Le développement des amplificateurs radiophoniques en Suisse depuis 1930

Autor(en): **Jacot, H.**

Objekttyp: **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): **17 (1939)**

Heft 3

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873389

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Im ganzen darf das Resultat der europäischen Rundspruchkonferenz von Montreux als günstig bezeichnet werden; günstiger (theoretisch wenigstens) als dasjenige von Luzern, indem sich eine grössere Anzahl Länder zur Anwendung der neuen Wellenverteilung verpflichtet hat. *E.M.*

En résumé, on peut dire que la conférence de radiodiffusion de Montreux a abouti à un résultat favorable, plus favorable (du moins théoriquement) que celui de Lucerne puisqu'un plus grand nombre de pays se sont engagés à appliquer la nouvelle répartition des fréquences. *E.M.*

Le développement des amplificateurs radiophoniques en Suisse depuis 1930.

H. Jacot.

CD 621.395.645.1

Lorsqu'en 1930 on mit en service les premières baies d'amplificateurs radiophoniques pour la retransmission des programmes des studios de Bâle, Berne, Zurich, Lausanne et Genève aux émetteurs nationaux de Beromünster et Sottens et aux émetteurs régionaux de Bâle, Berne et Genève, on ne se doutait guère de l'importance et du développement que prendrait très rapidement ce service. Grâce à l'introduction de la diffusion des programmes par fil (télédiffusion), deux réseaux radiophoniques devinrent très vite indispensables dans toute la Suisse. A son tour, l'introduction d'un 3e et d'un 4e programme de télédiffusion nécessita de nouvelles extensions des équipements radiophoniques des stations de répéteurs. Un de ces réseaux, le 4e, était spécialement réservé aux transmissions internationales en transit; il fut constitué, par conséquent, des circuits de meilleure qualité. C'est ainsi qu'à chaque nouvelle extension on profita de moderniser les équipements en tenant compte des expériences faites et en les adaptant toujours mieux aux besoins de l'exploitation, afin d'arriver à une retransmission aussi parfaite que possible des programmes émis par les studios. La technique, entre chaque étape, avait fait des progrès, de sorte que les types des amplificateurs avaient changé, parfois seulement au point de vue montage, d'autres fois au point de vue circuit. Il fallut donc, à chaque nouvelle étape, procéder au regroupement des équipements de manière à n'avoir dans une même station de répéteurs que des amplificateurs radiophoniques d'un seul type interchangeables en tout temps, afin que l'interconnexion des programmes puisse se faire toujours facilement.

Pour le profane, ces regroupements peuvent paraître avoir été faits d'une manière tout à fait arbitraire, ce qui n'est pas le cas. En effet, le but que l'on poursuivait chaque fois consistait à doter les stations de répéteurs importantes (stations frontières ou stations nodales comme Berne, Lausanne et Olten) d'amplificateurs du dernier type amélioré. Lorsque la chose n'était pas toujours possible, on cherchait tout au moins à équiper un réseau entier avec des nouveaux amplificateurs, de manière à avoir un réseau spécial de meilleure qualité réservé aux retransmissions internationales (4e réseau par exemple). Un autre facteur important était de pouvoir réutiliser la plus grande quantité possible d'ancien matériel.

C'est ainsi que, d'étape en étape, on en est arrivé à l'état actuel du réseau qui, avec ses 5 programmes de télédiffusion, a un développement de 16 000 km de circuits musicaux alors qu'au début de 1931, lors de la mise en service des émetteurs nationaux de Beromünster et Sottens, nous n'avions tout au plus que 700 km de circuits musicaux.

Grâce aux expériences faites et aux caractéristiques toujours plus parfaites exigées, le type des

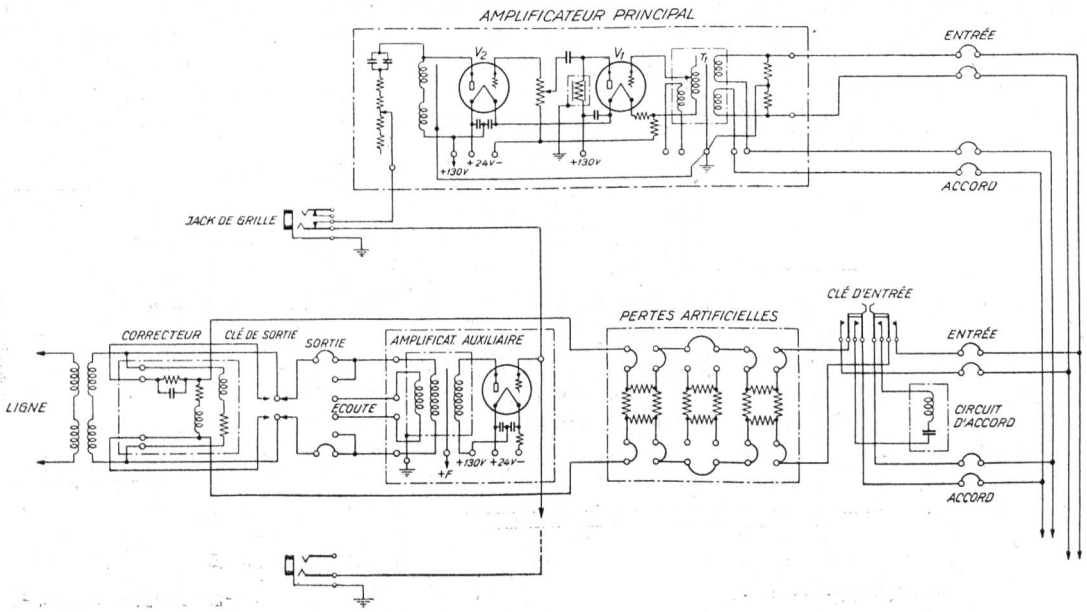

Fig. 1.

