

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: 24 (1946)

Heft: 3

Artikel: Nouveaux progrès de la téléphonie automatique

Autor: Dill, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873219>

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: 12.01.2026

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: Nouveaux progrès de la téléphonie automatique. — Der Impulswiederholer in der Nebenstellentechnik. Le répétiteur d'impulsions dans la technique des installations secondaires. — Die Hauszentrale III/20, eine neue Nebenstellenanlage. — Ein Beitrag zur Frage des Erdrahtes in Zentralen. Etude de la question du fil de terre dans les centraux. — Über die Ursachen der Rückstände im Bau der Telephon-, Telegraphen- und Radio-Anlagen und Maßnahmen zu deren Behebung. Causes des retards survenus dans la construction des installations téléphoniques, télégraphiques et radioélectriques et mesures prises pour y remédier. — Neuerungen auf dem Gebiete der Nachrichtentechnik in der Schweiz für das Jahr 1944. — Der internationale Telephonverkehr der Schweiz in den Jahren 1939—1945. Le trafic téléphonique international de la Suisse pendant les années 1939 à 1945 — Verschiedenes. Divers. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Nouveaux progrès de la téléphonie automatique *)

Par Hans Dill, Zurich

621.315.614.6

L'article qui suit sur l'automatisation des relations interurbaines a pour but de faire connaître davantage cet intéressant domaine tant au point de vue technique qu'au point de vue commercial.

L'auteur y parle au début des facteurs qui jouent un rôle dans la transmission téléphonique comme la voix, l'énergie, l'affaiblissement, l'amplification, les répéteurs téléphoniques, la structure du réseau, les conditions de trafic et d'exploitation. Il donne ensuite un aperçu des principes fondamentaux de la téléphonie automatique, de l'organisation du réseau interurbain automatique, des connexions de lignes et de l'établissement automatique des communications interurbaines. La conversion des indicatifs interurbains et l'emploi de répéteurs commutés sur les communications tandems sont plus spécialement étudiés. Après un examen des effets de l'automatisation sur la capacité du réseau interurbain, l'article s'achève par une explication de l'emploi prévu de circuits à quatre fils (porteurs) pour les communications tandems.

1. Introduction

La téléphonie suisse passe actuellement par un stade de modernisation dont le rythme est presque révolutionnaire. L'automatisation du trafic téléphonique en particulier, entreprise par l'administration des télégraphes et des téléphones en collaboration avec l'industrie privée, avance rapidement et sera probablement achevée dans cinq ans. Cet achèvement marquera une des dates les plus importantes de l'histoire de la téléphonie dans notre pays. La Suisse pourra alors revendiquer l'honneur d'être le premier pays à avoir introduit un système de téléphonie uniforme pour l'appel direct d'abonné à abonné.

2. Transmission de la voix

Les sons émis par la voix, composés d'oscillations fondamentales et d'harmoniques, sont compris dans une bande de fréquences d'environ 80 à 800 p. s. On sait, par expérience, que pour avoir une bonne au-

dition de la parole, il suffit de transmettre une bande de fréquences de 300 à 2500 p. s., tandis qu'il faut 50 à 6500 p. s. pour une bonne reproduction de la musique. Les courants vocaux perdent de leur intensité le long de la ligne par suite de la résistance ohmique et des fuites. Contrairement à ce qui se fait pour les transmissions de courants forts où les puissances mesurées au commencement et à la fin d'une ligne peuvent être directement comparées entre elles et exprimées en rendement linéaire, on établit en téléphonie, comme d'ailleurs toujours en électro-acoustique, le rapport logarithmique de ces deux puissances. On obtient ainsi l'affaiblissement qui s'exprime en népers ou en décibels suivant les constantes choisies.¹⁾

Considérons l'affaiblissement b:

$$1) b = \frac{1}{2} \log \text{nat} \frac{N_1}{N_2} = \log \text{nat} \frac{U_1}{U_2} \text{ népers (Np)}$$

ou

$$2) b = 10 \log \frac{N_1}{N_2} = 20 \log \frac{U_1}{U_2} \text{ décibels (db),}$$

formules dans lesquelles:

N_1, U_1 = puissance ou tension au début de la ligne,

N_2, U_2 = puissance ou tension à la fin de la ligne.

On en déduit le rapport des puissances ou des tensions:

3) $\frac{N_1}{N_2} = e^{2b}$ et $\frac{U_1}{U_2} = e^b$ quand b est exprimé en népers; e = base des logarithmes naturels.

4) $\frac{N_1}{N_2} = 10^{\frac{1}{10}b}$ et $\frac{U_1}{U_2} = 10^{\frac{1}{20}b}$ quand b est exprimé en décibels.

¹⁾ En Europe, on utilise surtout le néper; aux Etats-Unis d'Amérique le décibel.

*) Traduction de l'article publié en langue allemande dans les Nos 1 et 2 de 1946.

Les équations de tensions ne sont rigoureusement exactes que lorsqu'on a affaire à des terminaisons sans réflexion, c'est-à-dire quand la tension et le courant présentent le même rapport au début et à la fin de la ligne.

Si N_2 est plus grand que N_1 , ce qui est le cas quand l'amplification est trop forte, b, dans les formules 1) et 2), devient négatif et exprime le gain en népers ou en décibels.

Dans les relations téléphoniques publiques, les intensités sonores usuelles correspondent à des affaiblissements de 1 à 3,5 népers mesurés entre le microphone d'un des correspondants et le récepteur de l'autre. Il est superflu de les convertir en rapports linéaires, car notre sensibilité auditive elle-même réagit en fonction logarithmique aussi bien à la hauteur qu'à la force des sons. C'est ainsi que pour les principales fréquences vocales, l'oreille perçoit assez bien, par exemple, des différences d'intensité acoustique²⁾ de 1 : 10 : 100 : 1000 comme trois intervalles égaux de force de son de 1,15 néper ou 10 décibels. D'autre part, si l'intensité acoustique initiale 1 est encore juste perceptible à l'oreille (*seuil d'audibilité*) les autres valeurs de 10, 100, 1000 correspondent à des forces de son³⁾ exprimées en valeurs acoustiques de 10, 20 et 30 phones. Le langage usuel s'étend sur 20 à 50 phones. Dans la vie journalière, notre ouïe doit transformer des énergies sonores de l'importance de 1 : 10⁶ et davantage.

Pour le trafic automatique interurbain, il est prescrit qu'entre deux centraux terminus interurbains, c'est-à-dire sur la communication central terminus interurbain (FEA) — central nodal interurbain (FKA) — central nodal interurbain (FKA) — central terminus interurbain (FEA), fig. 1, ou plus simplement entre deux centraux principaux de groupes de réseaux, l'équivalent ne doit pas dépasser 0,8 à 1,2 népers.

²⁾ L'intensité acoustique est la puissance sonore passant par une surface de 1 cm² perpendiculaire à la direction de propagation. Elle se mesure en watt/cm².

³⁾ La force du son est l'impression acoustique subjective provoquée par une certaine intensité acoustique et mesurée en phones.

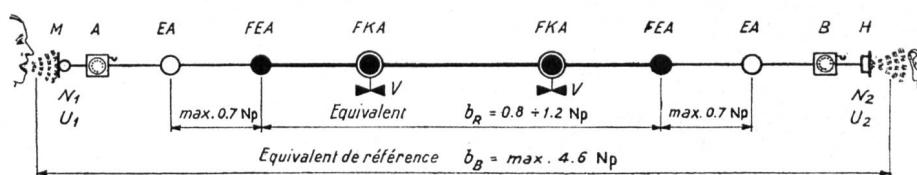
Les répéteurs (V) des centraux noraux interurbains (FKA) pourvoient à ce que cette exigence soit remplie. A l'équivalent de la combinaison de lignes interurbaines proprement dites vient s'ajouter encore des deux côtés l'affaiblissement des lignes d'apport central terminus interurbain (FEA) — central terminus (EA) dans les groupes de réseaux et les équipements de centraux, soit au maximum 0,7 néper. L'affaiblissement de central terminus à central terminus est donc en moyenne de 2,5 népers. Il faut enfin tenir compte de l'affaiblissement des raccordements d'abonnés central terminus (EA) — A et central terminus (EA) — B, ainsi que des pertes à l'émission et à la réception dans les appareils d'abonnés.

Pour pouvoir mesurer toutes ces valeurs partielles séparément ou en bloc, on a construit des instruments de mesure spéciaux de haute précision, des circuits de calibrage avec microphones et des récepteurs étalons, et introduit la notion de l'équivalent de référence.

L'équivalent de référence de 0 néper correspond à 27 mV/ μ B au microphone étalon et à 32 μ B environ à l'oreille qui perçoit. Autrement dit, l'équivalent de référence de 0 néper correspond, en audition monauriculaire, à une distance de 5 cm entre la bouche qui parle et l'oreille qui perçoit. Une comparaison subjective faite à l'aide des appareils étalons mentionnés permet de déterminer expérimentalement les équivalents de référence des appareils d'abonnés et de leurs diverses parties, tout spécialement aussi des nouvelles constructions.

Dans le tableau de la figure 1, on compare différentes valeurs. C'est ainsi, par exemple, qu'un affaiblissement de 2 népers ou 17,4 décibels correspond à un rendement de 1,80% ou à une distance bouche oreille de 37 cm. Ceci, il est vrai, seulement à l'air libre et dans un paysage de neige ouvert, c'est-à-dire seulement quand les ondes sonores ne sont pas réfléchies.

