

# Vom Mikrophon zur Sendeantenne [Schluss] = Du microphone à l'antenne : les principaux éléments de transmission [suite et fin]

Autor(en): **Metzler, E.**

Objektyp: **Article**

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**

Band (Jahr): **10 (1932)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873612>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

### Vom Mikrophon zur Sendeantenne.

Von E. Metzler, Bern.  
(Schluß.)

Eine Zusammenstellung der Dämpfungskurven, wie sie die in unserem Rundspruchnetz verwendeten Kabeltypen aufweisen, ist in Figur 9 gegeben.

Kurze unbelastete Kabelstrecken (Studio-Verstärkeramt) werden meistens durch Zusatzglieder auf die bei der höchsten zu übertragenden Frequenz bestehende Dämpfung ausgeglichen. Der so entstehende Niveauverlust wird im lokalen Verstärkeramt durch einen frequenzunabhängig eingestellten Verstärker wieder gedeckt. Das eigentliche Fernkabelnetz, das in 60—80 km lange Verstärkerab-

### Du microphone à l'antenne. Les principaux éléments de transmission.

Par E. Metzler, Berne.  
(Suite et fin.)

La figure 9 nous montre un groupe de courbes d'amortissement que l'on trouve dans les câbles utilisés dans le réseau suisse de radiodiffusion.

Les câbles de faible longueur, par exemple ceux qui relient le studio aux stations amplificatrices, sont en général équilibrés par des éléments supplémentaires destinés à compenser l'amortissement qu'ils produisent sur les plus hautes fréquences à transmettre.

L'affaiblissement du niveau qui en résulte est récupéré à la station amplificatrice locale, qui amplifie

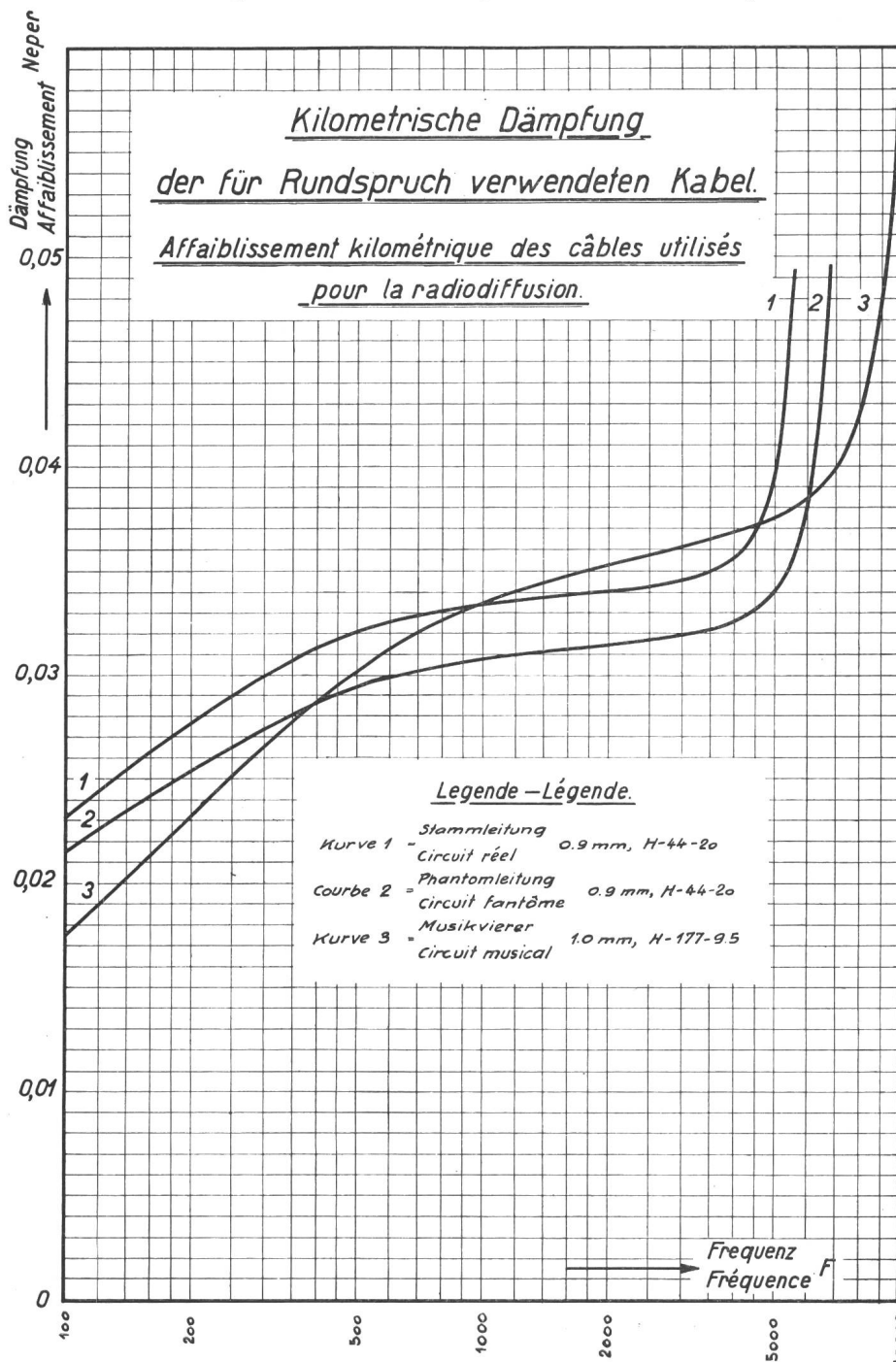


Fig. 9.

schnitte unterteilt ist, wird meistens auf die Dämpfung für eine mittlere Frequenz ausgeglichen, so dass die geringere Dämpfung der unteren Frequenzen durch Zusatzglieder auf diesen Betrag erhöht wird und die zu grossen Werte für die oberen Frequenzen durch Erhöhung der durch sie erzeugten Spannungen mittels abgestimmtem Kreis in der Primärwicklung des Eingangstransformators kompensiert werden.

Die Verstärkungsgrade werden so eingestellt, dass sämtliche Verluste gedeckt werden, d. h. ein Verstärker entzerrt und entdämpft das ihm vorgelegene Leitungsglied. Da, wie wir noch sehen werden, die Sendestationen einen bestimmten mittleren Pegel erfordern, befindet sich der letzte Verstärker, wenn das der Sendestation vorgelegene Kabelstück ziemlich lang ist, in der Sendestation selbst. Auf die zur Verteilung eines Programms dienenden Zweigverstärker und Umschaltanlagen können wir hier nicht eingehen.

Der durch den normalen Rundspruchkabelverstärker entdämpfte und entzerrte Frequenzbereich ist 30—7000 Hz für Leitungen mit einer Grenzfrequenz von 10,000. Unterhalb 30 und oberhalb 7000 Hz beginnt sich eine stärkere Abweichung von Dämpfung und Verstärkungskurve bemerkbar zu machen. Für stärker belastete Stromkreise sinkt die Grenzfrequenz, was durch den Verstärker natürlich nicht wettgemacht werden kann.