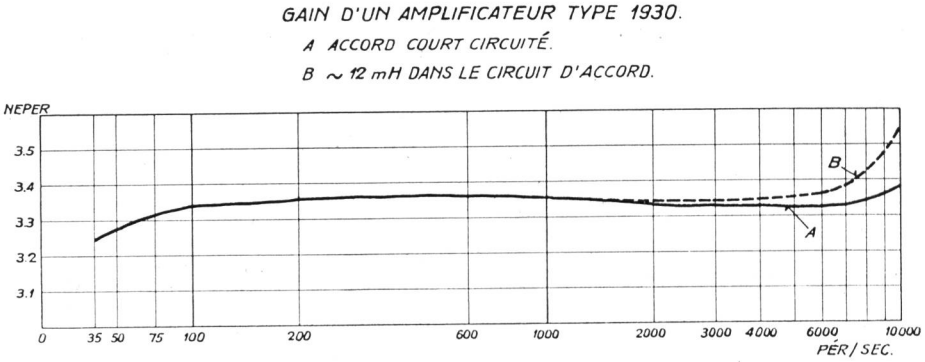

Fig. 2.

amplificateurs radiophoniques lui-même changea et c'est ainsi que, jusqu'à aujourd'hui, on peut compter 3 types d'amplificateurs, fournis par la Bell Telephone: le premier modèle (type „1930") qui subsiste encore dans les stations de répéteurs de moindre importance (Altdorf, Coire, Faido, Neuchâtel, Niederurnen, Martigny); le modèle „1932" qui était une amélioration du premier type et qui se trouve dans les stations plus importantes ou plus récentes (Berne, Genève, Lucerne, Olten, St-Gall et St-Moritz); enfin, le type „1938" basé sur des principes tout nouveaux et dont les premiers exemplaires furent mis en service au début de novembre 1938 à Zurich à l'occasion du transfert de la station de répéteurs dans un autre bâtiment, suivis quelques mois après par ceux qui furent installés à Bâle et Lugano lors de l'introduction du 5e programme de télédiffusion (Monte Ceneri et Italie).

Les premiers amplificateurs radiophoniques „type 1930" se composaient d'un amplificateur „principal" par programme et d'un certain nombre d'amplificateurs „auxiliaires" pour chaque ligne connectée à ce programme. La figure 1 donne les schémas de principe d'un amplificateur principal et d'un auxiliaire ainsi que la disposition d'un équipement de ligne.

L'amplificateur principal est un amplificateur à deux étages, dont le gain est réglable au moyen de prises au transformateur d'entrée T 1 (pas de 0.5 Nép.) et au moyen d'un potentiomètre (pas de 0.1 Nép.). L'impédance d'entrée est de 500 ohms. Au point milieu du transformateur d'entrée, on peut connecter une self variable, qui a pour effet d'augmenter le gain pour les fréquences supérieures (1000 à 8000 p. s.). Ce circuit est identique au circuit de contre-distorsion des répéteurs à 4 fils ordinaires. On compense ainsi l'atténuation grandissante du câble pour les fréquences élevées. Ce circuit appelé „circuit d'accord" est individuel à chaque ligne, c'est-à-dire qu'à chaque ligne connectée à un même amplificateur principal au moyen de la clé d'entrée correspond une valeur bien définie de la self déterminée lors des mesures d'égalisation. Les amplificateurs auxiliaires sont connectés par la grille de leur triode à la sortie de l'amplificateur principal et se composent essentiellement d'une triode et d'un transformateur de sortie. L'impédance de sortie est de 500 ohms. Au moyen de jacks, on a la possibilité de connecter une série d'amplificateurs auxiliaires d'un autre programme à un même amplificateur principal de manière que toutes les lignes retransmettent le même programme.

La caractéristique gain fréquence d'un amplificateur principal avec un auxiliaire est plate de 35 à 10 000 p. s. dans les limites de $\pm$ 0.1 Nép. lorsque le circuit d'accord est court-circuité. La figure 2 donne les caractéristiques d'un de ces amplificateurs avec circuit d'accord court-circuité et avec un circuit d'accord connecté. La distorsion non linéaire est de 2% à 50 p. s. et de 1% à 1000 p. s.

L'impédance de sortie de 500 ohms présentait de grands inconvénients pour les mesures et pour l'égalisation des circuits. En effet, pour toute la bande de fréquences à retransmettre, l'impédance du circuit n'est pas constante, de sorte que le niveau de tension

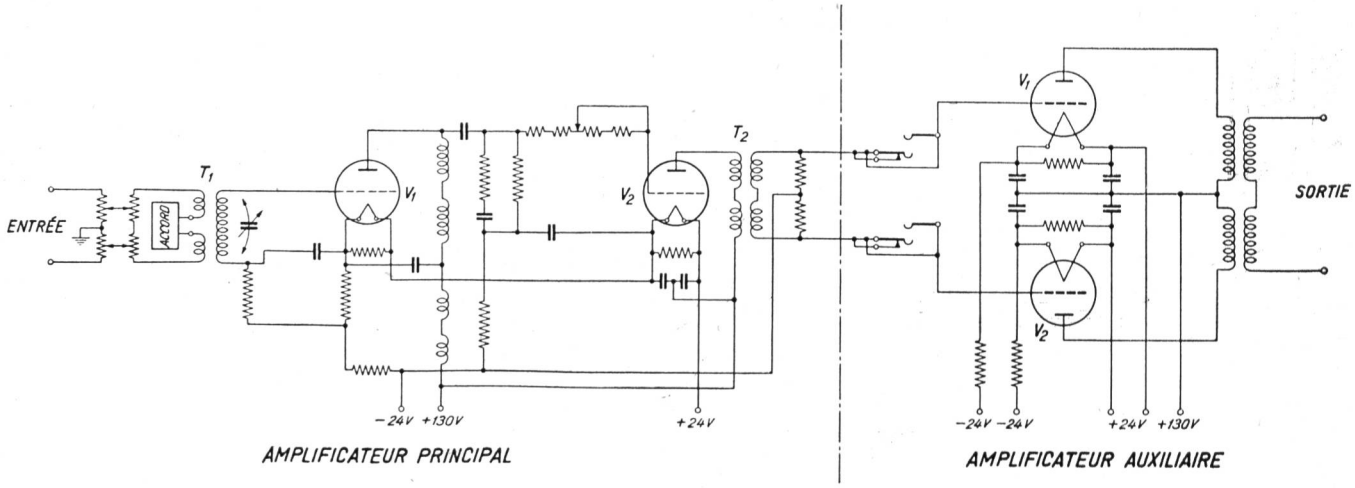

Fig. 3.

