

**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:** 16 (1938)

**Heft:** 1

**Artikel:** Magnetische Schallaufzeichnung auf Stahlband für Rundfunknetzwerke = Enregistrement magnétique de sons sur ruban d'acier pour les transmissions radiophoniques

**Autor:** Weber, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873346>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.03.2026

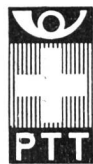
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

## Bulletin Technique

Publié par l'Administration des  
Télégraphes et des Téléphones suisses



## Bollettino Tecnico

Pubblicato dall'Amministrazione  
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

**Inhalt — Sommaire — Sommario:** Magnetische Schallaufzeichnung auf Stahlband für Rundfunkzwecke. Enregistrement magnétique des sons sur ruban d'acier pour les transmissions radiophoniques. — Schwebeladung von Akkumulatoren-Batterien. La charge flottante des batteries d'accumulateurs. — Eine Schaltung zur Feststellung der Anzahl der Besetztfälle auf Teilnehmerleitungen. — St. Gallen automatisiert. — Schneestörungen und Vorbeugung. — Durchgangsberechnung für schlaff gespannte Freileitungsfelder von beliebigem Steigungswinkel. — Verschiedenes. Divers: Dienstjubiläum. — Vom Telegraphisten zum Statistiker. — Fernschreibverkehr Schweiz—Oesterreich. — De l'histoire du télégraphe. — Le patin à roulettes dans les centraux téléphoniques. — Erweiterungen des unterirdischen Kabelnetzes. — Trafic téléphonique et sports. — Vom Telephon in den baltischen Staaten. — Die sprechende Uhr auch in Riga. — La ligne téléphonique de la route du désert a été sabotée. — Ricerche batteriologiche sul telefono. — L'annuaire du téléphone. — Mon téléphone et moi... — Der Einkauf am Telephon. — Krähenester aus Kupfer. — Télévision par télédiffusion. — La macchina „uomo“. — Der Gesang der Glühlampe. — En mémoire de Bell. — Zum Kapitel Unfallwesen. — Die gestohlene Türe. — Ein Mittel zur Steigerung der Telephoneinnahmen. — „Nummer bitte.“ — Mot de la fin. — Fachliteratur. Littérature professionnelle: Alexander Graham Bell. — Taschenkalender 1938 für schweizerische PTT-Angestellte. — Neuerwerbungen der Bibliothek der Telegraphenverwaltung. Nouvelles acquisitions de la bibliothèque de l'administration des télégraphes. — Nuovi acquisti della biblioteca dell'amministrazione dei telegrafi. — Totentafel. Nécrologie: † Arnold Mauerhofer. — † Arthur Stettler. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

### Magnetische Schallaufzeichnung auf Stahlband für Rundfunkzwecke.

H. Weber, Bern.

621.395.625.3

Das Bedürfnis, längere Darbietungen ohne Unterbrechung aufzubewahren und in einem spätern Zeitpunkt wiederzugeben, hat die Programmleitungen der Studios bewogen, nach einem Apparat Ausschau zu halten, der dies zu leisten vermag. Dabei ist ihre Wahl auf die Maschine für magnetische Schallaufzeichnung gefallen, wie sie von der Lorenz A.-G. entwickelt wurde. Alle schweizerischen Studios mit Ausnahme desjenigen von Bern verfügen nun über eine solche Anlage. Im folgenden werde die technische Seite dieser Apparatur etwas näher untersucht.

Die Idee der Aufzeichnung von Tönen, insbesondere von Sprache mittelst magnetischer Schwankungen auf Stahldraht, wurde um 1900 schon von Poulsen in die Tat umgesetzt. Infolge Fehlens geeigneter Verstärker gab man die Sache bald wieder auf. Vor einigen Jahren ist es Stille gelungen, die magnetische Aufzeichnung, allerdings auf Stahlbänder, so zu vervollkommen, dass das Verfahren auch zur Aufzeichnung von Musik brauchbar wurde. Diesem Fortschritt war die genaue Kenntnis der Eigenschaften und der Herstellungsverfahren des magnetischen Materials sehr förderlich. Eine weitere Vervollkommenung ist hauptsächlich von dieser Seite zu erwarten. Der Tonträger für die Maschinen von Lorenz ist ein Stahlband von 3 mm Breite und 0,08 mm Dicke. Das Band läuft mit 1,5 m Geschwindigkeit pro s durch die Lösch-, Aufnahme- und Wiedergabeköpfe. Auf einer Spule befinden sich 3 km Band, was für eine halbe Stunde Spieldauer ausreicht. Abbildung 9 zeigt eine Ansicht der Stahlbandmaschine.

### Enregistrement magnétique des sons sur ruban d'acier pour les transmissions radiophoniques.

H. Weber, Berne.

621.395.625.3

La nécessité de conserver de longues productions radiophoniques, pour pouvoir les retransmettre à volonté, a obligé les directeurs de programmes des studios à faire l'acquisition d'appareils propres à remplir ce but. Leur choix s'est porté sur le nouvel enregistreur magnétique de sons sur ruban d'acier construit par la maison Lorenz S. A. Tous les studios suisses, à l'exception de celui de Berne, disposent maintenant d'une de ces installations, dont nous décrivons ci-après les caractéristiques techniques.

L'idée d'enregistrer des sons, en particulier la parole, sur un fil d'acier, au moyen des variations magnétiques, fut déjà réalisée en 1900 par Poulsen. Mais le manque d'amplificateurs appropriés fit bientôt abandonner la chose. Cependant, il y a quelques années, Stille parvint à perfectionner à tel point l'enregistrement magnétique, en utilisant un ruban d'acier, que ce procédé peut désormais être appliqué à la musique. La connaissance exacte des propriétés et des procédés de fabrication du matériel magnétique facilitèrent dans une large mesure ce progrès, et c'est principalement de ce côté-là qu'on doit attendre encore de nouveaux perfectionnements. Dans l'appareil enregistreur Lorenz, le son est fixé sur un ruban d'acier de 3 mm de largeur et de 0,08 mm d'épaisseur. Le ruban passe à la vitesse de 1,5 m par seconde entre les divers pôles magnétiques qui ont pour mission d'effacer, d'enregistrer et de reproduire le son. Sur un des tambours se trouvent 3 km de ruban, ce qui permet d'enregistrer une production d'une demi-heure. La fig. 9 donne une vue d'ensemble de l'appareil.