Exprimée de la même manière, la diaphonie la plus faible tolérée entre deux conducteurs d'un câble interurbain correspondrait à une distance de 90 m entre la bouche et l'oreille.



Affaiblissement	Rendement correspondant	5 cm = valeur de référence		
		$\eta = 100\%$		
0 Nép = 0 db				
1 Nép = 8,7 db	13,50 %		13,5 cm	
2 " = 17,4 "	1,80 %		37 "	
3 " = 26,0 "	0,25 %	Affaiblissement toléré entre la pression acoustique devant le microphone et la pression acoustique au récepteur	1 m	
3,5 " = 30,4 "	0,091 %		1,65 "	Distance entre la bouche qui parle et l'oreille qui perçoit (paysage de neige ouvert)
4,6 " = 40,0 "	0,01 %		5 "	
7,5 Nép = 65 db	—	Diaphonie minimum tolérée d'après le CCI	90 m	

Fig. 1. Affaiblissement sur les communications interurbaines (audition monauriculaire)

3. Le réseau interurbain; circuits à deux fils et à quatre fils

Bien qu'au point de vue transmission les lignes aériennes soient bien supérieures aux conducteurs en câble, on a procédé ou on procède dans tous les pays à la mise en souterrain des lignes téléphoniques à cause de la grande sensibilité aux perturbations des lignes aériennes. En Suisse, plus de 98% des lignes interurbaines sont déjà en souterrain.

Les câbles téléphoniques à isolation d'air et de papier contiennent en général des conducteurs de 0,9 à 1,5 mm. Par suite de la capacité relativement élevée des paires de conducteurs d'une part et de la haute fréquence des courants vocaux d'autre part, l'affaiblissement sur les lignes en câbles ordinaires (câbles d'abonnés) est grand. La portée, avec des conducteurs de 1 mm de diamètre, est de 30 km environ. En intercalant sur ces câbles des inductances à des distances régulières, autrement dit en les pupinisant, on arrive à en quadrupler à peu près la portée. Il est vrai que par là le câble perd ses propriétés électriques; il devient un filtre électrique. Les fréquences dépassant une certaine valeur, appelée fréquence de coupure, sont supprimées. En même temps, la vitesse de propagation diminue sensiblement. La pupinisation est donc un compromis qui, comme tel, doit être adapté au but auquel doivent servir les conducteurs des câbles (lignes internes ou longues lignes internationales). Pour franchir les très grandes distances, il faut intercaler sur les lignes, environ tous les 70 km, des amplificateurs de la voix, des répéteurs. *Les répéteurs pour circuits à deux fils* permettent de transmettre la voix amplifiée dans les deux sens sur une même paire de conducteurs. Leur principe repose sur un montage en pont dans lequel une ligne artificielle composée de résistances ohmiques et de réactances constitue le contrepoint électrique de la ligne interurbaine.

Les figures 2a...e montrent la relation existant entre le pont de Wheatstone et le montage du répéteur pour deux fils. Quatre impédances⁴⁾ 3_1 à 3_4

$$4) 3_n = R_n + j\omega L_n \text{ ou } R_n = j \frac{1}{\omega C_n}$$

R = résistance ohmique;

$j = \sqrt{-1}$ = unité imaginaire;

$\omega = 2\pi f$ = pulsation;

L = inductance en henrys;

C = capacité en farads.

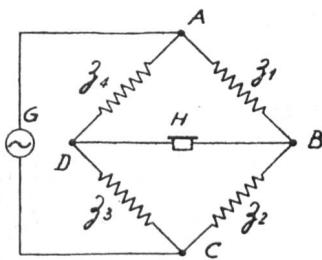


Fig. 2a

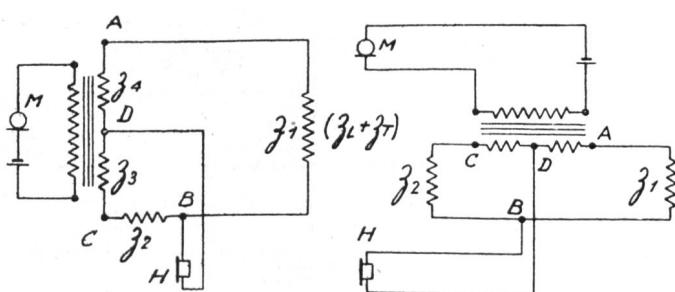


Fig. 2b

Fig. 2c

Fig. 2a...e. Application du pont dans les répéteurs pour deux fils

Fig. 2a Pont de Wheatstone. Contrepoids, e.-à-d. H sans courant quand $3_1 \times 3_3 = 3_2 \times 3_4$

Fig. 2b Circuit téléphonique avec équivalent de l'effet local, D = point symétrique de

Fig. 2c l'enroulement $A \dots C$, e.-à-d. $3_3 = 3_4$ et H devient sans courant quand $3_1 = 3_2$

(fig. 2a) sont connectées en paralléogramme (pont de Wheatstone). On applique une tension aux points A et C et on intercale entre les points B et D , comme indicateur, un récepteur H . Dans ce simple montage, le contrepoint, c'est-à-dire le récepteur H se trouve sans courant quand le produit de deux impédances opposées est égal au produit des deux autres.

La figure 2b montre l'application de ce montage dans un circuit téléphonique avec équivalent de l'effet local, c'est-à-dire dans un montage où le récepteur H ne reçoit qu'une partie des courants vocaux engendrés dans son propre microphone M . Les points de raccordement et les résistances se suivent dans le même ordre que dans la figure 2a. La tension aux points A et C est engendrée ici par le circuit microphonique. Le point D est le point symétrique de l'enroulement $A \dots C$. 3_3 et 3_4 sont donc égales et la condition imposée, ne pas avoir de courant dans le récepteur H , est remplie dès que 3_1 et 3_2 correspondent. 3_1 représente la résistance totale de la ligne d'abonné et de la station téléphonique tandis que pour 3_2 , on n'emploie généralement qu'une résistance ohmique.

Du fait que dans ce montage 3_1 dépend de la fréquence, mais pas 3_2 , ces deux impédances ne correspondent approximativement que dans une bande de fréquences déterminée. Celui qui parle entend donc toujours, dans son récepteur H , quelque chose de ce qu'il dit, ce qui est d'ailleurs désirable. Il ne faut pas que le récepteur paraisse „mort“ quand on parle dans le microphone.

La figure 2c montre le même montage disposé un peu autrement.

Dans le montage représenté à la figure 2d, on a combiné deux circuits de la figure 2c de telle façon que le récepteur d'un des côtés „parle“ dans le microphone de l'autre côté. Quand l'abonné I parle, par exemple, une partie des courants vocaux arrive par la ligne interurbaine I au récepteur H qui est en parallèle avec 3_2 . L'énergie acoustique transmise au récepteur est reprise par le microphone M , et transformée en courants téléphoniques qui sont, en partie, retransmis par la ligne interurbaine II à l'abonné T et, en partie, absorbés par 3_2 . Donc, si les deux impédances $3'_1$ et $3'_2$ sur le côté droit sont égales, le récepteur H' , suivant ce que nous avons exposé, reste sans courant.

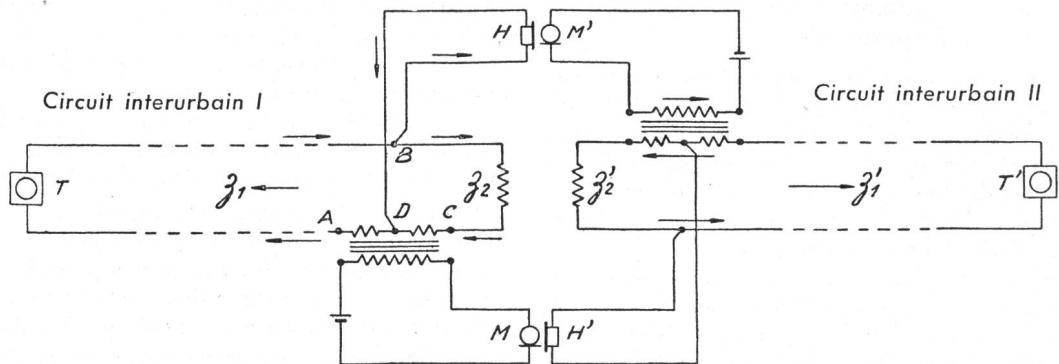


Fig. 2d. Combinaison de deux circuits téléphoniques selon la figure 2c

Par contre, si $3'_1$ et $3'_2$ sont inégales, une partie de l'énergie téléphonique arrivant sur la ligne interurbaine I retourne par le récepteur H' et le microphone M vers l'entrée ($A \dots C$) et de là, suivant la concordance de 3_1 et de 3_2 , passe de nouveau en partie au récepteur H . Dans ce cas, tout le système reste excité et siffle.

Des communications sûres ou *stables* exigent donc avant tout une *bonne* égalisation des deux impédances 3_1 et 3_2 formant le contre-poids.

