

LES STATIONS TELEPHONIQUES A EMBROCHAGE; LA TELEPHONIE MULTIPLE

Depuis le début du téléphone, alors qu'il n'y avait pas encore de centraux téléphoniques et de systèmes automatiques, les ingénieurs concevaient et expérimentaient des systèmes depuis des années, pour converser à plusieurs sur une seule ligne, **chacun son tour** un seul à la fois, cela afin d'économiser les coûts d'installation sachant que c'est le km de ligne qui revient le plus cher. C'est le domaine des stations téléphoniques à embrochage, examiné dans le premier paragraphe ci dessous.

Puis le nouveau défi était de pouvoir **converser à plusieurs simultanément** sur une seule ligne de téléphone, ce sera la **téléphonie multiple** examiné dans le deuxième paragraphe. Avant de poursuivre cette page, consultez la rubrique Lignes partagées, étude en 1919 des systèmes de lignes partagées Par KB Miller et SG McMeen .

I LES STATIONS TELEPHONIQUES A EMBROCHAGE

Le système ordinaire consistant à fournir à chaque abonné d'un réseau téléphonique un fil spécial (dans certains cas même deux) est très coûteux.

Il y a bien entendu des abonnés qui utilisent leur fil de manière presque continue, et ceux-ci doivent nécessairement disposer d'un circuit entièrement disponible ; mais l'abonné moyen ne dépasse pas dix appels par jour, de sorte que la plupart du temps les fils ne sont pas occupés et ne font même pas le dixième du travail qu'ils pourraient facilement accomplir.

Ceci est en contraste frappant avec les fils télégraphiques, qui sont souvent utilisés à l'extrême ; des appareils multiples et rapides sont employés pour épuiser leur capacité, tandis que les fils téléphoniques des abonnés sont débranchés pendant les neuf dixièmes du temps.

Cette considération montre certainement que la téléphonie en est encore à ses balbutiements et que, dans ce sens au moins, des améliorations importantes sont à attendre.

Un certain nombre de tentatives ont été faites, avec plus ou moins de succès, pour placer plusieurs abonnés sur un même fil et accroître ainsi l'utilisation de ce fil ; mais il y a une grande différence dans les conditions à cet égard entre la télégraphie et la téléphonie.

Rien n'est plus facile que de placer plusieurs postes télégraphiques sur un même fil, alors qu'en téléphonie les conditions sont entièrement changées : les abonnés ne sont pas des fonctionnaires à qui des instructions spéciales peuvent être données ; ils ne doivent pas être gênés par des appels qui ne les concernent pas ; ils exigent que leur conversation ne soit pas entendue par d'autres abonnés sur la même ligne. Toutes ces conditions, qui nécessitent des dispositions compliquées, n'existent pas en télégraphie.

Un appareil pleinement performant qui répondrait à ces exigences serait une grande aubaine pour la téléphonie.

D'abord, cela signifierait une diminution considérable du nombre des fils qui se croisent dans toutes les directions au-dessus des toits dans les grandes villes, car il serait possible de desservir un nombre beaucoup plus grand d'abonnés avec le même nombre de fils ; et, en outre, les villages qui entourent les grands centres de population pourraient facilement être exploités avec un seul fil.

Les conditions que doit remplir un tel système sont les suivantes :

- 1 Le poste central doit pouvoir appeler chaque abonné sans déranger les autres abonnés placés sur la même ligne.
- 2 Chaque abonné doit pouvoir appeler la centrale sans déranger les autres abonnés.
- 3 Lorsqu'un abonné est en communication avec le poste central, ou par l'intermédiaire de celui-ci avec un autre abonné, il doit être impossible aux autres abonnés placés sur la même ligne d'entendre ou d'interrompre la conversation.
- 4 Deux abonnés placés sur la même ligne doivent pouvoir converser entre eux.

Les solutions proposées peuvent être regroupées sous trois catégories : la première se limite à trois abonnés sur un même fil ou à quatre abonnés sur un fil double. Le second est disposé de telle manière que le fil unique se dirige vers un point plus ou moins éloigné de la station centrale, et de ce point rayonne vers un nombre indéfini d'abonnés (disposition radiale). Le troisième comprend les systèmes selon lesquels un nombre indéfini d'abonnés sont placés les uns après les autres sur le même fil (arrangement en série).

En 1879 Clément Ader s'était déjà penché sur la question et inventé un système à **embrochage** opérationnel à Paris.

Ce système a été adapté au circuit métallique de Paris, et permit de placer quatre postes d'abonnés indépendants sur un double circuit.

Au repos, la ligne de boucle est complétée à la station centrale, mais est mise à la terre à mi-chemin entre les quatre abonnés.

Lorsque l'opératrice du poste central veut appeler l'un ou l'autre des quatre abonnés, il débranche l'un des deux fils et envoie dans l'autre un courant positif ou négatif qui, selon la ligne choisie et le sens du courant, agit sur un des quatre relais

Lorsqu'un abonné décroche son téléphone, la boucle devient complète, la terre est déconnectée et la conversation téléphonique peut suivre son cours régulier.

Tout cela sera mieux compris au moyen des figures 260 et 261

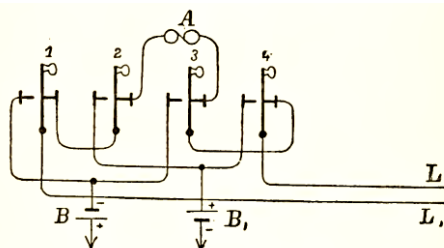


FIG. 260.

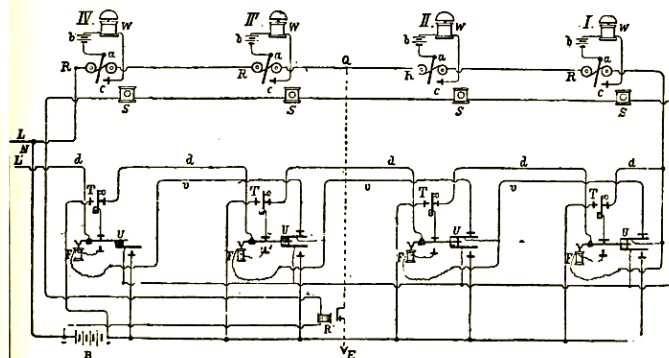


FIG. 261.

La figure 260 représente les quatre boutons d'appel, i à 4, au poste central :

A est l'annonceur, qui entre en action lorsque l'un des quatre postes appelle, et après qu'un tel appel a été reçu, l'opérateur place son téléphone en circuit ; L et L' sont les deux fils de la boucle ou du circuit métallique ; B et B' deux batteries d'appel

Un courant arrivant par L traverse les boutons d'appel 4, 3, l'annonceur A, les boutons d'appel 2 et 1, et revient par L' lorsque l'opérateur du poste central appuie sur le bouton d'appel i, un courant négatif est envoyé dans la ligne L' et L est déconnectée.

En appuyant sur le bouton positif d'appel 2, un courant positif est envoyé dans L'.

De la même manière des courants négatifs et positifs sont envoyés dans la ligne L par les boutons d'appel 3 et 4 respectivement.

La figure 261 montre la combinaison des quatre postes d'abonnés, I à IV, dans le circuit métallique L'.

Chacune de ces stations est constituée d'un appareil microtéléphonique, signalé par le téléphone F, d'un interrupteur automatique u, d'un bouton-poussoir T, d'un annonceur S, d'un relais polarisé R, d'une sonnerie d'appel W et d'une batterie locale d.

Les quatre stations ont en outre un relais R' et une batterie B en commun. L'appel du poste central parcourt le circuit suivant : En appuyant sur le bouton i un courant négatif traverse L', et traverse d'abord tous les interrupteurs automatiques U et appuie sur les boutons T des quatre postes d'abonnés par le fil d, puis il passe par les relais R des deux Stations I et II, puis, par l'intermédiaire de Q et de l'armature du relais R', il va à la masse. Des relais R des deux postes I et II, celui du poste I répond aux courants négatifs, l'autre aux courants positifs ; à la station I le circuit de la batterie locale b est donc fermé, et la station est appelée. Lorsque l'opérateur de la centrale appuie sur le bouton 2, le courant parcourt exactement le même chemin ; mais il est positif, et actionne par conséquent le relais de la station II, et non l'autre. En appuyant sur les boutons 3 et 4 du poste central, des courants négatifs ou positifs sont envoyés dans la ligne L, traversent les relais des postes des abonnés III et IV et reviennent par Q à la terre. Le courant négatif actionne le relais du poste III, le courant positif celui du poste IV.

Lorsqu'un de ces abonnés, disons III, est appelé, il décroche son téléphone et modifie ainsi complètement les connexions.

Tout d'abord, un contact est établi entre le pôle positif de la batterie B et la plaque inférieure de l'interrupteur automatique, et par ce contact un courant provenant de la batterie traverse les quatre indicateurs S. Un double objectif est atteint par ce courant :

D'une part l'armature R' est attirée, et la mise à la terre du système est interrompue ; par contre tous les annonceurs qui montraient à l'origine un disque avec l'inscription «

libre » (désengagé), exhibent maintenant un disque avec l'inscription « occupe » (engagé). Le bouclage est complet sans terre de chaque côté. Le courant arrivant du poste central par L passe par les quatre relais, les interrupteurs automatiques U, et le fil v des postes T et II, téléphone F du poste III, fil d entre III et IV, bouton T et interrupteur U du poste IV, et renvoie 'Arough l' à la gare centrale

Il est impossible d'entendre la conversation, car si un autre abonné, par exemple II, décrochait son téléphone, le circuit serait rompu entre T et U de la station III.

Lorsque la conversation est terminée et que le téléphone est de nouveau suspendu, tous reviennent à l'état de repos.

Les annonceurs affichent à nouveau le disque marqué « libre », et Q est de nouveau connecté à la terre.

Lorsqu'un des abonnés appuie sur son bouton d'appel T, le courant positif de la batterie B passe par les fils d, et les boutons T et fait passer u dans L', et revient directement par S au pôle négatif de B.

Les relais R et les avertisseurs s sont polarisés, mais ils n'ont pas d'électro-aimant ; une bobine très plate se déplaçant entre les pôles d'un aimant très puissant remplace l'électro-aimant.

Selon le sens du courant cette bobine est attirée par l'un ou l'autre pôle, et ferme le circuit de la pile b, ou change le disque de l'annonceur S

Cette bobine sans noyau de fer présente de grands avantages par rapport à un électro-aimant polarisé, d'autant qu'il n'y a pas à craindre d'inversion de polarité, ni des courants trop forts, ni des décharges atmosphériques.

Le fonctionnement du système Ader est des plus simples : chaque abonné effectue sa communication comme s'il était le seul dans le circuit ; à la gare centrale également, aucune complication ne survient et une conversation secrète est assurée.

Par contre, quelques inconvénients doivent être mentionnés : les abonnés restants d'une même ligne ne peuvent pas converser ensemble lorsqu'un abonné converse avec la station centrale ou un autre abonné au-delà de celle-ci ; et les autres abonnés peuvent perturber la conversation en appuyant sur leurs boutons ou en décrochant leur téléphone.

Enfin, la communication entre les quatre abonnés nécessite de six à huit fils ; l'application du système doit donc, par souci d'économie, être limitée au cas où les quatre abonnés se trouvent dans le même bâtiment.

M. Elsassier a réussi à surmonter le deuxième inconvénient, mais en sacrifiant la simplicité des connexions, et comme cet inconvénient n'a pas une très grande importance pratique, il semble douteux que ces modifications remplacent la disposition originale d'Ader.

Le système Ader permet à plusieurs appareils téléphoniques de partager (d'utiliser) les mêmes fils pour converser.

Les systèmes suivants sont conçus pour téléphoner et télégraphier sur le ou les mêmes fils

Le 3 août 1889 dans la revue "La lumière électrique" paraît un article de Paul Samuel

SUR UN NOUVEAU POSTE TÉLÉPHONIQUE POUR LIGNE A BUREAUX NOMBREUX

Lorsqu'il s'agit de relier par un seul fil **plusieurs postes télégraphiques**, le problème à résoudre est fort simple, et il est toujours loisible de choisir entre deux genres de montage bien distincts : celui par appels successifs et celui par **embrochage**.

Ces deux montages présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients propres.

Dans le premier cas, l'appel étant retransmis de poste en poste, on est forcé pour obtenir la communication, de mettre à contribution tous les bureaux intermédiaires ; par contre, il est possible de communiquer séparément sur plusieurs tronçons de la ligne à la fois.

Dans le second cas, la résistance de la ligne se trouve augmentée de la résistance des récepteurs d'appel des postes intermédiaires, ou même de tous les postes ; mais les appels parviennent directement à destination sans déranger personne inutilement.

Dans les appareils téléphoniques, les organes de transmission et de réception de la parole ne sont mis en ligne qu'après que l'appel a été émis d'une part et reçu de l'autre. Un poste, téléphonique au repos se trouve donc dans des conditions identiques à celles d'un poste télégraphique, et tel mode d'appel qui conviendra au premier système sera également bon pour le second.

Il semble, qu'une fois l'appel parvenu à destination, rien ne doit s'opposer à la transmission de la parole, et que la question du fil commun n'offre pas plus de difficultés avec le téléphone qu'avec le télégraphe.

Cependant, si l'on veut installer plusieurs postes téléphoniques sur un même fil, on se trouve le plus souvent en présence d'obstacles réels, et ce n'est qu'exceptionnellement que l'on peut employer l'un ou l'autre des modes de montage utilisés en télégraphie.

Les obstacles que l'on rencontre sont de nature ; différente, suivant le montage en vue. Avec celui par appels successifs, c'est pour le service même du téléphone que les inconvénients se présentent. Il faut, en effet, la présence continue d'un employé à chaque poste ; pour que ce service puisse se faire sans interruption.

Pour la télégraphie, cette obligation n'est guère un obstacle, puisqu'il faut quand même des agents spéciaux. Pour le téléphone, dont le caractère propre est précisément de se passer de ces agents, c'est le plus souvent une cause d'impossibilité absolue.

Le montage par embrochage convient parfaitement sur une petite ligne, si le nombre des bureaux est faible ; mais je ne connais pas d'exemple de 10 ou 12 postes reliés par cette méthode et donnant un bon résultat, principalement entre les deux postes extrêmes.

Cela tient à ce que ce n'est plus la résistance seule des sonneries ou relais embrochés, qui intervient pour affaiblir le courant (ainsi que cela se passe pour le télégraphe), mais principalement la self-induction. Celle-ci est assez grande à cause des armatures ; et l'on n'a pas ici la ressource de renforcer les effets en augmentant la force électromotrice. Ainsi soient 12 postes embrochés sur un seul fil et possédant un relais pour l'appel. Si les deux postes extrêmes ont leurs appareils disposés pour la conversation, l'ensemble du circuit se présente comme dans la figure 1.

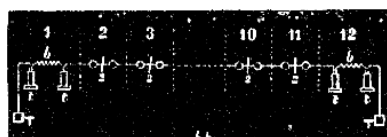


Fig. 1

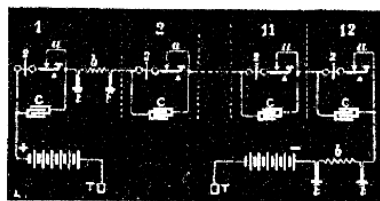


Fig. 2

t est un récepteur téléphonique, b le fil fin de la bobine d'induction et 2 un relais.

