

# Gemeinschaftsanschlüsse für mehr als zwei Teilnehmer = Raccordements collectifs pour plus de deux abonnés

Autor(en): **Brönnimann, F.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **6 (1928)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873735>

## **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.

## Gemeinschaftsanschlüsse für mehr als zwei Teilnehmer.

Von F. Brönnimann, Bern.

### I. Einleitung.

Ein Telephonbetrieb ohne Gemeinschaftsanschlüsse ist in der Schweiz heute kaum mehr denkbar. Das Bestreben der Verwaltung musste also dahin gehen, diese Anschlussart derart auszubauen und zu verbessern, dass sie den Anforderungen eines verkehrschwachen Telephonanschlusses Genüge leistet.

Ein grosser Schritt in dieser Richtung war die Einführung der 2er G. A. mit Verriegelung im Jahre 1922 (Beschreibung siehe „Technische Mitteilungen“ Nr. 2 vom 1. IV. 1923). Diese Anschlussart hat in kurzer Zeit eine weitgehende Verbreitung gefunden, stehen doch heute in der ganzen Schweiz nicht weniger als 16 000 G. A.-Teilnehmer-Einrichtungen im Betriebe.

Bei diesem System ist zwar die Anzahl der Teilnehmer, die mit der gleichen Leitung bedient werden können, auf 2 beschränkt; es wurde aber dadurch erreicht, dass solche Anschlüsse genau gleich wie Einzelanschlüsse bedient und auch an vollautomatische Zentralen angeschlossen werden können.

Es gibt indessen Fälle, wo der 2er Gemeinschaftsanschluss nicht genügt; man denke nur an Gebirgs- und Talschaften, wo die Teilnehmer oft stundenweit voneinander weg wohnen und zudem einen sehr geringen Verkehr aufweisen. Hier lohnt es sich nicht, für zwei oder gar einen einzelnen Teilnehmer einen eigenen Anschluss zu erstellen; man ist vielmehr gezwungen, mehrere Teilnehmer mit der gleichen Schleife zu bedienen.

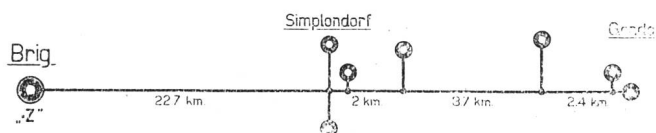


Fig. 1.

In Fig. 1 ist ein in der Praxis vorkommender Fall dargestellt, wo 7 Teilnehmerstationen auf gemeinsamer Leitung vermittelt Selektoren an die Zentrale „Z“ angeschlossen sind (Es handelt sich um die zirka 31 km lange Leitung über den Simplon: Brig—Simplondorf—Gondo).

In Fig. 2 ist die gleiche Anlage in Einzelanschlüsse aufgeteilt. Der Mehraufwand an Leitungslängen würde zirka 152 km betragen!

Bereits im Jahr 1922 wurde verfügt, dass Gemeinschaftsanschlüsse mit mehr als 2 Teilnehmern mittelst *Selektoren* anzuschliessen seien. Es handelt sich hier um einen Apparat, der die Geheimschaltung vorerst nicht besass. Erst im Jahre 1923 gelang es, mittelst einer einfachen konstruktiven Aenderung das allgemein gewünschte Gesprächsgeheimnis zu erreichen. Wir verweisen diesbezüglich auf die Schemata B<sub>2</sub>-53.074 und B<sub>2</sub>-53.086. In letzter Zeit ist die Schaltung nun noch in dem Sinne verbessert worden, dass das absolute Gesprächsgeheimnis auch bei Verbindungen von Teilnehmern einer

## Raccordements collectifs pour plus de deux abonnés.

Par F. Brönnimann, Berne.

### I. Introduction.

En Suisse, les raccordements collectifs sont devenus de plus en plus indispensables dans l'exploitation du téléphone. En présence de ce fait, l'Administration s'est vue obligée d'employer ses efforts au constant perfectionnement de ce système, pour qu'il réponde le mieux possible au faible trafic des raccordements auxquels il est destiné.

Le développement des raccordements collectifs a pris une extension considérable dès qu'on eut introduit, en 1922, le raccordement collectif avec blocage, pour deux abonnés (voir description au N<sup>o</sup> 2 du „Bulletin technique“, du 1<sup>er</sup> avril 1923). En Suisse, plus de 16.000 installations sont, à ce jour, exploitées au moyen de ce système.

Il est vrai que ce genre de raccordement limite à deux le nombre des abonnés branchés sur le même lacet; cependant, les deux abonnés d'un R. C. peuvent être desservis exactement comme s'ils possédaient des embranchements individuels et leur raccordement est aussi possible aux centrales entièrement automatiques.

Il arrive, toutefois, que le R. C. pour deux abonnés se révèle insuffisant, comme p. ex. dans les régions montagneuses et dans certaines vallées, où les abonnés sont non seulement très distants les uns des autres, mais où les conversations sont peu nombreuses. Il serait, en pareil cas, onéreux d'établir un raccordement spécial pour chaque groupe de deux abonnés ou même séparément pour chaque abonné. La seule bonne solution consistera à brancher plusieurs abonnés sur la même ligne de raccordement.

Le dessin 1 illustre le cas de la ligne des abonnés du Simplon „Brigue—Simplon-Village—Gondo“, d'une longueur d'environ 31 km, qui, au moyen de sélecteurs, relie 7 stations à la centrale „Z“.

Au dessin 2, la même installation est décomposée en raccordements séparés, qui exigeraient un surplus de lacets de 152 km environ!

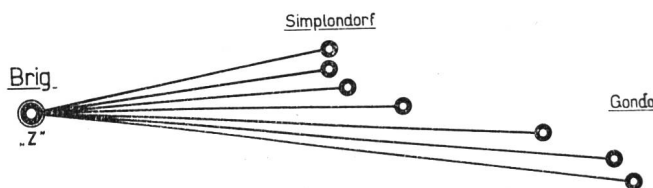


Fig. 2.

Ces raisons diverses ont déterminé l'Administration, en 1922 déjà, de prescrire l'emploi de *sélecteurs* pour le branchement de plus de deux abonnés sur les mêmes fils. Au début, les sélecteurs n'assuraient pas le secret des conversations entre les abonnés du même raccordement. C'est seulement l'année suivante, soit en 1923, qu'on parvint à modifier le sélecteur de façon qu'il sauvegarde le secret téléphonique. Nous renvoyons à ce sujet aux dessins B<sub>2</sub>-53.074 et B<sub>2</sub>-53.086. Tout récemment, un nou-

Gemeinschaftsgruppe unter sich erreicht wurde. Zweck der nachfolgenden Zeilen ist es, diese neue Schaltung eingehend zu beschreiben.

## 2. Der Selektor (Wähler).

Bevor wir auf die Schaltungen näher eintreten, soll das wichtigste Organ der ganzen Anordnung, der sogenannte Selektor, kurz beschrieben werden. Der Selektor ist ein von der Zentrale aus gesteuerter Apparat, der es ermöglicht, irgendeine Station eines Gemeinschaftsanschlusses wahlweise aufzurufen. Er besteht in der Hauptsache aus zwei Elektromagnet-systemen mit Schaltwerk (siehe Fig. 3, 4, 5). Der

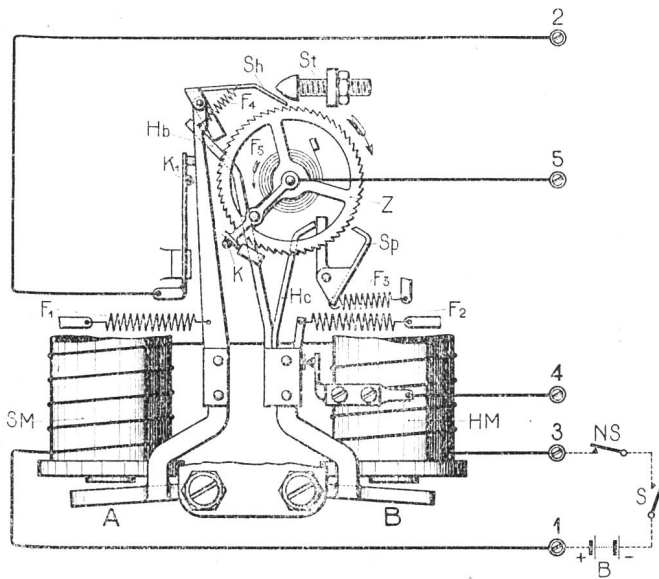


Fig. 3.

Elektromagnet SM besitzt einen rasch arbeitenden Anker, der zur Impulsübertragung benutzt wird. Der zweite Elektromagnet HM dagegen ist mit einer Kupferhülle ausgerüstet, wodurch ein langsames Arbeiten des Ankers erreicht wird. Diese abfallverzögernde Einrichtung hat den Zweck, das frühzeitige Zurückdrehen des Zahnradchens zu verhindern.

Die Arbeitsweise des Selektors ist kurz folgende:

Beim Schließen des Kontaktes S fließt ein Strom vom + Pol der Batterie B über die Spulen SM und

veau perfectionnement a permis d'assurer le secret téléphonique aussi en cas de conversation entre deux abonnés du même groupe collectif. Ce nouveau système fait l'objet de la description qui suit.

