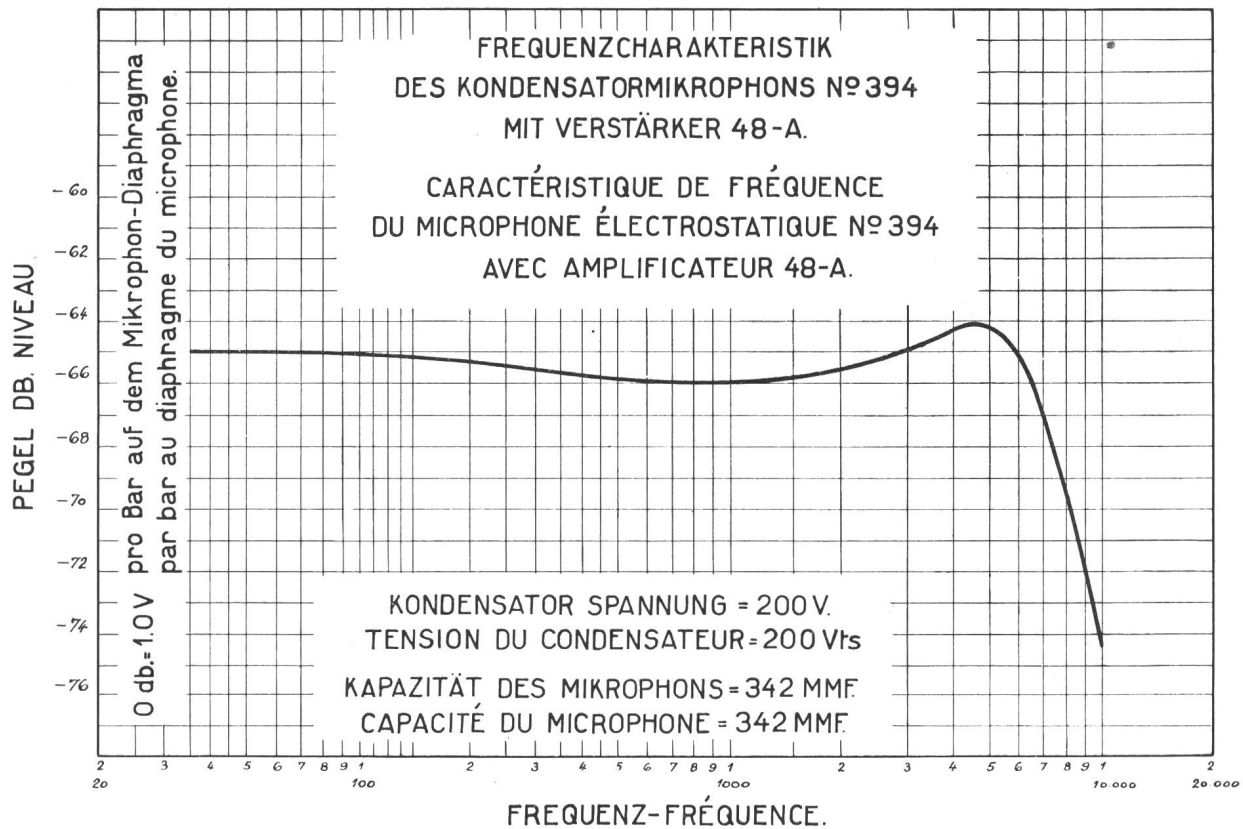


Fig. 7.

stärker zu einer Einheit zusammengebaut; die den Reißmikrophonen zugeordneten A-Verstärker sind getrennt von diesen auf einer Bucht montiert.

Während der A-Verstärker einen festen, im Betrieb nicht geänderten Verstärkungsgrad besitzt, ermöglichen zwei in den Gitterkreisen des B-Verstärkers besonders durchgebildete Potentiometer die ständige notwendige Regulierung des Ausgangspegels. Die grösste Leistung, die der B-Verstärker unverzerrt abgeben kann, ist 190 MW (Anodenspannung der letzten Stufe angenommen zu 350 Volt).