Dans le montage réel des répéteurs pour deux fils, fig. 2c, les récepteurs et les microphones sont remplacés en principe par des transformateurs d'entrée (ET) et des lampes amplificatrices, tandis que la batterie d'anode (AB) se substitue à l'alimentation microphonique. Les enroulements du transformateur de sortie (AT) sont répartis symétriquement sur les deux conducteurs. Enfin, la résistance 3_2 (voir fig. 2b...d) est remplacée par une véritable ligne artificielle ou *équilibrer* (N), combinaison de résistances, d'inductances et de capacités, qui, le long de la bande de fréquences vocales à transmettre, environ 300 à 2500 p. s., constitue le contrepoids électrique de l'impédance de la ligne interurbaine.

Le potentiomètre, le correcteur ou compensateur au point milieu du transformateur d'entrée et le filtre à la sortie sont des compléments importants du répéteur pour deux fils, fig. 3. Le correcteur a pour fonction de compenser l'affaiblissement de la ligne pupinisée, qui augmente fortement vers la fréquence de coupure, par une amplification supplémentaire des fréquences supérieures.

De son côté, le filtre coupe vers la fréquence de coupure, c'est-à-dire vers 2500 p. s. Ceci est une nécessité, car il n'est pas possible pratiquement, dans ces bandes de fréquences, d'empêcher que l'impédance de la ligne pupinisée ne s'écarte de sa valeur théorique, troublant ainsi l'équilibre ligne — équilibrer et mettant en danger la stabilité des communications.

Si l'amplification n'était pas corrigée, autrement dit si toute la bande de fréquences était uniformément amplifiée, figure 4a, les fréquences supérieures subiraient une perte tandis que les fréquences inférieures auraient un excédent d'amplification. Sur les communications avec trois répéteurs, on aurait déjà affaire à des différences d'affaiblissement allant jusqu'à 1 néper (d) entre les fréquences supérieures et les fréquences inférieures. Cette *distorsion d'affaiblissement* nuirait sensiblement à la compréhension des consonnes et par là à la qualité de la transmission. La figure 4b montre l'action conjointe du correcteur et du filtre.

Dans les répéteurs fixes, le correcteur est exactement adapté en pratique à la combinaison de lignes entrant en considération. Par contre, dans les répéteurs opérant automatiquement, les *répéteurs commutés*, utilisés dans le service interurbain automatique, les correcteurs sont réglés sur une valeur moyenne pour tenir compte de la diversité des lignes (amplifiées et non amplifiées).

Aux points X, figure 3, on insère dans les récepteurs fixes des dispositifs de sélection automatique servant à la réception et à la retransmission des (amplifiées et non amplifiées).

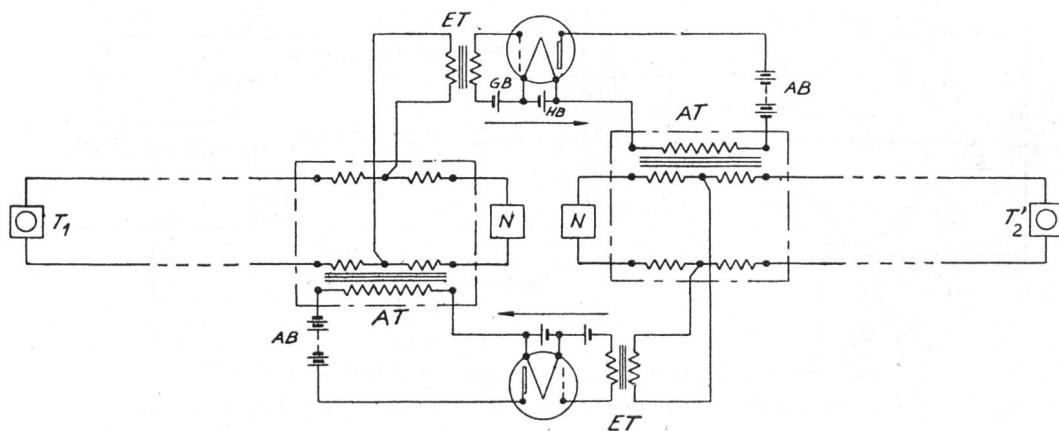


Fig. 2e. Principe du répéteur pour deux fils

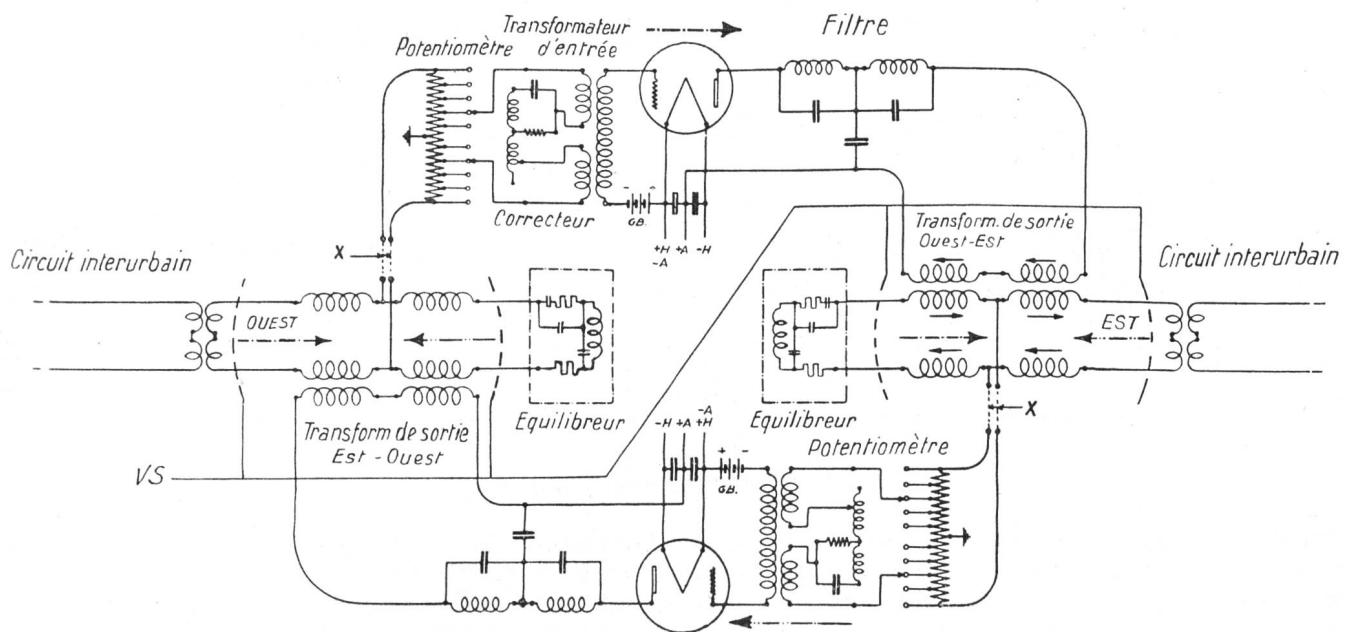


Fig. 3. Construction d'un répéteur pour deux fils

signaux de courant alternatif à 23 ou 50 p. s. tels que les impulsions de sélection, etc., car ces fréquences ne sont pas transmises par les répéteurs. Par contre, avec les répéteurs commutés, on intercale aux points X des affaiblissements variables pour régler le gain, comme nous le verrons plus loin. Les lignes interurbaines automatiques et les équilibrageurs qui en font partie sont connectés aux répéteurs commutés par des chercheurs à plusieurs bras (VS), ainsi que le montre la figure 3.

Tenant compte de la stabilité et des phénomènes d'écho, on ne raccorde en série au maximum que 5 ou 6 répéteurs pour deux fils. Pour les grandes distances, on a recours à des circuits à quatre fils avec des paires de conducteurs et des répéteurs intermédiaires distincts pour chaque direction, figure 5. Les circuits à quatre fils du réseau intérieur, comparés aux circuits à deux fils avec conducteurs de même dimension, ont une charge (pupinisation) quatre fois plus faible et par conséquent un affaiblissement deux fois plus élevé mais aussi une vitesse de propagation doublée (34 000 km). Du fait que les contre-réactions, comme en accusent chaque répéteur pour deux fils, ne se produisent sur les circuits à quatre fils que dans les termineurs, au commence-

ment et à la fin des lignes, l'affaiblissement plus élevé peut être facilement compensé par les répéteurs pour quatre fils à deux étages, de plus grande puissance. Par suite de la faible pupinisation, la bande de fréquences s'étend jusqu'au delà de 3500 p. s., ce qui permet de satisfaire aux exigences les plus sévères d'une bonne qualité de transmission.

Les lignes à courants porteurs mises en service dernièrement sur plusieurs communications sont également exploitées dans la composition de circuits à quatre fils. Nous parlerons encore de leur emploi dans la téléphonie interurbaine automatique.

Dans le réseau interurbain suisse, figure 6, les câbles interurbains, les centraux interurbains et les stations de répéteurs forment un tout. Si l'on tient compte du renchérissement intervenu depuis 1939, il a aujourd'hui une valeur d'établissement de 250 millions de francs environ. La construction de ce réseau, qui se fit surtout entre 1930 et 1940, permit de supprimer les délais d'attente désagréables, souvent très importants, qui affectaient naguère le trafic et d'établir les communications séance tenante en service rapide. En même temps, la possibilité fut donnée aux téléphonistes d'appeler directement au moyen du disque d'appel les abonnés des autres réseaux.