## 2. Le sélecteur.

Nous donnerons, avant de nous occuper du schéma, une description succincte de l'organe le plus important de l'installation, soit du sélecteur. Le sélecteur est un appareil commandé par la centrale et qui permet d'appeler à volonté une station quelconque du raccordement collectif. Il se compose, en substance, de deux systèmes électromagnétiques et d'un mécanisme de commutation (voir fig. 3, 4 et 5). L'électro-aimant SM est muni d'une armature à mouvement rapide pour la transmission des impulsions. Le second électro-aimant HM est, par contre, pourvu d'une douille de cuivre destinée à ralentir le mouvement de l'armature. Ce dispositif à action différée a pour but d'empêcher un mouvement rétrograde prématuré de la roue dentée.

Le sélecteur fonctionne comme suit:

Lorsque le contact S est fermé, un circuit est établi entre le pôle positif de la batterie B, les bobines

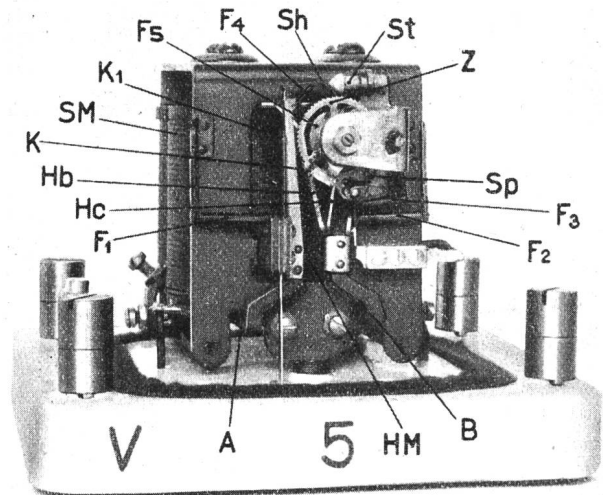


Fig. 4.

SM et HM et le pôle négatif de la batterie; les électro-aimants SM et HM sont excités et agissent sur les armatures A et B. Le crochet propulseur Sh, libéré par le levier Hb, s'engage par l'action du ressort F4 dans les dents de la roue Z et fait avancer cette dernière d'un cran dans le sens des aiguilles d'une montre, jusqu'à la vis d'arrêt St. Par l'effet du ressort F3, le cliquet d'arrêt Sp s'engage simultanément avec le crochet propulseur dans la roue dentée. Si, maintenant, le circuit est interrompu pendant un court moment (environ  $\frac{1}{10}$  de seconde), voici ce qui se passe:

Les deux bobines SM et HM sont sans courant. L'armature A — et, faisant corps avec elle, le levier et le crochet de propulsion — revient par l'effet du ressort F1 à sa position de repos. Quant à l'armature B qui, pendant l'interruption du courant, est retenue dans sa position grâce au dispositif de retardation de la bobine HM, elle empêchera que le cliquet

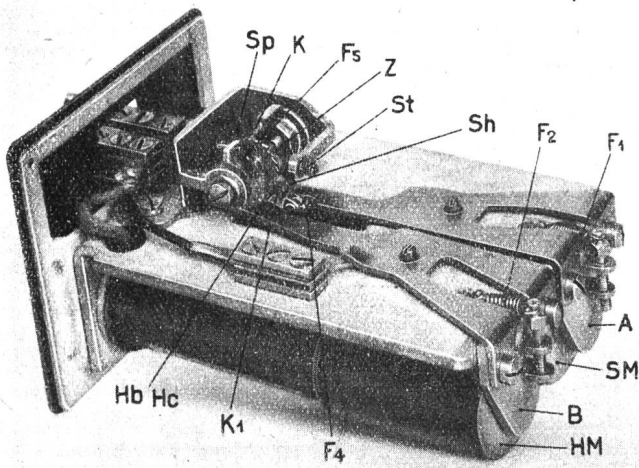


Fig. 5.

HM zurück zum — Pol der Batterie. Die beiden Spulen SM und HM werden erregt und deren Anker A und B angezogen. Der Schalthaken Sh. durch den Hebelarm Hb frei gegeben, greift infolge der Federwirkung von F4 in den Zahnkranz des Zahnradchens Z ein und schaltet dieses im Sinne des Uhrzeigers um einen Zahn, bis zur Stellschraube St. vorwärts. Gleichzeitig mit dem Schalthaken greift auch der Sperrhaken Sp durch die Federwirkung von F3 in die Verzahnung ein. Wird nun der Stromkreis für kurze Zeit (zirka  $\frac{1}{10}$  Sek.) unterbrochen, so erhalten wir folgendes Bild:

Die beiden Spulen SM und HM werden stromlos. Der Anker A — und mit ihm der mechanisch verbundene Schaltarm und Haken — kehrt, durch die Feder F1 angezogen, in die Ruhelage zurück. Der Anker B, der durch die Verzögerungseinrichtung der Spule HM während der Stromunterbrechung gehalten bleibt, lässt den Sperrhaken Sp und somit auch das Zahnradchen Z nicht in die Ruhelage zurückkehren. Nach dieser kurzen Unterbrechung zieht SM den Anker A neuerdings an, und der Schalthaken Sh schaltet das Zahnradchen Z um einen weitem Zahn vorwärts.

Die Anzahl der Stromunterbrechungen kann beliebig gewählt werden, beispielsweise so, dass der am Zahnradchen Z befestigte Kontaktarm K den fixen Kontakt K1 berührt. Diese Stellung des Zahnradchens kann nun dazu benützt werden, einen Wecker oder ein Relais etc. zu betätigen (Fig. 3). Wird der Strom endgültig unterbrochen, so fallen beide Anker A und B und somit auch Z, durch F5 angetrieben, in ihre Ruhelage zurück.

Nehmen wir an, es seien beispielsweise 3 solcher Selektoren parallel auf eine gemeinsame Batterieleitung geschaltet (Fig. 6). Bei Selektor Nr. 1 betrage

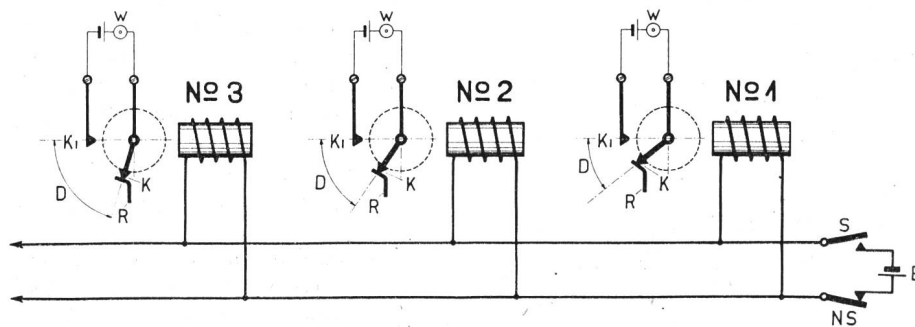


Fig. 6.

die Distanz D von R zu K1 = 2 Zähne, bei Selektor Nr. 2 = 3 Zähne und bei Selektor Nr. 3 = 4 Zähne. (Diese Distanz D kann durch Verschieben des Ruhekontaktes R beliebig gross gewählt werden).

Schliessen wir jetzt den Schalter S, so werden alle Selektoren von der Batterie B aus erregt und machen den ersten Schritt, wie wir bereits gesehen haben. Die Distanz D beträgt nun beim ersten Selektor = 1, beim zweiten = 2 und beim dritten = 3 Zähne. Werden vermitteltst des Nummernschalters NS Stromunterbrechungen erzeugt, so machen alle 3 Selektoren neuerdings eine entsprechende Anzahl Schritte. Wird der Strom beispielsweise zweimal unterbrochen, so

d'arrêt Sp et la roue dentée Z ne reviennent aussi à la position de repos. Après cette courte interruption, l'électro-aimant SM attire à nouveau l'armature A, et le crochet propulseur continue à faire avancer la roue Z d'un cran.

Le nombre des interruptions de courant peut être choisi à volonté; il sera p. ex. tel que la tige de contact K fixée à la roue Z vienne buter contre le contact fixe K1. Cette position pourra servir à actionner une sonnerie, un relais, etc. (fig. 3). Lorsque le courant est définitivement interrompu, les deux armatures A et B retournent à leur position de repos, de même que la roue Z, sous l'influence du ressort F5.

Admettons p. ex. que 3 sélecteurs soient connectés en parallèle sur les mêmes fils d'une batterie (fig. 6). Au sélecteur N° 1, la distance D de R à K1 est de deux dents, au sélecteur N° 2 de 3 dents et au sélecteur N° 3 de 4 dents. (En déplaçant le contact de repos R, on peut varier la distance D à volonté.)