On voit que les causes d'affaiblissement de la parole sont importantes, puisqu'à la résistance de la ligne, des téléphones et du fil induit et à celle des dix relais vient encore s'ajouter la self-induction de tous ces organes. Aussi, quand il faut relier par le téléphone plusieurs bureaux, sensiblement dans le prolongement l'un de l'autre, et que l'on ne peut pas à chaque poste un employé spécial, est-on forcé, dès que le nombre des bureaux est un peu considérable, de renoncer au fil unique et de se servir de plusieurs fils pour faire le service, bien qu'un bureau central soit alors nécessaire. C'est ce qui explique pourquoi le téléphone n'est pas plus répandu sur certaines lignes de chemin de fer et dans les grands établissements industriels ou les mines.

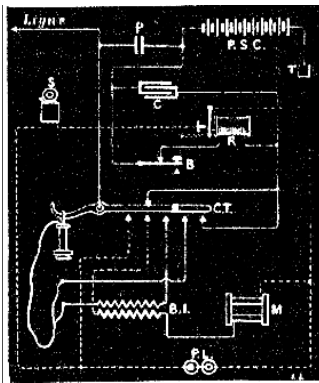
On vient de créer aux ateliers Moulon, à Bruxelles (Compagnie de Télégraphie et de Téléphonie internationales) un poste téléphonique qui élimine cette difficulté et qui permet précisément de grouper par embrochage jusqu'à 12 postes sur un même fil.

On obtient ce résultat en supprimant les effets nuisibles des relais d'appels par un procédé fort intéressant, dû à **Van Rysselberghe**, qui consiste à placer en dérivation sur ces relais des condensateurs de capacité moyenne : 1/2 microfarad.

Les ondes téléphoniques se propagent par induction électrostatique au travers des condensateurs, et d'autant mieux que le coefficient d'induction et la résistance du relais sont plus grands ; tandis que les appels se font par les relais, sans que les condensateurs occasionnent la plus légère perturbation. On obtient ainsi, en quelque sorte, l'effet de deux circuits distincts.

Le nouveau poste est généralement disposé pour courant de repos, l'ensemble du circuit est représenté dans la figure 2.

Une pile à sulfate de cuivre, dont la moitié des éléments est à un bout de la ligne, et la seconde moitié à l'autre, engendre un courant de 10 à 12 milliampères qui circule constamment dans la ligne au travers des relais 2, des clefs a, et des appareils téléphoniques t, b, lorsque ceux-ci sont mis en circuit (comme il est indiqué dans les postes 1 et 12). Les relais agissent sur les sonneries par rupture du courant. Il ne faut ainsi qu'une seule pile pour toute la ligne et de plus, on est immédiatement averti par un roulement continu de la sonnerie, si la ligne vient à être rompue.



Ainsi que la figure 2 l'indique, d'une manière sommaire et la figure 3 d'une manière complète, on voit que lorsque le crochet commutateur du téléphone est soulevé, le fil induit b et les téléphones t sont mis en circuit sans que le relais soit supprimé. Cette disposition, nécessitée par la présence du condensateur, est avantageuse, car elle permet de continuer à appeler le correspondant bien que le téléphone ne soit pas suspendu.

Et l'on sait combien il est parfois impatientant de ne pas recevoir de réponse aux Allo ! Allo ! les plus énergiques.

Lorsqu'une quelconque des clefs d'appel a est abaissée, les relais font marcher les sonneries dans tous les bureaux. On est donc toujours averti lorsque la ligne va être employée. Cependant, il se pourrait que l'on n'ait point entendu le signal, et que l'on fasse soi-même un appel pendant que deux autres postes sont encore en conversation.

C'est pour éviter, dans ce cas, tout effet nuisible à la conversation engagée, que la dérivation du condensateur est prise en deçà de la clef d'appel. L'ensemble de tous les condensateurs et de tous les relais, forme de la sorte un excellent anti-inducteur, et les interruptions ou fermetures des courants sont absolument inaudibles au téléphone.

Pendant que deux postes parlent ensemble, deux autres postes pourront impunément s'appeler et au besoin converser par signaux Morse, soit même à l'aide d'un récepteur Morse substitué dans ce cas à la sonnerie au moyen d'un commutateur. Les postes qui parlent au téléphone ont soin alors d'arrêter leur sonnerie locale (si cela empêche d'entendre) soit en coupant le circuit local, soit simplement en maintenant le marteau de la sonnerie qui, dans ce but, est à proximité de la main.

Si deux postes, ignorant que la ligne est occupée, voulaient parler après l'échange de leurs appels, ils s'apercevraient immédiatement de leur erreur, en écoutant dans les récepteurs. Ils peuvent du reste également prendre part à la conversation.

Le seul inconvénient de ce poste, si toutefois c'en est un, c'est qu'il ne peut empêcher un bureau d'écouter ce qu'il se dit sur la ligne, Mais si l'on tient au secret, il n'y a d'autre moyen que d'avoir des fils spéciaux. Il en est de même du reste en télégraphie.

La figure 3 indique le schéma des communications du poste.

P est un parafoudre.

G le condensateur à papier paraffiné de 1/2 microfarad.

S la sonnerie.

R le relais.

B le bouton d'appel.

C T le crochet du téléphone.

B I la bobine d'induction, et

M le transmetteur microphonique.

Le montage n'offre rien de particulier, sinon que l'extrémité du crochet du téléphone est isolée pour couper toute communication entre la ligne et les organes téléphoniques, dans la position d'attente.

Plusieurs applications de ce poste dont un spécimen est exposé dans la section belge, au palais des machines, ont été faites jusqu'ici avec succès; la plus importante, est celle qui sert à l'exploitation du chemin de fer funiculaire des hauts-fourneaux du Luxembourg.

Paul Samuel.

Le système Bernheim vu dans "LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE" de 1889

INTERCOMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES ET TÉLÉGRAPHIQUES (système bernheim)

L'installation de bureaux secondaires permettant de mettre un même poste en communication avec plusieurs autres, est une des charges des services téléphoniques. Elle entraîne de sérieuses dépenses de personnel et d'entretien, et introduit dans le service des complications et des retards; remplacer ces bureaux par des systèmes automatiques est un problème depuis longtemps posé, il a déjà reçu plusieurs solutions qui ont été à leur heure décrites dans ce journal. Toutes sont par malheur compliquées et délicates, en sorte qu'aucune ne semble avoir été sérieusement appliquée.

M. Bernheim en apporte une qui paraît simple, mais qui en échange ne s'applique qu'à des cas limités, c'est-à-dire à un nombre d'intercommunications peu élevé.

L'organe fondamental de ce système est un relai non polarisé.

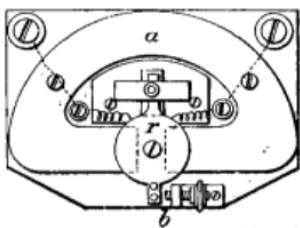
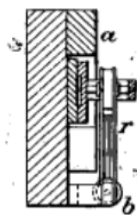


Fig. 1



Entre les branches d'un fort aimant permanent en fer à cheval A se trouve suspendue la bobine r (fig. 1) formée d'un disque à gorge profonde autour de laquelle on a enroulé un certain nombre de spires de fil isolé, intercalées dans le circuit de la ligne.

Cette bobine est [suspendue par une extrémité sur des pivots lui permettant d'osciller, lorsque le courant la traversant, elle est soumise aux actions des aimants fixes. Des butées D convenablement disposées sont placées d'un côté ou de l'autre du pendule.

Ce relai sera, suivant le sens du courant qu'il reçoit, appelé vers l'un des pôles de l'aimant.

Dans le système de M. Bernheim, on fait usage de deux fils conducteurs; à chacun des postes où l'on veut mettre en communication, on place un de ces relais sur chacun des fils. Pour que le poste soit appelé il faut que les deux relais soient sur leurs butées, ils ferment alors un circuit local renfermant une pile et une sonnerie.

On conçoit immédiatement qu'il peut y avoir plusieurs combinaisons distinctes amenant cet appel. Appelons A l'un des fils et le relai qu'il porte, B l'autre fil et son relai.

Nous fermons le contact d'avance sur B, pour appeler on pourra fermer A sur le pôle nord en lançant dans le fil A un courant d'un sens déterminé ou sur le pôle sud en envoyant sur ce même fil un courant de sens contraire: soit deux combinaisons. Inversement nous fermons d'avance le contact sur A, pour compléter nous avons deux moyens en amenant B soit au pôle nord soit au pôle sud de l'aimant, ci deux combinaisons nouvelles, soit quatre. Enfin nous pouvons laisser normalement les deux contacts ouverts et les fermer en envoyant dans les deux fils deux courants parallèles, tantôt dans un sens tantôt dans l'autre, amenant les deux pendules soit sur les pôles sud soit sur les pôles nord. En tout six combinaisons.

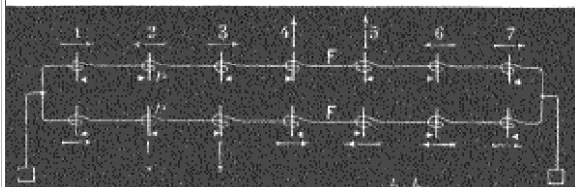


Fig2

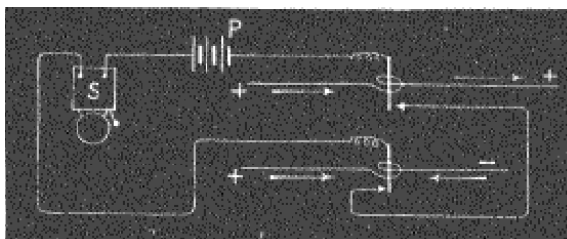


Fig3

On se rendra compte du mode de réalisation par les figures 2 et 3, la première indique schématiquement l'arrangement des circuits, la seconde donne l'idée de la disposition des relais sur les fils principaux et le circuit local.

Pour que l'appel se fasse, il faut que les relais F du poste appelé se trouvent simultanément au contact de leurs butées.

Si nous envoyons un courant positif dans le fil 1 (fig. 2) et que nous n'en envoyons aucun dans le fil 2, le relais du poste 3, placé sur le fil 1 mettra son armature en mouvement dans un sens tel que celle-ci viendra au contact de sa butée.

Le relais du même poste placé sur la ligne 2, ayant normalement son armature en contact avec sa butée, le circuit local dans lequel se trouvent intercalés les deux relais et leurs butées se trouvera fermé par le fait de cette seule émission de courant.

La figure 3 qui est le diagramme théorique des communications intérieures servant à recevoir l'appel dans le poste 3, permet de comprendre suffisamment le principe.

A une émission du courant positif dans le fil L correspond la fermeture du circuit local dans lequel est intercalée la pile P actionnant la sonnerie S.

Nous avons donc appelé le poste 3.

En envoyant simultanément un courant positif dans chacune des lignes 1 et 2, nous déterminerons un mouvement du pendule de chacun des relais du poste 6 dans un sens tel que la déviation aura pour effet de mettre au contact les armatures avec leurs butées.

Les deux butées reliées simultanément au massif des relais disposés dans le circuit du courant local détermineront le mouvement de la sonnerie. Nous aurons donc ainsi effectué l'appel du poste 6.

La figure 4 montre en détail l'ensemble d'installation de deux des postes disposés sur une seule ligne à deux fils, chacun de ces postes destiné à téléphoner et à télégraphier à chacun des six autres.

A chacune des stations sont disposés une clef d'appel A et un certain nombre de touches t permettant, lorsqu'on les abaisse, d'envoyer des courants de sens différents. .

Chaque poste est, en outre, muni de deux commutateurs à six lames B B' et de deux commutateurs à deux lames C C'.

Chacun des deux postes extrêmes n'a qu'un commutateur à deux lames G.

Ces commutateurs G sont destinés à couper la terre aux postes extrêmes de façon que le courant émis circule sur la ligne et n'aille pas directement à la terre.

Cette disposition des commutateurs, ainsi qu'on peut le concevoir, permet de faire communiquer avec la terre les extrémités des deux fils de chacune des sections qui se trouvent d'un côté et de l'autre d'une section de ligne occupée, ce qui permet à un poste quelconque situé sur l'une ou l'autre de ces sections inoccupées d'appeler un autre poste situé sur la même section que lui.

Par convention, chaque poste sonne autant de fois qu'il y a d'unités dans son numéro d'ordre, le poste appelé sait donc par qui il est appelé, il sait aussi si la communication est demandée pour le télégraphe ou pour le téléphone au moyen d'un signal spécial précédent ou suivant l'appel et dispose en conséquence les divers commutateurs B B' C C' et D.

Le poste appelant prend les mêmes dispositions dans l'établissement des connexions intérieures de son poste.

L'appareil téléphonique dans le cas de transmission télégraphique et téléphonique sur une même ligne est mis en court circuit hors de cette ligne ; on le place dans la ligne en déviant le commutateur à 6 lames de gauche, si on veut correspondre avec un poste de gauche, dans le cas d'une transmission à droite en déplaçant celui de ce côté.

L'installation du système Bernheim présente encore l'avantage qu'un poste intermédiaire entre deux postes qui communiquent entre eux ne peut se mettre en dérivation dans le circuit; par conséquent aucune indiscrétion ne peut se produire, car on ne peut écouter à ce poste qu'en coupant la communication entre les deux postes parlants.

La clef d'appel A sert en même temps de manipulateur pour télégraphier et envoyer des signaux.

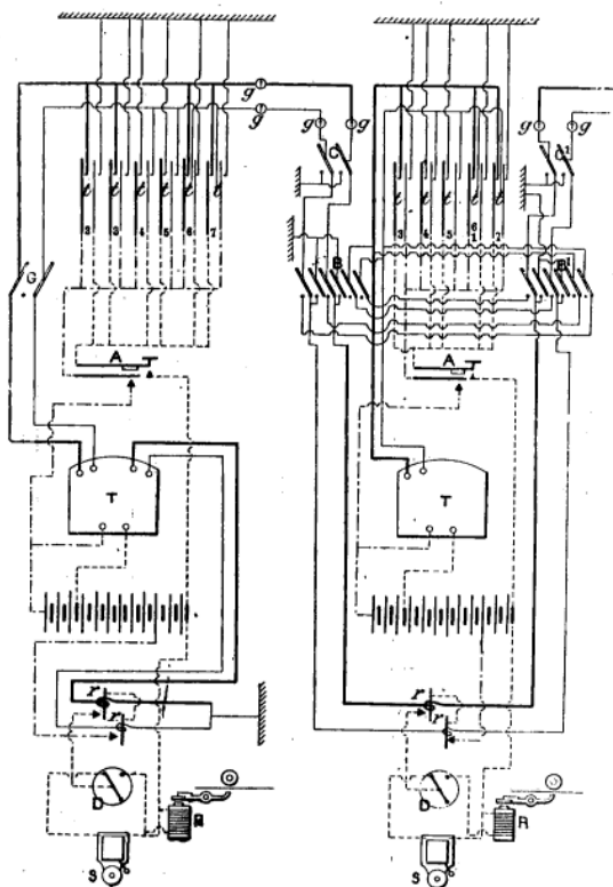


Fig. 4

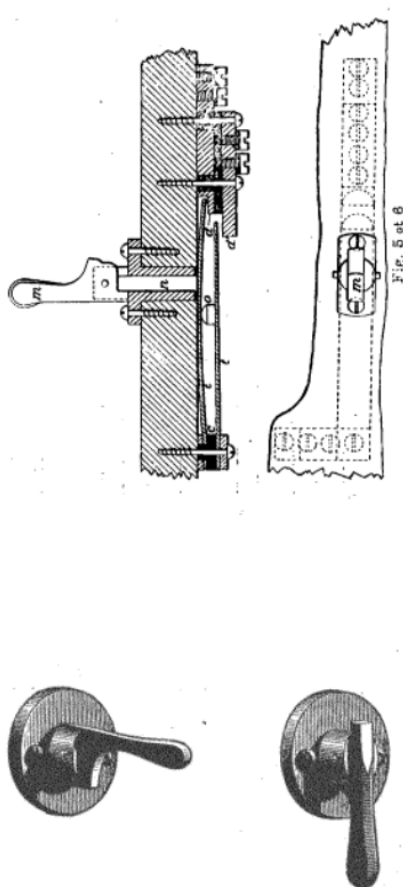


Fig. 7 et 8

Les touches dont les différents postes sont pourvus sont disposées comme le montrent la figure 5 qui est une coupe dont la figure 6 est le plan.