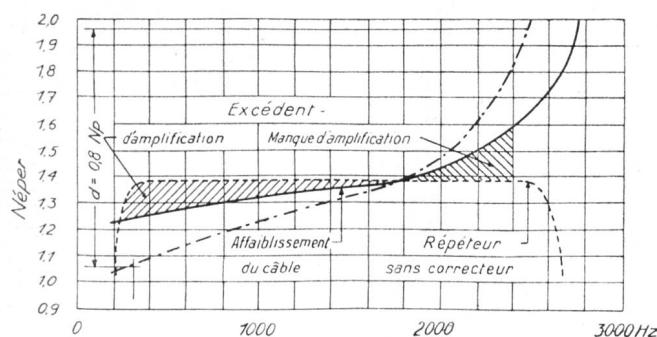


Fig. 4a. Affaiblissement quand l'amplification n'est pas corrigée

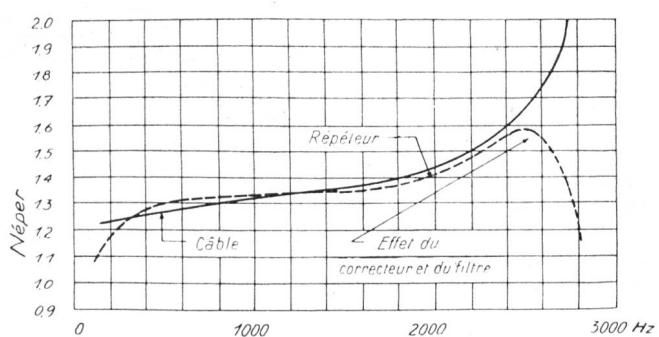


Fig. 4b. Action conjointe du correcteur et du filtre

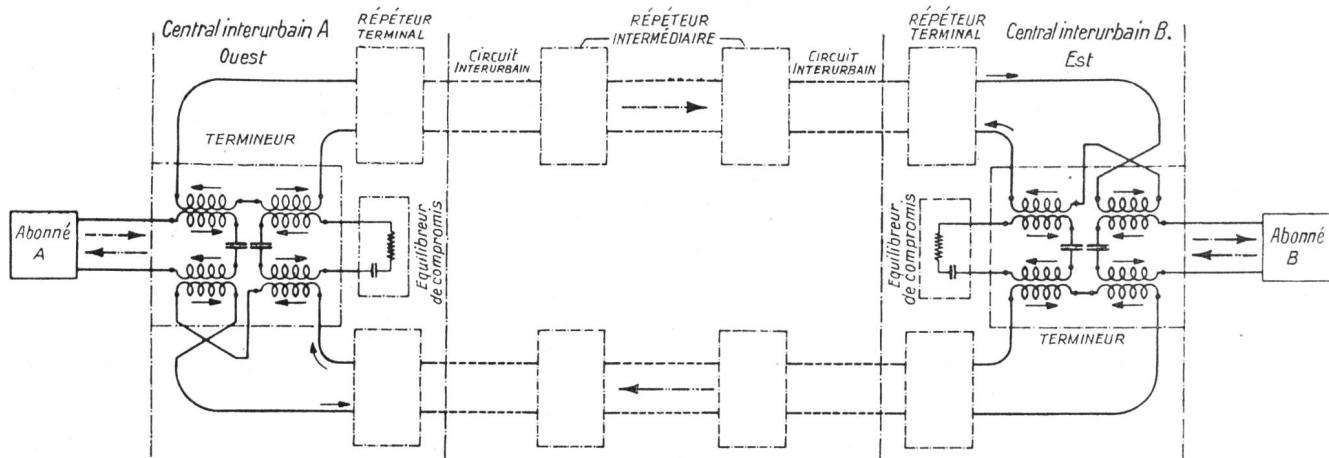


Fig. 5. Schéma d'un circuit à quatre fils

Dans les centres principaux, sièges des centraux nodaux ou tandems actuels et futurs, tous les câbles interurbains passant par la localité sont introduits au central et tous les conducteurs peuvent être atteints. C'est là une circonstance qui facilite considérablement l'automatisation par étapes du trafic interurbain et l'établissement des jonctions. Ainsi, autrefois, un circuit manuel Bienne—St-Gall passait par les centraux d'Olten et de Zurich où il était relié métalliquement au distributeur interurbain. Lors de

l'ouverture des centraux tandems d'Olten et de Zurich, le circuit fut coupé au distributeur et les deux tronçons Bienne—Olten et Olten—Zurich reliés en principe à des sélecteurs qui établissent la jonction directe pour les communications interurbaines.

4. Formation des groupes de réseaux et introduction de la sélection intervilles

Parallèlement à l'extension du réseau des câbles interurbains, on procéda à l'automatisation par étapes

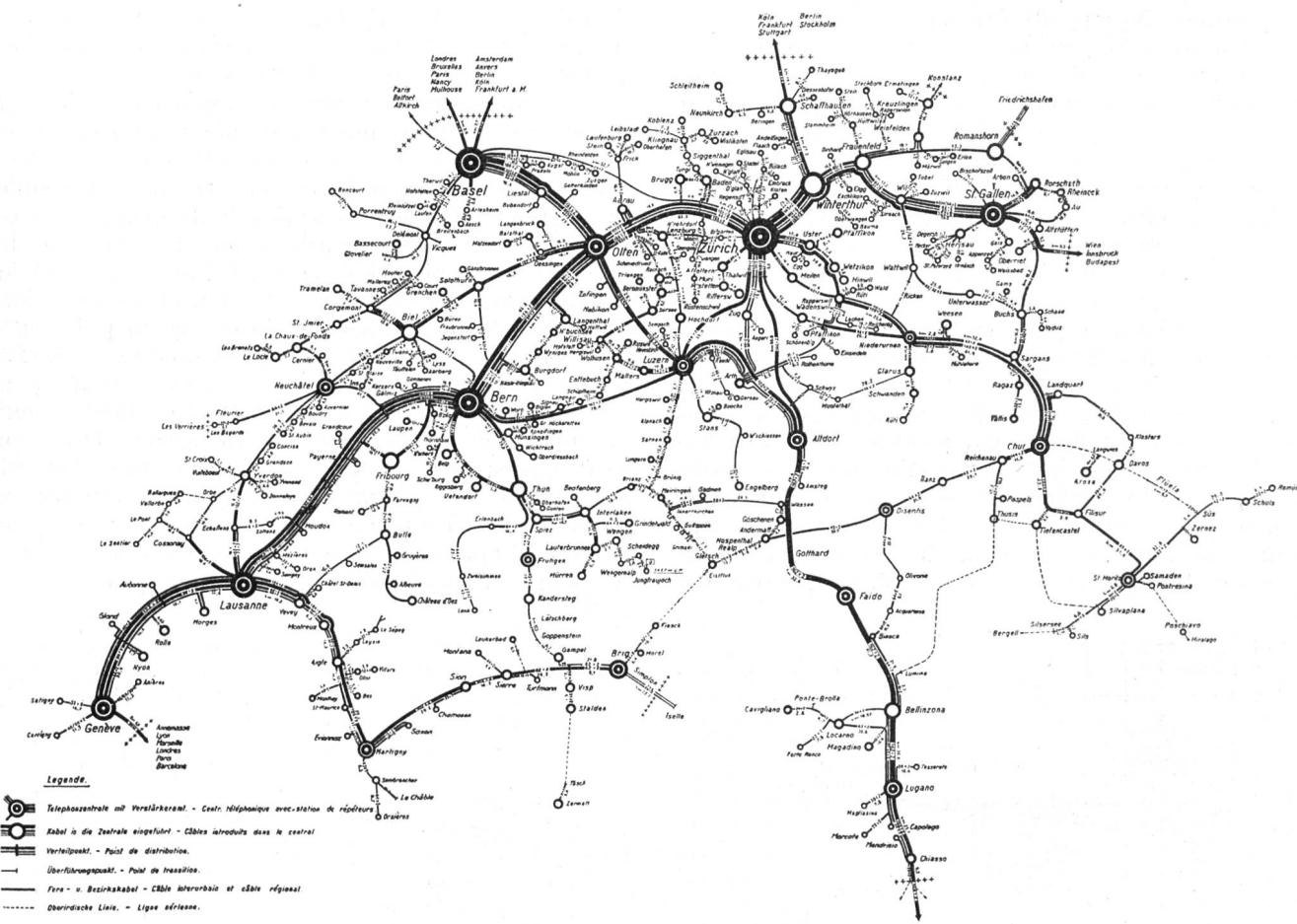


Fig. 6. Réseau souterrain suisse, 1944



Fig. 7. Structure des groupes de réseaux automatiques, 1944



Fig. 8. Réseau interurbain suisse (réseau à mailles), juin 1944

des réseaux locaux et ruraux et à leur réunion en groupes de réseaux, ce qui permit de faire bénéficier les abonnés de la province du grand avantage que présente le service ininterrompu de jour et de nuit sans surtaxe.

Les divers centraux locaux des réseaux ruraux (fig. 7), sont raccordés en étoile au central principal du groupe de réseaux. Le trafic régional à l'intérieur de chaque groupe de réseaux et le trafic d'un groupe de réseaux à l'autre s'écoulent par l'intermédiaire des centraux principaux de groupes qui forment les *points nodaux*.