Als typisches Beispiel, wie etwa eine aus Lokalkabel, Verstärker und Fernkabel aufgebaute Verbindung Studio-Sender aussehen kann, diene nachstehende Kurve. Die Ordinaten geben die auftretenden Dämpfungen der Frequenzen 35—10,000, bezogen auf die Dämpfung Null bei 1000 Hz.

Wenn man eine Frequenz, die um 4 db stärker gedämpft ist als die Frequenz 1000, als noch eben „übertragen“\*) betrachtet, ergibt sich somit im obigen Falle eine obere Grenzfrequenz von zirka 10,000.

Neben der gleichmässigen Frequenzdurchlässigkeit sind noch einige Gesichtspunkte für die Beurteilung der Qualität eines Rundspruchkabelsystems massgebend.

\*) Ist als Abnahmebestimmung und nicht wörtlich aufzufassen.

de façon uniforme toutes les fréquences. Le réseau des câbles interurbains proprement dit est sectionné en tronçons de 60 à 80 kilomètres équipés d'amplificateurs équilibrés pour compenser l'amortissement exercé sur les fréquences moyennes. Cette compensation se fait de telle façon que l'insuffisance d'amortissement exercée sur les fréquences basses soit accrue par des éléments supplémentaires et que l'amortissement trop fort qui se manifeste sur les hautes fréquences soit compensé à l'aide de circuits accordés élevant les tensions que ces fréquences produisent. Ces circuits sont insérés dans l'enroulement primaire du transformateur d'entrée.

Les coefficients d'amplification sont fixés de telle façon que toutes les pertes soient compensées, c'est-à-dire que l'on utilise un amplificateur qui compense la déformation et l'amortissement de la section précédente. Etant donné que la station émettrice, comme nous le verrons d'ailleurs, exige un certain niveau, le dernier amplificateur se trouve à la station émettrice même lorsque la dernière section de câble est relativement longue. Quant aux amplificateurs d'embranchement et aux appareils de commutation servant à la répartition des programmes, ils ne rentrent pas dans le cadre du présent article.

La bande de fréquence pour laquelle les amplificateurs du réseau de câble de radiodiffusion sont efficaces est comprise entre 30 et 7000 cycles pour les lignes dont la fréquence limite est de 10,000 cycles. Au-dessous de 30 et au-dessus de 7000, l'amortissement et la courbe d'amplification s'éloignent de façon appréciable. Pour les circuits chargés, la fréquence limite baisse, ce qui ne peut être compensé par l'amplificateur.

La courbe ci-après nous donne un exemple typique d'une liaison studio-émetteur, formée par des câbles locaux, des amplificateurs et des câbles interurbains. Les ordonnées nous fournissent les valeurs d'amortissement pour les fréquences allant de 35 à 10,000 cycles par rapport à un amortissement 0 pour une fréquence de 1000 cycles.

Si l'on considère comme étant encore transmise une fréquence dont l'amortissement est de 4 db

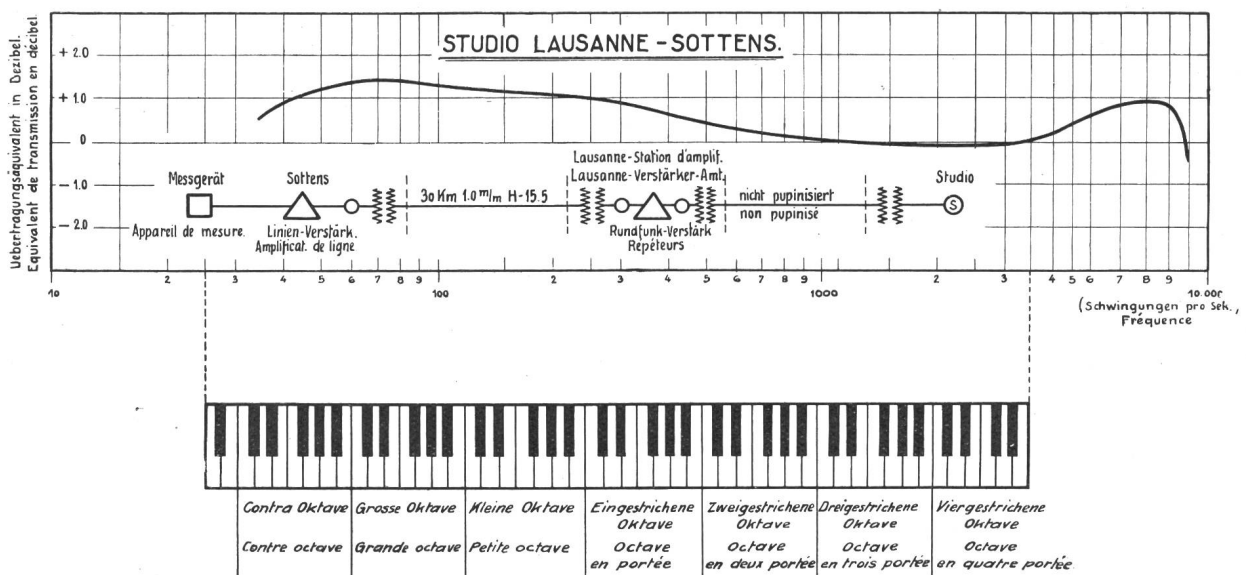


Fig. 10.

In erster Linie ist die Geräuschfreiheit sehr wichtig. Uebersprech- und Geräuschpegel müssen nach den Empfehlungen des C. C. I. 60 db unter dem kleinsten bei einer Uebertragung auftretenden Pegel liegen. Hier ist, wie wir schon feststellten, der unter der Aufsicht des Studiotechnikers liegende Abschnitt besonders gefährdet, da er Pegelunterschiede von mehr als 60 db aufweist. Die Rundspruchadern der Kabel sind durch ihre Stanniolumhüllung gut gegen Uebersprechen geschützt. Als Uebersprechdämpfung in den Verstärkerämtern sind 104 db garantiert. Besonders wichtig ist der einwandfreie Unterhalt der Batterien sowohl in den Studios als in den Verstärkerämtern, da sie sonst leicht zu Geräuschquellen werden.

Unangenehmer als das Fehlen der extremen Frequenzen machen sich die sog. nichtlinearen Verzerrungen bemerkbar. Sie treten mit Uebermodulationen auf und haben ihren Ursprung in Verstärkerrohren, Pupin- und Uebertragerspulen, die über ihren linearen Bereich hinaus beansprucht werden. Ein Mass für diese Verzerrung ist der Klirrfaktor als Verhältnis der Amplitude einer reinen Grundschwingung zur Summe aller Amplituden der durch die Verzerrung erzeugten Obertöne<sup>11)</sup>. Ein Verzerrungspegel von -20 db entsprechend einem Klirrfaktor von 1% macht sich bereits störend bemerkbar (U. I. R.). Der höchstzulässige Wert des Klirrfaktors ist 5%.

