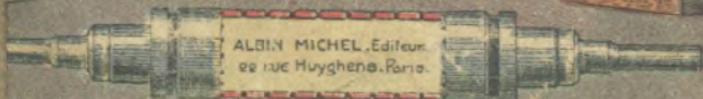
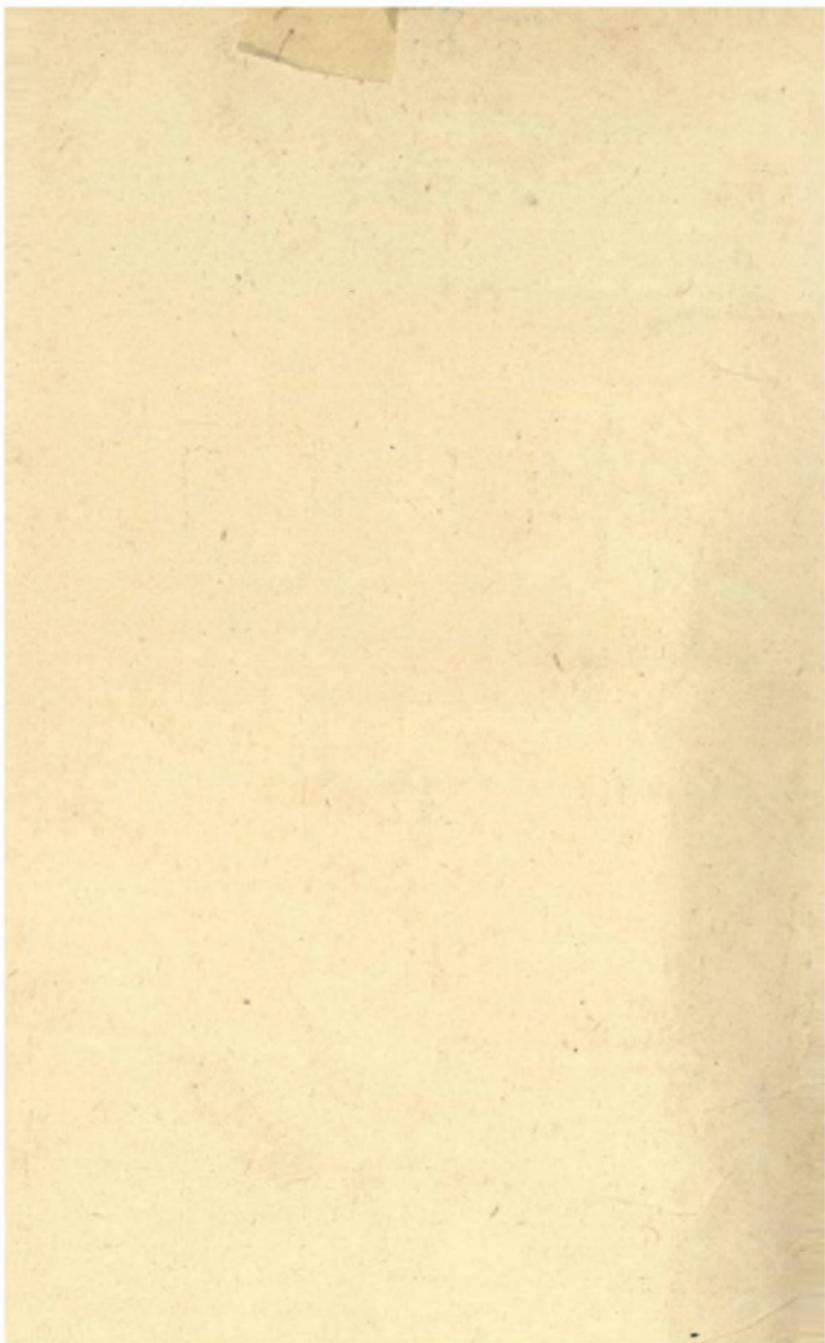


M. de Graffigny. Ingénieur Civil

Les trucs de l'électricien



1923

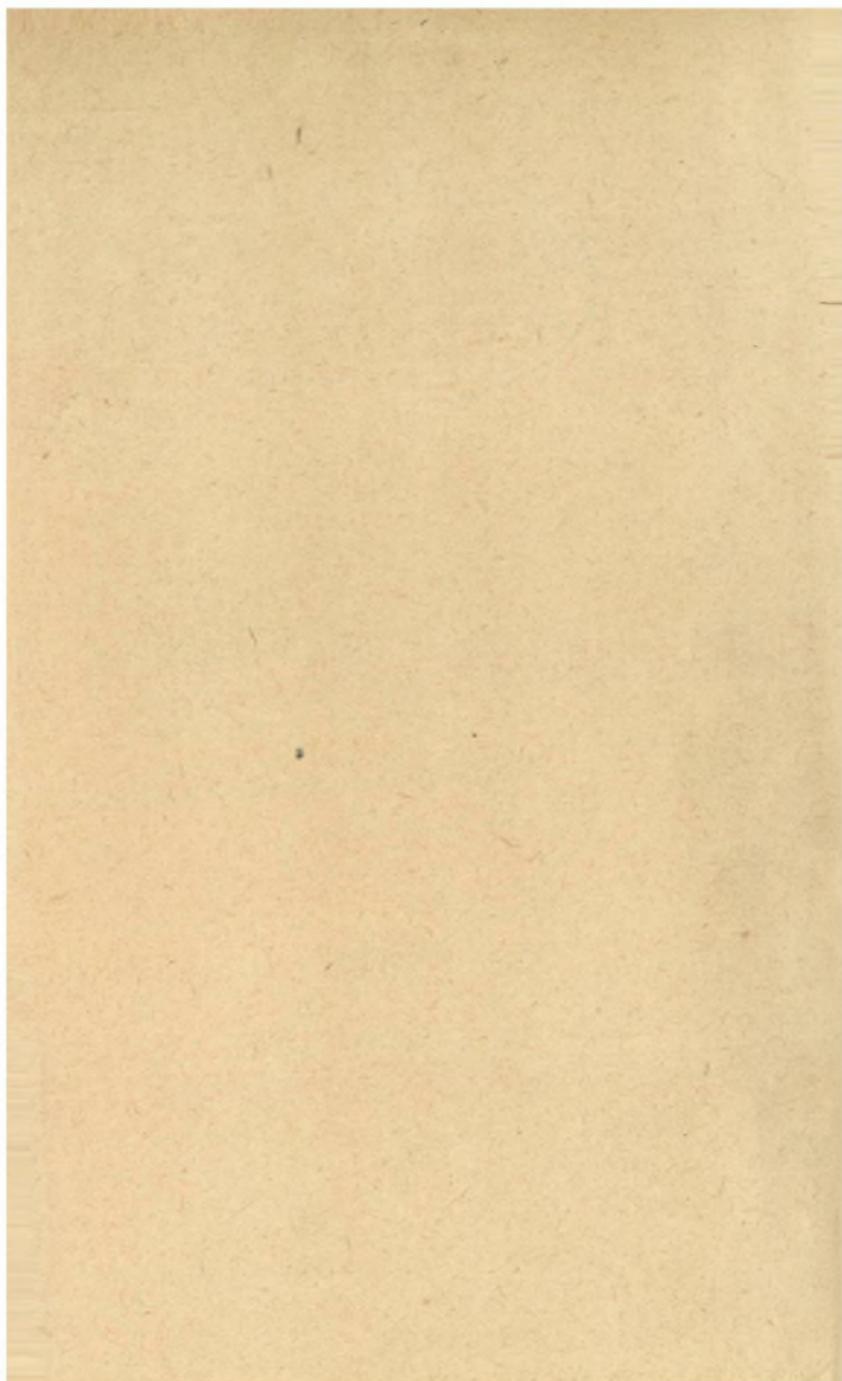




4.1.85

N. 16
R. 3

LES TRUCS DE L'ÉLECTRICIEN



N° B. B. 388492 / - 165
LES TRUCS

DE

L'ÉLECTRICIEN

PAR

H. DE GRAFFIGNY

Rédacteur au *Petit Inventeur*, à *L'Électricien*
et à *L'Aéro-Sport*.

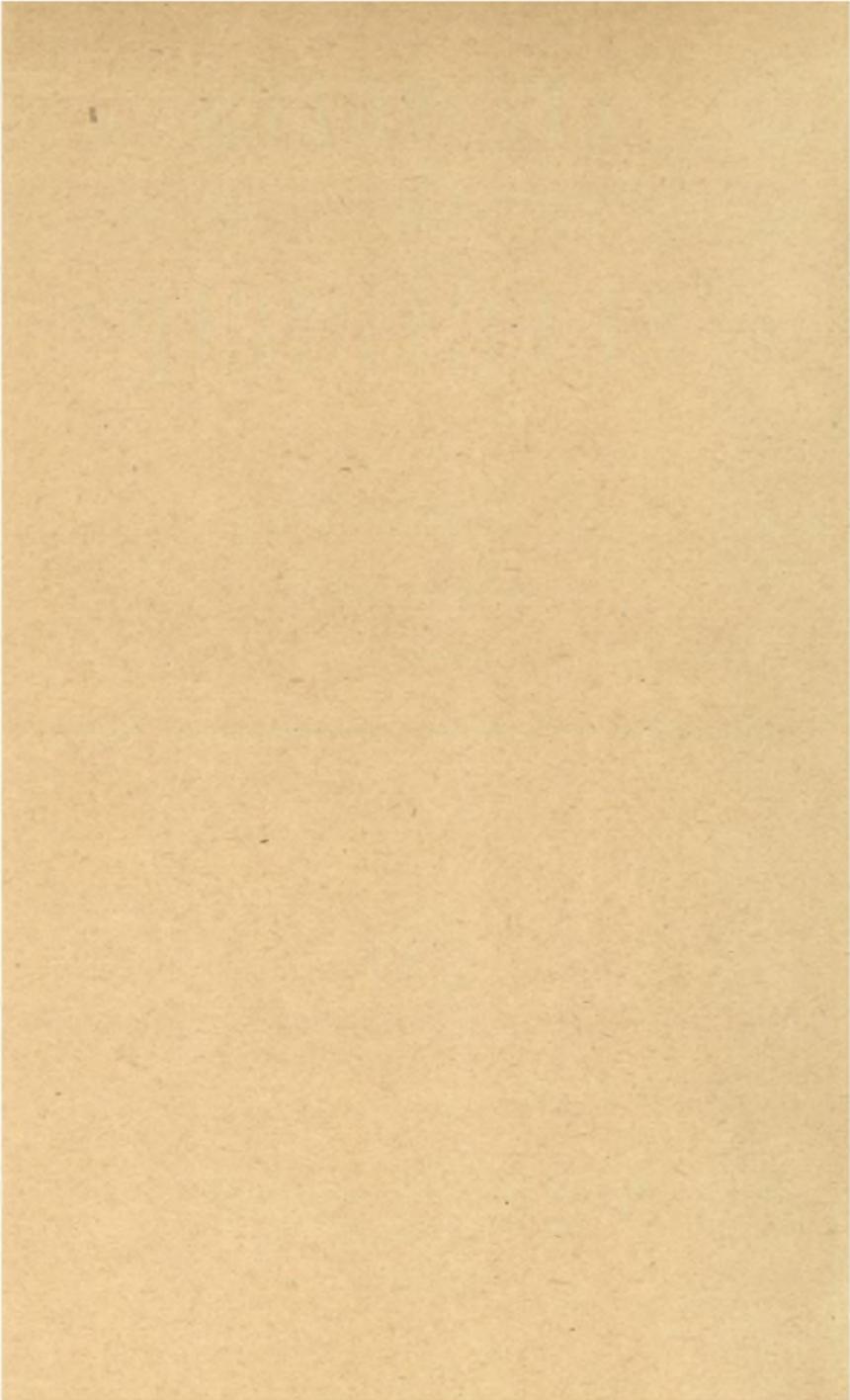
Ouvrage illustré de 120 figures explicatives dessinées par l'auteur



ALBIN MICHEL, ÉDITEUR

22, RUE HUYGENS, 22

PARIS





AVANT-PROPOS

Encore un livre sur l'électricité ! dira-t-on.

Et comme c'est le soixante-sixième que je publie sur ce vaste sujet, on pourra peut-être croire, avant de le lire, qu'il n'est qu'une répétition de mes ouvrages précédents.

On se rendra compte, après l'avoir feuilleté, qu'il n'en est cependant rien et que ce volume est entièrement nouveau, comme conception et rédaction, dans toutes ses parties.

Bien souvent, au cours de ma carrière déjà longue de vulgarisateur, j'ai été guidé, dans la composition de mes manuels pratiques, par des indications qui m'étaient transmises par mes lecteurs. C'est ainsi que m'a été signalée à diverses reprises l'utilité que pourrait présenter un recueil de procédés uniquement pratiques relatifs au montage, à l'installation, à l'entretien et à la réparation des appareils électriques de toute espèce, recueil devant être compris de tout le monde.

Tout le monde en effet emploie l'énergie électrique sous une forme ou sous une autre pour des applications extrêmement variées. Il devient nécessaire de savoir recharger des piles et des accumulateurs, changer ou ajouter des lampes sur un circuit, lire un compteur, remplacer les fusibles des coupe-circuits, reconnaître les causes de mauvais fonctionnement d'une dynamo, poser une sonnette, un poste de téléphone, un tableau, agencer un récepteur de T. S. F., etc. Ce sont là autant d'opérations que l'on peut exécuter soi-même sans avoir besoin de recourir aux services dispendieux d'un électricien professionnel dont la venue se fait quelquefois désirer, alors qu'il y aurait urgence et que le travail à effectuer est insignifiant.

C'est pour répondre à ce besoin maintes fois exprimé d'un résumé des opérations les plus fréquentes en électricité industrielle que j'ai réuni, après de laborieuses recherches dans les revues spéciales et en me documentant auprès des spécialistes, les matériaux constituant ce volume. Certes, je ne me fais pas illusion sur la valeur de mon travail : on pourra le trouver incomplet, mais j'ai dû me borner à l'essentiel pour rester dans le cadre qui m'était imparti. Peut-être serai-je à même plus tard de lui ajouter ce qui lui manque si les lecteurs veulent bien me faire part de leurs observations et de leurs desiderata et si dans l'avenir il m'est donné de les réaliser.

Ainsi que le montre la Table des Matières, l'ouvrage est divisé en cinq parties qui contiennent les indications pratiques relatives aux sujets suivants :

- 1° Piles et accumulateurs ;*
- 2° Dynamos et génératrices mécaniques d'électricité ;*
- 3° Eclairage et appareillage électrique ;*
- 4° Appareils d'intercommunication, sonneries, téléphones, avertisseurs, T.S.F. ;*
- 5° Applications diverses du courant électrique.*

Tel est l'ordre adopté pour le classement des matériaux composant ce volume pour lequel l'Editeur n'a pas hésité à prodiguer les gravures explicatives afin de faciliter la compréhension du texte, tout en l'établissant à un prix qui le met vraiment à la portée de toutes les personnes — et elles sont nombreuses aujourd'hui — qui utilisent le courant électrique sous l'une ou l'autre de ses formes.

H. DE GRAFFIGNY.

Septeuil 1923.

Les Trucs de l'Électricien

PREMIÈRE PARTIE

PILES ET ACCUMULATEURS

Les piles dont on se sert maintenant

On sait qu'il existe plusieurs variétés de *piles*, capables de fournir un courant électrique en utilisant divers phénomènes physiques, chimiques, calorifiques, etc. En fait, on ne se sert plus maintenant que des piles dites *hydro-électriques* donnant naissance à l'énergie par une réaction chimique, et parmi celles-ci que de deux ou trois variétés seulement, les innombrables systèmes inventés au cours du XIX^e siècle ayant été abandonnés en raison des défauts qu'ils présentaient, dont le plus grave était le prix de revient élevé du courant.

On peut cependant émettre l'idée qu'il est regrettable que l'on ne soit pas parvenu jusqu'ici à découvrir une formule satisfaisante permettant de constituer un générateur primaire fournissant l'énergie à un tarif modéré ; un semblable appareil serait évidemment plus simple que la dynamo qui exige un moteur pour entrer en action, et son rendement utile pourrait être tout aussi élevé. C'est pourquoi plusieurs inventeurs ont essayé de transformer directement la chaleur en électricité par la combustion du charbon, mais il faut reconnaître qu'aucun d'eux n'est parvenu encore à découvrir le moyen pratique d'obtenir ainsi un courant constant et

combinaison la pile thermique idéale. Cependant les recherches se poursuivent et il n'est pas anti-scientifique de penser que l'on y réussira un jour.

En attendant, les seules piles restées en usage sont celles qui exigent le minimum de manipulations en dégageant un courant assez régulier. Telles sont les piles au sel ammoniac, à l'oxyde de cuivre et au bichromate, qui ont encore d'assez fréquentes applications, surtout les premières nommées. Notre intention n'est pas, toutefois, de décrire dans cet ouvrage les systèmes de piles qu'on peut se procurer dans le commerce, mais bien d'indiquer les meilleurs moyens à mettre en usage — les *trucs* si l'on veut — permettant de réaliser soi-même les appareils qu'il est possible d'établir sans l'intervention préalable d'un outillage et d'un matériel compliqué et coûteux.

Le courant des piles

Trois valeurs se trouvent constamment en rapport et liées les unes aux autres dans la mesure de l'énergie électrique ; ce sont la *tension*, l'*intensité* du courant et la *résistance* opposée par les conducteurs à sa propagation.

La *tension* ou *voltage* d'un courant est due à la *différence de niveau*, ou de *potentiel* entre deux points du circuit, et elle résulte de la *force électromotrice* créée par la réaction chimique à l'intérieur de la pile.

L'*intensité* ou *ampérage* du courant est la quantité d'électricité qui s'écoule en une seconde dans le conducteur. L'unité d'intensité est l'*ampère*, celle de tension est le *volt*. En faisant le produit des volts par les ampères, on obtient des *watts* représentant la *puissance* du courant.

La *résistance*, dont le nom s'explique de lui-même est la difficulté que le courant éprouve à se propager. Son importance est variable, suivant la nature du conducteur constituant le circuit et ses dimensions. Elle est proportionnelle à la *résistivité* du corps, servant de conducteur, et qui a une valeur d'autant plus faible que ce corps est meilleur conducteur. Elle dépend encore de sa longueur et de sa section, ce qui revient à dire que la résistance d'un fil conducteur est d'autant moins

grande que sa longueur est plus réduite et son diamètre plus considérable.