Les figures 7 et 8 représentent en perspective la même clef levée et baissée.

Chaque poste est en outre pourvu de galvanomètres g, destinés à indiquer le genre de transmission qui affecte la ligne traversant un poste, soit qu'on télégraphie, soit qu'on téléphone.

Lorsqu'on télégraphie, les aiguilles des galvanomètres des postes placés sur la section de la ligne affectée indiquent par leur déviation

que le courant passe; on ne peut donc appeler.

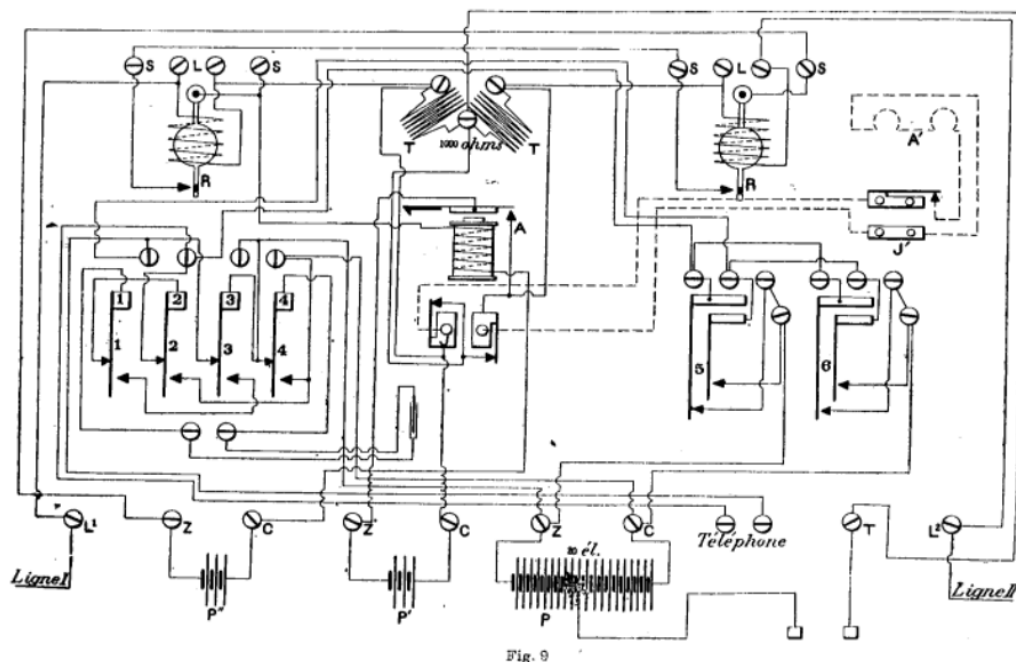


Fig. 9

Entre deux postes qui communiquent téléphoniquement les galvanomètres ne dévient pas, mais si un poste intermédiaire veut sonner, le courant ne passe pas, puisqu'il n'y a pas de terre aux extrémités ; le galvanomètre par conséquent ne dévie pas et l'employé sait par là que la ligne est occupée. Si au lieu de 2 fils nous employons 3 fils de ligne, nous pourrions appeler d'un poste dans 17 autres, en employant 4 fils et davantage, nous mettons en communication directe 26 postes en plus.

On trouve donc une application avantageuse du système pour les réseaux téléphoniques de petites villes, puisque avec un nombre de fils restreint on pourra se passer de bureau central et économiser les nombreux frais d'installation et d'exploitation qu'il entraîne.

On prévoit divers autres cas où on pourra appliquer avantageusement le système Bernheim.

Ainsi sur les lignes de chemins de fer, on pourra mettre en communication pour s'appeler entre elles et communiquer les stations disposées sur une même ligne.

Les postes des réseaux municipaux d'incendie ou de police pourront être reliés de cette manière.

On embranchera les signaux de chemins de fer manœuvrables à distance, etc., etc.

Avant de terminer nous donnerons quelques détails sur une installation de ce système faite par la *Société générale des Téléphones*.

Dans cette application M. Bernheim avait une difficulté à résoudre.

La série des postes étant reliée à l'un des bureaux centraux du réseau téléphonique de Paris, il fallait mettre l'un quelconque des abonnés placés sur la ligne en communication avec les abonnés du réseau de Paris.

Pour les appels des différents postes au bureau central il n'y avait rien à changer au système tel que nous l'avons décrit plus haut.

La communication à lieu sur un circuit entièrement métallique avec une terre branchée en dérivation ; entre cette terre et la ligne, on a intercalé une résistance de 1000 ohms, laquelle a été reconnue n'influencer nullement la conversation qui reste très nette.

Voici à quoi servait cette terre. Il fallait que les abonnés pussent donner le signal de fin de conversation.

Comme les abonnés de la ligne Bernheim, sonnent avec une terre, ils peuvent le faire avec une terre en dérivation.

La palette de l'annonciateur étant attirée ferme un circuit local qui va faire tomber les annonciateurs du bureau central placés sur la communication établie. De cette façon les téléphonistes sont toutes prévenues de la fin de la conversation et retirent leurs fiches.

A. Guillaux

Parallèlement le belge *Rysselberghe*, et le russe *Gwozdeff* inventent un système similaire .

Au Portugal le 19 Avril 1894 dans le journal "*O Povo de Aveiro*"

Dans les Mémoires et compte-rendu des travaux de la société des ingénieurs civils Vol. 59, 1893

Le système Gwozdeff présente quelque analogie avec celui de M. Van Rysselberghe ; il est caractérisé également par l'emploi de condensateurs, mais de capacités très différentes alors que ceux du système Van Rysselberghe sont de même capacité. Ainsi M. Gwozdeff donne au condensateur du microphone une capacité de 1 à 10 microfarads, et à celui du téléphone une capacité de 0,02 à 0,023 microfard, soit une capacité 40 à 50 fois moindre.

On fait usage aussi de déchargeurs analogues à une clef Morse pour éviter la charge de la ligne pendant le passage des courants téléphoniques, et ensuite sa décharge, ce qui rend moins brusque la diminution de l'oscillation électrique.

Enfin, certains perfectionnements ont été apportés aux microphones dans le but de les approprier aux transmissions à grande distance.

Les premiers essais du système datent de 1888-89; ils ont eu lieu sur la ligne télégraphique du chemin de fer Rybinsk-Bologoë. On a pu converser à 294 km sur un conducteur en fer et, pendant le travail sur cette ligne, des appareils télégraphiques étaient continuellement en jeu.

Si nous insistons sur ce système de téléphonie, c'est que les chemins de fer russes de Kozloff-Voronège-Rostov et de Saint-Petersbourg-Varsovie l'ont installé pour les besoins de leur service.

On correspond ainsi téléphoniquement :

De Saint-Petersbourg à Pskov, - à une distance de 284 km,

De Saint-Petersbourg à Louga (138 km),

Entre Saint-Petersbourg et Alexandrowka et à Gatschina.

De plus, entre Saint-Petersbourg et Alexandrowka, on a installé onze postes téléphoniques de pleine voie desservis par un fil unique spécial ; chaque poste comprend un microphone et deux téléphones récepteurs.

Les gardiens sont appelés aux téléphones par un rugissement spécial que produisent ces appareils sous l'influence de courants d'induction lancés à travers la ligne entière par le circuit secondaire d'une bobine de Rhumkorff au moyen d'interruptions répétées du courant de son circuit primaire. Le gardien ainsi appelé, s'informe quelle est la station qui veut correspondre avec lui : Saint-Petersbourg ou Alexandrowka.

Enfin, sur les chemins de fer russes pourvus de ces installations téléphoniques, on peut converser au moyen de postes téléphoniques portatifs d'un point quelconque de la ligne avec les stations voisines.

Ainsi, sur certaines lignes de chemins de fer russes on a réalisé la transmission acoustique à des distances de plusieurs centaines de kilomètres au moyen des conducteurs télégraphiques ordinaires. Pour les conversations à grande distance, on a réuni en boucle deux conducteurs télégraphiques.

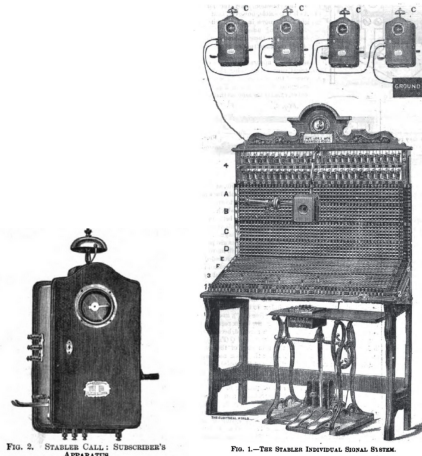
Nous ne connaissons aucune installation de ce genre sur les chemins de fer français et, ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, l'administration des télégraphes n'a pas cru devoir adopter les systèmes anti-inducteurs pour l'utilisation de son réseau télégraphique lorsqu'elle a eu à créer la téléphonie interurbaine. Elle a préféré poser des lignes

spéciales en cuivre de haute conductibilité permettant de correspondre très nettement à des distances considérables (par exemple de Paris à Marseille, distantes de 863 km), et qui ne nécessitent pas la modification de tous les postes télégraphiques. Nous pensons que cette mesure radicale est en effet la meilleure et qu'elle devra être imitée par les Compagnies de chemins de fer si elles jugent utile de créer un réseau téléphonique.

Puis en 1893 voici ce qu'expose E. Estaunier dans les annales télégraphiques

Les systèmes d'installation de postes téléphoniques en **embrochage** réalisés pratiquement sont, assez peu nombreux à cette date,

- L'un des plus anciens et des plus connus est celui qu'a employé en Amérique la [*Stabler Individual Telephone Call C*](#).
E. Estaunier dans les annales télégraphiques de 1893



Dès 1882, l'Américain **James P Stabler** oeuvrait déjà dans les installations d'alarme, a mis au point un système d'installation de postes téléphoniques en **embrochage** (ou en série). L'un des plus anciens en **Amérique** et des plus connus.

Associé à un centre manuel, l'appareil permettait à l'opérateur qui recevait une demande (appel) de sélectionner et sonner un autre abonné à l'aide d'un boîtier à touches, puis de mettre en conversation les deux abonnés au moment où il appuyait sur la touche de mise en relation.

Nous en indiquerons uniquement le principe.

Chaque poste est muni d'un mouvement d'horlogerie qui fait avancer un frotteur sur un cercle. Il n'est relié à la ligne que pour une position déterminée de ce frotteur sur le cercle. Pour tout autre position, il en est isolé.

Du bureau central on peut, à l'aide d'un manipulateur, faire avancer simultanément et par impulsions successives les frotteurs de tous les appareils.

Les positions des frotteurs pour lesquelles chacun des postes est relié à la ligne, sont différentes, si on les rapporte à une origine commune.

Jamais deux postes ne pourront donc se trouver simultanément rattachés à la ligne, et l'on voit aussi que deux abonnés desservis par un même fil ne peuvent causer entre eux.

La fig. 43 représente les communications théoriques d'un poste.

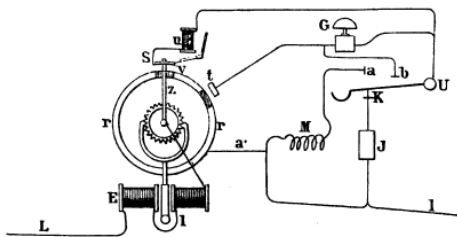


Fig. 43.

Le frotteur est indiqué en Z, T anneau métallique sur lequel il se déplace, en V. Le frotteur est fixé sur une roue dentée que les oscillations d'une ancre commandée par l'armature d'un électro-aimant E font avancer à chaque envoi de courants alternatifs effectués par le bureau central. Cette armature est mobile autour de l'axe L. S'il n'y a pas de raté, tous les frotteurs avancent synchroniquement.

Au point de vue électrique, un poste d'abonné peut occuper trois positions :

1** Le frotteur est appuyé sur le contact S, le poste est à la position d'attente. La ligne arrive en L, passe par l'électro E, Z, V, S, le générateur d'appel J et continue en L.

2** Le frotteur est appuyé sur le contact , le poste est en communication avec le poste central. La ligne L traverse l'électro-aimant E, passe par Z, la sonnerie G, U et L, ou bien si l'abonné a décroché son téléphone, ce qui provoque la manœuvre du levier K, passe directement de t aux contacts a et a', au microphone M pour continuer encore par L. Dans cette deuxième position la sonnerie a est mise en court circuit.

3** Le frotteur est appuyé sur un point r de la couronne X. Le poste de l'abonné est tout entier mis en court circuit.

La ligne L passe directement par l'électro-aimant E, par z r, a et L.

Lorsque l'abonné veut appeler le poste central il se sert d'un appareil électro-magnétique figuré en G, muni d'un redresseur de courants et ne pouvant par suite affecter l'électro-aimant E. Le frotteur étant en S, c'est à-dire à sa position de repos, les courants envoyés passent directement de J au ressort K, et se rendent au poste central par S, z, l'électro E et L.

Enfin, quand une communication est terminée, c'est le poste central qui se charge de ramener au repos tous les frotteurs. Il envoie pour cela une série de courants alternatifs sur la ligne qui font avancer tous les frotteurs jusqu'à ce qu'ils soient venus se placer sur le secteur S, une butée V empêche de le dépasser. On est donc sûr, en prolongeant un certain temps cette émission de courants, d'avoir ramené tous les frotteurs à l'origine commune du mouvement.

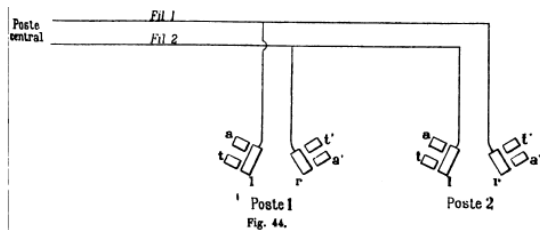
Il est évident qu'il faudra ensuite déclencher les frotteurs qui se trouvent en prise avec l'arrêt. Des électro-aimants V servent à cet usage, un courant d'intensité déterminé les actionne.