Eine weitere Quelle für Störungen aus dem Kabelnetz bilden die Einschwing- und Echoerscheinungen. Die Einschwingvorgänge ergeben sich aus der verschiedenen Laufzeit der Frequenzen über Kabel und durch Verstärker. Sie resultieren in einer Formänderung, welche die Hüllkurve eines Wellenzuges während der Uebertragung erleidet. Bedeutung gewinnt diese Art Verzerrung erst, wenn die Leitungslänge sehr gross wird (Tausende von km).

Echoverzerrung tritt meistens auf, wenn zum Zwecke einer besonderen Uebertragung Leitungen zusammengehängt werden, deren Wellenwiderstände nicht zusammen passen. Bei normalen Studioverbindungen tritt sie nicht auf, da sämtliche Glieder in bezug auf ihre Impedanzen einander sorgfältig angepasst sind.

Mitunter sind die Auslandsübertragungen durch diese Echos stark beeinträchtigt.

Während die Verbindung der Landessender mit dem betreffenden Verstärkeramt über normale belastete Rundspruchleitungen geschieht, sind die Ortsender in der Regel noch über gewöhnliche Abonnementkabel an die Verstärkerämter angeschlossen. Die Frequenzabhängigkeit der Leitungsdämpfung wird in den Sendestationen selbst durch geeignete Korrekturen beseitigt. Gleichzeitig ist die Restdämpfung auf den notwendigen Betrag reguliert, der bei maximaler Ausgangsleistung des Studios eine Eingangsleistung zum Sender ergibt, die diesen normal aussteuert (75%). Diese Leistung beträgt für Sottens ca. 5,9 MW, für Beromünster und die Ortssender ca. 10 MW.

Bei den Sendern kann man prinzipiell zwischen einem Hochfrequenzteil und einem Niederfrequenz-

supérieur à celui qui est subi par la fréquence 1000,\*) nous aurons pour le cas ci-après une fréquence limite supérieure d'environ 10,000 cycles.

Outre la transmission régulière de toutes les fréquences, d'autres facteurs jouent également un certain rôle pour caractériser les qualités d'un réseau de câbles de radiodiffusion.

En premier lieu, l'absence de fritures est d'une grande importance. D'après les avis du C. C. I., le niveau de diaphonie et de bruit doit être de 60 db au-dessous du niveau le plus bas que l'on trouve au cours d'une transmission. Ici, comme nous l'avons déjà vu, c'est la section sous le contrôle du technicien qui est tout spécialement critique, étant donné qu'elle accuse des différences de niveau pouvant atteindre 60 db. Les conducteurs de câbles sont efficacement protégés contre la diaphonie du fait de leur enveloppe en feuilles d'étain. Les stations amplificatrices de leur côté sont garanties pour une marge de diaphonie de 104 db. Les batteries des stations amplificatrices et des studios doivent être l'objet d'un entretien minutieux, faute de quoi elles peuvent devenir la source de bruits très désagréables.

Il est à noter que la distorsion due à une amplification non linéaire est encore plus désagréable que la suppression des fréquences extrêmes. Cette distorsion est due à la surmodulation et a sa source dans les lampes amplificatrices, dans les bobines Pupin et dans les transformateurs qui sont mis à contribution au-delà de leur marge linéaire. Cette distorsion se mesure par le coefficient de distorsion non linéaire (Klirrfaktor), qui est le rapport de l'amplitude d'une oscillation fondamentale à la somme de toutes les amplitudes des harmoniques produites par la distorsion<sup>11)</sup>. Un niveau de perturbation de -20db, qui correspond à un coefficient de distorsion non linéaire de 1% se fait déjà sentir de façon appréciable (U. I. R.). La valeur maximum tolérée de ce coefficient est de 5%.

Une autre source de perturbation provenant du réseau des câbles ce sont les phénomènes transitoires et les échos. Les phénomènes transitoires sont dus à la durée de propagation, qui n'est pas la même pour toutes les fréquences devant passer par un câble et ses amplificateurs. Ils produisent une altération de la ligne enveloppante d'un train d'ondes. Ce genre de distorsion n'est appréciable que lorsque la longueur de la ligne est relativement grande, plusieurs milliers de kilomètres.

Les échos se font sentir lorsque des lignes composées dans un but spécial n'ont pas des résistances caractéristiques adaptées les unes aux autres.

Ils ne se manifestent pas sur les lignes des studios, étant donné que leurs éléments constitutifs ont des impédances bien équilibrées. Les lignes internationales par contre sont souvent fortement affectées par ce genre de perturbations.

Alors que les liaisons entre les postes nationaux et la station amplificatrice sont constituées par des câbles de radiodiffusion à charge normale, les postes locaux sont, pour le moment du moins, encore reliés

\*) Clause du cahier des charges; ne pas prendre au pied de la lettre.

<sup>11)</sup> Voir: „Die Uebertragung von Rundfunkprogrammen auf Kabelleitungen“, T. F. T. 1931, n° 7.

<sup>11)</sup> Vgl. „Die Uebertragung von Rundfunkprogrammen auf Kabelleitungen“, T. F. T. 1931, Heft 7.



teil unterscheiden. Die beiden vereinigen sich im „modulierten Verstärker“, der von der Steuereinheit reine Hochfrequenz erhält, die durch die angekoppelte Beeinflussungs- oder Modulatorröhre eines Niederfrequenzverstärkers moduliert wird. Alle unsere Rundspruchstationen werden nach derselben Methode moduliert. Ihr Prinzip ist folgendes:

Die beiden Verstärkerröhren  $V_1$  (Niederfrequenz) und  $V_2$  (Hochfrequenz) sind über die Niederfrequenzdrossel  $D$  an die gemeinsame Hochspannungsquelle angeschlossen. Der Anodenstrom von  $V_1$ , der gesteuert wird durch die vom Kabel her über den Eingangs- und Vorverstärker dem Gitter zugeführten Modulationsschwingungen, erzeugt an der Drossel  $D$  Selbstinduktionsspannungen, die nun ihrerseits als veränderliche Anodenspannung die Amplitude des Hochfrequenzröhrens  $V_2$  beeinflussen. Ist die Drossel  $D$  genügend gross (ca. 100 H) bemessen, so bleibt der gemeinsame totale Anodenstrom von  $V_1$  und  $V_2$  konstant

$$I_{V_1} + I_{V_2} = I_{\text{tot}} = \text{konstant}$$

d. h. beide Ströme schwanken im selben Takt, aber in entgegengesetzter Richtung. Das Gitter der Oszillatorröhre, das über einen hohen Widerstand mit der Kathode verbunden ist, erhält Hochfrequenzschwingungen von der Steuereinheit. Während der positiven Halbperioden fliesst ein Strom von der Kathode zum Gitter und über den Widerstand zurück zur Kathode. Das Gitter erhält somit eine negative Ladung, die bestimmt ist, durch die Amplitude der Steuerschwingung und durch die Grösse des Widerstandes  $R$ . Werden die Verhältnisse so bemessen, dass diese Vorspannung im Ruhezustand (ohne Modulation) einen Anodenstrom zulässt, der gleich dem halben Sättigungsstrom des Oszillatorröhrens ist, so ist leicht ersichtlich, dass die Hochfrequenz-Amplitude durch die Modulation direkt und symmetrisch beeinflusst wird.