Nachdem wir früher festgestellt haben, wie gross die Schwankungen der Lautstärke während einer einzigen Uebertragung sein können, wie andererseits aber eine gute Uebertragung sich in viel engeren Grenzen abspielen muss, um Verzerrungen und Beeinträchtigung durch Liniengeräusche zu verhüten, begreifen wir, wie verantwortungsvoll die Aufgabe des Studiotechnikers ist, der für den notwendigen Ausgleich zu sorgen hat. Es steht ihm zu diesem Zwecke ein Modulationsmessinstrument zur Verfügung, das in jedem Moment die Ablesung der Modulationstiefe gestattet und das er während einer Uebertragung nicht aus den Augen lassen darf. Seine auf den Angaben, genauer eigentlich auf den Ausschlagstendenzen des Instrumentes und der Lautsprecherkontrolle begründete Reguliertätigkeit besteht nun im wesentlichen darin, auszugleichen, d. h. besonders schwache Partien mehr zu verstärken, andere abzuschwächen. Selbstverständlich leidet darunter das ursprüngliche Verhältnis von stärksten und schwächsten Partien. Wollte man das der Wirklichkeit entsprechende Verhältnis der kleinsten

que peut transmettre sans distorsion l'amplificateur B est de 190 mW, avec une tension anodique maximum de 350 volts au dernier étage.

Après avoir constaté, d'une part, combien grandes sont les variations d'intensité au cours d'une même transmission et, d'autre part, combien restreinte est la marge dans laquelle peut s'effectuer une bonne émission exempte de distorsion et de parasites de lignes, nous pouvons comprendre l'importance du travail incombant au technicien du studio qui doit veiller à la constance du niveau. Il dispose à cet effet d'un instrument qu'il doit observer en permanence et qui lui permet à chaque instant de lire la profondeur de la modulation. Son travail consiste à régler le niveau sur la base des lectures de l'instrument et sur l'audition du haut-parleur, c'est-à-dire à renforcer l'amplification dans les parties faibles et à la réduire dans les parties fortes. Ceci a naturellement pour effet de modifier le rapport entre les parties faibles et les parties fortes. Si l'on voulait conserver inaltérées, jusqu'à l'antenne, toutes les nuances, la capacité

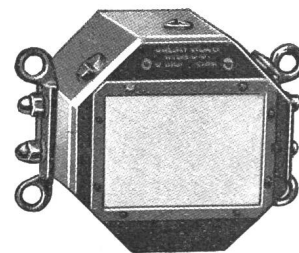


Fig. 8. Reiß-Mikrophon.

und grössten Lautstärken bis zur Sendeantenne beibehalten, so müsste die Kapazität von Verstärker, Linien und Sender über das Tausendfache hinaus gesteigert werden.

Unsere Studioeinrichtungen sind so bemessen, dass während einer Fortissimo-Stelle 59 Milliwatt effektive unverzerrte Leistung vom B-Verstärker an die Linie abgegeben werden können. Diese Leistung ist am Modulationsmess-Instrument durch einen Strich gekennzeichnet; die grössten Ausschläge dürfen diesen Strich nicht überschreiten. Der kleinste noch zulässige Ausschlag des Modulationszeigers ist so bestimmt, dass der angenommene 30 db-Bereich nicht überschritten wird; er entspricht einer Ausgangsleistung von zirka  $5,9 \cdot 10^{-2}$  MW.

Von besonderer Wichtigkeit zur Vermeidung von störenden Induktionen ist eine gute elektrische Abschirmung aller Modulationsleitungen im Studio. Besonders gefährdet sind die Mikrophonleitungen wegen ihres niederen Pegels. Schlechte Erfahrungen in dieser Hinsicht wurden im alten Studio Basel gemacht, wo nur zirka 10 m den Aufnahmeaum von einer Fahrleitung der S. B. B. trennten.

Um den Uebersprechpegel zu senken, wurden auch sämtliche Studios mit Ausnahme des zürcherischen über besondere geschirmte, unbelastete Spezialkabel an die betreffenden Verstärkerämter angeschlossen.