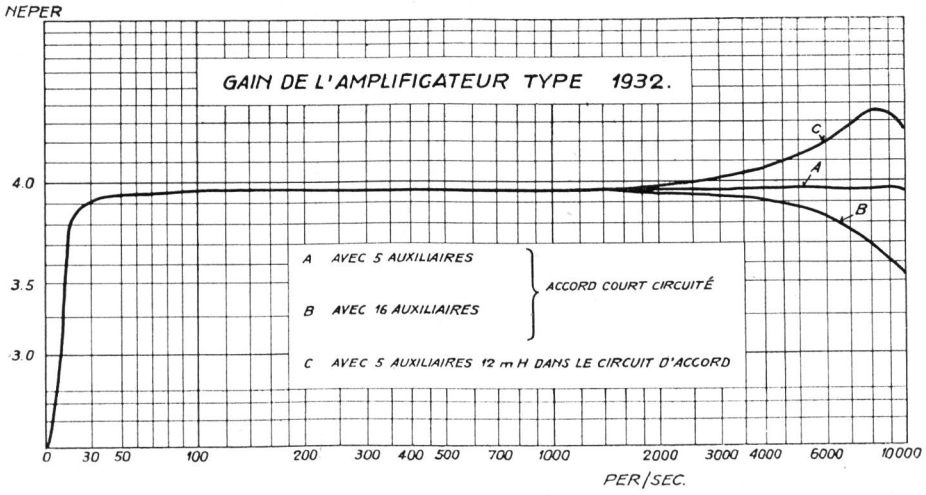

Fig. 4.

et le niveau de puissance sont différents l'un de l'autre. On remédia à cet inconvénient en connectant en parallèle au translateur des correcteurs d'impédance identiques à ceux dont on se sert pour les circuits à 4 fils et qui sont constitués d'une self et d'une résistance en série. Les correcteurs basse fréquence, qui égalisent les circuits pour la bande inférieure (35 à 1000 p. s.), sont connectés seulement à l'entrée du circuit (voir figure 1). Les pertes artificielles à impédance constante (500 ohms) sont également connectées à l'entrée du circuit. Elles sont ajustées suivant la longueur de la ligne de manière que les atténuations de toutes les lignes soient égales.

Afin de remédier en partie aux inconvénients rencontrés, on développa un nouveau type d'amplificateur radiophonique, le modèle „1932", dont les caractéristiques principales sont les suivantes. Impédance d'entrée: 500 ohms. Impédance de sortie des amplificateurs auxiliaires: 30 ohms. Gain de l'amplificateur principal variable soit en 10 pas de 0.1 Nép., soit d'une manière continue pour les derniers modèles livrés. Le gain maximum est d'environ 4.5 Nép. L'amplificateur principal est de nouveau un amplificateur à deux étages avec circuit d'accord se connectant au point milieu du transformateur d'entrée. Des résistances et des condensateurs variables dans le circuit de grille de la deuxième triode permettent d'ajuster la caractéristique gain fréquence de l'amplificateur de 35 à 10 000 p. s., de manière qu'avec le circuit d'accord court-circuité elle soit plate dans les limites de $\pm$ 0.05 Nép. Au secondaire du transformateur de sortie T 2 sont connectés les amplificateurs auxiliaires, qui se composent d'un étage d'amplification de deux triodes en push-pull (voir fig. 3). Les grilles de ces deux triodes sont connectées à l'amplificateur principal par l'intermédiaire de jacks permettant ainsi de brancher une série d'amplificateurs auxiliaires à un autre principal pour transmettre un même programme à des groupes différents de lignes. La connection des circuits d'accord individuels à chaque ligne ainsi que des pertes artificielles à impédance constante se fait d'une manière identique à celle décrite pour le modéle „1930". La figure 4 donne la caractéristique gain fréquence d'un de ces amplificateurs

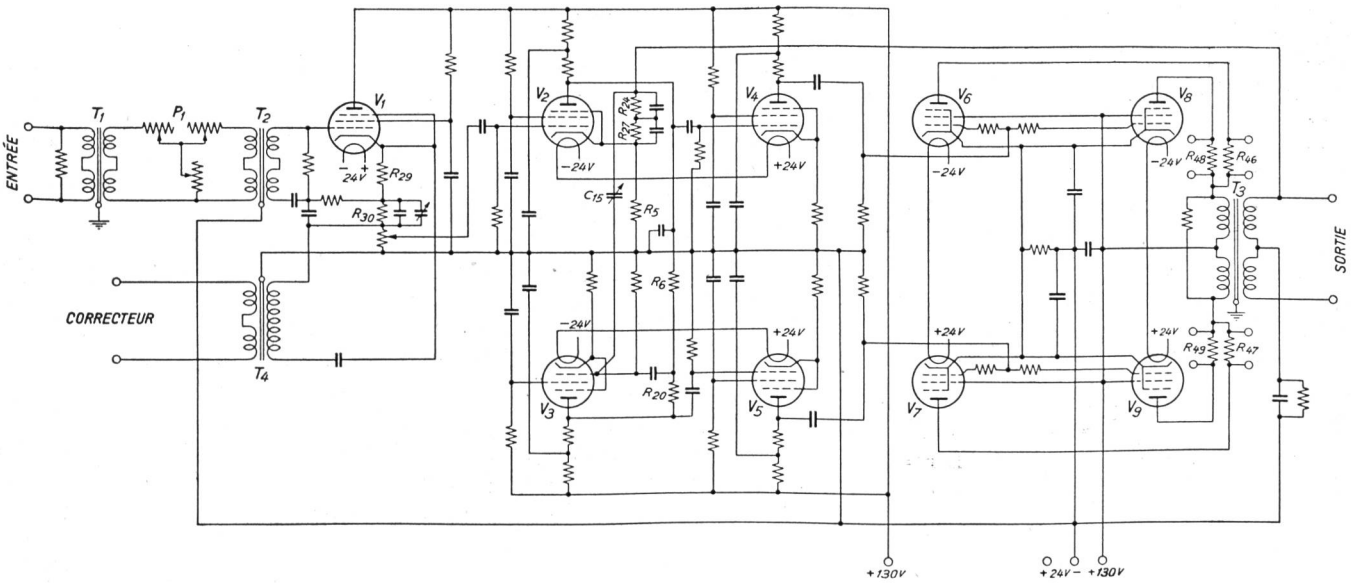

Fig. 5. Amplificateur radiophonique type 1938.