Pour montrer la correspondance de ces trois grandeurs : tension, intensité et résistance, voici un exemple de la liaison qui existe entre elles. En maintenant constante la résistance, ce sont les deux autres termes qui doivent changer ensemble dans le même rapport. S

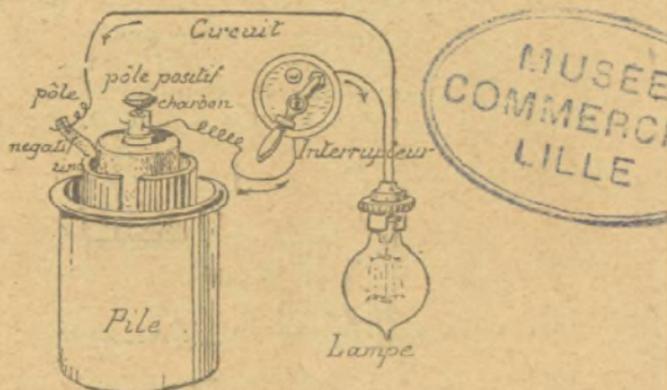


Fig. 1. — Le circuit électrique.

l'on veut doubler, tripler, etc., l'intensité d'un courant en conservant la même résistance, il faudra doubler, tripler, etc., la force électromotrice.

$$\frac{4 \text{ amp.}}{12 \text{ volts}} \quad \frac{8 \text{ amp.}}{24 \text{ volts}} \quad \frac{12 \text{ amp.}}{36 \text{ volts}} = 3 \text{ ohms.}$$

Les trois unités ohms, ampères et volts, se trouvent donc étroitement reliées l'une à l'autre, et l'on a ainsi les trois formules classiques :

$$I = \frac{E}{R}; \quad E = \frac{I}{R}; \quad R = \frac{E}{I}.$$

Autrement dit, l'intensité d'un courant électrique est directement proportionnelle à sa force électromotrice et inversement proportionnelle à la résistance du circuit.

Couplage des piles

Lorsqu'on a besoin d'un courant d'une intensité déterminée à l'aide d'une batterie de piles primaires, c'est-à-dire par la réunion d'un certain nombre d'éléments de mêmes dimensions, il faut s'arranger pour que la résistance intérieure présentée par la totalité des éléments se trouve sensiblement égale à la résistance extérieure opposée à la circulation de l'électricité par les conducteurs et les appareils intercalés dans le circuit. En réalisant cette condition, le débit, autre-

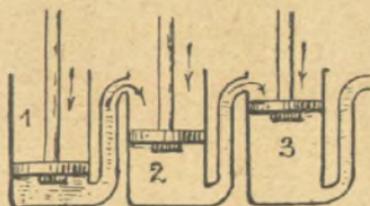


Fig. 2. — Association de pompes en tension.



Fig. 3. — Couplage en tension de piles (plan).

ment dit l'intensité, est maximum et la force électromotrice ne baisse pas sensiblement.

Il existe plusieurs méthodes de couplage des éléments de piles, dites *en tension* ou *série*, en *quantité* ou *surface*, en *parallèle*, etc.

Dans la première, le pôle négatif du premier élément étant laissé libre, le pôle positif est relié par un conducteur au négatif de l'élément suivant, et ainsi de suite jusqu'au dernier où le pôle négatif reste libre. On additionne ainsi les tensions de chacun des éléments ainsi que leur résistance intérieure. C'est, par comparaison, comme si l'on associait ensemble une série de pompes foulantes où la première A (fig. 2), enverrait

son débit dans la deuxième B, celle-ci dans une troisième C, et ainsi de suite. Il en est de même pour des éléments de piles (fig. 3). Si, par exemple, la tension fournie par un élément est de 1 volt 6 et la résistance intérieure de 0 ohm 25, trois éléments ABC couplés en tension fourniront $1,6 \times 3 = 4,8$ volts avec une résistance intérieure de $0,25 \times 3 = 0,75$ ohm. L'inten-

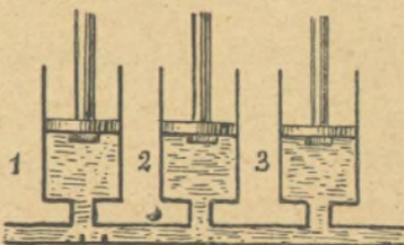


Fig. 4. — Couplage de trois pompes en quantité.

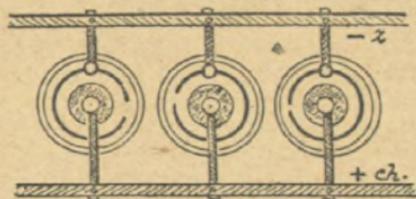


Fig. 5. — Couplage en quantité de piles (plan).

sité du courant n'aura pas changé, quel que soit le nombre d'éléments ainsi groupés.

Il n'en est plus de même avec le couplage en surface ou en *quantité*. Si l'on reprend la comparaison avec des pompes comme ci-dessus, on verra qu'au lieu de refouler le liquide l'une dans l'autre, ces pompes ABC (fig. 4) travaillent simultanément et envoient l'eau contenue dans chaque cylindre dans la même canalisation. C'est donc comme si, au lieu de trois pompes, on n'en avait qu'une seule dont le cylindre aurait un volume triple de ceux constituant le groupe.

Le couplage d'éléments de piles en quantité ou surface consiste donc (fig. 5) à relier ensemble tous les pôles

positifs d'une part et tous les pôles négatifs de l'autre. Si un élément débite par exemple 2 ampères sous une tension de 2 volts, 6 éléments débiteront $2 \text{ amp.} \times 6 = 12 \text{ ampères}$, et le voltage n'aura pas varié, la résistance intérieure demeurera la même qu'auparavant, alors qu'il n'y avait qu'un élément. La puissance pourra être la même dans les deux cas, six éléments *en tension*, donnant $2 \text{ volts} \times 6 \text{ éléments} = 12 \text{ volts} \times 2 \text{ amp.} =$

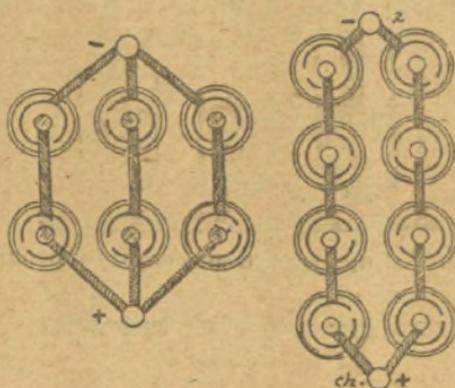


Fig. 6 et 7. — Couplages mixtes de piles.

24 watts et, *en quantité*, $2 \text{ ampères} \times 6 \text{ éléments} \times 2 \text{ volts} = 24 \text{ watts}$, mais R a changé.

En règle générale, l'effet maximum est obtenu par un mode de couplage tel que les résistances intérieure et extérieure s'équilibrent. Il y a donc avantage à coupler les éléments *en quantité* quand la résistance extérieure est faible et *en tension* dans le cas contraire.

On peut associer les deux méthodes et réaliser des couplages *mixtes*, ou en séries multiples comme le montrent les figures 6 et 7. On forme un certain nombre de groupes d'éléments que l'on couple en quantité, groupes qui sont ensuite couplés en tension par leurs pôles de noms contraires, ou inversement, afin d'obtenir la tension et la résistance intérieure nécessitées par l'application qu'on a en vue.

Pour exécuter le couplage des éléments composant une batterie, on commence par préparer un nombre

suffisant de morceaux de conducteur (fil de cuivre nu ou recouvert d'isolant) de longueur convenable et on tourne chacune des extrémités en forme d'œillet, que l'on décape et polit avec une lime fine avant de l'engager sur la tige filetée de la borne sur laquelle on le serre au moyen d'un écrou. Si les bornes sont à trou, l'œillet est superflu : le fil de cuivre, dégagé de l'isolant qui l'entoure est simplement redressé et poli à la toile émeri pour s'engager dans le trou où il est maintenu par la pression de la vis.

Quel que soit le mode de couplage adopté, pour déterminer les constantes du courant qui sera recueilli, on appliquera la loi de Ohm, c'est-à-dire que l'on écrira, suivant qu'il s'agit d'un couplage *en tension* ou *en quantité* l'une des deux formules suivantes, dans lesquelles I représente l'intensité du courant, E sa force électromotrice ou voltage, R la résistance extérieure, r la résistance intérieure, et n le nombre d'éléments composant la batterie.

$$1^{\circ} I = \frac{n E}{n r + R} \quad \text{ou} \quad 2^{\circ} I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R}$$

Construction d'une pile portative puissante

Il peut arriver que l'on ait besoin, pour certaines expériences, d'un courant assez intense que ne pourraient donner les piles-bouteilles ou autres existant dans le commerce, et cependant on ne voudrait pas d'un appareillage encombrant et composé de nombreux bocalux peu maniables. Voici comment on tourne la difficulté et réalise une batterie répondant à ces conditions :

On se procure les matériaux suivants :

1° Un vase cylindrique en ébonite mesurant 0 m. 18 de diamètre et 0 m. 28 à 0 m. 32 de haut ; 2° un disque en bois de 0 m. 20 de diamètre, que l'on pourra faire doubler d'un côté d'une feuille circulaire d'ébonite de 0 m. 17 de diamètre pour pénétrer dans le vase et lui servir de couvercle ; 3° huit éléments zinc-charbon pour piles-bouteilles de 2 litres, c'est-à-dire à plaques de 16 centimètres de haut sur 6 de large ; 4° huit pla-

ques d'ébonite de 0 m. 16 haut, 0,08 large et 3 à 4 millimètres d'épaisseur ; 5° un cylindre en bois de 16 centimètres de haut et 4 à 5 de diamètre.

On commence par creuser dans ce cylindre huit rainures équidistantes, de 1 centimètre de profondeur et juste assez larges pour y encastrer solidement les huit plaques d'ébonite. Ce faisceau est introduit à frottement doux à l'intérieur du vase cylindrique et arrêté à sa place par deux encoches.

Cela fait, on découpe dans le couvercle huit ouvertures

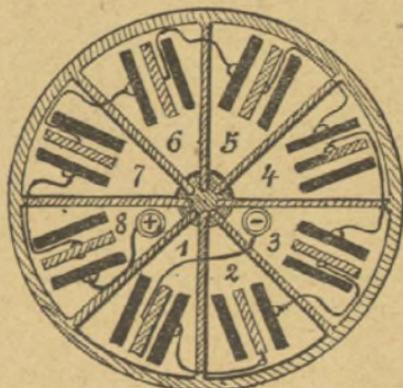


Fig. 8. — Pile de 8 éléments dans un vase unique.

assez grandes pour y faire descendre les éléments (une lame de zinc amalgamé entourée sur ses deux faces par deux plaques de charbon), ces éléments sont disposés en couronne, bien verticalement, de manière à pouvoir descendre et s'insérer chacun dans un des compartiments du vase, comme le montre la figure 8 ci-contre. On opère les connexions *en série* d'un élément à l'autre à l'aide de petits bouts de fil de cuivre nu de 12 à 15 dixièmes de diamètre et l'on réunit les deux pôles restant libres à deux grosses bornes, montées sur vis à bois et fixées sur le bord du couvercle (dont le doublage d'ébonite est à l'intérieur).

On réalise ainsi une batterie de huit éléments qui fonctionne quand les compartiments du vase ont été remplis d'un électrolyte préparé d'après l'une des formules indi-

quées un peu plus loin. La capacité de chaque compartiment, déduction faite du volume occupé par les plaques, est d'un peu plus d'un demi-litre, ce qui donne une capacité de quatre litres et demi pour les huit sections de la pile.

Le poids total de l'appareil, avec sa charge de liquide, est de 6 kil. 500, et il peut fournir, ainsi que je l'ai mesuré, un courant sensiblement constant de 14 volts et 4 ampères pendant trois heures. Ensuite l'intensité s'abaisse rapidement et tombe au-dessous de 1 ampère après 4 heures et demie. La capacité totale atteint 300 watts-heure, soit 50 watts-heure par kilogramme, ce qui est très remarquable car on obtient ainsi le *cheval-heure* sous un poids de 15 kilogs seulement.

Construction d'une pile au sulfate de cuivre

La pile au sulfate de cuivre présente l'avantage de pouvoir fournir un courant de faible intensité mais d'une

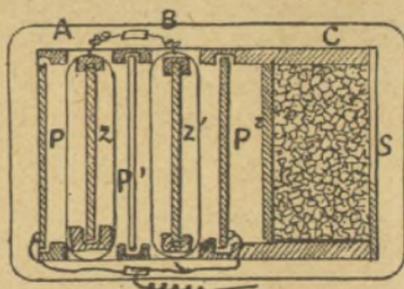


Fig. 9. — Pile au sulfate de cuivre (plan).

constance remarquable. On peut établir des éléments fonctionnant pendant des mois entiers sans demander aucune surveillance en procédant comme suit :

On se procure d'abord des vases en grès de forme rectangulaire, mesurant 22 centimètres de long, 15 de large et 24 de haut (on les trouve dans le commerce), puis deux vases poreux méplats par élément, vases mesurant 0,13 de long, 0,06 de large et 0 m. 25 de haut. Ces vases poreux seront séparés l'un de l'autre par un cadre de bois B

(fig. 10). Les deux montants verticaux présentent en leur milieu une rainure de 5 millimètres destinée à recevoir une traverse T de 15 mm. d'épaisseur et 13 mm. de longueur. Le cadre E est identique sauf qu'il n'a que 15 mm. de largeur et qu'un côté de la rainure n'existe pas, la plaque de plomb P se trouvant appliquée contre la paroi du vase de grès (fig. 11).

Le cadre C est formé de deux montants écartés de 13 centimètres ; ils sont percés d'une série de trous de 5 millimètres limitant un espace réservé à la provision

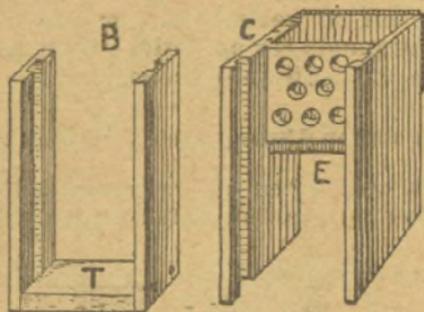


Fig. 10 et 11.

de cristaux de sulfate de cuivre. Une plaque de plomb H ou une planchette très mince et clouée sur les montants forme le cinquième côté de la boîte. Tous les assemblages sont reliés à l'aide de pointes ou de vis de laiton inattaquables par la solution acide. Comme précédemment, une rainure pratiquée à 1 centimètre du bord reçoit une troisième plaque de plomb P2. La planchette C est fixée à 13 centimètres de la partie inférieure du cadre et la planchette E à 1 centimètre de la rainure. Les lames de plomb mesurent 14 centimètres de largeur et 1 mm. d'épaisseur. A leur partie supérieure est soudé un fil de cuivre qui vient aboutir à un serre-fil à trois trous.

Les lames de zinc constituant le pôle négatif mesurent 20 centimètres de haut et 10,5 de large ; elles sont faites de zinc ordinaire de 2 ou 3 millimètres et ne sont pas amalgamées. Un fil de cuivre rivé ou soudé les réunit comme les lames de plomb.

Un élément de ce genre possède une force électromotrice d'environ 1 volt et peut débiter environ 2 ampères jusqu'à consommation complète de la provision de cristaux et dissolution des plaques de zinc.

Pile économique à un seul liquide

Ce système comporte un charbon et un zinc, mais celui-ci n'a qu'une usure insignifiante. Il constitue, en même temps que l'électrode négative, le vase extérieur de l'élément. Le vase poreux est remplacé par un tube de charbon moulé jouant le double rôle d'électrode positive et de diaphragme. Il est intérieurement rempli d'un mélange en proportions égales d'alun, de sulfate de zinc, de bichromate de potasse pulvérisé et d'acide sulfurique. Ce sont ces sels qui, en se décomposant sous l'action de l'acide, fournissent l'énergie débitée par la pile. Le liquide excitateur est une simple solution saturée de sel marin non corrosive. L'écartement entre les électrodes est maintenu grâce à l'interposition d'une matière spongieuse non conductrice, telle que la sciure de bois. Pendant le fonctionnement il ne se produit aucune émanation, l'usure du zinc est remplacée par celle du sulfate de zinc contenu dans le tube de charbon. La force électromotrice de l'élément est d'environ 2 volts et le débit est de 15 à 20 milli-ampères en travail continu sur une résistance.

L'entretien consiste uniquement dans le maintien du niveau de la solution d'eau salée. L'élément peut donc rendre les mêmes services et se prêter aux mêmes applications que la pile à sel ammoniac et peroxyde de manganèse.

Pile fabriquée avec une cartouche

Dans l'intérieur d'une douille métallique pour cartouche de fusil de chasse ou de guerre, tassez de la sciure de bois imbibée d'une solution concentrée de sulfate de cuivre. Bouchez ensuite et faites passer au centre du bouchon que vous aurez percé, une petite tige de zinc qui ne devra pas arriver au contact du fond. Vous avez ainsi un élément en réduction de pile au sulfate

de cuivre, et il vous sera facile, en répétant cet agencement sur un certain nombre de vieilles douilles, de monter une batterie en vue d'un usage déterminé. Chaque élément aura une force électromotrice de près de 1 volt, mais le débit ne dépassera pas quelques milliampères en raison de la faible quantité de matières actives mises en présence pour la réaction et la production du courant.

Formules de charge pour piles chromiques

Les formules de composition du liquide excitateur servant à charger les piles dites au bichromate sont assez nombreuses et varient, selon qu'il s'agit d'éléments avec ou sans vase poreux. Voici les plus usitées :

	POGGENDORF	DULAURIER	TROUVÉ
Bichromate de potasse ou de soude.	100 gr.	18 gr	250 gr.
Acide sulfurique à 66° (monohydraté)	50 —	43 —	450 —
Eau pure	1.000 —	200 —	500 —

La formule de Trouvé est donc la plus concentrée et la plus acide. Celle de Dulaurier correspond aux équivalents chimiques. Après épuisement, il reste dans le liquide une dissolution de sulfate de zinc et de l'alun de chrome.