Il paraît inutile d'insister sur les inconvénients du système. Outre la complexité des manœuvres du système, j'en citerai deux principaux : aucune précaution n'a été prise pour garantir le synchronisme des frotteurs, et il y a en permanence sur la ligne autant d'électro-aimants que de postes embrochés.

- Un deuxième système essayé avec succès pour deux postes dans quelques *installations privées françaises* est dû à M. **Sieur**.

E. Estaunier dans les annales télégraphiques de 1893

Bien qu'il eût été rationnel en apparence d'en donner la description lorsque les appareils de cette catégorie ont été étudiés, elle trouve ici sa place indiquée ; elle est en effet, comme on en jugera plus loin, le point de départ d'une solution assez simple du problème des postes en embrochages.



Chacun des deux postes est placé en dérivation sur le circuit principal (fig. 44). Leur insertion sur les deux fils de ligne est faite en sens inverse.

La fig. 45 représente le détail des communications dans l'un de ces postes : tous deux sont identiques.

Les organes essentiels qu'on y rencontre, outre les éléments habituels : sonnerie, microphone, etc., sont :

1** Un électro-aimant B appelé électro-commutateur à balancier;

2** Un relai polarisé A à deux armatures fonctionnant chacune sous l'action d'un courant de sens différent.

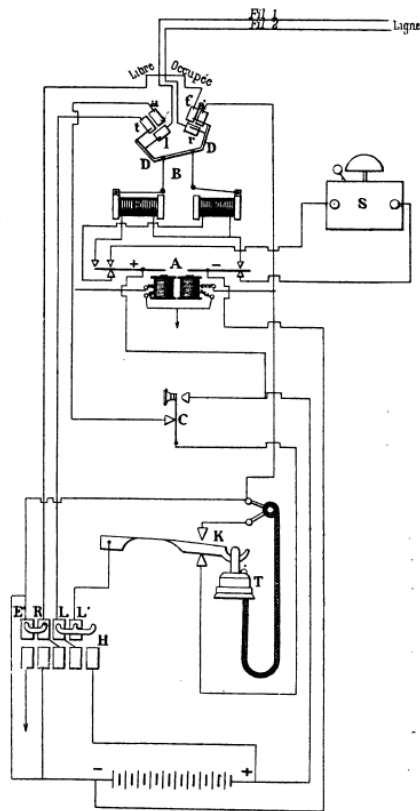


Fig. 45.

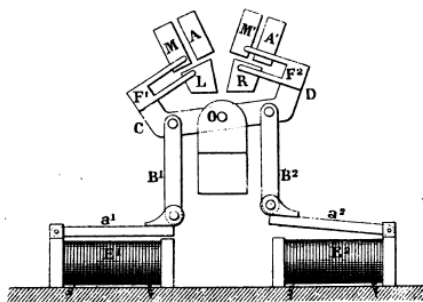


Fig. 46.

L'électro-commutateur à balancier (fig. 46) se compose d'un levier isolant CD mobile autour d'un axe 0, et portant à ses deux extrémités deux frotteurs F, et F', destinés à glisser sur les contacts métalliques M, A, L, M', A', R.

Les mouvements sont transmis à ce balancier au moyen de deux petites bielles B1 et B2, par les armatures. Ces armatures sont elles-même attirées par deux électro-aimants E1, et E2.

Suivant que l'un ou l'autre de ces électros fonctionne, le balancier CD s'incline à droite ou à gauche, les contacts L et R sont mis en communication avec A1 et A2 ou M1 et M2 et un voyant apparaît portant l'une des deux mentions : Libre — Occupé.

Le relai polarisé a déjà été décrit ; il est inutile d'y revenir. Chacun des deux postes possède en outre en H les organes nécessaires à l'émission automatique du courant de fin de conversation décrit déjà à l'occasion de la station automatique du système Sieur.

Le poste central est muni de deux clefs lui permettant d'envoyer à volonté un courant d'appel d'un sens ou d'un autre sur la ligne. Son annonceur est polarisé. Un voyant indique donc toujours le numéro du poste appelant.

Supposons que le poste 1 (fig. 45) veuille sonner le bureau central. Il appuie sur la clef d'appel G. Le pôle positif de sa pile d'appel est ainsi placé sur le fil 1 ; le pôle négatif sur le fil 2. Le récepteur polarisé du poste central fonctionne.

Dans le poste 2, par suite de l'intervention des fils, un courant négatif entre par le contact de l'électro commutateur ; il passe ensuite par les contacts t, L, L' (dans le commutateur H), traverse le crochet mobile K, la clef d'appel G et les deux bobines du relai. Il revient ensuite par les contacts E' et R de H et les contacts t' et r de l'électro-commutateur à balancier.

L'armature du relai A marquée du signe - est attirée. Le courant de la pile locale est alors fermé sur l'électro aimant E' qui attire son armature et fait basculer le balancier.

L'aiguille amène le voyant « Occupé ». Les fils de ligne sont isolés de l'appareil téléphonique et reliés directement au relai A par les contacts a et a' d'une part, r et a' de l'autre. Ce poste est donc immobilisé.

Le poste central répond en appuyant sur la clef d'appel du poste 1 ; il envoie ainsi un courant positif sur le fil 1.

Ce courant a pour effet, au poste 2, de faire fonctionner l'armature - du relai A, ce qui maintient le balancier dans la position « Occupé » qu'il a prise précédemment.

Au poste 1, au contraire, c'est l'armature + qui fonctionne et ferme le circuit de la pile locale sur la sonnerie S.

La communication du poste 1 avec le central ou l'abonné demandé se fait ensuite à la manière ordinaire, le commutateur à levier ayant mis hors circuit la clef d'appel. et le relai A.

Dès que le téléphone est raccroché, le transmetteur automatique du signal de fin de conversation fonctionne.

Il a pour effet, comme on l'a vu, de mettre à la terre le pôle négatif de la pile d'appel et d'envoyer simultanément un courant positif sur chacun des fils 1 et 2. Un courant positif entre donc au poste 2 dans chacune des bobines du relai A dont les deux armatures sont attirées.

La pile locale est alors fermée sur l'électro-aimant E dont l'armature ramène le balancier CD à la position normale.

Tout est rétabli dans l'état initial.

Comme on peut s'en rendre compte par le détail qui précède, l'organisme de ce système est relativement peu compliqué et chacun des postes est relié au bureau central par deux fils seulement.

On conçoit tout de suite qu'il est facile en adjoignant un deuxième relai analogue au relai A de multiplier considérablement le nombre des abonnés reliés ainsi en embrochage.

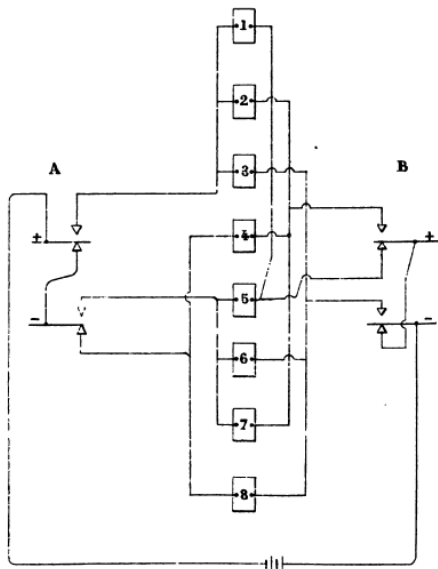


Fig. 47.

La fig. 47 indique théoriquement un agencement de circuits qui permet d'actionner un quelconque des huit électro aimants à l'exclusion des sept autres et cela à l'aide des quatre armatures de deux relais polarisés.

Voici la liste des jeux d'armatures correspondants à chacun des huit électro-aimants.

Relai A.	Relai B.	Électro-aimant actionné.
+	—	1
+	+	2
+	—	3
—	+	4
—	—	5
—	+	6
—	—	7
—	—	8

Deux relais polarisés permettent donc sur une ligne donnée à double fil de réaliser huit opérations distinctes.

Dans une communication téléphonique en embrochage deux opérations se font à l'aide du même procédé électrique dans tous les postes. Ce sont la réponse à un appel et le signal de fin de conversation, signal qui ramène à l'état libre les postes isolés.

Il reste encore six opérations distinctes possibles qui correspondront aux appels individuels des postes.

On peut donc relier en embrochage six postes.

Un arrangement schématique de ce genre est effectivement représenté ici (fig. 48). On y a figuré un poste central et cinq abonnés.

Dans le poste central, A est un annonceur polarisé, Il est un relai polarisé également, dont l'armature est attirée sous l'influence d'un courant positif, R' est un relai ordinaire fonctionnant sous l'action d'un courant de sens quelconque. R, F, 1, 2, 3, 4, 5 sont les clefs d'appel destinées : R à répondre aux appels, F à donner le signal de fin de conversation (cette dernière clef est supprimée si chaque appareil téléphonique est pourvu d'un transmetteur automatique), les cinq autres à appeler le poste dont elles portent le numéro.

On a indiqué seulement sur le croquis, pour en faciliter la lecture, le signe du pôle des piles aboutissant à chacune des butées.

De même, dans les postes d'abonnement, S est la sonnerie, E et F sont les électro-aimants d'un électro commutateur à balancier : on n'a point marqué leurs frotteurs. Rappelons que suivant que l'électro E ou E' fonctionne, la ligne est mise sur les relais R^ et R, soit directement, soit à travers l'appareil téléphonique. Rj et Rj sont des relais polarisés à deux armatures, on a marquées chacune d'elles du signe + ou — suivant qu'un courant positif ou négatif les fait fonctionner. La clef R répond aux appels, la clef F donne le signal de fin de conversation (elle devient inutile comme dans le poste central en cas d'émission automatique de ce signal), les autres clefs enfin servent à appeler la station centrale ou les autres stations.

Supposons maintenant que le poste 5 désire le poste 2. L'abonné 5 appuie pour cela sur la clef 2 qui transmet un courant positif sur le fil 1 de la ligne et un courant négatif sur le fil 2.

Il décroche ensuite son téléphone pour mettre ses relais Rj et R^ hors du circuit et porte les écouteurs à l'oreille pour entendre la réponse du poste 2.

Au poste central les deux relais attirent leurs armatures, aucun courant local ne fait donc marcher l'annonceur.

Dans les postes 1, 2, 3 et 4, l'armature + du relais Rj et l'armature — du relai R^ sont attirées. Le circuit de la pile locale des postes 1, 3, 4, reste ouvert; au poste 2, au contraire, le courant de la pile locale est fermé : il passe en effet par l'armature -j- du relai R, et son contact supérieur, traverse la sonnerie et revient au pôle négatif en passant par le contact supérieur de l'armature — du relai R\ L'abonné est bien appelé.

Le poste 2 répond en appuyant sur la clef R qui transmet un courant négatif sur le fil 2.

Le poste central n'est pas plus dérangé que la première fois puisque son relai R' marche seul : l'annonceur A reste au repos. Aux postes 1, 3 et 4, au contraire, l'armature — du relai R^ est attirée. Elle ferme le circuit de la pile locale dans l'électro-aimant E' de l'électro-commutateur. Dans chacun de ces postes, l'appareil téléphonique et les clefs d'appel sont alors exclus, et le signal « ligne occupée » apparaît.

Tous les appareils autres que ceux des postes 2 et 5 ont disparu de la ligne. Les deux abonnés causent en toute sécurité.

La conversation terminée, chacun d'eux accroche son téléphone, et si les appareils sont pourvus de l'organe nécessaire le courant de fin de conversation est envoyé automatiquement dans le sens voulu : sinon il faut appuyer sur les clefs F qui l'une et l'autre dans ce cas transmettent un courant positif sur la ligne 2^ ramenant tous les postes en l'état initial.

En effet, chez les abonnés 1, 3 et 4, l'armature f du relai R, est attirée : le circuit de la pile locale se ferme sur l'électro-aimant E de l'électro commutateur et le balancier revient à sa position primitive.

On pourrait évidemment mettre au poste central des relais polarisés et un électro-commutateur comme au cinq autres postes. Il a semblé, au contraire, plus pratique d'encombrer moins celle-ci en laissant aux abonnés embrochés sur le même fil le soin de correspondre directement entre eux. Lorsque le central veut établir une communication, il lui suffit pour s'assurer si le fil est libre ou non d'écouter au téléphone ; il entendra si une conversation est déjà engagée ou non.

L'inconvénient de la solution de M. Sieur réside dans l'obligation de mettre une terre en dérivation sur chacun des postes. On sait qu'on arriverait facilement à l'atténuer en mettant en avant de la terre une bobine à forte self-induction sur laquelle est dérivé un condensateur.

Il est clair que le prix d'une pareille installation est également assez élevé.

Il faut remarquer en revanche qu'un dérangement dans l'une des stations n'entrave pas la marche des autres. C'est un avantage considérable sur tous les dispositifs en étoile. De plus les organes à adjoindre sont des électro-aimants robustes, et il n'y a pas nécessité de recourir à des courants d'intensités variables.

A ce double point de vue il était intéressant d'étudier ce dispositif en détail comme on vient de le faire.

- Un autre système, appliqué depuis six ans dans un certain nombre d'installations particulières, est dû à M. **Bernheim**. (1889)

E.Estaunier dans les annales télégraphiques de 1893

Pour chaque mise en communication, il oblige l'abonné à manœuvrer une ou plusieurs manettes. On lui laisse donc une beaucoup plus grande part d'initiative que ne le permettrait une exploitation de grand réseau. A priori c'est un inconvénient grave. Par ce fait, également, le problème s'est trouvé considérablement simplifié et ramené en somme à la recherche d'un procédé d'appel; c'est à ce point de vue surtout — nous l'avons montré — que s'étaient placés les Américains. Dans l'appel Bernheim il est fait usage de relais sans armature de fer et à peu près semblables aux relais Ader.

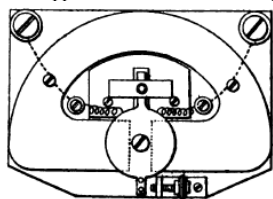


Fig. 49.

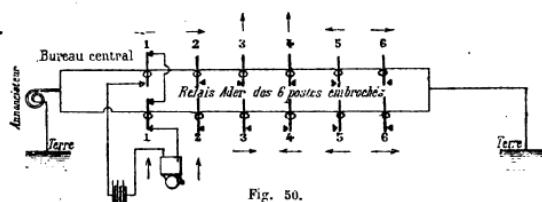


Fig. 50.

La fig. 49 donne le dessin d'un d'entre eux, assez complètement pour qu'il soit inutile de s'arrêter à une description détaillée.

Chaque poste d'abonné est desservi par deux fils, et muni de deux de ces relais, un sur chaque conducteur. Une terre est à l'état normal établie aux extrémités de la boucle du circuit. Sur chacun des fils on peut, par suite, envoyer un courant spécial actionnant les relais qui y sont embrochés. Le jeu convenable des deux palettes provoque, dans chacun des postes, la fermeture de son circuit d'appel.

Au poste 6 par exemple, les deux relais doivent s'appliquer sur leurs butées de droite pour amener l'appel.