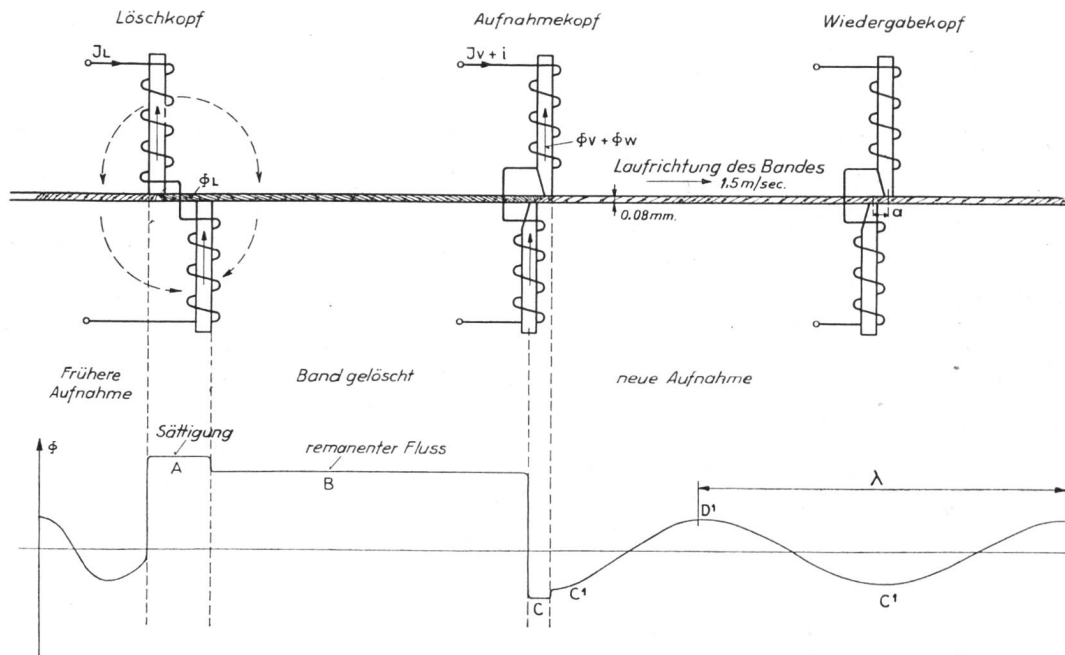


Fig. 1. Vorgang der Löschung und Aufnahme. — Effacement et enregistrement.

Legende:

Löschkopf. — Noyau d'effacement.

Aufnahmekopf. — Noyau d'enregistrement.

Wiedergabekopf. — Noyau de reproduction.

Laufrichtung des Bandes. — Direction du déplacement de la bande.

Frühere Aufnahme. — Enregistrement antérieur.

Band gelöscht. — Ruban effacé.

Neue Aufnahme. — Nouvel enregistrement.

Sättigung. — Saturation.

Remanenter Fluss. — Flux rémanent.

Die magnetischen Vorgänge bei der Aufnahme sollen anhand der Abbildungen 1 und 2 kurz erläutert werden. Die Abbildung 1 zeigt das Band und die Köpfe (Spulen mit Polkernen) in stark vergrößertem Maßstab. Die magnetische Flussrichtung ist durch Pfeile und die Grösse des Flusses durch die Liniendichte im Band angedeutet. Darunter ist der Klarheit wegen der Fluss im Band in Abhängigkeit des Ortes in einem rechtwinkligen Koordinatensystem aufgetragen. Die Buchstaben entsprechen den gleichen Buchstaben in der Hysteresiskurve des Stahlbandes, wie sie in Abb. 2 dargestellt ist. Bevor das Band durch den Löschkopf läuft, ist seine Magnetisierung durch eine frühere Aufnahme bestimmt oder auch in irgendeinem Zustand. Durch starke Magnetisierung durch den Löschstrom  $I_L$  wird der magnetische Zustand des Bandes eindeutig, es wird gesättigt (Punkt A in Abb. 2). Beim Verlassen des Löschkopfes nimmt der Fluss ab auf die Remanenz (verbleibender Fluss bei Wegnahme der Magnetisierung), Punkt B. Erst jetzt kann eine neue Aufnahme aufgeprägt werden, was mit dem Aufnahmekopf geschieht. Um nicht-lineare Verzerrungen zu vermeiden, muss ein geradliniges Stück der Hysteresiskurve angesteuert werden. Dies wird durch eine dem Löschvorgang entgegengesetzte konstante Vormagnetisierung durch den Strom  $I_v$  erreicht, dem der Wechselstrom  $i$  überlagert wird. Zwischen den Polen des Aufnahmekopfes schwankt der magnetische Zustand des Bandes zwischen den Punkten C und D der Hysteresiskurve. Nach dem Verlassen des Aufnahmekopfes stellt sich der remanente Fluss ein, der zwischen C' und D' je nach örtlicher Lage im Band

Les fig. 1 et 2 permettent d'expliquer brièvement comment se fait l'enregistrement. La fig. 1 montre le ruban et les noyaux fortement agrandis. La direction du flux magnétique dans le ruban est indi-

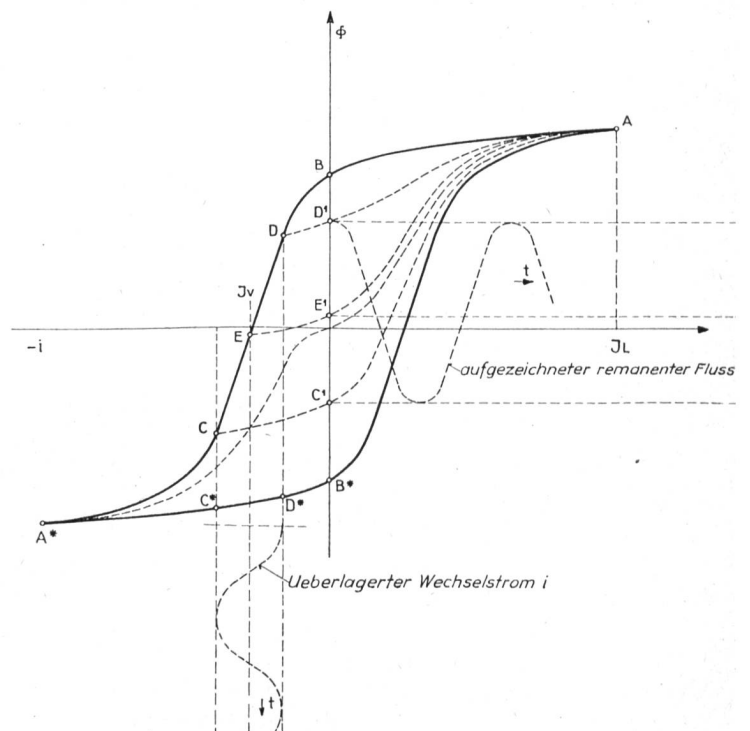


Fig. 2. Hysteresiskurve. — Courbe d'hysteresis.

Legende:

Aufgezeichneter remanenter Fluss. — Flux rémanent enregistré.