Haben bis zum Ausgang des B-Verstärkers sämtliche Glieder in dem Bereich, der uns interessiert, eine fast frequenzunabhängige Charakteristik, so trifft das für das Kabelnetz nicht mehr zu. Hier macht sich eine starke Frequenzabhängigkeit derart bemerkbar, dass für unbelastete Kabel eine nach unten rascher ab-, nach oben stetig zunehmende Dämpfung besteht, während belastete, pupinisierte Kabel oberhalb der Grenzfrequenz überhaupt nichts durchlassen. Die Gleichung für die Grenzfrequenz lautet:

$$f_0 = \frac{1}{\pi s \sqrt{(L + L_0) C}}$$

wobei  $s$  den Spulenabstand,  $L_0$  die Spuleninduktivität pro km und  $L$  und  $C$  die Kabelinduktivität resp. Kapazität pro km bedeuten (vgl. die Grenzfrequenzformel für die Drosselkette, Seite 166).

(Fortsetzung folgt.)

des amplificateurs, des lignes et des émetteurs devrait être augmentée de 1000 fois sa valeur.

Nos installations de studios sont agencées de façon que l'amplificateur B soit à même de transmettre sans distorsion, à la ligne, une puissance effective de 59 milliwatts. Cette puissance est marquée par un trait sur l'instrument de mesure de la modulation. Les plus grandes déviations ne doivent pas dépasser ce trait. La plus faible déviation tolérée est calculée de manière que la plage de 30 décibels ne soit pas dépassée. Elle correspond à une puissance de sortie de  $5,9 \cdot 10^{-2}$  mW.

Pour éviter des perturbations dues à l'induction, il est de toute importance de blinder toutes les lignes de modulation du studio. Les plus exposées sont les lignes du microphone, à cause de leur niveau bas. On a fait des expériences déplorables à ce sujet à l'ancien studio de Bâle, qui ne se trouvait qu'à environ 10 mètres d'une ligne d'énergie des C. F. F.

Pour faire baisser le niveau de la diaphonie, presque tous les studios ont été reliés à la station amplificatrice par des câbles spéciaux blindés sans charge.

Si, jusqu'à la sortie de l'amplificateur B, tous les éléments peuvent avoir une caractéristique indépendante de la fréquence, il n'en est plus de même du réseau des câbles. Ici, l'influence de la fréquence se fait sentir de telle façon que, pour des câbles non chargés, on trouve un amortissement diminuant rapidement vers le bas et un amortissement augmentant graduellement vers le haut, alors que pour les câbles chargés rien ne passe au-dessus de la fréquence limite. La formule pour la fréquence limite est:

$$f_0 = \frac{1}{\pi s \sqrt{(L + L_0) C}}$$

où  $s$  représente la distance des bobines,  $L_0$  l'inductance des bobines par km et  $L$  et  $C$  l'inductance et la capacité du câble par km (voir la formule pour la fréquence limite pour les filtres passe-bas, page 166).

(A suivre.)

## La conduite d'un central téléphonique.

Durant la période de 1910 à 1925 à peu près, l'Administration des Téléphones comprenait parmi son personnel une phalange de techniciens, dont le travail principal était d'administrer, d'exploiter et de conduire leur central. Ils avaient leur tâche à cœur et y trouvaient leur plaisir, car l'exploitation téléphonique, avec ses innombrables problèmes, correspondait à leurs aptitudes, leurs facultés intellectuelles, leur ambition. Ils avaient même commencé, modestement, à s'orienter mutuellement, par circulaire, sur les améliorations qu'ils avaient introduites dans leur central propre; cette collection de circulaires (un seul exemplaire circulait de l'un à l'autre)

est aujourd'hui encore intéressante à consulter, car on y retrouve l'origine de nombreux dispositifs, modifiés peut-être, mais dans leur principe encore en usage actuellement.

Où en est cette phalange aujourd'hui? Les années ont passé. Quelques-uns parmi ces techniciens ont quitté l'Administration, d'autres ont passé dans un autre dicastère, mais la majorité est montée en grade, récompense équitable de leur travail. Ces derniers, certes, s'occupent encore d'exploitation, puisque plusieurs sont même chefs de ce service. Mais depuis que le téléphone a pris un développement accéléré, soit depuis 1925 environ, ils ont été acca-