

ÉCOLE MILITAIRE D'ARTILLERIE

COURS
D'ÉLECTRICITÉ



TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES

TITRE II

ÉLÉMENTS DE TÉLÉPHONIE
AVEC FIL

par le Capitaine SABATIER



2^e EDITION

1930

Brocante
Prennillot
5/96

7074
150



TITRE II

COLLECTION
PATRICK
BINON

ÉLÉMENTS DE TÉLÉPHONIE AVEC FIL



1.- Dans sa plus grande généralité, on appelle "Téléphonie", le fait de produire des sons "matériels", musicaux ou non, à partir de courants électriques appropriés.

Dans la presque totalité des applications, on ne considère, comme sons à produire, que ceux correspondant à la voix humaine et à la musique ordinaire.

Le phénomène de la téléphonie comporte deux opérations bien distinctes et indépendantes l'une de l'autre :

1°)- obtenir, par un moyen quelconque, les courants électriques appropriés dans des circuits judicieusement construits;

2°)- utiliser ces courants électriques pour la production des sons.

Ces deux opérations sont étudiées simultanément.

PREMIÈRE PARTIE.



PRINCIPE GÉNÉRAL

ET

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

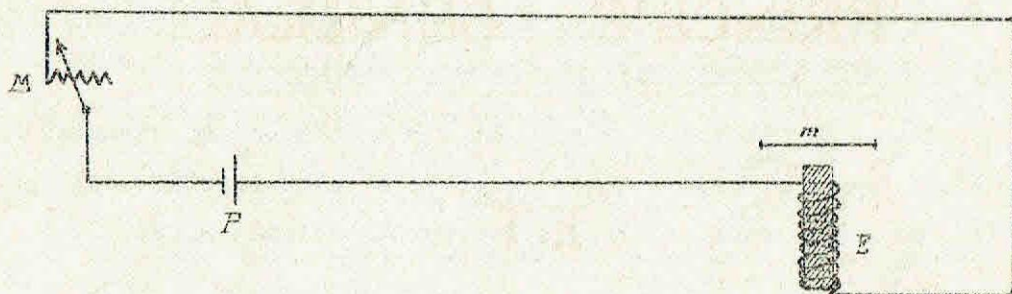


Chapitre I

PRINCIPE GÉNÉRAL

2.- Considérons les organes suivants :

- a) Une pile P débite dans un circuit un courant constant;
- b) Un rhéostat M "module" ce courant constant en faisant varier la résistance R du circuit;
- c) Un électro-aimant E attire une membrane légère m avec une force d'attraction variable suivant la modulation déterminée par le rhéostat M.



Exemple : à l'aide du rhéostat, on diminue la résistance du circuit à raison de deux fois par seconde. L'intensité du courant dans le circuit prend synchroniquement des valeurs maxima à raison de deux fois par seconde. La force portante de l'électro E prend de même des valeurs maxima à raison de deux fois par seconde.

Le résultat intéressant va être le suivant : la membrane m sera sollicitée vers le noyau de l'électro à raison de deux fois par seconde.

Elle sera soumise à une vibration de fréquence 2.

Par définition, elle rendra le son de hauteur 2.

3.- La fréquence 2 n'est pas intéressante en téléphonie pour deux raisons :

a) Elle ne rentre pas dans le cadre de la voix humaine, ni dans celui de la musique ordinaire;

b) Elle n'est pas audible.

Mais si on peut agir sur le rhéostat 100 fois par seconde au lieu de 2, on soumet la membrane à une vibration de fréquence 100, ce qui lui fait rendre le son de hauteur 100.

Ce son de hauteur 100 représentera pratiquement, pour nous, le premier son ou limite inférieure de la gamme musicale proprement dite : c'est le $\text{sol}_1^{\#}$.

Comme limite supérieure de la gamme musicale proprement dite, nous adopterons le son de hauteur 3000; c'est le $\text{fa}_6^{\#}$ à quelques centes près.

4.- En résumé, le problème se pose alors de la façon suivante :

FAIRE VARIER L'INTENSITE DU COURANT DANS LE CIRCUIT PRECEDENT A RAISON DE PLUSIEURS CENTAINES DE FOIS PAR SECONDE.

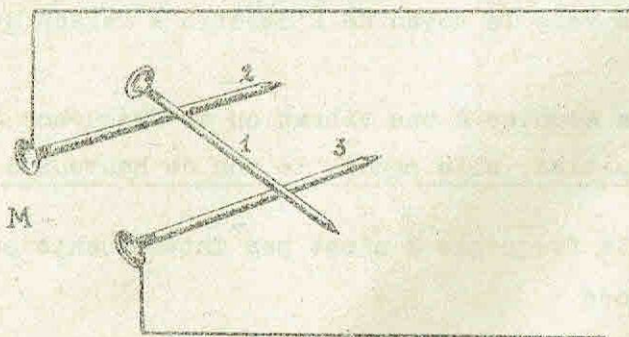
Toute la difficulté réside dans l'agencement du rhéostat M; il doit être suffisamment fidèle, sensible et sans inertie pour pouvoir introduire dans le circuit les perturbations exigées.

5.- MECANISME ORDINAIRE DE LA TELEPHONIE.-

Dans le cas normal du langage et de la musique, ces perturbations seront communiquées par le mécanisme suivant :

Soit à transmettre le son la_3 (435 vibrations) :

On émet ce son à proximité d'un rhéostat M, constitué de la façon simple indiquée par la figure : un clou 1 repose par son propre poids sur deux autres clous 2 et 3, connectés au reste du circuit.



Quand le son est émis, l'air ambiant entre en vibration; comme le clou l est noyé dans l'air ambiant, il participe à la vibration matérielle de l'air et "sautille" sur ses supports. A la condition qu'il soit suffisamment dénué d'inertie, ses vibrations seront synchrones de la vibration émise et la pression de son contact va également varier synchroniquement avec cette vibration.

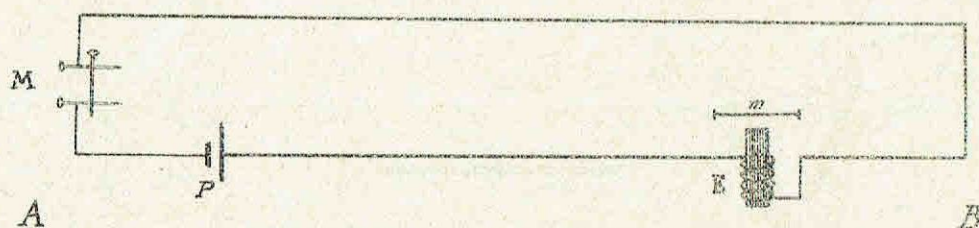
Ces trois clous, convenablement agencés, vont bien constituer un rhéostat sensible, fidèle et sans inertie, capable d'introduire dans le circuit électrique des variations de résistance ohmique Δr , synchrones de la vibration produite.

C'est le "microphone" du Professeur HUGHES.

Le courant du circuit $i = \frac{e}{r}$ suivra fidèlement les mêmes variations et la membrane m de l'électro-aimant reproduira, en définitive, ces 435 vibrations, c'est-à-dire le son de hauteur 435.

6.- Il suffit, alors, pour obtenir l'ensemble d'un phénomène téléphonique, de faire le même raisonnement pour une suite de sons ou de vibrations musicales.

Le circuit de principe est donc le suivant :



Le point A comprenant "pile" P et "microphone" M est l'émetteur.

Le point B comprenant "l'écouteur" E constitue le récepteur.

La distance entre A et B peut être aussi grande que l'on voudra sans que le principe strict du phénomène soit changé.

7.- REMARQUES.

1°)- Un son de hauteur déterminée comprend, dans la seconde, un nombre de vibrations déterminées : l' ut_5 par exemple correspond à 1024 vibrations-seconde; mais le son ne change pas s'il ne dure qu'un $1/10$ seconde, à condition de n'émettre que le $1/10$ du nombre de ses vibrations; l' ut_5 restera l' ut_5 si, pendant $1/10$ seconde, en émet 102,4 vibrations;

2°)- Les vibrations musicales sont du domaine des vibrations matérielles (1^{re} catégorie); ces vibrations pourront donc :

a) être normalement communiquées par la parole à des accessoires matériels (un clou du microphone M);

b) être produites par la vibration de la membrane m de l'électro-aimant récepteur E (Ecouteur).

==+==+==+==+==+==+==

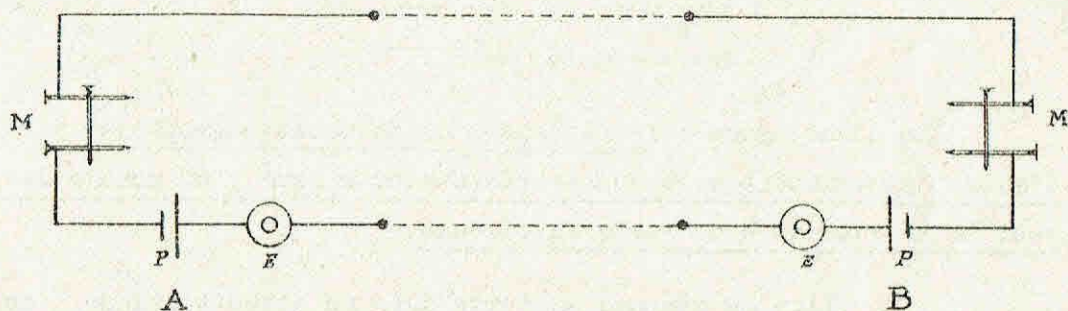
Chapitre II

COMMUNICATION BILATÉRALE DIRECTE

8.- Mise en série de tous les accessoires.

Dans le schéma précédent, le poste A est seulement émetteur; de même le poste B est seulement récepteur.

Il est aisé de le rendre à la fois émetteur et récepteur en ajoutant un écouteur à A et un ensemble pile-microphone à B.



Le courant a alors quelques résistances supplémentaires à vaincre : quand A parle, le courant doit traverser comme résistances parasites l'écouteur E de A, la pile P et le micro M de B.

Quand B parle, le courant doit traverser comme résistances parasites l'écouteur E de B, la pile P et le micro M de A. L'intensité du courant en est un peu affaiblie, mais on peut, en général, négliger cette perte.

Le montage correspondant au schéma ci-dessus est le montage direct : tous les accessoires constitutifs sont "en série" ("embrochés") dans un circuit unique.

9.- CALCUL DU MICROPHONE.-

INCONVENIENT DE LA TRANSMISSION DIRECTE.-

Etudions d'une façon précise le fonctionnement du rhéostat-microphone M. Il agit dans le circuit comme élément perturbateur, synchrone des vibrations ambiantes, par modification de sa résistance.

Ce rhéostat sera d'autant plus efficace qu'il constituera lui-même, avec sa résistance r , la plus grande partie de la résistance totale du circuit.

Au contraire, s'il est accompagné d'autres résistances très grandes, les variations Δr de sa propre résistance n'auront qu'une faible action sur l'intensité du courant; ce dernier sera principalement déterminé par les autres résistances R du circuit.

10.- Le calcul montre que la variation d'intensité (modulation) créée par le microphone est proportionnelle au facteur

$$\frac{r}{r+R} = \frac{1}{1 + \frac{R}{r}} .$$

En conséquence : le rendement du rhéostat microphone sera d'autant plus intéressant que sa résistance r sera plus grande devant la résistance R du reste du circuit.

11.- Le montage en série dans un circuit unique de tous les accessoires, perd donc de sa sensibilité à mesure que tout ce qui n'est pas microphone augmente de résistance.

Nous ne trouverons donc ce schéma d'emploi que dans le cas de communications locales (courtes distances).

12.- REMARQUES.-

1°)- Le rapport $\frac{r}{r+R}$ peut être considéré comme un facteur d'amplification microphonique;

2°)- On pourrait essayer de remédier à l'inconvénient signalé au N° 9 des deux façons suivantes :

a) en augmentant l'intensité i du courant constant dans le circuit, c'est-à-dire en augmentant le nombre des éléments de piles;

b) en donnant au rhéostat-microphone une résistance élevée par rapport à celle du reste du circuit (Transmetteur CARBONELLE).

L'une et l'autre se heurtent à des difficultés techniques et économiques telles qu'elles n'ont pas reçu d'application pratique; on préfère renoncer au montage direct.

==+==+==+==+==+==

Chapitre III

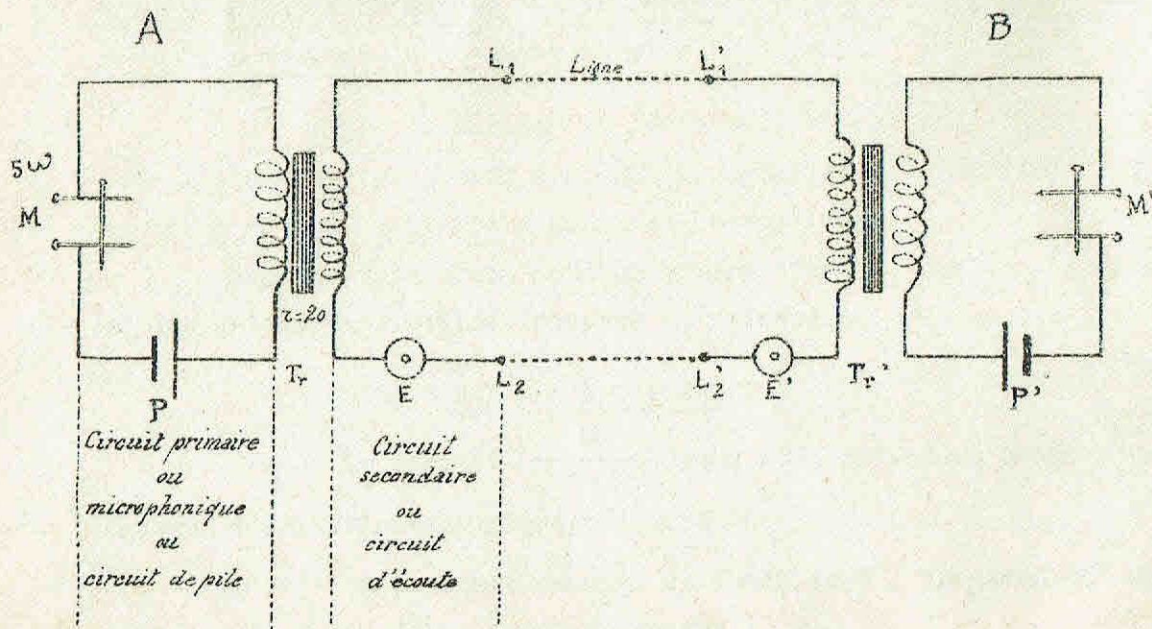
MONTAGE INDIRECT EMPLOI D'UN TRANSFORMATEUR

13.- La solution généralement employée est due au professeur HUGHES. Elle a l'avantage d'introduire deux améliorations sur le montage direct.

On isole le bloc modulateur : pile-microphone, dans un circuit très court constituant le primaire d'un transformateur; dans ce circuit, la résistance du microphone est la résistance essentielle : plusieurs ohms, tandis que la pile et l'enroulement du transformateur ne présentent chacun qu'une résistance de l'ordre de 1 ohm (plutôt inférieure que supérieure).

Le reste du circuit, y compris les écouteurs, est connecté au secondaire du transformateur.

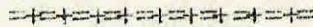
Le schéma type est alors le suivant :



La prépondérance de la résistance du microphone dans le circuit primaire constitue le premier et principal avantage.

Un autre avantage, très accessoire du reste, du transformateur est de pouvoir élever la tension aux bornes de départ vers la ligne $L_1 L_2$, ce qui facilite la transmission à grande distance.

Entre les bornes L_1, L_2 de l'appareil A et les bornes $L'_1 L'_2$ de l'appareil B, on pourra maintenant avoir des distances très grandes (plusieurs centaines de kilomètres). Il suffira, le cas échéant, d'étudier les effets particuliers de la self et de la capacité le long des fils.



Chapitre IV

ÉTUDE DÉTAILLÉE DES ACCESSOIRES

§ 1

P I L E.

14.- Un volt suffit pour alimenter le circuit primaire. Un ou deux éléments de pile suffisent donc amplement.

Un trop grand nombre d'éléments serait nuisible. Il en résulterait un courant trop grand qui créerait dans la gonaille du microphone des ruptures de contact qui ne seraient pas douces et donneraient lieu à des craquements et à de la "friture".

Le courant débité dans le circuit primaire est de l'ordre de 0,1 ampère. Une pile d'une dizaine d'A.H. constituera donc le type normal.

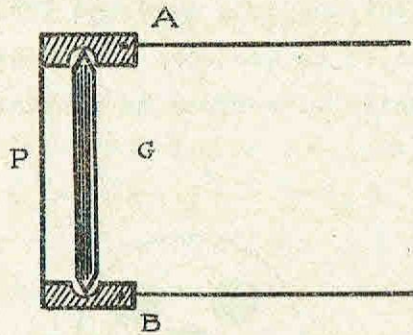
(Voir dans le Manuel de Travaux pratiques les types de piles téléphoniques utilisées dans les Transmissions Militaires).

§ 2

MICROPHONE.

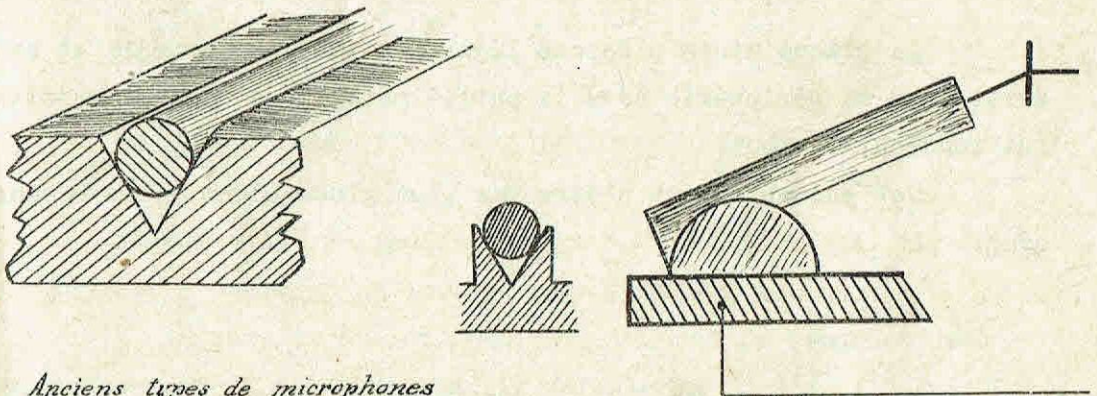
15.- C'est l'organe actif du circuit. C'est de lui que dépendent toute la qualité et tout le rendement du phénomène téléphonique.

Les trois clous de HUGHES ont été rapidement remplacés par un ou plusieurs crayons de charbon C reposant librement dans des alvéoles de charbon A.



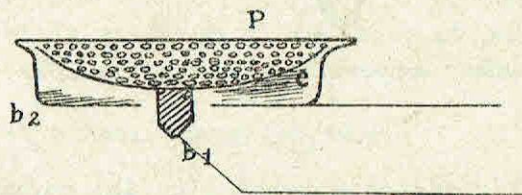
La partie vibrante entraînée par les vibrations de l'air ambiant était une fine planchette P (type HUGHES et ADER).

Une forme améliorée a été donnée aux contacts -(les crayons pouvaient rouler dans leur cavité au lieu de vibrer)- en faisant reposer les crayons de charbon dans des encoches triangulaires (MERCADIER et ANIZAN).

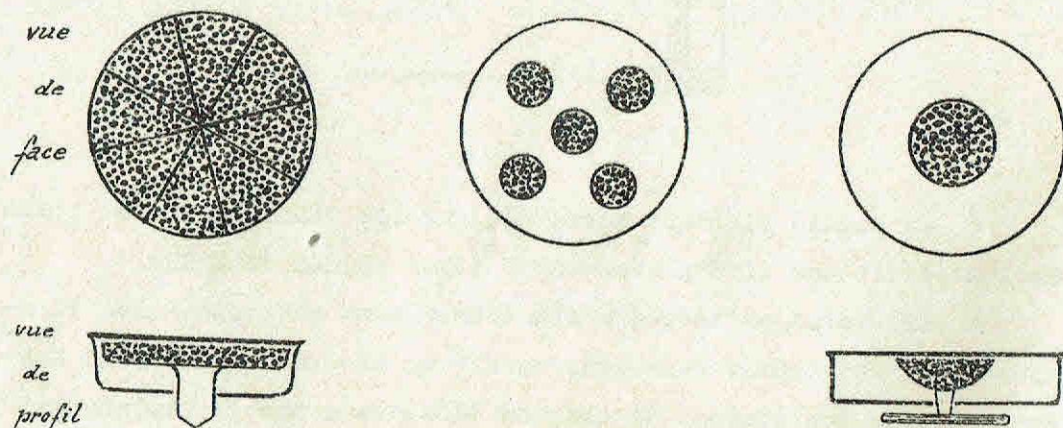


Anciens types de microphones

Enfin, les microphones modernes utilisent simplement, au lieu de crayons, de la fine grenaille de charbon (type HUNNINGS) sur laquelle repose une plaque très mince également en charbon.



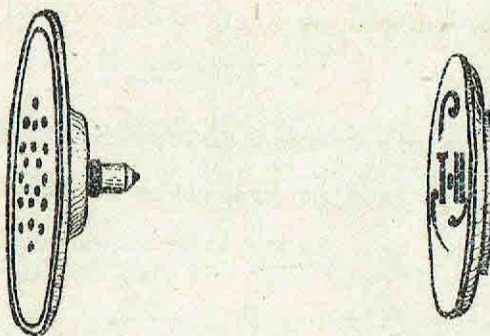
La grenaille est contenue dans une petite coupelle C, compartimentée en cercles ou en secteurs pour empêcher le tassement de la grenaille et augmenter la surface de contact.



Capsules microphoniques actuelles

La plaque mince p repose légèrement sur la grenaille et est sertie sur sa périphérie dans la partie métallique d'une cuvette qui contient le tout.

Cet ensemble peut n'être pas plus gros qu'une pièce de cent sous.



Contour apparent de deux capsules microphoniques

La résistance moyenne d'un tel microphone est de l'ordre de 5 ohms.

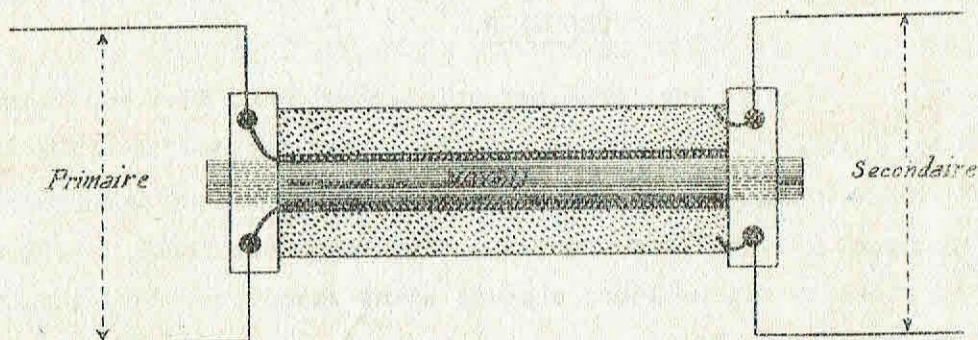
§ 3

TRANSFORMATEUR.

16.-- Le primaire comprend environ 200 tours de fil 9/10. Il a une résistance ohmique de 0,6 (ohm).

Le secondaire est bobiné à raison de 4000 tours environ de fil 16/100. Il a une résistance ohmique de 150 (ohms).

Les deux bobinages sont faits sur un noyau ouvert constitué par un faisceau (une centaine) de fils de fer doux recouverts chacun d'une couche isolante de vernis.



Le circuit magnétique est ouvert à cause de la constance de sens du courant primaire.

Au point de vue qualité et force des sons reçus, il n'y a pas intérêt à employer un circuit magnétique fermé.

Le rapport de transformation qui donne le rendement maximum est celui qui est donné par la formule :

$$\rho = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_2}{Z_1} ,$$

Z_1 et Z_2 étant les indépendances respectives des circuits primaire et secondaire.

En pratique, on connaît tous les éléments de Z_1 , mais Z_2 comprend la résistance et la self du fil de ligne et on ne peut rien établir de précis.

En général, ρ est compris entre 10 et 20.

Self de l'enroulement secondaire. - Elle est de 0,5 henry environ.

Elle varie beaucoup quand on forme le circuit primaire dont le flux propre intervient pour produire les mêmes effets que des courants de FOUCAULT.

La Réactance $L\omega$ décroît dans une grande proportion quand le circuit primaire est fermé.

§ 4

ECOUTEUR.

17.- Il est formé essentiellement d'un électro-aimant constitué par un enroulement de 2000 tours environ de fil de 6 à 10/100. Ce bobinage correspond à une résistance ohmique de 200 ohms. Le noyau peut être droit ou en fer à cheval; il est formé de tôles d'acier fines et rassemblées; chacune étant recouverte d'un enduit isolant (papier paraffiné, vernis, etc ..).

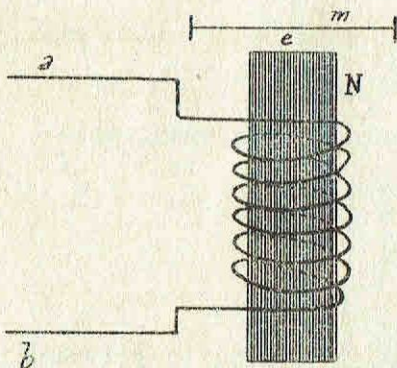
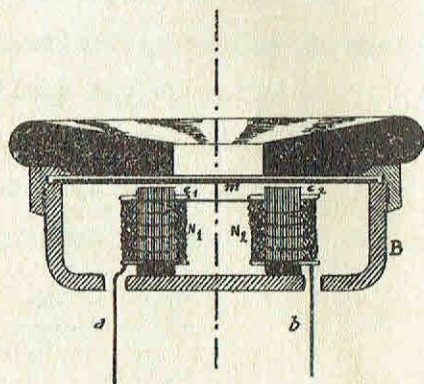


Schéma de principe.



Aspect général montrant :

- l'enroulement ab,
- le noyau $N_1 N_2$
- l'entrefer $e_1 e_2$
- la membrane m
- le boîtier B

La membrane vibrante est également en tôle d'acier d'épaisseur de 0,15 millimètre environ.

L'intensité du courant circulant dans l'enroulement est de l'ordre du micro-ampère. L'amplitude moyenne de la vibration de la membrane est de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de millimètre.

18.- Les cinq éléments détaillés, dont l'ensemble constitue l'écouteur, sont : l'enroulement, le noyau, l'entrefer, la membrane et le boîtier. Chacun joue un rôle important.

Ce type de récepteur électro-magnétique était à l'étude dès le milieu du siècle dernier. Mais sa mise au point pour la reproduction de tous les sons (pantéléphone) ne date que de 1876, époque où GRAHAM BELL et ELISHA GRAY prirent simultanément, le même jour, des brevets pour des téléphones capables de reproduire la parole articulée.

Les contestations de priorité que fit naître cette coïncidence curieuse se sont terminées par un compromis laissant le champ libre à GRAHAM BELL.

19.- Utilité d'un noyau en acier (aimant permanent).

L'intérêt d'un noyau en acier réside dans les deux avantages suivants :

a) amplification de la force portante due à la présence du champ permanent de l'aimant;

b) conservation, pour le champ résultant, de la même période et des mêmes harmoniques que les vibrations musicales émises devant le microphone.

20.- Sans avoir recours au calcul (voir aux annexes), ce dernier point peut s'expliquer par le raisonnement. En effet :

Pour que les déplacements de la membrane suivent fidèlement les variations du courant, il faut qu'à un courant de sens positif, par exemple, corresponde une attraction; à un courant de sens négatif, une répulsion. Or, la force exercée, proportionnelle au carré

de l'intensité, ne dépend pas du sens. A chaque ondulation du courant, portion positive et portion négative, correspondraient deux attractions au lieu d'une. Autrement dit : les vibrations de la membrane auraient une fréquence double de celle du microphone et le son émis serait à l'octave supérieur du son original.

Avec un noyau d'acier au contraire, (aimantation permanente), les courants de sens différents n'ont d'autre effet que d'augmenter et de diminuer successivement la force d'attraction qui s'exerce déjà entre l'aimant et la membrane. A ces accroissements et affaiblissements de la force correspondent respectivement, pour la membrane, des attractions et des retraits. Cette membrane vibre alors synchroniquement avec le microphone émetteur.

21.- REMARQUES.-- I - D'ailleurs, les vibrations transversales de la membrane ne sont pas les seules à entrer en jeu. Toutes les parties de l'appareil contribuent à la production du son, grâce à des vibrations moléculaires et à des effets de résonance acoustique qui ont une notable influence sur la netteté de l'audition. Il existe, pour chacun des éléments constitutifs de l'appareil, une certaine proportion relative dont on ne saurait s'écarter beaucoup sans affaiblir l'action de l'appareil.

C'est ainsi qu'on ne peut jouer beaucoup sur l'épaisseur de la membrane, ni sur son diamètre. La nature du métal employé pour la membrane et la substance avec laquelle est construit son boîtier ont également une influence non négligeable.

EXEMPLES : I - les membranes en fer donnent des sons intenses, mais un peu déformés;

les membranes en cuivre ou en aluminium donnent des sons d'une pureté remarquable, mais trop faibles;

les membranes très souples ont une grande sonorité;

les membranes très rigides ont une grande netteté.

Sous la membrane, il y a intérêt à ne laisser qu'une cavité très petite (15 à 20 millimètres) pour éliminer l'influence des résonances parasites.

II - Presque dès le début, les savants qui se sont occupés de téléphonie avaient pressenti la plupart des conditions à remplir pour se rapprocher de la perfection. Après une très courte période de tâtonnements, les écouteurs ont atteint une qualité telle qu'ils n'ont plus donné lieu qu'à des perfectionnements de détail.

III - Pendant longtemps, on a cherché à appliquer aux hauts-parleurs les mêmes données qu'aux écouteurs. On s'est heurté à des difficultés considérables parce qu'entre un écouteur collé à l'oreille et le tympan existe une caisse de résonance de premier ordre, à rendement remarquable, tandis qu'entre un écouteur haut-parleur et l'oreille, existe un espace très mauvais tant au point de vue résonance qu'au point de vue rendement.

De plus, il est à peu près impossible de faire rendre à un tel type d'appareil tous les sons de l'échelle musicale avec une fidélité satisfaisante.

A l'heure actuelle, on étudie très activement la mise au point du haut-parleur "électro-dynamique" (bobine mobile au lieu de membrane mobile) et du haut-parleur "électro-statique" (plaque mince mobile dans le diélectrique d'un condensateur soumis à très haute tension).

§ 5

COMBINÉ.

22.- Pour permettre d'avoir, par un seul geste, à la fois le microphone devant la bouche et l'écouteur à l'oreille, on fixe ces deux accessoires sur un bâti de forme appropriée.

Ce bâti constitue le "combiné". On laisse subsister un écouteur libre de façon à pouvoir, le cas échéant, écouter avec les deux oreilles.

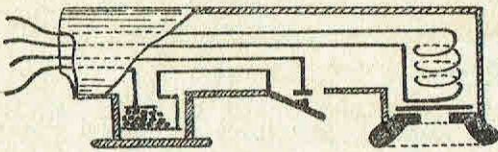
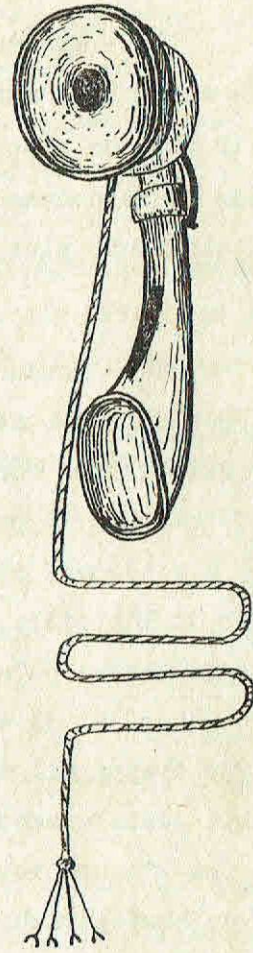
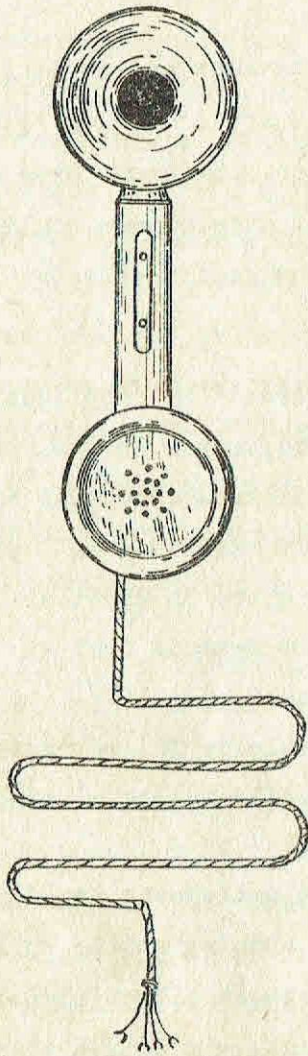
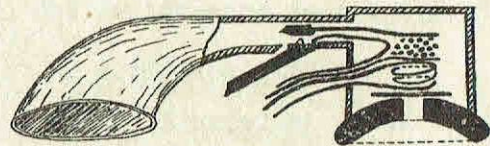


fig. 2



23.- PÉDALE D'INTERRUPTION.-

Pour éviter que le circuit microphonique soit fermé en permanence, ce qui userait inutilement les piles, on dispose sur ce circuit d'un interrupteur que l'on ferme quand on veut parler.

Cet interrupteur habituellement appelé "pédale", fonctionne automatiquement : il existe trois façons classiques de le monter :

a) sur la poignée du combiné : on ferme alors le contact en prenant le combiné à pleine main (c'est le cas normal des appareils militaires de campagne);

b) à l'extrémité d'un petit levier porte-contact : le courant de la pédale est ouvert quand le combiné est accroché à ce levier; il se ferme quand on décroche le combiné;

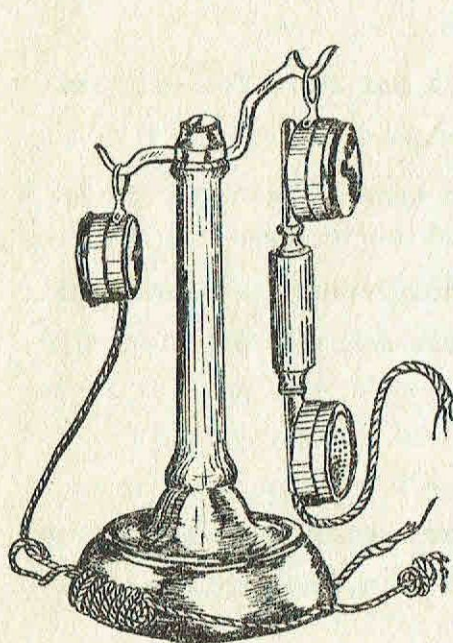


fig: b

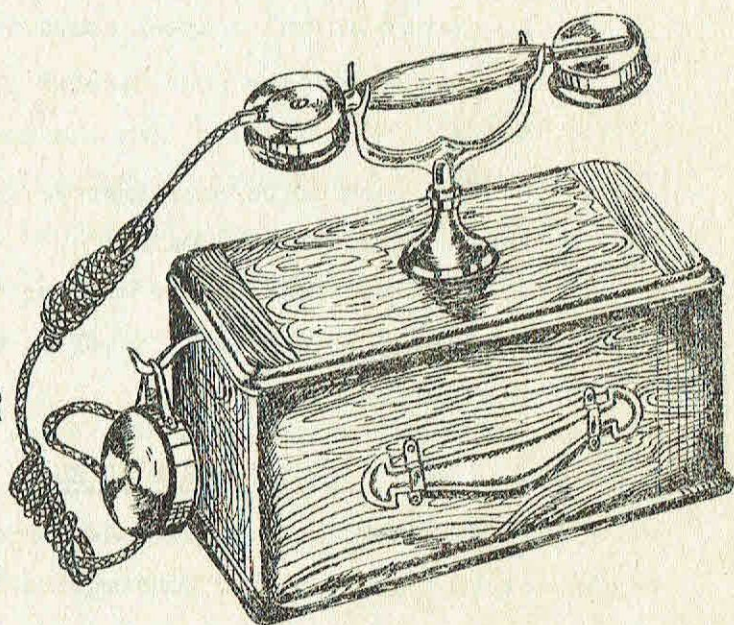
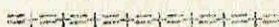


fig: c

c) à la masse d'un support sur lequel repose le combiné : Dans cette position de repos, le contact de la pédale n'est pas fait; quand on soulève le combiné, le support, libéré de son poids, se soulève légèrement et ferme le contact.