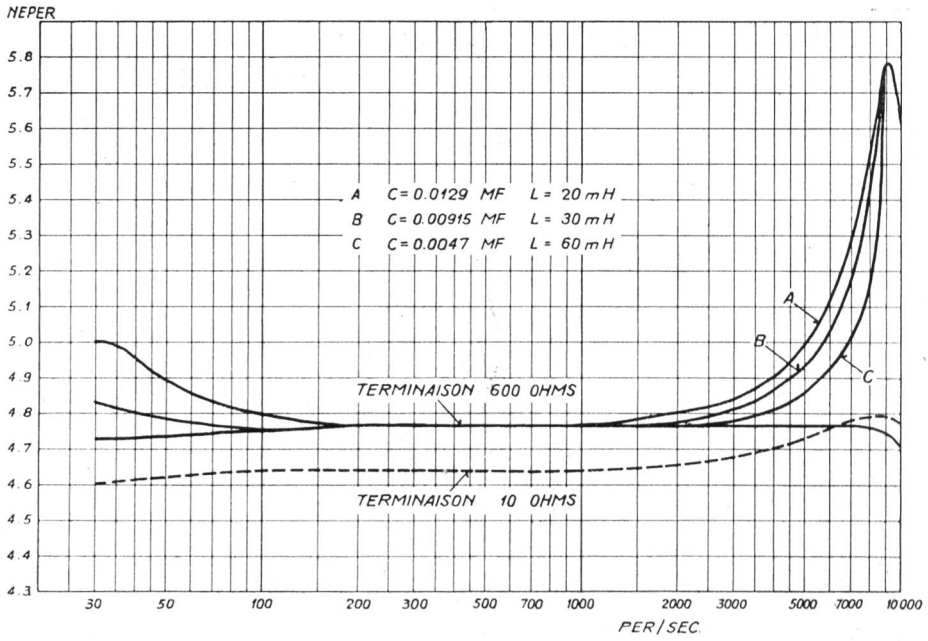

Fig. 6.

une fois avec le circuit d'accord court-circuité et 5 amplificateurs auxiliaires branchés sur le principal (courbe A) et, d'autre part, avec les 16 amplificateurs auxiliaires branchés au moyen de leur circuit de grille au principal (courbe B). On voit dans ce dernier cas l'influence qu'exerce la capacité des connexions de grille — assez longues suivant les cas — et qui a pour effet de faire tomber le gain aux hautes fréquences. La courbe C montre le gain de l'amplificateur avec un circuit d'accord donnant un maximum à 8500 p. s. Grâce à la basse impédance de sortie, non seulement les difficultés rencontrées dans les mesures et l'égalisation disparaissent et permettent de supprimer le correcteur d'impédance, mais il est possible aussi de connecter un certain nombre de circuits en parallèle à un même amplificateur auxiliaire, ce qui était devenu indispensable du fait du développement toujours plus grand du réseau de télédiffusion. La distorsion non linéaire pour une tension de sortie de 4.5 volts est pour 1000 p. s. inférieure à 1% mais, pour 50 p. s., elle était au début de 2 à 3 %. En remplaçant certains transformateurs par un type amélioré et en utilisant des triodes 4021-A (Standard) à la place des 4019-A dans l'amplificateur principal, on arriva également

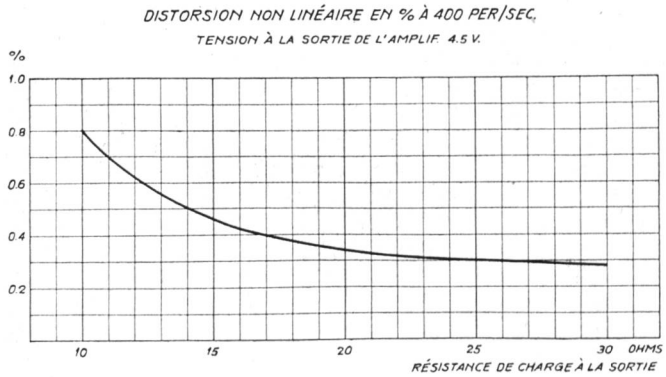

Fig. 7.

à réduire la distorsion non linéaire de manière qu'elle soit inférieure à 1% pour toute la bande de fréquences.

Le modèle 1932 a permis d'améliorer sensiblement la qualité des circuits radiophoniques. La bande de fréquences transmise est devenue meilleure en particulier pour les longs circuits, du fait de la plus grande régularité des caractéristiques gain fréquence des amplificateurs. Grâce aux 2 triodes en push-pull des amplificateurs auxiliaires, la marge de puissance transmise a augmenté en même temps que la distorsion non linéaire diminuait.

Comme la tendance était de réduire encore davantage la distorsion non linéaire en vue d'améliorer la qualité des transmissions internationales utilisant de longs circuits et que cela était impossible avec le modèle „1932", on chercha une nouvelle solution. C'est ainsi qu'on en arriva tout logiquement à appliquer la „contre-réaction" négative, qui a comme principale particularité de diminuer la distorsion non linéaire tout en diminuant également le bruit et surtout rendant le gain des amplificateurs construits sur ce principe tout à fait indépendant des variations des tensions d'alimentation. Le premier modèle étant prévu pour la station de Zurich où le nombre des lignes de télédiffusion directement branchées aux amplificateurs radiophoniques était sans cesse en augmentation, la question se posa si l'on voulait augmenter le nombre des amplificateurs auxiliaires, ou au contraire si, en diminuant encore davantage l'impédance de sortie, on arriverait à connecter un plus grand nombre de lignes en parallèle.