Ueberlagerter Wechselstrom. — Courant alternatif superposé.

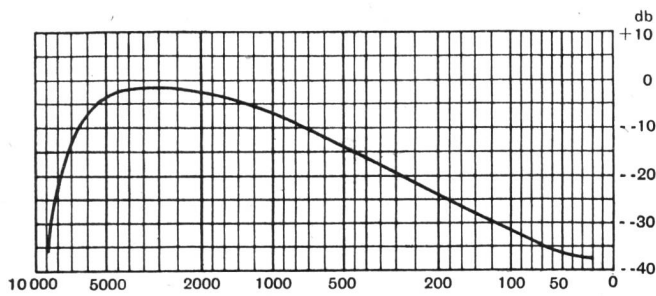


Fig. 3. Frequenzgang der Wiedergabespannung bei konstantem Strom im Aufnahmekopf.  
Caractéristique de fréquences de la tension de reproduction, avec un courant constant dans les noyaux d'enregistrement.

variiert. Der aufgezeichnete Fluss ist dem der Vormagnetisierung  $I_v$  überlagerten Wechselstrom  $i$  proportional.

Bei der Wiedergabe tasten die Kerne verschiedene magnetische Potentiale ab. Ist der magnetisch wirksame Abstand  $a$  klein gegen die Wellenlänge  $\lambda$  der magnetischen Tonaufzeichnung, so gilt für die induzierte Spannung im Wiedergabekopf

$$e \propto \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

Nehmen wir an, dass  $\phi \propto i = i_0 \sin \omega t$  aufgezeichnet sei, wobei  $i_0$  unabhängig von der Kreisfrequenz  $\omega$ , so ist:  $e \propto \omega \cdot \cos \omega t$ . (1).

Da aber der Aufnahmepalt und auch der Wiedergabepalt nicht unendlich klein sein können, werden die hohen Frequenzen beim Aufzeichnen und bei der Wiedergabe benachteiligt. Der genaue Ausdruck für  $e$  sei hier ohne Beweis angegeben

quée par des flèches et la grandeur de ce flux par la densité des lignes. Pour plus de clarté, on a représenté, au-dessous, le flux dans le ruban par un système de coordonnées rectangulaires. Les lettres correspondent aux lettres indiquées sur la fig. 2, qui montre la courbe d'hysteresis du ruban d'acier. Le ruban, avant de passer entre les noyaux d'effacement, doit déjà avoir le degré d'aimantation déterminé par un enregistrement précédent ou un degré d'aimantation quelconque. La forte aimantation produite par le courant d'effacement  $I_L$  met le ruban dans un état magnétique bien défini en le saturant magnétiquement (point A de la fig. 2). A la sortie des noyaux d'effacement, le flux tombe au niveau du magnétisme rémanent (point B). C'est à ce moment-là seulement qu'on peut faire un nouvel enregistrement, à l'aide des noyaux d'enregistrement. Pour éviter des distorsions non-linéaires, la modulation doit s'effectuer sur une partie rectiligne de la courbe d'hysteresis. A cet effet, on utilise un courant  $I_v$  qui engendre un flux opposé à celui engendré par l'effacement, et auquel est superposé le courant alternatif  $i$ . Dans l'entrefer des noyaux d'enregistrement, l'état magnétique du ruban oscille entre les points C et D de la courbe d'hysteresis. En quittant les noyaux d'enregistrement, le flux rémanent prend une valeur entre les points C' et D', qui dépend de la position du point considéré sur le ruban. Le flux ainsi enregistré est proportionnel au courant alternatif  $i$  superposé au courant  $I_v$ .

A la reproduction, les noyaux touchent différents potentiels magnétiques. Si le chemin magnétique efficace „a“ est petit par rapport à la longueur d'onde  $\lambda$  de l'enregistrement magnétique, la tension induite dans les noyaux de reproduction sera

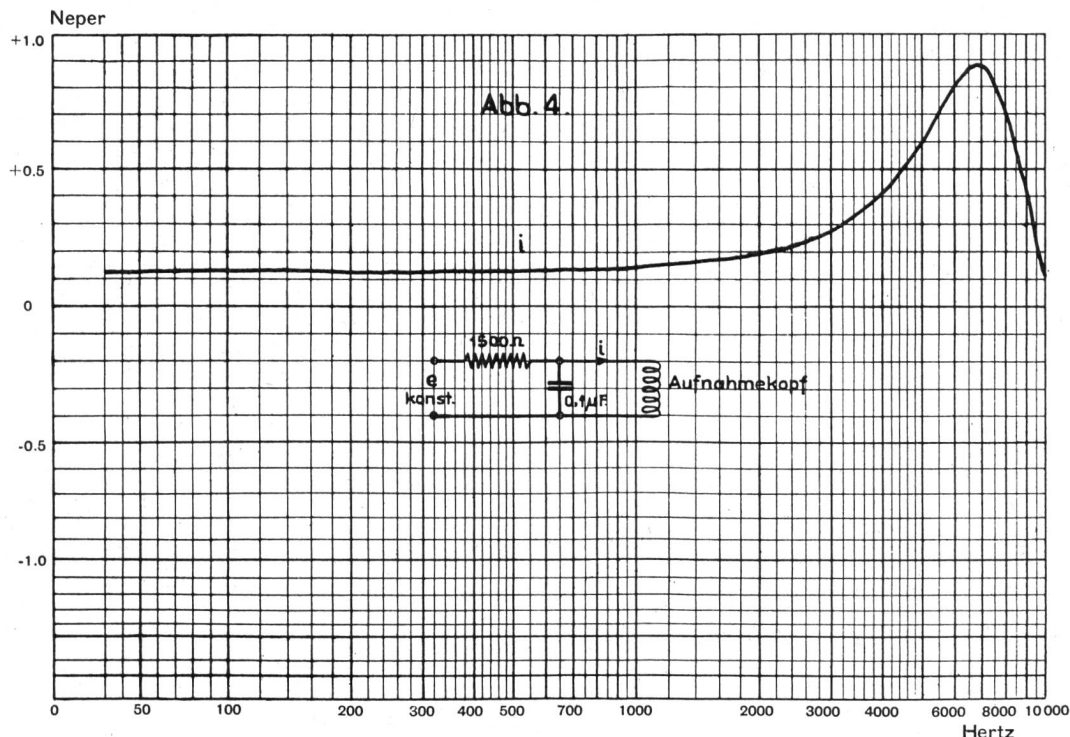


Fig. 4. Strom im Aufnahmekopf in Abhängigkeit der Frequenz bei konstanter Eingangsspannung.  
Courants dans les noyaux d'enregistrement, en fonction de la fréquence, avec une tension d'entrée constante.  
Legende: Aufnahmekopf. — Noyau d'enregistrement.