La meilleure formule pour piles à deux liquides est celle de Radiguet. Le liquide excitateur pour vase poreux est un mélange de :

Eau pure	550 cent. cubes
Acide sulfurique au soufre.....	55 —

Le liquide dépolarisant où est immergé le charbon positif :

Eau	1.300 cent. cubes
Acide sulfurique au soufre.....	425 —
Bichromate de soude	200 grammes

Cette solution dépolarisante est suffisamment concentrée et acide pour épuiser la valeur de 4 ou 5 vases poreux d'eau acidulée avant son remplacement. Avec ces proportions, 1 ampère-heure est obtenu avec une

dépense de 3 grammes de bichromate et 1 gr. 3 d'acide sulfurique. La consommation de zinc pour cette même quantité de courant est de 1 gr. 5.

Le sel *Dronier*, que l'on emploie au lieu des mélanges ci-dessus est composé d'un mélange de deux tiers en poids de bisulfate de potasse et un tiers de bichromate de potasse. Dissous dans l'eau, sans addition d'acide sulfurique, ce produit suffit pour actionner les *pires-bouteilles* de Grenet.

Qualités et défauts des piles

Une pile parfaite devrait posséder, en premier lieu, une force électromotrice élevée et constante, quel que soit son débit, une résistance intérieure faible et constante, enfin elle ne devrait consommer que des produits chimiques de prix modeste et non dangereux et surtout ne pas s'user *en circuit ouvert* pendant les périodes de repos, afin de ne pas dépenser inutilement. Tel est le programme à remplir et qu'aucun des milliers de systèmes préconisés depuis un siècle n'a pu réaliser. Certains modèles, tels que ceux de Bunsen, Renard, Trouvé, peuvent fournir un grand débit pendant un temps assez court, tandis que d'autres, comme les Daniell, Lalande et Chaperon, Leclanché, ont une décharge très lente avec une faible intensité. Il faut donc, suivant l'application en vue, choisir tel ou tel genre de pile répondant aux nécessités du travail qu'elles auront à accomplir.

Il arrive qu'après un certain temps de fonctionnement, une pile ou une batterie ne donne plus le courant qu'elle devrait normalement fournir, et ce fait peut être attribué à diverses causes : aux solutions excitatrices épuisées, à de mauvais contacts aux pinces ou bornes de prise de courant, celles-ci étant desserrées ou oxydées, à des courts-circuits intérieurs entre les électrodes. L'agitation du liquide, les secousses imprimées aux plaques font remonter parfois la tension pendant quelques instants en facilitant le dégagement des gaz de l'électrolyte, particulièrement de l'hydrogène qui adhère aux charbons et les entoure d'une couche isolante. Les fils flottants et les électrodes rompues occasionnent,

dans ces mouvements d'agitation, de faux contacts qui font brusquement varier la valeur du courant. Il est donc bon, pour tirer des piles le maximum d'effet qu'elles peuvent donner, de veiller à leur entretien, particulièrement à la propreté des contacts et à la bonne qualité des liquides actifs assurant la dépolarisation.

Construction de piles Leclanché à sac

Une pile Leclanché ordinaire se compose d'un bocal quadrangulaire en verre contenant un crayon de zinc non amalgamé et un vase poreux ou

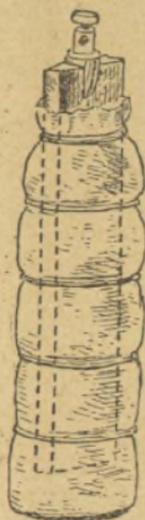


Fig. 12.
Sac aggloméré.

un sac rempli d'aggloméré, le tout baignant dans une solution saturée de sel ammoniac (chlorhydrate d'ammoniaque pulvérisé) 80 grammes par litre d'eau. Pour fabriquer soi-même une imitation de pile de ce système, on se procure en premier lieu du charbon de cornue à gaz et du bioxyde de manganèse en grains. Le bioxyde qu'on trouve dans le commerce est, en général, formé de grains un peu trop gros, et il conviendra de s'assurer qu'ils peuvent traverser les trous d'un tamis à mailles de 4 millimètres. S'ils ne passent pas, on les écrase au marteau jusqu'à ce que tout passe. On a remarqué, en effet, que la dépolarisation est d'autant meilleure que la division des produits est plus grande; cependant, réduits en poudre très fine, comme de la farine, ils ne donnent plus que des résultats défectueux.

Le bioxyde de manganèse ainsi convenablement écrasé est mélangé par parties égales avec le charbon, et ce mélange est fortement tassé dans un sac parfaitement cylindrique fait en grosse toile et qui contient, dressée verticalement suivant son diamètre une lame de charbon aggloméré (charbons *Carbone* à piles) plus haute de deux centimètres que le sac de toile. Le tassage opéré, le sac est fermé en haut par quelques tours

de ficelle qui le serrent sur la plaque. De même, sur toute la hauteur du sac, on fait quelques tours de ficelle bien serrés qui compriment encore davantage le mélange ; or, cette compression, dit Geiger, est des plus importantes pour le résultat final. La tête du charbon, paraffiné au préalable, est munie d'une pince de contact.

Le sac, avec la plaque centrale collectrice de courant, constitue le pôle positif de l'élément ; le pôle négatif est un morceau rectangulaire taillé dans une feuille de zinc de 1 millimètre d'épaisseur, auquel on donne la forme d'un cylindre en le roulant sur un mandrin de bois de la grosseur voulue ; il n'est pas nécessaire de l'amalguer. A sa partie supérieure on fixe par une soudure, ou une rivure ce qui est mieux, une bandelette de cuivre de 10 centimètres de long sur 2 de large. Cette bande, percée d'un trou à son extrémité, sert à établir la connexion avec l'élément voisin.

Le sac et le zinc sont placés dans un bocal en verre rempli de la solution saturée de sel ammoniac. Audessus du liquide excitateur, on verse une couche d'un demi-centimètre d'huile lourde de pétrole pour éviter l'évaporation et les sels grimpants ou efflorescences qui envahissent à la longue les contacts.

Composition des agglomérés pour piles

D'après Zellner, qui a analysé la composition des plaques et cylindres agglomérés de plusieurs marques, on y trouve les matériaux suivants :

Charbon de cornue	52 parties
Bioxyde de manganèse	40 —
Bisulfate de soude	3 —
Gomme-laque	5 —

M. Berthier, dans son ouvrage sur les piles sèches, indique d'autres proportions.

Charbon de cornue granulé	80 parties
Graphite artificiel	20 —
Pyrolusite (manganèse)	100 —
Sel ammoniac	20 —
Chlorure de zinc	7 —

La pyrolusite et le charbon, broyés en gros grains comme cela a été dit plus haut, sont mélangés à sec au graphite et au sel ammoniac ; le chlorure de zinc à 30°B, est ensuite ajouté et le tout, après avoir été bien malaxé, est tassé dans un sac en toile d'emballage contenant au centre une plaque ou un crayon de charbon. Les cylindres ou plaques ne doivent pas avoir une trop grande épaisseur car le bioxyde est mauvais conducteur de l'électricité, et de plus, il ne se laisse que difficilement pénétrer par le liquide excitateur. C'est pourquoi il est préférable, pour diminuer la résistance intérieure, d'augmenter la surface active.

Au lieu d'opérer le mélange pâteux à froid comme il vient d'être expliqué, on peut, au lieu de chlorure de zinc, ajouter 4 parties en poids de bisulfate de soude et 5 de gomme-laque selon la première formule. Une fois le malaxage opéré et le mélange bien intime, on chauffe à 100° dans un moule en zinc de forme demi-cylindrique. Pendant que la matière refroidit, on prépare, avec de la toile d'emballage, des sacs dont le fond circulaire est rapporté par une couture ; le sac est ensuite fermé par une couture latérale. On démoule ensuite, on prend deux demi-cylindres qu'on enfonce verticalement dans le sac, et on place entre elles une plaque collectrice de charbon qui pénètre jusqu'au fond du sac en forçant un peu. On coule ensuite un peu de cire à bouteilles sur la tête du sac en laissant deux ou trois petits vides pour le dégagement des gaz produits par l'électrolyse, et on achève en serrant le tout, soit avec des ficelles, soit avec des bracelets de caoutchouc. Une électrode de 8 centimètres de diamètre et 0,24 de haut pèse 3 kilos et revient à environ 6 francs.

Entretien des piles à sel ammoniac

L'entretien des éléments à liquide libre se borne au maintien du niveau de la solution excitatrice dans les bocalx malgré l'évaporation, et au rechargement partiel en sel ammoniac (50 grammes par litre) tous les trois ou quatre mois.

Si l'on veut augmenter dans de grandes proportions le débit de ces piles, on ajoutera 50 à 60 grammes de

bichromate de soude par litre de solution. Le bichromate de soude est plus avantageux que celui de potasse parce qu'il est plus soluble et contient davantage d'oxygène. Le principal soin devra porter sur la propreté des connexions qu'il faudra gratter de temps à autre si elles sont oxydées et frotter ensuite avec du papier de verre pour les rendre bien brillantes. Le sel ammoniac employé devra contenir moins de 1 p. 100 d'impuretés et de 5 millièmes de sels de plomb.

Pour empêcher les sels grimpants dans les piles

Il existe plusieurs moyens pour empêcher la production des efflorescences et concrétions cristallines ou *sels grimpants* qui envahissent après une longue période de fonctionnement les cols des bocaux et les têtes des agglomérés avec les prises de courant. Le premier de ces procédés consiste à faire fondre ensemble 50 grammes de vaseline pure et 25 grammes de paraffine ; ce mélange est coulé dans de petits moules en papier lorsqu'il est sur le point de se solidifier ; on a ainsi une espèce de pommade qui se conserve indéfiniment sans rancir. Il suffit d'en enduire légèrement le bord intérieur des bocaux pour empêcher l'adhérence des sels grimpants. On peut aussi employer la paraffine seule à cet usage, ou, ainsi que cela a été déjà indiqué, le pétrole ou l'huile lourde dont on verse une couche de 1 à 2 centimètres à la surface du liquide excitateur.

Les efflorescences s'attachant surtout aux connexions et prises de courant, on les évite en paraffinant à chaud le haut des vases et des positifs, puis on gratte les parties en cuivre après les avoir parfaitement nettoyées. En ajoutant quelques grammes de chlorure de zinc à la solution ammoniacale, on évite la production de ces concrétions oxydantes.

Fabrication des piles sèches

On nomme improprement *piles sèches* des piles à sel ammoniac dont le liquide a été immobilisé par un procédé quelconque. La coagulation ainsi réalisée est moins favorable aux réactions chimiques et elle diminue la

capacité et le débit de la pile. Il est donc préférable, s'il s'agit d'une batterie transportable, de rendre les récipients hermétiques en les bouchant avec une fermeture parfaitement étanche, un couvercle avec joint de caoutchouc, de cire ou de paraffine. On procède de la façon suivante : le sac et le zinc étant placés dans le bocal de verre, on remplit celui-ci de sable fin jusqu'à 2 centimètres du bord puis, à la surface de ce sable, on coule la paraffine fondue jusqu'au ras du bord. On laisse refroidir et durcir, puis on perce un trou de 15 millimètres par lequel on se débarrasse du sable. Il ne reste

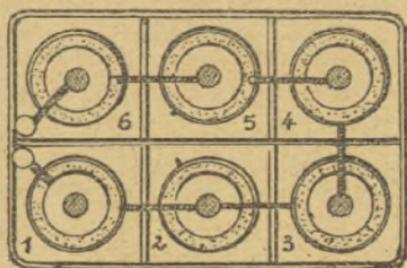


Fig. 13. — Batterie de six éléments (vue en plan).

plus qu'à remplir le récipient de liquide excitateur et boucher l'ouverture à l'aide d'un bouchon traversé par un petit tube de verre très étroit pour le dégagement des gaz qui se produisent pendant le fonctionnement.

On peut employer, au lieu de paraffine, de la cire à bouteilles à laquelle on ajoute un peu de suif pour la rendre moins cassante.

Si l'on veut immobiliser complètement l'électrolyte, on prépare la solution de sel ammoniac à *chaud*, et on y verse de l'amidon ou de l'agar-agar (produit fabriqué avec certaines algues). Ce mélange se prend en gelée en se refroidissant et on en emplît l'espace libre entre le zinc, le positif et les parois intérieures du vase. Le sac contenant l'aggloméré doit être mis au préalable à tremper pendant quelques heures dans une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque. Au lieu d'agar-

agar, on peut encore faire absorber le liquide par de l'ouate ou de la sciure de bois.

Supposons donc que l'on veuille fabriquer une batterie un peu plus puissante que celle alimentant les lanternes de poche dont l'usage est devenu presque universel depuis quelques années, et comportant six éléments de 8 centimètres de haut et 3 centimètres de diamètre qui, couplés en tension, pourront alimenter par fractions de cinq minutes au maximum, une lampe de 7 volts 5 bougies.

On commence par fabriquer les positifs en suivant

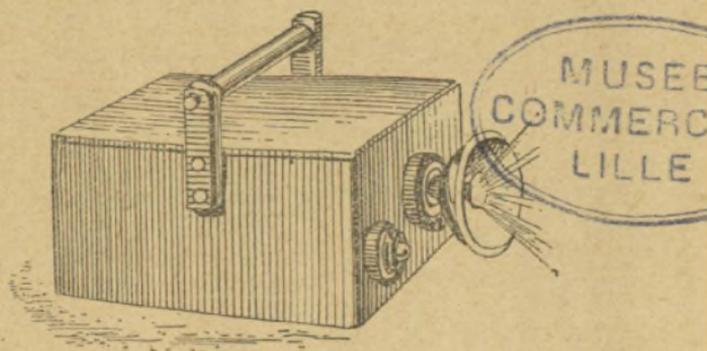


Fig. 14. — Batterie dans sa boîte transportable, avec la lampe et l'interrupteur.

les indications données au paragraphe des *pires Leclanché à sac* et on prépare ainsi six sacs mesurant, ainsi qu'il a été dit, 3 centimètres de diamètre sur 8 à 9 de haut.

Les négatifs seront formés du récipient lui-même. Pour cela, vous découpez, dans une feuille de zinc ordinaire de 1 millimètre d'épaisseur, six morceaux de 0 m. 08 de haut et de 12 de large, que vous roulez l'un après l'autre sur un mandrin de bois de 40 millimètres de diamètre, puis six disques de même diamètre. Vous réunissez les deux côtés en regard par une soudure au chlorure de zinc et fermez le cylindre ainsi obtenu au moyen des disques qui constitueront le fond de chacun d'eux, enfin vous terminez en soudant de même un fil

ou une languette de cuivre au bord libre de chaque tube qui est ainsi fermé à une de ses extrémités.

Les sacs sont placés debout dans chaque cylindre fermé et le vide intérieur est rempli de liquide actif coagulé à l'agar-agar ou de sciure de bois bien imprégnée. Le tout est fermé à la partie supérieure par une couche de cire à cacheter ou de goudron à bouteilles et on termine en enduisant la surface extérieure des tubes de zinc de deux couches de peinture laquée noire.

Ces six éléments sont disposés côte à côte sur deux rangs dans une boîte en fort carton ou en bois mince, et chaque élément est séparé de ses voisins par des séparations en carton, formant comme autant de petits compartiments distincts. La boîte est fermée par un couvercle de même composition d'où ne sortent sur le dessus que deux bornes en rapport avec le pôle positif du 1^{er} élément et le négatif du 6^e. Pour la commodité du transport, la caisse, qui mesurera 0 m. 13 de long sur 0 m. 06 sera munie d'une anse de cuir. Le poids ne dépasse pas 1200 grammes, et la capacité atteint 30 ampères-heure pour les six éléments, soit 5 ampères-heure par élément, ce qui assure une très longue durée de fonctionnement (fig. 14).

On peut fixer sur le côté le plus étroit de la boîte, avec des vis si elle est en bois ou collée avec de la colle forte si elle est en carton, une petite patère de bois ciré avec support à vis Edison pour recevoir une petite lampe à incandescence à filament métallique, dont la lumière est concentrée par un réflecteur en plaqué d'argent et une lentille optique. Cet agencement exige alors la présence d'un petit interrupteur à bouton et paillettes (comme dans les sonnettes électriques) à compas ou à clé, permettant d'allumer ou d'éteindre à volonté. Cet appareillage fournira un éclairage au moins deux fois plus intense que les *piles de poche* du commerce.

Amalgamation des zincs de piles

Il existe des procédés assez variés pour recouvrir les zincs d'une légère couche de mercure métallique ayant pour but d'empêcher l'attaque de ce métal par le liquide acide lorsque la pile ne travaille pas. L'un

des meilleurs, mais des plus pernicious pour la santé consiste à plonger le zinc après l'avoir décapé dans une cuve de porcelaine ou de carton laqué contenant du mercure métallique recouvert d'une couche d'eau acidulée sulfurique au dixième. On frotte, au moyen d'un chiffon roulé à l'extrémité d'un bâton ou avec un gratte-brosse, toutes les parties du zinc avec le mercure, jusqu'à ce que la plaque soit bien blanche et bien brillante. On fait tomber ensuite l'excès de mercure dans la cuvette, l'on dépose le zinc jusqu'au moment de s'en servir, dans un baquet d'eau claire afin de recueillir les gouttelettes de métal excédentes qui pourraient encore se détacher.

On peut aussi dissoudre de l'oxyde rouge de mercure dans l'acide chlorhydrique à 22°, dans la proportion de 300 grammes d'oxyde pour 1 kilogramme d'acide. Les zincs à amalgamer sont trempés dans cette dissolution, puis plongés, sans être essuyés, dans le mercure ordinaire.