Chapitre V

SYSTÈMES D'APPEL

24.- Les circuits de conversation (primaire et secondaire), sont relativement simples. Mais l'appareillage se complique dès qu'on doit leur ajouter un système d'appel.

25.- CIRCUIT D'APPEL.-

Le système normal d'appel comporte :

a) un accessoire pour déceler l'appel reçu : sonnerie, lampe, ... etc ..

b) un accessoire pour émettre un appel : batterie de piles, ou petite génératrice à main.

Nous n'étudierons que le système comportant une petite génératrice à main pour émettre l'appel et une sonnerie pour recevoir l'appel du correspondant.

26.- EMISSION DE L'APPEL.-

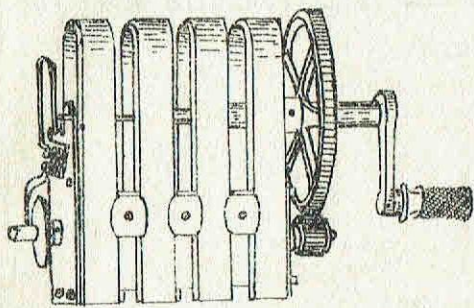
On envoie dans le circuit du correspondant du courant créé par la rotation d'une petite génératrice à main, habituellement appelée "magnéto".

Elle comprend trois parties essentielles :

l'inducteur I, composé d'un aimant permanent en fer à cheval, fixe;

l'induit i, composé d'un enroulement en vrac sur un noyau, mobile entre les branches de l'aimant précédent;

une lame contact c, flexible, dont le jeu constitue la partie la plus intéressante de la magnéto.



Vue d'ensemble

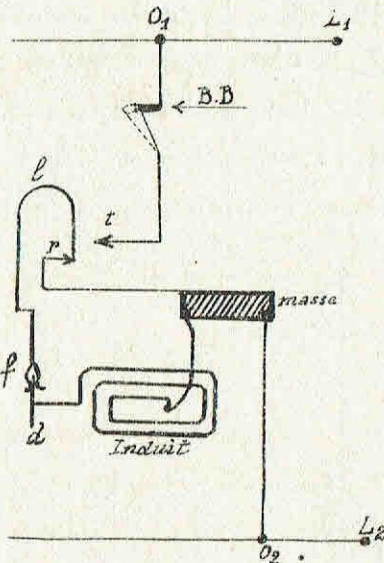
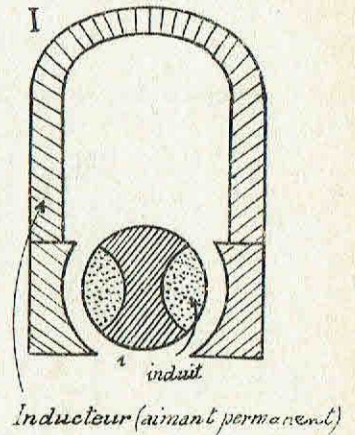


Schéma théorique



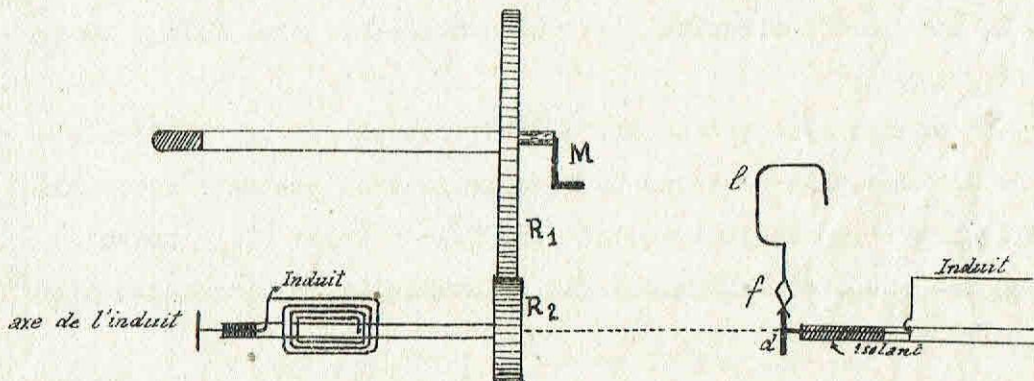
Inducteur (aimant permanent)

DETAILS :

L'induit comprend environ 1000 tours de fil 16/100 vêtu d'une couche de soie. Une extrémité est directement soudée sur l'axe qui fait lui-même partie de la "masse" métallique de la magnéto. L'autre extrémité est soudée à un petit disque d'isolé électrique-ment de la "masse"; sur ce disque frottent deux petits balais f appartenant à la lame contact ℓ .

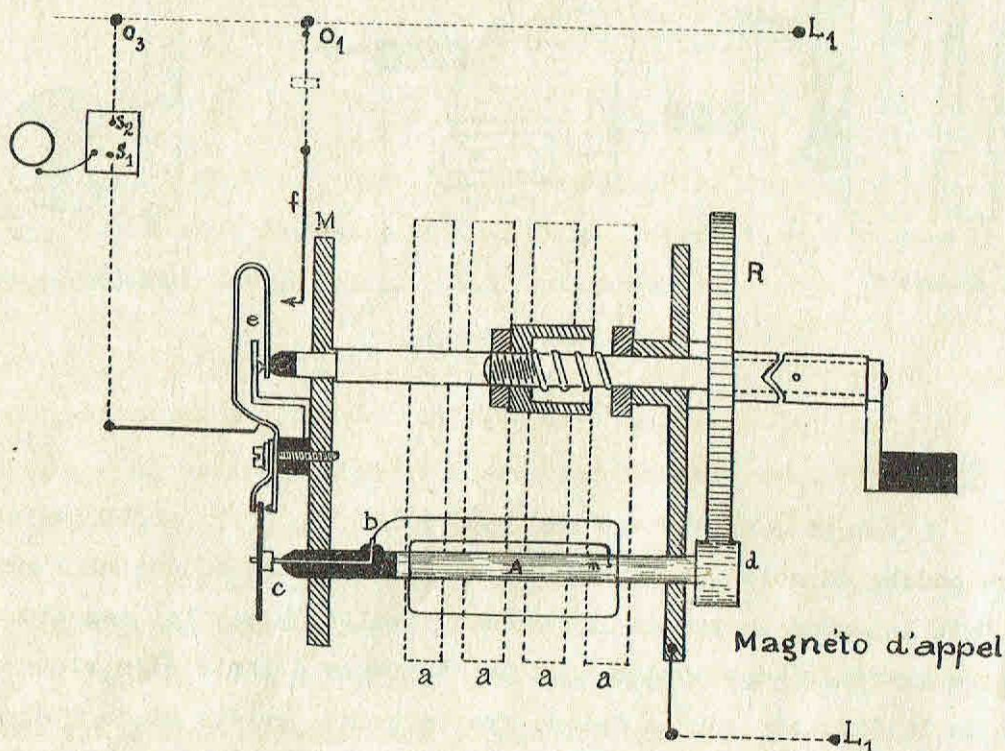
En définitive, les extrémités de l'induit sont : d'une part, la lame ℓ , d'autre part, la "masse".

L'induit est mis en rotation à l'aide d'une manivelle M et d'un jeu d'engrenage $R_1 R_2$ de rapport 4 à 5. La grande roue R_1 a la



vitesse qu'on lui imprime à la main, par exemple 2 tours par seconde. La petite roue R_2 a alors une vitesse de 8 à 10 tours par seconde (nous adopterons 10 dans les exemples ultérieurs).

Comme c'est cette petite roue qui entraîne l'induit, la vitesse de rotation de ce dernier est de 10 environ.



LAME CONTACT.-

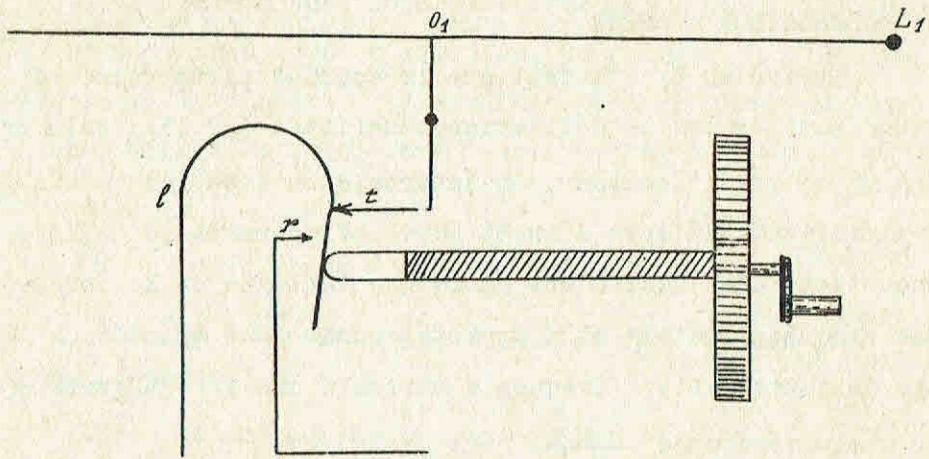
Elle a un double rôle :

à l'émission de l'appel, elle doit établir le contact avec la borne de départ L_1 ;

à la réception de l'appel, comme la magnéto ne doit jouer aucun rôle, la lame court-circuite l'enroulement. (Voir plus loin : réception de l'appel).

Ce double rôle est assuré d'une façon simple par la flexibilité de la lame elle-même qui peut venir soit en contact avec la borne L_1 par l'intermédiaire d'un plot fixe t (plot de travail), soit en contact avec la "masse" par l'intermédiaire d'un autre plot fixe r (plot de repos).

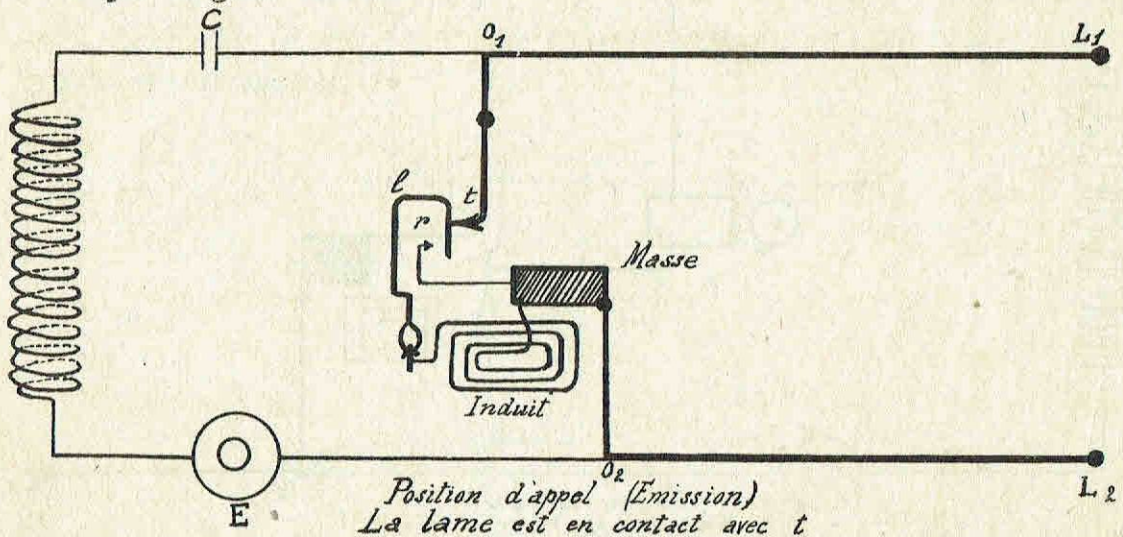
Le mécanisme est le suivant :



Position d'appel (Emission)

quand on veut appeler, on tourne la magnéto : automatiquement une rampe hélicoïdale déplace alors légèrement la manivelle vers la droite entraînant également l'axe de la manivelle. Or, cet axe sert de butée à la lame ℓ . S'il se déplace vers la droite, la lame ℓ se déplace également et vient en contact avec t (position d'appel). Quand on cesse de tourner, un ressort ramène l'axe à sa position normale, vers la gauche, et la lame vient en contact avec r (position de repos ou d'attente).

En définitive, pour l'émission de l'appel, la position des contacts est la suivante, le circuit suivi par le courant étant marqué en gros traits.



CONDENSATEUR D'ARRÊT.-

Arrivé en O_1 , il faut que le courant parte vers la ligne par L_1 . Pour éviter la dérivation constituée par l'enroulement secondaire et par l'écouteur, on intercale en C un condensateur de 0,5 microfarad. Il sert d'arrêt pour les courants de magnéto (fréquence très basse) qui n'ont alors que la ligne et le correspondant comme circuit possible et n'apporte aucune gêne appréciable aux courants de conversation (fréquence musicale créant à travers la capacité C une réactance $\frac{1}{C\omega}$ négligeable).

27.- RECEPTION DE L'APPEL.-

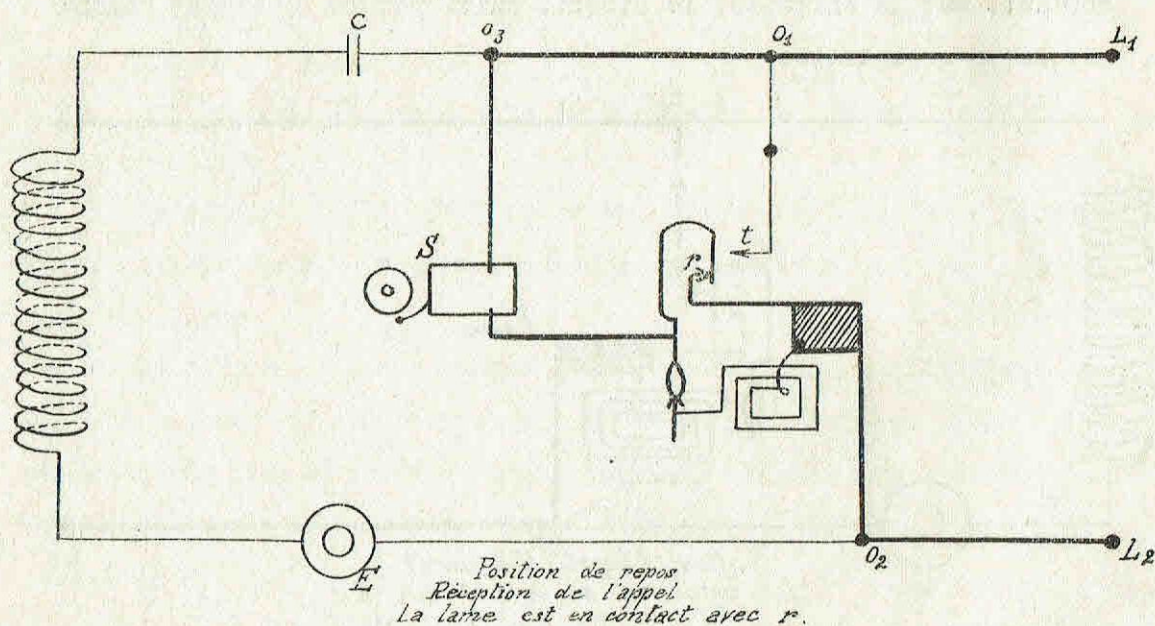
Le courant émis par le correspondant doit passer dans l'enroulement d'une sonnerie sans qu'il puisse trouver ailleurs de dérivation parasite.

Pour cela :

une sonnerie est branchée entre les bornes L_1 et L_2 de la façon suivante :

le contact avec L_1 se fait directement par les fils O_3 O_4 ;

le contact avec L_2 se fait par l'intermédiaire de la lame flexible ℓ qui, à ce moment là, (position de repos pour l'appelé) est appuyée sur le plot r. Ce plot r est directement à la masse M.



Il en résulte que, sans être gêné par aucune résistance parasite et sans trouver de dérivation, le courant arrivant par L_1 doit passer par la sonnerie et retourner chez le demandeur par L_2 .

Le circuit de réception d'appel est en gros trait sur le schéma.

28. REMARQUES .-

1°)- Le condensateur C joue le même rôle que pour l'émission de l'appel;

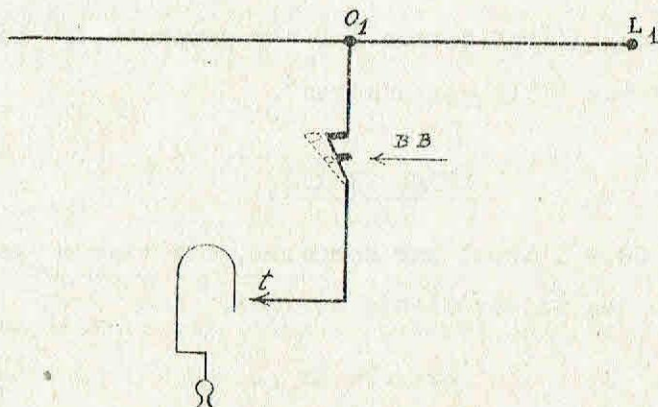
2°)- Le contact de la lame ℓ avec le plot r (position de repos), correspond à un court-circuit pour l'induit de la magnéto;

3°)- Entre le plot t de travail et le point de connexion O_1 se trouve un interrupteur commandé par un bouton blanc (BB) qui joue un rôle important dans l'étude pratique d'un appareil, en particulier dans l'étude des vérifications.

En temps normal :

à la réception, il ne joue aucun rôle puisque son circuit aboutit au plot t qui est libre;

à l'émission d'un appel, il court-circuite la sonnerie. Mais si on ouvre cet interrupteur (en appuyant sur le bouton blanc BB), le courant émis par la magnéto est obligé d'aller passer dans la sonnerie qu'il fait vibrer, si ce courant existe, c'est-à-dire si le circuit est fermé (Vérification de ligne et accessoirement de sonnerie). Le jeu de ce bouton blanc est capital pour le téléphoniste en campagne.



29.- S O N N E R I E .-

La sonnerie peut être ou bien trembleuse, auquel cas elle peut être actionnée par du courant constant (piles) ou variable (magnéto), ou bien polarisée, auquel cas elle doit nécessairement être actionnée par du courant variable.

Les deux modèles se rencontrent dans les appareils militaires.

Schéma de la sonnerie
trembleuse

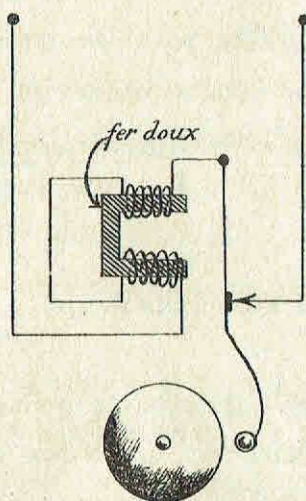
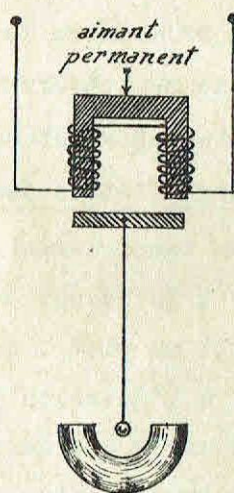


Schéma de la sonnerie
polarisée



La sonnerie polarisée présente les avantages de, ne pas avoir de contact trembleur et d'être beaucoup plus sensible que l'autre.

Le calcul d'application qui s'y rapporte est le même que celui de l'écouteur (Voir aux annexes).

APPEL VIBRES.

30.- L'appel par sonnerie, avantageux par certains côtés, présente des inconvénients sérieux. Les deux principaux sont :

a) la nécessité d'un courant relativement fort ($\frac{1}{50}$ ampère), souvent difficile à mettre en jeu sur les lignes précaires de campagne. La moindre perte de courant rend l'appel très douteux;

b) le bruit criard fait à proximité de l'ennemi.

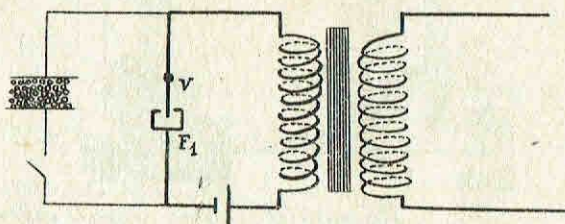
Pour obvier à ces inconvénients, les appareils militaires de campagne sont dotés, en plus de l'appel par sonnerie, d'un système d'appel décelable par la vibration sonore des écouteurs de l'appelé.

Ce problème de l'appel vibré a reçu deux solutions, chacune caractérisant un type d'appareil déterminé.

31.- Première solution :

(Caractéristique de l'appareil Modèle 1909-1915 de la T.M.)

Jouant exactement le même rôle que le microphone, on place une lame vibrante V sur le circuit primaire en F_1 .



Lorsqu'on appuie sur le bouton noir N, la lame V vibre et touche alternativement 2 plots réunis en un point F_1 .

Chaque fois que la lame quitte un de ces plots, il y a étincelle de rupture d'où courant variable dans le primaire, transformé par le transformateur et envoyé dans le secondaire, c'est-à-dire dans la ligne.

Ce courant assez violent va au poste correspondant faire rendre un son sourd très suffisant à l'écouteur E.

Si la lame fait 50 à 60 vibrations par seconde, il y a par seconde 100 à 120 étincelles de rupture; c'est donc un courant de fréquence 100 à 120 qui prend naissance et c'est un son de hauteur 100 à 120 que rendra l'écouteur E.

Comme durée de la rupture, nous admettrons pour les applications une valeur de $\frac{1}{100}$ de seconde.

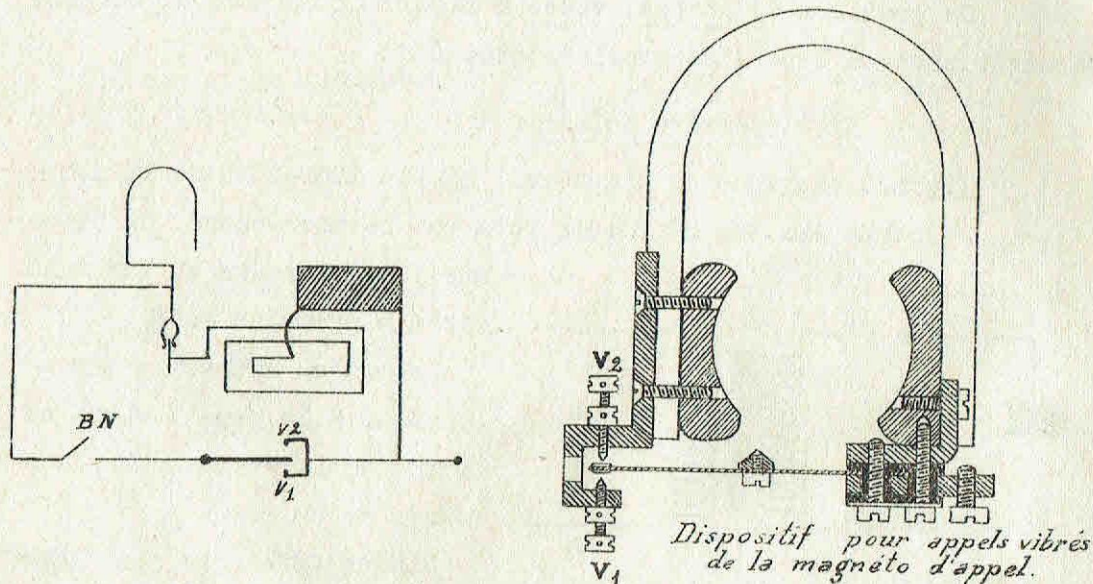
Cette première solution a le grand inconvénient pratique d'user très rapidement les piles : en effet, la lame V court-circuite pratiquement la pile quand, en vibrant, elle réalise le contact avec l'un ou l'autre des deux plots.

32.- Deuxième solution :

(Caractéristique de l'appareil Modèle 1916 de la T.M.).

Au lieu de faire vibrer la lame V avec la main, on la fait vibrer avec la magnéto.

Pour cela, elle est placée en face des pôles de l'induit de la magnéto. Elle est donc attirée et repoussée deux fois par tour, c'est-à-dire subit environ une vingtaine de "chocs" par seconde.



De plus, une masselotte donne à la lame une période de fréquence 15 environ par choc; par seconde, la lame vibrera donc 20×15 fois = 300 fois environ. Chaque fois, elle touche et quitte un contact. Or, elle est disposée de façon que, par l'intermédiaire de chacun de ces contacts et d'un commutateur BN, elle court-circuite la magnéto.

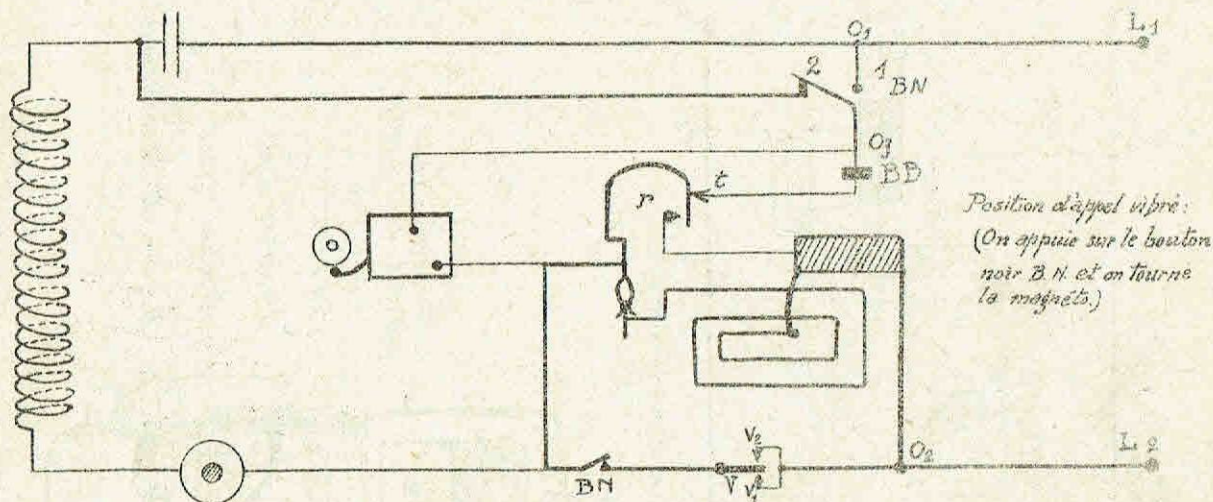
Lorsqu'on appuie sur le commutateur BN (bouton noir) et qu'on tourne la magnéto, tout le courant de celle-ci passe donc par la lame et par les contacts.

Comme elle vibre à la fréquence approximative de 300 fois par seconde, 300 fois par seconde se produiront, aux contacts, des étincelles de rupture qui partent dans la ligne et font rendre à l'écouteur E un son de fréquence 300.

Comme durée de la rupture, nous admettrons dans les applications, une valeur de $\frac{1}{300}$ à $\frac{1}{400}$ de seconde.

PRECAUTION SPECIALE.-

Pendant les intervalles où le circuit de la lame est rompu, c'est le courant normal de la magnéto qui serait envoyé dans la ligne.



Pour éviter cela, on force ce courant normal à aller passer, à l'aide d'un contact BN, dans le condensateur qu'il ne peut traverser.

Le courant vibré de fréquence 300, au contraire, peut facilement traverser le condensateur.

Ce contact est fait automatiquement par le bouton noir BN.

(Bien se rendre compte sur la planche du double contact commandé par le bouton noir BN).

Avantages de l'appel magnéto-vibré sur l'appel vibré par piles :

- n'utilise pas les piles;
- est plus puissant;
- peut faire tomber le volet annonceur d'un tableau.

Les appareils qui ont l'appel vibré à la main sont les appareils du modèle 1909 - 1915 dit "TIMMIMOUN".

Ceux qui ont l'appel vibré par la magnéto (Magnéto-vibreur) sont du modèle 1916.

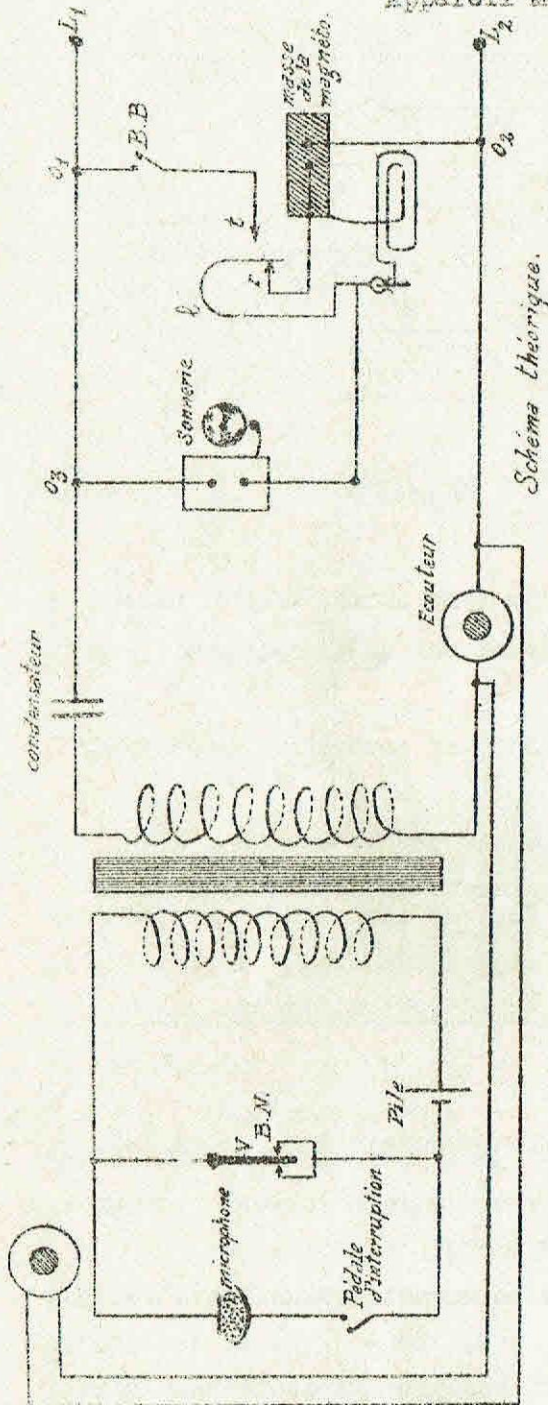
Ces deux types d'appareils sont les plus répandus dans l'Armée pour les unités en campagne.

Celui qui est réglementaire pour les dotations prévues est le modèle 1916.