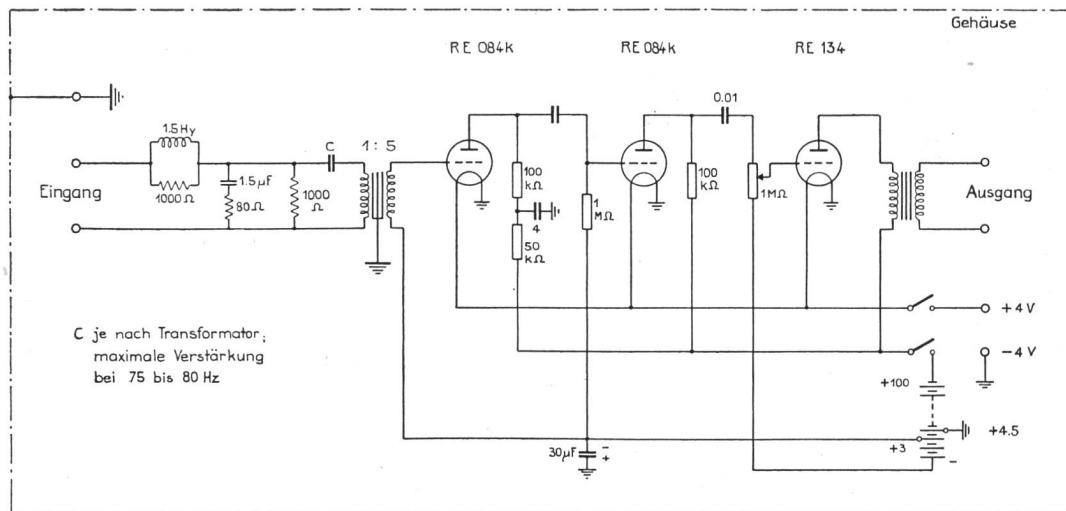


Fig. 5. Schema des Wiedergabeverstärkers. — Schéma de l'amplificateur de reproduction.

Legende:

Gehäuse. — Bâti. Eingang. — Entrée. Ausgang. — Sortie.  
Je nach Transformator; maximale Verstärkung bei 75 bis 80 Hz. — Suivant le transformateur, gain maximum de 75 à 80 p/s.

für eine ideale Aufnahme

$$e \text{ prop. } w \cdot \sin\left(\frac{a}{\lambda}\pi\right) \cdot \cos wt \quad (2)$$

Ist  $\lambda$  gerade gleich  $a$ , so wird  $\sin \frac{a}{\lambda}\pi$  gleich Null.

Es werden dann stets Stellen gleichen magnetischen Potentials von den beiden Polkernen berührt; es ist also auch  $e = 0$ . Dies ist aber nur bei geschlossenen Kernen der Fall. Bei offenen Kernen, wie sie in Abb. 1 dargestellt sind, spielt die Streuung eine grosse Rolle. Es gibt auch hier empfindliche Minima und Maxima, sobald  $\lambda$  gleich oder kleiner als der Polabstand  $a$  wird. Für die Praxis gilt, dass  $\lambda \geq 2$  bis 3 mal  $a$  sein soll. Wird als höchste noch gut zu übertragende Frequenz 5000 Hz angenommen, so ist die kleinste Wellenlänge  $\lambda$  bei einer Bandgeschwindigkeit von 1,5 m/sec = 0,3 mm. Der magnetisch wirksame Spalt muss also kleiner sein als 0,15 mm. Aus Gründen, die hier nicht erörtert werden sollen, ist der magnetisch wirksame Spalt immer kleiner als der tatsächlich vorhandene Spalt zwischen den Polkernen. Dieser kann bei der angegebenen Frequenzgrenze bis maximal 0,20 mm betragen. Der Frequenzgang ist also angenähert folgender:

Bei tiefen Frequenzen steigt die im Wiedergabekopf induzierte Spannung proportional mit der

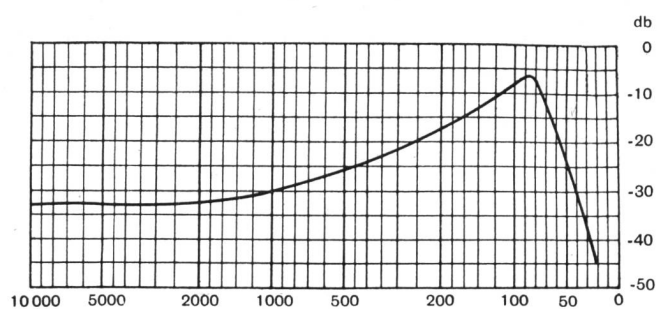


Fig. 6. Frequenzgang des Wiedergabeverstärkers.  
Caractéristique de fréquences de l'amplificateur de reproduction.

$$e \text{ prop. } \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

Supposons que  $\phi$  prop.  $i = i_0 \sin wt$  soit enregistré,  $i_0$  étant indépendant de la fréquence  $w$ ; on aura:  $e \text{ prop. } w \cdot \cos wt$  (1).

Mais comme l'entrefer ne peut être diminué indéfiniment ni à l'enregistrement ni à la reproduction, les hautes fréquences à l'enregistrement et à la reproduction en souffrent. L'expression exacte de „e“, dont nous ne donnons pas la justification, sera pour un enregistrement idéal:

$$e \text{ prop. } w \cdot \sin\left(\frac{a}{\lambda}\pi\right) \cdot \cos wt \quad (2).$$

Si  $\lambda$  est exactement égal à „a“, on aura  $\sin \frac{a}{\lambda}\pi$  égal à zéro. Mais comme les deux noyaux touchent constamment des endroits ayant le même potentiel magnétique, on a aussi  $e = 0$ . Cependant, ce cas ne se présente que lorsque les noyaux sont fermés. Lorsque les noyaux sont ouverts, tels que les représente la fig. 1, les fuites du flux jouent un grand rôle. On a aussi dans ce cas des minima et des maxima sensibles dès que  $\lambda$  est égal ou plus petit que l'entrefer des noyaux. En pratique, on admet  $\lambda \geq 2$  à 3 fois „a“. Si l'on admet que la fréquence la plus élevée pouvant encore être transmise dans de bonnes conditions est 5000 p/s, la plus petite longueur d'onde  $\lambda$ , pour une vitesse de 1,5 m/sec., sera 0,3 mm. Le chemin magnétique efficace doit donc être plus petit que 0,15 mm. Pour des raisons qu'il serait trop long d'énumérer, le chemin magnétique efficace est toujours plus petit que l'entrefer réel entre les noyaux. Celui-ci, pour la limite de fréquence donnée ne doit pas dépasser 0,20 mm. La caractéristique de fréquence est donc à peu près la suivante:

Avec les basses fréquences, la tension induite dans le pôle de reproduction croît proportionnellement à la fréquence [expression (1)]; avec les très basses fréquences, elle arrive même au carré [expression (2)]; atteint avec les fréquences moyennes 2000—3000 p/s

Frequenz an [(Ausdruck (1)], bei ganz tiefen sogar quadratisch nach Ausdruck (2), erreicht bei mittleren Frequenzen von 2000—3000 Hz ein Maximum und sinkt dann mit höhern Frequenzen immer rascher ab. Voraussetzung dabei ist, dass der Strom im Aufnahmekopf über das ganze Frequenzband konstant gehalten wird. Nur auf diese Weise erhält man eine gute Aussteuerung des Bandes und damit das grösste Verhältnis zwischen Nutz- und Geräuschspannung.