Diese Anordnung arbeitet so lange verzerrungsfrei, als die an der Sprechdrossel erzeugten Spannungsschwankungen den linearen Bereich der Oszillatorcharakteristik nicht überschreiten. Die Grenzen sind gegeben durch den Sättigungsstrom und das Verschwinden der Oszillatoranodenspannung. Praktisch darf man nicht an diese Grenzen herankommen, da bereits vorher Verzerrung eintritt<sup>12)</sup> 13).

<sup>12)</sup> Die Sprechdrossel wird, um sie der vormagnetisierenden Wirkung der Anodenströme zu entziehen, meistens als Transformator so ausgeführt, dass die durch die beiden Teilströme erzeugten Magnetfelder sich aufheben.

<sup>13)</sup> Verzerrung gibt sich kund in einer Schwankung der Anodenströme der Modulareinheit; zugleich zeigt sich meist ein Gitterstrom an der Modulatorröhre.

à la station amplificatrice par des câbles d'abonnés aménagés à cet effet. La résonance résultant de l'amortissement de la ligne est éliminée à la station amplificatrice par des correcteurs appropriés. L'amortissement résiduel  $\gamma$  est également réglé à la valeur voulue et de telle façon que, pour une puissance de sortie maximum du studio, on ait la puissance d'entrée nécessaire pour moduler normalement, c'est-à-dire à 75%, le poste émetteur. Cette puissance est d'environ 5,9 mW pour Sottens et d'environ 10 mW pour Beromünster et les postes locaux.

Dans les émetteurs, on peut faire une différence fondamentale entre la partie haute et la partie basse fréquence. Toutes deux sont réunies dans le modulateur, qui reçoit de l'oscillateur de la haute fréquence pure qui, par l'intermédiaire de la lampe modulatrice, module un amplificateur basse fréquence. Tous nos postes émetteurs sont modulés d'après cette méthode, dont le principe est le suivant:

Les deux lampes amplificatrices  $V_1$  (basse fréquence) et  $V_2$  (haute fréquence) sont reliées à la même source de courant à haute tension en passant par la bobine de self à basse fréquence. Le courant anodique de la lampe  $V_1$ , qui est fonction des oscillations modulées que cette lampe reçoit du câble par l'intermédiaire de l'amplificateur d'entrée et de l'amplificateur préliminaire, produit dans la bobine d'induction  $D$  des tensions induites qui, de leur côté, agissent comme variations de tension anodique sur l'amplitude de la lampe à haute fréquence  $V_2$ . Si la bobine de self  $D$  est suffisamment grande (environ 100 h), le courant total des lampes  $V_1$  et  $V_2$  reste constant et l'on a:

$$I_{V_1} + I_{V_2} = I_{\text{tot.}} = \text{constant}$$

c'est-à-dire que les deux courants varient à la même cadence, mais en sens inverse. La grille de la lampe oscillatrice, qui est reliée à la cathode à travers une haute résistance, reçoit les oscillations à haute fréquence de l'oscillateur. Pendant les demi-périodes positives, un courant s'établit de la cathode à travers la résistance pour revenir à la cathode. Ainsi, la grille reçoit une charge négative qui dépend de l'amplitude de l'oscillation agissant sur elle et de la valeur de la résistance  $R$ . Si les conditions sont telles que, au repos, la tension grille (sans modulation) laisse passer un courant anodique égal à la moitié du courant de saturation de la lampe oscillatrice, nous voyons sans autre que l'amplitude de la haute fréquence est influencée directement et symétriquement par la modulation.

Cet arrangement travaille sans distorsion aussi longtemps que les variations de tension qui se manifestent aux bornes de la self microphonique ne dé-

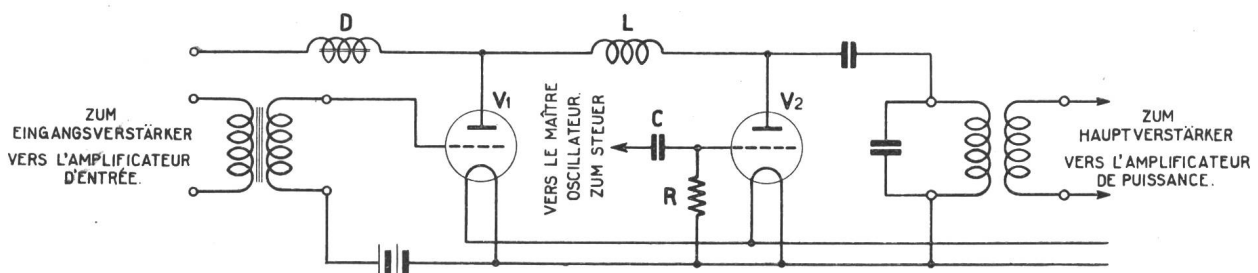


Fig. 11.

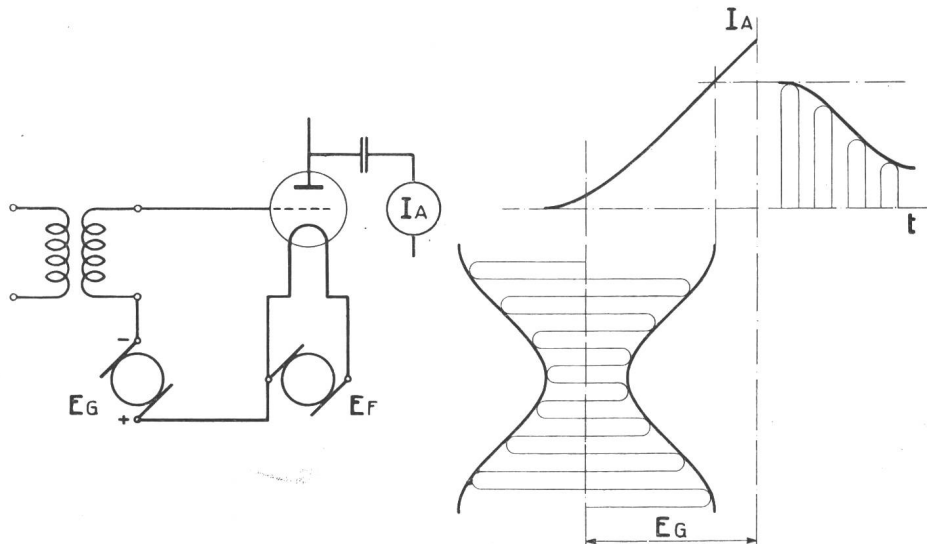


Fig. 12.

Die Modulationseinheit, die bei den Ortssendern zugleich Ausgangsstufe ist, bildet bei unseren Landessendern eine Vorstufe zur nachfolgenden Energieverstärkung der modulierten Hochfrequenz. Im Gegensatz zum modulierten Verstärker, dessen Gitter durch die ankommenden Hochfrequenzschwingungen, wie wir oben lernten, selbst polarisiert werden, erhalten die Gitter dieser Energieverstärker unserer Landessender eine hohe negative Vorspannung. Im Ruhezustand, d. h. wenn keine Hochfrequenz auf die Gitter dieser Energieverstärker gelangt, ist der Anodenstrom durch die hohe negative Gitterspannung fast gänzlich unterdrückt. Sobald Hochfrequenz an die Gitter gelangt, wird diese negative Vorspannung durch die positiven Halbperioden teilweise kompensiert und ein mittlerer Anodenstrom stellt sich ein (Fig. 12).