Au poste 5, le relais du fil 1 doit aller à gauche et le relais du fil 2 doit demeurer immobile, etc.

On a marqué, pour plus de commodité, à l'aide de flèches le mouvement que doivent prendre les armatures pour obtenir en chaque poste la formation du circuit local.

Dans ces conditions, M. Bernheim propose d'embrocher sept postes sur un même circuit, chacun d'eux pouvant répondre à un appel déterminé à l'exclusion de tous les autres.

En réalité on peut, comme l'a fait remarquer M. Serruau, augmenter ce nombre de deux.

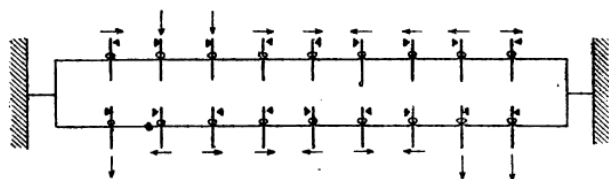


Fig. 51.

La fig. 51 donne, indiquée de la même façon que précédemment, la succession des combinaisons dans cette hypothèse.

Dans le premier dispositif proposé par M. Bernheim, on ne supposait nullement qu'un des postes jouât le rôle de station centrale par rapport aux autres.

Chacun d'eux était donc muni :

1** D'une clé d'appel A et, d'autant de touches t qu'il y avait d'autres postes embrochés. En abaissant une de ces touches déterminées, on amenait sous les butées de la clé A les pôles de pile nécessaires à l'appel du poste choisi.

2** De deux commutateurs à six lames B et B', et de deux commutateurs à deux lames G et G'.

Aux deux postes extrêmes, ce dispositif était d'ailleurs simplifié et réduit à un commutateur à deux lames G.

Ces commutateurs permettent, comme on va le voir, de faire communiquer avec la terre les extrémités des deux fils de ligne dans chacune des sections qui se trouvent de part et d'autre d'une portion occupée. Un poste quelconque d'une section inoccupée peut donc encore communiquer avec un poste de la même section que lui.

Remarquons d'abord qu'à l'état normal les commutateurs sont orientés comme l'indique la fig. 52. Les postes téléphoniques et les claviers sont en dehors du circuit; en outre, les relais r, r, sont tous embrochés sur les fils et sont par suite susceptibles de recevoir l'appel.

Supposons maintenant que le poste 2 désire appeler le poste 4. Il déplace d'abord vers la gauche les commutateurs C et B'.

Le déplacement de C a pour résultat de mettre à la terre les extrémités des deux fils du circuit venant du côté gauche du poste. Le poste 1, par suite, est bloqué et ne peut plus surprendre la conversation.

La manœuvre de B' a pour effet d'introduire h l'extrémité des deux fils du circuit de droite, le clavier d'appel et le poste téléphonique n° 2.

Si l'abonné abaisse ensuite la touche 4, il appellera le poste 4 en appuyant sur la clé d'appel double A.

On a vu, d'après le schéma des appels (fig. 50), que pour appeler le poste 4 il fallait envoyer sur le fil 2 un courant faisant osciller la palette de relais vers la gauche. Aucun courant ne doit au contraire passer sur le fil 1. Il est facile, en suivant les communications du croquis, de vérifier que les choses se passent bien ainsi.

Chaque poste doit, en outre, sonner autant de coups qu'il y a d'unités dans son numéro d'ordre. Le poste 4 sait donc immédiatement qu'il est appelé par le poste n° 2 situé à sa gauche.

Pour que la conversation s'établisse, il suffira que chacun des postes 4 et 2 orientent leurs commutateurs.

Au poste 4 on dévie B et G vers la gauche, G et B' restant à la position de repos.

Au poste 2, on relève la touche t^ et on laisse B' et G vers la gauche.

On a indiqué plus haut pour ce poste 2 l'effet de cette position de B' et G.

Au poste 4, en déplaçant B et G' vers la gauche, B' et G restant fixes, on a fait communiquer avec le téléphone du poste la portion de la ligne située à gauche du poste 4. Le déplacement de G h gauche a eu en même

temps pour résultat de mettre à la terre la section de ligne du côté droit. Cette dernière peut donc être encore utilisée par les postes 5 et 6.

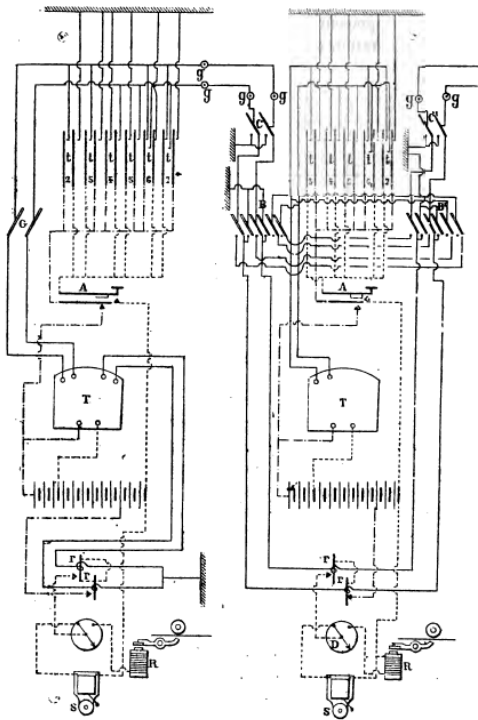


Fig. 51.

La fig. 52 donne un ensemble de communications permettant, en outre, aux divers postes de substituer à leurs postes téléphoniques des appareils télégraphiques.

Il est inutile de s'arrêter sur ce point. Il est facile, d'après ce qui précède, de voir que si le système dû à M. Bernheim est praticable dans le cas d'installations privées, il devient d'une application malaisée dans une exploitation de réseau. Il est toujours délicat de confier à un public absolument inexpérimenté des manœuvres de commutateurs. A fortiori, semblerait-il plus dangereux de lui laisser un choix entre ces manœuvres. Les seules opérations qui peuvent être faites par l'abonné doivent être d'une nature tellement simple qu'une erreur de sa part soit impossible ; de plus elles ne doivent jamais être de nature à entraver le service dans le cas d'oubli ou de fausse manœuvre.

Le système Bernheim, en dépit de son ingéniosité, ne répond pas à cette condition. Les modifications que lui a fait récemment subir son inventeur n'ont pas supprimé ce défaut et c'est la raison pour laquelle nous n'y insisterons pas ici.

Conclusion de l'exposé de E.Estaunier dans les annales télégraphiques de 1893

Quelle conclusion pratique convient-il de tirer de cette longue revue des systèmes téléphoniques automatiques ?

Les appareils proposés peuvent être divisés en deux groupes.

Les premiers, d'un fonctionnement peu sûr ou ne sauvegardant pas l'indépendance entière des communications ne pourraient être acceptés dans des réseaux tels que les réseaux français où le public est accoutumé à une grande régularité dans le service.

Les seconds, solutions ingénieuses et complètes de la question, n'arrivent à ce résultat qu'en utilisant des organes délicats et coûteux. Leur prix de revient dépasserait dans la plupart des cas l'économie de fil correspondante.

Beaucoup d'appareils indiqués par leurs auteurs plutôt que réalisés, ont été soumis à l'appréciation du public depuis l'origine de cette étude.

Sans avoir la prétention d'avoir passé en revue la totalité des Systèmes possibles, on peut dire que la plupart rentrent pourtant dans les catégories diverses dont le principe a été exposé ici.

Dans aucun cas, ce n'est l'ingéniosité qui a manqué ; s'il est un reproche à faire, c'est au contraire une trop grande complexité de moyens, complexité entraînant du même coup une élévation de prix considérable et un entretien difficile.

Enfin, un fait nouveau est survenu qui a modifié complètement la nature du problème : l'exploitation des grands réseaux tend à se faire désormais à peu près exclusivement à l'aide d'appareils multiples.

Comme la complication de ces multiples se prêterait mal à des règles particulières d'appel concernant des groupes d'abonnés spéciaux, la recherche des petites stations automatiques s'est trouvée, par ce fait même, reléguée au second plan. Quelque simples qu'elles soient, elles ne paraissent plus pouvoir trouver place dans le nouvel outillage mis en œuvre.

Les conclusions auraient donc été, à première vue, assez décourageantes si, des conditions nouvelles de l'exploitation téléphonique, n'avait surgi l'idée audacieuse — et, il faut l'espérer, féconde — d'étendre le champ de la station automatique, en l'obligeant à mettre en communication non plus deux, six ou même dix abonnés, mais la totalité des abonnés d'un réseau.

On voit à ce desideratum divers avantages.

Lès multiples téléphoniques, actuellement en service, ont réussi à supprimer l'intermédiaire des lignes de renvoi, et les téléphonistes desservant ces dernières. Un seul employé suffit pour établir une communication entre deux abonnés quelconques.

Le multiple automatique supprimerait ce dernier intermédiaire et laisserait au public le soin de se mettre lui-même directement en relation avec les abonnés qu'il désire.

Le bureau central n'existerait plus qu'au point d'une machine : le personnel actuel deviendrait inutile, et l'unique intervention d'un mécanicien surveillant le fonctionnement de l'appareil resterait nécessaire.

La voie nouvelle est encore trop récente pour qu'il soit possible de donner ici des appareils réalisés.

1893 Toutefois, ne fut-ce que pour indiquer la possibilité de résoudre ce problème, il est nécessaire de terminer cette étude par une *description sommaire du principe de l'autocommutateur téléphonique de MM. Verner et Tedesco.*

Dans ce système, chaque abonné est relié au bureau central à l'aide de 2 fils — l'un dit fil d'appel sert uniquement à la mise en contact avec la ligne désirée — l'autre sert à la conversation et est appelé par l'inventeur fil de son.

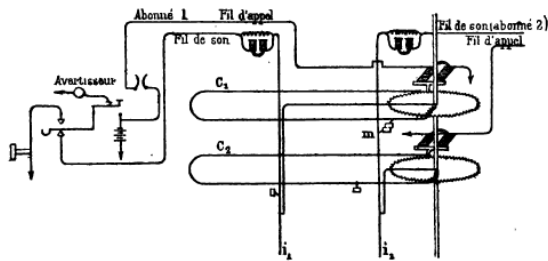


Fig. 53.

Au bureau central, tous les fils de son sont reliés à des barres verticales i_1 i_2 , pouvant au besoin pivoter légèrement sur elles-mêmes. Chacune de ces barres est ensuite reliée électriquement à une courroie horizontale recouverte de matière conductrice G_1 G_2 , etc.

Il y a donc autant de courroies que de fils et de barres ces courroies peuvent décrire, dans leur déplacement, une sorte de spirale carrée entre les parties de laquelle passent les barres i_1 i_2 , etc. Elles sont disposées les unes au-dessus des autres de manière à former des colonnes verticales.

La projection horizontale d'une de ces courroies est représentée fig. 54.

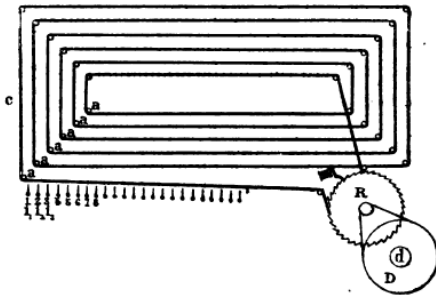


Fig. 54.

aaa sont des tiges polies servant de support et dirigeant la course : i_1 i_2 sont les barres verticales dont on a parlé plus haut.

En regard de chaque courroie, ces dernières sont armées, en outre, de contacts portés par des ressorts.

La courroie est munie d'un contact analogue. Grâce à ce dispositif quand cette dernière se déplace, on conçoit qu'elle se mette successivement en rapport avec chacune des barres i_1 i_2 et par conséquent avec chacun des fils de son des abonnés. La courroie est mise en marche par une transmission D qu'actionne une machine ; l'arbre d est toujours en mouvement et tend à entraîner la roue R. Un cliquet commandé par un électro-aimant arrête le mouvement et, par suite, empêche le déplacement de la courroie. Le fil d'appel se rend à cet électro-aimant, puis à la terre. A chaque manœuvre de l'armature, le cliquet est soulevé, une dent de la roue R peut passer et la courroie avance d'un contact.

Si les barres verticales ont été disposées dans l'ordre de numéro des abonnés, pour que l'un d'eux se mette en relation avec l'abonné n° 365, il lui suffira d'envoyer 365 émissions sur son fil d'appel.

Outre les circuits ordinaires, le poste d'un abonné comprend, à cette intention, un appareil d'appel et un avertisseur.

L'appareil d'appel comporte extérieurement des cadrans pareils à ceux d'un compteur, et servant à compter les mille, centaines, dizaines et unités.

Chacun de ces cadrans porte 10 numéros (0 à 9). Pour appeler l'abonné 365, il suffira de mettre l'aiguille des centaines sur 3, celle des dizaines sur 6, celle des unités sur 5. La manœuvre de ces aiguilles provoque, à l'aide de trains d'horlogerie sur laquelle il est inutile d'insister le nombre de fermetures correspondantes du circuit d'envoi.

Il convient de remarquer qu'au central, les barres verticales sont groupées par dix et qu'entre chaque dizaine est laissée une place libre. C'est devant cette place libre que s'arrête le contact de la courroie lorsqu'on met l'aiguille sur 0.

Au repos, le fil de son aboutit à l'avertisseur qui est une sonnerie combinée avec un voyant.

Le fonctionnement s'explique de lui-même; il suffit d'appuyer sur le bouton d'appel lorsqu'on a amené la courroie du central à sa position convenable pour envoyer l'appel dans l'indicateur de l'abonné choisi.

Cet appel provoque, en outre, un autre résultat. La fig. 53 montre, en effet, que des électro-aimants sont placés en dérivation sur le fil de son de chacun des abonnés. Le passage du courant d'appel dans les électros provoque une faible rotation des tiges i autour de leurs axes. Grâce à leurs ressorts, les plaques de contact réunies en m ne se séparent pas mais aucune courroie nouvelle ne peut plus entrer en contact avec les barres qui ont tourné. Les deux abonnés qui causent ne risquent point d'être dérangés.

Il serait de peu d'intérêt d'entrer dans plus de détails, ou même d'indiquer les simplifications considérables dont le projet de ces inventeurs est susceptible.

En 1887 Dans les "Annales télégraphiques" était présenté ;

LE NOUVEAU SYSTEME DE TRANSMISSION POUR TÉLÉPHONES ET TÉLÉGRAPHES

DE MM. LOUIS MAICHE & DONATO TOMMASI qui était un physicien d'origine italienne établi en France, chimiste électricien.

Chacun sait que dans l'établissement des lignes ou des réseaux téléphoniques ou télégraphiques, les conducteurs et leurs accessoires constituent la plus forte dépense et que pour les téléphones surtout, plus les postes à relier sont éloignés du poste central, plus il est à craindre que cette dépense n'oblige à porter le prix de l'abonnement à un chiffre inacceptable ; on sait aussi que, d'autre part, la multiplicité des lignes crée aux compagnies de sérieuses entraves à l'extension des réseaux, tant lorsque l'installation des fils est aérienne que si elle est souterraine.