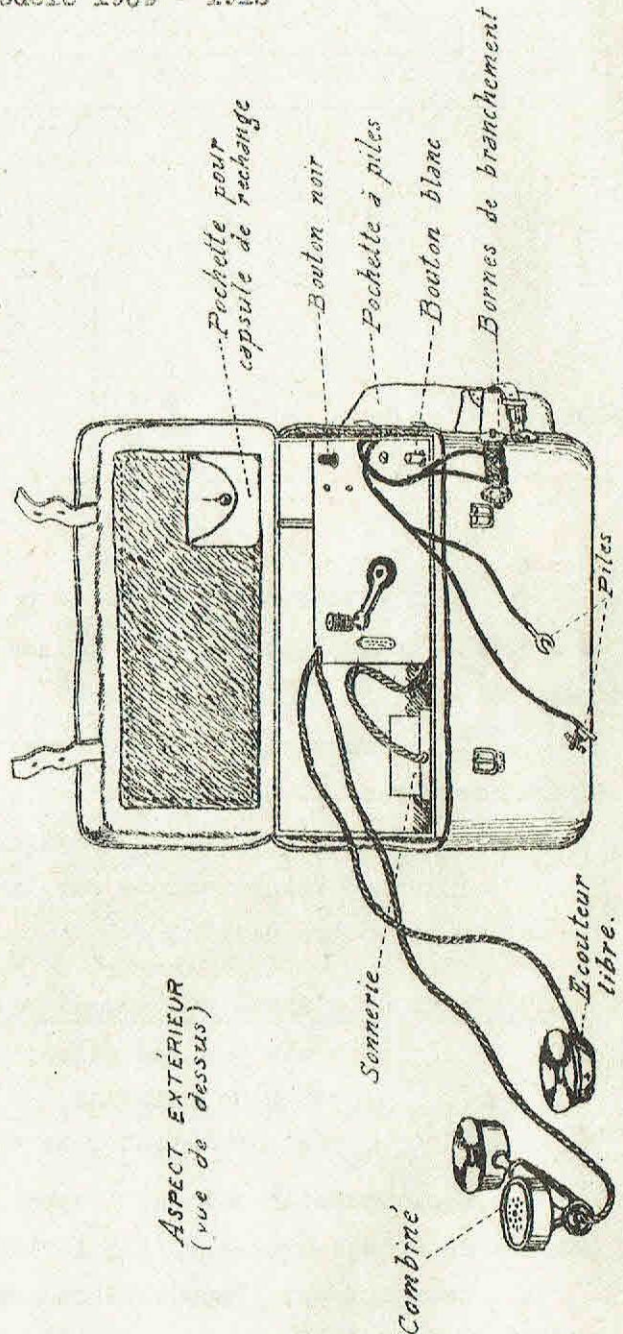
53.- SCHEMAS DEFINITIFS.-

En définitive, les schémas théoriques des appareils téléphoniques complets seront les suivants :

Appareil Modèle 1909 - 1915



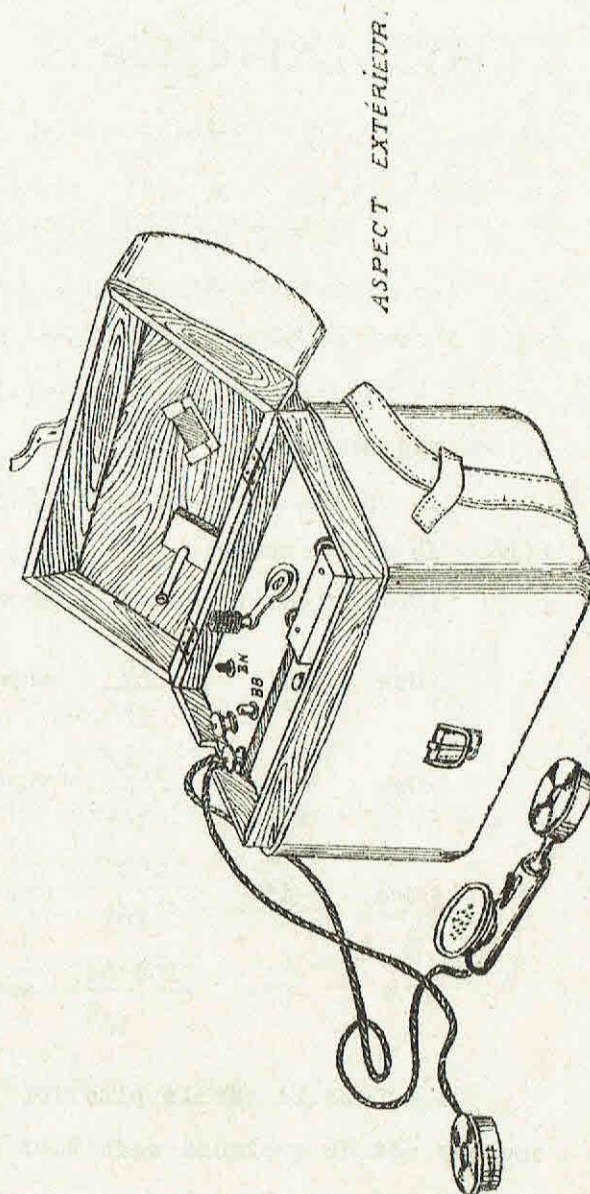
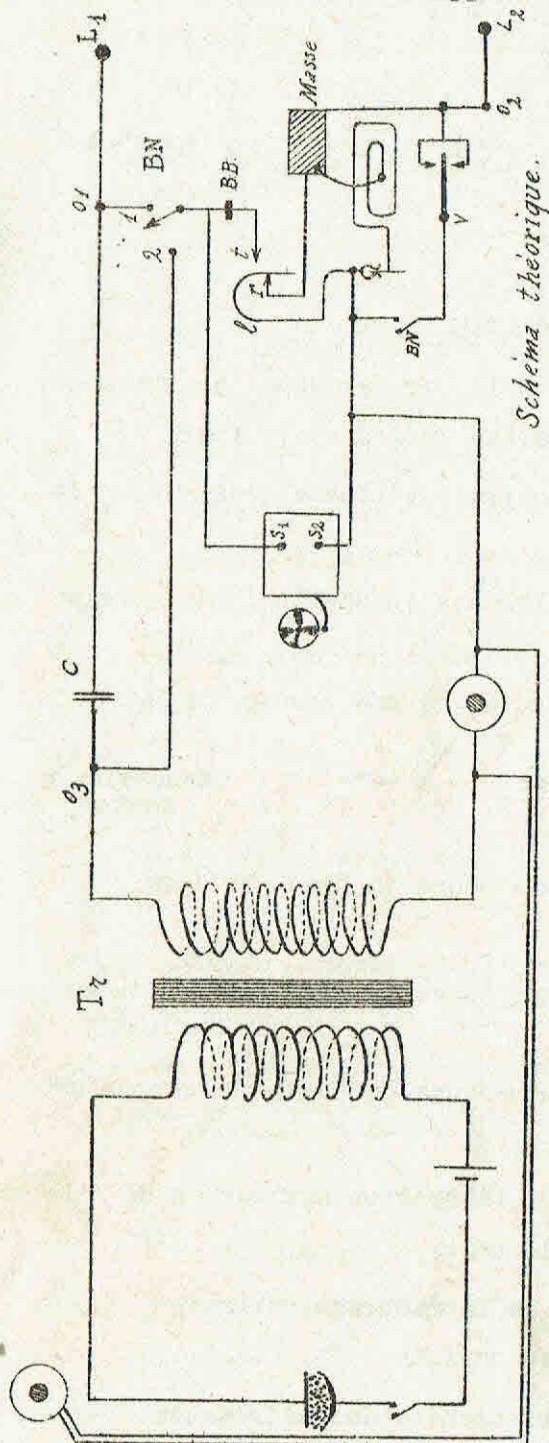
Schema théorique.



*ASPECT EXTÉRIEUR
(vue de dessus)*

REMARQUE : Dans l'appareil 1909 - 1915, l'écouteur libre et l'écouteur du combiné sont en parallèle; la sonnerie est trembleuse.

Appareil Modèle 1916.



REMARQUE : Dans l'appareil 1916 TM, les deux écouteurs (libre et combiné) sont également en parallèle; la sonnerie est trembleuse.

(Dans la variante construite par la maison THOMSON pendant la guerre, les deux écouteurs sont en série; la sonnerie est polarisée).



Chapitre VI

REMARQUES GÉNÉRALES

34.- QUELQUES DONNÉES NUMÉRIQUES.-

1.- Rendement acoustique. Le meilleur téléphone ne transmet pas à l'oreille plus de la 1/1000 partie de l'énergie fournie;

2.- L'intensité moyenne des courants téléphoniques varie de 1 à 20 microampères;

3.- Un bon écouteur peut déceler une intensité inférieure au 1/1000 de microampère;

Une intensité de $\frac{1}{10^6}$ ampère donne une écoute "confortable";

Une -d°- $\frac{10}{10^6}$ ampère -d°- "écouteurs sur table";

Une -d°- $\frac{1000}{10^6}$ ampère donne du "haut-parleur";

Une -d°- $\frac{10\ 000}{10^6}$ ampère donne du "très fort haut-parleur";

Une -d°- $\frac{100\ 000}{10^6}$ ampère donne du "haut-parleur public".

4.- Dans le cas le plus fort, la tension aux bornes de l'Ecouteur est de quelques centièmes de volt;

5.- Amplitude du déplacement de la membrane vibrante :
1/100 de millimètre environ;

6.- La puissance absorbée correspond à des microwatts.

35.- ASPECT EXTERIEUR.-

Les appareils téléphoniques sont universellement construits sur le schéma précédent. C'est dire qu'à quelques détails près, ils sont tous identiques.

Seuls, les contours apparents changeront :

les appareils militaires, devant nécessairement comprendre dans une même boîte, solide et facilement portable, tous les accessoires constitutifs seront les plus compliqués; surtout ceux à magnéto-vibreux (M¹^e 1916);

les appareils ordinaires de la vie privée, stables et peu soumis à des accidents, sont évidemment bien plus légers de construction et ne comprennent pas tous les accessoires :

les piles peuvent être dans un placard ou même au central P.T.T.;
la sonnerie peut être dans un coin du plafond;

le condensateur peut être remplacé par un jeu de contacts;

l'appel peut se faire par piles, contenues dans un placard ou au central P.T.T.;

le transformateur peut même être supprimé pour des réseaux urbains comprenant une assez courte distance entre l'abonné et le central P.T.T.;

de sorte qu'en définitive, l'appareil privé proprement dit peut ne comporter que le micro (de bureau, mural ou autre : Voir page 23), l'écouteur et un jeu de contacts. Mais il est bien évident que ce n'est là qu'une partie de l'appareillage.

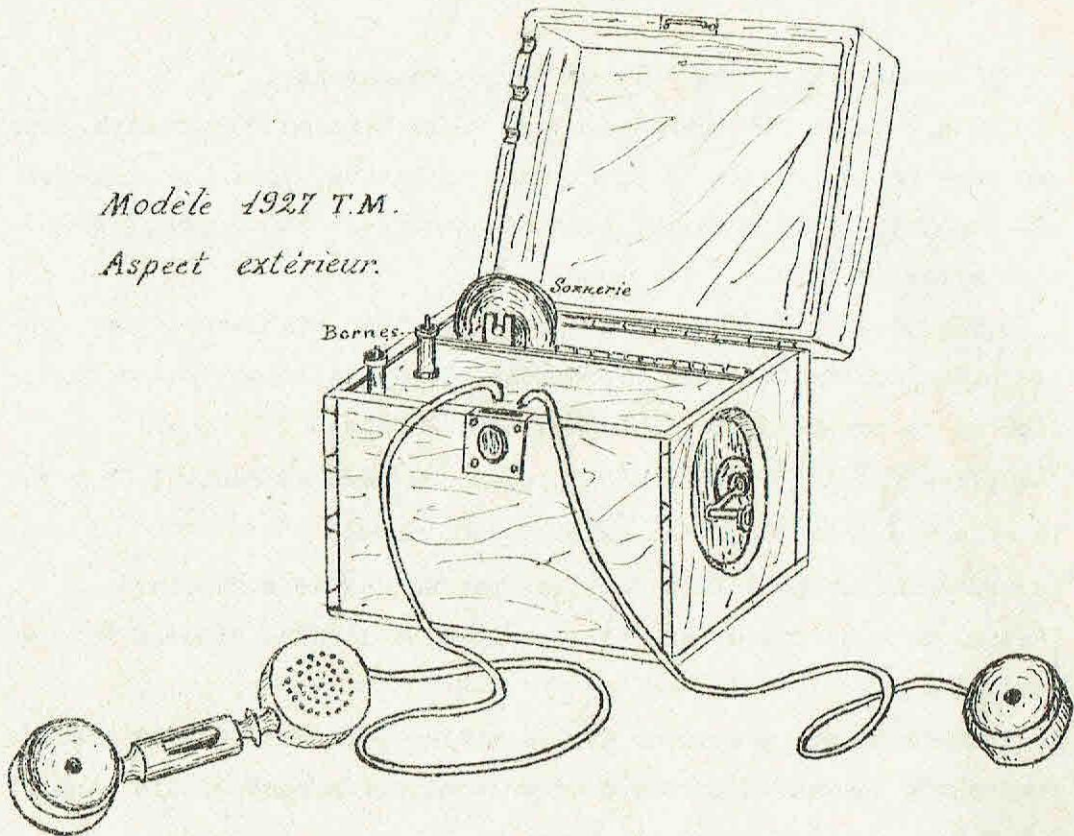
Voir pages 34 et 35, les réalisations extérieures des deux appareils réglementaires les plus fréquemment employés dans la T.M. :
le 1909-1915 et le 1916-T.M.

36.- Appareil téléphonique Modèle 1927 T.M.-

Le modèle 1916 T.M. est actuellement le seul réglementaire pour les dotations. Toutefois, il existe un troisième type d'appareil construit par la T.M., le Modèle 1927, encore peu répandu dans les corps de troupe, et appelé à remplacer le modèle 1916 dans certaines dotations.

Modèle 1927 T.M.

Aspect extérieur.



L'appareil 1927 diffère du Modèle 1916 par les points suivants :

- a)- il n'a pas d'appel vibré;
- b)- il n'a pas de bouton blanc;
- c)- sa sonnerie est polarisée;
- d)- les accessoires qui le constituent sont en grande partie d'un type courant dans le service des P.T.T., de façon à ne pas avoir, en cas de besoins intensifs, une fabrication militaire différente de la fabrication civile.

Cet appareil est donc le plus simple des trois types envisagés dans cette étude.

En même temps que cet appareil, et en principe pour fonctionner avec lui, a été étudié un câble (modèle 1928) mieux isolé et plus solide que l'ancien, permettant d'avoir des lignes de campagne moins précaires.

DEUXIÈME PARTIE.



LA LIGNE .



LA LIGNE TELEPHONIQUE DE CAMPAGNE.

ETUDE GENERALE.

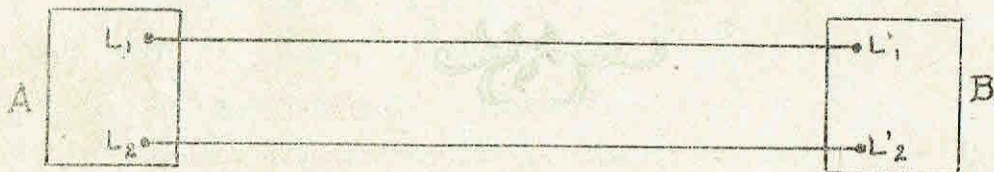
37.- La ligne téléphonique, lorsqu'elle est bien installée, soigneusement isolée et peu soumise à des défauts fréquents, ne présente pas d'intérêt pour cette étude.

Seule, est examinée la ligne téléphonique de campagne installée d'une façon précaire et susceptible d'accidents nombreux.

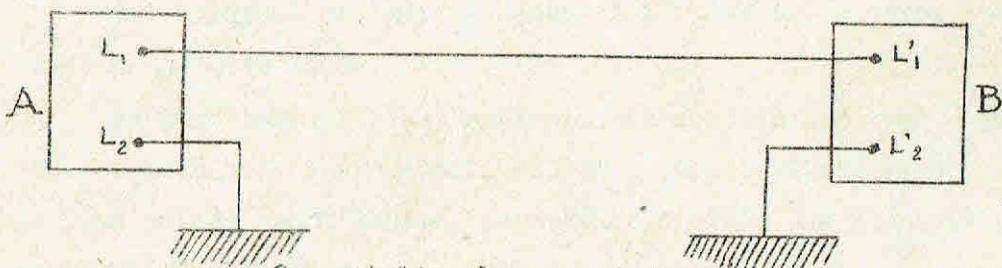
La ligne téléphonique a pour but de relier deux appareils téléphoniques A et B, c'est-à-dire de fermer électriquement le circuit de A sur B et réciproquement.

Ce circuit peut être entièrement en fils métalliques (ligne dite "à deux fils"); il peut également se fermer par la terre, auquel cas celle-ci joue le rôle du "deuxième" fil (ligne dite "à retour par la terre").

38.- Parfois aussi, la ligne "à deux fils" est appelée "circuit", tandis que la ligne "à retour par la terre" est appelée "ligne" tout court. Mais il est bien évident que, dans tous les cas, on a constitué un circuit fermé, dans lequel sont placés les appareils A et B.



Circuits "à deux fils".



Circuit "à retour par la terre".

Notons tout de suite que la ligne "à retour par la terre" n'est employée que dans des cas extrêmement rares. Au point de vue militaire, elle est en principe interdite à l'avant.

§ I

39.- GENERALITES.

CABLES DIVERS - CARACTERISTIQUES.

Les types de câbles réglementaires dans les Transmissions militaires sont au nombre d'une douzaine.

Citons les quatre principaux :

I - Câble léger de Campagne Modèle 1907. - *et 1008. 333^m*

A - Ame { âme conductrice en cuivre;
 { fil d'acier support mécanique.

Exemples de câble léger : a)- 2 fils de cuivre pur de 5/10
 et 1 fil d'acier de 5/10;

ou bien : b)- 1 fil de cuivre pur de 5/10
 et 2 fils d'acier de 5/10;

ou bien : c)- 3 fils de bronze de 5/10.

B - Isolant : a)- Une couche de caoutchouc pur;

 b)- Guipage coton recouvert d'une tresse
 coton paraffinée;

 c)- Enduit noir hydrofuge neutre.

C - Résistance ohmique : voisine de 50 ohms au km.

D - Solidité à la rupture : 40 kgs environ.

E - Isolation : 1 mégohm au km. sec. (non garanti).

Ce câble est enroulé par longueurs de 500^m sur bobine ayant un poids total inférieur à 5 kilogs.

Epaisseur totale = 1^m/m 8.

Distance maxima pratique d'emploi : 8 à 10 km.

2 - Gros câble de Campagne.-

A - Ame : 7 fils de bronze de 5/10;

ou bien $\begin{cases} 2 \text{ fils de cuivre pur de } 5/10 \text{ et} \\ 5 \text{ fils d'acier de } 4/10. \end{cases}$

B - Isolant : a)- une couche de caoutchouc pur;

b)- deux couches de caoutchouc vulcanisé;

c)- une couche ruban caoutchouté;

d)- une tresse enduite soigneusement paraffinée.

C - Résistance ohmique : 20 ohms au kilomètre.

D - Solidité à la rupture : 100 kgs.

E - Isolation : 200 mégohms au kilomètre, après 24 heures d'immersion dans l'eau.

Ce câble est enroulé par longueurs de 1000 mètres sur des grosses bobines dont le poids est de 40 kgs environ.

Il supporte bien l'humidité et peut s'employer sur des grandes distances.

3 - Câble armé.-

A - Ame : 7 fils de cuivre pur de 4/10.

B - Isolant : a)- deux couches caoutchouc;

b)- deux rubans caoutchoutés;

c)- une tresse enduite et paraffinée.

C - Armature externe : une tresse de 32 fils d'acier galvanisé.

D - Résistance ohmique : 10 ohms au km.

E - Solidité à la rupture : 250 kgs.

F - Isolation : 500 mégohms au km après 24 heures d'immersion.

Ce câble est enroulé par longueurs de 333 mètres sur grosses bobines dont le poids est de 40 kgs environ.

Peut servir pour les traversées de rivières.

4 - Câble sous plomb.-

1^{ère} catégorie : un seul brin en cuivre de 9/10, isolé par une couche de gutta, deux couches coton et une couche toile.

Poids d'une bobine de 500 mètres (paire) : 100 kgs environ.

2^{ème} catégorie : Plusieurs circuits dont l'isolant est généralement au papier entre paires et au coton entre fils.

Poids d'une bobine de 250 mètres : 200 à 300 kgs environ.

Ne doivent subir aucun effort de traction.

40.- Le premier de ces câbles, le "câble léger" Modèle 1907 est de beaucoup le plus employé dans les petites unités. C'est en particulier le seul réglementaire pour les dotations des batteries et des groupes d'artillerie de campagne.

Sa principale qualité est d'être léger, peu encombrant. Mais à cause de cela, son isolant est très précaire et rapidement détérioré, d'autant plus que, très souvent, il est simplement posé sur le sol. S'il n'est pas posé sur le sol, mais s'il frotte sur ses supports par suite du vent (mur, arbres) le résultat est le même.

Pour obvier à cet inconvénient, on a créé un nouveau câble très amélioré, le Modèle 1928, destiné à se substituer au Modèle 1907 dans certaines dotations; il n'est pas encore très répandu dans les corps de troupe.

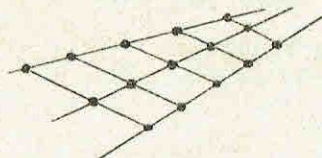
§ II

41.- POSE DES LIGNES.

A - Lorsqu'une liaison téléphonique doit être établie très rapidement, on déroule le fil à même le sol en évitant, autant que possible, les terrains humides et en utilisant au maximum les supports naturels qui peuvent s'offrir, les haies par exemple. (Voir aux Travaux pratiques la manipulation N° 9).

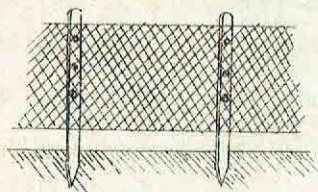
Pour les petites unités en campagne, on peut admettre que c'est le cas général.

B - Dans les passages particulièrement dangereux, on peut essayer d'utiliser le procédé de l'échelle : il consiste en la pose de plusieurs lignes parallèles qu'on relie électriquement entre elles au moyen de "ponts".



Tant que tous les maillons ne sont pas coupés la ligne fonctionne, mais un fil enterré par un éclatement met l'ensemble à la terre.

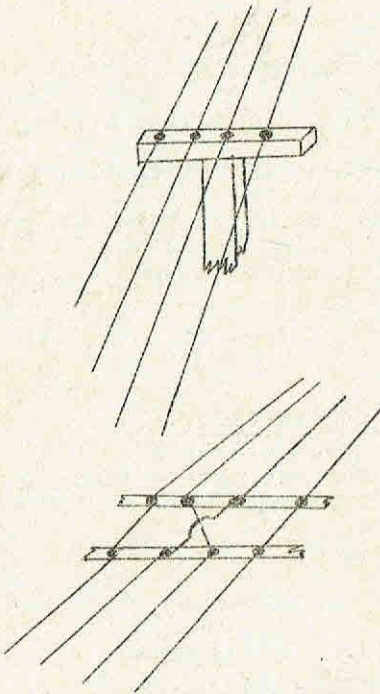
Des lignes "grillage", pour courtes distances, obtenues par l'emploi, comme conducteur, de grillage galvanisé à larges mailles, sur piquets avec isolateurs, ont été utilisées avantageusement dans des endroits très battus.



C - Lorsqu'une liaison n'a pas un caractère d'urgence, et n'est pas provisoire, on perfectionne l'installation à l'aide de petits poteaux en T, constituant un réseau aérien dit "en rame basse".

Hauteur totale d'un de ces poteaux : 1^m20 environ.

Enfoncement : 40 à 50 cm.



Distance normale entre deux poteaux 30 mètres environ. Les circuits ainsi posés, on peut éviter les phénomènes d'induction entre les divers circuits en inversant les fils de distance en distance, tous les 500 mètres par exemple, pour des lignes un peu longues.

Cette installation sur petits poteaux améliore considérablement le réseau au point de vue technique, mais le laisse extrêmement vulnérable aux bombardements et à la circulation.

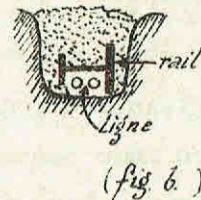
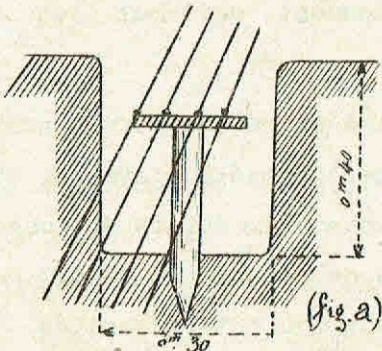
D - LIGNES PLACÉES DANS DES CANIVEAUX.-

On peut protéger dans une certaine mesure, contre l'artillerie et contre la circulation (corvées, travailleurs, animaux, etc ...), les liaisons téléphoniques ainsi établies.

Cette protection sera obtenue en plaçant les lignes :

1°)- Dans les fossés naturels qui peuvent se présenter, lorsqu'ils sont secs. Le fil, posé à même le fond du fossé, est facile et rapide à installer;

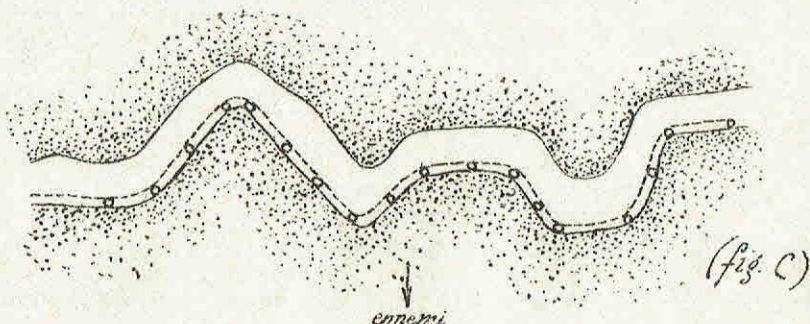
2°)- Dans les caniveaux spéciaux. Le fil sera posé sur un dispositif analogue à celui de la figure (fig.a);



3°)- Dans des petites tranchées recouvertes. Dans ce dernier cas, les dérangements de ligne sont plus difficiles à trouver; des boîtes de coupure seront placées tous les 100 mètres en moyenne dans des terrains exposés, 200 mètres dans les autres cas. On peut protéger les lignes avec des rails dans des endroits très exposés (fig.b).

B - Lignes placées dans les boyaux et tranchées.-

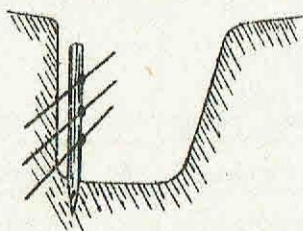
Les fils sont placés contre la paroi qui est le plus près de l'ennemi (fig.c).



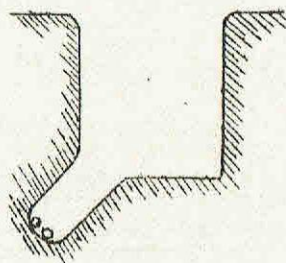
Ils doivent être disposés de telle sorte que le câble le plus haut ne dépasse pas la hauteur de 75 centimètres au-dessus du fond du boyau et que le câble le plus bas en soit à une vingtaine de centimètres (fig.d).

Ce dispositif a pour but d'éviter que les câbles ne soient arrachés, soit par le fusil ou l'équipement, soit par les brodequins du passant.

Pour éviter, dans ce cas, l'induction des différents circuits on emploie, en général, du câble toronné à l'avance, procédé qui permet en même temps la reconnaissance immédiate de ces circuits et préserve des mélanges en cas de coupure du réseau. Mais ce câble ne fait pas partie de la dotation des petites unités.



(fig. d)



(fig. e)

Les fils sont placés parallèlement sur des piquets verticaux (fig. d); parfois même en terrain sablonneux, les lignes pourront être enterrées dans le flanc même du boyau (fig. e). L'étiquetage des lignes de distance en distance est une précaution utile à prendre.

F - PASSAGES SOUTERRAINS. - Les routes et les croisements de boyaux sont franchis en passage souterrain avec du câble fortement isolé. On peut protéger le passage de ces câbles au moyen de petits fagots de bois, au moyen de planches formant un tube protecteur ou au moyen de rails.

G - PASSAGES DE CHEMINS. -

Les passages de routes sont toujours délicats.

Lorsqu'on a la possibilité de faire des travaux importants, il est tout indiqué de faire un passage souterrain. Mais le cas le plus général pour les petites unités consiste à faire un passage aérien ("en portique"); on utilise pour cela, soit les supports naturels, (arbres, maisons ...) s'il y en a, soit des perches ou des poteaux.

La hauteur du fil le plus bas doit être au minimum de quatre mètres.

Sur les routes fréquentées de l'arrière, cette hauteur doit atteindre six mètres.

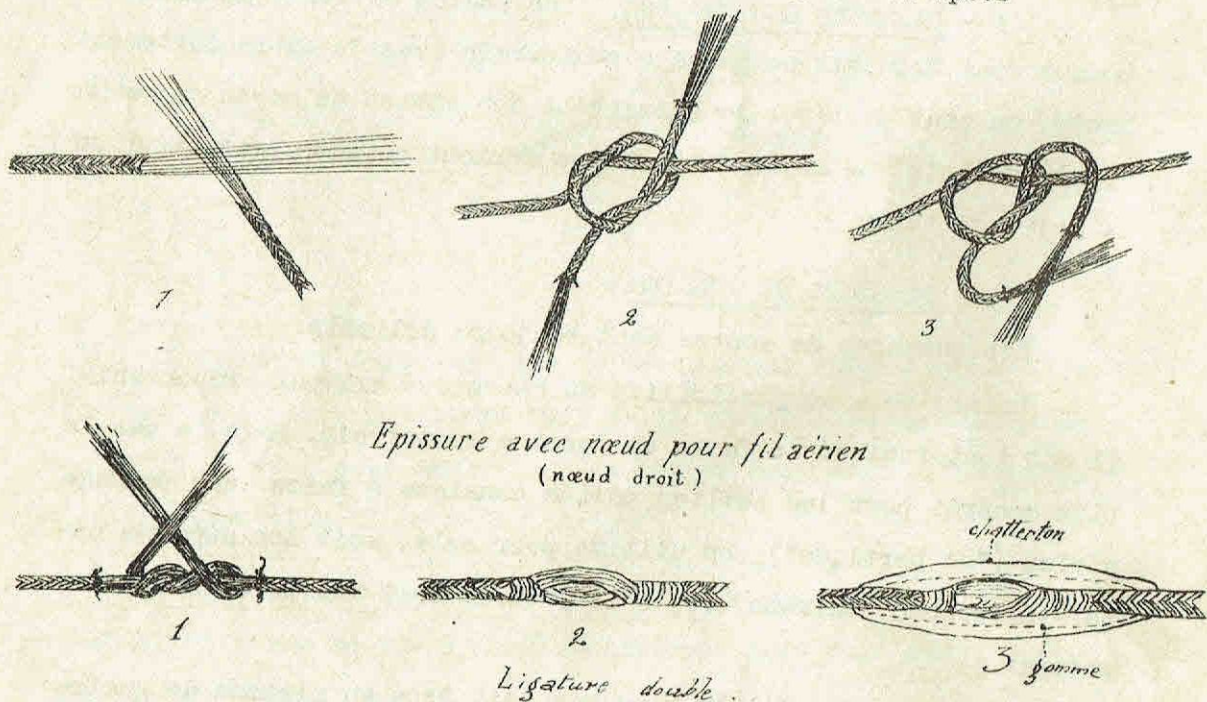
De toutes façons, on ne traverse une route ou un chemin que lorsqu'il est impossible de faire autrement.

III

42.- LIGATURES.

La bonne confection des ligatures et épissures est indispensable pour le bon fonctionnement d'un réseau téléphonique; très fréquemment c'est le manque de soin des téléphonistes dans les raccords et réparations de lignes qui provoque les fonctionnements défectueux d'un circuit.

Le décapage doit être parfait. Les fils doivent être noués ensuite avec soin, tous les brins soigneusement enroulés et rattachés pour éviter une perforation de l'isolant (question surtout importante pour les lignes qui ont contact avec le sol); puis convenablement revêtus d'un isolant. Voir les figures ci-après



Les câbles à fil d'acier présentent de grandes difficultés pour faire des épissures impeccables.

§ IV

PRISES DE TERRE.

43.- Il est réglementaire d'installer les liaisons téléphoniques en circuits "à deux fils". En particulier, le "retour par la terre" est rigoureusement interdit à proximité de l'ennemi, à cause de la facilité qu'aurait ce dernier pour capter les communications.

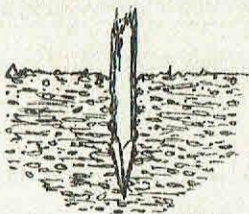
Toutefois, des cas spéciaux peuvent justifier l'emploi de ce "retour par la terre", exemples :

- a)- période d'avance rapide, lorsque les installations ennemies sont complètement désorganisées;
- b)- nécessité absolue d'établir une liaison avec un point donné alors qu'on ne dispose pas d'une longueur suffisante de fil;
- c)- exercices ou manoeuvres à l'arrière.

De plus, nous verrons plus loin (cinquième partie) qu'il est possible de faire de la télégraphie secrète avec le "Fullerphone", même avec "retour par la terre". Il y a donc lieu de parler de la façon de faire les "prises de terre".

44.- Les prises de terre doivent être faites avec le plus grand soin, car une mauvaise prise de terre peut introduire dans le circuit une résistance considérable.

La terre elle-même importe assez peu entre les prises A et B.



Le point le plus délicat est le contact entre la terre et le piquet enfoncé.

45.- La qualité d'une prise de terre dépend :

- 1°)- de la nature du sol et de l'humidité.

Exemples avec un même piquet planté de la même manière :

- a)- dans le sable sec $R = 1800 \text{ à } 7000 \text{ ohms}$;
- b)- dans le sable humide $R = 1000 \text{ ohms}$;
- c)- dans l'argile humide $R = 100 \text{ ohms}$.

2°)- de la surface de la prise de terre et de sa forme :

Il convient d'avoir la surface métallique la plus grande possible en contact avec le sol : les fers de pelle, de pioche, etc.. sont meilleurs que les simples piquets de terre.

Pour obtenir une résistance aussi faible que possible, il est bon, lorsqu'on le peut, d'utiliser des conduites d'eau, des grillages enfoncés dans le sol, etc ... On améliore considérablement une prise de terre en enterrant dans le sol sur une longueur de quelques mètres un ou plusieurs fils de cuivre nus.

3°)- de la liaison du fil de terre avec l'objet métallique (piquet ou autre) enfoncé en terre.- Tous deux doivent être soigneusement décapés, et notamment complètement débarrassés de toute trace de graisse, de rouille, d'oxydation et surtout de peinture, cette dernière constituant un bon isolant.

46.- REALISATION D'UNE BONNE PRISE DE TERRE.-La prise de terre se fait habituellement à l'aide d'un piquet de fer galvanisé creux, percé vers son extrémité de manière à permettre l'écoulement de l'eau. Ce piquet doit être enfoncé dans un terrain humide, tel que le fond d'un fossé, le sol d'une prairie ou d'un champ, le fond d'une mare, une touffe épaisse d'herbe, un taillis etc Un cours d'eau, un puits, une mare constituent une excellente prise de terre; par contre, il convient d'éviter les masses d'eau isolées du sol tels que citernes, réservoirs, flaques d'eau contenus dans le creux des rochers.

Il y a lieu de remarquer également que l'eau courante claire est d'une conductibilité relativement faible : aussi ne faut-il pas se contenter de plonger simplement le piquet de terre dans l'eau, mais l'enfoncer dans le lit du ruisseau.

Enfin, il peut arriver que, par temps sec, éloigné de tout cours d'eau, mare ou puits, on ne rencontre pas de terrain suffisamment humide. On n'a alors que la ressource de chercher un endroit

aussi abrité que possible, dont le sol soit assez perméable pour qu'en y versant de l'eau, celle-ci puisse traverser la couche sèche et atteindre un terrain plus humide. On creuse un trou, on y introduit le piquet de terre et on laisse couler d'une manière continue un mince filet d'eau, de manière à maintenir le sol toujours humide.

Ces précautions elles-mêmes peuvent être sans effet. Si, par exemple, le terrain sec dans lequel le piquet est enfoncé repose sur un banc de granit, de grès ou même de calcaire dur, le contact avec la terre pourra se trouver tout à fait insuffisant, la petite masse dans laquelle on fait pénétrer l'eau formant alors la seule partie conductrice du sol.

S'il existe des arbres dans le voisinage, on peut tenter l'emploi du procédé suivant : une vrille est enfoncée dans l'une des parties vives d'un arbre, de manière à pénétrer jusqu'aux couches voisines du coeur; celles-ci offrent toujours une certaine humidité et communiquent, par les vaisseaux qui portent la sève jusqu'aux extrémités des racines, lesquelles, lorsque l'arbre est un peu fort, s'étendent très loin et recherchent elles-mêmes l'humidité. On peut ainsi espérer se procurer une prise de terre suffisante.

Mais, d'une façon plus générale, surtout si l'on doit assurer le service pendant un certain temps, il est préférable d'aller chercher, même loin du poste, un bon contact avec la terre; on déroule alors sur le sol un fil nu que l'on enfouit dans une tranchée.

Lorsque la distance de la prise de terre au poste est considérable, la disposition qui vient d'être indiquée revient à installer sur une certaine longueur un circuit à deux fils. Mais il importe de remarquer que, pour le fil de terre, la seule condition à observer est la continuité; non seulement il n'y aura pas lieu de se préoccuper de son isolement, mais il faudra, au contraire, partout où la chose sera possible, le mettre en contact avec le sol.

On verra plus loin, à la fin de la troisième partie, les considérations importantes relatives à l'emploi des prises de terre des postes centraux.

47.- Les quelques considérations précédentes sur les prises de terre s'appliquent à tous les cas où on est appelé à les employer; c'est-à-dire non seulement au téléphone, mais encore au télégraphe avec fils, au téléphone sans fils, au fullerphone et à la T.P.S.

À ces exemples, pris dans les Transmissions, ajoutons les prises de terre pour paratonnerres et les prises de terre pour réseaux industriels (point neutre des réseaux triphasés par exemple).

Les conditions idéales pour toutes ces prises de terre sans exception, sont d'avoir une résistance nulle. Dans la pratique, on peut affirmer qu'elles ne sont jamais assez bonnes.

Mais, suivant les applications, on peut s'éloigner de cette résistance nulle jusqu'à pouvoir admettre des valeurs très élevées.

Exemples numériques de valeurs approximatives pouvant être acceptées, mais non parfaites :

Pour les paratonnerres et les réseaux industriels :	5 à 10 ohms;
Pour la T.P.S.	: 50 à 100 ohms;
Pour la T.S.F. émission	: 50 à 200 ohms;
Pour le téléphone	: 200 à 1000 ohms;
Pour la T.S.F. réception	: 200 à 2000 ohms.