L'étape de développement suivante conduisit à l'introduction de la sélection intervilles. L'abonné put établir lui-même, automatiquement, les communications avec les principaux centres et leurs groupes de réseaux en composant un chiffre indicatif interurbain avant le numéro de l'abonné désiré.

Chaque nouvelle manière d'établir la communication représentait un progrès et améliorait la qualité du service. Le service rapide en particulier jouissait d'une grande faveur auprès des abonnés. Ces méthodes d'exploitation laissaient cependant à désirer sous le rapport de l'uniformité. En outre, leur application nécessitait des lignes directes entre les principaux centres.

La figure 8 montre l'état du réseau interurbain suisse en juin 1944, avant la mise en service des centraux tandems d'Olten et de Zurich. Chaque trait représente un faisceau de lignes directes entre deux centraux, leur tracé réel suivant le tracé des câbles indiqué à la figure 6.

Ainsi qu'on peut le constater, le développement de ce réseau à mailles provoqua peu à peu la décomposition et l'éparpillement en de nombreux petits faisceaux du réseau interurbain établi à grands frais. Toutefois, grâce à l'automatisation des groupes de réseaux, la situation est déjà bien meilleure qu'il y a 10 à 15 ans. Les petits faisceaux sont cependant très sensibles aux fluctuations de trafic. En effet, on peut très bien concevoir, ce que la pratique malheureusement ne confirme que trop souvent, toutes les lignes d'un faisceau occupées en même temps, tandis que d'autres faisceaux parallèles placés dans le même câble contiennent encore des lignes libres à ce moment-là. Cet inconvénient évident obligea peu à peu à avoir recours aux dernières réserves des câbles interurbains pour maintenir un trafic sans délai d'attente.

L'automatisation du trafic interurbain et l'établissement de *points nodaux* pour former un *réseau automatique uniforme* représentent donc provisoirement la phase finale du développement logique de la technique du trafic téléphonique intérieur.

5. Principes fondamentaux de la téléphonie automatique interurbaine

Sur la base d'études et de travaux préparatoires faits pendant de nombreuses années et auxquels l'industrie a pris une part prépondérante, l'administration des télégraphes et des téléphones a établi un cahier des charges intitulé „*Principes fondamentaux de la téléphonie automatique*“. Une centaine de principes techniques concernant l'organisation et la construction du réseau interurbain automatique, le choix

et la formation des faisceaux de lignes, la conversion des indicatifs interurbains en diverses séries d'impulsions pour l'établissement des communications, la transmission des impulsions de sélection et de la rétrosignalisation, l'intercalation et le réglage des répéteurs, etc., garantissent une exploitation téléphonique reposant sur les données les plus modernes. En voici résumés les points principaux :

- 1^o Possibilité de faire travailler ensemble les équipements interurbains et les groupes de réseaux existants des systèmes Bell, Hasler et Siemens.
- 2^o Les enregistreurs ou traducteurs des centraux principaux des groupes de réseaux enregistrent les chiffres indicatifs interurbains et les numéros d'appel composés de 5 ou 6 chiffres. Le chiffre indicatif est converti en 3 à 6 séries de 1 à 20 impulsions pour déterminer la direction et la zone tarifaire dans le central interurbain de sortie et établir la communication à travers 1 à 3 centraux tandems. Les impulsions du numéro d'appel suivent immédiatement.
- 3^o Acheminement du trafic indépendamment de l'attribution des chiffres indicatifs interurbains aux groupes de réseaux, pour permettre de choisir la meilleure voie au point de vue technique des transmissions, d'utiliser au mieux les câbles existants et d'éviter les détours.
- 4^o Etablissement forcé des communications; libération des impulsions de sélection dans le central de sortie par l'impulsion de préparation transmise des centraux tandems ou du central de destination (central d'entrée).
- 5^o Taxation suivant la zone tarifaire et l'heure sur la base du chiffre indicatif et, éventuellement, des 2 ou 3 premiers chiffres du numéro d'abonné.
- 6^o Formation de faisceaux de lignes interurbaines complets avec possibilité de débordement des lignes terminales sur les lignes tandems et sur les voies détournées.
- 7^o Choix automatique de lignes de premier, deuxième ou troisième ordre (qualité) suivant la nature (longueur) de la communication.
- 8^o Transmission, pratiquement sans distorsion, des impulsions de sélection et de la rétrosignalisation par les lignes interurbaines et les équipements de centraux au moyen de courant alternatif à 50 p. s., puissance maximum 1 VA, ou sur des circuits à quatre fils (porteurs) avec des impulsions à fréquences vocales.
- 9^o Mise en circuit automatique des répéteurs commutés et adaptation du gain à l'affaiblissement des lignes connectées.
- 10^o Possibilité d'utiliser des circuits à quatre fils sur lesquels l'affaiblissement de la ligne est compensé par le répéteur du terminer au lieu du répéteur commuté.
- 11^o Possibilité à la téléphoniste du central tête de ligne d'établir des communications de transit étranger—Suisse sur des circuits à quatre fils par les équipements interurbains avec possibilité d'appeler et de parler dans les deux directions.
- 12^o Possibilité aux téléphonistes des centraux têtes de lignes de s'intercaler et de rappeler sur des communications occupées.

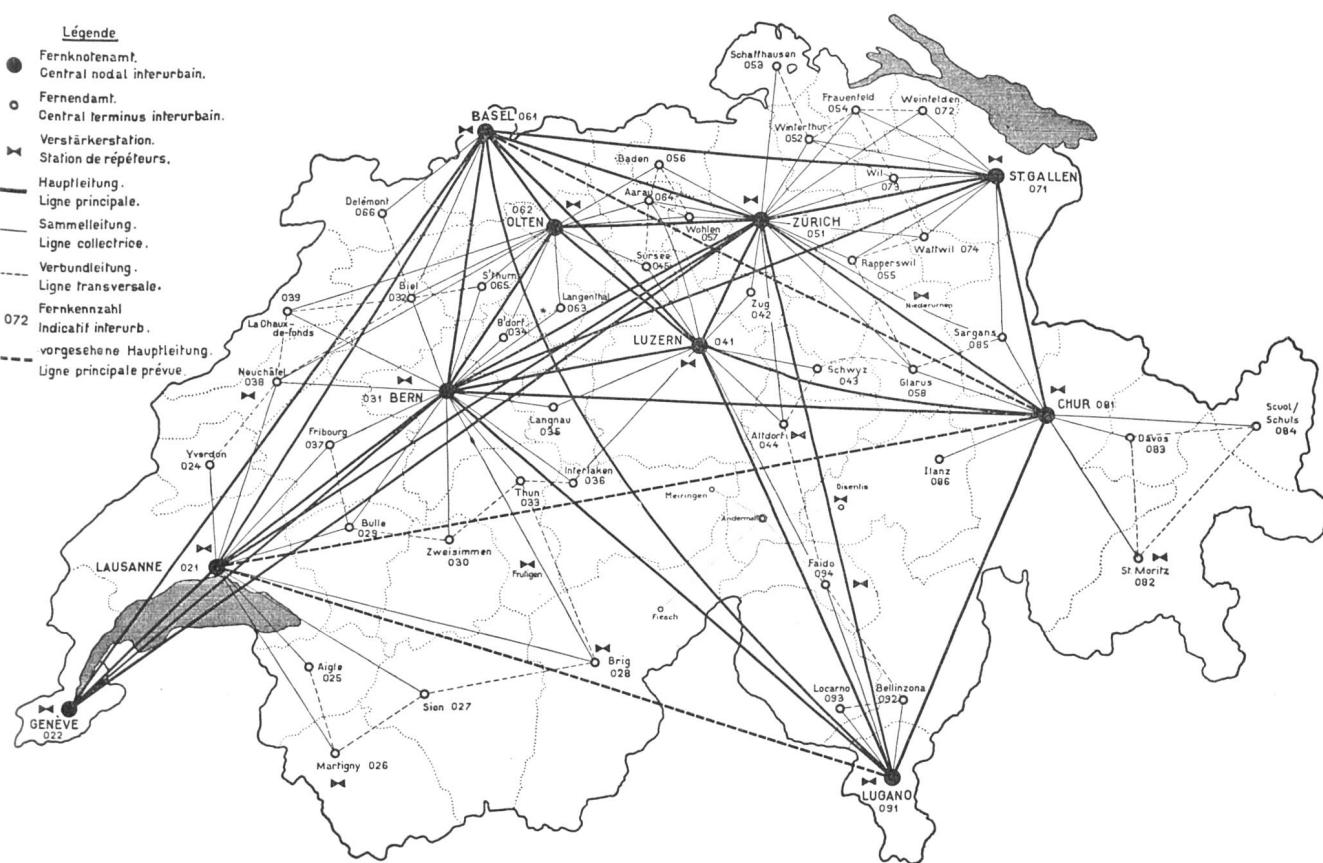


Fig. 9. Réseau interurbain automatique; achèvement projeté

- 13^o Supervision de l'abonné demandé pour contrôler le transit Suisse—étranger dans les centraux têtes de lignes et pour libérer automatiquement les communications intérieures, empêcher une plus longue taxation et libérer les lignes interurbaines au cas où le demandeur ne raccrocherait pas par erreur.
- 14^o Suppression automatique des communications en cas de non réponse ou d'occupation après 2 à 3 minutes pour libérer les lignes interurbaines.
- 15^o Pas de bruits gênant la conversation, tels que les bruits de sélecteurs et le siflement des répéteurs, pas de phénomènes d'évanouissement en cas d'humidité relative de 40 à 75% dans les locaux d'automate.