Dès qu'on ferme le contact S, le courant de la batterie B actionne tous les sélecteurs et les fait avancer d'un cran, comme nous l'avons vu plus haut. La distance D est ensuite de 1 dent au sélecteur N° 1, de 2 dents au sélecteur N° 2 et de 3 dents au sélecteur N° 3. Si de nouvelles interruptions sont provoquées au moyen du disque NS, les trois sélecteurs avanceront de nouveau d'un nombre de crans correspondant au nombre des interruptions. Deux interruptions du courant, p. ex., produiront un avancement de deux nouveaux crans, et la distance D entre les contacts de repos R et les contacts de travail K1 sera:

De + 1 dent au premier sélecteur, de 0 au deuxième sélecteur et de — 1 dent au troisième sélecteur, ce qui signifie que, au premier sélecteur, le

contact K a dépassé de 1 dent le contact K1, tandis qu'au troisième sélecteur, ce contact K est de 1 dent en arrière du contact K1. Au deuxième sélecteur, les deux contacts K et K1 se touchent et mettent en fonction la sonnerie du sélecteur N° 2 figurée dans le dessin 6. Par le choix approprié du nombre des impulsions (interruptions de courant), il est possible d'actionner n'importe laquelle des trois sonneries.

En réalité, ce ne sont pas des sonneries qui sont connectées avec les sélecteurs, mais, comme nous le verrons plus tard, des combinaisons de relais et d'appareils téléphoniques.

Au moyen de sélecteurs de ce genre, on pourrait



machen die Selektoren zwei Schritte, und die Distanzen D von den Ruhekontakten R zu den Arbeitskontakten K1 betragen:

Beim ersten Selektor = + 1, beim zweiten Selektor = 0 und beim dritten Selektor = - 1 Zahn. Das heisst, bei Selektor Nr. 1 hat Kontakt K den Kontakt K1 bereits um einen Zahn überschritten, während bei Selektor Nr. 3 K gegenüber K1 noch um einen Zahn zurück steht. Beim zweiten Selektor berühren die Kontakte K und K1 einander. Der in Fig. 6 eingezeichnete Wecker bei Selektor Nr. 2 spricht somit an. Durch die Wahl einer entsprechenden Anzahl Impulse (Stromunterbrechungen) haben wir es in der Hand, jeden der drei Wecker zum Ansprechen zu bringen.

In Wirklichkeit werden nicht Wecker mit den Selektoren zusammengeschaltet, sondern, wie wir später sehen werden, eine Kombination von Relais und Sprechapparaten.

Mit Hilfe solcher Selektoren kann auf einer gemeinsamen Leitung eine beliebige Zahl von Teilnehmern angeschlossen werden. Theoretisch könnte man 50 und mehr Stationen einschalten, je nach der Anzahl Zähne, die das Zahnradchen Z des Selektors besitzt. In der Praxis geht man jedoch selten über 10 hinaus.

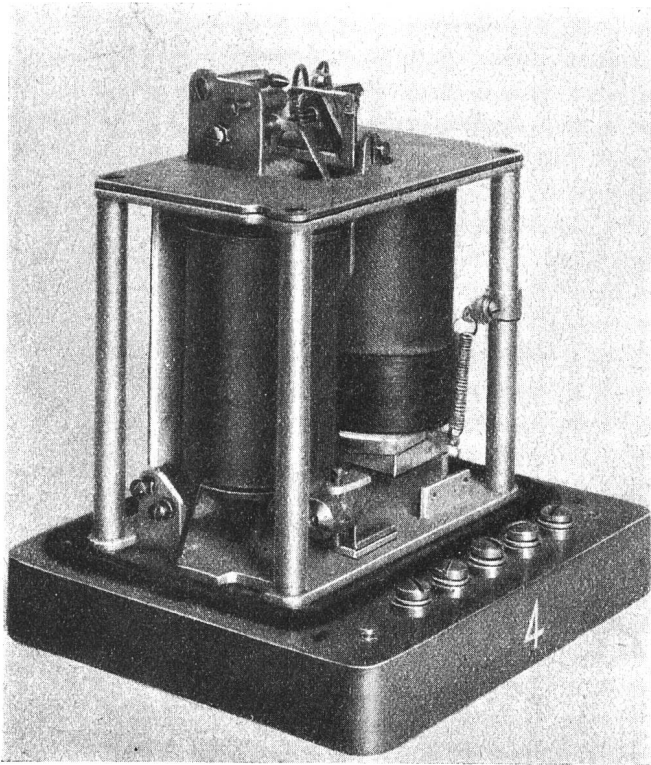


Fig. 7.

In Bild 4 ist der Westernselektor dargestellt, während die Bilder 5 und 7 Selektoren der Firma Hasler A.-G. veranschaulichen. Die Arbeitsweise dieser verschiedenen Konstruktionen beruht auf dem nämlichen Prinzip.

Im nachstehenden werden wir sehen, wie diese Selektoren praktisch Verwendung finden.

brancher un nombre quelconque d'abonnés sur une ligne commune. Théoriquement, il y aurait possibilité de connecter 50 stations ou même davantage, nombre qui dépendrait de celui des dents de la roue Z du sélecteur. Dans la pratique, il est rare qu'on dépasse le nombre de dix.

Le sélecteur Western est représenté par le dessin 4 et le sélecteur de la S. A. Hasler par les dessins 5 et 7. Le fonctionnement de ces deux constructions est basé sur le même principe. Nous verrons ci-après quel est l'emploi pratique de ces sélecteurs.

### 3. Equipement à la station centrale.

A la station centrale, l'équipement nécessaire pour desservir les raccordements à sélecteurs comporte les organes suivants (fig. 8):

- 1 jack de réponse AK par groupe;
- 1 jack de sélection WK par groupe;
- 1 lampe d'appel AL (48 v) par groupe;
- 1 lampe de surveillance UL (48 v) par groupe;
- 1 clé de coupure TS commune à tous les groupes (seulement pour les petites centrales BL);
- 1 fiche de sélection WS } en commun pour tous
- 1 disque d'appel NS } les groupes.
- Il est nécessité en plus pour chaque groupe:
- 1 relais différentiel A (relais comportant 2 bobines à 2 enroulements de 100 ohms chacun);
- 1 relais de sélection W 1000 ohms { formant ensemble un relais
- 1 relais de coupure C 1000 ohms { double
- 1 relais auxiliaire B 1000 ohms;
- 1 bobine de translation ou 2 bobines de réactance D1 et D2 de 50 ohms chacune.

Ces relais et bobines, ainsi que les condensateurs et les lames de distribution nécessaires, sont montés dans un cadre qui, au besoin, peut recevoir d'autres relais encore. Ces cadres sont construits pour 3 capacités différentes, soit

- 1° cadres pour une capacité de 3 raccordements, mais montés pour 1 seul raccordement,
- 2° cadres pour une capacité de 5 raccordements, mais montés pour 3 raccordements,
- 3° cadres pour une capacité de 10 raccordements, mais montés pour 6 raccordements.

La figure 9 représente un cadre pour 5 raccordements.

Un relais-pilote (également monté dans le cadre) et une batterie servent en commun à tous les groupes. La batterie, composée généralement d'éléments accouplés, a, normalement, une tension de 48 volts. Le pôle positif est à la terre. Dans des cas exceptionnels (lignes à longues distances ou en fil de fer ou d'acier), on choisit un voltage plus élevé. La batterie est chargée au moyen d'un petit redresseur de courant à lampes, raccordé directement au réseau de lumière à courant alternatif. Un redresseur construit par la S. A. Hasler est représenté par la fig. 10.

### 4. Equipement chez l'abonné.

Chaque abonné branché sur une ligne collective reçoit une station spécialement équipée (fig. 11). Extérieurement, ce genre de station ne diffère d'une station murale normale que par le signal optique et le bouton d'appel remplaçant la magnéto.



Kleingleichrichter (Glühkathoden-Gleichrichter), der direkt an das Wechselstromnetz angeschlossen wird. Ein solcher Gleichrichter der Firma Hasler A.-G. ist in Fig. 10 dargestellt.

#### 4. Ausrüstung bei den Teilnehmern.

Jeder Teilnehmer erhält eine speziell ausgerüstete Station (Fig. 11). Diese unterscheidet sich äusserlich von der normalen L. B.-Wandstation nur durch das Schauzeichen und die Ruftaste, welche an Stelle des Generators montiert wird.

Fig. 12 stellt die Station mit geöffnetem Kasten dar. Im Batteriekasten sind ausser dem Element E für die Speisung des Mikrophons untergebracht: Der Selektor Se in Glasgehäuse (Westernselektor), das Anschalterelais AR (Verzögerungsrelais), die beiden Kondensatoren von 2 Mf. sowie die Klemmen für die Einschaltung der Ausgleichswiderstände. Das Besetztzeichen Si, ein Schauzeichen zu 1000 Ohm, ist vermittelt einer Holzrosette direkt auf das Wandbrett über dem Batteriekasten montiert.

Die Selektorenstationen werden auch als Tischstationen ausgeführt (siehe Fig. 13).

In Fig. 14 ist dieselbe Station mit geöffnetem Untersatzkasten dargestellt. Links ist das Anschalterelais AR ersichtlich, während auf der rechten Seite der Selektor Se (Hasler, kleines Modell) zu erkennen ist. Das Schauzeichen Si ist in der Frontplatte eingebaut.