(Voir au Titre I des Travaux pratiques les pages 23 à 26).

==+==+==+==+==+==+==+==+==+==

ETUDE TECHNIQUE D'UN CIRCUIT TELEPHONIQUE

§ I

48.- Cette étude a pour but d'apprendre à déterminer "l'état" d'un circuit sans bouger de son poste, c'est-à-dire à déterminer les pannes éventuelles sans qu'il soit besoin d'aller le long de la ligne.

Elle est basée sur les effets manifestés par un courant dans un circuit.

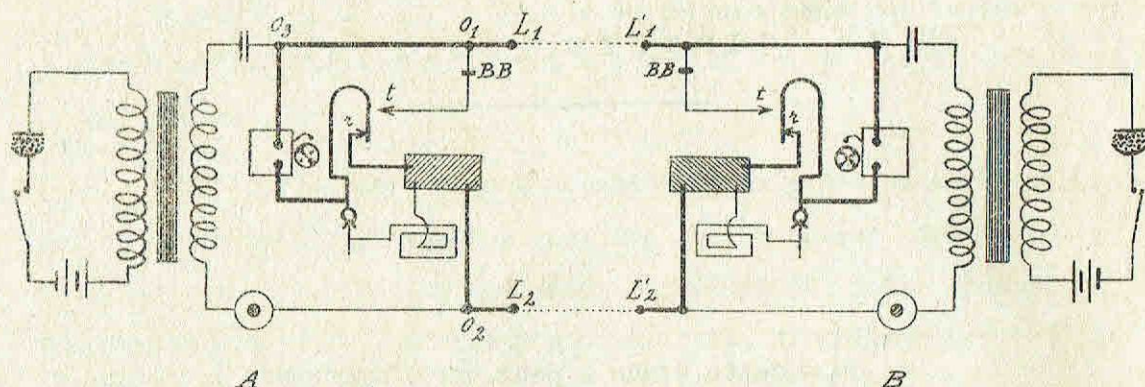
Dans le cas qui nous occupe, nous pouvons, dans le circuit téléphonique, mettre en jeu deux types de courants :

- a)- le courant créé par la magnéto d'appel;
- b)- le courant de conversation.

Le premier est caractérisé par une fréquence de variation très faible (une dizaine) et une intensité débitée relativement très forte ($\frac{1}{50}$ ampère par exemple).

Le deuxième est caractérisé par une fréquence beaucoup plus élevée (fréquence musicale) et une intensité débitée très faible ($\frac{1}{1000\ 000}$ ampère par exemple).

49.- L'un et l'autre peuvent manifester des effets très nets dont l'interprétation permet au téléphoniste d'affirmer que telle panne vient de se produire dans le circuit. Mais il est évident que c'est le courant le plus intense qui mettra en jeu les effets les plus "forts".



Nous préférons donc, pour cette étude, utiliser le courant créé par la magnéto dans le circuit : ligne, sonnerie de l'appelé, plot de repos et masse de l'appelé, c'est-à-dire sur le schéma ci-dessus : $L_1 L'_1 O_3 S r M L'_2 L_2$.

§ 2

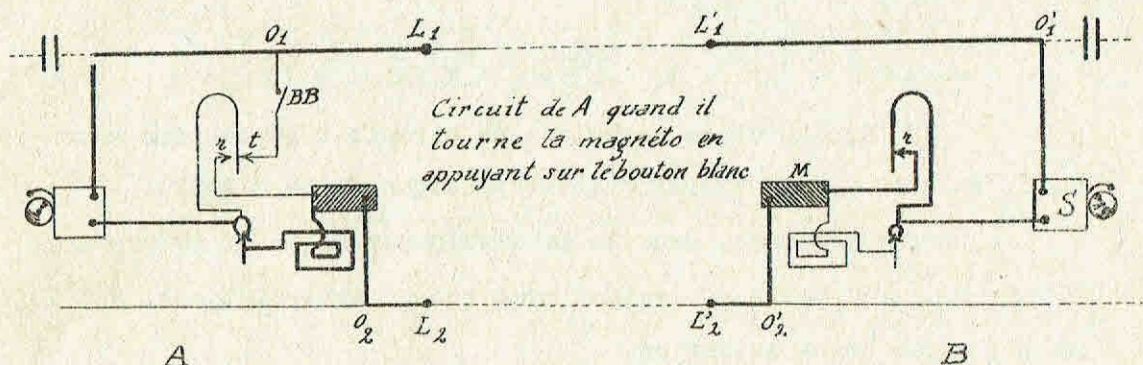
Effets normaux dans un circuit normal.

50.- Ces effets sont mis en évidence à l'aide du courant de la magnéto. Dans un circuit normal, la résistance ohmique est de 400 ohms environ : 200 ohms de ligne pour une distance de 2 km et 200 ohms de sonnerie du poste appelé.

En tournant la magnéto, le courant débité dans cette résistance est "moyen", soit approximativement 2/100 d'ampère.

A - Le courant étant "moyen", l'induit de la magnéto est, comme le reste du circuit, parcouru par un courant "moyen". Ce courant moyen crée dans l'induit un flux "moyen" et l'antagonisme de ce flux "moyen" avec le flux de l'aimant inducteur est aussi "moyen". Plus brièvement, nous dirons que l'induit est le siège d'une "réaction d'induit" moyenne qui constituera la réaction d'induit normale. On a peu de difficultés à mouvoir l'induit dans le flux inducteur. La magnéto est peu dure à tourner (dureté normale).

B - Si on force ce courant à passer dans "notre" sonnerie, en appuyant sur le bouton blanc, la résistance du circuit s'accroît des 200 ohms de notre sonnerie. Le courant dans ce circuit sera donc inférieur au courant normal. "Notre" sonnerie résonnera, mais avec moins d'énergie que si elle était alertée normalement (celle du correspondant aussi).



C - En mettant les doigts aux bornes et en tournant la magnéto, comme les doigts sont bien plus résistants que la résistance normale du circuit :

a)- si les doigts sont très secs, on sent "très peu" ou "pas" de courant;

b)- si les doigts sont humides, on sent "un peu" de courant.

51.- On a donc au total, dans un circuit, trois effets nettement caractérisés :

- A - la dureté de la magnéto;
- B - l'énergie de sa sonnerie quand on appuie sur le bouton blanc et qu'on tourne la magnéto;
- C - la sensation de courant aux bornes.

52 - Remarque.-

Le téléphoniste avisé a dosé les différents effets précédents : dureté de magnéto, énergie avec laquelle résonne la sonnerie, courant ressenti avec les doigts mouillés ou secs, avec la langue, etc... Il en déduit les renseignements dont il a besoin.

Exemple : Quand il sent beaucoup de courant avec les doigts secs, il en déduit qu'il en passe peu en ligne, c'est-à-dire, qu'il y a une grosse résistance en circuit (rupture possible);

Quand il ne sent pas de courant, même avec la langue, il en déduit qu'il passe en entier dans la ligne, c'est-à-dire qu'il y a une résistance très faible en circuit (court-circuit possible).

§ 3

53.- L'étude technique du circuit téléphonique se confond, en fait avec la "vérification" pratique de ce circuit.

En conséquence, nous ne la développerons pas ici et nous nous reporterons au Cours de Travaux pratiques : Manipulations N^{os} 10 et 11, pages 83 et suivantes.

==||==||==||==||==||==||==||==||==

TROISIÈME PARTIE.



TABLEAUX

ANNONCIATEURS.



Chapitre I

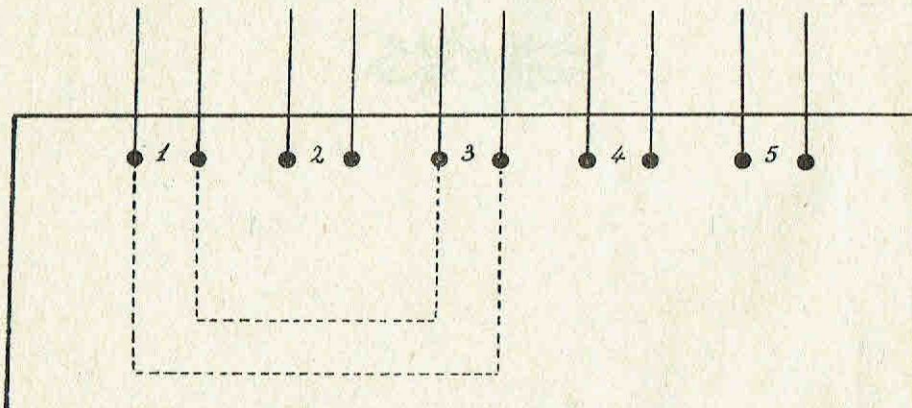
PRINCIPE GÉNÉRAL

54.- Pour que deux correspondants puissent parler entre eux, il faut fermer le circuit de l'un sur le circuit de l'autre, c'est-à-dire réunir les bornes d'un appareil aux bornes de l'autre.

Les fils de connexion constituent la "ligne téléphonique", laquelle peut atteindre plusieurs centaines et même plusieurs milliers de kilomètres.

Mais lorsque plusieurs correspondants sont localisés dans une même région, réunir deux à deux leurs appareils respectifs aboutirait à un réseau inextricable, de rendement inacceptable, tant au point de vue économique qu'au point de vue technique.

On choisit alors un point, approximativement "central" par rapport à tous les correspondants intéressés, et on fait arriver en ce point le circuit de chacun sur un tableau de distribution. Ce tableau constitue le "central" où aboutissent toutes les lignes des "abonnés" de l'endroit. C'est sur ce tableau central que se fait la connexion entre les bornes du demandeur et les bornes du demandé.



Principe du tableau de distribution placé en un lieu "central" par rapport à tous les correspondants du réseau.

Le téléphoniste préposé au fonctionnement du tableau n'a qu'à mettre en intercommunication le demandeur et le demandé.

Ci-contre, 1 et 3 sont en intercommunication.

55.- Pratiquement, le préposé à la garde du tableau ne peut mettre en intercommunication le demandeur et le demandé qu'après avoir pris connaissance du demandeur et de sa demande.

Il devra donc :

1°)- pouvoir être appelé séparément par chacun des usagers du tableau ("abonnés" du central);

2°)- pouvoir entrer lui-même en conversation avec l'abonné qui appelle (demandeur);

3°)- enfin, pouvoir par un jeu de contacts simples, mettre en intercommunication le demandeur et le demandé.

La suite de ces trois opérations constitue le fonctionnement normal du "central".

=====

Chapitre II

ÉTUDE D'UN TABLEAU ANNONCIATEUR

RÉGLETTE

56.- Chaque abonné jouant exactement le même rôle l'un que l'autre, tout ce qu'on dira sur l'un sera répété exactement pour les autres. Il suffit donc d'étudier les accessoires d'un seul abonné.

§ 1

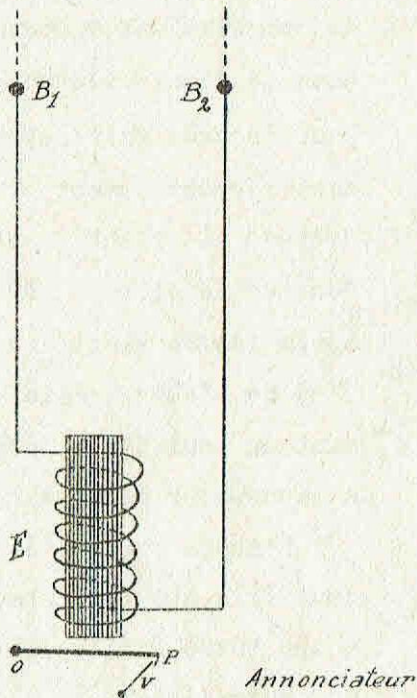
ANNONCIATEUR D'APPEL.

L'abonné doit pouvoir se faire reconnaître. Pour cela, on branche sur le tableau aux bornes d'arrivée de sa ligne un "annonciateur" d'appel, voyant ou sonore.

L'annonciateur sonore est peu pratique parce qu'il ne permet pas au téléphoniste "centraliste" d'identifier immédiatement le demandeur, de sorte qu'en général, l'annonciateur d'appel sera voyant : lampe ou chute d'un petit volet.

Pour la téléphonie en campagne, c'est le volet qui est le plus pratique. C'est lui que nous étudierons en détail.

Aux bornes B_1 B_2 des fils d'arrivée de l'abonné sur le tableau est branché un petit électro-aimant E ayant comme armature attirable une très légère palette p mobile autour de O et terminée par un petit croc.



Ce petit croc maintient, au repos, un petit volet V .

Ce volet tombe lorsque la palette p est attirée par l'électro, c'est-à-dire quand l'abonné tourne sa magnéto.

§ 2

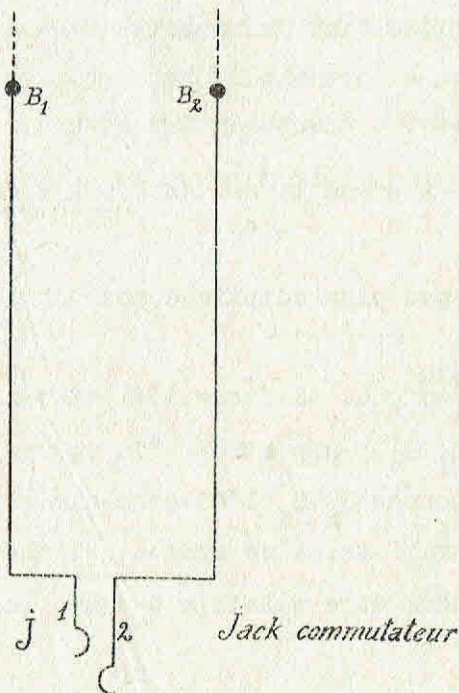
JACK COMMUTATEUR.

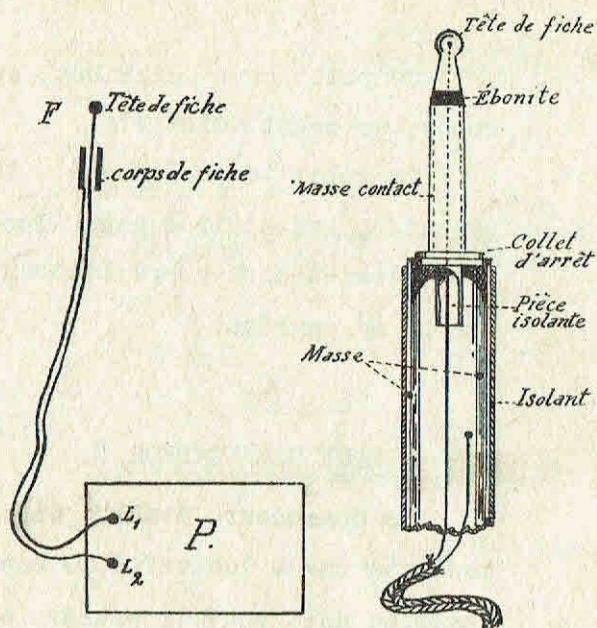
Le demandeur étant ainsi instantanément identifié, le centraliste doit pouvoir entrer en liaison avec lui. Pour cela, il dispose :

a)- d'un appareil téléphonique ordinaire P ;

b)- d'un organe de connexion commode entre son appareil et les bornes du demandeur : fiche de commutation F fonctionnant de la manière suivante :

Aux bornes B_1 B_2 des fils d'arrivée de l'abonné sur le tableau est branché un jeu de contacts J formant mâchoire, la branche de cette mâchoire correspondant à la borne B_1 , la branche 2 à la borne B_2 .





D'autre part, la "fiche de commutation" F dont dispose le "centraliste" se compose de deux fils aboutissant respectivement à la "tête" de fiche et au "corps" de fiche, tête et corps isolés électriquement l'un de l'autre, mais formant un seul bloc commode à manoeuvrer à la main.

L'autre extrémité des deux fils aboutit, chacune, à une borne de l'appareil P du centraliste.

Pour entrer en liaison avec le demandeur, le centraliste n'a qu'à effectuer la commutation entre ses propres bornes et les bornes du demandeur en enfonçant sa fiche dans la mâchoire 1 - 2. La tête de fiche entre en contact avec la branche 1, le corps avec la branche 2 et le centraliste est ainsi connecté au demandeur.

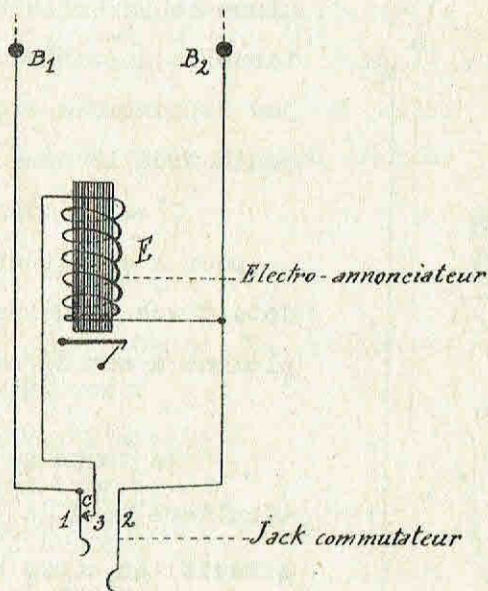
L'ensemble des branches 1 - 2 prend le nom de "Jack commutateur".

En réalité, ce jack est un peu plus compliqué pour obvier à l'inconvénient suivant :

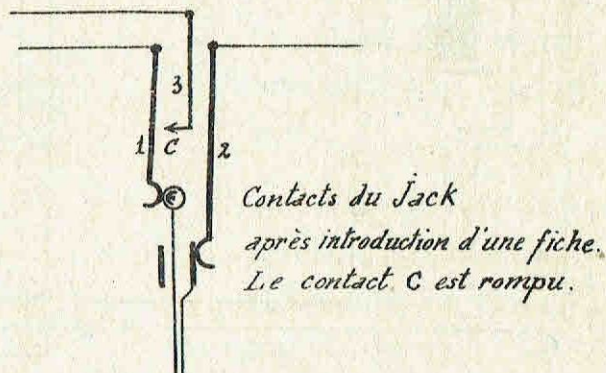
Avant que le centraliste n'enfonce sa fiche, l'électro-aimant annonceur est seul aux bornes $B_1 B_2$, mais après l'introduction de la fiche F, il y a à la fois aux bornes $B_1 B_2$ l'électro-aimant annonceur et l'appareil P du centraliste. A ce moment, l'électro-annonceur est inutile et peut même être nuisible à cause de la dérivation parasite qu'il crée.

On le supprime en rompant son circuit par l'introduction même de la fiche et c'est cette rupture qui complique un peu le schéma.

Le circuit de l'électro, au lieu de se fermer simplement, passe par un petit contact C entre la branche 1 du Jack et une nouvelle branche 3.



Les branches 2 et 3 sont rigidelement fixées; mais la branche 1 est légèrement flexible; de plus, la tête de fiche est un peu plus grosse que le profil de l'ouverture 1 - 2. L'introduction de la fiche force alors la branche 1 à s'écarter légèrement, rompant ainsi le contact C et mettant hors circuit l'électro-annunciateur.



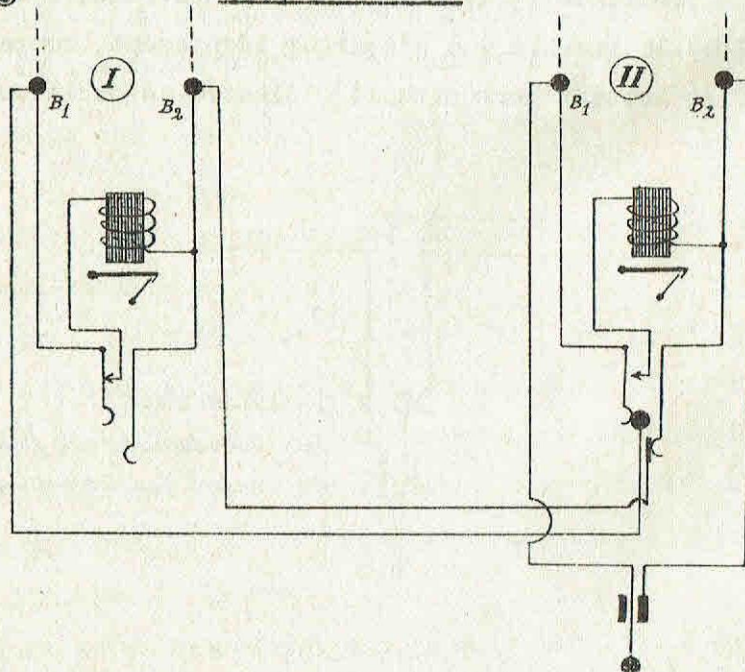
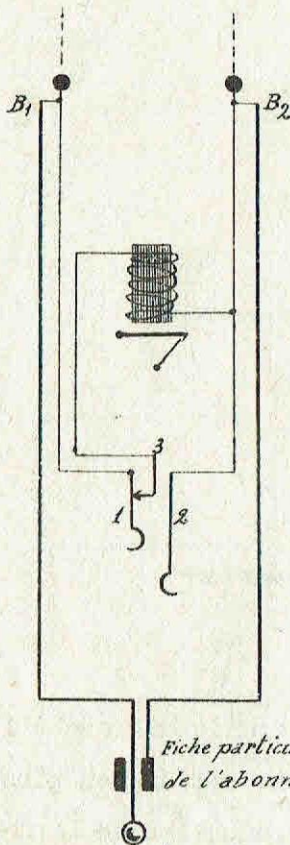
FICHE PARTICULIERE DE L'ABONNE.

Il ne reste plus qu'à voir le mécanisme de la troisième opération, celle pour laquelle le tableau a été établi : par un jeu de contacts simple, mettre en intercommunication le demandeur et le demandé.

C'est l'opération la plus simple : pour l'effectuer, chacun des abonnés est doté d'une fiche particulière, branchée simplement à ses bornes $B_1 B_2$.

En temps de repos, cette fiche particulière pend du tableau sans fermer aucun circuit. Au cours des opérations 1 et 2, elle ne sert à rien et n'introduit aucune gêne.

Pour effectuer l'opération 3, il suffit de l'enfoncer dans le Jack-commutateur du demandé (II).



Le demandeur I est alors relié au demandé II.

57.- REMARQUE.-

L'introduction dans le Jack de II de la fiche de I suffit à établir la connexion. Mais l'électro-annonceur de I reste en dérivation aux bornes $B_1 B_2$ du circuit; pour améliorer la communication, on peut également introduire la fiche du demandé II dans le Jack du demandeur I. Il n'y a plus alors de dérivation parasite. Cette double commutation n'est du reste pas nécessaire.

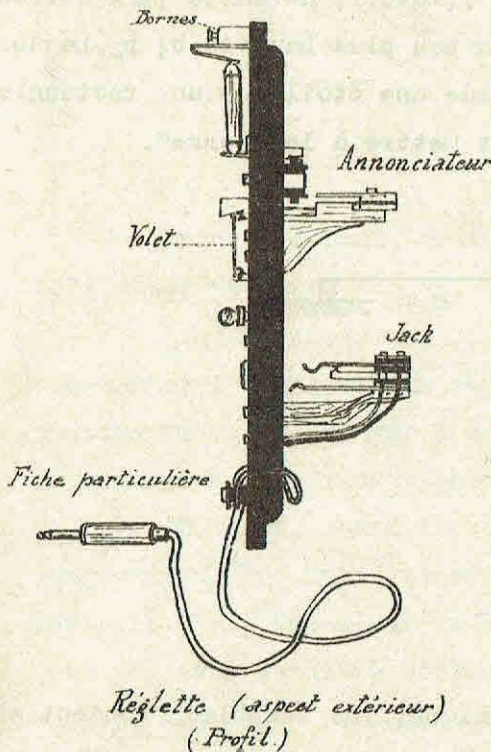
§ 4

En résumé :

58.- A)- pour chaque abonné, le tableau devra comporter trois accessoires fondamentaux :

- | | |
|---|-------------------------------|
| { | <u>l'Annonceur d'appel;</u> |
| | <u>le Jack commutateur;</u> |
| | <u>la Fiche particulière.</u> |

Ces trois accessoires sont fixés sur une petite planchette; le tout prend le nom de "réglette".



Il y en a une par abonné et chacune est indépendante de la voisine : sur un tableau complet, on peut en supprimer, en remplacer ou en ajouter sans que le fonctionnement des autres soit modifié.

Elles sont amovibles, interchangeables et indépendantes.

59.- B)- en plus, pour le téléphoniste chargé de l'exploitation du central, il faudra un appareil téléphonique ordinaire et une fiche, dite alors "fiche-mère", avec laquelle

il pourra se mettre en connexion avec n'importe quel abonné, demandeur ou demandé.

Cet appareil, muni de cette fiche-mère, lui permettra :

- a)- de se mettre en connexion avec un abonné (répondre à un "demandeur" ou appeler un "demandé");
- b)- de surveiller, le cas échéant, les conversations entre deux abonnés en enfonçant sa fiche-mère dans le Jack de l'un ou de l'autre;
- c)- de se rendre compte des pannes, de les déceler et, éventuellement, d'y porter remède.

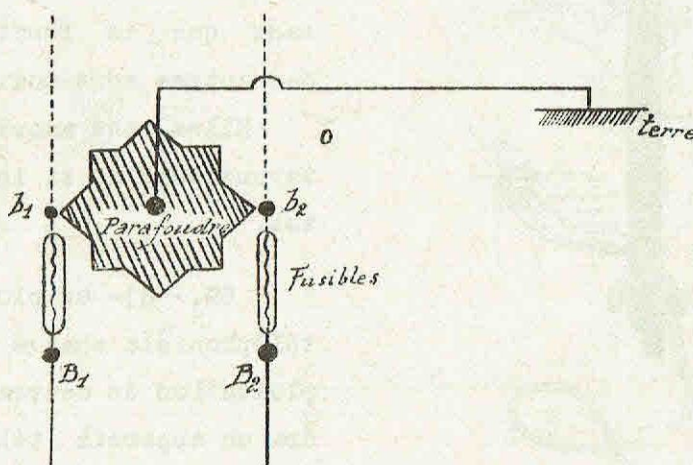
§ 5

60.- Accessoires secondaires d'une réglette.

Il y en a deux :

A - Un système de protection : fusibles-parafoudre.

Avant les bornes B_1 B_2 se trouvent deux fusibles destinés à fondre sous un courant un peu intense (1 ampère par exemple) : foudre, courant électrique parasite .. etc., de sorte que l'entrée de la réglette se trouve reportée un peu plus haut en b_1 b_2 . De plus, près des bornes b_1 b_2 , se trouve fixée une étoile ou un rectangle dentelé qu'une connexion simple peut mettre à la "terre".

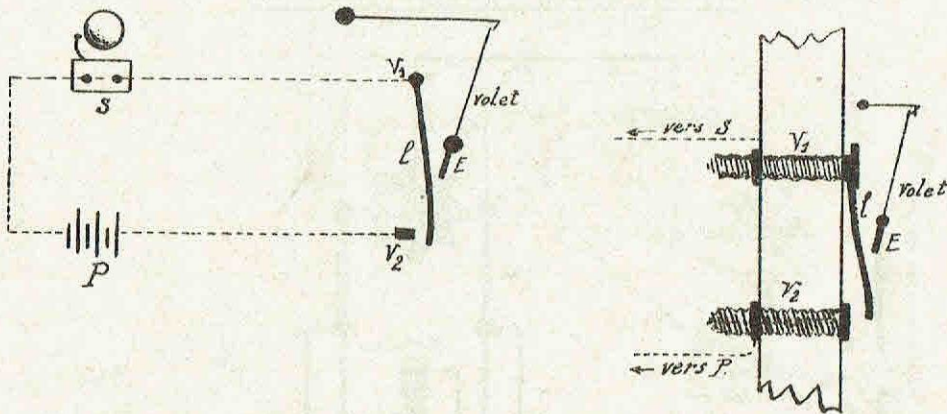


Quand la foudre frappe une ligne, les fusibles fondent et le courant s'écoule au sol à travers le diélectrique air compris entre les bornes b_1 b_2 et l'étoile parafoudre.

Quand il s'agit seulement d'un courant électrique parasite, les fusibles fondent simplement et le circuit reste ouvert, c'est-à-dire rompu.

B - Un système de sonnerie auxiliaire doublant l'appel visuel pour le téléphoniste qui, pour une raison ou pour une autre, n'a pas les yeux fixés sur le volet du tableau.

Pour réaliser cet appel auxiliaire, le volet se termine par un épaulement E. Derrière cet épaulement, se trouve une petite languette ℓ flexible et très légère; cette languette est fixée d'une part à une vis V_1 qui traverse l'épaisseur de la réglette et libre d'autre part,



mais elle peut, sous une très petite pression, venir au contact d'une deuxième vis V_2 .

Si, à l'extérieur de la réglette, on a disposé entre V_1 et V_2 une sonnerie auxiliaire S et une batterie de piles auxiliaire P, il suffira de faire appuyer ℓ sur V_2 pour que la sonnerie S fonctionne. ce contact sera effectué par la chute du volet :

en effet, quand le volet tombe, l'épaulement appuie sur la languette ℓ qui vient alors en contact avec V_2 et le circuit de la batterie P est fermé sur la sonnerie S.

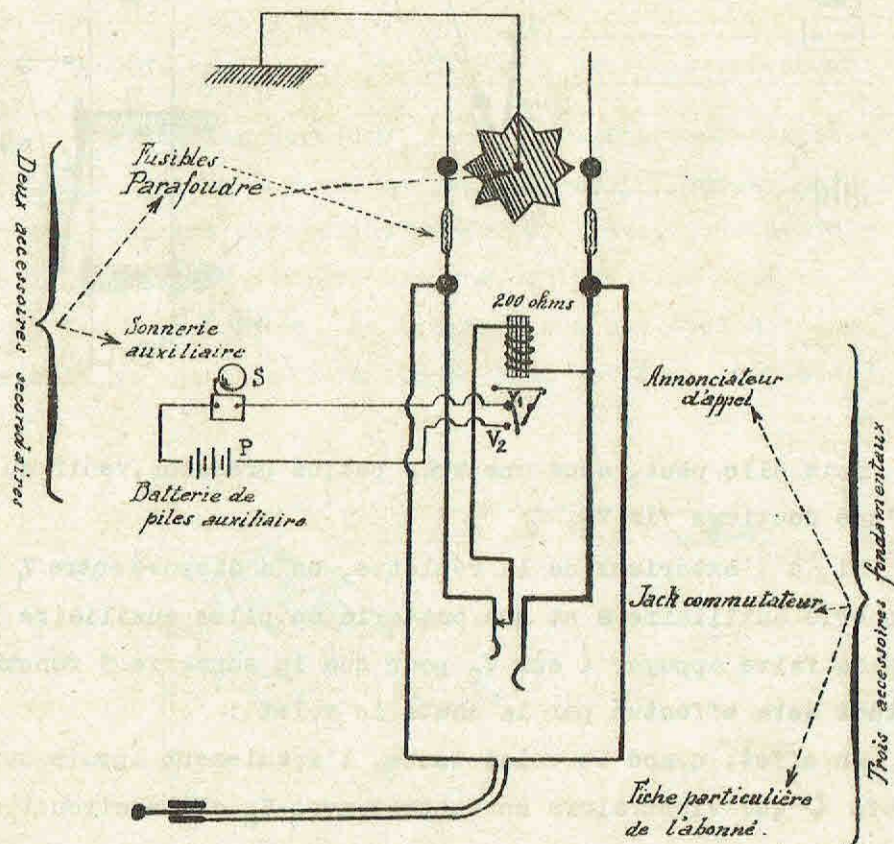
Cette dernière résonne jusqu'à ce que le centraliste, ainsi alerté, soit venu relever le volet.

Il n'est évidemment pas nécessaire que le centraliste, lorsqu'il entend la sonnerie auxiliaire, sache quel est le demandeur. L'essentiel est qu'il soit alerté : en venant relever le volet, il verra bien quel est ce demandeur.

Aussi est-ce la même sonnerie et la même batterie de piles qui fonctionnent quel que soit le volet qui tombe. Sur le bâti qui supporte la réglette (bâti du tableau) les vis V_1 de toutes les réglettes sont réunies ensemble par une barrette. De même, les vis V_2 de toutes les réglettes sont réunies ensemble par une autre barrette (Voir plus loin).

§ 6

61 - Schéma d'une réglette complète.



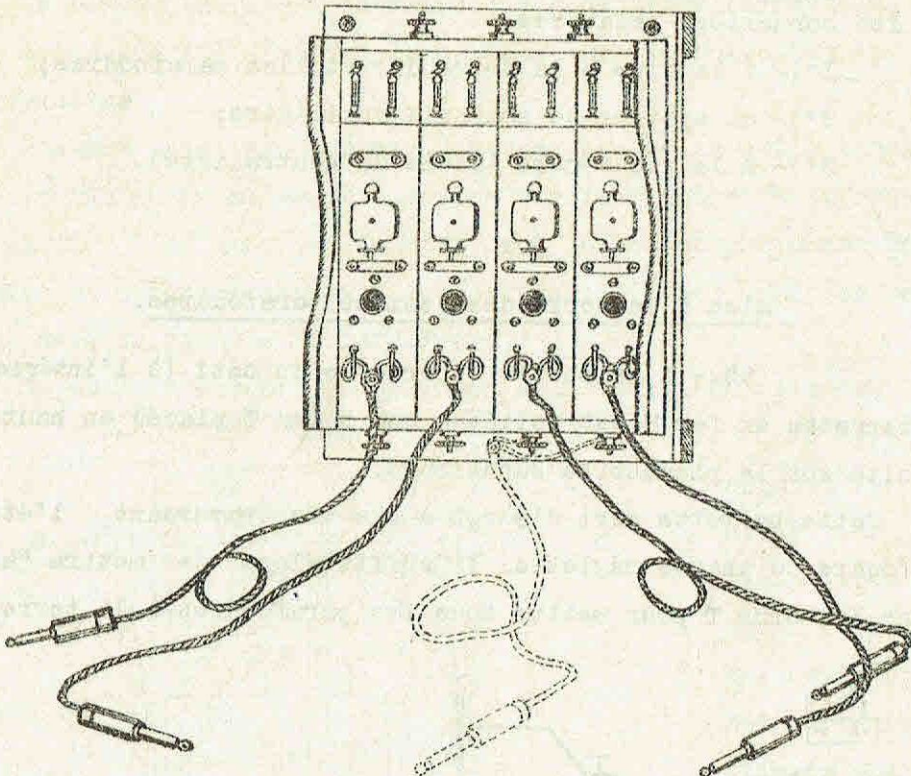
62.- En définitive, le schéma d'une réglette complète est le schéma ci-dessus.

On en juxtapose plusieurs sur un support et on a un "tableau annonciateur".

Quand il y en a "n" sur un support (bâti du tableau), on dit qu'on a un tableau annonciateur à "n directions".

§ 7

63.- Schéma de quelques réglottes juxtaposées et fixées sur un bâti-support, le tout formant le
" tableau annonciateur ".



Les types courants que l'on rencontre dans les transmissions militaires sont :

à 4 directions (type d'instruction - type de campagne du début de la guerre);

à 8 ou 12 directions (type de batterie d'artillerie);

à 18 directions (type du groupe d'artillerie);

à 30 et 50 { (Standard type de groupement, Division ou autres
directions { grandes unités).

Chapitre III

64.- BÂTI DU TABLEAU.