Les principes fondamentaux ont force obligatoire pour les fournisseurs. Par contre, ces derniers ont pratiquement toute liberté de choisir et d'appliquer les moyens de commutation qui leur semblent bons. Il a fallu imaginer en partie de nouveaux organes de sélection modernes, car les organes de commutation usuels de la technique des réseaux locaux et des groupes de réseaux ne suffisaient plus pour établir les liaisons directes sur des circuits à plusieurs fils à travers les répéteurs commutés.

6. Réseau automatique interurbain; circuits terminaux et tandems

Le réseau automatique interurbain représenté à la figure 9 comprendra, lorsqu'il sera achevé, soit dans cinq ans environ, les dix *centraux nodaux interurbains*

ou *centraux tandems* de Lausanne, Genève, Berne, Lucerne, Zurich, Bâle, Olten, St-Gall, Coire et Lugano. Ces centraux nodaux interurbains et les 42 *centraux terminus interurbains* comme Biel, Thoune, Berthoud, Baden, etc. s'identifient avec les centraux principaux de mêmes noms et avec les groupes de réseaux désignés par leur indicatif interurbain. La numérotation des groupes de réseaux va de l'ouest à l'est et du nord au sud.

Les centraux nodaux interurbains sont en même temps des stations de répéteurs.

Tout le trafic qui s'échange sur le réseau automatique interurbain est un trafic dirigé; les communications de A à B et inversement passent par des faisceaux de lignes distincts. La structure du réseau est claire. Le nombre des faisceaux de lignes représente encore le quart à peine de ce qu'il était dans le réseau à mailles (fig. 8). D'ailleurs la structure prévue est un compromis. D'une part, on a voué une grande attention à la formation de puissants faisceaux de lignes et, d'autre part, pour assurer la sécurité de l'exploitation et réduire la durée de la sélection, on a prescrit qu'aucune communication ne devait passer par plus de trois centraux tandems.

Pour toutes ces raisons et pour tenir compte des installations de câbles existantes, on a prévu actuellement pour les trois principaux centres Bâle, Berne et Zurich des faisceaux de lignes directes avec tous les autres centraux nodaux interurbains; pour les autres centres, par contre, des faisceaux ne sont prévus que lorsque les relations entre deux de ces centres peuvent alimenter un faisceau d'au moins dix lignes

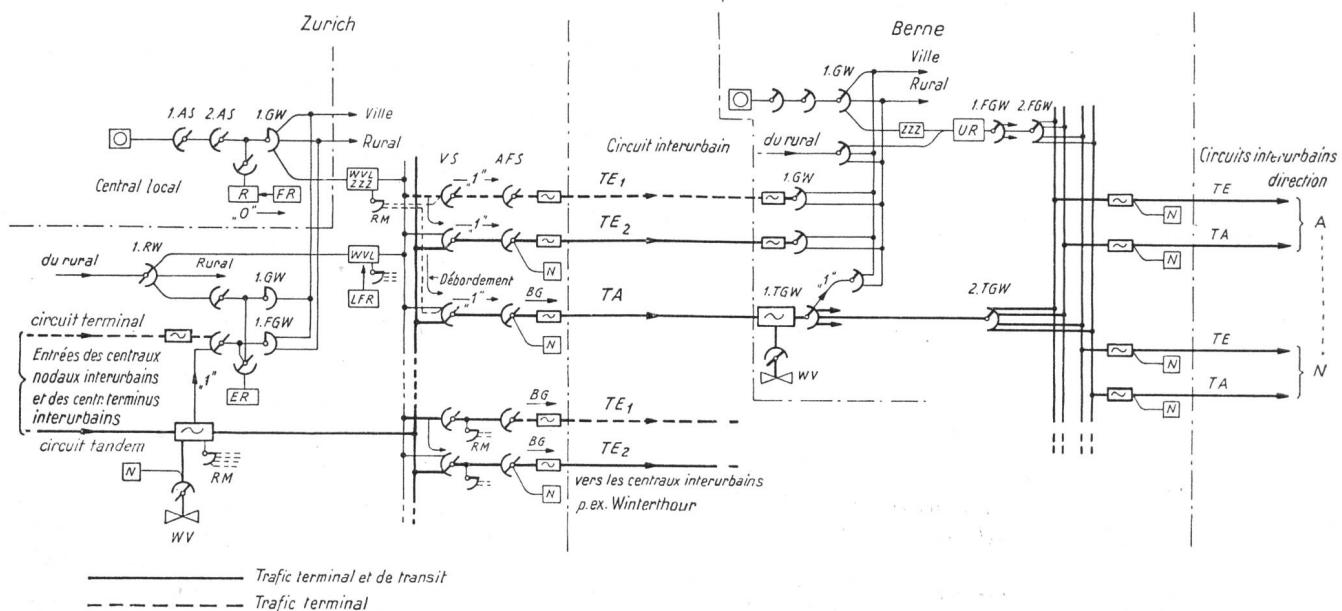


Fig. 10. Schéma des lignes dans les centraux tandems de Berne et Zurich

dans une direction. Par analogie et aussi pour éviter des détours, les centraux terminus interurbains sont raccordés en partie à deux ou trois centraux noraux interurbains. En outre, une partie des centraux terminus interurbains correspondent directement entre eux, exceptionnellement même sur des lignes de transit non amplifiées (par exemple Schaffhouse—Frauenfeld par Winterthour).

Le réseau actuel n'est donc pas définitif; au contraire, l'extension future du réseau de circuits à quatre fils (porteurs) permettra avec le temps d'établir de nombreux points noraux et, par là, de supprimer divers faisceaux de lignes à faible effectif de circuits représentés à la figure 9, par exemple Lausanne—Coire et Lausanne—Lugano par Zurich, Bâle—Coire et Bâle—Lugano par Zurich, Bâle—Genève par Lausanne.

Deux genres de lignes servent au trafic échangé dans la direction des centraux noraux interurbains, les lignes *terminales* et les lignes *tandems*. Leur choix se détermine par deux chiffres sélectifs différents transmis de l'enregistreur du central de sortie. Ces chiffres déterminent en même temps la nature de l'amplification dans les centraux tandems. Dans la direction des centraux terminus interurbains, on n'a que des lignes terminales.

Les lignes terminales (TE) servent exclusivement à l'écoulement du trafic vers le central principal de groupe ou vers son réseau rural.

Les lignes tandems (TA) servent avant tout au trafic de transit. C'est pourquoi elles passent par les *répéteurs commutés* fonctionnant automatiquement. En plus, elles servent aussi au trafic terminal et à l'écoulement du trafic de débordement quand toutes les lignes terminales (TE) de la direction voulue sont occupées. Par suite de cette possibilité de débordement du faisceau terminal sur le faisceau tandem, ces deux faisceaux ensemble forment pratiquement un faisceau complet à condition que la proportion

des lignes terminales (TE) et des lignes tandems (TA) soit calculée exactement.

Pour les circuits tandems, on utilise en principe les meilleures lignes au point de vue technique et les circuits à quatre fils (porteurs).

La figure 10 montre le schéma des lignes dans les deux principaux centraux tandems, Berne et Zurich. A Zurich, les communications interurbaines de sortie des centraux urbains arrivent en passant par des sélecteurs de groupe primaires (1.GW) sur des jonctions sélectives (WVL) équipées de compteurs de durée par zone (ZZZ). La jonction sélective (WVL) reçoit de l'enregistreur interurbain (FR), sur la base de l'indicatif composé, trois séries d'impulsions servant à déterminer la direction de sortie [mise en action du marqueur de direction (RM)], la zone tarifaire et le nombre des sélections tandems nécessaires.