Die hauptsächlichsten Vorteile dieser Schaltung gegenüber früheren Schaltungen sind:

1. Anruf der Zentrale vom Teilnehmer aus durch Betätigen einer Ruftaste und daheriger Wegfall des Handgenerators.
2. Automatische Schlusszeichengabe in der Zentrale durch Einhängen des Hörers beim Teilnehmer.

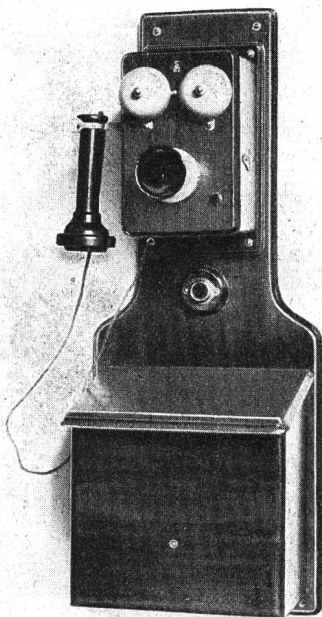


Fig. 11.

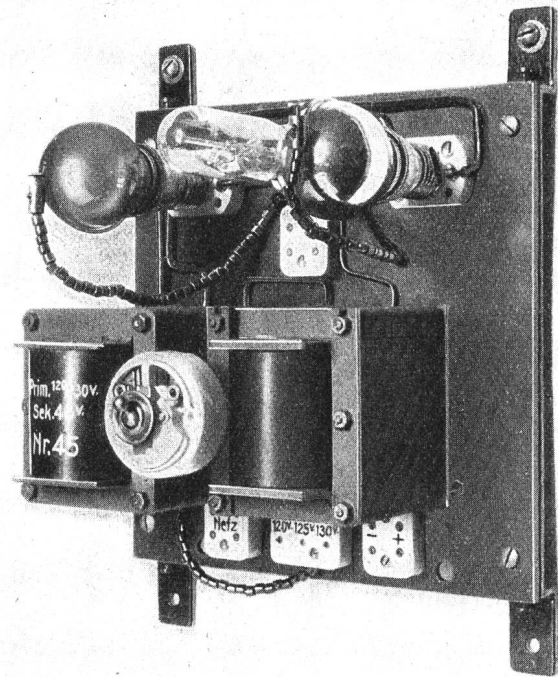


Fig. 10.

monté dans une rosace de bois placée sur la planche murale, directement au-dessus de la boîte à pile.

Les stations à sélecteurs sont aussi construites sous forme de stations de table (voir fig. 13).

La fig. 14 montre la même station avec boîte-socle ouverte. A gauche se trouve le relais de connexion AR, et à droite le sélecteur Se (Hasler, petit modèle). Le signal optique Si est monté dans la plaque frontale.

Comparativement aux anciens systèmes, les principaux avantages du nouveau système sont:

- 1° Appel de la centrale par l'abonné au moyen d'un bouton; en conséquence, suppression de la magnéto.
- 2° Actionnement automatique du signal de fin à la centrale par simple raccrochage du récepteur à la station de l'abonné.
- 3° Sauvegarde du secret téléphonique aussi dans les communications entre 2 abonnés du même groupe.

#### 5. Description des circuits.

##### a) Position de repos (fig. 8.).

Les récepteurs des stations des abonnés sont accrochés. Tous les organes sont en position de repos. Les équipements des microphones sont déconnectés des deux fils de la ligne par les relais de connexion AR.

##### b) Appel par disque d'un abonné du raccordement collectif.

Les manipulations d'appel sont les suivantes: La fiche d'appel VS est insérée dans le jack AK, puis la fiche de sélection WS dans le jack de sélection WK; les sélecteurs sont actionnés au moyen du disque





Fig. 13.

3. Wahrung des Gesprächsheimnisses auch im Zwischenverkehr, d. h. bei Verbindungen von 2 Teilnehmern der gleichen Gruppe unter sich.

#### 5. Beschreibung der Stromläufe.

##### a. Ruhestellung (Fig. 8).

Die Hörer der Teilnehmerstationen sind eingehängt. Sämtliche Organe befinden sich in Ruhestellung. Die Sprechausrüstungen sind von der Leitung durch die Anschalterelais AR doppeldrähtig abgeschaltet.

##### b. Wählen und Rufen eines Selektorenteilnehmers.

Die Manipulationen zum Aufrufen eines Selektorenteilnehmers sind kurz folgende: Einführen des Verbindungsstöpsels VS in die Klinke AK, Stecken

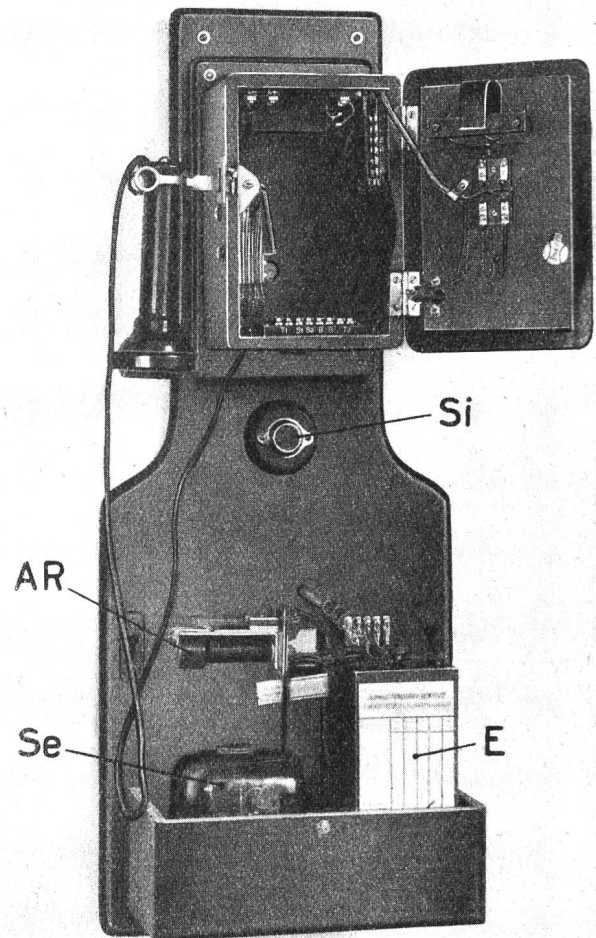


Fig. 12.

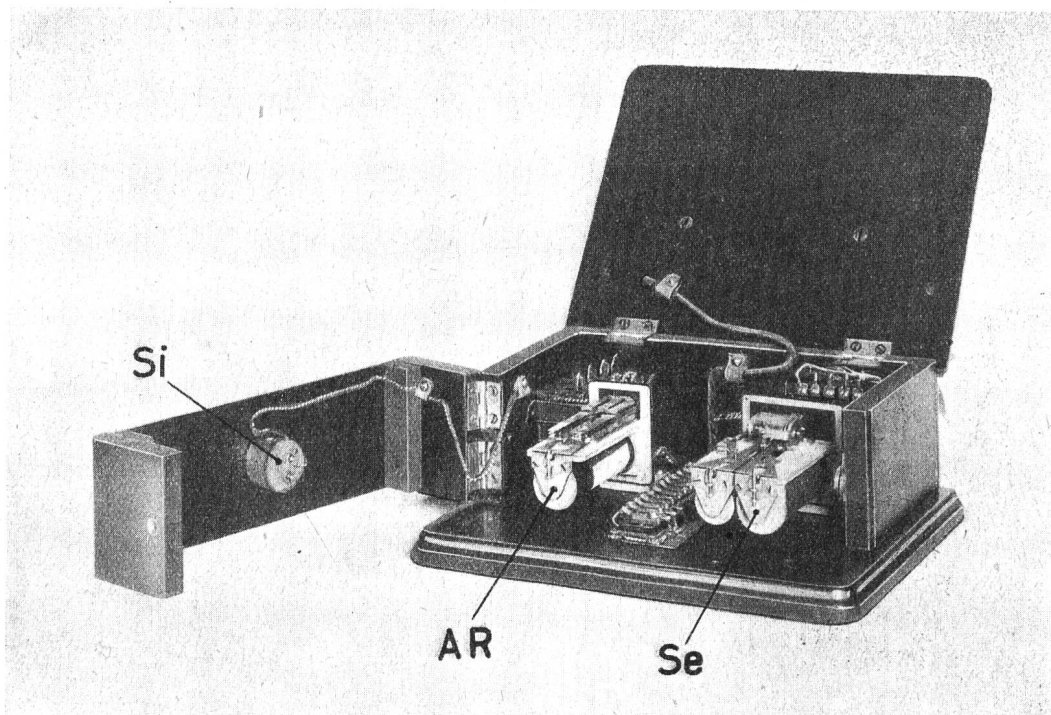


Fig. 14.

des Wählstöpsels WS in die Wählklinke WK, Einstellen der Selektoren vermittelt des Nummernschalters NS auf die gewünschte Nummer, Herausziehen des Wählstöpsels und Rufen des Teilnehmers auf gewöhnliche Weise.