C'est le support en bois sur lequel on visse les réglottes.
En plus du rôle de support, il joue le rôle d'auxiliaire pour les connexions relatives :

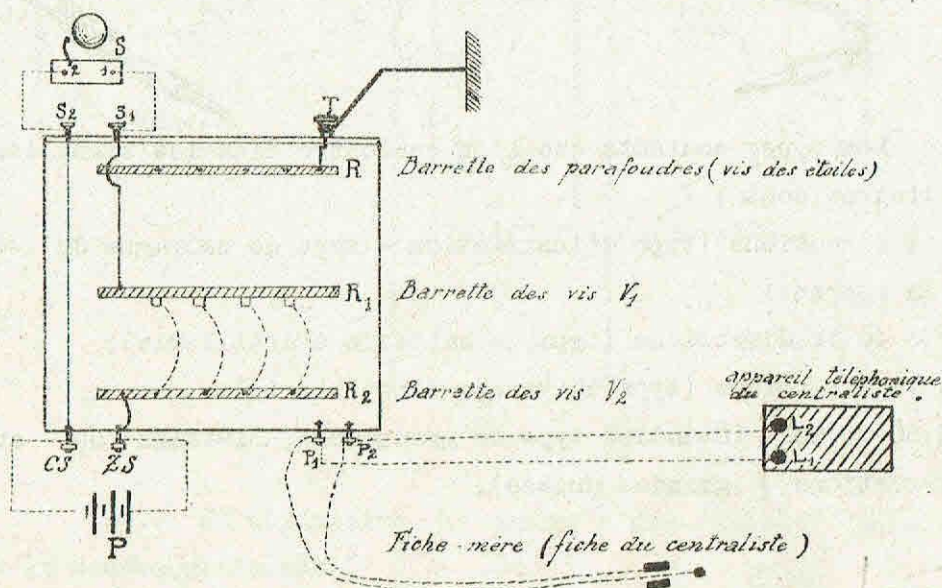
- 1°)- à la mise à la terre des étoiles parafoudres;
- 2°)- au système de sonnerie auxiliaire;
- 3°)- à la fiche-mère (fiche du centraliste).

§ 1

Mise à la terre des étoiles parafoudres.

65.- A la partie supérieure du bâti (à l'intérieur), une barrette en fer R est reliée à une borne T placée en haut et à droite sur la planchette supérieure.

Cette barrette sert d'écrou à une vis traversant l'étoile parafoudre de chaque réglotte. Il suffit alors de mettre "à la terre" la borne T pour mettre tous les parafoudres à la terre.



§ 2

Connexions du système de sonnerie auxiliaire.

66.- Au milieu du bâti (à l'intérieur), une barrette identique R_1 supporte des petites lames sur laquelle viennent buter les vis V_1 des réglottes.

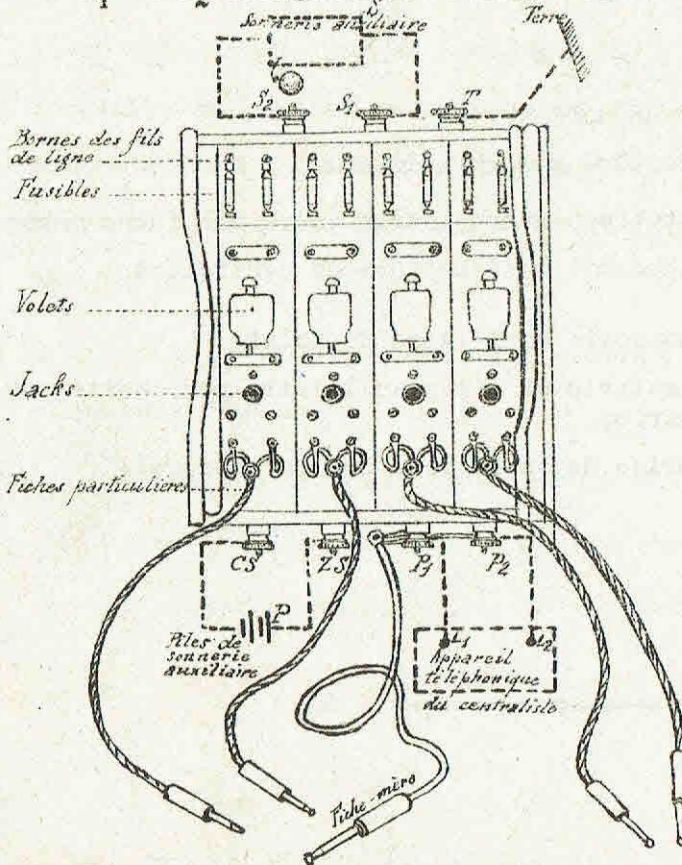
D'autre part, une connexion permanente relie cette barrette à une borne S_1 placée en haut et à gauche sur la planchette supérieure.

En bas du bâti (à l'intérieur), une deuxième barrette R_2 sert de butée à l'extrémité d'un fil descendant (sur la réglotte) des vis V_2 des réglottes.

D'autre part, une connexion permanente relie cette barrette à une borne CS placée en bas et à gauche sur la planchette inférieure.

Enfin, à l'intérieur du bâti, une connexion permanente relie S_2 (en haut et à gauche sur la planchette supérieure) à ZS (en bas et à gauche sous la planchette inférieure).

S_1 et S_2 désignent les bornes 1 et 2 de la sonnerie auxiliaire.



CS et ZS désignent le charbon et le zinc de la pile pour cette sonnerie auxiliaire (cette précision est du reste inutile, la question de polarité n'intervenant pas).

Il ne reste plus, quand on veut utiliser ce système de sonnerie auxiliaire S, qu'à brancher simplement une sonnerie en S_1 S_2 et une batterie de piles P en CS et ZS.

§ 3

Connexions relatives à la fiche-mère.

67.- Chaque fois que l'on a un tableau(central), le centraliste a nécessairement besoin d'une fiche (fiche-mère)venant de son appareil.

Pour être certain d'avoir cette fiche en même temps que le tableau, on la fixe à demeure sur chaque tableau à deux bornes P_1 et P_2 simplement vissées sous la planchette inférieure (en bas - à droite).

Le centraliste, pour connecter la fiche-mère à son appareil, n'a qu'à connecter les deux bornes de son appareil à ces deux bornes P_1 P_2 .

Cette connexion constitue une des premières opérations de la mise en station d'un central, en campagne.

§ 4

68.- En définitive :

Un "central" complet comporte donc :

- | | | | |
|---|------------------------|---|---|
| { | <u>essentiellement</u> | { | le tableau annonceur (avec une fiche-mère); |
| | | { | l'appareil téléphonique du centraliste; |
| { | <u>accessoirement</u> | { | 1 sonnerie auxiliaire du volet; |
| | | { | 1 batterie de piles auxiliaire pour cette sonnerie; |
| | | { | 1 prise de terre pour les parafoudres. |

==+--+--+--+--+--+==

Chapitre IV

CENTRAL EN CAISSE .

§ I

69.- En campagne, il est, en général, malaisé de s'établir convenablement : tableau vertical, fiches isolées de la terre etc ...

Aussi l'Etablissement central de la Télégraphie militaire livre aux unités, (en particulier aux groupes et aux batteries d'artillerie), tous les accessoires contenus dans une caisse, à la fois commode à transporter et pratique à mettre en station : verticalité, isolement des fiches par rapport au sol, connexions diverses, etc ...

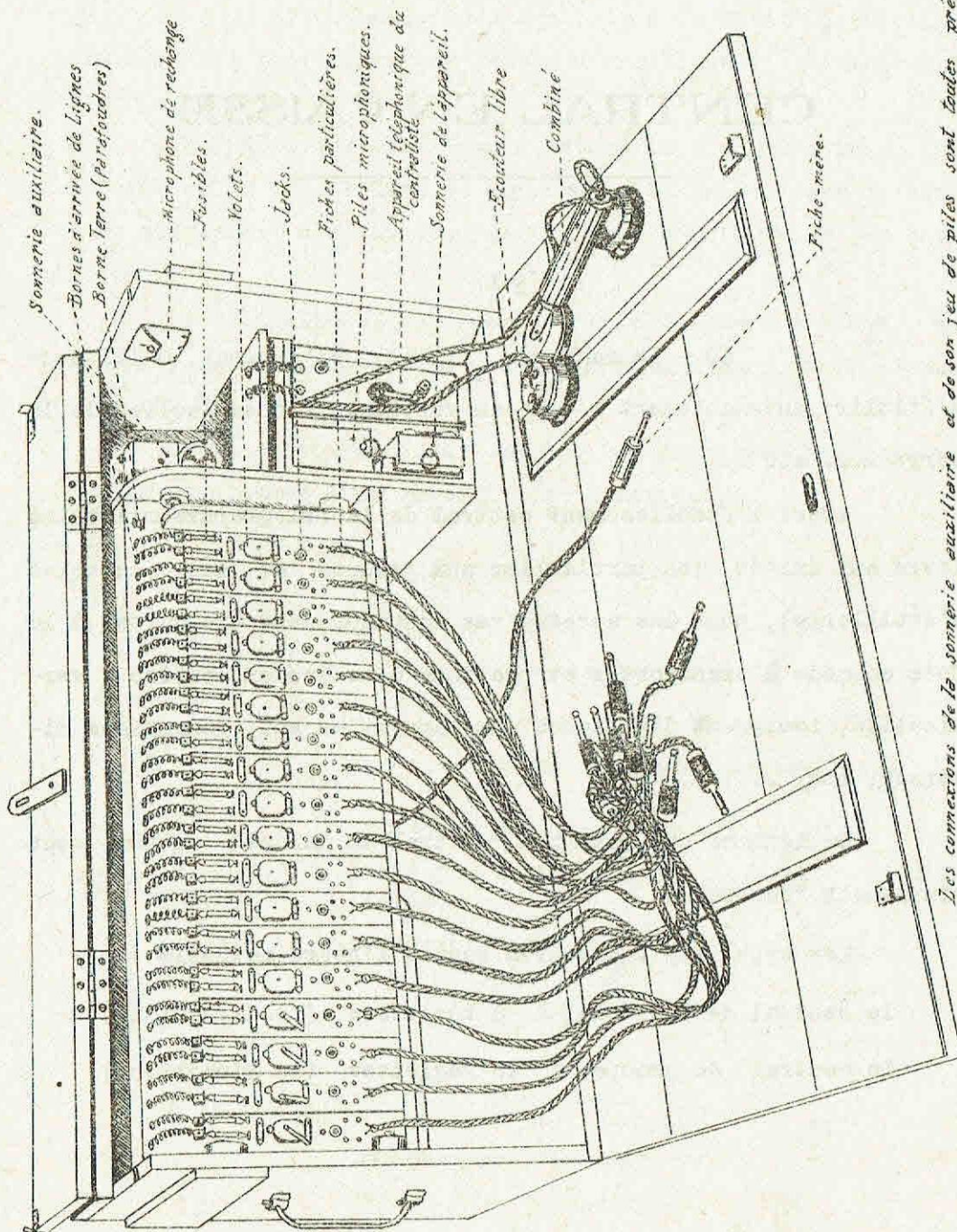
On dénomme cet ensemble "central en caisse" ou même tout simplement "central".

Les types réglementaires sont à l'heure actuelle :

le central de batterie, à 8 réglettes (8 directions),

le central de groupe, à 18 réglettes (18 directions).

70.- Vue d'un "central en caisse" type groupe (18 réglettes).



Les connexions de la sonnerie auxiliaire et de son jeu de piles sont toutes prêtes dans les centraux en caisse. (Non visibles sur la vue ci-dessus).

Le central en caisse, type batterie, a le même aspect, mais n'a que 8 Directions (8 réglettes).

Chapitre V

PRISES DE TERRE DES POSTES CENTRAUX.

§ 1

71.- Rappelons tout d'abord que le cas général d'un réseau téléphonique, comporte l'obligation du "circuit à deux fils". Seuls quelques cas tout à fait exceptionnels peuvent justifier l'emploi de la "ligne à retour par la terre".

Ceci dit, supposons que nous sommes dans un de ces cas exceptionnels. Dans ces conditions, l'emploi du retour par la terre soulève, pour les postes centraux, les remarques importantes suivantes.

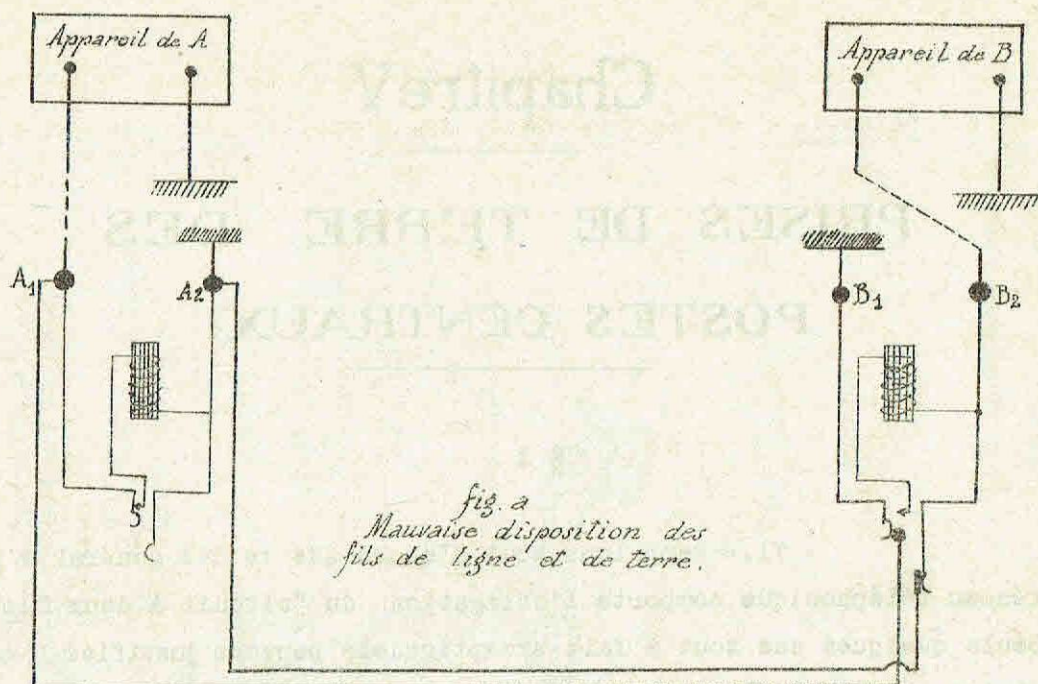
§ 2

Disposition obligatoire des fils de ligne et de terre sur les bornes de la réglette.

72.- Lorsque le circuit est "à deux fils", il est tout à fait indifférent de mettre l'un quelconque des deux fils à l'une quelconque des deux bornes de la réglette.

Mais lorsqu'on a "un retour par la terre", il en est tout autrement. En effet :

Soient deux réglettes A et B aux bornes desquelles sont fixés, sans précaution préliminaire, les fils provenant des circuits respectifs de deux abonnés (fig. a) : ainsi, pour A, on a connecté le "fil de ligne" en A_1 (borne gauche) et le "fil de terre" en A_2 (borne droite); pour B, on a connecté le "fil de ligne" en B_2 (borne droite) et le "fil de terre" en B_1 (borne gauche).



Tant que A et B restent indépendantes, c'est-à-dire tant que la fiche de l'une n'est pas enfoncée dans le jack de l'autre, rien d'anormal ne se produit. En particulier, le centraliste peut entrer en communication avec A ou B tout à fait normalement.

Mais si on met A et B en intercommunication, on crée aussitôt une panne radicale :

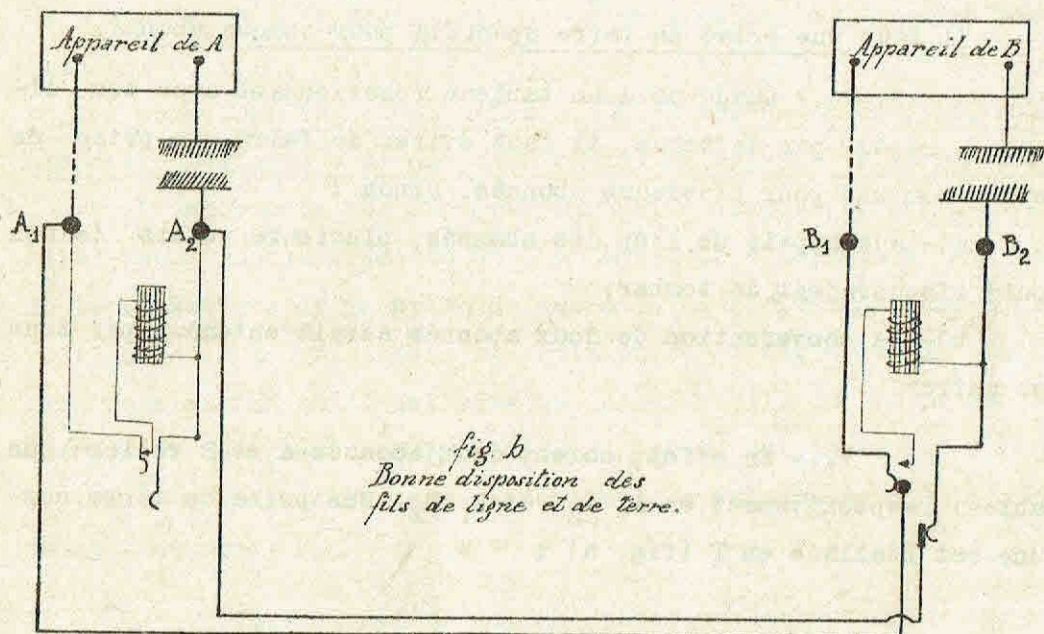
la borne A_1 est mise en connexion avec la borne B_1 par l'intermédiaire de la tête de fiche, ce qui revient à mettre à la terre le fil de ligne fixé en A_1 . Conclusion : la ligne de A est court-circuitée.

De même, la borne B_2 est mise en connexion avec la borne A_2 par l'intermédiaire du corps de fiche, et la ligne de B est court-circuitée.

Sur la communication établie entre A et B, il y a donc deux court-circuits créés par l'introduction de la fiche. Un seul suffirait du reste à créer la panne.

73.- Cet accident se produit parce que le fil de ligne est sur la borne gauche pour A, tandis qu'il est sur la borne droite pour B.

Le remède est d'intervertir sur la réglette B (ou sur la réglette A) les fils de ligne et de terre. Alors les deux fils de ligne seront respectivement sur la borne gauche : A_1 et B_1 et les fils de terre respectivement sur la borne droite : A_2 et B_2 (fig. b).



74.- D'où la règle rigoureuse :

Dans l'emploi d'un tableau avec "retour par la terre", convenir de mettre les fils de ligne sur les bornes gauches (par exemple) et les fils de terre sur les bornes droites.

§ 3

75.- Les remarques du paragraphe précédent entraînent obligatoirement pour un tableau la nécessité d'avoir des connexions identiques pour toutes les fiches particulières : têtes de fiche connectées à gauche (par exemple) et corps de fiche à droite.

Cette disposition est réalisée évidemment dans tous les tableaux neufs. Mais il faut veiller, en cas de remplacement de fiche sur une réglette, à ne pas adopter pour tête et corps une disposition inverse : sinon, cette réglette créerait la panne du § 2 dès qu'on la mettrait en intercommunication avec une autre.

Il est d'ailleurs facile de constater que les connexions de

fiche sont correctes par la couleur des fils aboutissant à la tête et au corps : l'un est vert, l'autre est rouge. Tous les fils verts doivent être d'un même côté et tous les fils rouges de l'autre.

§ 4

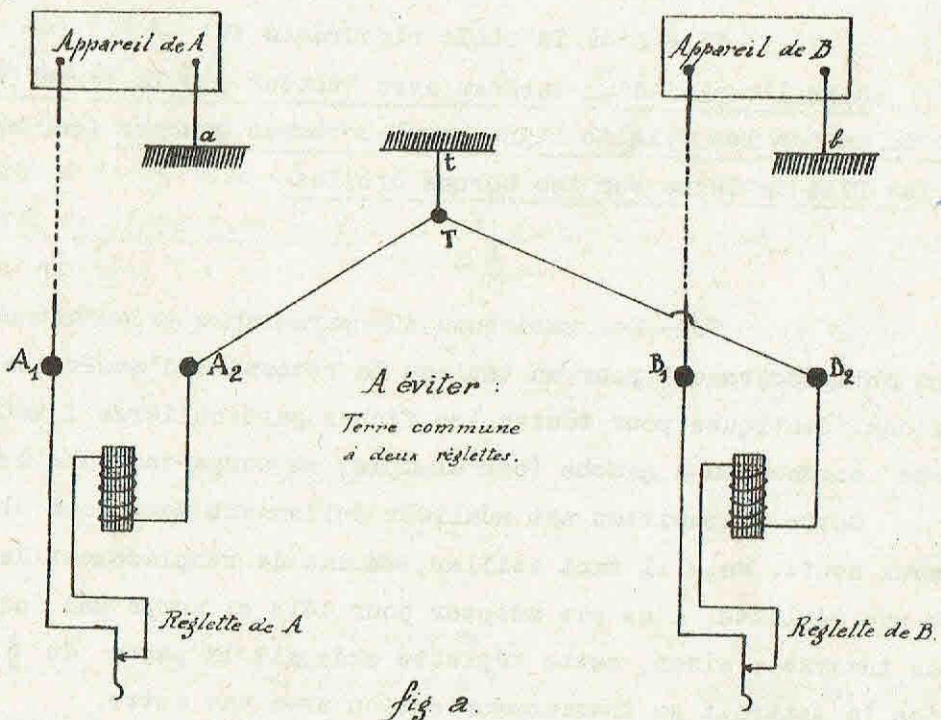
Il faut une prise de terre spéciale pour chaque abonné.

76.- Quand on a un tableau fonctionnant avec des lignes à retour par la terre, il faut éviter de faire une prise de terre commune pour plusieurs abonnés. Sinon :

a)- aux appels de l'un des abonnés, plusieurs volets (sinon tous) risqueraient de tomber;

b)- la conversation de deux abonnés serait entendue par tous les autres.

77.- En effet, soient deux abonnés A et B reliés à un tableau respectivement en A_1 A_2 et B_1 B_2 . Une prise de terre commune est réalisée en T (fig. a) :

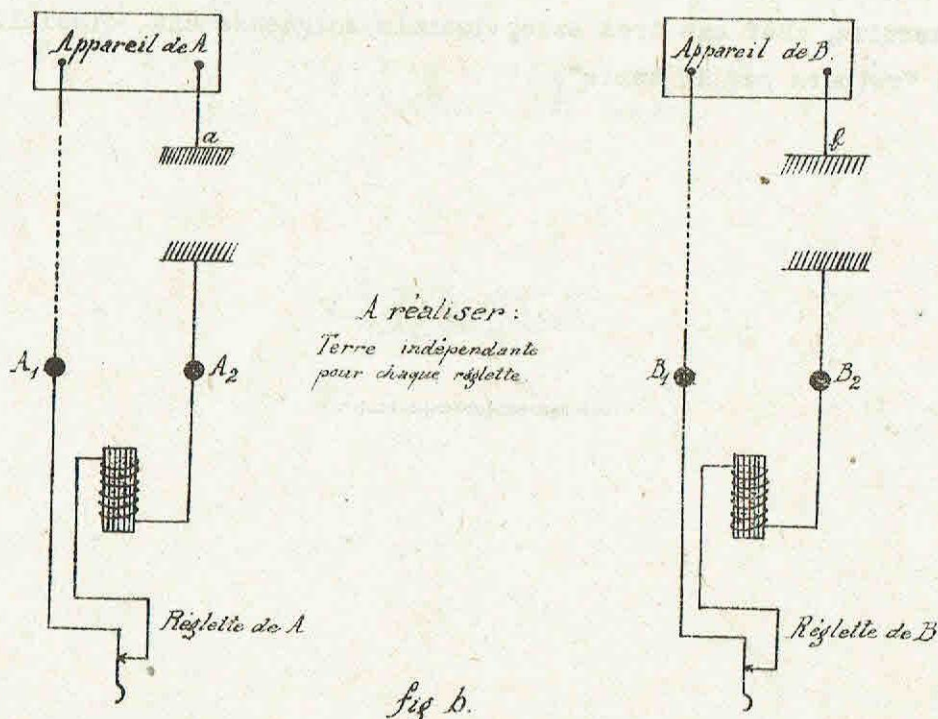


Si A appelle, le courant traverse l'électro-aimant de sa réglette et arrive en T, où il trouve une bifurcation. Une partie i_1 du courant se ferme sur l'appareil de A par la terre, par t, a; l'autre partie i_2 va passer par B_2 , l'électro-aimant de la deuxième réglette, B_1 , l'appareil de B, et fait retour à l'appareil émetteur par b, t, a.

Donc, une réglette quelconque B se trouve en dérivation sur une autre réglette A si ces deux réglettes ont une terre commune.

L'importance des courants parasites (appels ou conversations) ainsi reçus par la réglette et l'appareil de B dépendent du reste de la résistance de la prise de terre T. La dérivation vers B. serait nulle si la résistance de cette prise de terre était nulle. Mais nous savons qu'il est extrêmement difficile de descendre au-dessous de quelques centaines d'ohms, ce qui est justement l'ordre de grandeur des accessoires en dérivation parasite vers la réglette et l'appareil B.

78.- Le remède est de donner à chaque circuit une prise de terre spéciale et espacée autant que possible de la voisine (fig.b).



D'ailleurs, cette précaution si elle est suffisante pour que plusieurs volets ne tombent pas, pourra ne pas l'être pour empêcher les écouteurs téléphoniques d'être actionnés, un très faible courant pouvant toujours avoir des chances de passer dans leurs enroulements.

§ 5

Conclusion.

79.- L'emploi du retour par la terre, avantageux pour l'économie de matériel et de temps, présente donc de très graves inconvénients.

Ajoutons aux inconvénients étudiés dans ce chapitre les inconvénients relatifs :

a)- aux facilités de panne par contacts avec le sol de l'unique fil de ligne;

b)- aux difficultés de dépannages immédiats;

c)- à la capture certaine des télégrammes par l'ennemi.

Nous aboutirons à la pleine justification de la nécessité des circuits à deux fils et à la rigueur avec laquelle il faut interdire, sauf cas très exceptionnels soigneusement disciplinés, les "retours par la terre".

==+==+==+==+==+==+==

QUATRIÈME PARTIE.



STANDARDS

ET MULTIPLES.



Chapitre I

STANDARDS

§ 1

GÉNÉRALITÉS

80.- Pour un petit nombre d'abonnés (jusqu'à vingt par exemple), les types de tableaux précédents sont très commodes. Mais pour un grand nombre de directions, l'encombrement devient très grand et l'exploitation peu pratique. En particulier :

a)- les fiches particulières des abonnés arrivent à former un mélange embrouillé;

b)- la largeur du tableau est exagérée.

Ces deux inconvénients concourent tous deux à une perte de temps qui est d'autant plus inadmissible que l'exploitation, pour un grand nombre d'abonnés, doit être plus rapide.

81.- Les tableaux dits "Standards" (origine américaine : en anglais "Standard" signifie "Modèle") sont des appareils jouant le même rôle que les précédents. Mais ils permettent à un seul opérateur l'exploitation facile d'un grand nombre de directions : la répartition groupée des jacks d'une part, des annonceurs d'autre part, et la disposition judicieuse des fiches rendent très simple les manœuvres de celles-ci; de plus, un système de clé d'appel et d'écoute permet à l'opérateur de surveiller une communication sans avoir à déplacer de fiche.

Les modèles actuels sont de 25, 50 et 100 directions dans l'administration des P.T.T., mais l'unification tend à se faire pour le modèle à 100 directions.

Dans les transmissions militaires, les modèles réglementaires sont de 30 directions.

§ 2

82.- Différences essentielles avec les tableaux ordinaires.-

a)- Les bornes d'arrivée, les fusibles et les parafouires sont tous groupés à la partie supérieure du meuble dans un carré d'environ 25 centimètres de côté (fig.a);

b)- Les annonceurs (électros dans les modèles militaires, ou lampes dans les modèles des P.T.T.) sont groupés dans un autre petit carré de 25 centimètres environ sur la partie médiane du meuble. Ils ont un volume réduit;

c)- Les jacks sont groupés immédiatement au-dessous dans un carré à peu près identique aux précédents. Ils ont également un volume réduit;

d)- Il n'y a ni fiches particulières d'abonnés, ni fiche-mère; elles sont remplacées par des fiches indépendantes couplées deux par deux et fonctionnant aussi bien comme fiche-mère que comme fiches particulières d'abonnés; il y a ainsi dix paires de fiches;

e)- Ces fiches, de dimensions réduites, reposent sur une tablette et leurs cordons disparaissent à l'intérieur du meuble, sollicités en permanence par un poids coulissant sur le cordon (fig.b);

f)- L'appareil du centraliste n'est pas un ensemble contenu dans une boîte; les divers accessoires sont disséminés un peu partout, au mieux de l'emploi à remplir : microphone suspendu devant la bouche, magnéto d'appel fixée sur le flanc droit ou gauche du meuble, piles au fond du meuble, sonnerie en haut du meuble ... etc;

g)- Un annonceur de "fin de communication" (électro ou lampe) peut être mis en dérivation sur chacune des dix paires de fiches.

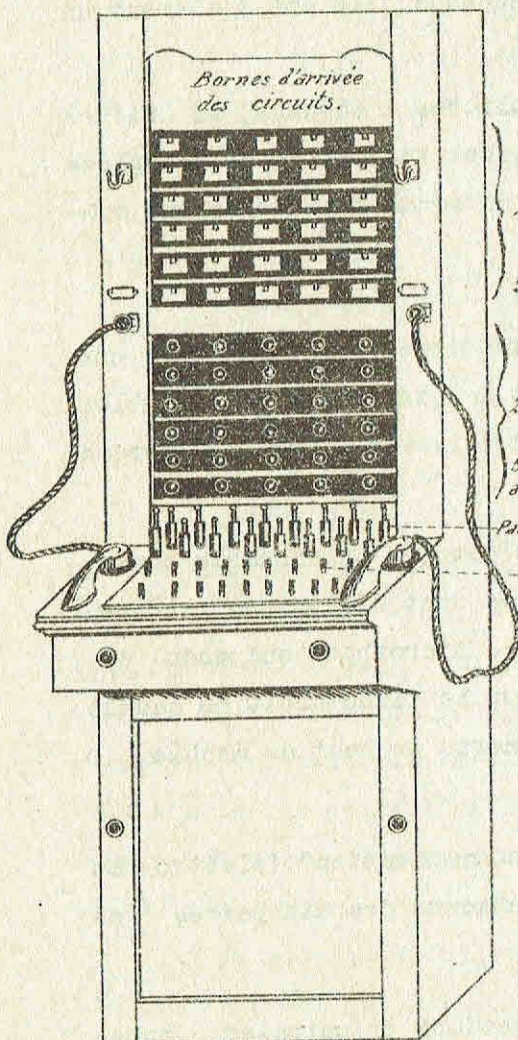
83.- En somme, deux modifications principales apparaissent :

1°)- au point de vue strictement matériel, la disposition est toute en hauteur, au lieu de se faire en largeur par réglettes juxtaposées;

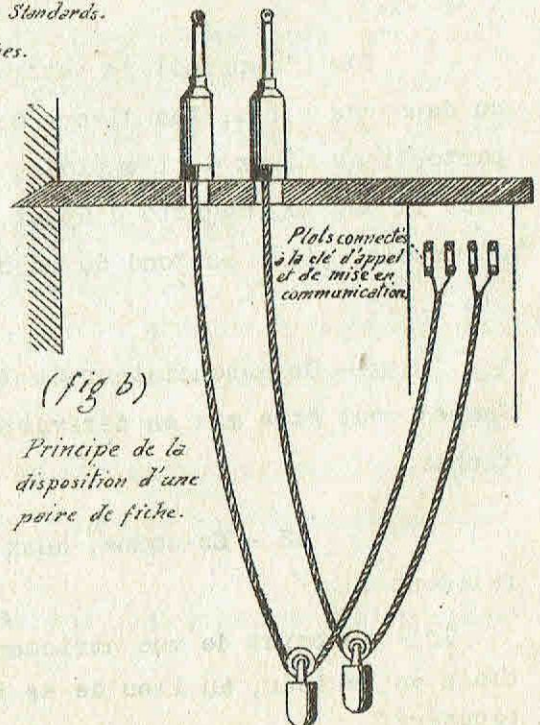
2°)- au point de vue technique, les fiches particulières en nombre égal à celui des abonnés, sont remplacées par un nombre limité de paires de fiches indépendantes, par exemple dix paires.

Pour faciliter l'exploitation autant que possible, les organes que le centraliste utilise le plus fréquemment, fiches et jacks, sont disposés à portée immédiate de sa main, de façon à rendre les gestes plus courts et plus immédiats (fig.a).