Sämtliche Energieverstärkerstufen sind, wie sich leicht zeigen lässt, für eine maximale Ausgangsleistung zu bemessen, die mit dem maximal zugelassenen Modulationsgrad  $K$  in der Beziehung steht:

$$L_{\text{mod}} = L_{\text{Träger}} (1 + K)^2$$

Soll eine 100%ige Modulation möglich sein ( $K = 1,0$ ), so müssen demnach alle Röhren für das Vierfache der unmodulierten HF-Leistung, die sie abgeben, bemessen sein. Zur Ueberwachung des Modulationsgrades dienen Rohrvoltmeter, welche die Schwingungswerten der Gitterhochfrequenz zu messen gestatten.

Da, wie bekannt ist, bei Modulation einer Hochfrequenzschwingung  $W$  mit einer Sprachfrequenz  $P$  neben der Trägerfrequenz zwei neue Frequenzen  $W + P$  und  $W - P$  auftreten, besteht die Gefahr einer zu starken Dämpfung dieser Seitenfrequenzen in den abgestimmten Hochfrequenzkreisen der Energieverstärker.

Um dies zu verhindern, flacht man die Resonanzkurve dieser Kreise ab durch Parallelschalten von induktionsfreien Widerständen.

Dieselbe Bedingung der nicht zu scharfen Resonanz gilt selbstverständlich auch für das Antennensystem. Hier allerdings reicht die Eigendämpfung,

passent pas la partie rectiligne de la caractéristique de l'oscillateur. Les limites sont données par le courant de saturation et la disparition de la tension anodique de l'oscillateur. En pratique, on n'atteindra guère ces limites, car la distorsion apparaît déjà plus tôt<sup>12)</sup> 13).

Dans les postes locaux, le modulateur, qui forme en même temps l'étage de sortie, constitue dans nos postes nationaux un des étages préliminaires suivi d'un autre étage d'amplification de puissance à haute fréquence. Contrairement aux amplificateurs modulés, dont les grilles (comme nous l'avons vu plus haut) sont polarisées par les oscillations à haute fréquence arrivantes, les grilles de ces lampes de puissance reçoivent dans nos postes nationaux une forte tension négative. Au repos, c'est-à-dire lorsque aucune oscillation à haute fréquence ne se manifeste sur les grilles de ces lampes de puissance, le courant anodique est presque complètement arrêté par cette tension négative élevée.

Dès que des oscillations à haute fréquence apparaissent aux grilles, la tension négative est partiellement compensée par les demi-périodes positives et l'on obtient un courant anodique moyen (fig. 12).

Les étages d'amplification de puissance sont, comme nous pouvons facilement nous en rendre compte, calculés pour une puissance maximum qui est dans le rapport suivant avec le degré maximum de modulation toléré  $K$ :

$$L_{\text{anod}} = L_{\text{onde port.}} (1 + K)^2$$

Si l'on veut obtenir une modulation de 100% ( $K = 1,0$ ), toutes les lampes doivent être calculées pour une puissance quadruple de la puissance haute fréquence non modulée qu'elles fournissent. Pour contrôler le degré de modulation, on se sert de voltmètres à lampes qui permettent de mesurer l'amplitude des oscillations agissant sur la grille.

<sup>12)</sup> Pour empêcher que la self microphonique ne soit magnétisée par le courant anodique, on l'établit à la façon d'un transformateur de manière que les champs créés par les deux courants partiels s'annulent mutuellement.

<sup>13)</sup> On s'aperçoit de la distorsion aux variations des courants anodiques au modulateur; on remarque également un courant de grille à la lampe modulatrice.

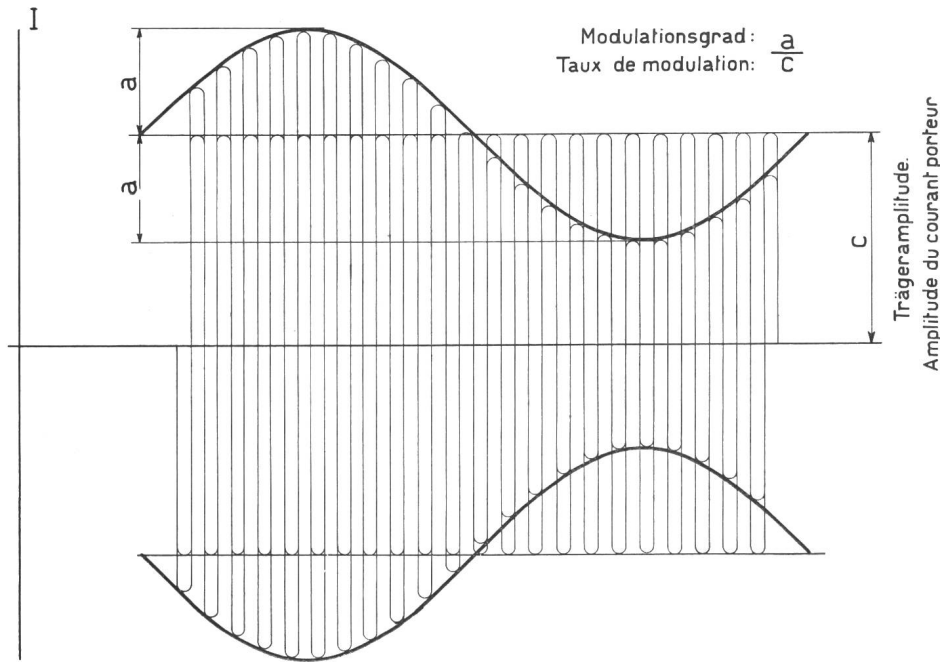


Fig. 13.

verursacht durch Strahlung und Verlustwiderstände, meist schon aus.

Als Beispiel für die gleichmässige Frequenzdurchlässigkeit und geringe Amplitudenabhängigkeit unserer Landessender fügen wir vier Kurven bei (Fig. 14—17).

Die einfachste Modulationskontrolle durch das Senderpersonal besteht im Abhören der Emission auf einem guten Lautsprecher, der über einen verzerrungsfreien Gleichrichter mit der Antenne gekoppelt ist. Durch einfache Umschaltung auf den Sendereingangsverstärker ist ein direkter Vergleich von Eingang und Ausgang möglich. In Sottens z. B., wo der Kontroll-Lautsprecher in einem vom Lärm der

Etant donné que la modulation d'une oscillation haute fréquence  $W$  par une fréquence audible  $P$  produit en plus de la fréquence porteuse deux fréquences latérales  $W + P$  et  $W - P$ , il y a danger à ce que ces bandes latérales subissent un trop fort amortissement dans les circuits à haute fréquence syntonisés de l'amplificateur de puissance.

Pour éviter cet inconvénient, on aplatit la courbe de résonance de ces circuits en leur branchant en parallèle des résistances non-inductives.