L'augmentation du nombre des amplificateurs auxiliaires n'allait pas sans inconvénients si on conservait le système d'interconnexion par la grille car, comme nous l'avons vu, plus ces connexions sont longues plus elles ont une mauvaise influence sur la caractéristique des amplificateurs. En outre, en conservant le système des amplificateurs principaux et des amplificateurs auxiliaires, la contre-réaction

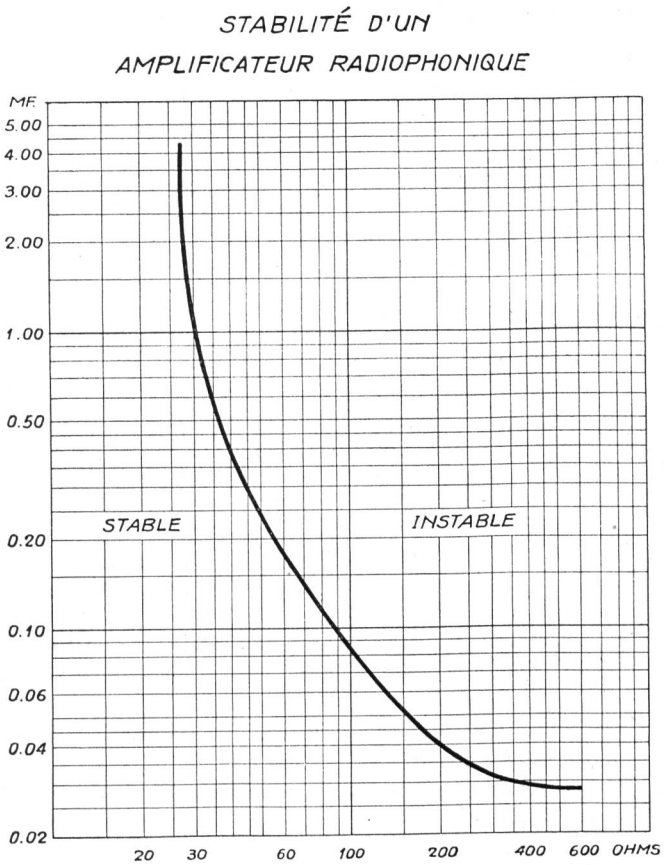

Fig. 8.

ne pouvait être appliquée qu'à chacun individuellement et l'effet final au point de vue de la diminution de la distorsion non linéaire n'est pas aussi efficace que si l'on a un seul amplificateur où la contre-réaction est appliquée à l'ensemble des étages. C'est pour ces raisons que l'on orienta le développement vers un seul amplificateur ayant une impédance de sortie assez basse de manière à pouvoir brancher sans inconvénient un nombre important de lignes. Le modèle „1938" (fig. 5) a donc les caractéristiques suivantes: Impédance d'entrée de 500 ohms. Impédance de sortie de 1 ohm. Gain maximum de 4.7 Nép. réglable d'une manière continue en pas de 0.1 Nép. au moyen d'un potentiomètre P 1 à l'entrée de l'amplificateur. La première lampe V_1 sert uniquement à augmenter le gain aux toutes basses fréquences (30 à 100 p. p. s.) et aux hautes fréquences (1000 à 10 000 p. p. s.) au moyen d'un circuit de contre-réaction spécial, constitué par les résistances R 29 et R 30. Le circuit correcteur spécial est connecté à ces résistances par l'intermédiaire du transformateur T 4 qui permet d'utiliser un correcteur à très basse impédance et qui, par conséquent, peut être situé assez loin de l'amplificateur sans danger de diaphonie ou d'autres perturbations. Ces correcteurs sont constitués par des combinaisons de self en série avec une capacité et une résistance. A chaque ligne en réception sont associés deux de ces circuits, l'un pour les basses fréquences, l'autre pour les hautes fréquences. L'amplificateur proprement dit est formé de deux étages à couplage par résistance, constitués par les lampes V 2 et V 4 dont la sortie est connectée en parallèle aux grilles des lampes V 6 et V 8. La lampe V 3 a pour fonction de renverser la phase et est connectée à V 2 par les résistances R 6 et R 20. La lampe V 5 est connectée à V 3 et sert au montage en push-pull. En effet, sa sortie est connectée aux lampes V 7 et V 9 en parallèle. Les lampes V 6, V 7, V 8 et V 9 constituent une combinaison push-pull en parallèle, et leur sortie est connectée au primaire du transformateur de sortie T 3. La tension de contre-réaction est dérivée de l'une des moitiés de l'enroulement secondaire de ce transformateur — dont le point milieu est connecté à — 24 V, — et est appliquée à la cathode

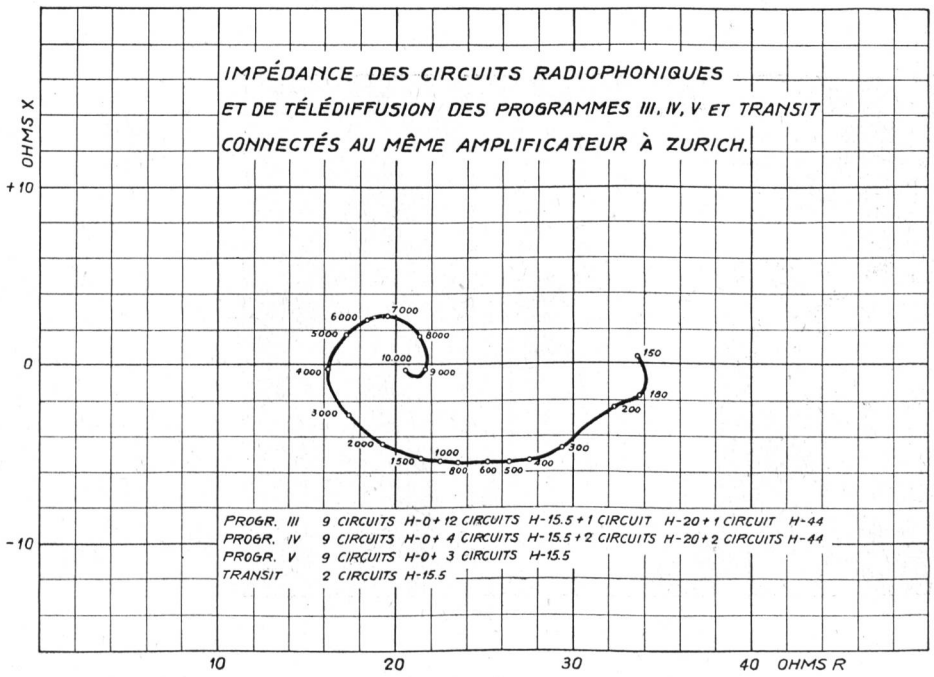

Fig. 9.