Durch Stecken des Verbindungsstöpsels VS in die Klinke AK wird folgender Stromkreis geschlossen: Vom + Pol der Batterie (Erde) über Trennrelais C, Klinkenmassiv, Stöpselmassiv von VS und zurück zum - Pol.

Das Trennrelais C zieht seinen Anker an und schliesst seinerseits folgenden Stromkreis: Batterie + (Erde) über den Wechselkontakt  $c_1$ , Drosselspule D1, Wicklung 1 des Differentialrelais A, Umschaltkontakt  $w_1$ , Draht a der Leitung, parallel über sämtliche Schauzeichen Si und Selektoren Se zum Draht b der Leitung, von hier zurück über  $w_2$ , zweite Wicklung des Differentialrelais A, Drosselspule D2 zum - Pol der Batterie. Dabei werden die angeschlossenen Selektoren und Schauzeichen erregt und die Zahnradchen der Selektoren, wie wir dies bereits früher gesehen haben, um je einen Zahn vorwärts gedreht. Die Ruhekontakte  $r/e_1$  werden somit getrennt.

Nun wird die gewünschte Station, z. B. Nr. 2, gewählt. Dies geschieht auf folgende Weise:

Durch Stecken des Wählstöpsels WS in die Wählklinke WK wird das Wählrelais W erregt: Batterie +, Wählrelais W, Klinke WK, Stöpsel WS zum negativen Pol der Batterie. Die beiden dem Wählrelais zugeordneten Wechselkontakte  $w_1$  und  $w_2$  schalten um, wodurch die Batterie direkt über den Impulskontakt des Nummernschalters NS an die Linie verbunden wird. Um Falschwahlen zu vermeiden, muss die Umschaltung zwangsläufig erfolgen, d. h. die Wechselkontakte  $w_1$  und  $w_2$  müssen so konstruiert sein, dass beim Umschalten keine Unterbrechungen auftreten können. Der Strom fließt nun vom + Pol der Batterie über den Wechselkontakt  $c_1$  und den Wechselkontakt  $w_1$  zum Draht a der Leitung und von hier über sämtliche Schauzeichen und Selektoren zum Draht b der Leitung und zurück über Wechselkontakt  $w_2$ , Klinkenmassiv der Wählklinke WK, Stöpselmassiv von WS, Impulskontakt des Nummernschalters NS, Stöpselkopf und Wählklinke zum - Pol der Batterie (siehe Fig. 8 und 17).

Jetzt wird mit Hilfe des Nummernschalters NS die nötige Anzahl Impulse (Stromunterbrechungen) erzeugt, in unserem Falle beispielsweise zwei. Der Impulskontakt unterbricht also während kurzer Zeit zweimal den Stromkreis. Durch diese kurzen Stromunterbrechungen werden die Zahnradchen der Selektoren um je 2 weitere Zähne vorwärts gedreht (siehe Beschreibung des Selektors).

Der Selektor der Station 2 ist nun zum vornherein so eingestellt worden, dass nach diesen 2 Schritten die Kontakte  $e_1/e_2$  einander berühren; beim Selektor der Station 1 ist die Berührungsstelle bereits um einen Zahn überschritten. Bei den übrigen Stationen stehen die Kontakte noch zurück (1 Zahn bei Station 3 und 2 Zähne bei Station 4 u. s. f.).

Bei der Berührung der Kontakte  $e_1/e_2$  in der Station 2 wird folgender Stromkreis geschlossen:

Draht a (+), Arbeitskontakte  $e_2$  und  $e_1$  am Zahnradchen und Relais AR zurück zum Draht b (-).

d'appel NS, la fiche de sélection est enlevée, puis l'abonné est appelé de la manière usuelle.

En introduisant la fiche d'appel VS dans le jack AK, on établit le circuit suivant: pôle positif de la batterie (terre) — relais de coupure C — massif du jack — massif de la fiche VS — pôle négatif de la batterie.

L'armature du relais de coupure C est attirée et ferme à son tour le circuit suivant: pôle positif de la batterie (terre) — contact de commutation  $c_1$  — bobine de réactance D1 — premier enroulement du relais différentiel A — contact de commutation  $w_1$  — fil a de la ligne — signaux optiques Si et sélecteurs Se de toutes les stations (en parallèle) — fil b de la ligne — contact  $w_2$  — deuxième enroulement du relais différentiel A — bobine de réactance D2 — pôle négatif de la batterie. Le courant du circuit actionne les sélecteurs et signaux optiques, et la petite roue dentée des sélecteurs est avancée d'un cran, comme nous l'avons démontré plus haut. De ce fait, les contacts de repos  $r/e_1$  sont séparés.

La station désirée (station N° 2 p. ex.) est, ensuite, appelée de la façon suivante:

L'introduction de la fiche WS dans le jack WK met en fonction le relais de sélection W: pôle positif de la batterie — relais W — jack WK — fiche WS — pôle négatif de la batterie. Les deux contacts de commutation  $w_1$  et  $w_2$  du relais de sélection changent leur position, et, de ce fait, la batterie se trouve connectée par le contact des impulsions du disque d'appel NS directement à la ligne. Afin que de faux appels soient évités, le changement des contacts doit être commandé, c'est-à-dire que les contacts de commutation  $w_1$  et  $w_2$  devront être construits de telle façon que des interruptions ne puissent se produire pendant le changement de position des contacts. Le courant prend alors le chemin suivant: pôle positif de la batterie — contact de commutation  $c_1$  — contact  $w_1$  — fil a de la ligne — signaux optiques et sélecteurs des postes d'abonnés — fil b de la ligne — contact de commutation  $w_2$  — massif du jack de sélection WK — massif de la fiche WS — contact des impulsions du disque d'appel NS — tête de la fiche — jack de sélection — pôle négatif de la batterie (voir fig. 8 et 17).

A ce moment, le nombre nécessaire d'impulsions (d'interruptions de courant) est donné au moyen du disque d'appel NS (dans le présent cas 2 impulsions). Dans un laps de temps relativement court, le contact des impulsions interrompt ainsi deux fois le courant, ce qui provoque un avancement de la roue des sélecteurs de 2 nouveaux crans (voir description du sélecteur).

Le sélecteur de la deuxième station a été réglé, au début, de façon qu'après l'avancement de ces deux dents, les contacts  $e_1/e_2$  se touchent; au sélecteur de la station N° 1, ce contact est dépassé d'un cran. Aux stations suivantes, les contacts sont encore séparés l'un de l'autre: par une dent à la station 3, par deux dents à la station 4, etc.

En se touchant, les contacts  $e_1/e_2$  de la station N° 2 ferment le circuit: fil a (+) — contacts de travail  $e_2$  et  $e_1$  de la roue dentée — relais AR — fil b (-). Le relais AR est actionné, son armature est attirée et se maintient par son propre contact de



Das Relais AR wird erregt, zieht seinen Anker an und hält sich über seinen eigenen Arbeitskontakt ar1. Durch einen weiteren Arbeitskontakt ar2 wird der Stationswecker W1 mit Kondensator 4 Mf. in Brücke auf die Leitung geschaltet.

Nach Beendigung der Nummernwahl wird der Wählstöpsel wieder aus der Wählklinke gezogen, wodurch das Wählrelais W stromlos wird; seine beiden Wechselkontakte w1 und w2 kehren in die Ruhestellung zurück. Jetzt kann die gewählte Station vermittelst des Rufschlüssels aufgerufen werden.

Als Rufstromquelle dient ein Transformator von 70 Volt oder ein Handgenerator von ungefähr gleicher Spannung. Der Ruf erfolgt doppeldrähtig.

Vom Moment der Wahl bis zum Abheben des Hörers durch den gerufenen Teilnehmer erscheint in der Zentrale das Ueberwachungssignal. Die Bedienungsperson in der Zentrale hat somit eine sichere Kontrolle darüber, ob der Teilnehmer antwortet oder nicht. Gesteuert wird das Ueberwachungssignal (in unserem Falle eine Lampe) durch das Differentialrelais A.

Dieser Vorgang spielt sich wie folgt ab: Nach der Wahl bleibt das Anschalterelais AR bei der gewählten Teilnehmerstation 2 angezogen. Der Hörer ist eingehängt. Ueber den Gabelkontakt g2 und den Doppelarbeitskontakt ar1 bringen wir eine Erde auf den Draht a der Leitung. Durch diese Erde wird die eine Wicklung des Differentialrelais überbrückt. Das Relais zieht somit seinen Anker an und schaltet die Ueberwachungs Lampe ein. Batterie +, Arbeitskontakt a, Wechselkontakt c2, Ueberwachungs Lampe ÜL, Pilotrelais P, Batterie - . (Fig. 15.)

### c. Gespräch des Teilnehmers mit dem Amt.

Hängt jetzt der gerufene Teilnehmer seinen Hörer aus, so wird durch den Gabelkontakt g2 die Erde von der Leitung abgeschaltet. Die beiden Wicklungen des Differentialrelais werden nun vom gleichen Strom durchflossen, aber in entgegengesetzter Richtung, so dass der Anker wieder abfällt. Die Ueberwachungs Lampe wird stromlos.