Die praktischen Verhältnisse ergeben einen Anstieg von den tiefen zu den mittleren Frequenzen nach einem Ausdruck, der zwischen (1) und (2) liegt und für die Lorenz-Maschine grob durch  $e \propto w^{1,3}$  angegeben werden kann. Dies hängt von der Breite der Polkerne, vom Spalt und der verschiedenen entmagnetisierenden Wirkung für verschieden grosse  $\lambda$  ab. Abb. 3 zeigt den Frequenzgang der Wiedergabespannung bei konstantem Strom im Aufnahmekopf. Da die Frequenzen über 3000 Hz stets mit kleinern Amplituden vorkommen, können sie bei der Aufnahme etwas bevorzugt werden. Abb. 4 zeigt diese Stromabhängigkeit von der Frequenz, wenn die Spannung am Eingang des Entzerrers konstant bleibt für alle Frequenzen.

Für eine befriedigende Reproduktion des Aufgenommenen muss der Wiedergabeverstärker einen Entzerrer enthalten, der den oben geschilderten Frequenzgang korrigieren kann. Das Schema dieses Verstärkers ist in Abb. 5 dargestellt; der Entzerrer liegt vor dem Eingangstransformator. Die Verstärkungscharakteristik des Verstärkers mit Entzerrer zeigt Abb. 6. Die totale Uebertragungscharakteristik der Stahlbandapparatur ist in Abb. 7 wiedergegeben, wobei zu bemerken ist, dass durch Verändern der Spaltbreite im Aufnahme- und Wiedergabekopf für die höhern Frequenzen wesentlich veränderte Charakteristiken aufgenommen werden können. Der

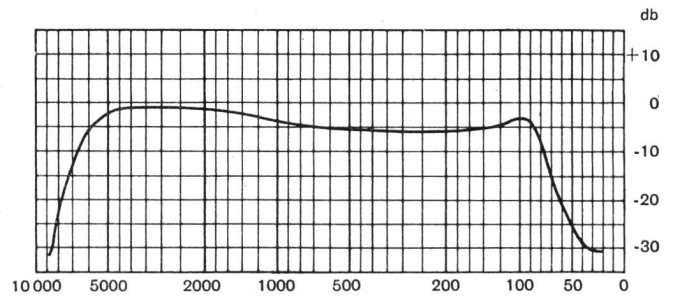


Fig. 7. Totale Frequenzcharakteristik.  
Caractéristique de fréquences totale.

un maximum, et descend ensuite toujours plus rapidement avec les hautes fréquences. Ceci à condition que le courant dans les noyaux d'enregistrement soit maintenu à un niveau constant pour toute la bande de fréquences. Ce n'est que de cette manière qu'on obtient une bonne modulation de la bande d'acier et en même temps le plus grand rapport entre la tension utile et la tension de bruit.

En pratique, on obtient, en passant des basses fréquences aux fréquences moyennes, une augmentation qui se trouve entre les deux valeurs (1) et (2) et qu'on peut sommairement indiquer par l'expression  $e \propto w^{1,3}$  pour l'enregistreur Lorenz. Cette augmentation dépend de la largeur des noyaux, de leur entrefer et des divers effets démagnétisants pour différentes valeurs de  $\lambda$ . La fig. 3 montre la caractéristique en fonction de la fréquence de la tension de reproduction pour un courant constant dans les noyaux d'enregistrement. Du fait que les fréquences dépassant 3000 p/s ont toujours de faibles amplitudes, on peut les avantager quelque peu à l'enregistrement. La fig. 4 montre la variation du courant pour la bande de fréquences lorsque la tension à l'entrée du correcteur reste constante pour toutes les fréquences.

Pour obtenir une reproduction convenable de ce qui a été enregistré, il faut que l'amplificateur de reproduction contienne un correcteur de distorsion qui corrige la valeur du courant en fonction des fréquences, comme décrit ci-dessus. La fig. 5 donne le schéma de l'amplificateur; le correcteur se trouve avant le transformateur d'entrée. Le gain de l'amplificateur avec correcteur est indiqué sur la fig. 6. La caractéristique de retransmission de l'appareil à ruban d'acier est donnée par la fig. 7; il convient toutefois de relever qu'en modifiant l'entrefer des noyaux d'enregistrement et des noyaux de reproduction, on peut obtenir des caractéristiques passablement différentes aux hautes fréquences. Lorsque l'appareil est bien réglé, la marge des fréquences peut s'étendre de 80 à 5500 p/s.

La bande de fréquences retransmise n'est cependant pas seule à jouer un rôle sur la qualité de la reproduction; deux autres facteurs interviennent: le bruit et la distorsion non-linéaire. Le bruit est provoqué par des irrégularités du ruban, par l'induction du secteur, etc. Cette dernière peut être combattue par des mesures appropriées. Pour réduire le bruit propre qui, à la sortie de l'amplificateur de reproduction, se répartit à peu près également sur toutes les fréquences, il n'y a pas d'autre moyen que de

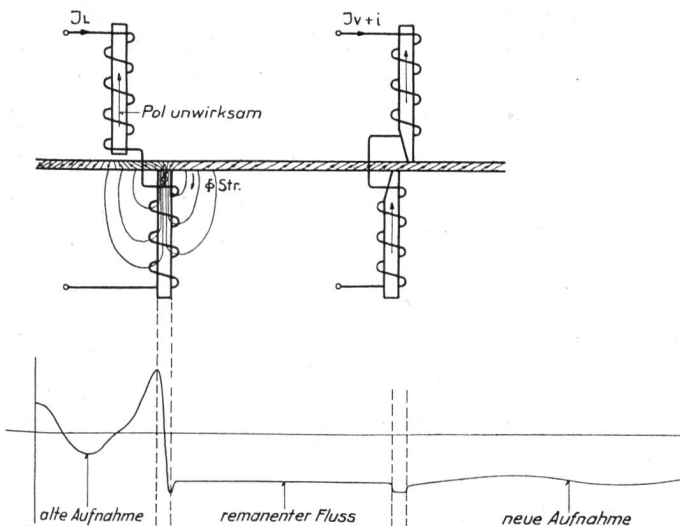


Fig. 8. Vorgang bei falschem Löschen. — Erreur d'effacement.