On remplace quelquefois, notamment pour les piles au sel ammoniac, l'amalgamation au mercure telle qu'elle vient d'être expliquée, par l'immersion du zinc dans une solution d'eau et de nitrate, ou mieux de bisulfate de mercure éclaircie par quelques gouttes d'acide sulfurique ou chlorhydrique. Enfin, voici trois formules qui donnent également de bons résultats :

Acide azotique concentré (à 40° B).....	250 grammes
Mercure métallique	200 —
— chlorhydrique (à 22° B)	750 —

On chauffe ce mélange jusqu'à dissolution complète du mercure. On ajoute alors 1 litre d'acide chlorhydrique et on laisse refroidir. Cette quantité est suffisante pour amalgamer 250 crayons de zinc de piles Leclanché, rien que par une immersion de quelques instants. Voici maintenant la deuxième formule, qui donne un amalgame uni et bien brillant :

Eau pure.....	1 litre
Bichlorure de mercure	100 grammes
Sel ammoniac	200 —
Acide chlorhydrique	1/3 de litre

Pour nous, nous faisons plutôt usage de la formule suivante :

Eau régale (acide azotique et acide sulfurique)	250 grammes
Acide chlorhydrique	250 —
Mercure métallique	100 —

On dissout à chaud le mercure dans l'eau régale, on ajoute ensuite l'acide chlorhydrique et on trempe les zincs, qui ont été auparavant bien décapés dans une solution d'acide sulfurique à 10 ou 12° Baumé.

Voici encore d'autres procédés d'amalgamation des zincs récemment entrés dans la pratique et qui paraissent plus avantageux que les anciennes méthodes venant d'être énumérées.

D'après la première formule, on trempe les zincs durant trois secondes dans une solution acide de bichromate de potasse pour piles, puis dans le mercure contenu dans une cuvette de porcelaine. L'amalgamation est immédiatement obtenue. A défaut de solution bichromatée, prendre une solution d'acide chlorhydrique.

On se sert également assez souvent de *sel à amalgamer*. C'est un sel de mercure contenant trois acides, puisqu'il renferme le sulfate, le bichlorure et l'azotate de cette base. Il est liquide, plus ou moins incolore, extrêmement dense, précipite en jaune par l'eau et tache la peau en violet. Pour amalgamer les zincs de piles, on forme le mélange suivant :

Sel à amalgamer	200 grammes
Acide sulfurique à 66° au soufre	100 —
Eau	1.000 —

Si ce dernier produit n'est pas d'un usage plus économique que le mercure métallique, il est infiniment plus commode d'emploi, il évite bien des accidents et peut remplacer avantageusement l'azotate de bioxyde de mercure, celui-ci ayant le grave inconvénient de ronger les zincs et les trous rapidement. Enfin on peut encore recourir à une solution saturée de sulfate de mercure dans l'eau acidulée, à laquelle on ajoute de l'acide oxa-

lique pour en faire une pâte crémeuse grisâtre à laquelle on ajoute un peu de sel ammoniac en poudre fine. Les zincs sont enduits de cette mixture et frottés énergiquement ; les électrodes ainsi traitées résistent beaucoup mieux aux acides et aux sels que celles ayant été amalgamées par l'une ou l'autre des méthodes précédemment indiquées.

Les piles pour postes de T.S.F.

Une lampe à grille pour poste récepteur autodyne ou hétérodyne demande une intensité de courant de 6 à 7 dixièmes d'ampère sous une tension de 4 volts. Il faut donc choisir, pour les alimenter, des générateurs présentant la capacité nécessaire.

Par exemple, pour un amplificateur à trois lampes, on prendra de préférence un accumulateur double (2 éléments = 4 volts), d'une capacité de 60 ampères-heure et même davantage, tandis que, pour un poste ou un détecteur à une seule lampe, il suffira d'éléments plus restreints, 20 à 30 ampères-heure environ.

La tension plaque des lampes doit être de 40 à 80 volts, mais l'intensité nécessaire est très faible, chaque lampe ne consommant que quelques milli-ampères. Une batterie de capacité très réduite suffit donc, et l'on peut faire usage, soit de très petits éléments d'accumulateurs ou de piles d'une capacité de 2 à 3 ampères-heure. On peut employer soit des blocs de piles sèches ou même des piles de lampes de poche couplées en série. Toutefois ces dernières donnent lieu à certaines irrégularités que l'on impute à tort à l'amplificateur ou au poste, et l'on a pu reconnaître que ces défauts provenaient du mode de construction de ces petits éléments qui sont souvent noyés dans la cire. Or, le seul fait de couler de la cire chaude sur les positifs contribue à libérer une partie de l'oxygène nécessaire à assurer la dépoliarisation et par suite la capacité et la durée se trouvent diminuées dans une sérieuse proportion.

Il arrive aussi assez fréquemment qu'un ou plusieurs éléments de la batterie s'altèrent plus vite que les autres et, ne débitant plus aucun courant, sont *morts* comme on dit. Ils constituent alors une résistance supplémen-

taire dont on s'aperçoit par un bruit intense de friture dans les téléphones récepteurs.

Les piles pour lampes de poche peuvent cependant suffire à la condition de les isoler parfaitement en les séparant par des plaquettes de verre, toutefois le même inconvénient subsiste, chaque pile comprenant *trois éléments* reliés ensemble et noyés dans la cire. C'est pour parer à cet inconvénient que des industriels avisés ont créé des modèles très réduits de piles Leclanché à fermeture hermétique, avec positifs à sacs du genre de ceux dont la description a été donnée, et à liquide libre ou immobilisé, suivant qu'il s'agit d'applications à poste fixe ou pour postes transportables. La force électromotrice d'un élément à sac étant, en travail sur une résistance telle qu'une lampe, d'environ 1,2 volt, une batterie devant fournir une tension de 80 volts doit donc être composée de 66 éléments couplés en série. Si chacun de ces éléments pèse 150 à 200 grammes, le poids de la batterie atteindra donc de 10 à 13 kilogrammes.

Construction d'accumulateurs

La fabrication des batteries d'accumulateurs pour les diverses applications industrielles auxquelles se prêtent ces appareils, s'opère dans des ateliers classés dans la catégorie des établissements insalubres, la manipulation continue du plomb pour la préparation des électrodes n'allant pas sans danger pour la santé des ouvriers. C'est pourquoi de minutieuses précautions d'hygiène ont été édictées et doivent être observées soigneusement si l'on veut éviter l'apparition des redoutables accidents dus au saturnisme, coliques de plomb, etc.

L'amateur n'aura donc pas avantage à entreprendre cette fabrication spéciale, à moins qu'il ne tienne à réaliser une grande économie sur le prix de revient d'une batterie de quelque importance. C'est ainsi que je connais un maraîcher des environs de Bezons (Seine) qui, en s'aidant simplement des conseils donnés dans un de mes précédents manuels pratiques d'électricité, a établi une batterie de 60 éléments de 200 ampères-heure servant à l'éclairage de ses bâtiments. Le plus simple,

à mon avis, consiste à acheter les plaques toutes prêtes, telles qu'on les trouve dans de nombreux bazars et magasins vendant des articles d'électricité, et de monter ces plaques dans des bacs de grandeur convenable, en verre, bois imprégné et doublé de plomb, en ébonite ou en celluloïd. On évite ainsi la besogne très longue et ennuyeuse de la préparation des modèles et des moules, s'il s'agit de plaques Faure à oxydes rapportés, ou du découpage des feuilles de plomb s'il s'agit d'électrodes Planté à formation naturelle.

L'agencement d'une batterie est déterminée par l'application qui en doit être faite, suivant que le courant à lui faire débiter devra être plus ou moins intense, et qu'il s'agit de batteries fixes ou transportables pour traction, T.S.F., etc. Le débit est proportionnel à la surface des électrodes et à leur poids. La force électromotrice d'un élément est de 2 volts en moyenne et la capacité massique des éléments actuellement en service dans l'industrie est de 20 ampères-heure par kilogramme de plomb.

Montage d'accumulateurs

L'importance d'une batterie d'accumulateurs est déterminée par le débit qui doit lui être demandé, la durée normale de la décharge étant de cinq heures. Autrement dit, une batterie composée d'éléments de 100 ampères-heure de capacité, pourra fournir un courant de 20 ampères à la décharge, et les électrodes pèseront environ 5 kilogs. La force électromotrice d'un élément étant en moyenne de 2 volts, il faudra coupler en série huit éléments pour alimenter une lampe à incandescence de 16 volts, et ces huit éléments, pourvus de leur électrolyte et contenus dans des bacs de verre pèseront environ 65 kilogrammes.

En possession des plaques prêtes à servir et des bacs, le montage sera opéré comme suit : on commence par déposer au fond de chaque récipient, parallèlement l'un à l'autre, deux *peignes séparateurs* (fig. 16) en bois paraffiné ou en ébonite entaillés d'autant d'encoches que l'élément doit compter d'électrodes, 5, 7, 9 ou davantage. On dispose ensuite les plaques de façon que leur bord

inférieur vient s'encaster dans l'une des encoches des deux peignes, le ressort inférieur *a* de la queue de connexion venant s'appuyer sur le bord du bac. Le sens des plaques doit être alterné, autrement dit si la queue *b* de la première est à droite de l'opérateur, la deuxième sera à gauche, la troisième à droite et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

On commence et termine par des électrodes nég-

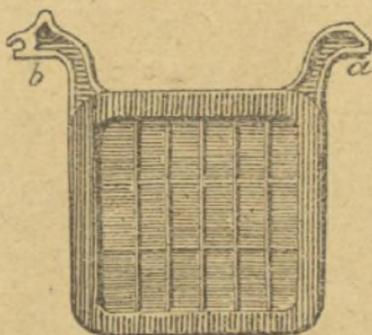


Fig. 15. — Plaque d'accumulateur.



Fig. 16. — Peigne séparateur.

tives, et, comme le nombre de plaques est toujours impair, il y a une électrode négative de plus que de positives, quatre positives et cinq négatives dans un élément à 9 plaques.

L'écartement des plaques sur toute leur hauteur est maintenu par deux tubes de verre du diamètre voulu que l'on intercale entre chaque électrode à cinq ou six centimètres de distance l'un de l'autre. Ces tubes sont inutiles entre les plaques extrêmes et la paroi intérieure du bac. Un élément à 7 plaques comportera donc douze tubes comme le montre la figure 17 qui représente un élément vu en plan. Les tubes ont pour effet d'éviter les effets désastreux des courts-circuits survenant à la suite du gondollement accidentel d'une électrode.

Les connexions sont opérées, soit à la soudure autogène quand la batterie est installée à poste fixe, soit par des tringles et des écrous pour les éléments transportables. Les plaques positives sont donc associées ensemble d'un côté du bac et les négatives réunies de même de l'autre côté, puis chaque série est pourvue d'une prise de courant en métal inoxydable permettant la connexion avec l'élément voisin.

On peint les queues des plaques en noir à l'aide de pein-

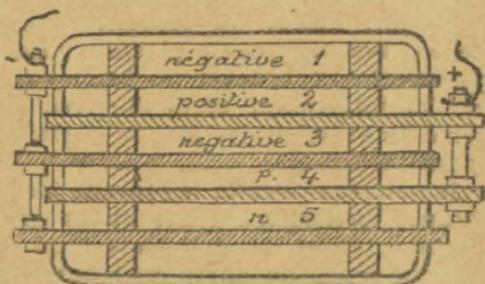


Fig. 17. — Élément vu en plan.

ture laquée ou de vernis ; les bornes correspondant au faisceau des positives sont peintes en rouge vif (vermillon) pour les distinguer du premier coup d'œil.

On procède enfin au remplissage des bacs avec l'électrolyte préparé pour tout l'ensemble de la batterie, et qui doit se composer de 100 centimètres cubes d'acide sulfurique *au soufre* pour 700 centimètres d'eau de pluie ou distillée ce qui donne un mélange pesant 22° à l'aréomètre Baumé.

Formation des plaques d'accumulateurs

Les éléments ainsi montés, quand il s'agit d'une batterie neuve, il faut *former* les plaques qui n'ont aucune capacité, à moins qu'elles aient été badigeonnées de l'enduit préservateur employé par la Société des accumulateurs Paul Gadot, cas auquel il suffit de les mettre en place sans aucune préparation avant de faire travailler la batterie. La formation est une opération qui ne pré-

sente aucune difficulté mais qui est très longue et ne peut s'exécuter qu'avec le courant d'une dynamo.

On peut cependant abréger la durée de cette préparation, bien que cette méthode ne soit pas très recommandable, en faisant baigner les électrodes pendant douze heures dans une solution composée de : acide azotique 100 parties, acide sulfurique 200, eau distillée 1.700. Après ce bain, on met les plaques dans leur emplacement définitif, le fil négatif venant de la source est attaché à la borne noire, et le fil positif à la borne rouge de la batterie et on fait passer un courant d'une intensité de 1 ampère par kilogramme de plaques, jusqu'à ce que les lames positives soient devenues brunes et les négatives grises. On interrompt alors l'arrivée du courant puis on inverse les attaches des fils : le négatif à la borne rouge et le positif à la noire.

On laisse de nouveau circuler le courant jusqu'à ce que les lames brunes deviennent grises et les grises noires. Après un certain temps de changement de courant et des intervalles de repos de durée croissante, la capacité est devenue assez grande (dans les accumulateurs à oxydes rapportés et formation artificielle) pour que l'on puisse procéder à la charge définitive avant la mise en service de la batterie. A partir de ce moment, on ne change plus le sens d'arrivée du courant et le positif de la source d'électricité demeure attaché à la borne rouge et le négatif à la borne noire.

On peut se baser sur les indications qui suivent pour opérer une charge méthodique. Après chaque changement de sens du courant, on déchargera l'accumulateur ou la batterie sur une résistance appropriée : lampe ou rhéostat :

1° Charger dans le bon sens pendant un quart d'heure puis décharger pendant une durée égale. Répéter de même, mais en sens contraire, après un repos d'une demi-heure ;

2° Charger dans le sens contraire au premier pendant une demi-heure, et décharger. Répéter en revenant au sens normal après un repos ;

3° On charge la batterie dans le sens normal pendant une heure, puis on la décharge comme précédemment. Après un repos, on change les attaches des fils et on charge pendant une heure en sens inverse ;

4° La batterie est alors laissée en charge jusqu'au lendemain. On charge deux heures dans le sens normal, on la décharge et la recharge en sens contraire pendant deux heures. On la laisse dans cet état pendant une journée et on recommence de même les jours suivants.

Quand la décharge qui, chaque fois, a eu une plus longue durée n'éprouvè plus que peu d'accroissement, on laisse l'élément chargé en sens contraire pendant huit jours, puis on le recharge dans le bon sens, le décharge, le recharge en sens contraire pendant quelques heures et le laisse reposer. L'intervalle de repos est porté à deux jours, une semaine, quinze jours et davantage jusqu'à ce que la formation soit terminée et la capacité normale atteinte. Une partie de la lame positive est alors transformée en peroxyde de plomb et la lame négative en plomb spongieux. Les intervalles de repos sont destinés à donner aux diverses couches réduites le temps de se durcir et d'adhérer fortement au corps même de la plaque de plomb.

Telles sont les manipulations exigées pour la formation des accumulateurs au plomb pur, système Planté. Elles sont considérablement simplifiées lorsqu'il s'agit de plaques à grilles en plomb antimonié ne servant que de support à une pâte de matière active ou d'oxydes de plomb, encastrée sous forme de pastilles dans les vides de cette grille (procédé Faure-Sellon-Volckmar). La formation est obtenue en moins de quelques jours seulement et il n'est pas nécessaire d'inverser le courant. Après quelques charges et décharges successives, l'opération est terminée et la capacité, qui s'accroît progressivement ensuite à mesure du service, est de 10 à 15 ampères-heure par kilogramme de plaques.

Installation des batteries d'accumulateurs

Le voltage généralement adopté pour les distributions industrielles d'énergie électrique est de 110 volts. La décharge d'une batterie d'accumulateurs devant être arrêtée dès que la tension descend au-dessous de 1 v. 8 par élément, alors qu'elle atteint 2 v. 5 à la fin de la charge, il en résulte que, pour alimenter au chiffre voulu, un réseau de 110 volts, il faut associer en tension

62 éléments qui demandent à la fin de la charge 165 volts, ce qui oblige à employer à ce moment un *survolteur* donnant les 45 volts d'écart. Cet excès de tension s'abaisse d'ailleurs rapidement, la tension se maintenant à 110 volts pendant la plus grande partie de la décharge. Quand elle descend au-dessous de cette valeur, qui ne demande que 55 éléments en tension, on intercale dans le circuit l'un après l'autre, par le jeu d'un *réducteur*, les 7 éléments tenus en réserve et dits de *réduction*.

Une batterie de cette importance, comportant des

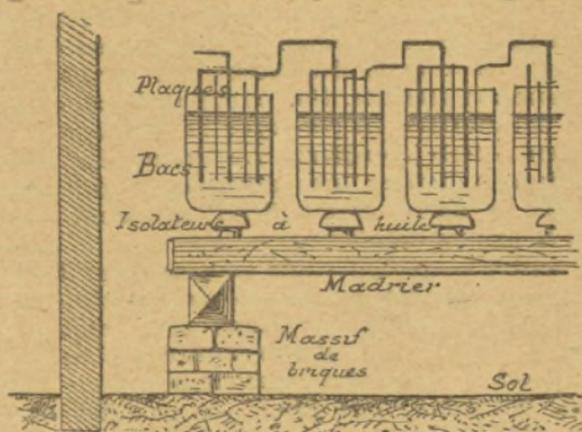


Fig. 18. — Installation d'une batterie.

éléments de 50 à 1000 ampères-heure de capacité, demande à être installée dans des conditions spéciales.

Il convient tout d'abord de la loger dans un local parfaitement sec et bien éclairé. Les bacs seront placés côte à côte à quelques centimètres les uns des autres, non pas à même sur le sol, même dallé ou bitumé, mais sur des chantiers en bois goudronné reposant par l'intermédiaire de madriers placés transversalement sur des massifs en briques, comme le montre la figure 18. Les éléments ne reposeront pas directement sur le bois mais par l'intermédiaire d'isolateurs en porcelaine émaillée dits à *garde d'huile*, car il est nécessaire que leur isolement soit aussi parfait que possible.

Vers la fin de la charge, l'explosion des bulles d'hydrogène à la surface de l'électrolyte, lance une pluie de fines gouttelettes d'eau acidulée dont une partie retombe le long des parois des récipients et, s'agglomérant les unes aux autres, finit par couler jusque sur le sol en formant autant de dérivations. C'est pourquoi les madriers doivent être enduits d'une bonne couche de goudron ou de brai pour ne pas être rapidement corrodés.