Die Station 2 befindet sich nun im Gespräch mit der Zentrale (Fig. 16) und kann durch diese mit irgend einem andern Teilnehmer verbunden werden.

travail ar1. Par l'intermédiaire d'un deuxième contact de travail ar2, la sonnerie W1 se trouve branchée entre les deux fils de la ligne, en série avec le condensateur à 4 Mf.

Après l'arrêt du disque d'appel, la fiche de sélection est retirée du jack correspondant, ce qui entraîne l'interruption du relais W; ses deux contacts de commutation w1 et w2 retournent à leur position de repos. Dès ce moment, la station désirée peut être appelée au moyen de la clé d'appel.

La source du courant d'appel est un transformateur à 70 volts ou une magnéto fournissant à peu près la même tension. L'appel se fait sur les deux fils du lacet.

Dès l'instant de la sélection jusqu'au moment où l'abonné enlève le récepteur du crochet de son appareil, le signal de contrôle apparaît à la centrale. L'opératrice de la centrale sait ainsi si l'abonné répond ou non. Le signal de contrôle, en l'occurrence une lampe, est actionné par le relais différentiel A comme suit: Après la sélection, le relais de connexion AR du poste d'abonné N° 2 reste excité. Le récepteur est encore dans la fourchette. Une connexion est établie entre le fil a et la terre par le contact g2 de la fourchette et le double contact de travail ar1. Par cette mise à la terre, l'un des enroulements du relais différentiel est shunté; l'armature est, de ce fait, attirée et ferme le circuit de la lampe de contrôle: pôle positif de la batterie — contact de travail a — contact de commutation c2 — lampe de contrôle ÜL — relais pilote P — pôle négatif de la batterie (fig. 15).

### c) Conversation abonné—centrale.

Dès que l'abonné appelé décroche son récepteur, la terre est déconnectée de la ligne par le mouvement du contact g2 de la fourchette. Les deux enroulements du relais différentiel sont, à partir de ce moment, parcourus par le même courant, mais en sens inverse l'un de l'autre, de sorte que l'armature retourne au repos. La lampe de contrôle s'éteint.

La station 2 se trouve ainsi en communication avec la centrale (fig. 16), et peut être reliée par cette dernière avec un abonné quelconque.

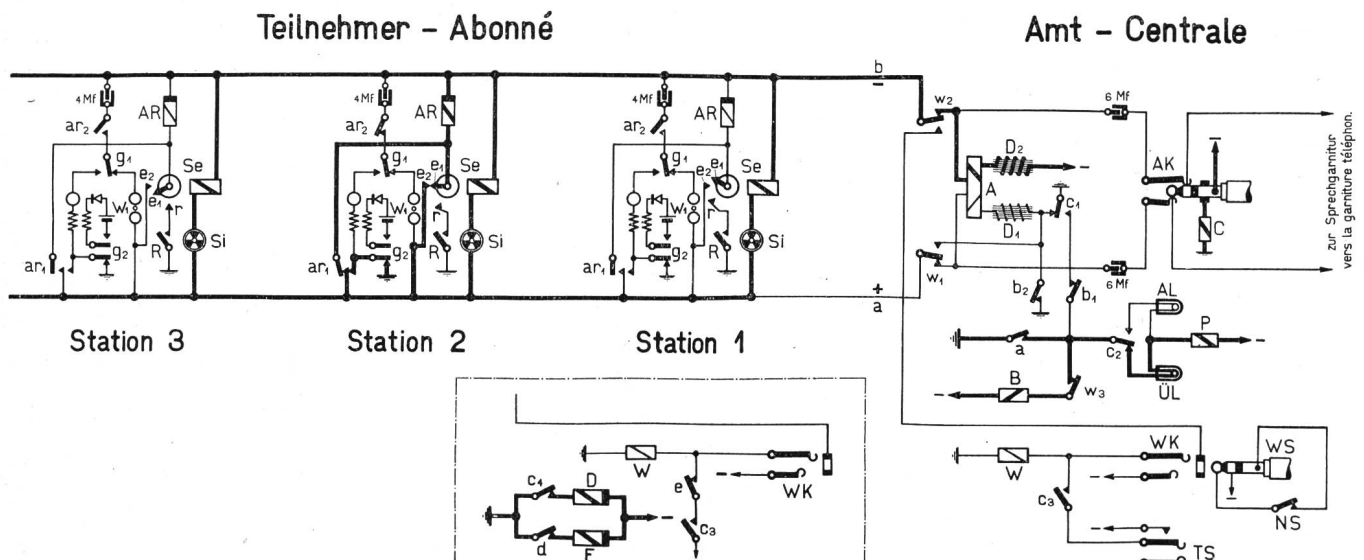


Fig. 15. Verbindung Teilnehmer 2-Amt (Teilnehmer gibt Schlusszeichen). — Communication „abonné 2—centrale“ (signal de fin).

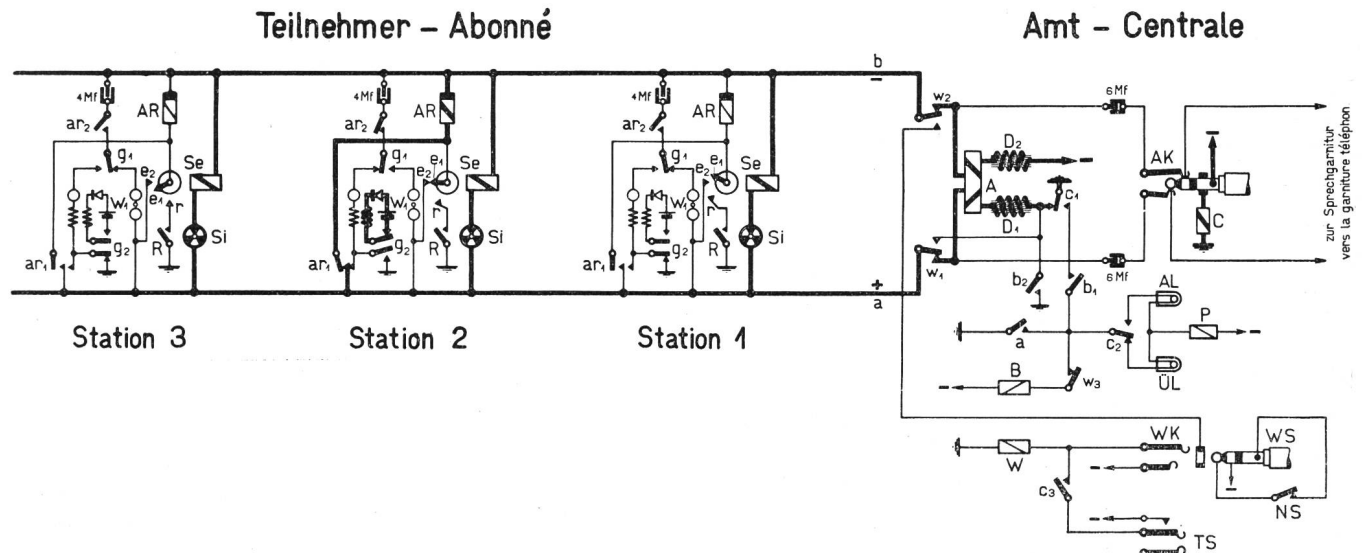


Fig. 16. Verbindung Teilnehmer-Amt (Gespräch). — Communication „abonné—centrale“ (conversation).

Aus dem Stromlauf ist deutlich zu ersehen, dass alle übrigen, am Gespräch nicht beteiligten Stationen durch die Relais AR von der Leitung doppeldrähtig abgeschaltet sind; ein Mithören ist somit vollständig ausgeschlossen.

Ein Einschalten von AR durch Drücken auf die Ruftaste R ist nicht möglich, da der Stromweg über AR durch den Ruhekontakt r/e1 am Selektor selbst unterbrochen wird.

*d. Schlusszeichengabe.*

Die Schlusszeichengabe erfolgt, wie bereits eingangs erwähnt, automatisch (Fig. 15).

Nach Gesprächsschluss hängt der Teilnehmer seinen Hörer ein, wodurch der a-Draht durch den Gabelkontakt g2 wiederum an Erde gelegt wird. Die durch diese Erde verursachte Unsymmetrie der Leitung bringt das Differentialrelais A neuerdings zum Ansprechen. Es schliesst seinen Arbeitskontakt a und schaltet die Ueberwachungslampe UL ein. + Pol der Batterie, Arbeitskontakt a, Wechselkontakt c2, Ueberwachungslampe UL, Pilotrelais P, - Pol der Batterie.

Nach Gesprächsschluss wird in der Zentrale der Verbindungsstöpsel VS gezogen. Das C-Relais wird stromlos und schaltet durch seinen Wechselkontakt c2 einerseits die Ueberwachungslampe ab, während andererseits die Aufruflampe eingeschaltet wird.

Wie aus Fig. 15 hervorgeht, bleiben die Selektoren unter Strom, ebenso das Relais AR der Station 2.

Die Leitung darf aber nicht durch eine Station belegt bleiben, sondern muss sofort nach Gesprächsschluss für weitere Verbindungen frei gegeben werden. Dies wird auf folgende Weise erreicht: Durch Umlegen des Trennschlüssels TS in die Arbeitsstellung wird das Wählrelais W zum Aufziehen gebracht (Fig. 8). Batterie +, Wählrelais W, Ruhekontakt c3, Trennschlüssel TS, Batterie -.