Cette condition de résonance aplaties s'applique naturellement aussi au système d'antenne. Ici toutefois, l'amortissement propre résultant de la radiation et de la résistance ohmique suffisent dans la plupart des cas.

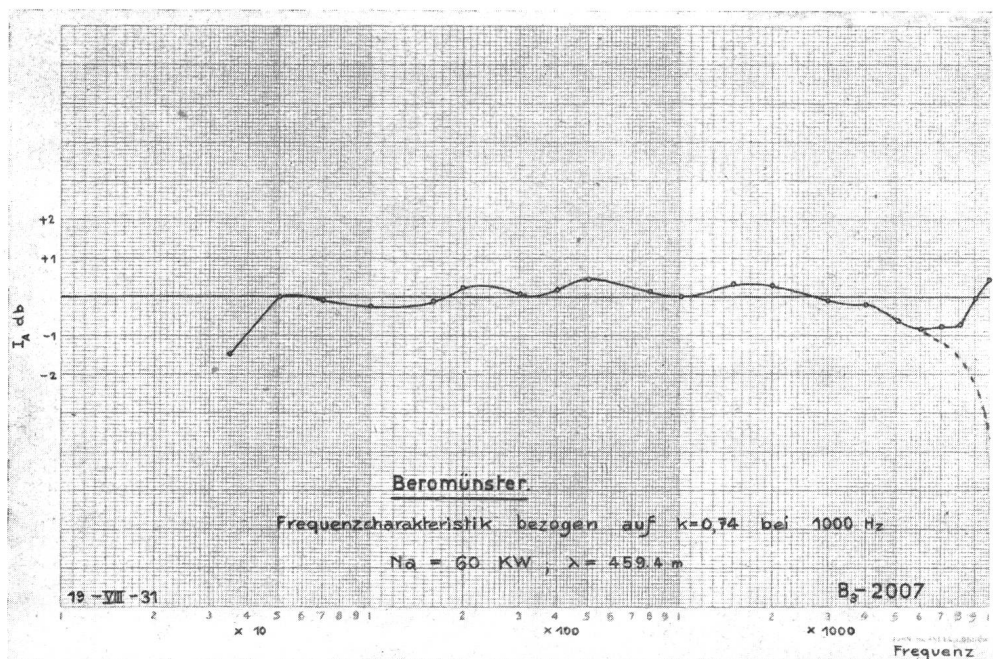


Fig. 14.



Maschinen gut geschützten Raum aufgestellt ist, kann auch bei gutem Zuhören kein Unterschied in der Qualität von Senderein- und -ausgang wahrgenommen werden.

Um ein gutes Bild von der Gesamtqualität unseres Rundspruchsystems zu erhalten, müsste man, wenn die neuen Studioverstärkeranlagen eingerichtet sind, den Klirrfaktor des ganzen Systems vom Mikrophon bis zur Sendeantenne messen und ebenso auch Frequenzcharakteristiken aufnehmen.

Obwohl unsere Aufgabe hier beendet wäre, können wir unsere Betrachtungen nicht schliessen, ohne kurz die vielen Beeinträchtigungen und Verzerrungen zu erwähnen, denen eine noch so vollkommen ausgestrahlte Emission auf dem Weg zum Lautsprecher des Konzessionärs ausgesetzt ist.

In direktem Widerspruch zum Pflichtenheft einer modernen Rundspruchstation, die alle Frequenzen bis zur oberen Grenze von ungefähr 10,000 HZ ausstrahlen soll, steht der international vereinbarte Abstand von 9000 HZ zweier im Wellenband benachbarter Stationen. Die 10,000 HZ-Basis würde, wenn Interferenzen vermieden werden sollen, einen Mindestabstand von 20,000 HZ erfordern. Bei der heutigen Vollbesetzung des gesamten Rundspruchwellenbandes müsste deshalb mit einem Empfangsapparat, der das gesamte 10,000 HZ-Band wiedergibt, ein guter Empfang der Frequenzen über 4500 HZ unmöglich sein. Glücklicherweise (aber zum Schaden der Qualität des Empfangs) gibt es heute eigentlich keinen Apparat, der das ganze 10,000 HZ-Band erfasst. Die meisten Apparate europäischer Herkunft bedecken zwar ein Band, welches über die 4500 HZ-Grenze bisweilen ziemlich weit hinausgeht. Mit der sog. Selektivität ist es dabei allerdings des zu kleinen Stationenabstandes zufolge nicht sehr gut bestellt. Die in dieser Beziehung konsequentere Konstruktion der amerikanischen Empfänger, die meistens nach dem Bandfilterprinzip mit einer Bandbreite von 5000 HZ (der Frequenzabstand der amerikanischen Sender ist 10,000 HZ) gebaut sind, hat diesen den Ruf guter Trennschärfe eingebracht. Dass dabei die vorzüglichen Qualitäten eines Rundspruchsystems oberhalb 5000 HZ zu nichts dienen, weiss der Hörer im allgemeinen nicht.

Die heute gültige Wellenverteilung (Prager Plan 1929) ist veraltet. Bei seiner Aufstellung hat man natürlich darauf geachtet, benachbarte Frequenzen geographisch weit entfernten Stationen zuzuteilen. Dies war ein Notbehelf und einigermaßen zulässig, da die Sendeenergien verhältnismässig klein waren. Mit 1929 ungefähr beginnt die Aera der Großstationen, die sich heute ungeachtet der grossen Distanzen empfindlich stören.

Die Rettung aus dem heutigen unhaltbaren Zustand wird in der Vergrösserung des Stationenabstandes liegen mit gleichzeitiger Förderung des synchronisierten Gleichwellenrundspruchs. Der Konferenz von

Nous reproduisons ici 4 courbes pour montrer dans quelle mesure nos postes nationaux laissent passer de façon régulière les différentes fréquences et combien faible est l'influence de l'amplitude.

Pour le personnel des postes émetteurs, la méthode la plus simple de contrôler la modulation consiste à écouter un bon haut-parleur branché sur un redresseur exempt de distorsion et couplé à une antenne. En commutant le haut-parleur sur l'amplificateur d'entrée de l'émetteur, on peut comparer directement l'entrée et la sortie de la transmission. A Sottens, par exemple, où le haut-parleur est logé dans une salle bien à l'abri du bruit des machines, on ne constate presque aucune différence entre la qualité à l'entrée et à la sortie.

Pour obtenir une image exacte de la qualité totale de notre système de radiodiffusion, il faudrait, lorsque toutes les nouvelles installations amplificatrices des studios seront terminées, mesurer le coefficient de distorsion non linéaire de tout le système depuis le microphone jusqu'à l'antenne émettrice et établir les caractéristiques de fréquences.