Si la place manque pour installer tous les bacs sur les chantiers, même en les adossant sur deux rangs, tout en laissant suffisamment d'espace, pour tourner tout autour, il faut agencer une charpente et disposer les éléments sur deux étages assez éloignés l'un de l'autre pour permettre d'enlever et remettre commodément les plaques dans les récipients.

Chargement d'une batterie

Le montage une fois terminé, on prépare dans un tonneau, un baquet, ou, ce qui est mieux, un grand récipient en grès ou une cuve intérieurement doublée de plomb et de capacité suffisante, la totalité de la solution acidulée devant remplir les bacs. Ce récipient est rempli d'eau distillée ou de pluie (les eaux calcaires ou séléniteuses doivent être absolument rejetées) et on y verse ensuite doucement en petit filet, de l'acide sulfurique *au soufre* ou purifié à l'huile (acide monohydraté à 66°B), tout en agitant constamment le mélange avec une baguette de verre. Un densimètre plongé dans ce liquide indique sa densité qui doit atteindre environ 20°. On laisse refroidir, on transvase ensuite dans une cruche de grès et on verse l'électrolyte ainsi préparé dans chaque bac à l'aide d'un entonnoir en verre. Pour remplir la cruche, si le réservoir ne possède pas de robinet on emploie un siphon en plomb ou en verre muni d'une branche ou mieux d'une poire d'amorçage.

Les bacs une fois remplis jusqu'à 2 centimètres du bord, on les essuie soigneusement avec un chiffon sec (qui est mis hors d'usage par le contact de l'acide) puis on établit les connexions entre les éléments et les appareils.

Avant de placer les plaques dans les bacs et ceux-ci sur les tablettes ou chantiers, il est bon de nettoyer parfaitement ces bacs et examiner s'il ne se trouve pas par hasard de corps étrangers entre les électrodes et si celles-ci sont bien partout à la même distance les unes des autres afin d'éviter tout court-circuit interne. Enfin on inspecte les connexions, non seulement entre les plaques de chaque élément, mais entre les éléments eux-mêmes, et en dernier lieu les attaches des câbles conducteurs amenant le courant des machines qui doivent être installées dans une pièce séparée.

Rechargement des petits accumulateurs

Toutes les sources de courant continu sont aptes à opérer la recharge des accumulateurs. Ainsi, on peut utiliser le circuit de distribution d'un secteur, un groupe électrogène, des piles primaires, etc.

Quand il s'agit d'appareils transportables, dont la capacité ne dépasse pas 20 à 30 ampères-heure, tels que ceux employés en galvanocaustique, radiologie, T. S. F., allumage des moteurs d'autos, etc., on peut procéder comme suit pour leur restituer la quantité d'énergie électrique qu'ils ont dépensée :

On pratique sur les fils amenant le courant du secteur aux appareils d'éclairage deux dérivations dont on détermine la polarité à l'aide de papier *cherche-pôles* ou par tout autre procédé, puis on diminue la tension de ce courant pour l'approprier au travail qu'on veut lui faire accomplir, c'est-à-dire qu'on l'abaisse de 10 à 4 ou même 2 volts s'il ne s'agit que d'un élément unique, en disposant en série avec l'accumulateur à recharger un certain nombre de lampes à incandescence dont la consommation comble la différence de voltage, entre l'élément et la distribution.

Il suffit d'intercaler dans le circuit de charge, en les couplant *en quantité* (voy. plus haut au *couplage des piles*) un certain nombre de lampes, de façon à ne laisser passer que l'intensité de courant convenable pour le chargement au régime normal des accumulateurs. Or, une lampe à filament de charbon, type 5 bougies 110 volts, laisse passer 1/4 ampère, une lampe de 16 bougies 1/2 ampère, de 32 bougies 1 ampère.

Soit donc à charger, sur circuit à 110 volts, un accumulateur double A (fig. 19). On réunira les deux fils dérivés, pris sur les fils principaux *a*, à une plaque isolante B, portant quatre bornes, deux pour les fils dérivés et deux pour le circuit accus-lampes C. Le fil *positif* partant de la borne rouge de l'accumulateur est relié, par de petits fils secondaires à l'une des bornes des lampes, et le fil *negatif* partant de la borne noire se rend directement à l'une des bornes demeurées libres de la plaque.

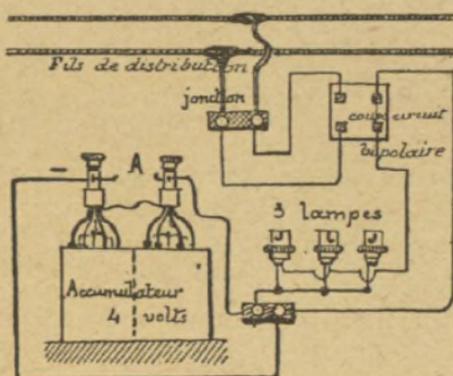


Fig. 19. — Rechargement d'accumulateurs sur courant continu de secteur.

La dernière borne demeurant libre de cette tablette est mise en connexion avec les bornes libres des supports de lampes, de manière à ce que celles-ci s'allument toutes à la fois lorsqu'on fait passer le courant. En intercalant ainsi trois lampes de 32 b. comme le montre la figure 16, on chargera donc l'accumulateur double à raison de 3 ampères (soit 1 amp. 1/2 par élément) et la charge sera complète en vingt heures, si la capacité de ces éléments est de 30 amp.-heure.

Quand la capacité des éléments dépasse 60 ampères-heure et que le courant de charge doit présenter une intensité supérieure à 3 ampères, il est préférable d'employer un *rhéostat* pour abaisser la tension au chiffre voulu et ne pas prolonger outre mesure l'opération.

Enfin, lorsqu'il s'agit de batteries d'une certaine importance, il faut prévoir un moyen économique de rechargement. Si l'on ne dispose que de courants alternatifs, on emploiera, soit un petit convertisseur, plus simple et moins coûteux qu'un groupe moteur-générateur, soit une soupape électrolytique permettant de redresser la phase inverse du courant alternatif et de recueillir un courant dont la sinusoïde est à peine sensible, ce qui permet de l'utiliser comme le courant continu à la charge des batteries. Enfin, on peut accoupler la dynamo de charge à l'arbre d'un moteur à explosions à grande vitesse ; on a ainsi un *groupe électrogène* constituant une source d'énergie très pratique sinon très économique.

Doit-on survolter les batteries à la charge ?

Il est utile de donner de temps à autre, une fois par mois environ en service courant, une forte charge aux batteries. Pour cela, lorsque la charge est terminée, ce qui se reconnaît à l'abondant dégagement de gaz qui se produit à ce moment, et à la tension qui atteint 2 volts 5 par élément, on continue cependant à laisser passer le courant pendant un bon moment. Ce survoltage a pour but d'éviter la formation de sulfate de plomb sur les plaques, cette sulfatation pouvant avoir les plus fâcheuses conséquences pour la durée et la conservation des électrodes.

En temps ordinaire, il est inutile de poursuivre la charge dès que le bouillonnement se produit et que le voltmètre indique que les appareils ont reçu la quantité normale d'énergie qu'ils doivent emmagasiner. Continuer à envoyer du courant serait entraîner une dépense inutile, et il y aurait danger de dégrader les plaques. L'eau acidulée serait décomposée en pure perte et il faudrait regarnir les bacs jusqu'au niveau réglementaire à la charge suivante. D'autre part, les gaz dégagés lavent la surface des électrodes et contribuent à désagréger la matière active dilatée par le phénomène du *foisonnement*. Toute surcharge journalière est donc non seulement inutile mais nuisible et contraire à l'économie et à la durée du matériel, un survoltage ne se comprend que pour combattre le sulfatage ou lorsque la batterie doit être laissée en repos pendant un certain temps. Un point à

observer, c'est de n'employer que des produits parfaitement purs, acide sulfurique *au soufre* et eau distillée ou de pluie pour l'électrolyte, et de n'employer que cette dernière et jamais d'acide pour remonter le bain à son niveau normal quand l'évaporation l'a fait baisser.

Pour remplacer les pastilles tombées

Il est possible de remplacer, dans les accumulateurs à oxydes rapportés, les pastilles de matière active qui se sont désagrégées à la suite de nombreuses charges et décharges consécutives amenant des dilatations et des contractions répétées, détruisant l'adhérence de la matière sur son support. Ces parcelles désagrégées se sont répandues au fond des bacs en laissant vide l'alvéole qu'elles remplissaient dans la grille de plomb.

Pour reconstituer les pastilles des électrodes positives, on prépare un mélange de minium et d'oxyde puce de plomb avec deux parties d'eau distillée et une partie d'acide sulfurique ; la pâte, malaxée dans un mortier de porcelaine, prend une couleur rouge brun, et on ajoute de l'eau acidulée jusqu'à disparition de la couleur du minium, ce qui correspond à la transformation de l'oxyde en sulfate. On bourre de cette pâte, en tassant le plus fortement possible, les alvéoles vides, et on laisse sécher pendant deux jours au moins avant de remettre la plaque dans le bac. S'il s'agit de regarnir des négatives, on prend de la litharge au lieu de minium et d'oxyde puce.

Réparation des accumulateurs sulfatés

On reconnaît qu'un élément d'accumulateur est sulfaté à la couleur des plaques, qui passe du brun foncé à la teinte chocolat clair pour les positives tandis que les négatives deviennent blanches, puis à la dureté prise par la matière active qui cesse d'être onctueuse, enfin à la concentration moindre de l'électrolyte. Il faut se hâter d'apporter le remède convenable à cet état de choses, sinon l'élément ne tarderait pas à être mis hors de service.

Ce remède consiste dans une recharge très lente, c'est-à-dire avec un courant d'intensité très réduite

donnée aux plaques, qui plongent, non plus dans un bain acide, mais dans de l'eau pure, l'électrolyte ayant été retiré du bac et mis en réserve; toutefois ce moyen a l'inconvénient d'affaiblir la plaque et le suivant est plus économique : on commence par nettoyer à fond les connexions et contacts oxydés qui sont souvent la première cause de la détérioration, puis l'élément remonté est rechargé à son régime normal jusqu'à ce que le liquide commence à bouillonner. On décharge alors sous le voltage ordinaire, on charge de nouveau à capacité normale en observant le temps de charge et le nombre d'ampères-heure absorbés, puis on relève, à la décharge qui suit, le nombre d'ampères-heure restitués.

Si le rendement est inférieur à 50 p. 100, c'est que l'élément est bien réellement sulfaté. On enlève les plaques que l'on dépose dans un récipient d'eau pure pour ne pas les laisser séjourner au contact de l'air, puis on remplace dans les bacs l'électrolyte acide par une solution de soude caustique à 5 p. 100. Les plaques sont alors remises en place puis on charge. On ajoute de la soude jusqu'à réaction alcaline, ce qui est indiqué à l'aide de papier tournesol. La charge est continuée au taux normal jusqu'à ce que, la sulfatation ayant disparu, les plaques aient repris leur teinte brun chocolat caractéristique de la présence du peroxyde de plomb. La solution de soude est alors retirée et remplacée par l'électrolyte qui avait été momentanément retiré et mis en réserve.

Dévisage d'une borne d'accumulateur oxydée

Quelles que soient les précautions prises pour protéger les connexions des accumulateurs contre l'action exercée par les vapeurs acides qui se dégagent à la fin de la charge, il arrive que les bornes ou écrous sont tellement oxydés qu'on ne peut plus les dévisser.

Pendant il est possible d'y arriver en se servant d'une pince ou d'une clé dont on a fortement chauffé les mâchoires (sans cependant les porter au rouge) et en serrant cet outil sur l'écrou dont le métal se dilate par la chaleur et ne tarde pas à obéir au mouvement

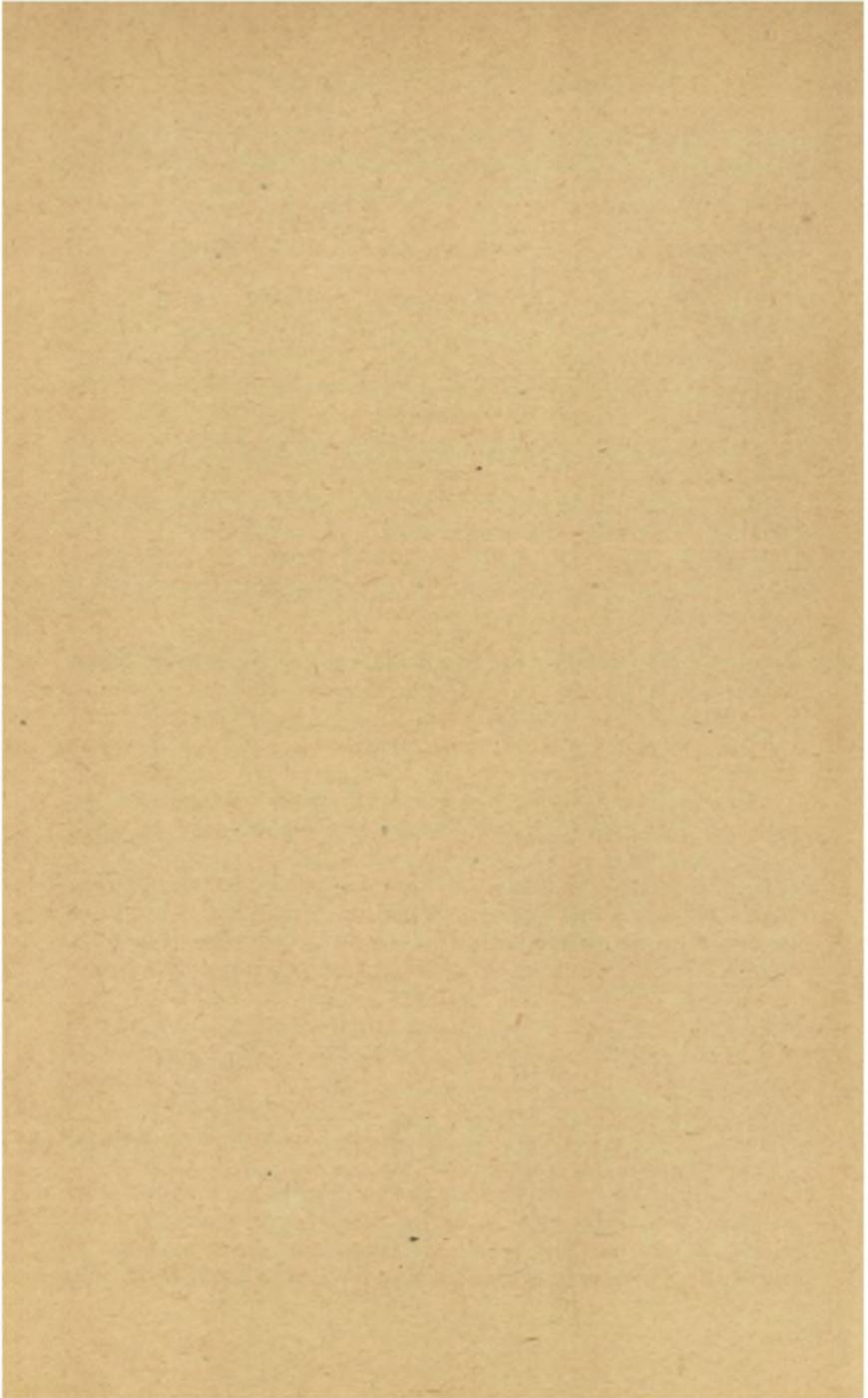
qui lui est imprimé. L'opération sera facilitée en badigeonnant la borne de pétrole avant l'application de la pince chaude. Il est bon de nettoyer à fond le pas de vis et le taraudage de l'écrou avant de procéder au remontage. On peut, dans ce but et si la chose est faisable, placer l'assemblage sous un robinet d'eau qu'on laisse ouvert jusqu'à ce que les efflorescences soient entièrement dissoutes, ou, autrement il faut râcler les pièces avec un couteau ou une lame peu tranchante. Passer au papier de verre avant de remonter la connexion.

Mastic Planté pour accumulateurs

Pour éviter l'ascension des sels grimpants ainsi que de l'eau acidulée par capillarité, on peut, ainsi que l'a indiqué G. Planté, couler sur les queues des plaques et les connexions, et à *chaud*, un mastic dont voici la composition :

Arcanson (résine)	1.000	grammes
Cire jaune ou suif	100	—
Plâtre albâtre en poudre	250	—
Noir de fumée	5	—

Un autre mastic, recommandé pour enduire les bornes se compose d'un mélange par parties égales de cire jaune et de paraffine, fondu sur un feu doux. Ce mélange s'applique à chaud au pinceau, après que les pièces ont été parfaitement dégraissées, décapées et passées au papier de verre. Ce mastic adhère très fortement à la surface des pièces.





DEUXIÈME PARTIE

LES DYNAMOS ET GÉNÉRATRICES MÉCANIQUES

Qualités que doit posséder une dynamo

Les dynamos se distinguent, selon le nombre de pôles qu'elles comportent, en *bipolaires* (deux pôles) et *multipolaires* (4, 6, 8 et au-dessus), chaque catégorie ayant sa raison d'être particulière. Connaissant l'importance du flux magnétique devant traverser l'induit, il faut déterminer les formes et les dimensions à donner aux inducteurs ou *électros* pour que ceux-ci présentent les qualités suivantes afin de réaliser les meilleures conditions économiques :

1° Avoir une résistance magnétique aussi faible que possible ; 2° avoir des noyaux de longueur suffisante pour ne pas exagérer le nombre des couches de fil autour d'eux et éviter ainsi tout échauffement exagéré ; 3° présenter le moins de dérivations possible du flux à travers l'air ; 4° présenter, pour l'enroulement du fil, le périmètre minimum pour une section donnée au passage du flux magnétique ; 5° pour une force électromotrice donnée, avoir un champ magnétique le plus intense possible afin de réaliser l'auto-régulation du fonctionnement pendant la marche de la machine.

Le nombre de pôles d'un inducteur n'est pas arbitraire ; en effet une dynamo bipolaire de trop grandes dimensions ne donnerait pas de résultats avantageux, la réaction d'induit augmentant avec les dimensions. On

ne doit donc pas dépasser la puissance de 25 kilowatts pour un modèle à deux pôles, il faut ensuite fractionner les pôles et augmenter leur nombre à mesure que la puissance mise en jeu s'accroît.