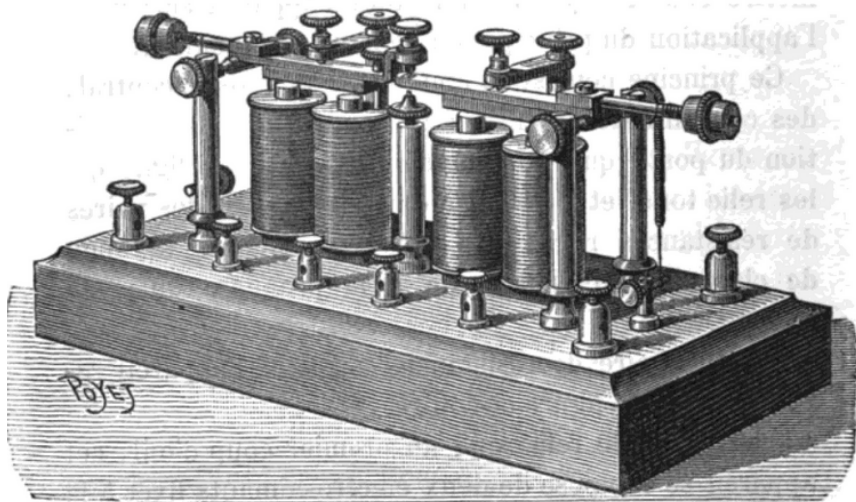
Il y aurait donc un immense avantage si l'on parvenait à réduire le nombre des fils, c'est à dire si l'on pouvait desservir un certain nombre de postes avec une seule ligne.

On comprend que outre l'économie réalisée sur les conducteurs et leurs supports, on obtiendrait une très sérieuse réduction de l'encombrement qui résulte de la multiplicité actuelle des lignes, laquelle atteint presque partout la limite d'emplacement disponible, et que l'on pourrait, sans dépasser cette limite, desservir un nombre beaucoup plus considérable de postes. De là résulterait une économie très sensible et, par suite, un notable abaissement du prix de l'abonnement, c'est-à-dire le meilleur argument que l'on puisse employer pour provoquer l'extension des correspondances électriques dans les relations commerciales et privées.

En attendant que nous puissions donner une description complète et le diagramme d'une installation téléphonique de notre système, nous nous bornerons à mettre sous les yeux du lecteur l'appareil servant à l'application du principe qui constitue l'invention.

Ce principe consiste à employer, du poste central, des courants de potentiels croissants, suivant la position du poste que l'on veut appeler sur la ligne qui les relie tous, et à disposer dans ces postes des paires de résistances réglées de telle sorte que la seconde de chaque poste soit égale à la première du poste suivant.

Chaque paire de résistances constitue l'appareil représenté par la figure ci-contre.



Ainsi qu'on le remarque au premier coup d'œil, cet appareil se compose de deux électro-aimants fixés à la suite l'un de l'autre sur un socle. A chaque extrémité de l'appareil se trouvent deux petites colonnes supportant l'axe de l'armature de l'électro-aimant correspondant. La résistance de chaque armature à l'action de son électro-aimant est constituée par un petit ressort à boudin accroché au levier extérieur de l'armature et par un contre-poids mobile sur la partie fileté de ce levier.

L'amplitude des oscillations des armatures est limitée, pour l'électro-aimant qui constitue la première résistance du poste (celui de gauche dans notre dessin), d'abord par une vis de position placée au-dessus du milieu de la monture du barreau de fer doux ou armature, puis par une vis d'arrêt placée vers l'extrémité de cette monture et qui vient porter sur la seconde bobine; pour l'électro-aimant qui constitue la seconde (celui de droite) la première de ces vis existe seule.

Le contact entre les deux armatures peut s'effectuer par une vis spéciale qui traverse l'extrémité repliée de la monture de celle de la première résistance.

A l'aplomb de cette vis se trouve un autre contact sur lequel peut s'appuyer la monture de l'armature du second électro-aimant; dans ce cas, les deux armatures cessent d'être en contact, grâce à la vis d'arrêt de la première.

Tous ces organes, parfaitement visibles sur le dessin, sont susceptibles d'être réglés avec la plus grande précision, tant pour la résistance que doivent opposer les armatures que pour l'amplitude de leurs oscillations.

Les quatre grandes bornes que l'on voit aux angles du socle servent à placer les appareils soit en circuit, soit en dérivation. Les petites bornes reçoivent les fils de la pile locale et de l'appareil téléphonique ou télégraphique.

Lorsque les appareils doivent être placés en circuit, tous les électro-aimants ont la même résistance propre; il n'en est plus ainsi quand ils sont montés en dérivation. La résistance des armatures à l'action des électro-aimants est réglée de telle sorte que chacune d'elle ne peut être attirée que si un électro-aimant est traversé par un courant d'un potentiel déterminé, et, en outre, la disposition de l'appareil est telle que si la première armature (gauche) seulement est attirée, la communication s'établit entre le poste appelé et le bureau d'appel, tandis que, au contraire, si les deux armatures de l'appareil sont attirées en même temps, leurs efforts se neutralisent, au point de vue des contacts, c'est-à-dire mécaniquement, et le courant passe aux postes suivants. Ces différences dans la circulation résultent de ce que, lorsque la première armature s'abaisse seule, la vis qui la termine s'appuie sur la seconde armature, et de ce que celle-ci s'éloigne de cette vis aussitôt qu'elle-même est attirée, pour venir en contact avec la vis de la petite colonne centrale.

Supposons, par exemple que les résistances des armatures des postes I, II, III ... d'une ligne aient été réglées pour des courants de 1 et 2, 2 et 4, 4 et 6 ... daniels, respectivement. Si on lance dans la ligne un courant de deux daniels, ce courant surmontera les résistances des armatures des deux électro-aimants du poste I, et la résistance de l'armature du premier électro-aimant du poste II; le poste I ne sera pas appelé, tandis que le poste II sera mis en communication avec le bureau d'appel; en même temps, l'apparition d'un signal prévient tous les autres postes que la ligne est occupée.

Le nouveau système s'applique non seulement aux téléphones et aux télégraphes, mais encore à tous les genres de communications électriques tels que signaux de chemin de fer, de défense des places et des côtes, lignes de torpille, etc., etc.

En 1896 Dans l'ouvrage "Réseaux téléphoniques et sonnettes" de Bernard, E. et Cie était exposé un principe de téléphone multiple du Dr. **Donato Tommasi**, on retrouve une nouvelle explication mais pas de schéma ou de plan.

Paragraphe 63

— La méthode proposée par le **Dr Donato Tommasi** repose sur un phénomène physiologique bien connu : l'impression de la perception d'un son par l'oreille alors même que ce son a cessé d'exister.

Ce phénomène, analogue à celui observé pour la vision, a reçu le nom de *persistance auditive*, et on a constaté par expérience que le son est perçu pendant 1/32 de seconde après sa cessation. Si donc on s'arrange pour que le plus grand écart existant entre deux émissions successives ne dépasse pas ce laps de temps, on percevra un son continu. Réciproquement, si un auditeur perçoit un son continu, on pourra scinder ce son par une série d'interruptions ne dépassant pas 1/32 de seconde, sans que l'oreille s'en aperçoive.

Ceci posé, le Dr D. Tommasi intercale dans un circuit téléphonique un interrupteur produisant une série d'interruptions de courant durant au maximum 1/32 de seconde (ce qui ne gêne pas la communication), et il utilise ces interruptions de courant pour établir d'autres communications simultanées. A cet effet, l'interrupteur est disposé de façon que pendant chacune des interruptions il ferme tour à tour le circuit d'autres couples de téléphones reliés à la ligne, le rétablit sur le premier, et ainsi de suite, sans que le contact ait jamais lieu sur deux circuits à la fois.

Cette série de fermetures successives étant continue et s'effectuant en un peu moins de 1/32 de seconde, les choses se passent pour chaque poste téléphonique comme si ce poste était seul sur la ligne, c'est-à-dire que, pour aucun d'eux, la communication n'éprouve d'interruption sensible.

Pour que les courants successifs qui parcourent la ligne et qui appartiennent tour à tour à chacune des communications en cours passent par le récepteur correspondant ou, en d'autres termes, pour que celles-ci ne se mélangent pas, un deuxième interrupteur semblable au premier et fonctionnant synchroniquement avec lui, est disposé à l'autre bout de la ligne.

Chaque appareil occupe donc une extrémité du conducteur à utiliser en commun, et à chacun d'eux viennent se relier les divers correspondants du lieu où il se trouve.

Le système du T)1 D. Tommasi comporte deux pièces principales :

1° Un cylindre creux en ébonite ou toute autre matière isolante, monté sur un arbre métallique relié d'une manière permanente à l'un des fils de la ligne, et tournant dans des coussinets isolés ;

2° Une barre fixe en ébonite ou en toute autre matière isolante, placée parallèlement à l'axe du cylindre et dont on peut régler l'écartement. Sur la surface du cylindre sont disposés régulièrement, suivant un seul tour d'hélice, en nombre égal à celui des communications simultanées que l'on veut obtenir, des contacts saillants reliés chacun à l'arbre du cylindre.

La barre fixe porte, dans le plan de rotation de chacun de ces contacts et sur la face du cylindre, un balai de forme convenable communiquant avec une borne placée sur la face opposée.

Comme complément de ces organes principaux, une barre métallique fixe porte une deuxième série de bornes correspondant aux précédentes et est reliée avec le deuxième fil de la ligne. Toutes ces bornes communiquent avec le commutateur du poste où est placé l'appareil.

Ceci posé, on comprend que, dès que le cylindre sera animé d'un mouvement de rotation sur son axe, les divers circuits seront successivement fermés, puis ouverts et que, les distances angulaires étant convenablement-mesurées, chaque fermeture ne pourra avoir lieu qu'après l'ouverture du circuit précédent. L'obligation de limiter la durée des interruptions des circuits à 1/32 de seconde, conduit à donner au cylindre de l'appareil une vitesse de 32 tours par seconde, soit 1.920 tours ou, pour plus de certitude, 2.000 tours par minute.

Le D^r D. Tommasi fait observer que l'on pourra sans doute réduire cette vitesse dans une certaine mesure si, comme il faut peut-être le prévoir, la persistance des vibrations de la membrane ou plaque téléphonique apporte quelque compensation à la brièveté de la persistance auditive.

Il va de soi que l'égalité parfaite de fonctionnement des deux appareils placés aux extrémités de la ligne ne peut être obtenue que par le synchronisme absolu de leur mouvement de rotation.

Pour réaliser ce synchronisme, M. D. Tommasi propose d'employer un petit moteur électrique monté sur l'arbre même du cylindre.

Le mouvement de ce cylindre serait communiqué à celui du deuxième appareil par l'un ou l'autre des dispositifs connus, ce qui nécessite l'emploi d'une deuxième ligne double, mais en fils télégraphiques ordinaires.

La dépense occasionnée par l'emploi de cette ligne auxiliaire en fer, conjointement avec la ligne téléphonique en bronze, serait, d'après l'inventeur, négligeable si on la compare au bénéfice que l'on retirerait de l'utilisation multiple de la ligne principale.

Après cet exposé, il n'a pas été trouvé de trace de mise en service d'un tel système.

Ce qu'il était bon de montrer, c'est que l'idée du multiple automatique est posée. (rappelons que cet exposé est écrit en 1993 et le système Tommasi est publié en 1896).

II - LA TELEPHONIE MULTIPLE

Alors que la téléphonie automatique est à l'étude, les **nouveaux défis étaient de pouvoir converser à plusieurs simultanément sur une seule ligne de téléphone et de communiquer à grande distance.**

Ce sera en 1906 en Roumanie, Cluj, Augustin Maior qui releva le premier ces défis.

La téléphonie multiple peut être obtenue à l'aide de courants alternatifs haute fréquence, de sorte que chaque courant alternatif puisse être porteur d'un courant microphonique.

L'histoire du grand inventeur de **Cluj, Augustin Maior**, peut sembler incroyablement incroyable .



([une biographie est disponible ici](#))

Augustin Sabiniu Maior est né le 21 août 1882 à Reghin. Son père, Gheorghe Maior, était professeur à l'école primaire de Reghin. Sa mère, Tereza, née Cornea, a élevé et éduqué les cinq enfants des Maior : Olivia, Augustin, Iuliu, Gheorghe et Ana.

Grâce à son érudition, il a réussi à former chez les enfants le désir de comprendre les choses au-delà de la première impression. L'allemand est la langue dans laquelle il apprend les premiers poèmes, à l'école maternelle allemande de Reghin. L'allemand est la langue dans laquelle il a appris à écrire à l'école primaire de Reghin. En 1892, il fut inscrit en première année du lycée évangélique allemand de Reghin. Il y étudia jusqu'en 1896. Ensuite, il poursuivit ses études jusqu'en sixième année au lycée apiculteur de Târgu Mures, puis à celui de Budapest. Il y rencontre le professeur Schmidt Agoston, pédagogue doué, qui lui ouvre la voie des sciences.

Durant toutes ces années, il a démontré une passion remarquable pour la recherche, pour la recherche documentaire, pour expliquer la réalité en utilisant la science, et pas seulement son intuition. En 1900, il obtient son diplôme d'études secondaires et réussit l'examen du baccalauréat. À l'automne, il devient étudiant à l'Institut Polytechnique de Budapest, faculté de Mécanique. En 1905, il devient ingénieur, mais avant d'exercer cette profession, il passe plusieurs mois dans les universités de Vienne, Munich et Göttingen pour la recherche. Il a suivi plusieurs cours post-académiques et y a rencontré de nombreuses personnalités scientifiques de l'époque, parmi lesquelles on peut citer Hermann Minkowski, celui qui a ajouté la dimension du temps aux trois autres dimensions de l'espace, résultant en la variété tétradimensionnelle de l'espace-temps. Cette propriété fut ensuite utilisée par August Maior dans ses études .

Les débuts de la recherche dans le domaine des systèmes téléphoniques multiples :

Il trouva un emploi d'ingénieur au département technique de la Poste de Budapest, il participa au concours organisé en novembre 1905 et convainquit le jury d'examen qu'il possédait de grandes connaissances théoriques. Il commença donc son activité à la Station Expérimentale de la Compagnie des Postes. Il est nommé ingénieur de jour au laboratoire électrique de la Poste hongroise à Budapest.

Le nom « Station expérimentale » ou « Station de recherche » a été utilisé pendant longtemps en Europe, y compris en Roumanie pour désigner un institut de recherche. Les problèmes étudiés étaient liés à l'industrie téléphonique, à l'augmentation de la qualité des conversations téléphoniques, pour supporter un nombre croissant de conversations par unité de temps.

Cela ne s'est produit que trente ans après en 1876, lorsque Graham Bell a transmis les premiers mots par téléphone.

Cela ne s'est produit que treize ans après en 1892, lorsque le premier standard téléphonique automatique a commencé à fonctionner dans l'Indiana, aux États-Unis. Il a mené de nombreuses expériences et a étayé théoriquement des solutions pour la **transmission simultanée de plusieurs conversations sur le même circuit électrique**.

1906 Augustin Maior participe aux expériences menées au laboratoire postal afin d'améliorer le fonctionnement du télégraphe et du téléphone.

Propose pour la première fois l'utilisation du courant alternatif en téléphonie. Il commence ses expériences sur ce sujet en utilisant un générateur de courant alternatif haute fréquence.