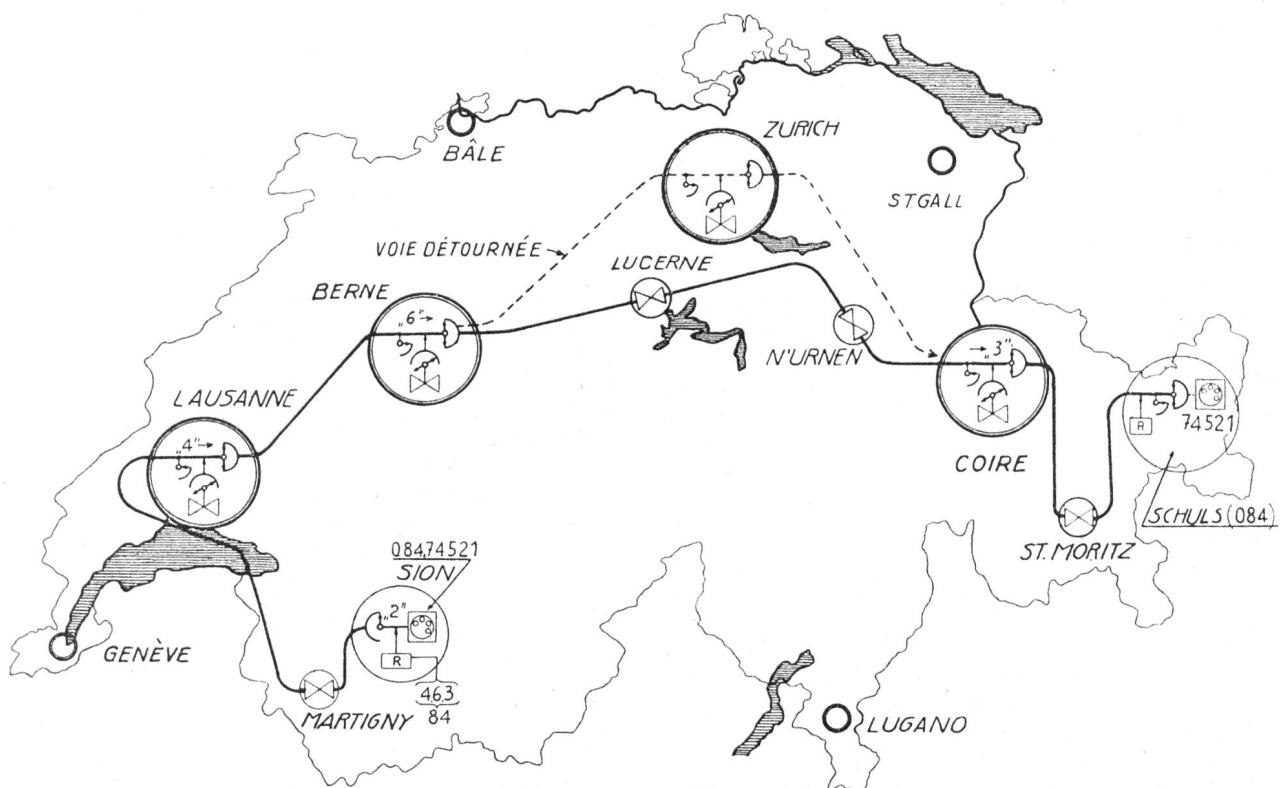
Les jonctions sélectives (WVL) rurales ne possèdent par contre aucun équipement de comptage de durée par zone (ZZZ), les taxes étant enregistrées dans le central rural même. Toutefois, les jonctions sélectives (WVL) ont accès aux enregistreurs interurbains ruraux (LFR) établis en commun au central interurbain automatique.

Suivant la position du marqueur de direction (RM), les jonctions sélectives (WVL) occupent des lignes terminales (TE) ou tandems (TA), tout le trafic de sortie dans chaque direction étant concentré à travers des chercheurs intermédiaires (VS) en vue de former des faisceaux complets.

Pour les directions de Berne, Winterthour, etc., où le propre trafic suffit à lui seul à alimenter plus de vingt lignes de sortie, les lignes terminales ont été réparties en un faisceau terminal 1 (TE₁) et un faisceau terminal 2 (TE₂). A partir des jonctions sélectives (WVL), les communications de sortie occupent les lignes TE₁ avec possibilité de débordement sur le faisceau TE₂ ou sur le faisceau tandem

(TA) tandis que les communications de transit (tandem) vers ces groupes de réseaux commandent les lignes TE₂. En conséquence, ne passe sur les lignes TE₁ que le trafic qui ne nécessite pas de répéteurs.

Cette solution est avantageuse à deux points de vue. Elle permet d'avoir encore recours à des lignes de qualité inférieure (câbles régionaux) et d'utiliser, à la place des paires de bobines onéreuses et d'équilibrées



TRADEMENT DE L'INDICATIF INTERURBAIN
PAR L'ENREGISTREUR INTERURBAIN POUR
DÉTERMINER :

	p. ex.
1. Direction Lausanne	= 2
2. Zone tarifaire	= 4
3. Combinateur	= 3
4. Chiffre tandem pour Lausanne	= 4
5. Chiffre tandem pour Berne	= 6
6. Chiffre tandem pour Coire	= 3

LÉGENDE :

BG	= Impulsion d'occupation	= 100 ms
BR	= Impulsion de préparation	= 100 ms
T	= Chiffre tandem	= 50/50 ms
N	= Sélect. au moyen du disque	= 50/50 ms
WS	= Signal de fin de sélection	= 100 ms
AT	= Impulsion de réponse	= 100 ms
AL	= Impulsion de libération	= 600-800 ms
G	= Termineur	= 70/170 ms

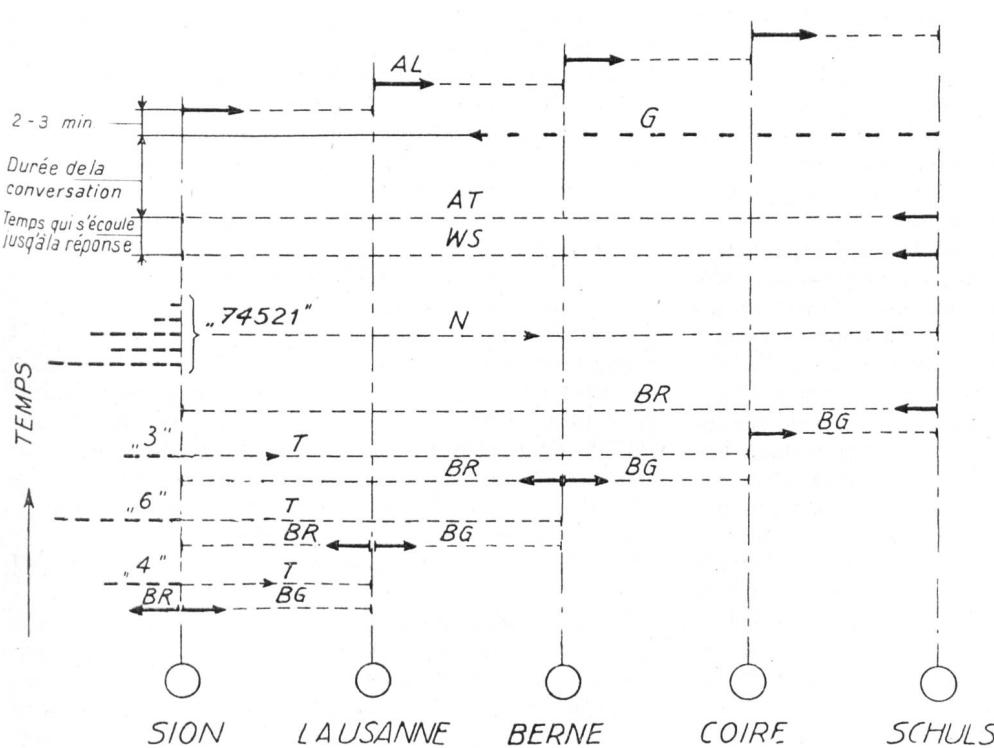


Fig. 11. Etablissement d'une communication Sion—Schuls avec le diagramme des impulsions

breurs, les bobines simples dont on a un grand nombre. La subdivision en TE_1 et TE_2 est aussi particulièrement indiquée dans les centraux noraux interurbains où le trafic tandem ne forme qu'une fraction du trafic de sortie.

Les communications d'entrée arrivant par les lignes terminales (TE) d'entrée sont immédiatement dirigées sur les centraux urbains ou ruraux par l'enregistreur d'entrée (ER) en passant par le sélecteur de groupe interurbain primaire (1. FGW). De leur côté, suivant les chiffres tandems reçus [mise en action du marqueur de direction (RM)], les lignes tandems (TA) d'entrée occupent par le chercheur intermédiaire (VS) et le chercheur de ligne interurbaine de sortie (AFS) une ligne interurbaine de sortie de la direction voulue. La connexion ligne arrivante — ligne partante s'établit, suivant l'affaiblissement de cette combinaison de lignes, directement ou par un répéteur commuté.

Pour les communications terminales avec les centraux noraux interurbains et partout où un débordement du faisceau terminal sur le faisceau tandem est possible, l'enregistreur du central interurbain de sortie envoie d'une manière générale comme dernier chiffre sélectif un „1“. Sur la ligne terminale de sortie, ce chiffre sélectif „1“ sert d'impulsion d'occupation; par contre, sur la ligne tandem qui envoie elle-même une impulsion d'occupation (BG) (fig. 10), le chiffre sélectif „1“ établit la connexion directe à l'intérieur du groupe de réseaux (réseau local ou rural) qui, dans les centraux noraux interurbains, est atteint, d'une manière générale, par la décade 1.

Les conditions sont les mêmes dans le central noraal interurbain de Berne. Lorsqu'un abonné du réseau local compose un indicatif interurbain, par exemple celui du groupe de réseaux de Winterthour (052), le sélecteur de groupe primaire (1. GW) occupe par un circuit de ZZZ libre un sélecteur de groupe interurbain (1. FGW). Les communications de sortie du groupe de réseaux passent par des sélecteurs de groupes interurbains (FGW) analogues mais sans équipement de ZZZ du fait que, dans ce cas, le compte automatique a lieu dans le central rural même.