84.- ASPECT GENERAL D'UN STANDARD
(TYPE P.T.T.A 25 DIRECTIONS)



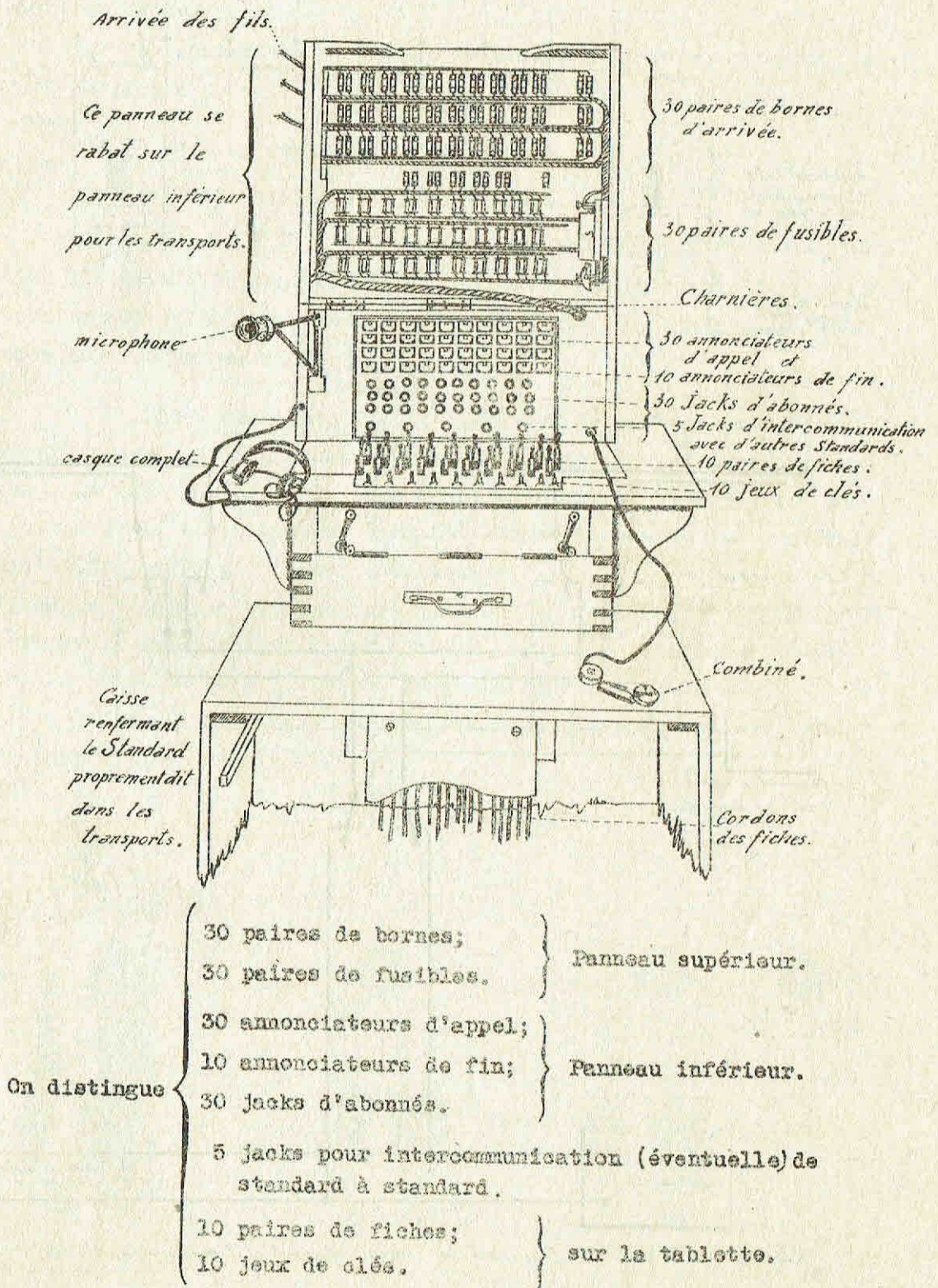
(fig. a)



(fig b)

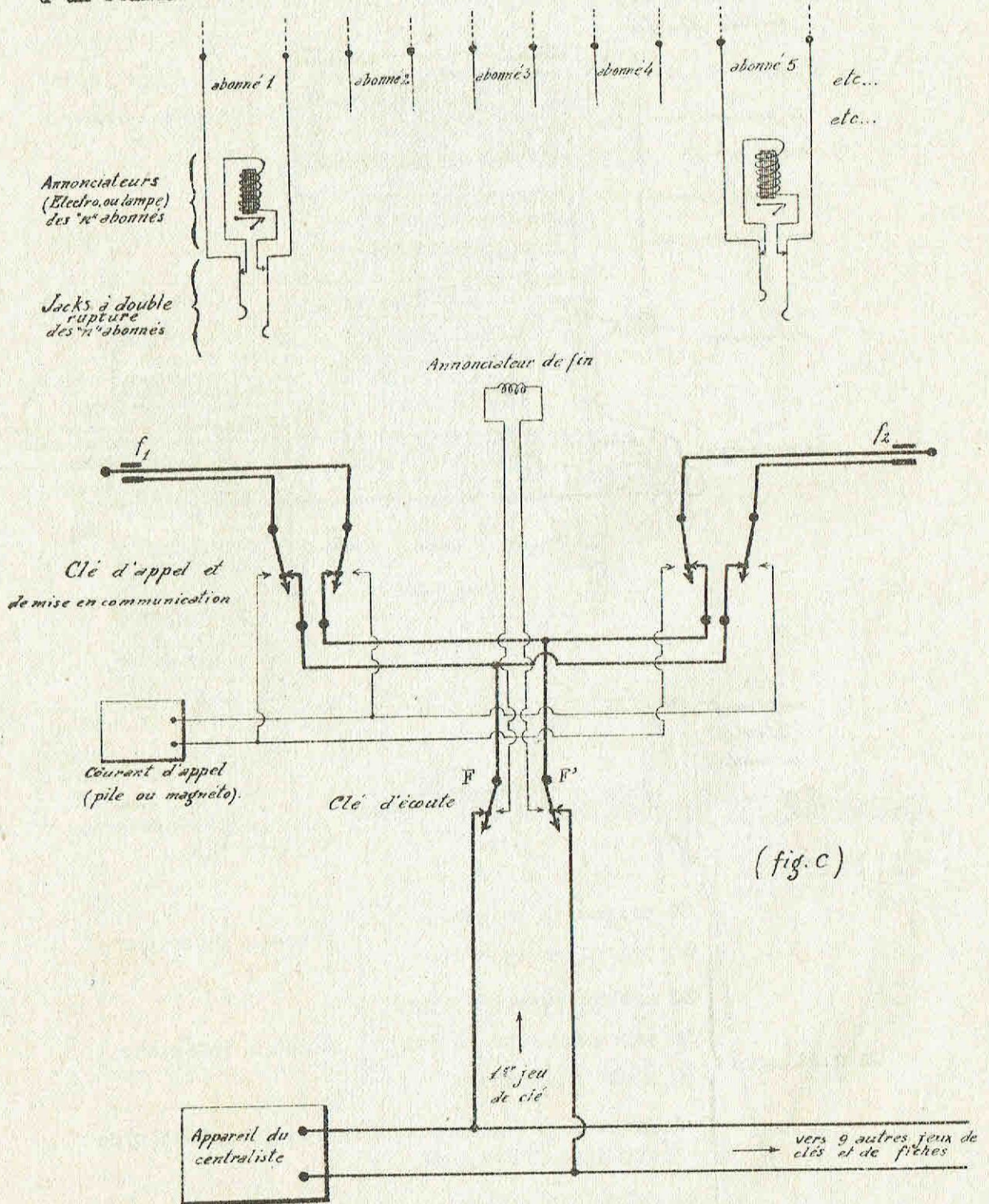
Principe de la disposition d'une paire de fiche.

85.- ASPECT GENERAL D'UN STANDARD 30 DIRECTIONS
TYPE MILITAIRE B. 1917.



SCHEMA DE PRINCIPE

86.- Le schéma ci-dessous indique le schéma de principe d'un standard.



Les circuits en traits fins sont les circuits d'appel et d'annonciateur de fin.

87.- Ce schéma est réduit aux parties essentielles :

- a)- en haut, les annonceurs des n abonnés;
- b)- en dessous, les jacks des "n" abonnés;
- c)- enfin, les connexions relatives à un jeu de clés et à une paire de fiches.

Ces connexions et ce jeu de clés sont répétés autant de fois qu'il y a de paire de fiches, c'est-à-dire, dix en général.

88.- On remarque sur ce schéma :

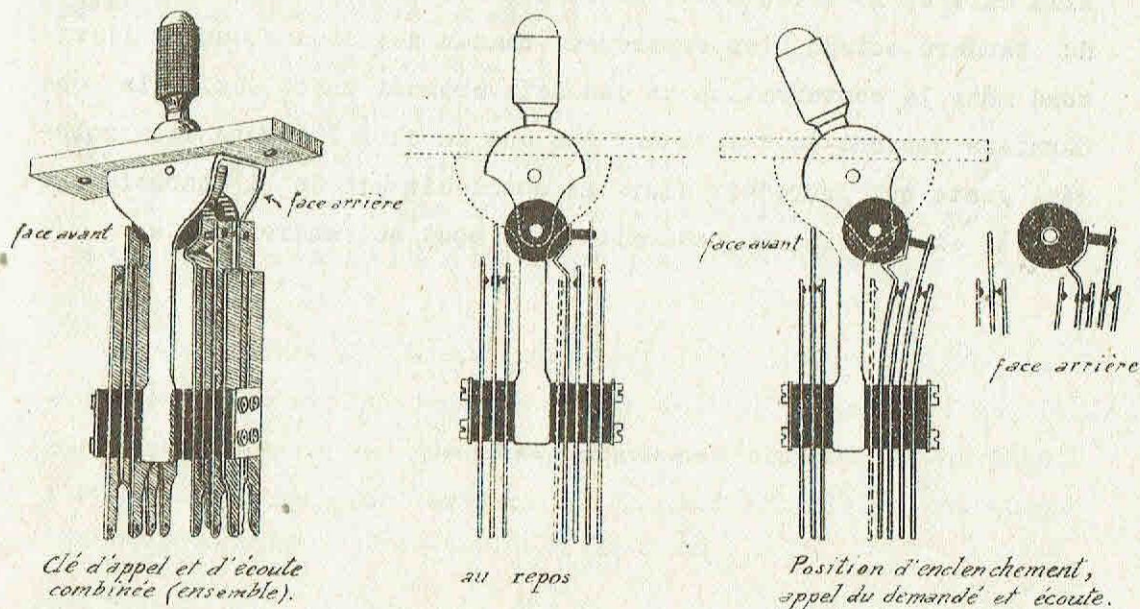
que les jacks sont à double rupture;

qu'aux bornes F F' des fiches se trouvent, obligatoirement, ou bien l'appareil du centraliste ou bien l'annonceur de fin (ce dernier est calculé à raison d'une très forte réactance de self pour les fréquences musicales).

89.- Clés de contact.- Les clés de contact (écoute et appel) jouent un rôle essentiel. On en a réalisé plusieurs types, toujours pour augmenter la sûreté des contacts, la facilité de l'entretien et la simplicité de l'exploitation. Ce qui ne les empêche pas d'être parfois d'aspect compliqué.

(Exemple : un type très employé comprend 15 ressorts, l'enclenchement de la manette vers l'avant donne l'appel du demandé et l'écoute; la position vers l'arrière donne le rappel du demandeur.

Cette clé combine à la fois les deux clés du schéma : clé d'appel et clé d'écoute (fig.c).



§ 5

PANNES DANS LES STANDARDS

90.- En plus des dérangements constatés dans les tableaux annonciateurs, la constitution d'un standard crée les inconvénients suivants :

Dérangement dans les clefs : rupture du fil à la soudure ou court-circuit. Ils sont délicats à réparer et les réparations doivent être confiées à des spécialistes.

Effets de l'humidité :

1°)- sur les microphones :

Ils entraînent rapidement des phénomènes de tassement. On les évite en bouchant l'ouverture du microphone par une feuille de papier très mince;

2°)- sur les fils paraffinés :

Lorsque l'humidité arrive à pénétrer ces fils, qui sont du reste fort nombreux et massés, elle crée des mélanges compliqués; le fonctionnement devient impossible et les dépannages excessivement difficiles.

91.- Mention spéciale doit être faite pour le court-circuit de l'annonciateur de fin. Cette panne est rare, mais, quand elle existe, le dérangement introduit est très grave : l'opérateur du standard entend bien séparément chacun des deux abonnés; il entend même la conversation de ces deux abonnés entre eux. Mais ces derniers cessent de s'entendre dès que la clef d'écoute est relevée, geste qui introduit alors le court-circuit de l'annonciateur de fin; et de cela, le centraliste ne peut se rendre compte.

==+==+==+==+==+==

Chapitre II

MULTIPLES.

§ 1

GENERALITES

92.- Les standards employés actuellement ont au maximum 100 directions.

Lorsque le nombre d'abonnés ne dépasse pas ce chiffre, un seul standard et un seul opérateur suffisent à l'exploitation: c'est le cas normal de la majorité des centraux téléphoniques militaires et des centraux P.T.T. dans les villes de petite importance (population inférieure à 5000 habitants par exemple).

93.- Lorsque le nombre d'abonnés atteint quelques centaines, on range les uns à côté des autres plusieurs standards. Mais lorsqu'un abonné, desservi par le standard A, demande un abonné desservi par le standard B, il devient nécessaire de posséder des lignes de renvoi réalisant la liaison entre les standards : celui auquel appartient le demandeur (ici standard A) et celui auquel appartient le demandé (ici standard B).

D'où intervention :

- a)- de deux opérateurs;
- b)- de deux paires de fiches;
- c)- d'une ligne locale dans le bureau central pour réaliser les intercommunications entre les divers standards deux à deux.

Le service et le matériel deviennent plus compliqués. Cette organisation assez peu heureuse ne peut s'appliquer qu'à des bureaux ne dépassant pas quelques centaines d'abonnés, par exemple 500: c'est le cas normal des centraux P.T.T. dans les villes peu importantes (population inférieure à 20 000 habitants).

94.- Du reste, pour des villes à population stable, le nombre d'abonnés croît rapidement et la densité des abonnés par rapport à un nombre total d'habitants peut doubler en une dizaine d'années. A titre d'exemple, POTTIERS qui avait environ 700 abonnés en 1926 en a plus de 1100 en 1931.

Il en résulte que telle agglomération à laquelle suffisent trois ou quatre standards juxtaposés peut exiger très rapidement une capacité de lignes double ou triple.

Nous admettrons qu'au delà de 500 abonnés, la simple juxtaposition de standards dans un bureau n'est pas une solution admissible.

95.- On a alors recours au "Multiple", imaginé vers 1880 par HASKINS et WILLSON.

Ainsi qu'on va le voir, cette solution est du reste très peu élégante et ne constitue guère qu'un pis-aller.

§ 2

PRINCIPE DU MULTIPLE

96.- Les conditions à réaliser sont les suivantes :
on admet qu'un opérateur (une femme en général) ne peut desservir plus de 100 abonnés (un standard); qu'en outre, il doit pouvoir, sans se déranger de son siège, relier le demandeur (compris dans ses 100 abonnés) à n'importe quel demandé (compris dans la centaine d'abonnés d'un autre opérateur).

Le principe de la solution est simple :

- a)- On dispose d'autant de standards qu'il y a de fois 100 abonnés, 60 par exemple,
- b)- A chaque standard, on fait aboutir cent abonnés;
- c)- Devant chaque opérateur, au-dessus de son standard, on fait passer tous les circuits du central;
- d)- En dérivation, sur chacun de ces circuits, on place un Jack spécial dénommé "Jack général".

97.- Chaque opérateur a donc devant lui :
d'une part, les 100 jacks normaux de son standard exactement à portée de sa main; d'autre part, des milliers de jacks généraux, placés au-dessus de son standard et correspondant aux milliers de circuits (abonnés) du central.

98.- Considérons la limite habituelle d'un bureau central important : 6000 abonnés, soit 6000 circuits distincts (correspondant à peu près à 200 000 habitants).

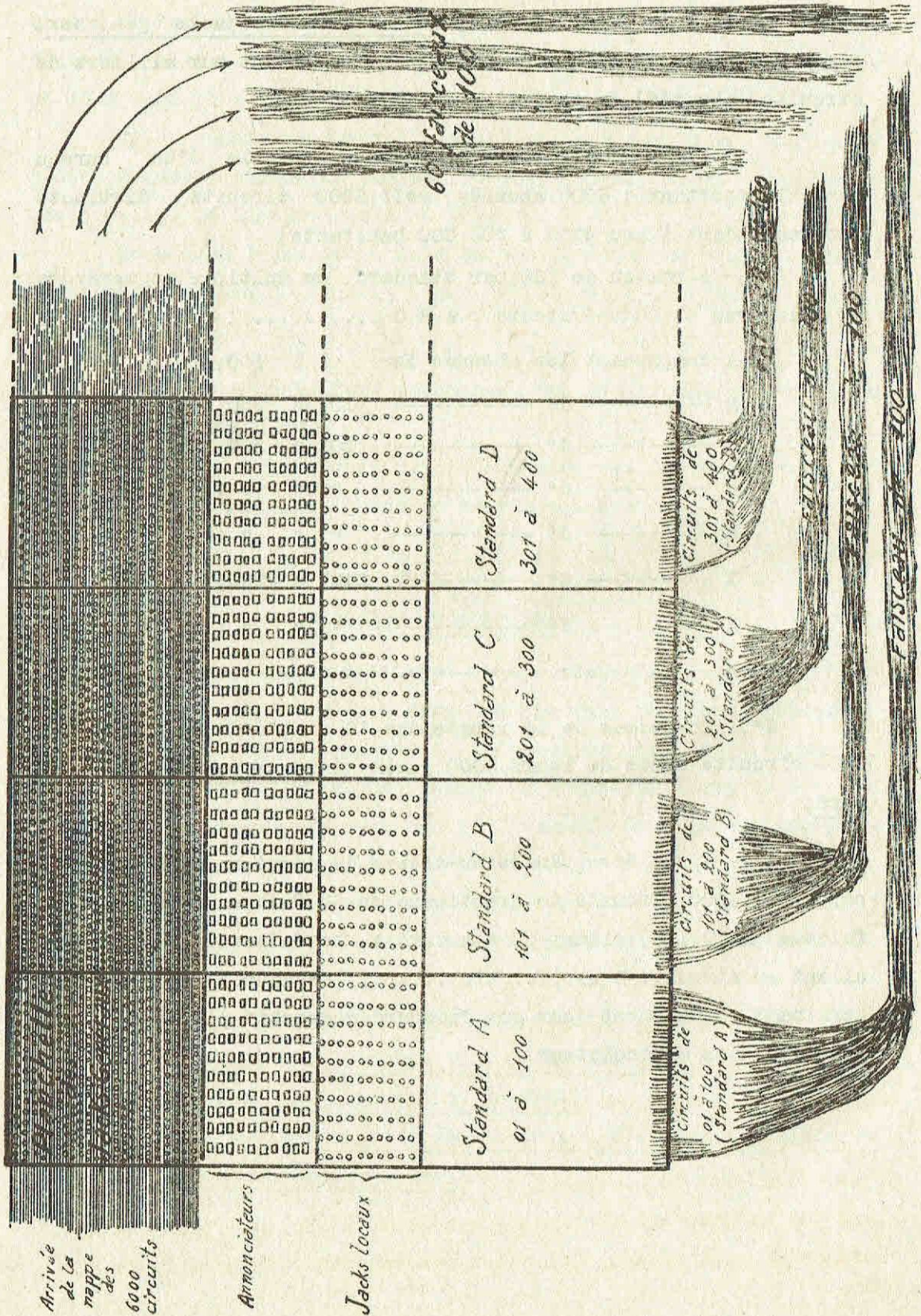
1°)- A raison de 100 par standard, ce multiple comprendra 60 standards et 60 opérateurs : A B C;

A	comprenant les abonnés de	1 à 100;
B	----- d° -----	101 à 200;
C	----- d° -----	201 à 300;
"	----- d° -----	" " " ;
"	----- d° -----	" " " ;
X	----- d° -----	2401 à 2500;
"	----- d° -----	" " " ;
"	----- etc -----	etc -----

2°)- Au-dessus de la rangée des 60 standards, défileront les 6000 circuits munis de leurs 6000 jacks généraux pour chaque standard;

3°)- Après être passée au-dessus du dernier standard, la nappe des 6000 circuits se fractionne en 60 faisceaux de 100 : le faisceau A (0-100) allant au standard A, le faisceau B (101-200) allant au standard B etc, chacun des circuits se terminant normalement sur son standard respectif par son jack normal et son annonceur.

99.- SCHEMA SYMBOLIQUE DU PRINCIPE D'UN "MULTIPLE".



§ 4

FONCTIONNEMENT DU "MULTIPLE"

100.- Le fonctionnement est alors très facile à comprendre.

Soit un demandeur, le N° 01.92, appartenant à l'opérateur B; supposons qu'il demande le 24.37, appartenant à l'opérateur X.

a)- La demande se fait de la façon ordinaire. Le 01.92 appelle : son volet tombe (ou sa lampe s'allume);

b)- Le centraliste entre en communication avec lui au moyen de la fiche avant (ou de la fiche arrière) d'une quelconque des dix paires de son standard; le demandeur fait sa demande : "donnez-moi le 24.37";

c)- Laissant dans le jack particulier du 01.92 la fiche qui y a été ainsi introduite (admettons que ce soit la fiche avant de la paire), le centraliste va introduire l'autre fiche de la paire (ici la fiche arrière) dans le jack général du demandé, le 24.37.

101.- En résumé :

quand le demandeur et le demandé font partie de la même centaine, c'est-à-dire appartiennent au même standard, l'intercommunication se fait entre les deux jacks ordinaires (jacks particuliers);

quand le demandeur et le demandé font partie de centaines différentes, c'est-à-dire appartiennent à des standards différents, l'intercommunication se fait entre le jack ordinaire (particulier) du demandeur et le jack général du demandé.

102.- SIMPLIFICATION.

D'après ce qui précède, il devrait y avoir 6000 jacks généraux au-dessus de chaque standard, soit au total : $6000 \times 60 = 360\ 000$ pour l'ensemble du "multiple".

En réalité, on ne met 6000 jacks généraux que par groupe de trois opérateurs (2000 chacun) et on exige de chacun de ces derniers qu'ils étendent le bras, à gauche ou à droite, pour aller chercher le jack général qui n'est pas compris dans sa tranche de 2000.

L'opérateur A n'a au-dessus de son standard que les 2000 jacks généraux du 20.01 au 40.00. A sa gauche se trouve les 2000 jacks généraux du 00.01 au 20.00. Son voisin B a, au-dessus de son standard, les 2000 jacks généraux du 40.01 au 60.00. C a les jacks généraux du 00.01 au 20.01 et ainsi de suite.

Dans l'exemple précédent, le demandé 24.37, compris dans la tranche 20.01 à 40.00, aurait fait partie des jacks généraux placés au-dessus de A. L'opérateur B aurait dû aller chercher, avec sa deuxième fiche, le jack général 24.37 au-dessus du standard de A.

103.- Comme on le voit, la solution du problème réside dans la multiplication des jacks à portée de chaque opérateur. C'est l'artifice des "jacks multipliés", ou, en argot de métier, du "multipilage" des jacks. L'ensemble des standards constitue un grand meuble à "jacks multipliés", en abrégé un "multiple".

104.- COMPLICATIONS.-

La ligne du demandé peut être déjà occupée sur un des vingt et un autres standards où son jack général se trouve répété. Il faut qu'un signal spécial en informe l'opérateur au moment où il enfonce sa deuxième fiche (opération du "test").

Un autre signal doit avertir l'opérateur de la fin de conversation entre les abonnés, de façon à ne pas immobiliser inutilement une paire de fiches.

Un troisième signal doit indiquer les accidents qui surviennent sur les lignes, en particulier les mises à la terre.

105.- RENDIMENT - AUTOMATISME.-

Un opérateur exercé arrive à donner, dans les moments de grande activité, jusqu'à trois cents communications à l'heure. Mais la moyenne ordinaire est plus basse.

Comme d'ailleurs l'importance du matériel et les dépenses d'exploitation dépendent, en grande partie, de la durée des opérations, on a cherché à les effectuer automatiquement.

La première opération automatique a été réalisée, il y a une trentaine d'années, pour relever les volets des annonceurs d'appel

(il n'y avait pas encore d'annonceurs à lampes). Puis, on a cherché à étendre l'automatisme à tout ce qui n'était pas l'introduction des fiches.

Enfin, on a généralisé complètement cet automatisme : employé depuis une vingtaine d'années dans certains petits bureaux, il est, à l'heure actuelle, en voie d'installation dans les centraux des très grandes villes.

106.- L'emploi d'un multiple est d'une application pratique, mais il ne permet évidemment pas d'étendre indéfiniment la capacité d'un bureau central. Le principe même de son fonctionnement exige qu'un nombre de jacks généraux égal au nombre des abonnés puisse être groupé à la portée immédiate d'un opérateur, on conçoit donc qu'une limite soit bientôt atteinte, à moins de réduire à des dimensions inutilisables les divers organes de l'appareillage.

On admet généralement qu'il n'est guère pratique de dépasser, pour un multiple, le nombre de 6000 abonnés.

Ce nombre correspond, à l'heure actuelle (1931) à une ville de 200 000 habitants environ.

107.- Au delà de ces nombres, on est contraint de juxtaposer plusieurs multiples (comme on a juxtaposé plusieurs standards pour faire un multiple) ou de créer des bureaux centraux séparés entre lesquels les liaisons s'établissent par des lignes. Mais alors interviennent deux inconvénients très graves :

a)- accroissement notable des dépenses, en raison du matériel et du personnel accessoires que nécessitent ces lignes intermédiaires;

b)- ralentissement dans l'exploitation.

Remarquons que ce dernier inconvénient se produit précisément dans les grandes agglomérations où la rapidité et l'exactitude des opérations seraient éminemment désirables.

§ 5

108.- COMMUTATEUR A COMBINAISON. (pour mémoire).

Pour obvier à ces inconvénients, on a cherché plusieurs solutions, les unes basées sur le principe même du multiple, d'autres basées sur des principes différents. Une de ces solutions, basée sur le principe des combinaisons, avait été imaginée bien avant guerre par M.M. RAVEROT et HESS et développée en Allemagne par WEST.

Pour permettre la comparaison, notons par exemple que, là où un multiple exige 120 000 jacks généraux (6000 abonnés), un commutateur à combinaisons en exigerait environ 30 000.

§ 6

MULTIPLE MILITAIRE

109.- Construit pour les besoins des Q.G. d'Armée, le multiple militaire réalise un type particulier d'appareil : il peut recevoir 160 lignes "urbaines" et 120 lignes "interurbaines".

Les variantes essentielles introduites dans ce type de multiple sont relatives au "multiplage" et à l'agencement matériel des accessoires.

A - "Multiplage".-

Les jacks locaux des abonnés urbains sont seuls multiplés. On allège ainsi l'équipement du meuble.

B - Agencement matériel.-

Le tableau ci-dessous résume cet agencement :

Annonciateurs d'appel	Annonciateurs de fin						Annonciateurs d'appel
	Jacks généraux des abonnés "urbains"		Jacks locaux des abonnés "urbains"		Jacks généraux des abonnés "urbains"		
	1	81	1	81	1	81	
	à	à	à	à	à	à	
	80	160	80	160	80	160	
	Jacks locaux "interurbains"				Jacks locaux "interurbains"		
	1	31			61	91	
	à	à			à	à	
	30	60			90	120	

QUELQUES DETAILS.-

Le multiple est divisé en huit panneaux. Il est normalement desservi par six opérateurs.

Chaque opérateur dispose de quatorze paires de fiches, ce qui fait un total de 168 fiches (84 paires); on est donc certain d'avoir toujours une paire de fiches disponible, quel que soit le nombre de communications en cours.

Le "test" se fait par l'intermédiaire d'un troisième enroulement sur le transformateur de l'appareil de l'opérateur.

Le meuble entier est transportable en deux fractions comprenant chacune quatre panneaux mesurant 2^m,60 de longueur et pesant 400 kilogs.

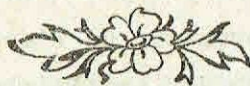


CINQUIÈME PARTIE.



LE FULLERPHONE.

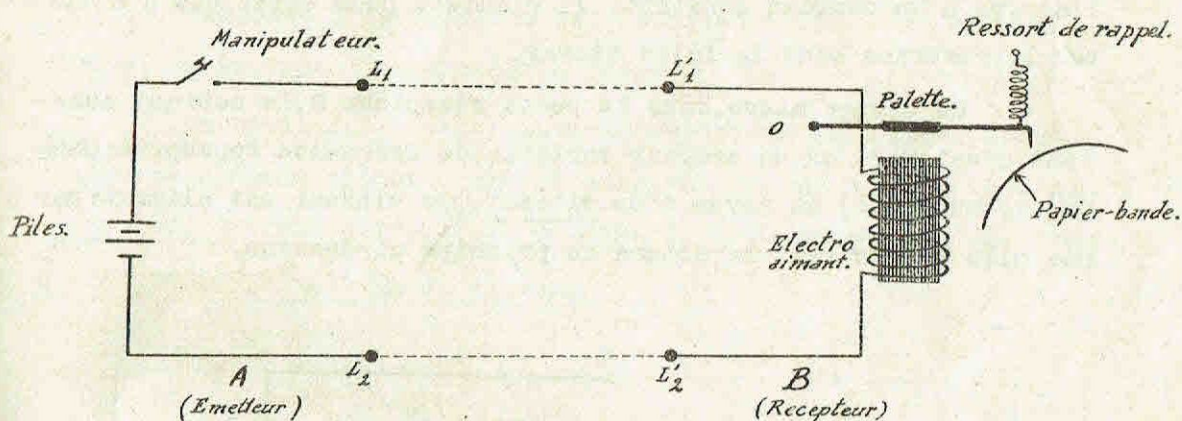
(Télégraphie Secrète)



BUT DE L'APPAREIL

110.- La télégraphie avec fil n'est pas réalisable en première ligne pour deux raisons essentielles qui sont :

1°)- la nécessité de courants relativement intenses ($\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{50}$ d'ampère) exigeant pour se propager des circuits en bon état. En campagne, dans les zones avancées qui sont celles qui nous intéressent particulièrement, les circuits sont toujours précaires et les courants intenses sont pratiquement impossibles à mettre en jeu;



Rappel du principe de la télégraphie avec fil.

2°)- le secret des communications.- Envoyer des traits et des points avec un manipulateur revient à couper le courant suivant la cadence prévue par le Morse. Cette manipulation s'accompagne donc de courants de rupture et de fermeture, variables, donc susceptibles de créer des effets d'induction; ces effets d'induction sont d'autant plus importants que le courant coupé est plus grand. C'est justement le cas de la transmission Morse sur fil ordinaire.

111.- Le dispositif du "Fullerphone" a été réalisé pour se débarrasser des deux inconvénients précédents. Il va donc être constitué de façon à satisfaire aux deux points suivants :

1°)- mise en jeu de courants très faibles (inférieur au milli-ampère par exemple);

2°)- secret de la transmission.

§ 2

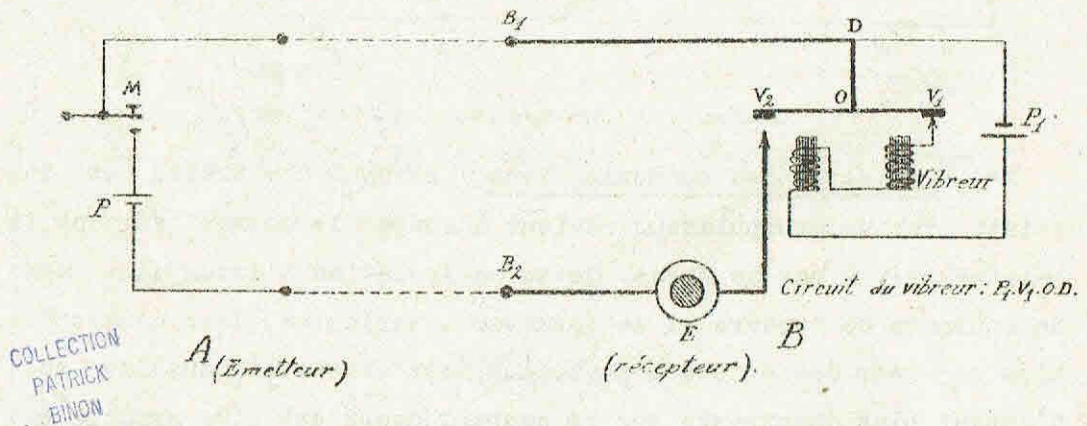
PRINCIPE GENERAL

112.- Le poste émetteur forme le circuit d'une pile P débitant sur la ligne en émettant des signaux Morse avec un manipulateur M .

Le courant constant ainsi débité arrive chez le correspondant (poste récepteur) dans le circuit duquel le courant sera décodé par un écouteur téléphonique E . (On sait que cet accessoire est sensible à un courant inférieur au micro-ampère).

Mais l'écouteur téléphonique ne peut rendre un son sous l'action d'un courant constant. Il n'aurait pour effet que d'attirer la membrane sans la faire vibrer.

On change alors, dans le poste récepteur B , le courant constant ainsi reçu en un courant variable de fréquence appropriée (fréquence musicale) au moyen d'un vibreur. Ce vibreur est alimenté par une pile P_1 , suivant le schéma de principe ci-dessous.



§ 3

ETUDE DÉTAILLÉE DE LA RÉCEPTION

113.- Le courant d'émission ne peut passer dans le circuit précédent que lorsque le contact V_2 a lieu. Or, dans toute la durée d'une seconde, si on fait : d'une part, la somme "t" des temps pendant lesquels ce contact a lieu; d'autre part, la somme "θ" des temps pendant lesquels ce contact n'a pas lieu, on trouve aisément θ,

temps inutilisé, dix à vingt fois plus grand que t , temps utile. C'est dire que l'on perd par seconde 10 à 20 fois plus d'énergie qu'on n'en utilise.

On supprime cette perte en utilisant le courant pour charger un condensateur C pendant les instants $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ où le contact V_2 n'est pas établi (fig. a). Ce condensateur se décharge dans le circuit de l'écouteur à travers le contact V_2 pendant les instants $t_1, t_2, t_3, \dots$ où ce dernier a lieu (fig. b).

Ce courant i de décharge se superpose d'ailleurs dans l'écouteur au courant $\mathcal{E}$ venant de la ligne.

Remarquons qu'il est nettement supérieur à $\mathcal{E}$. Aussi le considère-t-on comme prépondérant et convient-on souvent de dire que l'écouteur est alimenté par le courant de décharge du condensateur à travers le contact V_2 du vibreur.

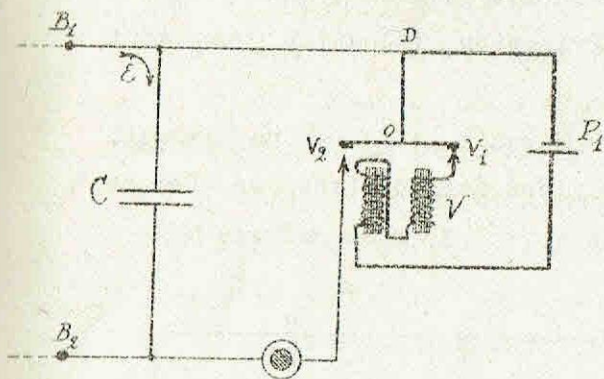


fig. a. (Instant θ):
Le contact V_1 est établi, V_2 rompu.
 $\mathcal{E}$ charge le condensateur.

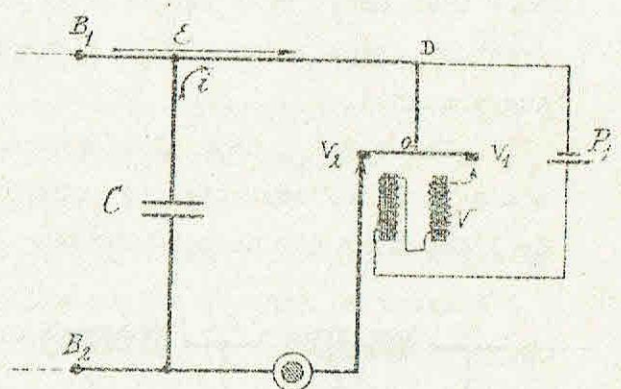
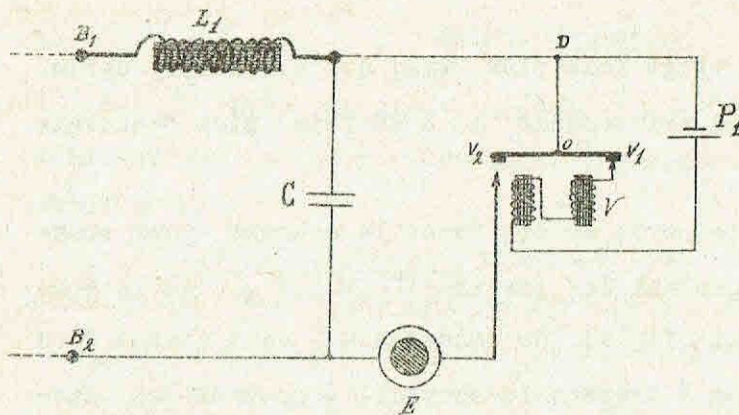


fig. b. (Instant i):
Le contact V_1 est rompu, V_2 établi.
 $\mathcal{E}$ et i passent dans l'écouteur.