Le fer doux forgé est le métal qui convient le mieux à la fabrication des inducteurs, la fonte malléable est suffisante pour le bâti, la culasse et les pièces polaires. L'acier fondu *doux* obtenu par les procédés métallurgiques modernes, avec ou sans addition de ferro-aluminium ou autres métaux donne de bons résultats, bien que la coulée soit un peu plus difficile et donne quelquefois lieu à des boursouflures.

La section qui donne la dépense minimum d'enroulements en fil de cuivre est la section circulaire, car elle présente le périmètre minimum. En aucun cas, le circuit magnétique ne doit présenter de vides ou de creux.

Agencement des magnétos

Les machines dites *magnéto-électriques* ont été les premières connues, mais on les avait abandonnées pour adopter les dynamos, par suite de l'économie de construction que celles-ci réalisaient et du meilleur rendement qu'elles fournissaient. Cependant ces machines sont revenues en faveur pour une application particulière : l'allumage du mélange tonnant à l'intérieur des cylindres de moteurs d'automobiles et d'avion.

Une magnéto se distingue d'une dynamo par le fait qu'elle ne possède pas, comme cette dernière, de *collecteur* (v. plus loin) et que le champ magnétique dans lequel tourne l'induit est créé, non par des électroaimants, mais par des aimants permanents. L'organe mobile tourne en regard des faces polaires d'aimants en fer à cheval ou en forme d'U renversé ; le courant instantané qui parcourt le fil de l'induit chaque fois qu'il s'approche ou s'éloigne des pôles de l'aimant, est recueilli par des frotteurs fixes reliés aux bornes où vient s'attacher le circuit extérieur. Bien entendu, ces courants parcourent le circuit tantôt dans un sens et tantôt en sens inverse et sont alternatifs alors que la dynamo donne un courant continu.

La figure 22 ci-dessous permet de se rendre compte

du fonctionnement d'une magnéto (système de Lavallette). Le courant primaire provient, ainsi qu'il vient d'être dit, de la rotation d'une bobine de fer doux entre les pôles de deux ou trois aimants permanents disposés à la suite l'un de l'autre et maintenus dans deux semelles. Cette bobine porte deux enroulements superposés, l'un en gros fil ou *primaire*, l'autre en fil beaucoup plus fin et dit *secondaire*. Une extrémité du primaire est fixée sur la *masse* de l'armature, l'autre est reliée à l'enclume du plateau de rupture. Le secondaire a égale-

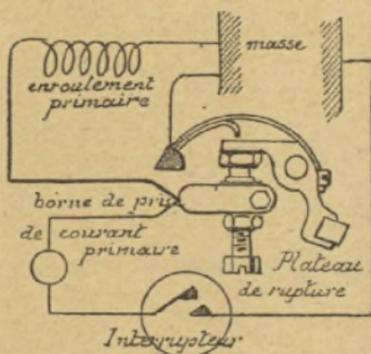


Fig. 22. — Schéma du fonctionnement d'une magnéto.

ment une de ses extrémités à la masse, l'autre aboutissant au collecteur. Une *prise* de courant fixée sur un flasque, du côté de l'axe d'entraînement recueille le courant induit à l'aide d'un frotteur muni d'un dé de charbon. Le fil de bougie est en rapport avec le distributeur et le collecteur.

Il résulte de cet agencement, que chaque tour de la bobine dans le champ magnétique engendre un courant alternatif de grande intensité qui atteint son maximum deux fois par tour pour deux positions diamétralement opposées. Les cames dont est muni le dispositif de rupture étant disposées de telle sorte que le talon en fibre du marteau vienne les toucher au moment précis où le courant atteint son maximum d'intensité, il s'ensuit une rupture brusque du courant primaire ; l'effet de cette rupture, comparable à un coup de bélier

hydraulique, crée dans l'enroulement de gros fil une tension élevée ; l'ensemble du primaire et du secondaire agissant alors à la façon d'un transformateur, produit dans le circuit secondaire un courant de très haute tension qui se manifeste en définitive par la production d'une étincelle très vive et très chaude entre les pointes de la bougie où existe la seule solution de continuité du circuit. Tel est l'agencement et le fonctionnement des magnétos actuelles.

Construction d'un induit en forme d'anneau

L'*anneau*, inventé par Gramme en 1869, est constitué par la juxtaposition d'un certain nombre de bobines de fil de cuivre isolé, qui ne possèdent pas de noyaux

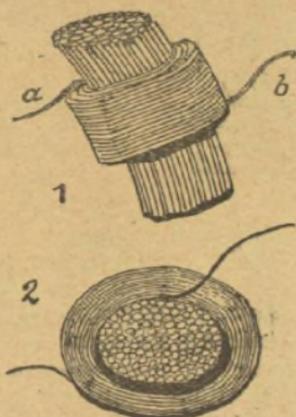


Fig. 23 et 24. — Anneau de Gramme.

1, élévation et 2, coupe. — *a*, fil entrant. — *b*, fil sortant.

magnétiques particuliers, mais sont enroulées à la suite l'une de l'autre sur un noyau commun en forme d'anneau, non massif, mais constitué par un fil de fer recuit roulé un grand nombre de fois sur lui-même de manière à former un cylindre aplati. Chaque bobine distincte, qui est composée de la même longueur de fil que ses voisines, est reliée à une lame du *collecteur*, pièce caractérisant les dynamos. Un anneau comporte, selon son diamètre, depuis 8 jusqu'à 100 bobines ainsi juxtaposées.

Pour construire un anneau, on roule sur un mandrin de bois du diamètre voulu, et sur une certaine longueur du fil de fer recuit de 8 ou 10 dixièmes de millimètre. On roule ainsi plusieurs couches de fil superposées jusqu'à ce que l'épaisseur voulue soit atteinte puis on immobilise ce faisceau circulaire par des ligatures transversales et de nombreux points de soudure à l'étain. Quand la solidité est parfaite, on retire l'anneau du mandrin, on le lave à grande

eau pour débarrasser le fer des traces de chlorure de zinc provenant de la soudure et on le sèche puis on roule tout autour un ruban chatertonné dont les bords se chevauchent. Ce revêtement a pour but d'éviter tout danger d'oxydation du fer exposé à l'air humide.

Si l'induit doit comporter par exemple 16 bobines comportant 40 mètres de fil, on coupe 16 bouts de fil de cuivre recouvert d'un guipage de coton et ayant tous 40 mètres de longueur, puis on prend l'un de ces fils et on l'enroule sur plusieurs couches superposées autour

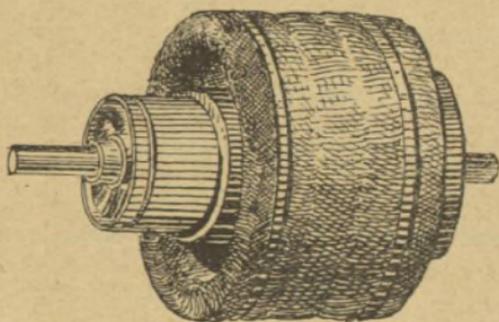


Fig. 25. — Induit terminé et son collecteur.

de l'anneau. Cette bobine n'occupera que 1 seizième de la périphérie de l'anneau et la dernière spire sera arrêtée par une attache de fil ordinaire pour éviter le déroulement. On procède de même pour les quinze bobines restantes puis, une fois toutes les bobines mises en place, on badigeonne toute la pièce de vernis gomme-laque à l'alcool. Pour préparer ce vernis, on met dans un flacon à large tubulure de la gomme-laque en feuilles et on remplit avec de l'alcool. Au bout de quelques heures, la gomme-laque commence à se dissoudre ; on agite de temps en temps et si l'on a soin de mettre un excès de gomme-laque, on obtiendra après quelques jours surtout si le flacon est conservé dans une pièce où l température est tiède, un vernis épais, excellent pour l'usage auquel on le destine.

Cet isolement présente de nombreux avantages : en pénétrant entre les spires de fil, il les agglutine inti-

mement et s'oppose, pendant la rotation rapide de l'induit à leur écartement ; il évite aussi tout danger de court-circuit interne, soit par un échauffement exagéré, soit par la chute de gouttes d'eau ou d'huile à la surface de la pièce.

L'induit terminé est *fretté* pour lui donner toute la solidité voulue puis serré sur son arbre. Le fil *sortant* d'une bobine est réuni par des soudures à l'étain, d'une part au fil *entrant* de la bobine contiguë et à une lame de collecteur.

Construction d'un induit en tambour

L'enroulement dit *en tambour*, presque seul employé aujourd'hui, quoique plus compliqué en apparence que l'anneau Gramme, est cependant plus facile à cons-

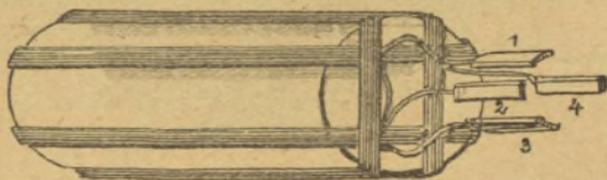


Fig. 26. — Induit en tambour.

truire et surtout à réparer. On peut considérer ce système comme équivalent en somme au précédent, sauf qu'au lieu de réunir en série toutes les bobines situées dans une même moitié de l'anneau et sous un même pôle, on couple en tension des spires situées sous des pôles différents mais en général placées symétriquement.

Pour aider à comprendre le mode d'enroulement employé dans ce procédé, nous n'avons représenté, dans la figure 26, que quatre bobines disposées symétriquement tout le long du cylindre de fer doux constituant le noyau magnétique. En fait, la moitié de la surface du cylindre est recouverte de fils s'entre-croisant et se superposant sur les deux faces opposées du tambour.

Ordinairement, le noyau magnétique, de même que les noyaux d'inducteurs n'est pas massif, mais formé d'une

succession de feuilles minces de tôle d'acier (2 dixièmes de millimètre) séparées les unes des autres par des feuilles de papier verni à la gomme-laque. Ces feuilles ne sont pas des disques circulaires, elles sont entaillées sur tout leur pourtour de profondes encoches régulièrement espacées les unes des autres. C'est ce qu'on appelle un induit *denté*, tel que le représente, vu en perspective, la figure 27. Les fils sont tendus parallèlement à l'axe du cylindre et logés à l'intérieur des encoches, de manière à affleurer le niveau des dents, si bien qu'on obtient en définitive un rouleau de diamètre uniforme.

La force électromotrice du courant développé par la

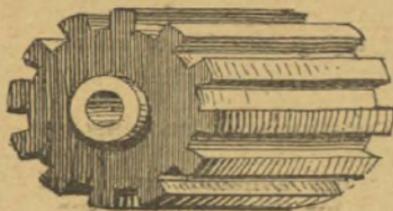


Fig. 27. — Induit denté (noyau).

machine est d'autant plus élevée que le nombre de spires de fil soumises à l'action des pôles inducteurs est plus grand, et c'est pourquoi il convient de diviser celles-ci en un plus grand nombre de sections distinctes, et que l'on prend du fil plus fin pour ces enroulements. Dans cette disposition, le flux électrique variable qui passe à travers les spires est coupé par les portions de fils situées à l'extérieur, mais, comme chaque boucle de fil est composée de quatre parties, trois d'entre elles sont inutiles au point de vue de l'induction et augmentent sans profit la résistance. C'est là le principal reproche que l'on peut adresser à ce système et qui compense la plus grande facilité de bobinage qu'il possède.

Le fil *sortant* de chaque bobine distincte est relié d'une part à une lame du collecteur et d'autre part, non au fil entrant de la bobine qui lui est contiguë, mais à une bobine plus ou moins éloignée mais symétriquement placée. C'est ainsi que dans un tambour comportant par

exemple 14 bobines, le couplage peut être opéré de trois en trois, dans l'ordre 1-4-7-10-13-2-5-8-11-14-3-6-9-12 et 1. Pour réunir ces bobines en série, au lieu de les associer l'une à l'autre et leur point de réunion à une lame du collecteur, on associe, dans les machines multipolaires, les bobines passant sous les pôles de même nom, de façon à additionner leurs tensions individuelles. En procédant ainsi, on constitue deux circuits que traversent des courants égaux mais de sens inverse, que recueillent les balais frotteurs.

Lorsque les enroulements sont terminés et les différentes soudures nécessitées par le fretage et les connexions aux lames du collecteur opérées, on badigeonne l'induit d'une ou deux couches de vernis gomme-laque qui imbibe le guipage des fils et assure un parfait isolement.

Construction d'un collecteur

Le collecteur des dynamos est formé d'une série de lames de cuivre dur étiré, montées sur un manchon faisant corps avec l'arbre. Ces lames sont isolées individuellement ainsi que le manchon, par du mica, seule matière qui soit suffisamment résistante à l'action de la chaleur et de l'humidité. L'ensemble est parfois fretté au moyen de deux bagues parfaitement isolées afin d'éviter tout danger de court-circuit entre ces lames entre elles ou avec la masse.

Les lames, ou *touche*s du collecteur sont munies chacune d'une *queue* terminée par une boucle repliée et destinée à assurer la liaison avec la bobine à laquelle cette touche correspond. C'est dans cette boucle qu'est serrée l'extrémité du fil sortant de chaque bobine et la connexion est consolidée par une soudure. Notre figure 25 représente cette pièce importante après sa mise en place.

L'arbre portant l'induit et son collecteur qui lui fait suite, présente sur une certaine longueur un méplat sur lequel le collecteur est serré à l'aide d'une clavette. Un tube en acier dont le diamètre intérieur est égal au diamètre de l'arbre, est muni d'un épaulement circulaire dont la face intérieure présente une saillie ou *nez*, alors que l'autre extrémité porte un pas de vis sur lequel

viennent se fixer un écrou avec son contre-écrou. Une rondelle, de forme et de profil identiques à celle de l'épaulement, est enfilée sur le tube et peut se rapprocher de l'épaulement fixe lorsqu'on serre les écrous. Les lames de cuivre interchangeables, découpées d'avance selon le profil voulu, sont logées entre les disques. Avant de serrer les écrous on intercale entre chaque lame de cuivre voisines, des feuilles de mica assurant leur isolement. On place également, entre les lames et les disques, des rondelles isolantes en micanite ou en fibre, épousant parfaitement le profil des pièces.

En serrant les écrous, on fait pénétrer le nez formant coin dans les parties rentrantes des lames en y forçant les rondelles isolantes. On obtient ainsi un bloc très compact, capable de résister sans la moindre déformation aux effets de la force centrifuge. Le mica et ses dérivés sont les matières qui conviennent le mieux pour l'isolement car toutes les autres substances se carbonisent sous l'effet des étincelles jaillissant sous les balais, et il en résulte la mise en court-circuit de lames voisines se trouvant à des tensions différentes, et par suite l'échauffement exagéré et la destruction partielle ou totale des enroulements. Le mica, qui n'est pas hygrométrique, se clive aisément en feuillets minces ; ses débris, agglutinés avec du vernis gomme-laque épais, permettent d'en faire des pièces moulées de toutes formes ; c'est à cet aggloméré que l'on donne le nom de *micanite*.

En ce qui concerne la liaison des touches du collecteur avec les bobines, que l'induit soit en anneau ou en tambour, elle doit être opérée de préférence par des soudures, les vis, serre-fils, écrous, etc., ne donnant que de mauvais résultats. Les fils de connexion des bobines sont donc soudés aux queues des lames, recourbées en crochet et étamées. Les fils à raccorder sont également étamés et leur extrémité engagée dans le crochet. A l'aide d'un fer ou d'une lampe à souder, on chauffe le point de jonction en ajoutant un peu de soudure, puis, lorsque l'ensemble est bien noyé dans le métal fondu, on laisse refroidir. Il est important, rappelons-le, de proscrire pour ces soudures le chlorure de zinc comme décapant. Ce corps étant déliquescent ne sèche jamais complètement et il corrode le métal qui ne tarde pas à s'oxyder puis à

se rompre. Il convient donc de n'employer que la résine, bien qu'elle rende le travail de liaison un peu plus difficile à réussir.

Comment doivent être agencés les balais de dynamos

Sur la périphérie du collecteur appuient les balais, qui étaient faits autrefois d'un paquet de fils de cuivre soudés ensemble, de feuilles de clinquant ou de toile de cuivre plissée et repliée, matières qui ne sont plus guère employées que dans les dynamos pour galvanoplastie débitant des courants très intenses. On fait plutôt usage maintenant de *dés* en charbon aggloméré qui n'usent pas les touches de cuivre, donnent un frottement très doux et ne produisent aucune poussière métallique capable de mettre les lames en court-circuit ou tout au moins de les encrasser. La dimension de ces dés est proportionnelle à l'intensité du courant à recueillir ; si cette intensité est élevée, on fait usage au lieu d'un seul dé de grande section, d'une ligne de balais successifs qui prennent contact tous à la fois sur la même touche du collecteur ; l'intensité se partage ainsi entre eux.

Les balais ou lignes de balais sont fixés à une pièce appelée *porte-balais* qui a pour but : 1° de déplacer ceux-ci à volonté et simultanément lorsqu'il est nécessaire ; 2° de faire varier la pression exercée par les dés de charbon sur les touches. Si la machine est bipolaire, le porte-balai peut être constitué simplement par un collier mobile autour d'un axe correspondant à celui de la machine elle-même ou supporté par un des paliers. Ce collier porte deux bras radiaux sur lesquels sont fixés les deux axes des balais, le système se déplace en bloc et permet le calage de l'ensemble tandis que chaque balai est individuellement maintenu appliqué contre le collecteur par un ressort dont la pression peut être réglée à volonté. Cette question de pression n'est pas sans importance. Si sa valeur est trop forte, il se produit un échauffement anormal, si on la diminue par trop, le contact devient insuffisant.