Bien que notre tâche puisse être considérée comme terminée, nous ne voudrions pas clore notre étude

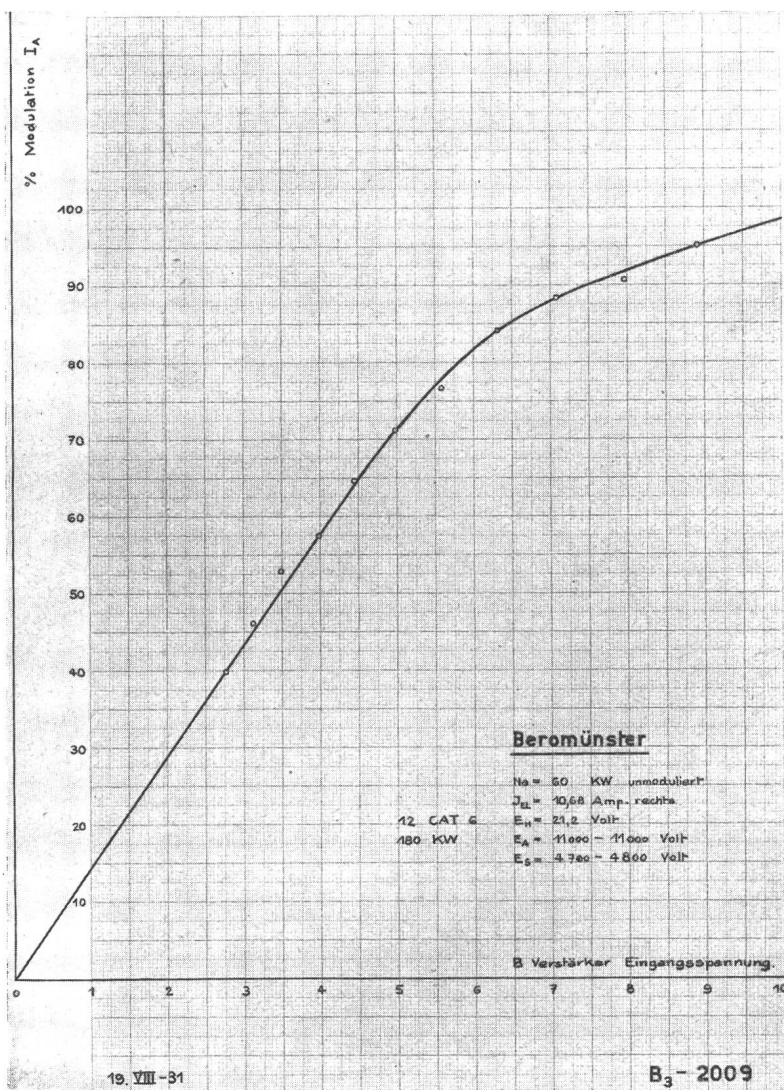


Fig. 15.

Madrid 1932 ist hier eine grosse, aber schwierige Aufgabe gestellt.

Die Wellenausbreitung an sich erfolgt praktisch verzerrungsfrei. Leider führen namentlich während der Dämmerung und Nachtzeit verschiedene Wege von der Sende- zur Empfangsantenne. Die Strahlung einer Sendeantenne, die ungefähr mit dem Cosinus des Höhenwinkels nach oben zu abnimmt, erreicht um diese Tageszeiten ionisierte, d. h. leitende Luftschichten in verschiedenen Höhen (über 100 km). An diesen Schichten findet nach den elektromagnetischen Gesetzen eine Reflektion statt, d. h. die Wellen gelangen in bestimmtem Abstand vom Sender erneut zur Erde. Da aber dort bereits direkte, der Erdoberfläche gefolgte Strahlung von vielleicht derselben Stärke vorliegt, die entsprechend dem Wegunterschied eine andere Phase besitzt, muss Interferenz auftreten. Die Phasenbeziehung zwischen direkter und reflektierter Strahlung ändert sich ständig, da die reflektierende Schicht in steter Bewegung begriffen ist.

Die auf diese Art entstehenden Verzerrungen und Lautstärkeschwankungen sind bekannt unter dem Namen Fading. Diese Erscheinung, die unter anderem den Empfang unserer Landessender in entfernteren Landesteilen stark stört, könnte behoben werden durch

1. Unterdrückung der Aufwärtsstrahlung der Sender,
2. Verschiebung des ganzen Rundspruchwellenbandes in das Gebiet über 600 m.

Apparate mit sogen. Fadingausgleich (mit „variablen  $\mu$ “-Röhren, d. s. Röhren, die kleine Gitteramplituden mehr, grosse verhältnismässig weniger verstärken) sind vorsichtig aufzunehmen, da sie wohl Amplitudenverzerrung, nicht aber nichtlineare Verzerrung günstig beeinflussen können.

sans signaler brièvement les nombreux obstacles qui peuvent encore entraver une émission, tant bonne soit-elle, sur le chemin qui sépare le poste émetteur du haut-parleur de l'auditeur.

Nous devons relever qu'il y a une certaine contradiction entre les conditions imposées aux installations émettrices modernes qui doivent diffuser toutes les fréquences jusqu'à la limite de 10,000 cycles, et l'espace de 9000 cycles qui doit être observé entre deux stations voisines conformément aux conventions internationales y relatives. La base de 10,000 cycles devrait, si l'on voulait éviter des interférences, observer un espace de 20,000 cycles. Etant donnée la saturation actuelle de toute la bande réservée à la radiodiffusion, on ne pourrait guère recevoir convenablement les fréquences supérieures à 4500 cycles avec un appareil laissant passer toute la bande de 10,000 cycles. Heureusement, mais cela au détriment de la qualité de la réception, on ne trouve pour ainsi dire aucun appareil qui reproduise toute la bande de 10,000 cycles. La plupart des appareils d'origine européenne couvrent une bande dépassant passablement les 4500 cycles, mais alors leur sélectivité laisse beaucoup à désirer à cause de la trop faible distance entre les différentes stations. Les appareils américains, dont la construction repose sur des principes plus logiques, soit sur le principe des filtres de bande passante de 5000 cycles (la bande séparant les postes américains étant de 10,000 cycles), sont réputés comme étant très sélectifs. Aussi, la plupart des auditeurs ignorent-ils en général que pour ces raisons toutes les qualités d'un émetteur ne servent à rien lorsqu'on dépasse une fréquence de 5000 cycles.

La répartition des ondes (Plan de Prague 1929) est déjà surannée. En établissant ce plan, on s'est naturellement inspiré de l'idée que deux fréquences voisines devaient être attribuées à deux postes éloignés l'un de l'autre. Cet expédient était en quelque