114.- Pour empêcher le condensateur de se décharger en partie sur le circuit de ligne, on place entre le condensateur C et la ligne une forte self L_1 offrant une énorme réactance aux courants de

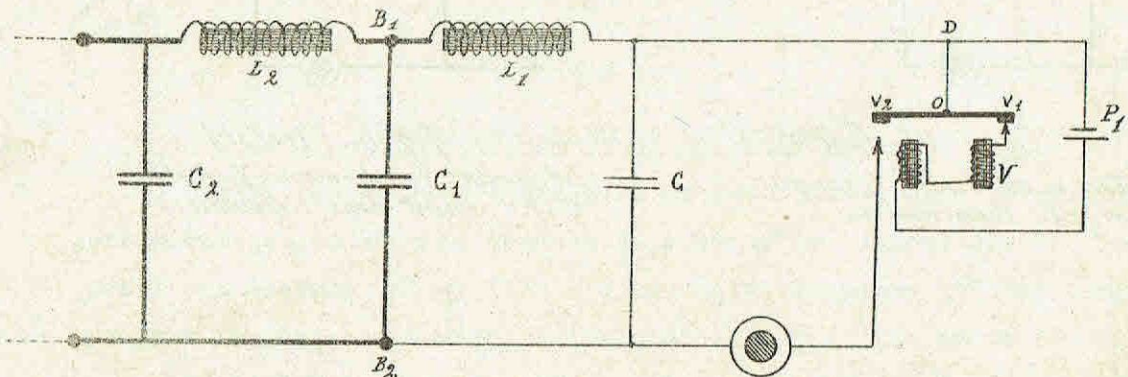
décharge (self de choc) qui tendraient sans cela à se propager sur la ligne, au lieu d'aller strictement passer dans le circuit de l'écouteur.

§ 4

PROTECTION CONTRE LES COURANTS PARASITES VARIABLES. - Jeux de selfs et de condensateurs.

115.- L'écouteur, sensible à des courants infimes, serait facilement gêné par le moindre courant parasite, qui pourrait éventuellement parcourir la ligne (dérivation, induction ou tout autre cause).

La self L_1 , déjà placée dans le circuit, offrira un premier obstacle à ces courants qui pourront alors être dérivés en dehors de l'écouteur par un condensateur "de fuite" C_1 placé entre B_1 et B_2 .



On renforcera l'efficacité de ce premier dispositif par une deuxième self "de choc" L_2 identique à la précédente, précédée également d'un deuxième condensateur "de fuite" C_2 .

La ligne ne sera alors pratiquement parcourue que par des courants constants : elle est "anti-inductée".

§ 5

PROTECTION CONTRE LES COURANTS PARASITES CONSTANTS. - Potentiomètre.

116.- Ces courants parasites constants sont surtout sensibles dans le fonctionnement avec retour par la terre, à cause des phénomènes d'électrolyse qui se produisent aux prises de terre. Cependant, il peut s'en présenter également dans le cas de la ligne à deux fils.

On y obvie au moyen du potentiomètre.

Soit i le courant de travail, courant constant de la pile d'émission, qui seul devrait parcourir la ligne.

Soit ϵ' , le courant parasite à étouffer ou à atténuer : suivant son sens par rapport à i , le poste récepteur reçoit un courant égal à $i + \epsilon'$ ou égal à $i - \epsilon'$.

1^{er} cas. - ϵ' est de même sens que le courant de travail i .

La transmission a alors pour effet d'ajouter son énergie à celle du parasite, ou mieux de "rythmer" le courant parasite ϵ' suivant la cadence de la manipulation Morse.

La lecture sera possible, et même améliorée dans le cas où le parasite ϵ' est un peu plus faible que le courant de travail i .

Elle sera très difficile si ϵ' étouffe le courant de travail i .

2^{ème} cas. - ϵ' est de sens inverse au courant de travail i .

Si les valeurs absolues sont égales : $i - \epsilon' = 0$. Pendant la manipulation, il n'y aura aucun courant en ligne et l'écouteur sera silencieux. Dans les intervalles de la manipulation, on percevra le bruissement dû au parasite.

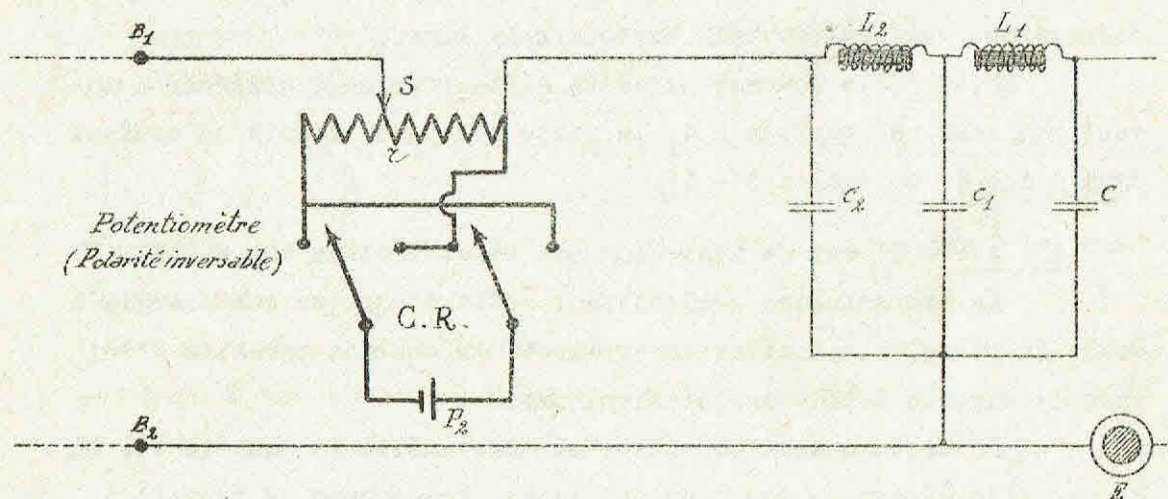
Si $i = 2 \mathcal{E}'$ en valeur absolue : pendant la transmission, on a en ligne un courant égal à $2 \mathcal{E}' - \mathcal{C}' = + \mathcal{C}'$; et pendant les intervalles de la manipulation, on a le seul courant parasite $-\mathcal{C}'$.

Comme l'inversion de signe n'est pas sensible à l'écouteur, ce dernier rendra un son continu, le même aussi bien pendant la manipulation que pendant les intervalles.

La lecture sera impossible.

Si $i > 2 \mathcal{C}'$, le son perçu sera plus faible pendant la manipulation que pendant les intervalles. La lecture sera très difficile.

117.- POTENTIOMETRE.- On élimine, tout au moins en partie, le courant parasite $\mathcal{C}'$ en créant, à l'aide du potentiomètre, un nouveau courant $\mathcal{C}''$ destiné à être de sens contraire à $\mathcal{C}'$ et autant que possible égal à $\mathcal{C}'$ en valeur absolue.



Pour cela, on intercale sur la ligne une résistance réglable r alimentée par une pile P_2 , de polarité inversable. C'est la tension prise aux bornes de la résistance r qui créera le courant $\mathcal{C}''$. Une clé C.R. (clé rouge de l'appareil) permet d'inverser la polarité de la pile et d'obtenir ainsi, soit dans une position, soit dans l'autre, un courant $\mathcal{C}''$ à coup sur inverse du parasite $\mathcal{C}'$.

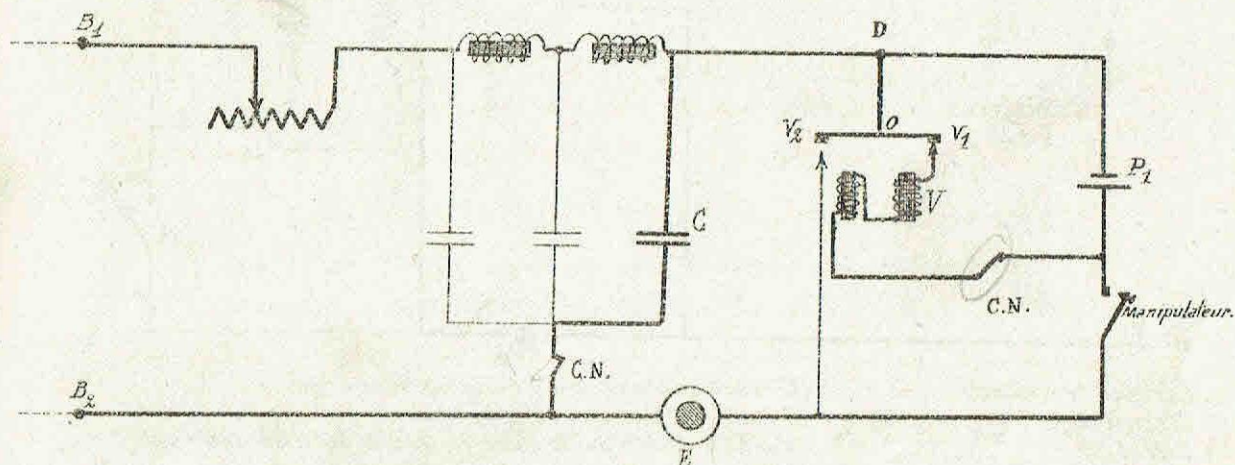
Il n'y a plus qu'à régler le curseur S du potentiomètre.

§ 6

ETUDE DE L'EMISSION

118.- Elle est beaucoup plus simple que la réception : il suffit, en effet, d'envoyer en ligne par les bornes B_1 B_2 le courant d'une pile.

Ceci est réalisé en appuyant sur le manipulateur M; on fait ainsi débiter par la pile P_1 un courant de travail, courant constant d'intensité i .

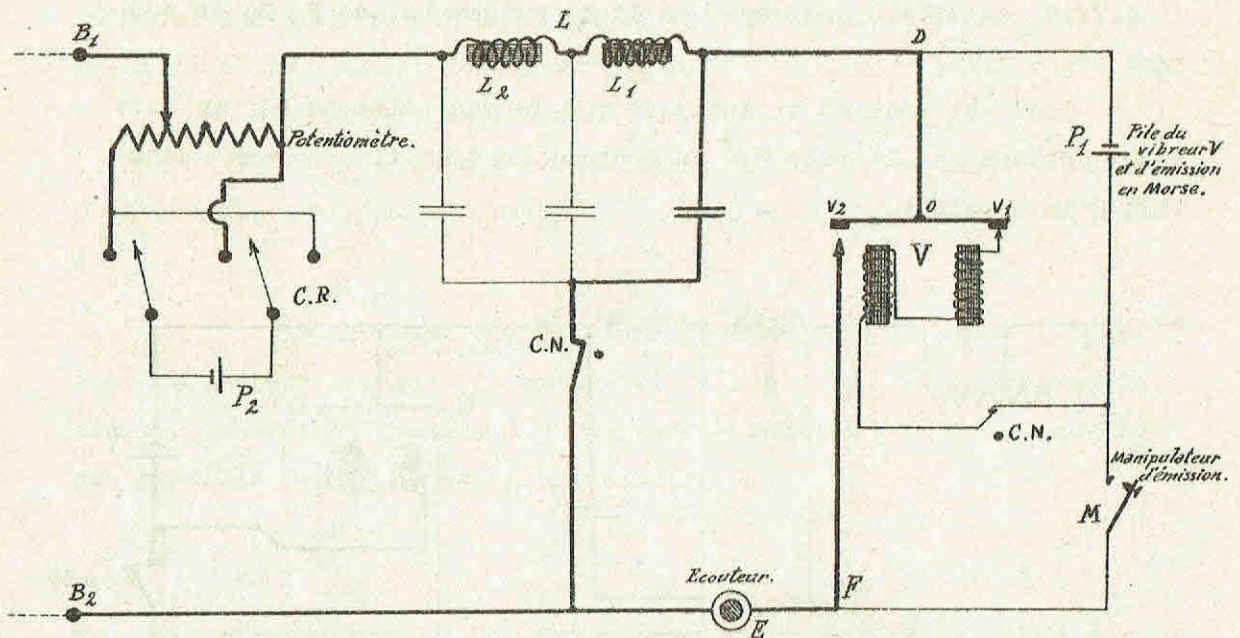


Ce courant part en ligne en traversant l'écouteur E. Etant constant, il ne lui fait rendre aucun son; mais si on ferme les interrupteurs C N, comme on le fait pour la réception, le vibreur fonctionnera et le condensateur se chargera. On pourra donc entendre dans l'écouteur sa propre émission, ce qui permet de se contrôler tout en facilitant la manipulation.

119.- Il en résulte que la disposition est la même pour l'émission que pour la réception et qu'il n'y a aucun geste à faire pour passer de l'une à l'autre : il suffit de manipuler pour émettre et d'abandonner le manipulateur pour recevoir (l'écouteur est en permanence à l'oreille).

§ 7

120.- En définitive, le schéma de principe de l'appareil est le suivant :



Circuit renforcé : Circuit de réception télégraphique.
 Circuit B₁. L. P₁. M. E B₂ : Circuit d'émission télégraphique.
 C.N. : Contacts établis par la clé noire dans la position: Télégraphe.
 C.R. : Clé rouge d'inversion du potentiomètre.

§ 8

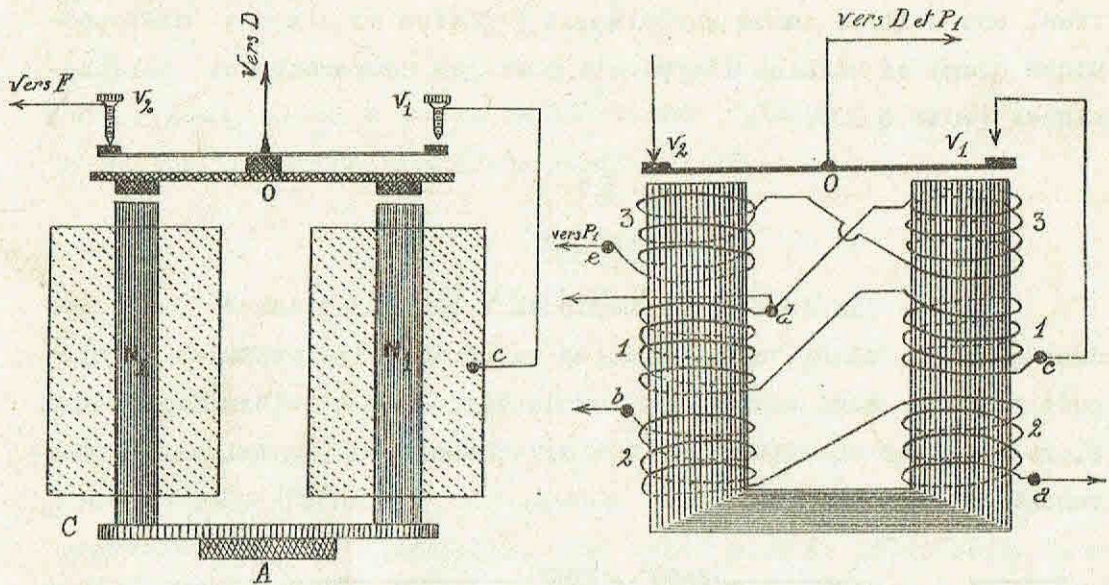
ETUDE DU VIBREUR

121.- C'est l'organe essentiel du fullerphone. Il se compose de deux noyaux de fer doux N₁ N₂ fixés sur une culasse C, également en fer doux, le tout polarisé par un petit aimant permanent A.

Sur les noyaux, sont enroulés trois bobinages 1, 2, 3, répartis chacun par moitié sur les deux noyaux.

Une armature, mobile autour de O, porte deux contacts platinés pouvant venir alternativement au contact des deux vis V₁ et V₂.

VIBREUR.



ENSEMBLE.

DETAILS DES TROIS ENROULEMENTS.

Les petites lettres correspondent au schéma d'ensemble page III.

L'enroulement 2 ne sert que dans l'emploi en téléphonie.

Le contact V_1 ferme le circuit de P_1 sur l'enroulement du vibreur; le contact V_2 sert à interrompre le circuit de réception, comme indiqué au paragraphe 3, et à produire le son musical dans l'écouteur.

Ces deux contacts sont d'un réglage délicat; mais lorsqu'il a été bien effectué et bloqué, il reste stable pendant longtemps.

122.- ENROULEMENTS.- Ils sont employés de la façon suivante :

pour le fonctionnement du vibreur, à la réception et à l'émission télégraphiques, les enroulements 1 et 3 sont en série et alimentés par la pile, P_1 ;

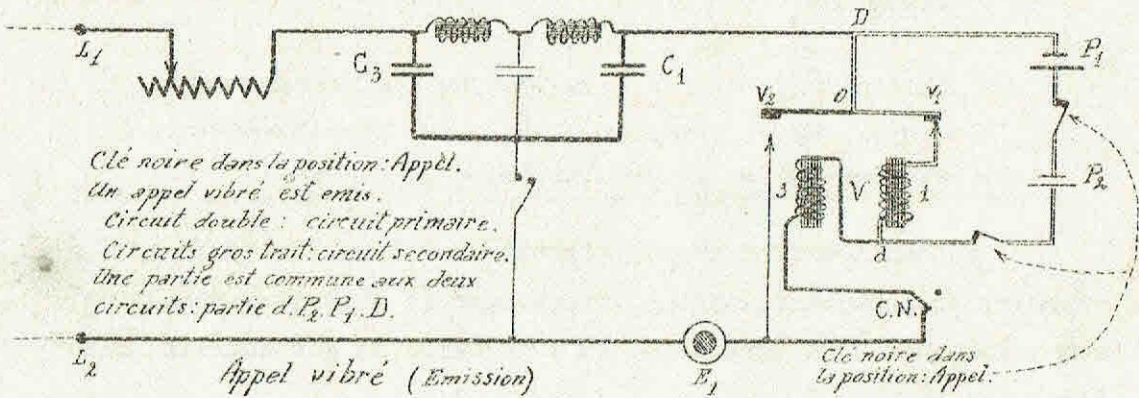
pour le fonctionnement de l'appel vibré (voir le numéro suivant), le bobinage 1 est seul en service et il est alimenté par les deux piles P_1 et P_2 , alors groupées en série par le contact "Appel" (clé noire - deuxième position). C'est le circuit primaire de l'appel vibré, le secondaire étant constitué par le circuit 3, aux bornes duquel se trouve la ligne;

enfin, l'enroulement 2, complètement indépendant des deux autres, est utilisé comme enroulement primaire du circuit microphonique quand on utilise l'appareil pour les conversations téléphoniques (voir § 10).

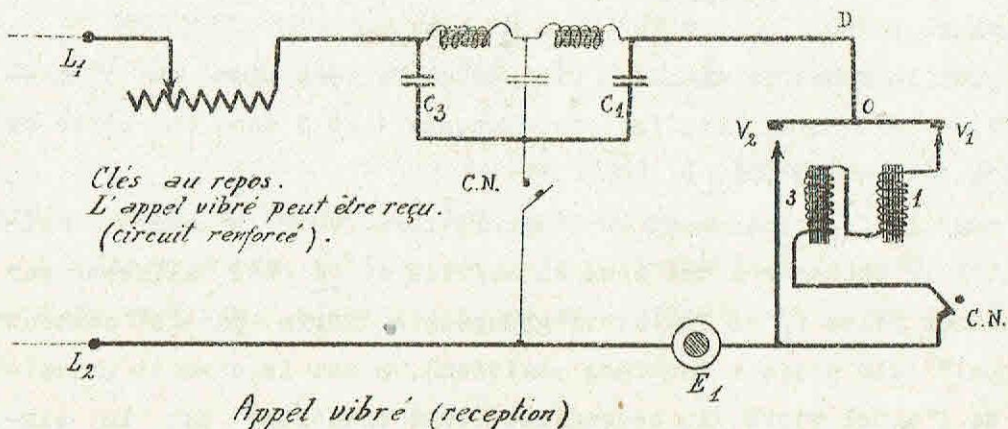
§ 9

APPELS.

123.- Ils se font au moyen du vibreur, actionné par les deux piles P_1 et P_2 , alors groupés en séries; les ruptures du circuit primaire sont transmises sur la ligne par l'intermédiaire d'un transformateur constitué par les enroulements 1 (primaire) et 3 (secondaire) du vibreur.



L'émission d'appel vibré part des bornes de 3 et aboutit à L_1 par l'intermédiaire de P_2 , P_1 , C_1 , C_3 , et à L_2 par l'intermédiaire d'un contact de la clé noire et de l'écouteur E_1 .



La réception d'appel vibré passe par L_1 C_3 C_4 O V_2 , l'écouteur E_1 et L_2 .

124.- En plus de l'appel vibré, on dispose d'un appel par magnéto, faisant partie du téléphone juxtaposé dans la même boîte que le fullerphone (voir numéro suivant).

§ 10

FONCTIONNEMENT EN TELEPHONIE

125.- La réalisation de l'appareil fullerphone proprement dit entraîne l'emploi d'accessoires utilisables pour un téléphone; l'addition simple de quelques organes comme le microphone et quelques contacts judicieux suffiraient pour utiliser l'appareil, non seulement pour la télégraphie, mais aussi pour la téléphonie. Aussi a-t-on construit l'appareil pour qu'il en soit ainsi.

De sorte qu'avec le même appareil, on peut, soit téléphoner, soit télégraphier.

Le combiné est livré à part et doit être branché au moment de l'emploi du téléphone. Ce branchement se fait automatiquement par l'enfoncement du combiné dans un jack quadruple préparé à cet effet. Pour le fonctionnement en télégraphie, il faut retirer le combiné.

Voir page 111, sur le schéma d'ensemble, les quelques détails supplémentaires appartenant strictement au fonctionnement en téléphonie.

§ 11

DETAILS DE REALISATION

126.- L'appareil au repos est équipé pour fonctionner en téléphonie ordinaire. Il suffit d'enfoncer le combiné dans son jack quadruple.

127.- Les différents contacts à réaliser pour le fonctionnement télégraphique, émission et réception, sont commandés par une clé noire qui s'enclanche d'une façon stable dans la position "Télégraphe" et d'une façon instable dans la position "Appel".

Le vibreur renfle doucement sur la position "Télégraphe" et plus fortement sur la position "Appel".

128.- La mise en oeuvre du potentiomètre s'effectue par l'abaissement d'une clé rouge, dans un sens ou dans l'autre. Le curseur du potentiomètre est commandé par un bouton P.

(Voir détails de la clé noire et de la clé rouge sur le schéma d'ensemble, page ci-contre).

L'aspect extérieur est celui d'un téléphone de campagne ordinaire.

§ 12

129.- RECOMMANDATION AU SUJET DES PILES.

1°)- Les deux éléments de pile de l'appareil servent :

- à faire fonctionner le vibreur (Pile P_1);
- à faire fonctionner le potentiomètre (Pile P_2);
- à faire fonctionner l'appel vibré (Piles P_1 et P_2);
- à alimenter le microphone pour l'emploi en téléphonie ordinaire (Piles P_1 et P_2).

Des piles en bon état sont absolument nécessaires, bien plus qu'en téléphonie ordinaire.

Or, chaque fois qu'une clé est abaissée, dans une position ou dans une autre, les piles sont mises en circuit.

Il faut donc veiller à ce que les clés ne restent pas inutilement abaissées;

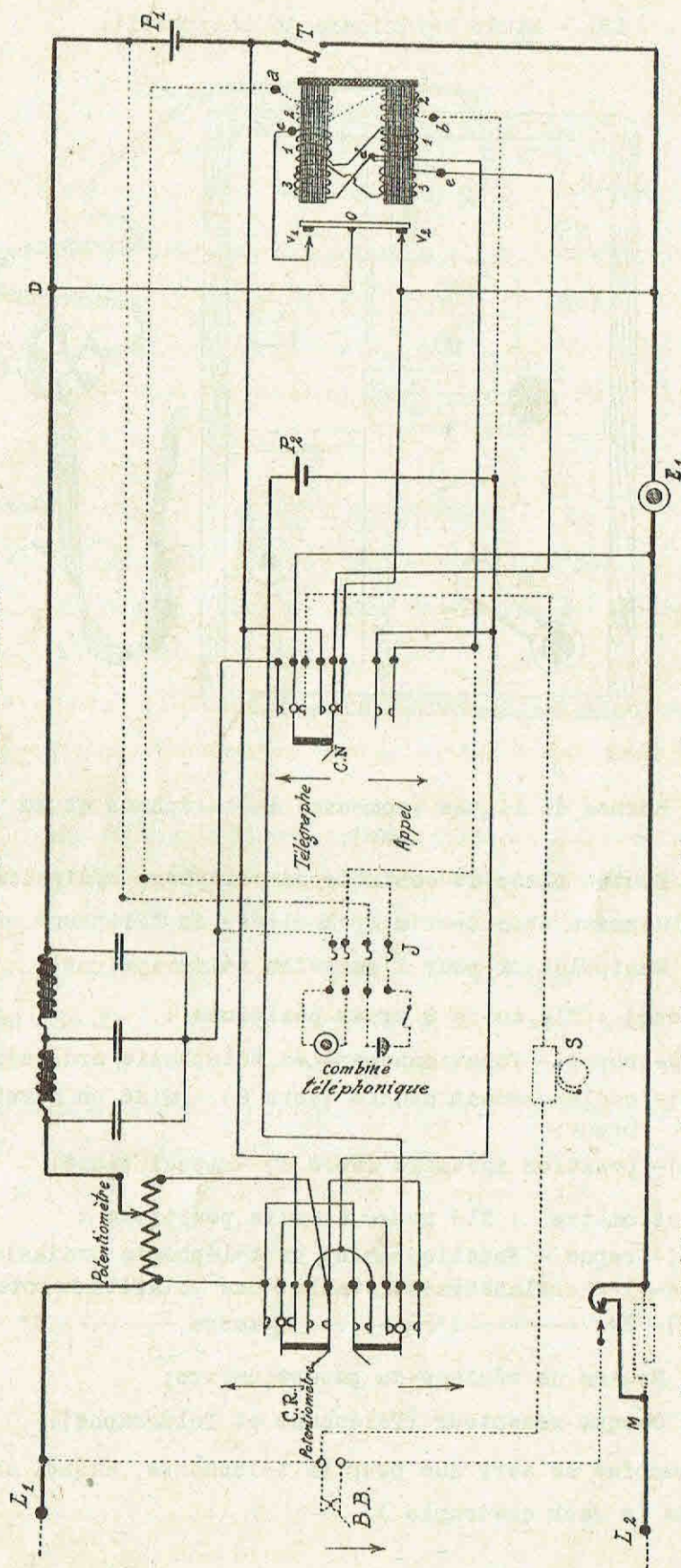
2°)- Il importe de ne pas intervertir la polarité des piles.

§ 13

SCHEMA D'ENSEMBLE ET ETUDE EXTERIEURE DE L'APPAREIL

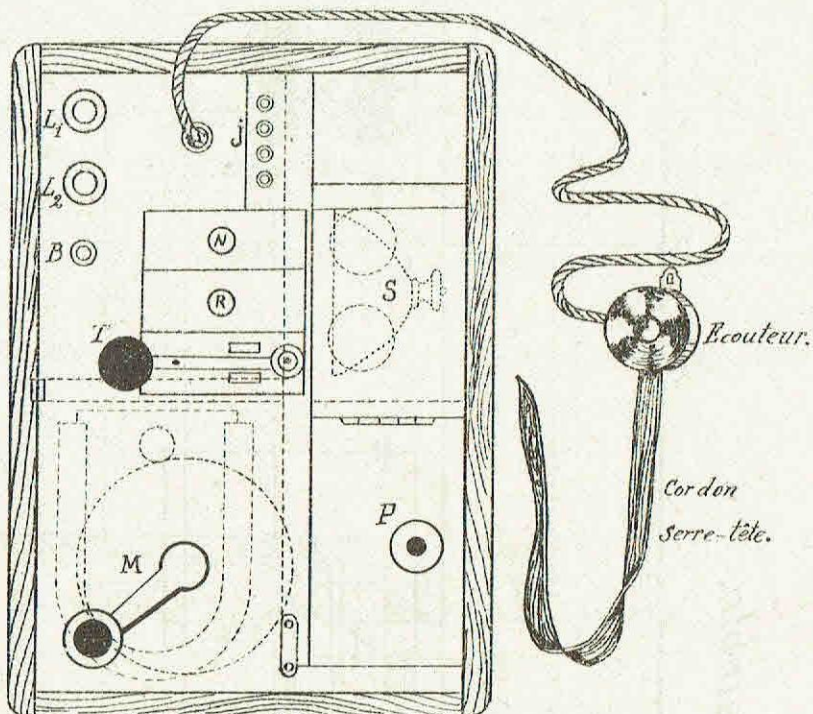
(Voir pages suivantes).

130-Schéma d'ensemble.



Les fils pointillés appartiennent strictement au téléphone juxtaposé dans la même boîte que le failleurphone.
 • Le circuit renforcé représente le circuit d'émission en télégraphie.

131.- Etude extérieure de l'appareil.



L_1 L_2 : Bornes de lignes (communes au téléphone et au télégraphe);

B : Bouton blanc de contrôle du téléphone ordinaire;

M et S : Magnéto et sonnerie (polarisée) du téléphone ordinaire;

T : Manipulateur pour l'émission télégraphique;

N (vibreux) : Clé noire à trois positions :

- a)- repos - Fonctionnement en téléphonie ordinaire;
- b)- enclenchement stable (vers B) - Mise en marche du vibreur;
- c)- position instable (vers S) - Appel vibré.

R (Potentiomètre) : Clé rouge à trois positions :

- a)- repos - Fonctionnement en téléphonie ordinaire;
- b)- 1er enclenchement stable { une polarité du potentiomètre;
- c)- 2e ----- d° ----- { autre ----- d° -----

P : Bouton de réglage du potentiomètre;

C : Casque récepteur (Téléphone et Télégraphe).

Le combiné ne sert que pour la téléphonie, auquel cas il est enfoncé dans le jack quadruple J.

§ 14

132.- REMARQUES GENERALES

1°)- Pour l'emploi en téléphonie, ne pas oublier d'enfoncer le combiné et de laisser les clés dans leur position verticale;

2°)- Le potentiomètre n'a aucun effet sur les bruits parasites perçus dans l'écouteur E₂ du combiné;

3°)- Le fullerphone est un appareil relativement fragile.

La présence du vibreur exige quelques soins.

§ 15

133.- REMARQUES IMPORTANTES

1°)- L'appareil assurant le secret de la transmission en Télégraphie, on pourra, même en première ligne, se contenter d'un circuit à retour par la terre;

2°)- Mais, seul l'emploi en télégraphie comportant le secret, la conversation téléphonique peut alors être surprise par l'ennemi.

Comme l'appareil est normalement appelé à être utilisé à l'extrême avant, le fonctionnement en téléphonie doit être, en conséquence, un cas tout à fait spécial et soigneusement discipliné;

3°)- Au point de vue de l'emploi tactique :
l'économie de la moitié du fil nécessaire (avec les conséquences qui en découlent pour le personnel et pour le temps) et le secret de la communication compensent la sujétion de l'emploi de la Télégraphie, c'est-à-dire de la Lecture au son, pour les transmissions de l'avant.

=====

SIXIÈME PARTIE.



ANNEXES:

COMPLÉMENTS DE TÉLÉPHONIE.



ANNEXE I.

APPROPRIATION ET COMBINAISON DES CIRCUITS

134.- La nécessité d'économiser du matériel en obtenant le rendement maximum avec celui dont on dispose, a amené la recherche des solutions aux problèmes suivants :

1°)- Réaliser une liaison téléphonique et télégraphique simultanément sur un fil unique (retour par la terre);

2°)- Réaliser une liaison téléphonique et télégraphique simultanément sur un circuit téléphonique (à deux fils);

3°)- Utiliser deux circuits téléphoniques déjà existants entre deux stations pour réaliser une troisième liaison indépendante des deux premières (un circuit "combiné" sur deux "combinants");

4°)- Utiliser deux circuits déjà existants entre deux stations pour réaliser deux autres liaisons indépendantes des deux premières (deux circuits "combinés" sur deux "combinants") soit le double;

5°)- Utiliser "n" circuits déjà existants entre deux stations pour réaliser "2n", ou "3n" (ou plus encore) liaisons indépendantes des "n" premières.

L'extension prise par les réseaux téléphoniques a fait presque complètement abandonner le premier de ces problèmes, dont la solution avait été envisagée et résolue dès les débuts de la téléphonie;

Les autres problèmes, surtout le 5^{ème}, ont au contraire reçu des applications d'importance croissante.

Toutes les solutions reposent, d'une part, sur les phénomènes de réactance de self et de capacité; d'autre part, sur les phénomènes de transformation. On les divise ainsi en deux catégories correspondant : la première, à l'emploi des "séparateurs", la deuxième, à l'emploi des "transformateurs".

Chapitre I

EMPLOI DES "SÉPARATEURS".

§ 1

PREMIERE SOLUTION DU PROBLEME GENERAL :

135.- LIAISON TELEPHONIQUE ET TELEGRAPHIQUE SIMULTANÉES SUR UN FIL UNIQUE.

PRINCIPE.— On joue sur la différence des fréquences entre les courants télégraphiques (Fréquence 0) et les courants téléphoniques (fréquence musicale, par exemple 500).

Le schéma ci-contre est réalisé pour une station P possédant un appareil téléphonique A et un appareil télégraphique B. La même disposition est à copier pour la station correspondante P' munie des appareils A' et B'.

La self "L" "arrête" les courants téléphoniques ("self d'arrêt" ou "de choc") qui tendraient à se fermer par l'appareil télégraphique.

Le condensateur C "arrête" les courants télégraphiques ("condensateur d'arrêt" ou "de choc") qui tendraient à se fermer par l'appareil téléphonique : Capacité : 1/2 microfarad.

Le condensateur "e" "étouffe" les extra-courants de rupture et de fermeture dus à la manipulation télégraphique (ces courants gêneraient la liaison téléphonique).

En dehors de l'appareil télégraphique et de l'appareil téléphonique, le dispositif est contenu dans une boîte constituée comme l'indique le schéma, réglementaire dans les transmissions militaires.

REMARQUE.— Les seuls appels téléphoniques possibles sont les appels vibrés.