La forme des dés de charbon graphitique, qui sont d'un usage général, est assez variée et il en résulte qu'il

a fallu combiner différents dispositifs de porte-balais à ressort élastique ayant pour but de donner une pression régulière et modérée au prisme qui appuie par sa base sur la lame de cuivre. Dans le modèle de la Société Gramme, que représente la figure 28, les pains ou prismes quadrangulaires de charbon sont fixés dans une boîte qui glisse dans une rainure, tandis qu'un ressort à lame ou à boudin chasse ce frotteur vers le collecteur. La glissière fait corps avec l'axe du porte-balai

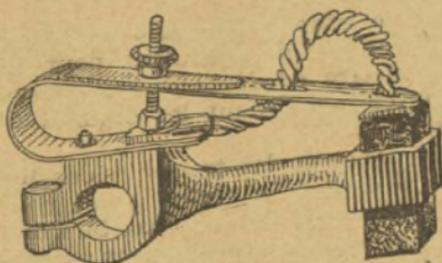


Fig. 28. — Porte-balai.

qui la maintient en place. Cet agencement est bien combiné, car il permet le déplacement du porte-balai dans n'importe quel sens. De plus, même quand il y a un peu de faux rond, le balai fonctionne encore car il suit docilement la courbure du collecteur. Les vis servent à régler la pression et à compenser l'action résultant de l'usure progressive du dé de charbon.

Comment doit s'installer une dynamo

Les dynamos doivent être installées dans un local particulier que traversent l'arbre ou les courroies de transmission, lorsqu'elles ne sont pas accouplées directement au moteur dont elles transforment le travail mécanique en énergie électrique, que ce moteur soit une turbine à vapeur, un moteur à explosions à grande vitesse, ou à combustion interne brûlant des huiles lourdes sensiblement moins coûteuses que l'essence de pétrole.

La *salle des machines*, comme on dit, sera parfaitement sèche ; le local, bien éclairé par la lumière du jour à l'aide de vitrages de grande surface, aura des dimensions en rapport avec l'importance du matériel électro-mécanique qui s'y trouvera réuni. Le sol sera revêtu d'un carrelage de mosaïque ou d'un parquet ciré ou recouvert de paillassons. Il n'est pas besoin de rappeler qu'une extrême propreté est de rigueur et que les poussières de toute espèce devront être enlevées chaque jour.

Un accessoire utile d'une salle de machines est un palan mobile ou un pont roulant pour les puissantes unités. Il permettra de déplacer, si c'est nécessaire, les masses pesantes constituant les organes des machines pour les visiter et les réparer.

En ce qui concerne les transmissions intermédiaires, il est de règle d'avoir le moins grand nombre possible de lignes d'arbres et de renvois. Si l'espace manque pour donner la longueur voulue aux courroies, on peut recourir au galet tendeur ou à l'enrouleur de Lenepveu qui donne une solution rationnelle du problème. Si le même arbre doit actionner plusieurs dynamos, il sera utile de prévoir des débrayages, et le système de la poulie folle paraît le plus simple. Dans le calcul du diamètre des poulies, il convient de tenir compte de la perte de vitesse par glissement des courroies, qui peut être de 2 p. 100. On augmentera donc de ce chiffre le nombre de tours de l'arbre de commande.

Lorsque la dynamo est placée dans un sous-sol ou une maison d'habitation, elle devra être absolument indépendante de la construction. L'emplacement qui lui est affecté permettra l'accès facile de tous les organes. La plus grande propreté est indispensable car, sur les parties isolées des machines, les poussières accumulées jointes à l'humidité, peuvent amener des dérivations et des pertes à la terre. Sur les parties métalliques, le collecteur et les balais principalement, ces poussières agglomérées créent des résistances absorbant inutilement du courant, sans parler du danger des courts-circuits pouvant dégrader les enroulements et mettre la dynamo, ou tout au moins l'induit, hors de service en moins de quelques instants.

Pour calculer les dimensions d'une dynamo

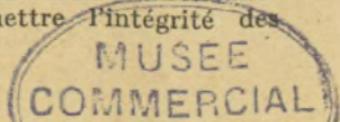
Une génératrice à courant continu peut fournir un courant dont la force électro-motrice et l'intensité varient selon la vitesse de rotation de l'organe mobile ou *induit*. Les chiffres correspondant à la *tension* normale du courant et à l'*intensité* maximum représentent ce que l'on appelle les *constantes* de la machine.

La tension aux bornes de la dynamo et l'intensité varient selon la résistance du circuit extérieur, pour une même vitesse de rotation. La force électromotrice, la résistance totale, autrement dit la résistance intérieure apparente de la machine et le débit sont, comme dans les piles primaires, reliées par la loi d'Ohm. Cette résistance est représentée, sur la caractéristique par la tangente trigonométrique de l'angle formé par l'axe des x et la droite qui joint l'origine au point considéré de la courbe.

Dans le calcul d'une dynamo, on détermine les conditions générales de fonctionnement, c'est-à-dire : 1° le nombre de tours par minute ; 2° le rendement ; 3° la tension du courant ; 4° le débit par seconde. On ne dépasse pas 30 mètres par seconde comme vitesse à la périphérie de l'induit. v étant considéré comme représentant le nombre de tours par seconde, on déterminera le diamètre D à donner à l'induit en appliquant la formule :

$$D = \frac{v \ 60}{\pi \ N} .$$

La perte due à la résistance propre à l'induit varie entre 2 et 8 p. 100 de la puissance utile. La force électromotrice totale à développer étant déterminée, ainsi que le flux magnétique, calculé en ampères-tours pour engendrer cette force, on choisit la meilleure forme à donner au noyau et les dispositions de bobinages. Le calcul du nombre des spires et des couches de fil variera selon le résultat à atteindre ; il ne faut pas dépasser une densité de courant de 4 ampères par millimètre carré de section du fil si l'on veut éviter un échauffement exagéré pouvant compromettre l'intégrité des



isolants. Il ne faut pas dépasser un maximum de 55° au-dessus de la température ambiante, soit 70° C. Moins il y aura de spires et de couches de fil et moins l'échauffement sera à craindre et la réaction d'induit sera réduite. Mais il sera nécessaire alors d'augmenter le flux inducteur et d'employer un circuit magnétique plus volumineux demandant une plus grande quantité de courant pour l'excitation.

Une machine bipolaire devant fournir une intensité de courant de 100 ampères, les enroulements de l'induit seront parcourus par une intensité de 50 ampères, ce qui conduira à employer pour eux du fil de 12 mm. carrés, 10 au moins de section ce qui est indiqué par la formule :

$$S = \frac{I}{2 \times 4 \text{ ou } 5 \text{ au plus}} = x \text{ mm carrés.}$$

Le fil de la section et de la longueur indiqués par le calcul, est logé sur le noyau magnétique avec le moins de perte possible, ce qui conduit quelquefois à employer des fils de section rectangulaire ou méplaté. On peut aussi subdiviser chaque spire en un faisceau de fils plus ou moins fins utilisant mieux la place, plus faciles à poser et évitant les courants parasites dits de Foucault. Mais on ne met ordinairement qu'une ou deux couches superposées, afin de faciliter la ventilation et diminuer l'entrefer, et ce n'est que dans les modèles devant fournir des tensions élevées qu'on multiplie le nombre de couches de fil fin pour augmenter ainsi la force électromotrice.

En ce qui concerne le nombre de bobines à répartir sur l'induit, et par suite celui des lames du collecteur, on doit chercher à réduire au minimum le nombre des spires d'une même section. Dans les machines devant fournir une force électromotrice de 110 volts, on ménage de 40 à 80 lames, ce qui donne une différence de potentiel de 3 à 6 volts entre deux touches consécutives, chiffre qui peut être porté jusqu'à 20 et 25 volts pour les machines multipolaires sans qu'on ait à redouter d'arc voltaïque ou d'étincelles dangereuses entre les balais.

La longueur de l'induit est à peu près égale au diamètre dans un anneau Gramme et double du diamètre dans un tambour. Celui-ci doit présenter une surface extérieure suffisante pour que son refroidissement soit parfaitement assuré pendant la marche; une règle empirique fixe à 8 centimètres carrés par watt-seconde dépensé dans l'induit. La longueur de fil enroulé varie de 0 m. 70 à 1 m. 20 par volt produit. Pour tenir compte, dans le calcul, de la réaction d'induit, on peut prendre comme rapport de la baisse de tension résultant de cet effet, à celle de la résistance, le chiffre de 1 à 3 pour un tambour et de 4 à 9 pour un anneau.

Ces données sont suffisantes pour établir un avant-projet. Le calcul de l'induit isolé permet une approximation dont on peut se contenter et il suffit de déterminer par expérience les ampères-tours de l'inducteur. Dans ce but, on monte sur les branches des électros des bobines auxiliaires dont on fait varier les ampères-tours jusqu'à ce que l'effet maximum soit atteint. On fabrique ensuite les bobines définitives d'après ces indications et on les met en place.

Fondations pour dynamos

Il est indispensable de poser les dynamos sur un massif compact de maçonnerie ou de briques, car ces machines ne doivent pas se déplacer ni trembler sur leurs supports sous l'influence du mouvement de rotation qu'elles reçoivent du moteur. Dans les ateliers, on peut se contenter de madriers posés sur de l'asphalte ou d'une fondation cimentée indépendante des murs des bâtiments. Dans ce cas la surface du support doit se trouver à 20 ou 30 centimètres au moins au-dessus du niveau du sol pour faciliter le nettoyage et l'entretien des coussinets. Notre figure 29 donne une idée de la construction d'un massif en briques avec quatre trous pour le passage des boulons d'ancrage.

On est quelquefois embarrassé lorsque la dynamo, génératrice ou réceptrice, doit être installée à l'un des étages d'une maison habitée et que l'on veut éviter que les trépidations ne se transmettent à l'ensemble de la construction. Il faut alors recourir aux fondations

élastiques telles que celles proposées par M. Prache, dans lesquelles les tiges des boulons de scellement sont noyées dans de la fibre, assurant l'isolement et où les briques sont remplacées par une certaine épaisseur de paillassons en jute superposés et isolés du plancher

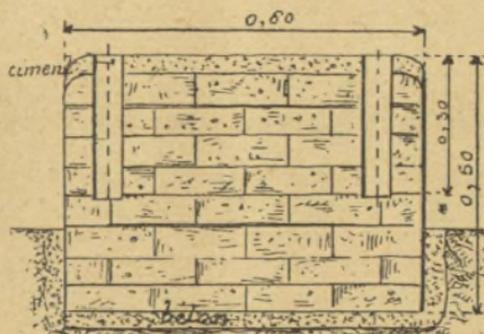


Fig. 29. — Massif de fondation.

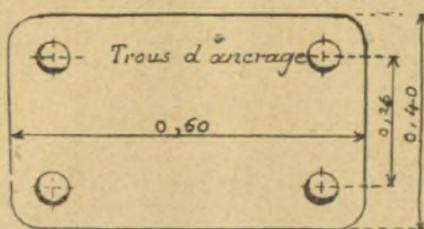


Fig. 30. — Plan.

par un tapis de linoléum ou de caoutchouc. On réalise ainsi des fondations à la fois élastiques et insonores et d'un parfait isolement, empêchant que le ronflement de l'induit en mouvement se transmette aux murs de l'immeuble où la machine est installée.

Mise en place d'une dynamo

La dynamo est amenée et déposée sur son support à l'aide d'un palan ou d'un pont roulant, ou à défaut de ces appareils de levage, en la faisant glisser sur des madriers ou des poutrelles disposés en plan incliné.

On s'assure par des mesures précises que l'arbre portant l'induit et la poulie de commande est bien parallèle à l'arbre de commande, et cette vérification opérée, on serre à bloc les écrous sur les boulons d'ancrage. La tension de la courroie et le parallélisme des arbres sont obtenus en agissant sur les vis de butée dont sont munies les glissières de support (fig. 31). En faisant



Fig. 31. — Rails de supports à glissières.

tourner ces vis dans un sens ou dans l'autre, on rapproche ou on éloigne la dynamo de l'arbre de transmission : l'écartement et le parallélisme sont ainsi assurés et les corrections ultérieures faciles, grâce à ce

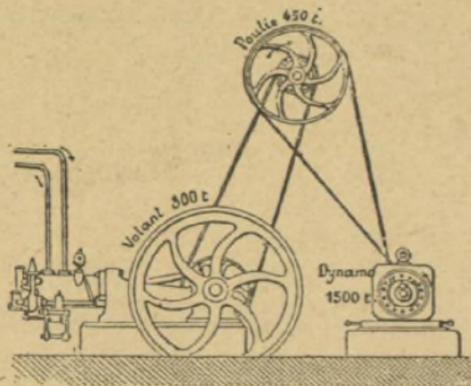


Fig. 32. — Commande d'une dynamo par poulie intermédiaire et courroie croisée.

dispositif. C'est, bien entendu, aux extrémités des semelles de ces glissières, à travers des trous ménagés à cet effet, que passent les tiges de scellement.

Dans le cas où la dynamo est livrée toute montée, il est utile de vérifier, à l'aide du niveau à bulle d'air, si les poulies sont bien dans le même plan, si l'arbre de

l'induit est d'une parfaite horizontalité et tourne bien rond, si la semelle de la dynamo s'applique bien sur la fondation ou les rails de support, enfin si les coussinets sont convenablement serrés.

La dynamo une fois mise en place et reliée au moteur qui doit la commander par une transmission dont le rapport a été calculé pour lui donner la vitesse de rotation voulue (la figure 32 donne un exemple de ce rapport), on peut relier les câbles au *tableau de distribution*, ordinairement fixé à l'un des murs de la salle des machines, et on les serre fortement dans les trous des bornes de départ ou sur les tiges des boulons de connexions quand ces câbles sont terminées par des *cosSES*.

Soins à donner aux dynamos

Les soins à donner aux dynamos pendant la marche consistent surtout en des visites fréquentes de leurs différents organes, notamment des balais, de la courroie de transmission, des coussinets et des graisseurs. Il convient d'éloigner des dynamos tous les objets en fer, car il faut se rappeler que les inducteurs agissent pendant la marche comme de puissants aimants susceptibles d'attirer le fer. Si un outil quelconque venait par suite d'une négligence ou d'un oubli à s'engager dans l'*entrefer*, espace vide séparant la périphérie de l'induit de la surface interne des épanouissements polaires, de graves accidents en seraient la conséquence.

Il faut donc, pour cette raison, ne faire usage que d'outils ou objets en métal non magnétique, des clés à écrous en bronze et des burettes à graisser en zinc.

On contrôle de temps à autre, en consultant le volt-mètre, la tension du courant, on s'assure si la température de la machine n'est pas trop élevée, si les graisseurs n'ont pas besoin d'être alimentés, si les coussinets ne chauffent pas.

En se livrant à cette surveillance, un électricien soucieux de l'intégrité de la machine qui lui est confiée, obtiendra le meilleur rendement de celle-ci et évitera les dérangements dus à un manque de soins et qui entraînent à de longues et coûteuses réparations.

Avant d'arrêter le mouvement, il faut enlever pro-

gressivement la charge extérieure de la dynamo en ouvrant successivement les divers circuits qu'elle alimente. On diminue ensuite l'excitation en ramenant au zéro la manette du rhéostat de champ et c'est seulement que l'on peut ralentir le mouvement et l'arrêter en débrayant, en faisant tomber la courroie de transmission ou en arrêtant le mouvement du moteur.

Il est nécessaire de conserver en un parfait état de propreté les différents organes de la dynamo. La poussière, l'huile et surtout les limailles provenant de l'usure du collecteur seront enlevées tous les jours à l'aide d'une brosse douce, d'un blaireau ou d'un soufflet. On se servira de chiffons de toile et non de déchets de coton pour les essayages. C'est le collecteur qui sera l'objet des soins les plus minutieux, dans le cas où il ne serait pas protégé par une enveloppe ou carter étanche. On le conservera parfaitement lisse, et le polira de temps à autre en le frottant avec de la toile émeri fine. S'il était profondément rayé et même déformé on serait obligé de l'enlever de la machine et de le remettre sur le tour pour le rendre de nouveau parfaitement cylindrique. Ce n'est qu'au cas où ces déformations seraient encore peu sensibles que l'on pourrait se contenter de le limer avec une lime douce ; on terminerait ensuite par un polissage au papier de verre. L'huile qui convient le mieux au graissage des paliers est l'huile de naphte d'une densité de 0,905 ; la dépense de lubrifiant peut être réduite très sensiblement en recueillant l'huile qui a servi et en la filtrant, de manière à la débarrasser des impuretés et des parcelles métalliques qu'elle a entraînées. Enfin, si la machine doit être laissée au repos pendant un certain temps, il faudra après l'avoir nettoyée à fond et bien essuyée, la débarrasser de la vieille huile restée dans les paliers. Les parties en acier poli seront graissées et une bâche imperméable sera étendue pour mettre le mécanisme à l'abri de la poussière.

Comment on remédie au manque de courant

Si l'on constate, au moment où l'on met pour la première fois en marche une dynamo qu'elle ne fournit aucun courant, ou seulement une partie du courant

qu'elle devrait donner, on peut attribuer ce *refus d'amorçage* à différentes causes, les unes propres à la machine même, les autres à des phénomènes extérieurs.

On cherche d'abord à s'assurer si le défaut provient de l'absence de magnétisme, et alors on essaye d'amorcer le fonctionnement en mettant, s'il s'agit d'une dynamo excitée *en série* les bornes en court-circuit par un fil métallique et, si c'est une dynamo excitée *en dérivation*, en ouvrant un instant le circuit extérieur, l'induit tournant à sa vitesse normale. Il est nécessaire, cela se comprend, d'agir rapidement quand on amorce en court-circuit, si on laissait le fil intermédiaire trop longtemps, on risquerait de détériorer le collecteur.

Le plus souvent, le refus d'amorçage, avec une machine en dérivation, résulte d'un court-circuit accidentel dans la canalisation. Pour s'assurer que c'est bien là la véritable cause du non-fonctionnement, on détache l'un des conducteurs de sa borne et on intercale une lampe à incandescence entre les deux bornes ; si cette lampe ne s'allume pas régulièrement, le défaut est dans la dynamo ; si, au contraire, elle s'allume bien, la défectuosité est dans le circuit.

L'absence de tout courant, la dynamo ayant été installée dans les conditions voulues, peut encore provenir de nombreuses autres causes : insuffisance d'isolement des bornes, des porte-balais, des connexions des bobines induites avec le collecteur ; mais ces vérifications essentielles ont dû être faites par le constructeur avant l'expédition de l'appareil. On peut encore attribuer le manque de courant aux raisons suivantes :

1° La machine n'ayant jamais fonctionné, peut avoir besoin d'une excitation indépendante, pour s'exciter au début. Pour cela, il suffit d'y faire passer le courant d'une batterie de piles et constater avec un objet en fer s'il y a une attraction intense aux pièces polaires.