Legende:

Pol unwirksam. — Pôle inefficace.  
Alte Aufnahme. — Enregistrement antérieur.  
Remanenter Fluss. — Flux rémanent.  
Neue Aufnahme. — Nouvel enregistrement.

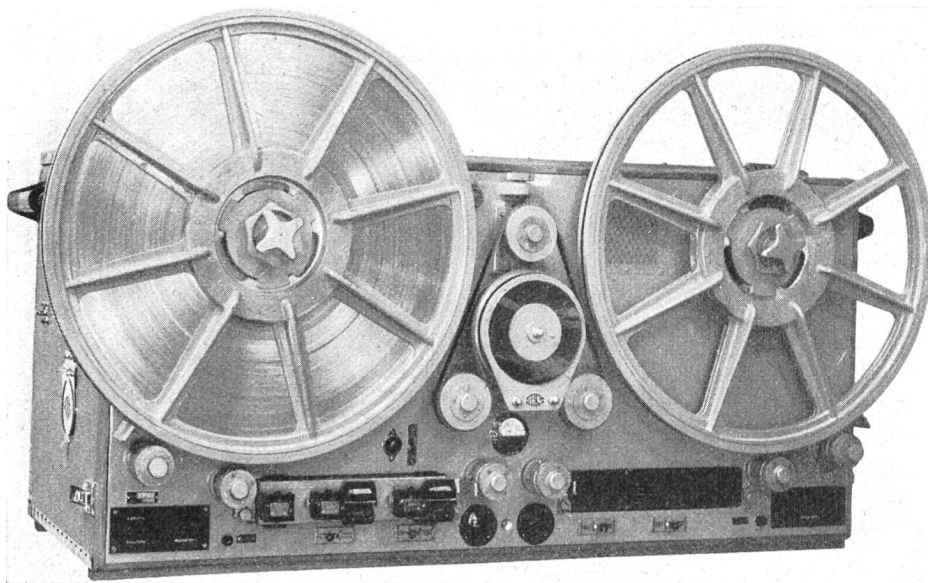


Fig. 9. Ansicht der Stahlbandmaschine der C. Lorenz A.-G., Berlin. — Enregistreur sur ruban d'acier Lorenz.

Frequenzumfang kann bei günstigster Einstellung 80 bis 5500 Hz betragen.

Massgebend für die Güte der Reproduktion ist aber nicht das übertragene Frequenzband allein; es treten zwei Faktoren dazu: das Geräusch und die nichtlinearen Verzerrungen. Das Geräusch entsteht durch Ungleichheiten im Band, durch Induktion vom Netz usf. Letztere kann durch geeignete Massnahmen klein gehalten werden. Eine Verminderung des Eigengeräusches, das am Ausgang des Wiedergabeverstärkers ziemlich gleichmässig über alle Frequenzen verteilt ist, lässt sich allein durch Materialverbesserung des Stahlbandes erreichen. Daher sorgt man vor allem für eine möglichst hohe Aussteuerung bei der Aufnahme, damit bei der Wiedergabe die Eigengeräusche zurücktreten. Der Aussteuerung sind aber nach oben Grenzen gesetzt, wie aus Abb. 2 leicht ersehen werden kann. Vergrössern wir die Amplitude des Wechselstromes, so rücken die Punkte C und D in das gekrümmte Gebiet, und der Fluss  $\Phi$  ist nicht mehr in jedem Augenblick proportional dem Strom. Es tritt nichtlineare Verzerrung auf, die schon bei kleiner Uebersteuerung stark wahrnehmbar wird. Das Verhältnis zwischen der maximalen Nutzspannung und der Geräuschspannung, genannt Aussteuerungsbereich, beträgt für ein gutes Stahlband nicht mehr als 50 bis 100:1. Der Klirrfaktor ist dabei ziemlich unabhängig von der Frequenz und kann für die grösste Nutzspannung zu etwa 7% angegeben werden. Die genannten Zahlen gelten nur dann, wenn dem Zustand der Polkerne dauernde Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die Kerne müssen auf ihrer ganzen Breite aufliegen, insbesondere der erste Kern des Löschmagnetes (links in Abb. 1). Wird dieser etwas abgehoben, so überwiegt der Einfluss des Streufeldes vom zweiten Kern den des Hauptflusses. Die Folge ist eine der richtigen entgegengesetzte Magnetisierung des Bandes und ein nachfolgendes Versagen der Aufnahme. Deshalb ist eine richtige einpolige Löschung der zweipoligen vorzuziehen. Der Vorgang ist in

choisir, pour les rubans, un meilleur acier. En conséquence, on s'efforce d'avoir la meilleure modulation possible lors de l'enregistrement pour diminuer le bruit propre lors de la reproduction. Mais la modulation a des limites supérieures, qu'on peut facilement constater sur la fig. 2. Si l'on augmente l'amplitude du courant alternatif, les points C et D se déplacent et pénètrent dans la partie incurvée; le flux  $\Phi$  n'est alors plus à chaque moment proportionnel au courant. On constate une certaine distorsion non-linéaire, qui se fait déjà très fortement sentir avec une petite surmodulation. Le rapport entre la tension utile maximum et la tension de bruit, appelé capacité de modulation, ne dépasse pas pour un bon ruban d'acier 50 à 100:1. Le coefficient de distorsion non-linéaire est à peu près indépendant de la fréquence et peut être évalué à environ 7% pour la plus grande tension utile. Ces chiffres n'ont de valeur que si l'on surveille constamment l'état des noyaux. Les noyaux doivent appuyer sur toute leur largeur, en particulier le premier noyau du dispositif d'effacement (fig. 1 à gauche). Si on l'élève un peu, l'influence du flux de fuite du deuxième noyau domine le flux principal. Le ruban s'aimante alors dans le sens opposé au sens voulu et l'enregistrement ne se fait pas. C'est pourquoi l'on doit préférer l'effacement précis par un seul noyau à l'effacement par deux noyaux. Le procédé ressort clairement de la fig. 8. Le tronçon A\* B\* de la courbe d'hysteresis (fig. 2) serait modulé pendant l'enregistrement, soit, avec le courant  $i$ , entre C\* D\*. Lorsque le ruban quitte les noyaux d'enregistrement, le nouvel enregistrement est très faiblement imprimé et accusé de la distorsion.