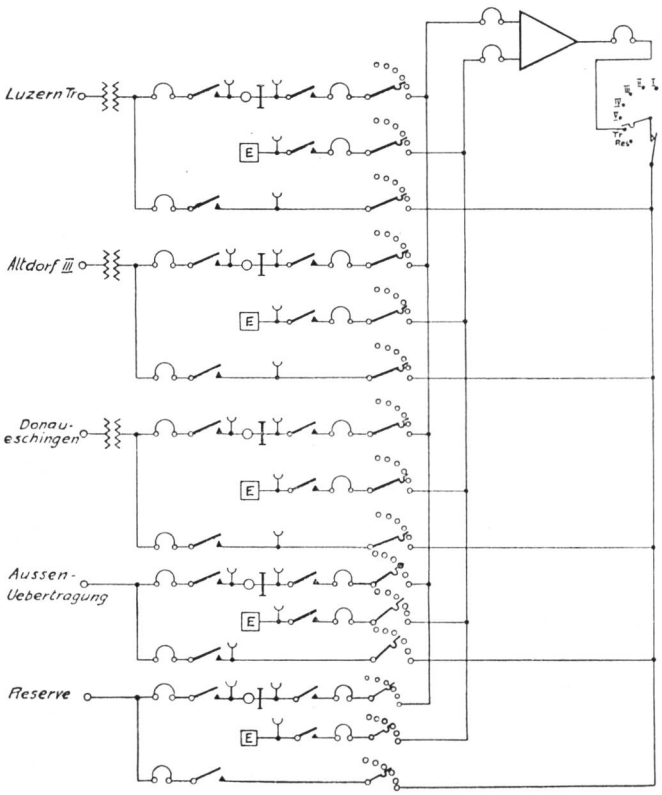

Fig. 10. Amplificateurs radiophoniques de Zurich. Programme de transit.

de V 2 par la résistance R 24. Au moyen du condensateur réglable C 15, on peut ajuster la relation de phase du circuit de contre-réaction nécessaire à la stabilité de l'amplificateur. Les résistances R 46, R 47, R 48 et R 49 servent à mesurer les courants d'anode des lampes V 6, V 7, V 8 et V 9.

La fig. 6 donne la caractéristique gain fréquence de l'un de ces amplificateurs avec et sans circuit correcteur, avec terminaison de 10 ohms et de 600 ohms. Comme on le voit, la correction pour les hautes fréquences permet d'adapter la courbe de gain de l'amplificateur exactement à l'atténuation du câble. Tout en gardant la même fréquence de résonance, on peut changer l'allure de la courbe aux autres fréquences, en prenant d'autres combinaisons d'inductance et de capacité. Le produit L × C restant constant pour avoir la même fréquence de résonance si on diminue la capacité en augmentant d'autant l'inductance, le gain augmente d'abord très lentement pour augmenter très rapidement près de la fréquence de résonance. Au contraire, si on augmente la capacité en diminuant l'inductance, le gain augmentera graduellement pour atteindre le point de résonance d'une manière moins rapide. Grâce à ce nouveau circuit correcteur, on peut égaliser les circuits dans des limites plus précises jusque près de la fréquence de coupure.

Le circuit correcteur pour les basses fréquences permet d'augmenter le gain à ces fréquences de manière à parfaire l'égalisation des circuits; on obtient des familles de courbes identiques à celles des hautes fréquences par diverses combinaisons d'inductance et de capacité (figure 6). Comme pour les amplificateurs des modèles précédents, un correcteur à impédance constante connecté à l'entrée de l'amplificateur au moyen d'une clé ou d'un relais se chargera de l'égalisation du circuit pour la bande intermédiaire de 100 à 1000 p. s.

La distorsion non linéaire mesurée à 400 p. s. est donnée à la fig. 7 en fonction de la résistance de charge connectée à la sortie de l'amplificateur. La tension de mesure à la sortie était de 4.5 volts. On voit que, pour une charge de 10 ohms, la distorsion non linéaire est encore inférieure à 1 %.

Comme nous avons affaire à des amplificateurs à contre-réaction négative, il est évident que leur stabilité dépendra de l'impédance de charge connectée à la sortie. On peut déterminer cette stabilité en connectant à la sortie de l'amplificateur une résistance en parallèle avec une capacité, en faisant varier les valeurs de celles-ci et en notant les valeurs pour lesquelles l'amplificateur devient instable. Les résultats de telles mesures sont données à la fig. 8.

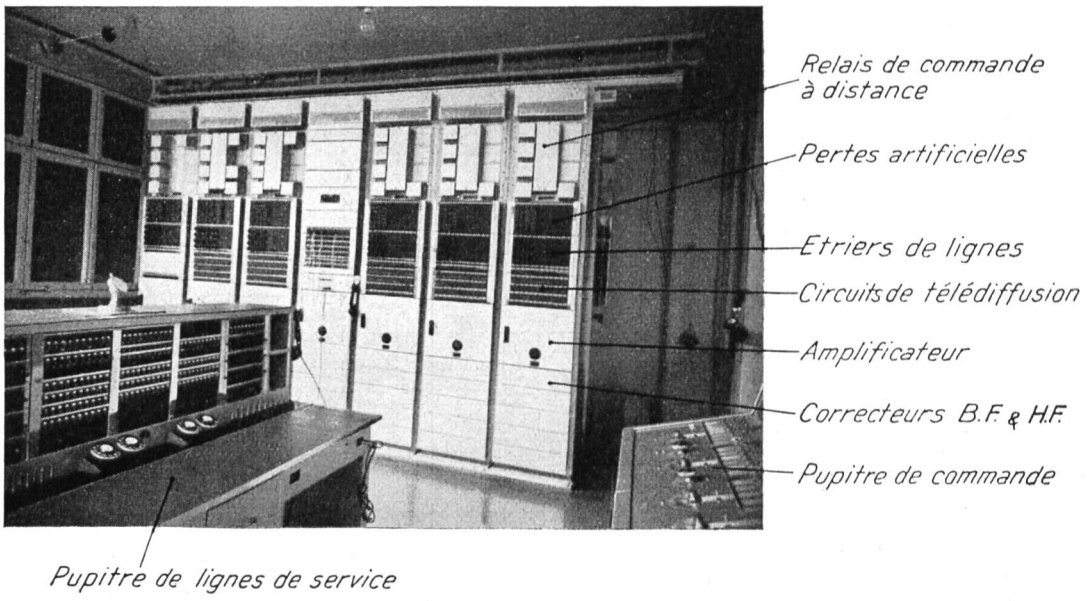

Fig. 11. Equipement radiophonique de la station de répéteurs de Zurich.