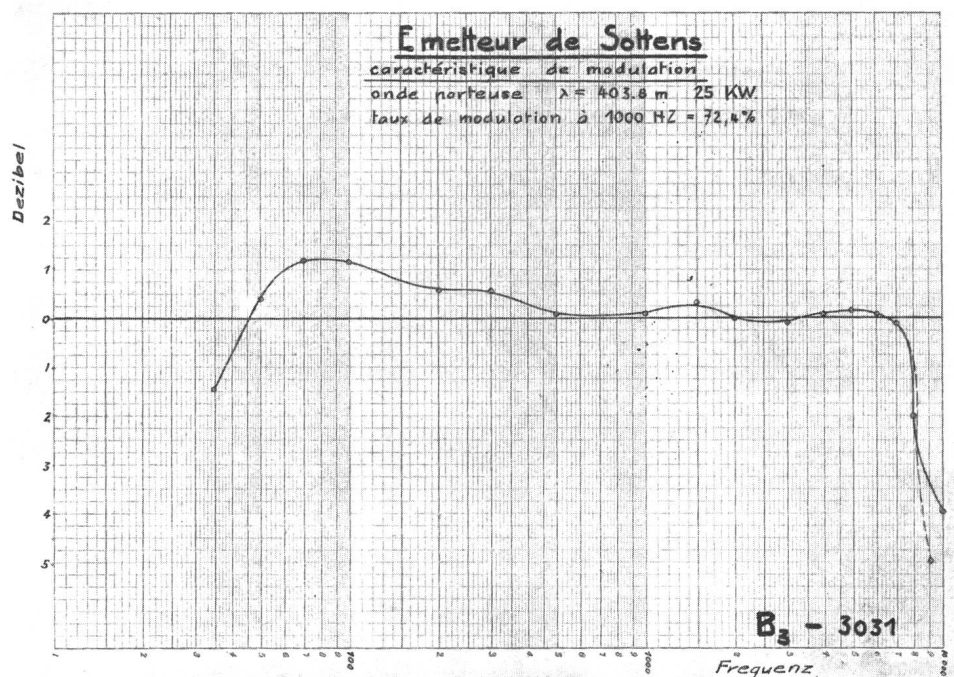


Fig. 16.



Im Empfangsapparat führen Ueberlastungen namentlich im Gleichrichterteil zu Verzerrungen. Die Frequenzcharakteristiken der Lautsprecher sehen, nach den im ersten Teil entwickelten Prinzipien untersucht, meist sehr ärmlich aus. Wenn auf dem Gebiet

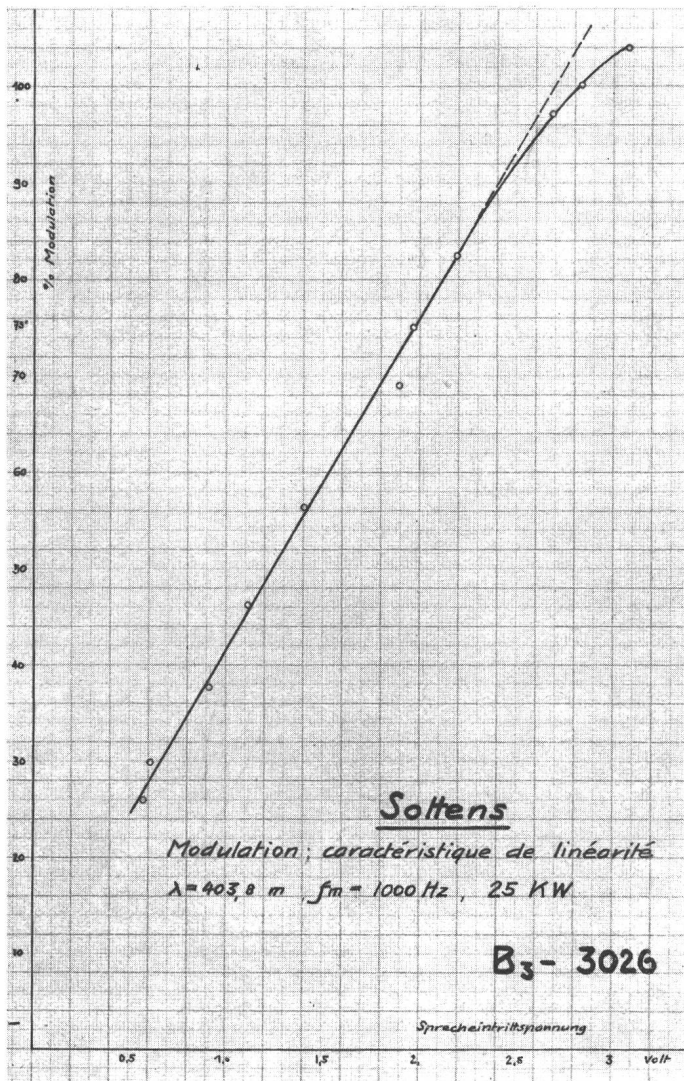


Fig. 17.

der Wellenverteilung ein vernünftiger Zustand geschaffen wird, ist es vielleicht auch an der Zeit, Normalien und Pflichtenhefte für Empfangsapparate aufzustellen. Von diesen zählt man heute auf dem schweiz. Markt schon ca. 120 Typen.

sorte justifié à cette époque vu que la puissance des émetteurs était relativement faible. En 1929 commence l'ère des postes de grande puissance, qui s'interfèrent de façon sensible malgré les grandes distances qui les séparent.

Pour remédier à cet état de choses déplorable, il y aura lieu d'augmenter la bande séparant deux postes voisins et de favoriser la diffusion par postes synchronisés. La conférence de Madrid aura ici des problèmes intéressants mais très difficiles à résoudre.

La propagation des ondes en elle-même se fait pratiquement sans distorsion. Malheureusement, au crépuscule et durant la nuit, les ondes peuvent suivre des chemins différents entre l'antenne émettrice et le poste récepteur. La radiation d'une antenne émettrice, qui diminue en hauteur avec le cosinus de l'angle que fait le rayon considéré avec l'horizontale, atteint durant ces périodes des couches ionisées, c'est-à-dire des couches conductibles qui se trouvent à différentes hauteurs au-delà de 100 kilomètres. Dans ces couches, il se produit, conformément aux lois électromagnétiques, des réflexions qui renvoient vers la terre les ondes après qu'elles ont parcouru un certain espace. Mais, comme à un point donné, on aura et les rayons arrivés par le plus court chemin suivant la surface de la terre et les rayons réfléchis et que ces deux rayons peuvent avoir la même intensité mais non la même phase, il se produira inévitablement des interférences. Le rapport de phase entre un rayon direct et un rayon réfléchi varie constamment, vu que la couche réfléchissante est perpétuellement en mouvement.

Les distorsions et variations de puissance qui en résultent sont connues sous le nom de fading. Ce phénomène, qui affecte aussi assez fortement la réception de nos postes nationaux, pourrait être éliminé :

- 1° En diminuant la radiation de l'émetteur vers le haut.
- 2° En déplaçant toute la bande réservée à la radio-diffusion vers les ondes de 600 mètres.

Les amplificateurs avec régulateur automatique de fading (lampe  $\mu$  à pente variable), c'est-à-dire des lampes qui amplifient davantage les amplitudes faibles que les fortes, ne doivent pas être regardés de façon trop optimiste, car si l'on arrive assez bien à compenser les altérations d'amplitude, il est impossible de corriger la distorsion non linéaire.

A l'appareil récepteur, la sursaturation de la lampe détectrice peut également donner lieu à de la distorsion. La caractéristique de fréquence des haut-parleurs est assez médiocre, si on les essaie d'après les principes exposés dans la première partie.

Si l'on arrive à créer un état de choses satisfaisant dans la nouvelle répartition des ondes, il sera peut-être temps de penser aussi à établir des normes pour les appareils récepteurs, dont nous trouvons aujourd'hui plus de 120 types sur notre marché.