(Fortsetzung folgt.)

On reconnaîtra dans le schéma que les stations du raccordement collectif qui ne participent pas à la conversation sont déconnectées de la ligne par les relais AR. Il est donc impossible à ces stations d'entendre la conversation.

En appuyant sur le bouton d'appel R, le relais AR ne peut être intercalé, vu que le circuit reste interrompu au contact de repos r/e1 du sélecteur.

*d) Signal de fin.*

Comme nous l'avons déjà mentionné au commencement du présent exposé, le signal de fin se donne automatiquement (fig. 15).

Dès qu'il a fini de causer, l'abonné raccroche son récepteur. Par cette manipulation, le fil a est de nouveau remis à la terre par le contact g2 de la fourchette. Le déséquilibre provoqué dans la ligne par cette mise à terre fait fonctionner le relais différentiel A, dont le contact de travail a ferme le circuit de la lampe de contrôle: pôle positif de la batterie - contact de travail a - contact de commutation c2 - lampe de contrôle UL - relais pilote P - pôle négatif de la batterie.

Lorsque la conversation est terminée, la centrale retire la fiche d'appel VS. Le courant s'interrompt dans le relais C qui, par son contact de commutation c2, déconnecte, d'une part, la lampe de contrôle, et intercale, d'autre part, la lampe d'appel.

Il ressort du dessin 15 que les sélecteurs restent toujours sous tension, de même que le relais AR de la station 2.

La ligne ne doit, cependant, pas rester occupée par une station; elle sera immédiatement libérée pour d'autres conversations. L'état normal est rétabli comme suit:

En plaçant la clé de coupure W sur la position de travail, le relais de sélection W est actionné (fig. 8): pôle positif de la batterie - relais de sélection W - contact de repos c3 - clé de coupure TS - pôle négatif de la batterie. (A suivre.)

## Note sur le coefficient d'amortissement.

Depuis un certain nombre d'années, plus particulièrement à partir du moment où ont été posés les premiers câbles interurbains chez nous, l'on se sert souvent de la constante dite d'affaiblissement d'un circuit téléphonique. Pour bien se représenter ce que signifie cette constante et les facteurs dont elle dépend, il est nécessaire de suivre tout le développement mathématique qu'elle comporte et l'exposé mathématique ci-dessous, dû à Monsieur le professeur P. Rossier, de l'école des Arts et Métiers de Genève, pourra peut-être intéresser un certain nombre de lecteurs du Bulletin technique.

On sait qu'au point de vue électrique, 4 facteurs principaux appelés constantes électriques d'une ligne entrent surtout en ligne de compte lorsqu'il s'agit de la transmission téléphonique sur un circuit métallique:

- 1<sup>o</sup> La résistance ohmique  $R$ , déterminée par les dimensions et la nature du conducteur et, dans une certaine mesure, par la température ambiante.  $R$  se mesure en ohms.
- 2<sup>o</sup> L'inductance  $L$ , déterminée par la position respective des fils, leur forme et par leur longueur.  $L$  se mesure en henrys.
- 3<sup>o</sup> La capacité électrostatique  $C$  d'un fil  $a$  par rapport au fil  $b$  d'un même lacet; les 2 fils  $a$  et  $b$  constituent les armatures d'un condensateur  $C$  dont le diélectrique est formé par l'isolant qui sépare les 2 fils. Cette capacité dépend de la position et de la dimension des fils. Elle est aussi fonction de la nature du diélectrique et de sa température; elle s'exprime en farads.
- 4<sup>o</sup> La perdittance  $G$  qui est une dérivation répartie sur toute la longueur de la ligne; elle est une conséquence de l'isolation imparfaite des deux conducteurs. Cette perdittance est mesurée par l'inverse de la résistance d'isolement comprise entre 2 conducteurs; elle s'exprime en mhos.

Tous ces facteurs sont obtenus par des mesures faites avec un courant alternatif ayant la fréquence des courants téléphoniques. Ces valeurs diffèrent souvent, notamment la perdittance, des valeurs mesurées en courant continu.

L'influence de ces facteurs sur une ligne téléphonique est la suivante:

- a) Normalement la tension entre les 2 fils diminue le long du fil à cause de la résistance ohmique et de l'inductance; elle est donc moindre à l'arrivée qu'au départ.
- b) L'intensité du courant n'est pas constante le long de la ligne, mais elle diminue aussi à cause de la capacité et de la perdittance. H. Gi.

Nous admettrons dans cette note que nos lecteurs savent ce que l'on entend par la dérivée d'une fonction, ou vitesse de variation d'une grandeur.

Considérons une ligne téléphonique dont les constantes sont uniformément réparties et soient:

- $R$  la résistance par unité de longueur,
- $L$  l'inductance par unité de longueur,
- $C$  la capacité par unité de longueur,
- $G$  la perdittance par unité de longueur,
- $\omega$  la pulsation du courant.

Cette ligne est parcourue par une intensité alternative que nous admettrons être sinusoïdale. Nous supposons aussi que la différence de potentiel entre deux points quelconques est sinusoïdale. Appelons  $I$  et  $U$  les valeurs maxima de ces deux grandeurs, à une distance  $x$  du récepteur.

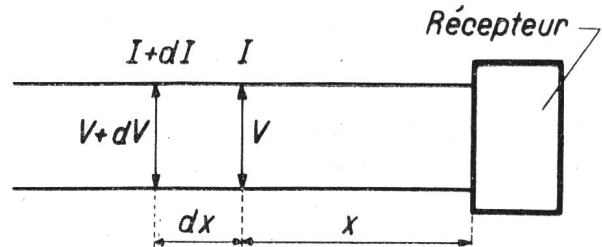


Fig. 1.

Si sur la ligne (voir fig. 1), nous avançons d'une petite longueur  $dx$  en nous éloignant du récepteur, la différence de potentiel croît d'une quantité égale au produit de l'intensité par l'impédance du segment de ligne parcouru. Appelons  $dU$  cet accroissement; on a

$$dU = I \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} dx$$

On a, en supposant que  $dx$  devient infiniment petit

$$1) \quad \frac{dU}{dx} = I \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

où  $\frac{dU}{dx}$  est la dérivée

de  $U$  par rapport à  $x$ .

Examinons maintenant comment varie l'intensité le long de ce segment de ligne de longueur  $dx$ . Il y aura, d'une part, un courant de fuite d'un fil à l'autre. Ce courant de fuite est

$$G dx \cdot U \text{ (loi d'Ohm).}$$

D'autre part, les deux segments de fils voisins de longueur  $dx$  constituent un condensateur. Le courant de charge de ce condensateur est

$$U \omega C dx.$$

Mais ces deux courants sont en quadrature, car le premier est en phase avec la tension, le second en avance d'un quart de période. Le courant résultant est mesuré par l'hypothénuse d'un triangle rectangle, dont les côtés sont proportionnels à ces courants  $G U dx$  et  $U \omega C dx$ .

En s'éloignant de la longueur  $dx$  du récepteur, on constatera donc un accroissement de l'intensité de

$$dI = U \sqrt{G^2 + \omega^2 C^2} dx$$

ou, si  $dx$  devient infiniment petit

$$2) \quad \frac{dI}{dx} = U \sqrt{G^2 + \omega^2 C^2}$$

Les équations 1) et 2) nous donnent deux relations entre  $U$  et  $I$  et les dérivées prises par rapport à  $x$  de ces quantités.

Les mathématiciens possèdent des méthodes permettant de déterminer les fonctions  $U$  et  $I$  au moyen de ces équations 1) et 2) (voir appendice). Il nous

suffira ici de vérifier que certaines fonctions satisfont à ces équations. Ce sont les suivantes:

$$3) \quad U = Ae^{\beta x} + Be^{-\beta x}$$

$$4) \quad I = (Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x}) \sqrt[4]{\frac{G^2 + \omega^2 C^2}{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

A et B sont deux constantes dont nous reparlerons.  $\beta$  dépend des constantes électriques de la ligne. On a

$$5) \quad \beta = + \sqrt[4]{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} > 0$$

$e$  est le nombre 2,71828.....

Calculons les dérivées de U et de I

$$\frac{dU}{dx} = A\beta e^{\beta x} - B\beta e^{-\beta x}$$

$$\frac{dI}{dx} = (A\beta e^{\beta x} + B\beta e^{-\beta x}) \sqrt[4]{\frac{G^2 + \omega^2 C^2}{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

Remplaçons dans les équations 1) et 2), il vient:

$$1. \quad A\beta e^{\beta x} - B\beta e^{-\beta x} = (Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x}) \sqrt[4]{\frac{G^2 + \omega^2 C^2}{R^2 + \omega^2 C^2}} \cdot \sqrt[4]{(R^2 + \omega^2 L^2)^2}$$

ou en divisant par  $(Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x})$

$$\beta = \sqrt[4]{(G^2 + \omega^2 C^2)(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

Cette expression est une identité si l'on remplace  $\beta$  par la valeur donnée par l'équation 5).

$$2. \quad \beta (Ae^{\beta x} + B e^{-\beta x}) \sqrt[4]{\frac{G^2 + \omega^2 C^2}{R^2 + \omega^2 L^2}} = (Ae^{\beta x} + Be^{-\beta x}) \sqrt[4]{(G^2 + \omega^2 C^2)^2}$$

Divisons par la parenthèse et par la racine figurant au deuxième membre. Il vient:

$$\frac{\beta}{\sqrt[4]{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)}} = 1$$

expression encore identique à 5).