Il démontre théoriquement le rôle de la résonance électromagnétique dans les transmissions téléphoniques longue distance. Il réalise des expériences sur des lignes artificielles, parvenant à transmettre cinq appels téléphoniques sur le même circuit, prouvant que la téléphonie à courant alternatif, basée sur la résonance, se prête à la téléphonie multiple. Seulement un an après son embauche comme ingénieur, fin **1906**, il réussit à **transmettre cinq conversations simultanées** entre deux standards téléphoniques situés à **15 kilomètres** l'un de l'autre et qui étaient reliés par une seule ligne téléphonique composée de deux conducteurs électriques. La théorie a été publiée en 1907 dans le journal « Elektrotechnische Zeitschrift ».

1907 Sous le titre "Über Mehrfach-Fernsprechen" (Sur la téléphonie multiple), il publie les résultats de ses recherches expérimentales et théoriques dans la revue allemande "Elektrotechnische Zeitschrift". Il prouve mathématiquement que la téléphonie multiple peut être obtenue à l'aide de courants alternatifs haute fréquence, de sorte que chaque courant alternatif puisse être porteur d'un courant microphonique. Plusieurs courants peuvent être transmis sur la même ligne.

Le magazine américain "Electrical World" publia un résumé de cet article en 1907 sous le titre "**Multiple Telephony**".

Maior poursuit ses expériences sur des lignes de fer artificielles, longues de 15 à 20 km.

Du 22 au 30 septembre 1908, il participe à la Première Conférence Internationale des Ingénieurs de la Compagnie Téléphonique et Téléphonique, à Budapest.

Des délégués de 15 pays arrivent à Budapest pour échanger leurs points de vue sur les dernières expériences et succès obtenus dans l'exploitation du télégraphe et du téléphone. Augustin Maior présente l'article « **La Téléphonie Harmonique** » dans lequel il décrit ses résultats expérimentaux et théoriques. Il fait une communication dans laquelle il attire l'attention des spécialistes sur un nouveau système téléphonique prédit et expérimenté par lui, "**Telefonia armonica**" (comme il l'appelait alors), ou téléphonie à courant alternatif. La communication est accompagnée d'une brève démonstration théorique pour souligner les grands avantages qu'offre le courant alternatif à haute fréquence dans les transmissions téléphoniques, en mentionnant, en même temps, la possibilité d'utiliser le courant alternatif à haute fréquence dans la **téléphonie multiple longue distance**.

L'INTERVENTION D'AUGUSTIN MAIOR À LA PREMIÈRE CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES TECHNICIENS DES ADMINISTRATIONS DES TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONES

Budapest, le 22 septembre 1908

- extrait des Procès verbaux (pp. 31-32) -

«A la suite des intéressants travaux — concernant la téléphonie à longue distance — présentés à la Conférence, je prends la liberté d'appeler votre attention sur un nouveau système de la téléphonie à longue distance : sur la téléphonie harmonique, c'est-à-dire sur la téléphonie avec des courants alternatifs.

Je veux vous démontrer, qu'en parlant sur le courant alternatif — étant en résonance — les petits courants téléphoniques superposés au courant alternatif sont aussi en résonance, et ainsi pour ces courants téléphoniques les effets fâcheux de la self-induction et de la capacité sont détruits, ce qui rend possible la téléphonie à de distances très grandes.

En général, on a pour le courant alternatif

$$J = \frac{E \sin(at - \varphi)}{\sqrt{r^2 + \left(al - \frac{1}{ac}\right)^2}} \quad \text{où } \varphi = \arctg \frac{al - \frac{1}{ac}}{r},$$

l = self induction, c = capacité, $a = 2\pi n$ où n = fréquence.

En insérant dans ce circuit un microphone, et en parlant sur ce microphone, on varie l'intensité du courant, et l'on a :

$$dJ = - \frac{E}{r^2 + \left(al - \frac{1}{ac}\right)^2} \left\{ \sqrt{r^2 + \left(al - \frac{1}{ac}\right)^2} \cos(at - \varphi) \frac{d\varphi}{dr} + r \left[r^2 + \left(al - \frac{1}{ac}\right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \sin(at - \varphi) \right\} dr.$$

Dans le cas de la résonance quand $al = \frac{1}{ac}$ et quand $\varphi = 0$ on a pour le courant alternatif sur lequel on parle

$$J = \frac{E \sin at}{r^2},$$

et pour les courants téléphoniques superposés au courant alternatif on a aussi

$$di = - \frac{e \sin at}{r^2} dr,$$

ce qui démontre que ces courants téléphoniques sont aussi en résonance.

On doit se servir des courants alternatifs d'une telle fréquence que ces courants alternatifs n'affectent pas la membrane téléphonique ; ainsi on entendra seulement les courants téléphoniques superposés au courant alternatif.

J'ai fait des expériences à ce sujet sur des lignes artificielles, et aussi sur une ligne en fer de 15—20 kilomètres de longueur et j'ai obtenu des résultats très satisfaisants. Des expériences sur des lignes plus longues sont en marche.

Il est à remarquer, Messieurs, que la téléphonie à courant alternatif se prête aussi à la téléphonie multiple. J'ai fait sur cette question des expériences avec de très bons résultats sur lesquels j'ai publié un mémoire dans l'Elektrotechnische Zeitschrift 1907 ».

Téléphonie multiple

A. MAIOR

Elektrotechnische Zeitschrift, 23 septembre 1909

Recenzie apărută în „La lumière électrique”, t. VIII* (2^e série), nr. 44 (pp. 149—150), semnată P.T.

L'auteur étudie l'emploi du courant alternatif en résonance avec le système des conducteurs pour obtenir une transmission multiple à l'aide d'une seule ligne. La figure 1 montre le schéma de cette transmission dans le cas de deux postes, émetteur et récepteur, E étant l'alternateur à haute fréquence, M_1 et M'_1 les microphones, T_1 , T'_1 les téléphones d'un des postes, z_1 et z'_1 des soupapes électrolytiques disposées de façon que chacune d'elles laisse passer une moitié de l'onde alternative.

La disposition est identique au poste récepteur. Les courants téléphoniques de la branche a superposés au courant à haute fréquence sont entendus dans la branche A et inversement. Comme sou-



Fig. 1.

pape on peut employer également une soupape quelconque ; cependant les soupapes électrolytiques présentent l'avantage du bon marché et d'un maniement facile.

Si l'on utilise deux courants alternatifs de fréquences différentes, une même ligne pourra transmettre quatre conversations, en appliquant le principe de la résonance électrique, la différence des périodes étant à déduire de l'expérience, en tenant compte de la capacité des soupapes.

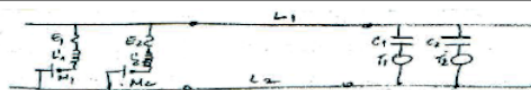


Schéma basculé pour transmission multiple
publié en 1901 de A. MAIOR

E_1, E_2 generateurs de courant alternativé cu se
mesajă mutabilă învinsivă din câștig
telefonice

M_1, M_2 microfoane telefonice

L_1, L_2 inducibilități din circuit

C_1, C_2 condensatoare de aer

z_1, z_2 conductoare din circuit telefonice

Care sunt montajele locale ale sistemului de A.

MAIOR în revistă lumina?

1^o Pentru prima dată utilizarea în tele-

fonie multiple, curentul alternativ de 0-

prevenită mai multă distorsiune

J'ai montré (1), (2) qu'une charge matérielle en mouvement dans un champ gravifique, produit un courant de convection, accompagné naturellement d'un champ magnétique.

A la base de ma démonstration se trouvent les considérations suivantes :

MM. Sambursky et Schiffer (3) ont conçu, pour expliquer le déplacement vers le rouge des lignes spectrales des nébuleuses, un univers dans lequel la charge de l'électron, la constante de Planck et celle de la gravitation décroissent très lentement, tout en laissant invariable la constante de Sommerfeld $\alpha = (2\pi e^2)/(hc)$ pour assurer la stabilité quantique de l'édifice atomique.

Récemment M. Pascual Jordan a postulé aussi la décroissance de la constante de gravitation (*).

Ceci étant, en intégrant l'équation de Dirac, on trouve en particulier

$$(1) \quad -\frac{1}{h} \frac{dt}{dh} = c\sqrt{\lambda},$$

où λ est la constante cosmologique.

C'est ainsi que M. H. Ertel (4) a vérifié sa relation entre les constantes lentement variables

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 231, p. 607-608, séance du 25 septembre 1950.)

Novembre 1908 Paraît le deuxième ouvrage d'Augustin Maïor sur le thème de la téléphonie à courant alternatif multiple. Il s'intitule "Über Wechselstrom Telephonie" ("Téléphonie à Courant Alternatif").

Un résumé de l'ouvrage paraît à nouveau dans le magazine américain "Electrical World" sous le titre "Alternating Currents for Telephony".

Décembre 1908 Il est promu au poste d'ingénieur stagiaire.

Février 1909 Dans la revue "Elektrotechnische Zeitschrift" paraît le travail de E. Weinberg de Washington, qui confirme la validité des expériences de Maïor et propose l'utilisation de sa méthode pour la réalisation de téléphonie multiple transatlantique.

Février 1910 En utilisant les travaux du mathématicien Poincaré et une nouvelle méthode de résolution d'équations aux dérivées partielles, Maïor démontre théoriquement la possibilité de transmettre, presque sans distorsion, le signal téléphonique.

11 Mars 1910 Sous le même titre, « Perspectives de téléphonie rapide et de télégraphie par câbles sous-marins », Augustin Maïor communique les conclusions de ses démonstrations théoriques.

L'année 1910 est l'année de la reconnaissance internationale de la contribution apportée par le Roumain Augustin Maïor au développement de nouveaux systèmes téléphoniques.

Du 5 au 10 Septembre 1910 Le premier congrès international de téléphonie à courant faible a lieu à Paris.

Délégué au Congrès, Maïor soutient une communication théorique dans laquelle il démontre la possibilité d'appliquer la méthode de téléphonie multiple aux transmissions téléphoniques et télégraphiques à travers des câbles sous-marins. Les premières propositions de collaboration avec des sociétés d'installation et de réseaux téléphoniques étrangères lui sont faites, ce que Maïor refuse.

Du 14 Septembre au 15 Octobre 1910 Avec d'autres délégués au Congrès, il part pour l'exposition à Bruxelles et de là en voyage à Nuremberg, Munich, Vienne, Graz.

Au cours des années 1910-1911, l'Américain **George Owen Squier** fit également plusieurs expériences sur la téléphonie multiple, *mais il breveta également la solution technique, qu'Augustin Maïor omet à l'époque.*

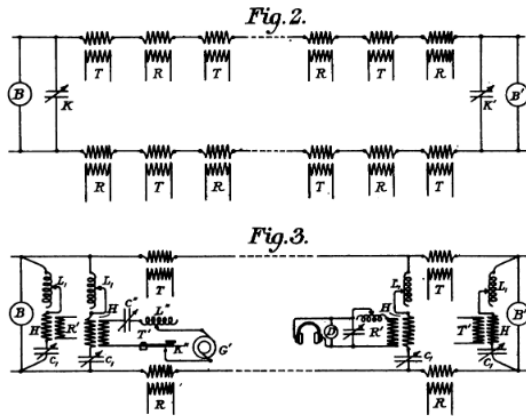
3 Janvier 1911 G.O. Squier, des États-Unis, **fait breveter** un système téléphonique à l'aide duquel il parvient à réaliser la transmission simultanée, sur le même circuit, de deux conversations téléphoniques. Brevet 930,857.

L'État de New York lui accorde la somme de 50 mille dollars.

980,357.

Patented Jan. 3, 1911.

Fig. 1.



Witnesses

Roy L. Bowen
P. J. Wood.

Inventor

George O. Squier.

980,358.

Patented Jan. 3, 1911.

Fig. 1.

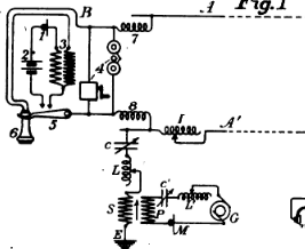


Fig. 2.

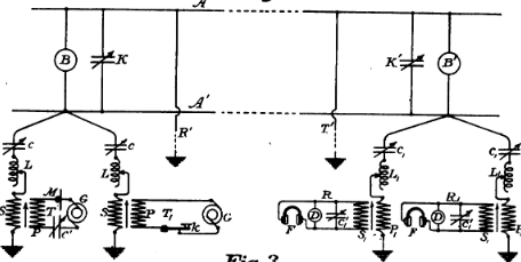
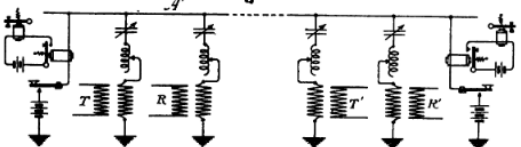


Fig. 3.



Witnesses

Roy L. Bowen
P. J. Wood.

Inventor

George O. Squier.

Pour les amateurs de technique, Consulter le Document

[TÉLÉPHONIE MULTIPLEX ET TÉLÉGRAPHIE AU MOYEN DE L'ÉLECTRIQUE ONDES GUIDÉES PAR DES FILS](#) de GEORGE O. SQUIER.

Département de la Guerre, Bureau du chef de cabinet, Washington, le 29 mars 1911

Le rapport suivant sur "la téléphonie multiplex et la télégraphie au moyen d'ondes électriques guidées par des fils", préparé dans le bureau du chef des transmissions de l'armée par Le major George O. Squier, Signal Corps, et publié comme un journal professionnel du Signal Corps pour l'information de l'Armée régulière et milice organisée.

Par instruction du secrétaire à la Guerre :

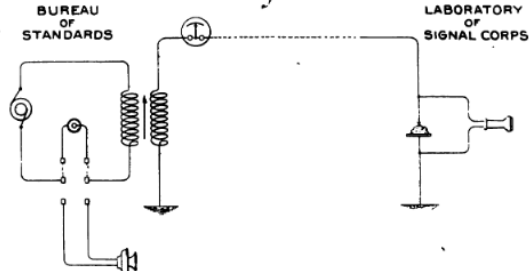
Léonard Bois, Général de division, chef d'état-major

Extrait

starts of which have been given above.

The machine was run at a frequency of 100,000 cycles per second with the circuit arrangements as shown in figure 1, where one wire of the telephone cable was connected to one

Fig. 1.



terminal of the secondary of an air-core transformer, the other terminal being connected to earth. At the receiving end of the line, which was the Signal Corps construction laboratory, at 1710 Pennsylvania Avenue, Washington, D. C., this wire was connected directly to earth through a "varikon"

17 Mars 1911 Le magazine anglais « The Electrician » à travers l'article de B.S. Cohen attribue l'invention de la téléphonie multiple à l'américain Squier. Le 24 Mars Augustin Maior écrit une courte note au rédacteur en chef du magazine pour attirer l'attention sur l'erreur commise.

21 Avril 1911 Le magazine "L'Électricien" publie la lettre de Maior lui donnant la priorité dans le domaine.

1er mars 1912 Maio est promu au poste d'ingénieur. Il est nommé au conseil d'administration des PTT à Budapest. Il devient une personnalité scientifique reconnue dans les milieux compétents du pays et de l'étranger.