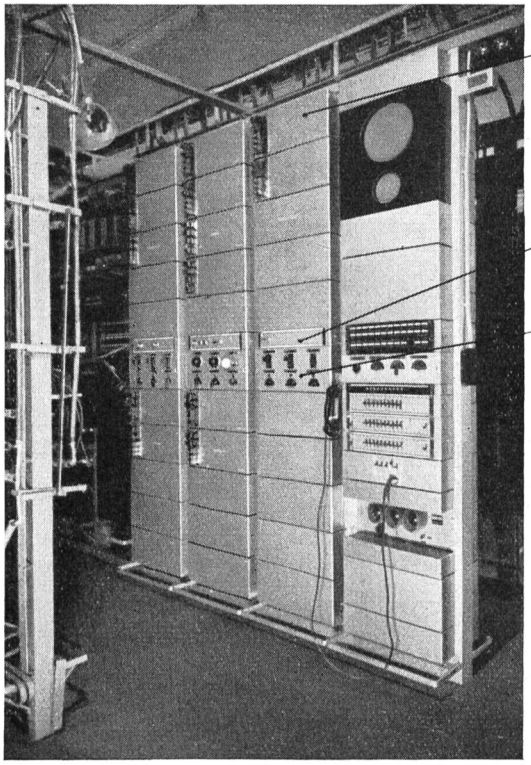

Fig. 12.

Equipement radiophonique de la station de répéteurs de Bâle.

On voit que plus la résistance diminue plus la capacité en parallèle peut être augmentée sans que l'amplificateur devienne instable. A partir d'une certaine valeur, qui dans l'exemple cité est de 27 ohms, on peut augmenter la capacité autant que l'on veut sans que l'amplificateur devienne instable. Le cas le plus défavorable était évidemment celui de Zurich, où nous avons jusqu'à 30 circuits connectés à la sortie d'un amplificateur. Comme une grande partie de ces circuits servent uniquement à la télédiffusion et par conséquent ne sont pas reversibles, on a connecté au point milieu de la bobine translatrice une résistance de 500 ohms de manière à augmenter l'impédance du circuit. De cette manière, l'impédance résultante de tous les circuits en parallèle n'atteindra jamais des valeurs trop petites. A titre d'exemple, la figure 9 donne l'impédance résultante pour la bande de fréquences des circuits des programmes III, IV, V et transit connectés tous en parallèle au même amplificateur. En connectant à la sortie d'un amplificateur tous les circuits de tous les programmes, la stabilité sera toujours parfaite; la diminution de gain due à cette charge sera inférieure à 0.1 Nép. Grâce à la suppression des connexions de grilles telles qu'elles étaient nécessaires pour l'interconnexion des divers programmes dans les modèles 1930 et 1932, on a pu obtenir une plus grande flexibilité sans nuire en quoi que ce soit aux caractéristiques électriques des amplificateurs ou des circuits. L'interconnexion peut se réaliser maintenant par l'intermédiaire de la commande à distance au moyen de sélecteurs.

La figure 10 montre le schéma de la baie de transit, où chaque ligne peut être connectée soit entrante, soit sortante, à un programme quelconque. Le sélecteur à la sortie de l'amplificateur permet de connecter un groupe de lignes d'un programme à un autre groupe de manière à retransmettre le même programme. Les clés d'entrée et de sortie ont été supprimées et remplacées par des relais qui, à Zurich, sont commandés depuis un pupitre central, d'où l'on peut aussi commuter les lignes du Gothard jusqu'à Faido ainsi que les amplificateurs de Lucerne. Les étriers sont disposés de telle manière qu'en cas de panne de la commande à distance, elle peut être immédiatement éliminée par un simple déplacement de ceux-ci. Les relais de commande, qui sont du type Gfeller à blocage mécanique, sont tous concentrés au sommet des baies. La figure 10 montre la disposition des baies à la station de répéteurs de Zurich. Pour Bâle et Lugano, les équipements ont été encore simplifiés. En effet, on a réuni tout ce qui fait partie d'une ligne en un seul panneau, comprenant donc la bobine translatrice, les correcteurs, basses fréquences, moyennes fréquences à impédance constante et hautes fréquences, les trois relais de commutation, les pertes artificielles qui se présentent maintenant sous forme de fiches interchangeables, et les étriers disposés également de manière à pouvoir éliminer les relais en cas de non-fonctionnement. Les amplificateurs sont montés à la partie arrière de la baie, tandis que les panneaux de lignes pour deux programmes sont montés à la partie avant. A mi-hauteur se trouvent les clés de commande pour les relais permettant de mettre une ligne en émission ou en réception, position qui est indiquée par une lampe. En dessous se trouvent les commutateurs commandant les sélecteurs pour l'interconnexion des programmes ou pour les lignes internationales pouvant être connectées, soit en réception soit en émission, sur l'un quelconque des programmes. La 4e baie comprend tous les trans-

lateurs et étriers pour les circuits de télédiffusion, ainsi que l'amplificateur et le haut-parleur de contrôle et un équipement téléphonique pour les lignes de service (voir fig. 11). Grâce à cette nouvelle méthode d'équipement, non seulement on a gagné de la place, mais le câblage a été simplifié également.