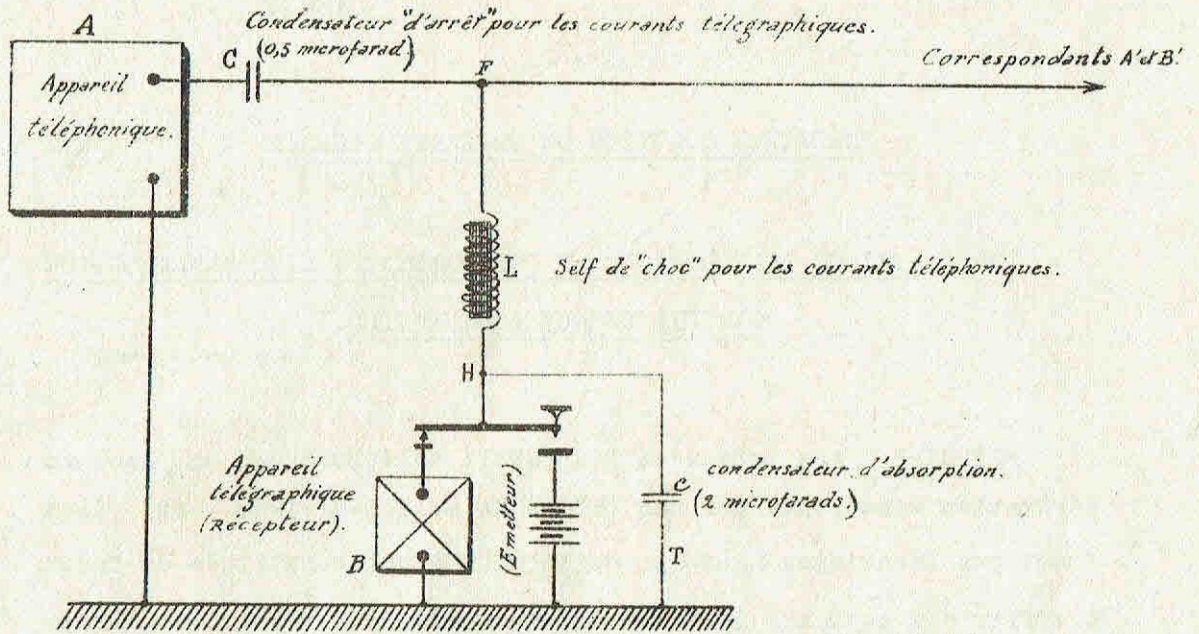
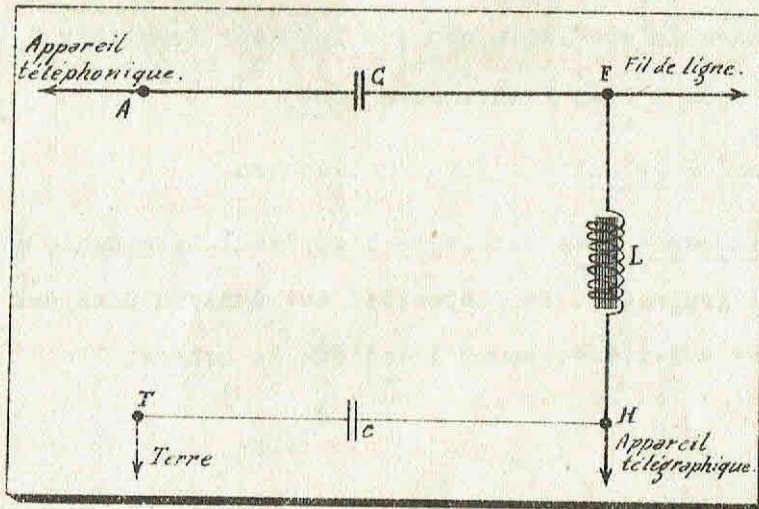


Schéma de principe.



Boîte I contenant l'ensemble du dispositif d'appropriation.

§ 2

DEUXIEME SOLUTION DU PROBLEME GENERAL

136.- LIAISON TELEPHONIQUE ET TELEGRAPHIQUE SIMULTANEEES SUR UN
CIRCUIT UNIQUE A DEUX FILS.

PRINCIPE.-- Aux bornes de l'appareil téléphonique, on place une dérivation constituée par une bobine de self L divisée en deux fractions identiques ℓ_1 et ℓ_2 . Cette bobine est constituée de façon à offrir aux courants de fréquence musicale une très grande réactance, de sorte que les courants téléphoniques n'éprouvent qu'une dérivation négligeable.

Il suffit de brancher l'appareil télégraphique au point milieu "M" de cette self.

Les deux liaisons, téléphonique et télégraphique, pourront alors fonctionner simultanément, sans que l'une affecte l'autre.

La seule condition est que les deux fractions ℓ_1 et ℓ_2 de la self L soient bien identiques.

Schéma de principe : figure ci-contre.

Pratiquement : En dehors de l'appareil téléphonique et de l'appareil télégraphique, le dispositif est contenu dans une boîte réglementaire constituée comme l'indique le schéma.

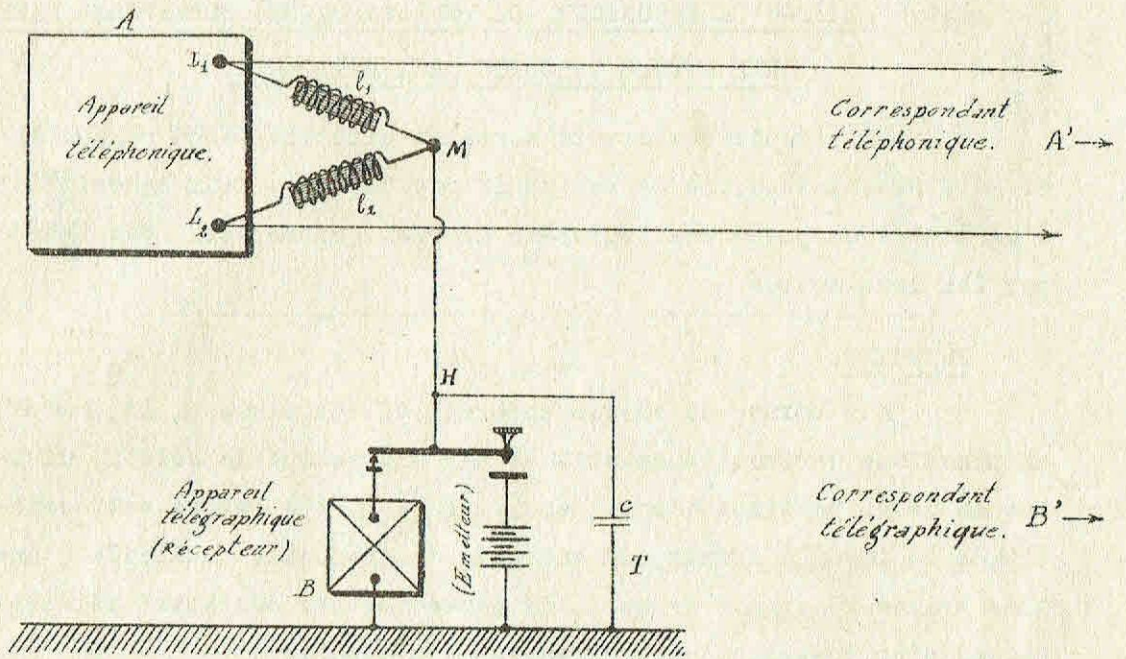
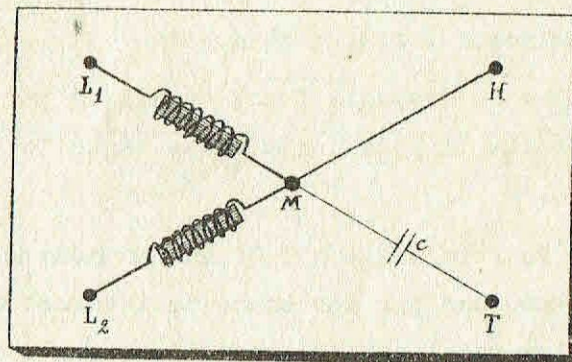


Schéma de principe.



Boîte II contenant l'ensemble du dispositif d'adaptation.

TROISIEME SOLUTION DU PROBLEME GENERAL

137.- LIAISON TELEPHONIQUE (OU TELEGRAPHIQUE) SUPERPOSEE DANS
DEUX AUTRES CIRCUITS DEJA EXISTANTS.

Les circuits existants sont les circuits téléphoniques AA' et BB'. Sans introduire de perturbations dans ces deux circuits, il s'agit de superposer une troisième liaison qui ne sera pas gênée par les deux autres.

PRINCIPE.-

Aux bornes de chaque appareil téléphonique A, A', B et B', on place une dérivation constituée par une bobine de self L, divisée en deux fractions identiques ℓ_1 et ℓ_2 . Cette bobine est constituée de façon à offrir aux courants de fréquence musicale une très grande réactance de self, de sorte que les courants téléphoniques n'éprouvent qu'une dérivation négligeable.

Pour réaliser la troisième liaison, il suffit de brancher l'appareil C aux points milieux M et N et de brancher l'appareil C' aux points milieux M' et N'.

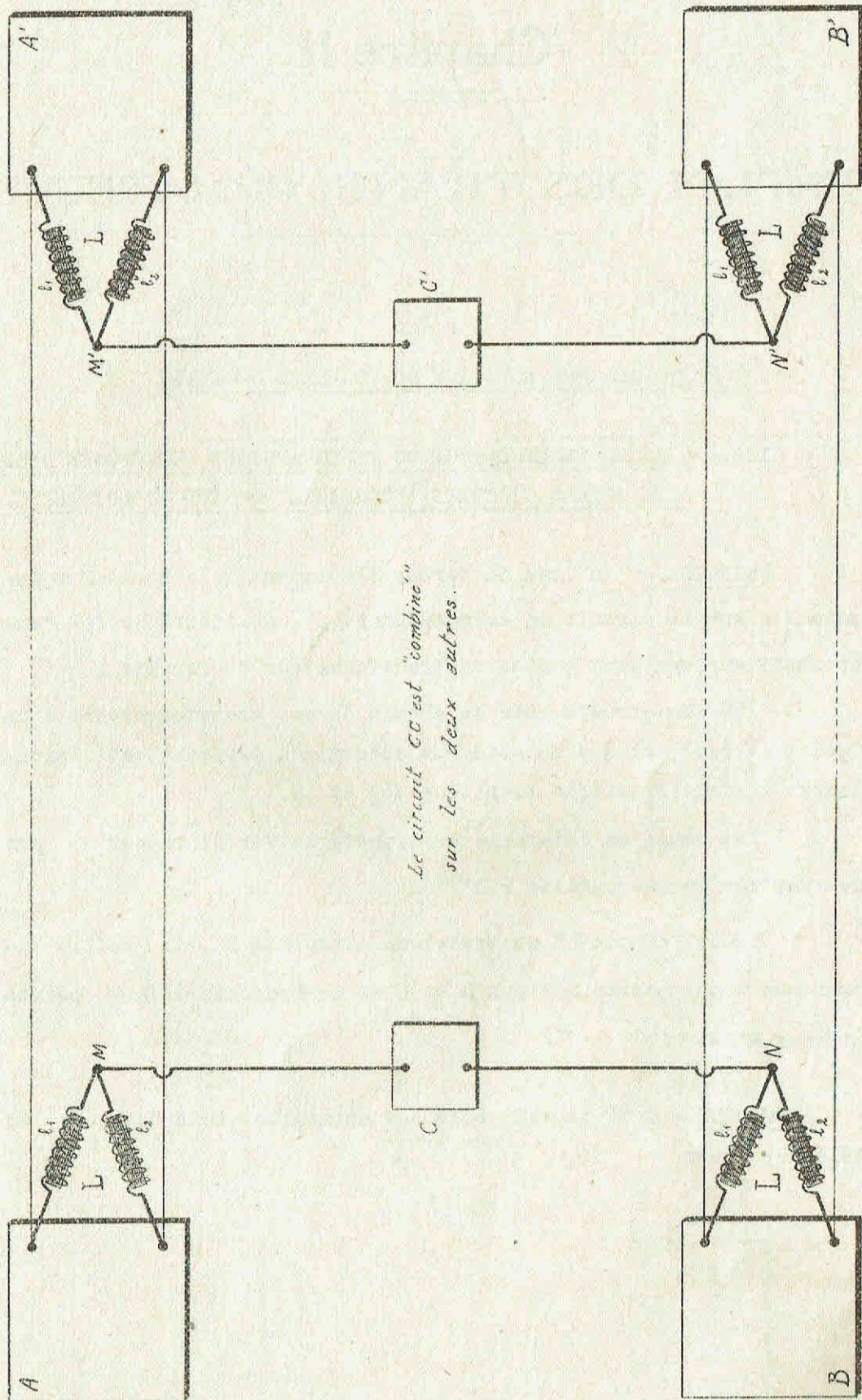
Les trois liaisons téléphoniques A A', B B' et C C' pourront alors avoir lieu sans que l'une gêne les autres ou soit gênée par elles.

La seule condition est que les deux fractions ℓ_1 et ℓ_2 des selfs L soient bien identiques.

Schéma de principe : figure ci-contre.

Pratiquement : Le dispositif est constitué par quatre boîtes identiques à la boîte II précédente, dans laquelle la portion MCT est inemployée.

REMARQUE.- Pour la liaison C C', les fractions de self ℓ_1 et ℓ_2 , identiques et parcourues par des courants inverses égaux, sont traversées par un flux total nul. Il n'y a donc aux bornes de A aucune tension gênante induite par ce flux. Quant au courant lui-même, il ne subit que la résistance ohmique des enroulements, choisie d'ailleurs assez faible : 20 ohms environ.



*Le circuit CC'est "combine"
sur les deux autres.*

Chapitre II

EMPLOI DES TRANSFORMATEURS

§ 1

QUATRIEME SOLUTION DU PROBLEME GENERAL

138.- LIAISON TELEPHONIQUE OU TELEGRAPHIQUE SUPERPOSEE DANS DEUX AUTRES CIRCUITS ("COMBINEE" SUR DEUX COMBINANTS").

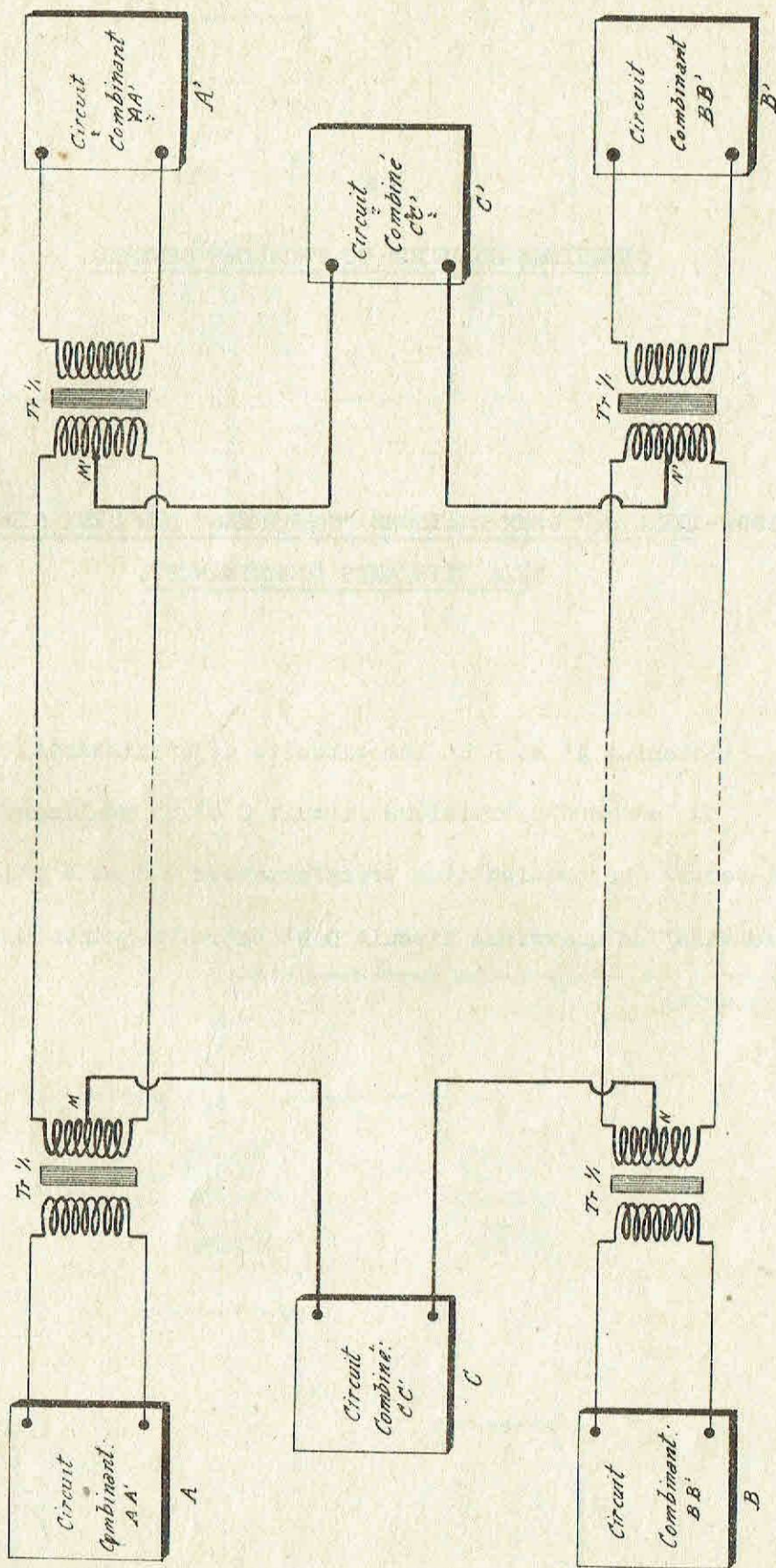
PRINCIPE.- Au lieu de fermer simplement le circuit d'un appareil A sur le circuit du correspondant A', on intercale (on "embroche") sur ces deux postes un transformateur de rapport 1.

Un des enroulements de chacun de ces transformateurs a un "point milieu", tel que M, nettement déterminé, divisant cet enroulement en deux fractions identiques ℓ_1 et ℓ_2 .

De même, on intercale un transformateur de rapport 1 sur deux autres correspondants B B'.

Pour "combiner" un troisième circuit C C', il suffit de brancher C aux points milieux M et N et de brancher C' aux points milieux M' et N'.

REMARQUE.- C C' peuvent être des appareils téléphoniques ou télégraphiques.



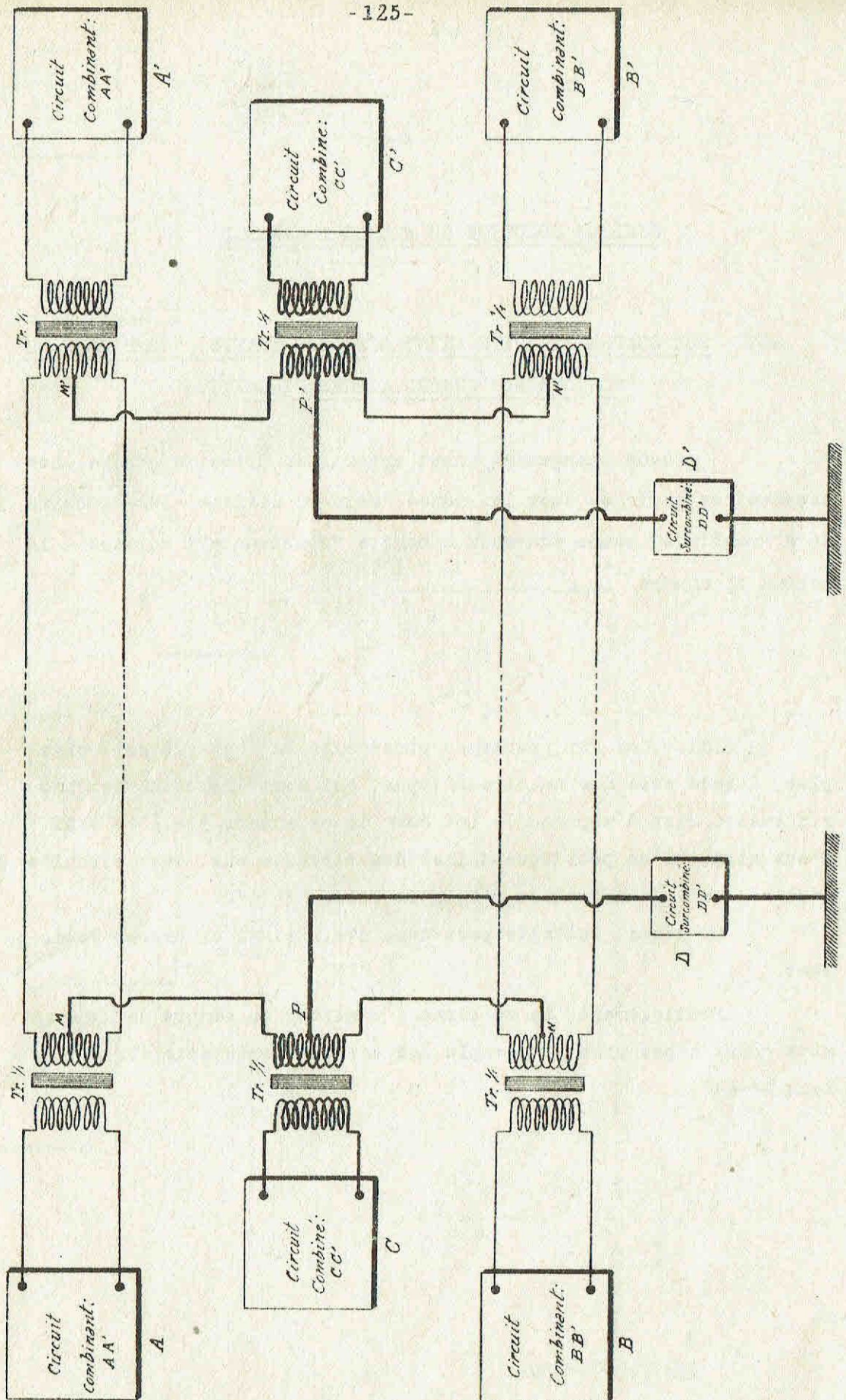
§ 2

CINQUIEME SOLUTION DU PROBLEME GENERAL

139.- REALISER DEUX LIAISONS "COMBINEES" SUR DEUX CIRCUITS
DEJA EXISTANTS (COMBINANTS).

Soient A A' et B B' les circuits déjà existants.

On "combine" un troisième circuit C C' en réalisant le schéma ci-contre (adjonction d'un transformateur à C et à C') et on "surcombine" un quatrième circuit D D' entre les points milieux P P' et la terre.



§ 3

SIXIEME SOLUTION DU PROBLEME GENERAL

140.- SUR QUATRE CIRCUITS EXISTANTS (COMBINANTS), "COMBINER" OU
"SURCOMBINER" QUATRE AUTRES CIRCUITS.

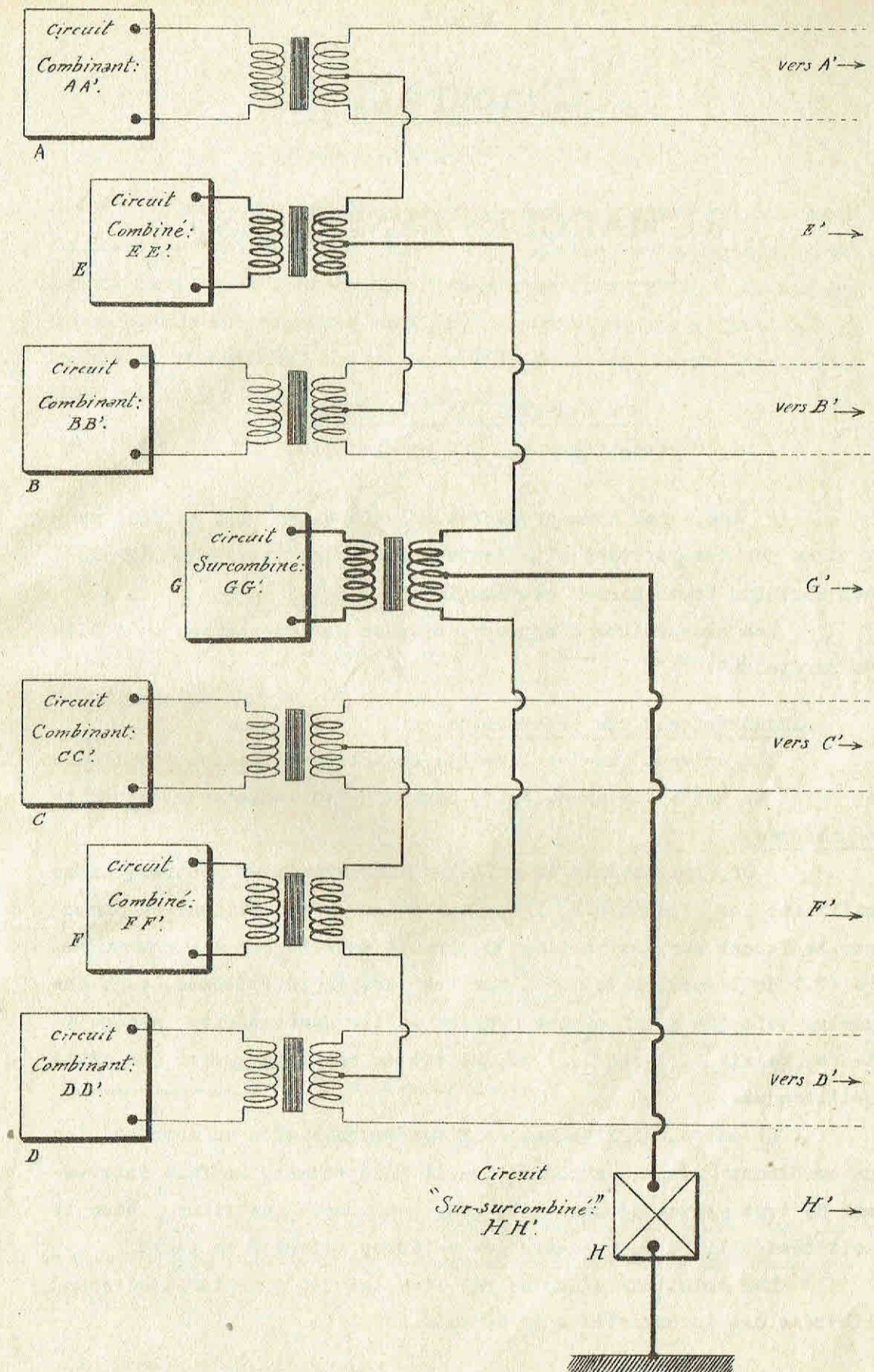
Aucun changement n'est apporté au principe général. Les accessoires employés sont les mêmes. Mais on utilise les circuits déjà "combinés" comme nouveaux circuits "combinants" suivant le schéma ci-contre.

§ 4

141.- Les six problèmes précédents ne sont que des exemples, donnés avec des solutions types, qui sont élémentaires. Théoriquement, rien n'empêche de les compliquer autant que l'on veut : C'est ainsi qu'on peut "surcombiner" des circuits sur des circuits déjà "surcombinés" eux-mêmes plusieurs fois.

Un réseau installé peut donc avoir ainsi un énorme rendement.

Pratiquement, on se borne à réaliser un nombre de liaisons atteignant à peu près le décuple des circuits existants. (Voir plus loin N° 146).



Chapitre III

REMARQUES GÉNÉRALES

§ 1

SUR L'EMPLOI DES SEPARATEURS

(Problèmes des N^{os} 135, 136, 137).

142.- Les deux premières solutions (N^{os} 135 et 136) mettent en jeu des circuits dits "appropriés"; la troisième (N^o 137) des circuits "combinants" et "combinés".

Les accessoires d'appropriation ou de combinaison sont dits "séparateurs".

Inconvénients des séparateurs.-

Ils exigent que les circuits soient parfaitement identiques au point de vue résistance, self, capacité et isolement : circuits équilibrés.

Or, les schémas de principe correspondants montrent qu'en utilisant les séparateurs, l'appropriation et la combinaison portent non seulement sur les parties du circuit extérieures à l'appareillage (fil de ligne), mais aussi sur les parties intérieures, vers les postes tels que A, A' et les organes qu'ils contiennent : annonceurs, relais etc ...; ce qui est de nature à amener des déséquilibres.

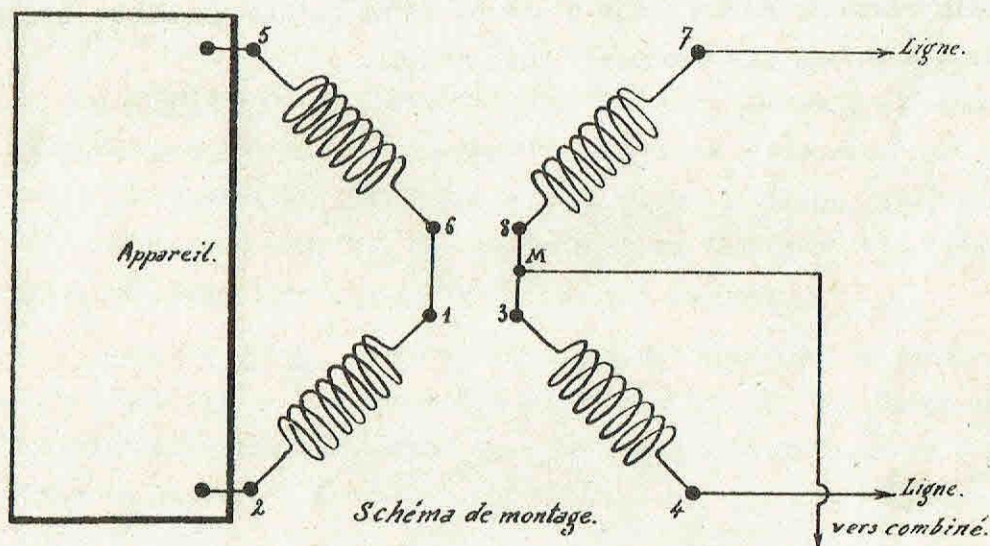
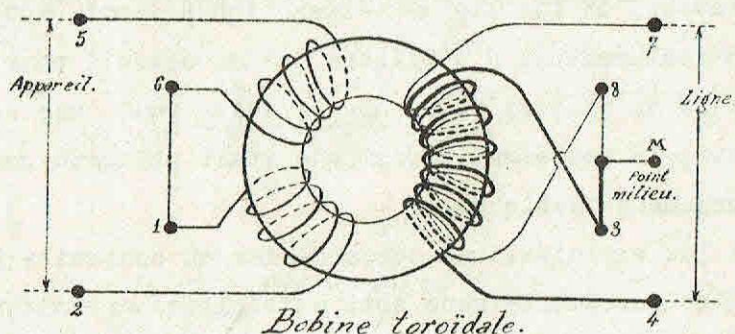
En outre, si l'on met en intercommunication un "combiné" (ou un "combinant") et un quatrième circuit indépendant, on fait intervenir de très graves dérangements pour peu que ce quatrième circuit soit déséquilibré ou présente les moindres pertes à la terre.

Les solutions offertes par l'emploi des transformateurs sont libérées des inconvénients précédents.

SUR L'EMPLOI DES TRANSFORMATEURS

(Problèmes des N^{os} 138, 139, 140)

144.- Ces transformateurs, appelés encore "translateurs" ou "bobines translatrices" comportent quatre enroulements absolument identiques bobinés sur un noyau de fils de fer doux. Les deux types couramment employés dans la T.M. (télégraphie militaire) sont la bobine "toroïdale" à noyau circulaire et la bobine "ovoïdale" (oeuf aplati) à noyau du type cylindrique.



Détails d'une bobine toroïdale.

145.- Le montage d'une bobine ovoïdale présente des caractéristiques analogues au montage ci-dessus; seule la forme extérieure est différente.

§ 3

USAGE DANS LA TELEGRAPHIE MILITAIRE

146.- Pratiquement, dans la Télégraphie militaire, on ne dépasse pas la combinaison du deuxième ordre, c'est-à-dire qu'avec quatre circuits existants on se borne à constituer deux combinés et un surcombiné, soit en tout sept circuits; encore ces combinaisons sont-elles d'un emploi très réduit et uniquement réservées à l'extrême arrière.

A l'avant, où les lignes téléphoniques sont toujours précaires, non seulement on n'utilisera pas un circuit pour plusieurs liaisons, mais on placera plusieurs circuits pour une seule liaison à obtenir, le rendement économique étant obligatoirement subordonné au rendement tactique.

Dans les exploitations commerciales au contraire, les combinaisons et les surcombinaisons sont multipliées au maximum. (La principale cause de dérangement n'est en effet qu'une question atmosphérique : Vent par exemple). Voir N° 141.

==+==+==+==+==+==+==+==+==

ANNEXE II.

LA TELEPHONIE SECRETE

§ 1

147.- On a fréquemment cherché, surtout pendant la guerre, à rendre secrètes les communications téléphoniques.

Aucune des solutions étudiées n'a donné satisfaction.

Cependant, nous indiquerons le principe de l'une d'elles présentant l'avantage d'empêcher la surprise des communications, même en se branchant sur les fils du circuit.

§ 2

148.- Ce principe consiste à changer la fréquence du courant téléphonique (audible) en une fréquence supérieure à la limite audible.

A l'émission, on "hachera" donc, dès la sortie de l'appareil téléphonique, le courant qui partira ainsi en ligne sous une forme totalement inaudible. Par exemple, pour une modulation microphonique de fréquence 500, si, par période, nous "hachons" 100 fois, la variation définitive atteindra 50 000 par seconde.

A la réception, on fera l'opération inverse, c'est-à-dire qu'on rétablira la fréquence 500 au moyen d'un système "redresseur", fonctionnant en synchronisme avec le système "changeur" de fréquence au départ.

§ 3

149.- Un des montages essayés consiste en deux commutateurs identiques pour l'émission et pour la réception, tournant en synchronisme.

La difficulté est précisément l'obtention de ce synchronisme :

si on peut envisager sa réalisation à l'arrière, là où des installations confortables sont possibles, il en est tout autrement à l'extrême-avant, où justement le secret des communications serait le plus désirable.

=====

Fin du Titre II

TABLE DES MATIERES

TITRE II

	Pages
<u>PREMIERE PARTIE</u>	
<u>PRINCIPE GENERAL ET APPAREILS TELEPHONIQUE</u>	
<u>CHAPITRE I</u> - Principe général.	5
<u>CHAPITRE II</u> - Communication bilatérale directe.	9
<u>CHAPITRE III</u> - Montage indirect - Emploi d'un transforma- teur.	12
<u>CHAPITRE IV</u> - Etude détaillée des accessoires.	14
<u>CHAPITRE V</u> - Systèmes d'appel.	24
<u>CHAPITRE VI</u> - Remarques générales.	36
<u>DEUXIEME PARTIE</u>	
<u>LA LIGNE</u>	
La ligne téléphonique de campagne - Etude générale.	40
Etude technique d'un circuit téléphonique.	53
<u>TROISIEME PARTIE</u>	
<u>TABLEAUX ANNONCIATEURS</u>	
<u>CHAPITRE I</u> - Principe général.	58
<u>CHAPITRE II</u> - Etude d'un tableau annonceur - Réglette.	60
<u>CHAPITRE III</u> - Bâti du tableau.	70
<u>CHAPITRE IV</u> - Central en caisse.	73
<u>CHAPITRE V</u> - Prises de terre des postes centraux.	75

	Pages
<u>QUATRIEME PARTIE</u>	
<u>STANDARDS ET MULTIPLES</u>	
<u>CHAPITRE I</u> - Standards.	82
<u>CHAPITRE II</u> - Multiples.	89
<u>CINQUIEME PARTIE</u>	
<u>LE FULLERPHONE</u>	
(Télégraphie secrète)	
Le Fullerphone.	99
Schéma de principe (complet).	111
<u>SIXIEME PARTIE</u>	
<u>ANNEXES</u>	
<u>COMPLEMENTS DE TELEPHONIE</u>	
<u>ANNEXE I</u> - Appropriation et combinaison des circuits...	115
<u>CHAPITRE I</u> - Emploi des "séparateurs"	116
<u>CHAPITRE II</u> - Emploi des transformateurs.	122
<u>CHAPITRE III</u> - Remarques générales.	128
<u>ANNEXE II</u> - La téléphonie secrète.	131

E R R A T A

- Page 20 - Neuvième avant-dernière ligne :
Après le mot Exemples : supprimer le chiffre "I".
- Page 54 - Sur la droite de la figure (Appareil de B)
Ajouter : la lettre O_3' au point de connexion de la sonnerie, un peu à gauche du condensateur; la lettre S dans le carré représentant la sonnerie; la lettre M sur la masse de la magnéto.
A la quatrième ligne du texte :
Au lieu de O_3 , lire : O_3' .
- Page 55 - Sur la droite de la figure (appareil de B)
Un peu à gauche du condensateur, au lieu de O_1' , lire : O_3' .
- Page 56 - Deuxième ligne du § 3 :
Après "en fait", ajouter une virgule.
- Page 120 - Deuxième avant-dernière ligne (pour certains exemplaires seulement) :
au lieu de "réactance", lire "résistance".
-