Chaque sélecteur de groupe interurbain primaire (1. FGW) est équipé en propre d'un traducteur et d'un répéteur d'impulsions. Sur la base du chiffre indicatif, le traducteur transmet les chiffres sélectifs voulus pour déterminer la direction à Berne et les sélections tandems éventuelles. Les sorties des sélecteurs de groupes interurbains primaires (1. FGW) ont accès aux lignes interurbaines de sortie par divers groupes de sélecteurs de groupes interurbains secondaires. Dès que, dans notre cas (communication Berne—Winterthour), une ligne tandem Berne—Zurich est occupée, une impulsion de préparation parvient de l'autre extrémité de la ligne. Là-dessus, le traducteur envoie le chiffre tandem 4 vers Zurich pour établir la connexion directe sur une ligne TE_2 Zurich—Winterthour. Lorsque arrive de Winterthour l'impulsion de préparation, le répéteur d'impulsions transmet vers le central de destination les chiffres du numéro d'appel enregistrés pendant l'établissement de la communication. La communication s'établit ensuite selon les mêmes principes qu'une communication Sion—Schuls décrite ci-après.

Les communications tandems d'entrée atteignent les lignes interurbaines de sortie par les sélecteurs de groupes tandems, 1. TGW et 2. TGW. Comme sélecteurs de groupes tandems (TGW), on se sert de sélecteurs à moteurs à plusieurs bras. Le sélecteur de groupe tandem primaire (1. TGW) est relié aux répéteurs commutés (WV). En outre, par la décade 1 et le sélecteur de groupe primaire (1. GW), il a accès au réseau local et au réseau rural pour le cas où il y aurait un débordement de communications d'entrée.

7. Etablissement des communications interurbaines automatiques

Considérons comme exemple une future communication Sion—Schuls qu'on suppose passer par les centraux tandems de Lausanne, Berne et Coire.

Un enregistreur interurbain (R) du central de sortie Sion convertit le chiffre indicatif reçu, 084, en six séries d'impulsions ou chiffres sélectifs comme le montre la figure 11. Les trois premiers de ces chiffres sont utilisés à Sion même. Le premier chiffre „2“ commande un sélecteur sur une ligne tandem de sortie Sion—Lausanne; le deuxième chiffre „4“ marque, dans le circuit du compteur de durée par zone, la zone tarifaire et le troisième chiffre, enregistré par un combiné, établit que trois sélections tandems sont nécessaires, autrement dit que ce combiné, durant l'établissement de la communication, devra recevoir en tout quatre impulsions en retour avant d'établir la connexion directe et de transmettre au demandeur le signal „libre“ ou le signal „occupé“.

La communication s'établit ensuite automatiquement. Le dispositif de signalisation de la ligne tandem occupée envoie une *impulsion d'occupation* (BG) vers Lausanne pour y préparer les organes de sélection et en même temps une *impulsion de préparation* (BR) en arrière pour libérer le premier chiffre tandem de l'enregistreur interurbain. Ce chiffre „4“ commande le sélecteur à Lausanne sur une ligne tandem Lausanne—Berne qui envoie une impulsion d'occupation vers Berne et une impulsion de préparation en arrière. Les deux autres chiffres tandems „6“ et „3“ pour Berne et Coire poursuivent l'établissement de la communication jusqu'à Schuls. Le diagramme des impulsions de la figure 11 montre que la ligne Coire—Schuls donne uniquement une impulsion d'occupation. L'impulsion de préparation correspondante part de Schuls dès qu'il s'y trouve un enregistreur prêt à recevoir le numéro de l'abonné. Après la réception du numéro d'appel (7 45 21), cet enregistreur établit la communication avec l'abonné désiré. En même temps, l'*impulsion de fin de sélection* (WS) est renvoyée à Sion où elle établit la connexion directe. Quand l'abonné demandé décroche son récepteur le *signal de réponse* (AT) est envoyé au central de départ où il met en marche le compteur de durée par zone.

Entre temps, dans les centraux noraux interurbains de Lausanne, Berne et Coire, les répéteurs commutés se sont intercalés sur la communication. Les répéteurs de Lausanne et de Berne compensent chacun l'affaiblissement du tronçon de ligne d'entrée. Celui de Coire par contre ou plus généralement le dernier répéteur commuté de la communication ra-

mène les deux derniers tronçons de lignes ensemble, dans notre cas Berne—Coire et Coire—Schuls, à l'équivalent de 1 néper.

Chaque tronçon de ligne signale ainsi, pour son compte et d'une façon indépendante, son affaiblissement en envoyant des impulsions de terre par les quatre fils de conversation et d'équilibrage vers le circuit de réglage du gain. Deux différents chiffres sélectifs indiquent si tel répéteur commuté doit fonctionner seulement pour le tronçon de ligne d'entrée ou pour les tronçons d'entrée et de sortie ensemble, ainsi que nous le verrons plus loin.

A la fin de la communication, la ligne Sion—Lausanne est libérée en premier. Elle envoie une *impulsion de libération* (AL) vers Lausanne pour libérer la ligne Lausanne—Berne, etc. La ligne est ainsi libérée par étapes, en cascade, comme le montre le diagramme des impulsions.

Si, à la fin de la conversation, le demandeur oublie de raccrocher son récepteur, la chose est signalée par un *signal de supervision* (G) transmis de l'autre central sous la forme d'une série permanente d'impulsions. Ce signal a pour effet d'interrompre automatiquement la communication au central de sortie après 2 à 3 minutes et de libérer les lignes interurbaines; en même temps, le compteur de durée par zone s'arrête, ce qui évite des dommages au demandeur. Pour les communications établies à la position d'opératrice interurbaine, comme les communications de transit étranger—Suisse, le signal de supervision commande la lampe de fin de la paire de cordons interurbaine.

Il ressort de ce qui précède que l'établissement automatique d'une communication interurbaine se fait par la mise à la suite l'un de l'autre de divers

tronçons de lignes. C'est pourquoi on parle de communications tandems et de centraux tandems.

Pour les cas d'encombrement, il est prévu encore, comme voies auxiliaires réciproques dans les faisceaux de lignes, des circuits de détournement. Leur introduction générale exige cependant encore des études approfondies concernant la stabilité et l'équivalent car, avec les voies détournées, un ou deux répéteurs pour deux fils (commutés) supplémentaires peuvent être introduits sur la communication. Les mesures faites à cet égard dans l'exploitation ont toutefois donné, contre toute attente, de bons résultats qui laissent bien augurer de l'introduction des voies détournées.

Supposons que sur notre communication Sion—Schuls, toutes les sorties tandems Berne—Coire soient occupées; le sélecteur à Berne teste un circuit détourné de cette direction en liaison avec les lignes tandems Berne—Zurich. Après réception de l'impulsion de préparation venant de la ligne tandem Berne—Zurich occupée, le circuit détourné l'absorbe et envoie vers Zurich un chiffre tandem qui établit dans ce central la liaison avec une ligne tandem Zurich—Coire. L'impulsion de préparation de cette ligne revient alors à Sion et déclenche le chiffre tandem pour Coire. Le détournement se fait donc sans que l'enregistreur du central de sortie intervienne.

Ce qui offre un intérêt particulier dans la téléphonie automatique interurbaine, c'est la conversion des chiffres indicatifs interurbains en différents chiffres sélectifs et l'emploi de répéteurs commutés dans les centraux tandems. Nous en donnons ci-après le principe en relevant toutefois qu'à côté des solutions décrites et qui sont surtout employées, il existe encore d'autres possibilités. (A suivre.)

Der Impulswiederholer in der Nebenstellentechnik *)

Von Hans Labhardt, Zürich

621.395.636.2

In Nebenstellen-Netzgruppen wird bis heute in der Regel der Verbindungsverkehr mit offener Kennziffer durchgeführt, auch dann, wenn jeder Teilnehmer der Gesamtanlage eine nur ihn kennzeichnende Anrufnummer besitzt. Dieses Kennziffernsystem bringt es mit sich, dass der Teilnehmer einer bestimmten Zentrale, je nachdem, ob er aus dem Einzugsgebiet derselben, oder aber von einer anderen Zentrale aus angerufen wird, verschiedene Nummern hat. Im ersten Falle wird er mit seiner reinen Teilnehmernummer, im andern Falle mit dieser, vermehrt durch die entsprechende Kennziffer, erreicht.

Mit der Einführung des Impulswiederholers, der den Verbindungsleitungen zugeordnet wird, können solche Netze in einfacher Weise ohne Kennziffern, also mit einheitlicher Numerierung, betrieben werden. Anlagen, die bis anhin mit Kennziffern arbeiteten,

*) Vortrag, gehalten an der 4. schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik in Zürich, vom 16. Juni 1945.

Le répéteur d'impulsions dans la technique des installations secondaires *)

Par Hans Labhardt, Zurich

621.395.636.2

Pour établir les communications dans les groupes de réseaux à installations secondaires, on a eu recours jusqu'ici, en règle générale, aux chiffres indicatifs connus, même lorsque chaque abonné de l'installation générale possède un numéro d'appel en propre. Ce système de chiffres indicatifs exige que l'abonné d'un central déterminé ait des numéros différents suivant qu'il est appelé par un abonné de ce central ou par un abonné d'un autre central. Dans le premier cas, on l'atteint en composant simplement son numéro, dans les autres cas en y ajoutant le chiffre indicatif voulu.

Grâce au répéteur d'impulsions complétant les lignes de jonction, on peut exploiter ces réseaux d'une façon simple en utilisant une numérotation uniforme sans chiffres indicatifs. Les installations qui, jusqu'à présent, travaillaient avec des chiffres indicatifs

*) Conférence donnée à l'occasion de la 4^e journée suisse de la technique des télécommunications qui a eu lieu à Zurich le 16 juin 1945.