L'enregistreur à ruban d'acier Lorenz est construit de manière à former un coffre; il est par conséquent transportable (fig. 9). Cependant, il nécessite, entre autres accessoires, une source de courant triphasé, une batterie d'accumulateurs de 4 V, un amplificateur de reproduction (fig. 10). Si un enregistrement dure plus d'une demi-heure, et qu'il ne doit pas y avoir d'interruption, on doit, pendant qu'on change

Abb. 8 deutlich gemacht. Von der Hysteresiskurve (Abb. 2) würde der Ast zwischen  $A^* B^*$  während der Aufnahme ausgesteuert, beim Strom  $i$  also  $C^* D^*$ . Nach dem Verlassen des Aufnahmekopfes ist die neue Aufnahme nur ganz schwach und verzerrt aufgeprägt.

Die Stahlbandapparatur der Lorenz A.-G. ist in Kofferform gebaut und deswegen transportabel (Abb. 9). Immerhin benötigt sie eine Drehstromquelle, eine 4 V Akkumulatorenbatterie, einen Wiedergabeverstärker (Abb. 10) und anderes mehr. Soll eine Aufnahme mehr als eine halbe Stunde dauern, so muss während des Spulenwechsels eine Platte geschnitten werden, wenn keine Pause eintreten soll. Dies vereinfacht die Bedienung natürlich nicht. Aus den genannten Gründen wurden in neuerer Zeit Verbesserungen gesucht. In Amerika soll es C. N. Hickman <sup>3)</sup> gelungen sein, durch Verkleinern des Abstandes  $a$  auf Null bei allen Köpfen und Verwendung eines noch dünnern und schmäleren Bandes aus Spezialmaterial bei einer Bandgeschwindigkeit von 0,5 m/sec einen Frequenzumfang von 80 bis 8000 Hz und einen Aussteuerbereich von 80:1 zu erhalten. Eine Spule für eine Spieldauer von 30 Minuten hätte bloss einen Durchmesser von ca. 25 cm gegen 60 cm bei der Lorenzmaschine. Auf anderer Grundlage ist es der A. E. G. in Zusammenarbeit mit der J. G. Farbenindustrie gelungen, ihr Magnetongerät rundfunkreif zu entwickeln.<sup>4)</sup> Nach Angaben von Dr. v. Braunnmühl von der Reichsrundfunkgesellschaft in Berlin überträgt das Gerät ein Frequenzband von 30 bis 5000 Hz bei einem Aussteuerungsbereich von 40 db (1:100). Der Tonträger ist ein 6,5 mm breites Filmband, das mit einer Emulsion bedeckt ist. Die Emulsion enthält ein sehr fein verteiltes spezielles magnetisches Material. Die Geschwindigkeit des Bandes ist 1 m/sec., die Spieldauer einer Spule soll 15 Minuten betragen. Als Tonköpfe werden geschlossene Köpfe mit einem bestimmten Luftspalt, über den der Film gleitet, verwendet. Die Vorteile gegenüber dem Stahlband sind: Viel kleineres Gewicht der Gesamtapparatur; keine Abnutzung, daher geringster Unterhalt; das Zerschneiden und Zusammensetzen (Kleben) ist leicht und rasch zu vollziehen, und nicht zuletzt ist der viel geringere Preis des Aufnahmемaterials (Film gegen Stahlband) sowie der Gesamtapparatur zu erwähnen.

#### Zusammenfassung:

Es wird das Prinzip der magnetischen Tonaufzeichnung auf Stahlband beschrieben bei besonderer Berücksichtigung der Lorenzmaschine. Der Frequenzgang bei zweckmässiger Entzerrung ist 80 bis 5500 Hz, der Aussteuerungsbereich 50 bis 100:1. Es wird ferner auf weitere Entwicklungen der magnetischen Schallaufzeichnung hingewiesen.

Vorteile der Maschine: Lange Spieldauer, Unempfindlichkeit gegen mechanische Erschütterungen.

Nachteile der Maschine: Etwas heikle Ueberwachung, häufiges Reinigen und Auswechseln der Polkerne, umständliches Zusammensetzen (Löten) der Bänder, Rückspulen vor der Wiedergabe.

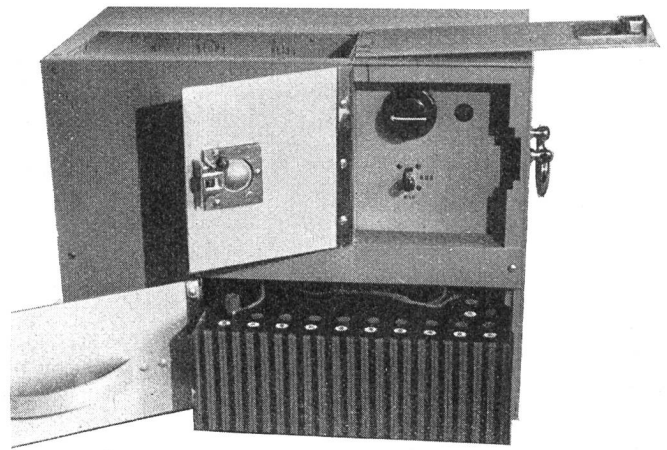


Fig. 10. Ansicht des Wiedergabeverstärkers.  
Amplificateur de reproduction.

les tambours, enregistrer sur une plaque. Cela ne facilite naturellement pas les manipulations. On a donc, ces derniers temps, cherché à apporter à cet appareil des améliorations. En Amérique, C. N. Hickman aurait réussi, en diminuant le parcours „a“ jusqu'à zéro à tous les noyaux et en utilisant un ruban de matière spéciale, encore plus mince et plus étroit, à obtenir, pour une vitesse de 0,5 m/sec., une bande de fréquences de 80 à 8000 p/s et une capacité de modulation de 80:1. Un tambour suffisant pour un enregistrement d'une demi-heure n'aurait qu'un diamètre de 25 cm au lieu de 60 cm. De son côté, l'A. E. G., en collaboration avec la J. G. Farbenindustrie, a réussi, sur une autre base, à adapter son enregistreur magnétique aux besoins de la radio. D'après les données du Dr von Braunnmühl de la société de radiodiffusion du Reich à Berlin, cet appareil transmet une bande de fréquences de 30 à 5000 p/s avec une capacité de modulation de 40 db (1:100). Le son est enregistré sur un film de 6,5 mm de largeur, recouvert d'une émulsion. Cette émulsion contient une matière magnétique spéciale étendue en couche très mince. La vitesse du ruban est de 1 m/sec. et la durée d'un tambour de 15 minutes. Les noyaux utilisés sont des noyaux fermés, avec un certain entrefer, par dessus lequel le film glisse. Le film présente sur le ruban d'acier les avantages suivants: l'appareil dans son ensemble est beaucoup plus léger; aucune usure, donc peu d'entretien; le coupage et le collage se font facilement et rapidement; enfin, et ce n'est pas le moindre des avantages, le matériel d'enregistrement (film au lieu de ruban d'acier) ainsi que l'appareil sont bien meilleur marché.