On peut démontrer en mathématiques que toutes les formes possibles des solutions des équations 1) et 2) sont nécessairement obtenues par transformation algébrique des solutions 3) et 4). Au fond, il n'y en a pas d'autres.

Quant aux constantes A et B, elles seront déterminées dès que l'on connaîtra la valeur des deux variables I et U en un point de la ligne, au récepteur par exemple. En effet soient  $U_1$  et  $I_1$  les valeurs de U et de I en un point donné de la ligne, d'abscisse  $x_1$ . On a

$$U_1 = Ae^{\beta x_1} + Be^{-\beta x_1}$$

$$I_1 = (Ae^{\beta x_1} - Be^{-\beta x_1}) \sqrt[4]{\frac{G^2 + \omega^2 C^2}{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

Dans ces deux équations tout est connu sauf A et B. Elles suffisent donc pour déterminer ces deux constantes. Nous pouvons donc les considérer comme deux quantités connues, puisqu'elles seraient données par un calcul simple succédant à une mesure faite au récepteur par exemple.

Discutons maintenant les expressions 3) et 4). A un coefficient et à un signe près, elles ont la même forme, soit une somme ou différence de deux exponentielles  $ae^{\beta x}$  et  $ae^{-\beta x}$ . Etudions la courbe

$$y = ae^{\beta x}.$$

Si x est négatif et grand, y est très petit.

Pour  $x = 0$   $y = a$

Si x croît et est positif, y devient très grand et croît rapidement.

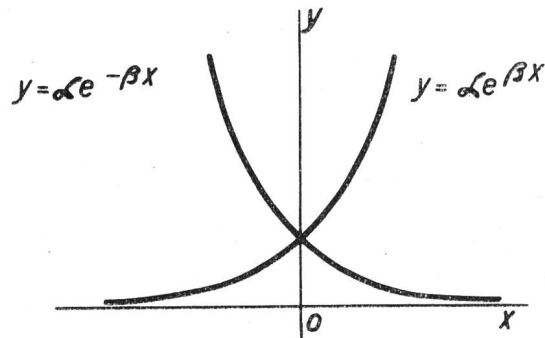


Fig. 2.

Cette courbe (fig. 2) possède l'axe des x comme asymptote du côté des x négatifs, car si x tend vers  $-\infty$ , y tend vers 0.

La courbe

$$y = ae^{-\beta x}$$

jouit de propriétés analogues. Elle est symétrique de la précédente par rapport à l'axe des y (fig. 2).

Rappelons que les deux valeurs U et I ne sont que les valeurs maxima de fonctions sinusoïdales en chaque point de la ligne. On peut donc considérer la tension en un point de la ligne comme la somme de deux tensions sinusoïdales; la première ( $Ae^{\beta x}$ ) d'amplitude croissante à mesure que l'on s'éloigne du récepteur pourrait être appelée l'onde d'aller, la deuxième ( $Be^{-\beta x}$ ), dont l'amplitude décroît à partir du récepteur, est l'onde de retour.

Considérons le rapport des amplitudes de l'une de ces ondes en deux points distants de l'unité de longueur. Ce rapport est

$$\frac{Ae^{\beta(x+1)}}{Ae^{\beta x}} = e^{\beta}$$

Si l'on avance de l'unité de longueur sur la ligne, l'amplitude de l'onde est multipliée ou divisée par  $e^{\beta}$ . C'est là le motif pour lequel le nombre  $\beta$  est appelé *coefficient d'amortissement*.

Un autre problème intéressant est celui de la répartition de l'intensité et de la tension le long de la ligne en un instant quelconque. Cette étude, sans être beaucoup plus difficile que la précédente, nécessite un certain effort. Le résultat que l'on obtiendrait pour une ligne extrêmement longue est représenté graphiquement sur la figure 3. La courbe en trait épais est une exponentielle. Celle en trait mince est une sinusoïde. Les ordonnées de la courbe pointillée sont obtenues en multipliant les ordonnées des deux courbes précédentes. Cette courbe pointillée représente la valeur de l'intensité en un certain instant sur la ligne (ou de la tension en un autre moment).



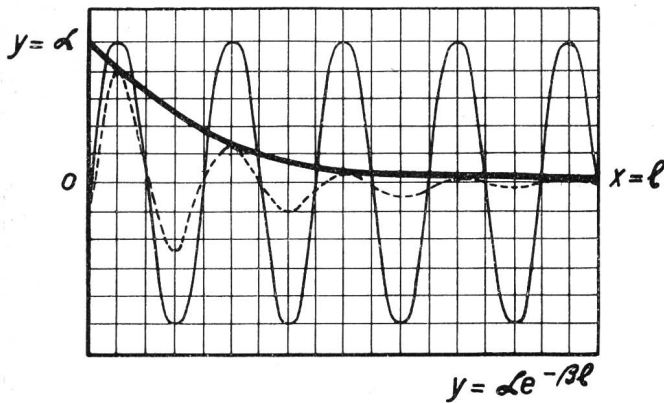


Fig. 3.

## Appendice.

Intégration des équations:

$$1) \quad \frac{dU}{dx} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} \cdot I$$

$$2) \quad \frac{dI}{dx} = \sqrt{G^2 + \omega^2 C^2} \cdot U$$

Dérivons l'équation 1)

$$\frac{d^2U}{dx^2} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} \cdot \frac{dI}{dx}$$

Remplaçons  $\frac{dI}{dx}$  par sa valeur d'après 2)

$$6) \quad \frac{d^2U}{dx^2} = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} \cdot U$$

Posons  $K = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)}$ 

L'équation 6) ne contient plus I. Le second membre est égal au produit de la fonction U par une constante K.

Il est connu que la dérivée de la fonction exponentielle  $e^x$  est égale à la fonction. Il en est de même pour sa deuxième dérivée. La fonction  $e^x$  satisfait donc à l'équation différentielle

$$7) \quad \frac{d^2y}{dx^2} = y$$

Cette équation 7) ressemble à 6) au coefficient du second membre près. Si, dans  $e^x$ , on multiplie l'exposant par une constante  $a$ , la dérivée est elle-même multipliée par  $a$ , et la deuxième dérivée par  $a^2$ .

Essayons donc de satisfaire à l'équation 6) au moyen d'une fonction de la forme

$$U = e^{ax}$$

où  $a$  est une constante convenablement choisie. Il vient

$$a^2 e^{ax} = K \cdot e^{ax}$$

d'où, pour  $a$ 

$$a = \sqrt[4]{K} = \sqrt[4]{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)}$$

Si l'on multiplie la valeur choisie pour U par une constante arbitraire A, l'équation est encore satisfaite. Faisons en effet

$$U = Ae^{ax}$$

Il vient en dérivant:

$$Aa^2 e^{ax} = KAe^{ax}$$

équation vraie si  $a^2 = K$ , comme précédemment.Remarquons que  $a$  possède deux valeurs, l'une positive, l'autre négative, car la racine a toujours le double signe. Appelons  $\beta$  la valeur arithmétique positive de la racine. Nous possédons donc deux solutions de l'équation 6):

$$U_1 = Ae^{\beta x}$$

$$U_2 = Be^{-\beta x}$$

La somme de ces deux intégrales est encore une intégrale, car la dérivée d'une somme est la somme des dérivées des fonctions, en effet si:

$$8) \quad U = Ae^{\beta x} + Be^{-\beta x}$$

on a en dérivant deux fois:

$$A\beta^2 e^{\beta x} + B\beta^2 e^{-\beta x} = K(Ae^{\beta x} + Be^{-\beta x})$$

équation vraie puisque  $\beta^2 = K$ .

On démontre en mathématiques que la fonction la plus générale qui satisfait à une équation différentielle du second ordre (contenant une dérivée d'ordre 2) contient deux constantes arbitraires. L'expression 8) est dans ce cas.

L'équation 1) donne pour I

$$I = \frac{dU}{dx} \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

ou en remplaçant d'après 8)  $\frac{dU}{dx}$  par  $A\beta e^{\beta x} - B\beta e^{-\beta x}$ 

$$\begin{aligned} 9) \quad I &= \frac{1}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} (A\beta e^{\beta x} - B\beta e^{-\beta x}) \\ &= \frac{\beta}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} (Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x}) \\ &= \frac{\beta}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)}} (Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x}) \\ &= \frac{\beta}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)^2}} (Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x}) \\ &= (Ae^{\beta x} - Be^{-\beta x}) \sqrt[4]{\frac{G^2 + \omega^2 C^2}{R^2 + \omega^2 L^2}} \end{aligned}$$

Ces expressions 8) et 9) sont identiques à 4) et 5).