Les derniers amplificateurs radiophoniques mis en service présentent une grande amélioration par rapport aux tout premiers types, tant au point de vue distorsion non linéaire, que caractéristique gain fréquence, stabilité du gain et simplification dans l'interconnexion, en raison de l'impédance de sortie très petite. Grâce à leurs caractéristiques nouvelles, bien des difficultés dues au développement toujours plus grand et plus rapide de la radiodiffusion ont pu être éliminées. L'égalisation pouvant être poussée beaucoup plus loin et dans des limites plus précises, la qualité des circuits s'est améliorée. Tous ces changements et améliorations tant dans les équipements que dans les circuits mêmes des amplificateurs radiophoniques ont été provoqués par le développement rapide qu'a pris le service de la radiodiffusion et n'ont pour but que de rendre toujours plus parfaite la transmission de la musique.

Universal-Schnurstromkreis für Umschaltkasten und -schränke in Teilnehmeranlagen.

Von *J. Jucker*, Zürich.

621.395.23

Die Handvermittler nach Zeichnung B2 - 34.043/44, 34.052, 32.036 und 32.039 sind mit verhältnismässig wenigen Ausnahmen die in der Verwaltung üblichen Standardtypen. Sie werden bis jetzt entweder als Umschaltekasten für Wandmontage mit 5 bis 20, oder als Schränke mit 30 bis 200 Anschlüssen gebaut. Die grösseren Typen finden auch häufig in Bank- und Hotelbetrieben Verwendung.

Im Laufe der letzten Jahre machte sich aber immer mehr das Bedürfnis nach einfacherer Bedienung und nach Ergänzungen geltend, die mit den Fortschritten der Telephonautomatik zusammenhängen. Infolgedessen wurden von Fall zu Fall neue Schnurstromkreise entwickelt, die den Wünschen der Teilnehmerschaft besser entsprachen und die nun beim Bau des nachstehend beschriebenen „Universalschnurstromkreises für Handvermittler" zusammengefasst werden konnten. Die grossen Vorteile dieser Vereinheitlichung hinsichtlich niedrigeren Anschaffungs- und Unterhaltkosten, einfacherer Lagerhaltung, leichterer Handhabung und Instruktion des Bedienungs- und Störungsheberpersonals liegen auf der Hand.

Fig. 1 zeigt den Universalschnurstromkreis in vereinfachter Darstellung.

Die charakteristischen Merkmale des Universalschnurstromkreises, den wir der Kürze halber als „Universalschnur" bezeichnen, sind folgende:

Die Bedienung ist erleichtert, weil der die Uebersicht störende Pilotschlüssel RA-RC wegfällt.

Mit dem Sprechschlüssel bedient man beide Stöpsel, gleichgültig, ob es sich um die Abfrage- oder um die Rückfragestellung handelt. Zu diesem Zwecke werden die Schlüssel einfach in der Richtung nach a oder b umgelegt, vgl. Fig. 1.

Die Sprechschlüssel haben beidseitig die gleiche, einfache Kontaktanordnung nach Fig. 2. Bei der Einstellung der Schlüssel muss nur eine einzige Sonderbedingung erfüllt werden, indem der Kontakt ++ sich erst zuletzt öffnen darf. Interessanterweise be-

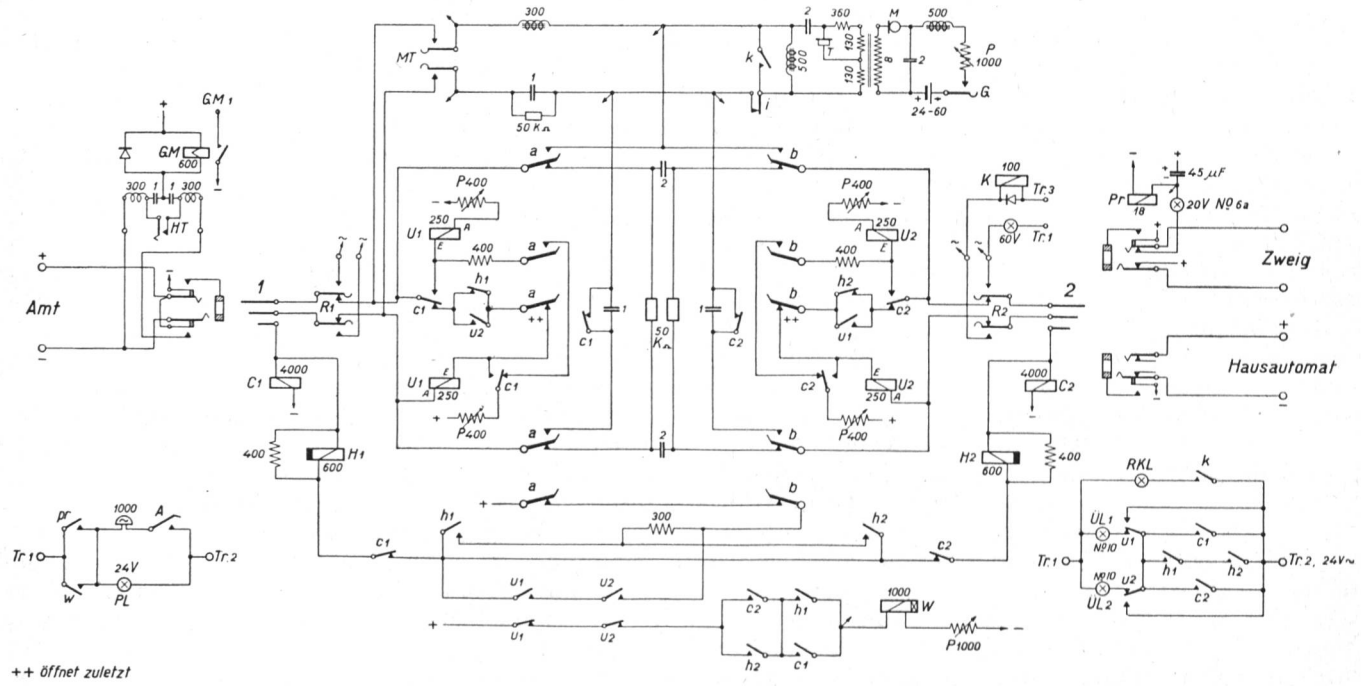

Fig. 1. Universalschnur.