#### Résumé:

Nous avons décrit le principe de l'enregistrement magnétique des sons sur ruban d'acier en étudiant spécialement l'appareil Lorenz, qui permet d'obtenir, avec une distorsion normale, une caractéristique de fréquences de 80 à 5500 p/s et une capacité de modulation de 50 à 100:1. Nous parlons également du développement futur de l'enregistrement magnétique des sons.

Avantages de l'appareil: permet des enregistrements de longue durée; est insensible aux secousses mécaniques.

**Literatur. — Bibliographie.**

1. E. Meyer und E. Schüller: Magnetische Schallaufzeichnung auf Stahlbänder. Zeitschr. f. tech. Phys. 1932, S. 593.
2. Ernst Hormann: Zur Theorie der magnetischen Schallaufzeichnung, ENT 1932, S. 388.
3. C. N. Hickmann: Sound Recording on Magnetic Tape, Bell Syst. Techn. Journ. 1937, S. 165.
4. Heinz Lübeck: Magnetische Schallaufzeichnung mit Filmen und Ringköpfen, Akust. Z. 1937, S. 273.

## Schwebeladung von Akkumulatoren-Batterien.

621.356  
621.395.668

Der langjährige Betrieb mit den bisherigen, automatisch wirkenden Ladeeinrichtungen, bei welchen die Starkladungen je nach Ausführungsart der Einrichtung mittelst Zeitschaltern oder Ampèrestunden-Zählern einmal oder mehrmals täglich eingeleitet werden, haben gezeigt, dass der Verschleiss der Batterien in den meisten Fällen rasch vor sich geht. Da die positiven Akkumulatorenplatten in der Regel nach 1500—2000 Starkladungen — d. h. Ladungen, bei denen sich gegen das Ende rege Gasentwicklung zeigt — ausgebraucht sind, wird ihre Lebensdauer bei solchen täglichen Ladungen nur 4—5 Jahre betragen.

Man kann diese Erscheinung bei den meisten Batterien nach Ablauf der erwähnten Zeit praktisch bestätigt finden. Als direkte Folge der Plattenabnutzung tritt die bekannte Schlammabsetzung auf den Gefässböden in Erscheinung. Bei unzuverlässigen Ladungen, die wegen unrichtiger Einstellung der Spannungsrelais oder Zeitschalter auftreten, können ausserdem noch täglich wiederkehrende Ueberladungen mit lang andauernder Gasentwicklung vorkommen, die zu einer weiteren Verkürzung der Lebensdauer der Batterien beitragen. Die rasch aufeinanderfolgenden Ladungen und Entladungen bewirken nicht selten Verkrümmungen der positiven Platten.

Um die Starkladungen in grösseren Zeitabständen vornehmen zu können, gibt es zwei Mittel: die Verwendung einer Batterie, deren Kapazität mehrere Tage ohne Zwischenladung ausreicht, oder aber das „Strecken“ der Batterie durch die sogenannte Schwebeladung. Die zweite Lösung ist die billigere und rationellere und wird seit einiger Zeit bei der Telefonverwaltung in den drei folgenden Varianten in Anwendung gebracht:

1. Die Schwebeladung mit Kleinselengleichrichtern, bei welcher der tägliche Strombedarf einer Telefonanlage durch eine dauernde schwache Ladung gedeckt wird, ist die einfachste Lösung. Der Betrieb mit solchen „Schwebeladern“ (Fig. 2), die eine ziemlich steile Charakteristik aufweisen, d. h. bei höherer Batteriespannung einen kleinen und bei niedriger Batteriespannung einen grösseren Strom abgeben, genügt für kleinere Teilnehmeranlagen, deren Stromkonsum nicht mehr als zirka 40% über oder unter dem Durchschnittswert des täglichen Stromverbrauches schwankt.

Heute sind über 200 mit Schwebeladern ausgerüstete Anlagen bis zu 50 Zweiganschüssen in Betrieb; sie geben nur in sehr seltenen Fällen zu Stö-

Désavantages de l'appareil: surveillance quelque peu délicate, fréquents nettoyages et remplacements des noyaux, raccords (soudure) compliqués des rubans, obligation d'enrouler à nouveau le ruban avant la reproduction.

## La charge flottante des batteries d'accumulateurs.

621.356  
621.395.668

L'exploitation durant plusieurs années des installations de charge actuelles qui provoquent automatiquement des charges poussées, une ou plusieurs fois par jour, soit au moyen de minuteriers soit au moyen d'ampèreheuresmètres, suivant leur genre de construction, a fait constater que, dans la plupart des cas, les batteries se détérioraient rapidement. Du fait que les plaques positives des accumulateurs sont généralement épuisées après 1500 à 2000 charges poussées, c'est-à-dire des charges à la fin desquelles on constate un fort dégagement gazeux, la vie des plaques chargées chaque jour de cette manière ne dépasse guère 4 à 5 ans.

On peut, après cette période de temps, constater ce phénomène dans presque toutes les batteries. L'usure des plaques a comme conséquence directe la formation de dépôts de boue au fond des bacs. En outre, lorsque le relais de tension ou la minuterie sont mal réglés, il peut se produire chaque jour des surcharges avec dégagements gazeux prolongés qui raccourcissent encore la vie des batteries. D'autre part, la succession rapide des charges et décharges provoque quelquefois une déformation des plaques positives.

Pour ménager un plus grand espace de temps entre les charges poussées, on dispose de deux moyens: utiliser une batterie dont la capacité suffise pendant plusieurs jours sans nécessiter de charges complémentaires ou bien „étendre“ cette capacité par ce qu'on appelle une charge flottante. Ce deuxième moyen est le plus avantageux et le plus rationnel; il est appliqué depuis quelque temps dans l'administration des téléphones sous les trois formes suivantes:

1° La charge flottante au moyen de petits redresseurs au sélénium, qui consiste à couvrir les besoins journaliers d'une installation téléphonique par une faible charge continue, est la solution la plus simple. L'emploi de ce genre de „chargeurs“ (fig. 2), qui présentent des caractéristiques assez prononcées, c'est-à-dire qui fournissent un faible courant lorsque la tension de la batterie est élevée et un plus fort courant lorsque cette tension est basse, convient pour les petites installations d'abonnés dont la consommation de courant n'accuse pas des variations supérieures à 40% environ au-dessus ou au-dessous de la consommation journalière moyenne.

Plus de 200 installations comptant jusqu'à 50 embranchements et équipées de dispositifs de charge de ce genre sont actuellement en exploitation; les dérangements constatés sont excessivement rares.