La compagnie téléphonique argentine propose à Maio un poste de conseiller technique, lui offrant la possibilité de breveter toutes ses inventions et leur mise en œuvre immédiate. Caractère d'intégrité, poursuivant l'acquisition de certains avantages matériels dès la fin ses recherches, Maio refuse de se mêler des affaires de la grande industrie, où son nom aurait été rémunéré par des sommes extraordinaires dans les années de prospérité.

1913 Il s'intéresse à de nouveaux aspects de la propagation des ondes électriques le long des fils et entrevoit la possibilité d'utiliser des conducteurs électriques comme guides d'ondes électromagnétiques.

1915 Les services postaux, télégraphiques et téléphoniques en Hongrie sont surchargés. Augustin Maior est mobilisé à la Poste où il travaille jour et nuit.

4 Mars 1916 Le mariage d'Augustin Maior avec Alexandrina Precup a lieu. Née le 24 avril 1888 dans la commune de Solovastru (Reghin), Alexandrina Precup a grandi dans la maison de son oncle, Gheorghe Taranu, employé de poste à Budapest, l'un des plus membres actifs de la Société Littéraire "Petru Maior". Dotée de qualités morales et intellectuelles sélectionnées, Alexandrina Maior contribuera à la création d'un climat favorable au développement de l'activité scientifique de son époux.

27 Août 1916 La guerre mondiale bat son plein. La Roumanie entre en guerre aux côtés des troupes alliées. Le major est temporairement libéré de la Poste.

Février 1917 Il est mobilisé à la Cannon Factory de Győr, au grade de sous-lieutenant, où il est chargé de calculer les données balistiques des nouveaux types de canons qui devaient être construits.

Dans les conditions difficiles dans lesquelles s'exerce désormais l'activité scientifique internationale, où les collaborations entre scientifiques de différents pays sont entravées par des facteurs politiques et où l'échange d'informations s'effectue à travers quelques revues scientifiques, Augustin Maior écrit son ouvrage le plus complet, une synthèse de tous les problèmes apparus dans ses publications précédentes. Intitulé "Über das Einschalten langer Leitungen mit Wechselstrom" (Sur le raccordement de longs tuyaux au courant alternatif), le journal paraît dans le magazine allemand "Elektrotechnische Zeitschrift". La solution la plus générale au problème très discuté des phénomènes de transition qui apparaissent le long des circuits électriques est donnée ici.

6 Octobre 1917 Naissance de Maria, le premier enfant du couple Maior.

1er Décembre 1918 La Grande Assemblée populaire d'Alba Iulia proclame *l'union de la Transylvanie et de la Roumanie*.

C'est la fin de la première guerre mondiale.

Maior se voit offrir une chaire universitaire à l'Institut polytechnique de Budapest. Il refuse car son intention est de rentrer au pays.

17 Janvier 1919 Dans le "Journal Officiel" de Sibiu paraît l'appel adressé aux intellectuels roumains à retourner à la Patrie et à mettre toute leur puissance créatrice au service du peuple roumain.

30 Janvier 1919 Maior arrive à Sibiu, se mettant à la disposition des autorités roumaines.

Février-Mars 1919 la réorganisation des services PTT en Transylvanie commence. Maior assure, en tant que Directeur Central, l'organisation des services PTT de jour et de nuit ; a l'initiative de réimprimer les timbres pour leur entrée dans l'usage courant ; en maintenant l'ancien personnel, introduit le roumain comme langue officielle dans le service administratif de la Poste.

1er Avril 1919 Afin de compenser le manque de personnel qualifié dans la Poste, à l'initiative de Maior, la première école télégraphique et téléphonique de Transylvanie a été créée à Sibiu, avec le roumain comme langue d'enseignement. Maior est le directeur de cette école et l'un des trois enseignants qui composent le corps enseignant de l'école. Il enseigne ici le cours "Appareils de transmission télégraphique et téléphonique". Après trois mois de fonctionnement, l'école a produit les 44 premiers spécialistes, commis et techniciens du télégraphe et du téléphone affectés immédiatement dans les services PTT dans toute la Transylvanie. Cette école était le noyau des futures écoles techniques et professionnelles de télégraphie et de téléphonie qui fonctionneront plus tard en Transylvanie.

14 Avril 1919 La décision de nommer Augustin Maior comme directeur central des Postes, Télégraphes et Téléphones dans toute la Transylvanie et le Banat apparaît.

Mai-Juin 1919 Maior dirige la restauration de l'ensemble du réseau télégraphique et téléphonique urbain et interurbain sur le territoire de la Transylvanie. Ses suggestions et idées originales ont permis de rétablir les communications téléphoniques et télégraphiques en peu de temps, avec de faibles investissements matériels, avec les installations et équipements existants dans le pays.

L'activité menée pendant cette période difficile de réorganisation du service administratif et technique de la Poste roumaine, totalement désorganisé et en grande partie détruit par la guerre, interrompt l'activité scientifique d'Augustin Maior. C'est pourquoi, lorsqu'on lui propose, il accepte d'adresser une demande au département des cultes qui fonctionnait à Sibiu sous l'égide du Conseil de Direction, pour être nommé professeur agrégé de physique technologique à la Faculté des Sciences de l'Université de Cluj ., qui devait ouvrir ses cours à l'automne de la même année

Juillet 1919 La commission composée des académiciens Petru Poni, Ludvic Mrazec et Gheorghe Titeica étudie les travaux scientifiques publiés par Maior et décide de sa nomination comme professeur titulaire à l'Institut de Physique Théorique et Technologique de la Faculté des Sciences de Cluj. En Août-Septembre, parallèlement à son activité de Directeur Central des PTT, Maior est en charge de l'aménagement des locaux du futur Institut. En Octobre Augustin Maior est nommé directeur de l'Institut de physique théorique et technologique au sein de la Faculté des sciences.

27 Octobre 1919 Naissance de Gheorghe-Augustin, le deuxième enfant d'Augustin Maior.

D'Octobre à Décembre 1919, le premier semestre, désormais, se déroule dans des conditions difficiles. Incapable de créer un laboratoire technologique, Maior change le nom de son institut. A partir du 1er janvier, l'institut qu'il dirige s'appellera l'Institut de physique théorique et appliquée.

Janvier 1920 En tant que professeur titulaire, il entame les démarches officielles pour obtenir les fonds nécessaires pour équiper le laboratoire et la bibliothèque et embaucher du personnel qualifié : assistants, formateurs. Le noyau de la première école roumaine de physique théorique est en train de se constituer. Elle fonctionnera à Cluj pendant plus de trois décennies sous la direction du professeur Augustin Maior et plus tard de ses disciples. En Février, libéré du poste de directeur central des PTT, Maior est réélu membre du conseil d'administration de la direction des PTT Cluj, poste qu'il occupera jusqu'à sa retraite.

Malheureusement, Maior n'a pas délivré de brevet pour sa solution technique ; la priorité d'Augustin Maior dans ce domaine n'est donc assurée que par le droit d'auteur. Même Nicolae Vasilescu-Karpen écrivit une lettre à l'Académie des Sciences de Paris en 1909 dans laquelle il décrivait ses propositions concernant la téléphonie multiple à partir de son expérience dans la téléphonie sans fil. Au cours des années 1910-1911, l'Américain George Owen Squier a mené plusieurs expériences concernant la téléphonie multiple, mais il a également délivré un brevet pour la solution technique.

Les fondements théoriques de la téléphonie multiple sont publiés en 1907 dans la revue Elektrotechnische Zeitschrift puis en 1914 dans The Use of High-Frequency Alternating Currents in Telegraphy, Telephony and for Power Transmission in The Electrician.

Au cours des années 1910-1911, l'Américain George Owen Squier fit également plusieurs expériences sur la téléphonie multiple, *mais il breveta également la solution technique, qu'Augustin Maior omet à l'époque*.

Augustin Maior remarque le danger de ne pas être reconnu comme prioritaire dans le domaine et écrit une lettre au magazine The Electrician publiée dans le numéro du 21 avril 1911. Augustin Maior déclare : pour que chaque flux porte un appel, j'ai mentionné que Je pouvais envoyer cinq messages à la fois. J'ai présenté mes expériences à la première conférence postale et télégraphique européenne et j'ai dit à la conférence que j'avais réussi à envoyer des messages le long d'une ligne de 15 km. Cependant, en 1921 EH Colpitts publie un article de synthèse dans le magazine AIEE Transactions dans lequel il affirme que GO Squier, par des expériences entre 1910 et 1911, a réussi à développer la téléphonie multiple. Il est vrai qu'il cite six des ouvrages de Maior dans la bibliographie, mais ne mentionne pas sa priorité."

Encore une fois c'est une injustice envers un Roumain, envers un petit pays que beaucoup ne voulaient pas promouvoir.

Les contributions au développement de ces domaines scientifiques seront reconnues en 1950, lorsque le prix Nobel M. Louis de Broglie présente à l'Académie de Paris l'ouvrage d'Augustin Maior intitulé "Champs gravitationnels et magnétisme". Mais cela n'a pas changé sa priorité méconnue .

Une reconnaissance tardive de sa contribution au développement de l'enseignement moderne et de la recherche en physique intervient en 1995 lorsque le Conseil de la Faculté de la Faculté de Physique de l'Université de Cluj a décidé de nommer l'un de ses amphithéâtres "Augustin Maior Amphitheater".

- Dès 1918, aux USA, est utilisé le procédé de Multiplexage Analogique par onde porteuse.

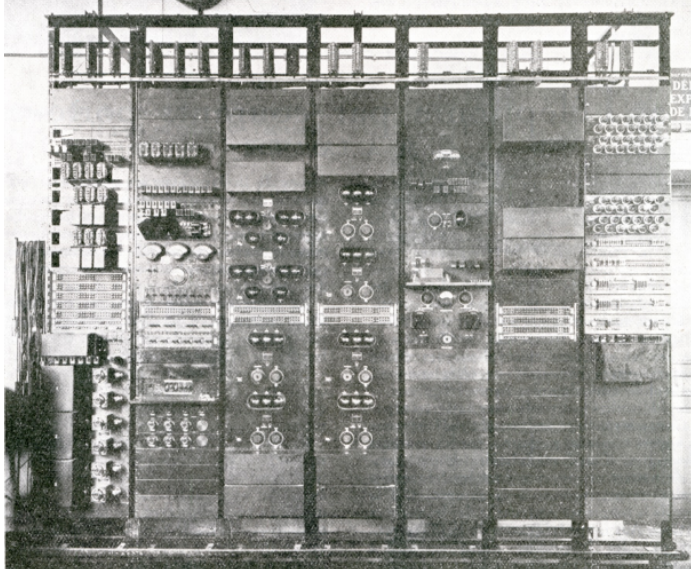
Désormais sur une liaison de transmission il est possible de transmettre deux conversations téléphoniques simultanément, sans qu'elles se mélangent, grâce à la Répartition en Fréquences.

- En 1931, l'ingénieur français Pierre Marzin, conçoit un procédé de Multiplexage Analogique par onde porteuse que l'on dénommera Système Marzin pouvant transmettre 2 voies téléphoniques simultanément. Puis, les progrès furent continus, on parvint à faire passer ultérieurement 3 puis 6 conversations téléphoniques simultanées sur la même liaison métallique de deux fils à partir de 1942 (Système CNET) et plus encore par la suite...

- Il fut inventé également le principe du *circuit fantôme* qui consista, avec deux liaisons, à créer une troisième voie, la voie fantôme : c'est à dire qu'avec deux liaisons métalliques de transmissions, nous pouvions désormais transmettre 1 voie téléphonique supplémentaire portée entre les deux liaisons métalliques, ce qui permettait d'augmenter sensiblement le nombre de voies de transmissions avec le même nombre de liaisons métalliques installées...

Dans le monde, le premier système à courants porteurs à 3 voies téléphoniques modulées est mis en service entre Londres et Madrid (avec stations intermédiaires à Versailles, Saumur, Saintes, Bordeaux, Saint-Sébastien et Saragosse) le 8 juin 1928.

En France, les 2 premiers systèmes à courants porteurs à 3 voies sont mis en service (fournis par la société LMT) pour les communications interurbaines : le 5 août 1929 entre Dijon et Annemasse et le 5 octobre 1929 entre Marseille et Nice.



Vue d'ensemble d'un imposant équipement terminal d'un système à courants porteurs à 3 voies, à Paris.

En haut, à droite sur la baie la plus à droite, nous distinguons 8 rangées de tubes électroniques à effet thermoionique, utilisés pour l'amplification, la modulation et la démodulation des signaux téléphoniques transmis.

Ces systèmes 3 voies simultanées seront modernisés après la seconde guerre mondiale et permettront le passage de 6, puis 12 voies téléphoniques simultanées au lieu de 3.

Les différents assemblages de base à courants porteurs :

Avec l'apparition des matériels de Multiplexage analogique par Répartition de Fréquences (MRF), les premières liaisons à grande distance multiplexées ont d'abord compté 2 puis 3 voies... (Par convention, chaque voie téléphonique est une bande de fréquence réservée d'une largeur spectrale de 4 kHz.)

Puis, avec l'évolution des matériels, les types de liaisons ont été normalisés :

-Le Groupe Primaire (GP) a été normalisé en regroupant 12 voies téléphoniques, modulées par 12 ondes porteuses différentes par 12 circuits, sur une bande de fréquences large de 48 kHz. (de 60 kHz à 108 kHz).

-Le Groupe Secondaire (GS) a été normalisé en regroupant 60 voies téléphoniques, en regroupant 5 Groupes Primaires (GP), modulés par 5 ondes porteuses différentes, par 5 circuits, sur une bande de fréquences large de 240 kHz. (de 312 kHz à 552 kHz).

-Le Groupe Tertiaire (GT) a été normalisé en regroupant 300 voies téléphoniques, en regroupant 5 Groupes Secondaires (GS), modulés par 5 ondes porteuses différentes, par 5 circuits, sur une bande de fréquences large de 1,232 MHz. (de 812 kHz à 2,044 MHz).

-Le Groupe Quaternaire (GQ) a été normalisé en regroupant 900 voies téléphoniques, en regroupant 3 Groupes Tertiaires (GT), modulés par 3 ondes porteuses différentes, par 3 circuits, sur une bande de fréquences large de 3,872 MHz. (de 8,516 MHz à 12,388 MHz).

-Au 1er janvier 1970, la France compte en service 4705 Groupes Primaires (GP) de 12 voies téléphoniques à courants porteurs.

-Le 10.000ème Groupe Primaire (GP) de 12 voies téléphoniques à courants porteurs est mis en service le 10 février 1973.

-Le 20.000ème Groupe Primaire (GP) de 12 voies téléphoniques à courants porteurs est mis en service en France, entre Paris et Bordeaux, via un [faisceau hertzien](#) de 1.800 voies, le 2 juin 1975.

Après les tous débuts des premiers câbles mis en service en France dans les années 1926-33 avec leurs premiers équipements de multiplexage analogique à courants porteurs évoqués plus-haut, qui marquent les débuts de l'exploitation interurbaine et internationale moderne, les principaux matériels d'amplification ultérieurs, modulation-démodulation, amplification et transmission ont été les suivants, notamment déployés à Paris-Interurbain-Archives.