2° *L'entrefer*, c'est-à-dire l'espace entre l'induit et les inducteurs, peut être trop grand. Il doit être très petit, par exemple, 5 millimètres. Sinon, le flux est impuissant à franchir la zone d'air qui sépare l'induit de l'inducteur.

3° L'induction peut être insuffisante, c'est-à-dire le

nombre d'ampères-tours sur les bobines inductrices trop petit pour la section d'induit sur laquelle il faut agir. Ou bien le nombre d'ampères-tours étant suffisant, la section est insuffisante et par conséquent le métal ne pouvant travailler au delà de son maximum de saturation, il faut de toute nécessité, augmenter les dimensions des inducteurs.

4° Les pôles peuvent avoir un épanouissement insuffisant ; on compte, en général, pour les machines bipolaires, une ouverture entre faces polaires (sur un même pôle) de 130 à 140°.

5° La carcasse d'induit peut présenter une résistance magnétique qui empêche absolument le flux magnétique de passer. Il faut, ici, une section de la carcasse induite au moins égale à la section droite des inducteurs. A remarquer qu'il sera bon de déduire de la section totale de la carcasse d'induit, la part occupée par la toile ou papier interposée entre les feuilles de tôle.

6° Les dites feuilles sont-elles bien serrées les unes contre les autres ? En général, pour un tambour ou un anneau, on estampe des disques ou des couronnes dans de la tôle d'un demi-millimètre d'épaisseur. Tout est serré entre deux flasques épaisses en tôle, maintenues par des écrous. On intercale ordinairement, entre deux disques ou deux couronnes en tôle, un disque ou une couronne de papier bien sec. Le tout, bien serré, doit former ou un tambour traversé par l'arbre, ou un anneau monté sur croisillon.

7° Les sections des conducteurs entourant l'induit et l'inducteur peuvent avoir été mal choisies et insuffisantes, etc. On voit combien il y a d'incertitude et comme il peut être difficile de deviner la cause exacte du non-fonctionnement d'une dynamo, quand on ne connaîtra pas exactement les conditions particulières d'établissement.

■ Dans certains cas, il est possible de découvrir l'emplacement défectueux presque du premier coup d'œil, mais dans d'autres on cherche longuement sans que cet examen minutieux mette sur la trace de la cause du dérangement. On peut même être forcé, comme pour une panne d'automobile, de tout démonter avant de découvrir l'emplacement de l'endroit détérioré.

Comment on peut reconnaître la cause d'un dérangement

Le résumé suivant, que j'emprunte à mon *Manuel Pratique de l'Ouvrier Electricien*, permettra, grâce à certaines remarques, de tomber assez vite sur le point défectueux d'une machine :

1° *La dynamo crache des étincelles nombreuses.* — On peut attribuer le fait à un mauvais calage des balais, ou à un court-circuit dans les inducteurs ou dans l'induit ;

2° *La dynamo chauffe outre mesure.* — Le fait résulte, comme le montrent les indications de l'ampèremètre, d'un débit exagéré ou encore d'un mauvais graissage ou d'un coussinet trop serré ;

3° *La dynamo ne fournit aucun courant.* — Cela provient de mauvaises conditions d'établissement, d'une inversion de polarité des inducteurs ou d'un court-circuit ;

4° *Le bruit est excessif.* — Il est dû à des serrages mal faits ou à un mauvais calage des balais qui ne sont pas placés dans la position normale.

5° *La dynamo ne tourne pas normalement.* — On peut croire à une surcharge extérieure, ou c'est un coussinet trop serré ou encore un court-circuit dans l'induit.

Quand on a déterminé le défaut, il faut démonter l'organe atteint jusqu'à ce qu'on arrive sur le point défectueux. C'est quelquefois très long et peut exercer la patience mais on ne doit pas se rebuter tant qu'on n'est pas parvenu au but. Le remède à apporter dépend alors de la nature de l'accident et la réparation est effectuée en conséquence.

Que doit-on faire en cas de désamorçage de la machine ?

Un accident qui survient quelquefois avec les dynamos excités *en série* ou *compound*, mais extrêmement rare avec celles excitées en dérivation, c'est le renversement des pôles. Quand, à la suite d'un événement imprévu, les inducteurs de ces genres de machines se trouvent traversés par un courant circulant en sens inverse de

celui qu'elles débitent normalement, et que la borne négative devient positive et réciproquement, ce courant donne naissance dans les noyaux magnétiques des électros à des pôles de nom contraire aux pôles habituels. Lorsqu'on remet la machine en marche, le courant développé dans le circuit est alors de sens contraire à celui obtenu auparavant. On dit alors que la polarité est renversée, et les conséquences de cet incident peuvent être assez graves, d'autant plus qu'il peut se produire presque instantanément. Si le courant inverse vient justement à cesser son action au moment du changement de pôles, alors la dynamo ne peut plus produire aucun courant : elle est *désamorcée*.

Le remède à cet ordre de choses doit être apporté de suite. Dès que l'on s'est aperçu du renversement des pôles, on arrête la dynamo et on procède à l'opération inverse de celle qui a causé l'accident, en intervertissant au tableau les attaches des câbles de la machine, en mettant le pôle positif de la dynamo à la borne négative du tableau et réciproquement. Cette opération doit se faire, bien entendu, après qu'on a arrêté ou débrayé le moteur d'entraînement. On remet en route et il passe alors dans l'enroulement inducteur un courant de sens inverse du premier ce qui amène le désamorçage total : la dynamo ne donne plus de courant comme dans le cas précédent.

On fait passer à plusieurs reprises, pendant quelques minutes chaque fois, le même courant inverse dans les inducteurs jusqu'au moment où un courant commence à se manifester dans le circuit extérieur. Le voltage remonte alors graduellement. On se hâte alors de replacer les attaches dans leur ordre normal et on peut rétablir la communication avec le circuit extérieur. Ces différentes phases de renversement de la polarité, du désamorçage et du rétablissement sont indiquées par les instruments de mesure : voltmètre et ampèremètre.

Comment s'amorce une dynamo-série

Dans les dynamos-série, le champ magnétique, autrement dit l'*excitation*, est dû à l'influence de la totalité du courant produit, qui circule dans le fil roulé autour

des noyaux des électro-aimants inducteurs et son intensité est par conséquent assez élevée. Il suffit d'un petit nombre de tours de fil pour obtenir les ampères-tours nécessaires, mais ce fil doit être assez gros pour ne pas s'échauffer outre mesure au passage du courant.

L'amorçage d'une dynamo s'opère en quelque sorte automatiquement à chaque remise en route, par la raison bien simple que le fer des noyaux, n'étant pas absolument pur, conserve toujours une certaine aimantation rémanente suffisante pour déterminer, dans les premières secondes, la production d'un courant très faible qui, circulant dans l'enroulement inducteur, augmente l'aimantation. Le champ magnétique ainsi renforcé, accroît l'intensité du courant et ainsi de suite jusqu'à ce que la saturation magnétique soit atteinte et le régime normal atteint. C'est pourquoi il est nécessaire, pendant cette période, que le circuit extérieur ne présente qu'une résistance assez faible ; de là l'utilité des rhéostats de réglage dits d'excitation ou de champ.

Une dynamo doit tourner *dans le bon sens*, c'est-à-dire celui qui donne naissance à un courant dont le sens vienne renforcer le magnétisme rémanent. Si, en effet, ce courant circulait en sens opposé, le premier courant développé au moment de l'amorçage viendrait justement détruire ce magnétisme rémanent et la dynamo ne s'amorcerait pas ; elle ne pourrait fonctionner qu'après qu'on lui aurait redonné artificiellement l'aimantation indispensable, par exemple avec le courant de quelques éléments de piles ou d'accumulateurs.

Pour reconnaître quel est le *bon sens* dans une dynamo installée et ayant déjà fonctionné, il suffit de regarder la disposition des balais ; ceux-ci sont toujours inclinés dans le sens du mouvement pour éviter que le collecteur n'accroche les arêtes des balais. Ils sont même souvent décalés *en avant* du sens de la rotation.

Couplage des dynamos

Il peut arriver qu'au moment de réaliser des applications déterminées, les machines dont on dispose ne s'y prêtent pas, par exemple, lorsqu'il s'agit d'accroître l'importance d'une distribution. On peut cependant

atteindre le but en associant plusieurs dynamos ensemble ; mais dans la pratique, on ne fait usage que de trois modes de couplage qui sont :

1° Couplage en série de plusieurs dynamos excités en série ;

2° Couplage en parallèle de plusieurs dynamos-shunt (dérivation) ;

3° Couplage en parallèle de dynamos à deux enroulements ou *compound*.

Le premier de ces procédés est le plus simple : on réunit, comme on ferait de deux éléments de piles,

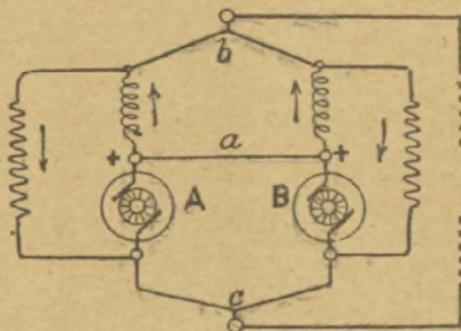


Fig. 33.

la borne négative de la première dynamo à la borne positive de l'autre et ainsi de suite. On double ainsi la tension du courant envoyé dans le circuit extérieur ; si les machines fournissent chacune 120 volts, trois associées ensemble de cette façon donneront 360 volts.

On ne couple pas en parallèle des dynamos en série, car on serait assujéti à leur conserver une marche absolument synchronique, autrement celle qui viendrait à ralentir recevrait une partie du courant de l'autre, sa polarité s'inverserait et l'intensité s'accroissant, il en résulterait un échauffement anormal des bobines. Ces effets peuvent toutefois être combattus en reliant ensemble d'une part les balais positifs, d'autre part les balais négatifs des machines par ce qu'on appelle des fils d'*équilibre* sur lesquels on intercale des disjoncteurs automatiques qui rompent la communication

dès que le courant tend à s'inverser dans l'un des induits.

Le couplage des dynamos à double enroulement, à gros fil et à fil fin s'équilibrant demande les mêmes précautions que les précédentes. Il est nécessaire d'établir un fil d'équilibre *a* (fig. 33) entre les balais + des dynamos, protéger celles-ci par un disjoncteur produisant le découplage quand le courant change de sens,

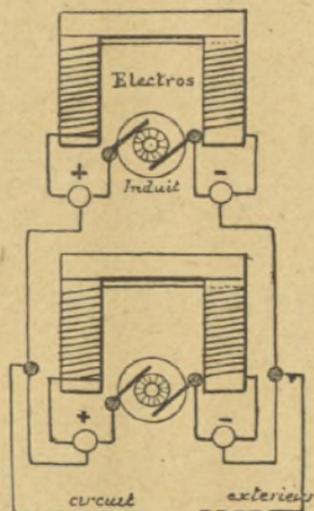


Fig. 34. — Couplage de deux dynamos

enfin il faut installer un dispositif empêchant que l'on puisse opérer le couplage avant que le courant n'ait atteint une valeur suffisante.

Les machines excitées en dérivation (dynamos-shunt) peuvent travailler en parallèle sur un même circuit. Les connexions du circuit extérieur sont opérées en *b* et *c*, comme dans la figure ci-dessus ; il n'y a pas besoin de fil d'équilibre *a* mais elles doivent être protégées par des disjoncteurs à maxima rompant la communication en cas d'élévation anormale de l'intensité du courant.

On peut encore associer ensemble deux dynamos-série comme l'indique la figure 34. Les deux machines

sont d'abord reliées en quantité par leurs bornes de même nom + et +, — et — et le circuit extérieur s'attache sur ces fils de connexion.

Réparations aux induits de dynamos

Les induits de dynamos ont souvent besoin d'être vérifiés et examinés, aussi les constructeurs, prévoyant qu'il sera nécessaire de sortir le tambour ou l'anneau de la carcasse inductrice, ont-ils imaginé des dispositions permettant de dégager facilement ces deux pièces l'une de l'autre en faisant avancer l'induit ou glisser l'inducteur en arrière. Il n'est pas besoin alors d'enlever entièrement l'organe pour le transporter à l'atelier de réparations.

Le plus souvent il s'agit de rétablir en leur état primitif des isolements avariés ou de remplacer des bobines brûlées par un excès accidentel d'intensité. Pour exécuter la réparation quand il s'agit d'un anneau, cet organe ayant été rendu accessible ainsi qu'il a été expliqué, on enlève les frettes et on retire à la main en le déroulant spire par spire, le fil détérioré. Si c'est un fil qui a été seulement rompu, il vaut mieux le remplacer entièrement que d'essayer de réunir les deux tronçons par une soudure que l'on recouvre ensuite d'isolant, car une semblable jonction tiendrait trop de place. Il faut agir de même pour les fils qui ont été simplement dépouillés de leur guipage de coton et dans lesquels le métal est à nu.

En déroulant la bobine, on compte le nombre de tours qu'elle fait autour du noyau afin de le répéter exactement avec le fil neuf. Quand le noyau magnétique lui-même est dénudé, il convient de rétablir son isolement avec un ruban ciré ou caoutchouté avant d'enrouler la nouvelle bobine. On peut utiliser, s'il est encore suffisamment en bon état, l'ancien fil, où l'on prend un fil neuf exactement de même grosseur et de même longueur. Dans le cas où on n'aurait à sa disposition que du conducteur de quelques dixièmes trop gros ou trop fin, on donnerait trois ou quatre tours de moins ou de plus à la bobine refaite, ce qui ne changerait pas sensiblement les effets de la machine. Quand des soudures sont reconnues indispensables, on les exécute avec soin à la résine et non au chlorure de zinc.

Si, au lieu d'un anneau Gramme, il s'agit de réparer

les enroulements d'un tambour, le travail est plus compliqué et délicat, les bobines se recouvrant les unes les autres sur les deux faces du tambour, on est obligé alors d'en enlever un certain nombre pour arriver à celle qui a besoin d'être visitée et réparée. Si la section à retoucher ne se trouve pas parmi celles de la partie extérieure, il devient difficile d'exécuter la réparation sur place et il faut transporter l'induit à l'atelier. Ajoutons que l'on peut posséder des bobines de rechange *ou chignons*, toutes prêtes à mettre en place. Il suffit alors d'enlever celles qui sont avariées pour les remplacer par les bobines neuves.

Quand, à la suite d'une réparation quelconque, on a été obligé d'enlever l'induit de son arbre, il est indispensable, avant de le remettre en place, de le centrer et le rééquilibrer de nouveau. Pour cela, l'arbre est supporté à ses deux extrémités par des coussinets entre lesquels il peut tourner librement, et l'armature est centrée sur l'arbre par un serrage convenable du croisillon, auquel on fixe, pour l'équilibrer, de petits lingots de plomb maintenus par des vis.

Recherche des courts-circuits internes

Il peut arriver qu'une dynamo vienne à s'échauffer d'une façon anormale, soit dans toute sa masse, soit dans une partie seulement, mais un échauffement général peut présenter un danger moindre que l'échauffement d'un organe particulier. Nous avons déjà dit que la température d'une dynamo n'est pas exagérée tant qu'on peut tenir la main appuyée sur ses inducteurs, ce qui correspond à 40 ou 50° environ. Si cette valeur est dépassée et qu'on ne puisse endurer la chaleur du métal et le contact des enroulements, il ne faut pas perdre un instant pour rechercher la cause de cette élévation de température pouvant amener la fusion des isolants et déterminer de graves accidents.

Si c'est particulièrement l'induit qui est le siège de l'échauffement, on peut l'attribuer au fait que la machine débite un courant trop intense pour sa puissance normale, ce qu'un coup d'œil sur le cadran de l'ampère-mètre révèle immédiatement. Il ne faut pas dépasser les chiffres fixés par le constructeur et indiqués sur une petite plaque gravée fixée sur la carcasse magnétique.

Si, ayant arrêté le mouvement de rotation, on s'aperçoit, que seule, une bobine est brûlante, on peut en inférer qu'elle se trouve en court-circuit sur elle-même, souvent par suite de l'interposition accidentelle d'une limaille entre deux touches contiguës du collecteur. Il peut arriver aussi que les fils de sortie de cette bobine se trouvent dégarnis de leur revêtement isolant et en contact avec les fils voisins ; dans ce cas, il suffit de rétablir cet isolement en roulant une ou deux épaisseurs, un ruban étroit de chatterton autour de la partie dénudée.

Les dynamos dont les noyaux magnétiques sont massifs s'échauffent beaucoup plus, par l'effet des courants de Foucault, que celles dont les noyaux sont *feuilletés* et composés de nombreuses feuilles de tôle mince, séparées l'une de l'autre par des feuilles de papier verni intercalées. Mais il faut reconnaître que ce mode de construction est de plus en plus rare maintenant, cet inconvénient ayant été reconnu et la construction modifiée en conséquence.

Pour découvrir quelle est la bobine en mauvais état et qui cause les interruptions ou l'échauffement constaté, on prend à la main un fil de fer ou de cuivre recourbé et on touche, la dynamo étant en marche, deux points du collecteur séparés par plusieurs lames. Il se produit alors un petit arc voltaïque sur le trajet de l'interruption ; on met alors la dynamo hors circuit en ramenant le rhéostat d'excitation à zéro après avoir ouvert les divers circuits alimentés et en arrêtant le moteur, puis on cherche la bobine avariée dont l'emplacement est indiqué par la lame brûlée du collecteur. Souvent le défaut réside dans une soudure mal exécutée ou une connexion mal établie, mais les contacts défectueux sont plus fréquents que les ruptures complètes. On les reconnaît au magnétisme inégal des électros qui s'exerce par saccades irrégulières quand on approche d'eux un objet en fer, par exemple une clé.

La tension aux bornes étant normale, si l'on constate que certaines bobines s'échauffent davantage que d'autres, on peut craindre que des spires ne se trouvent en court-circuit. On localise l'emplacement du défaut à l'aide d'un galvanomètre et d'une pile, la déviation de l'aiguille étant plus grande quand le courant passe

dans une bobine détériorée. On enlève alors cette bobine ; si son isolant n'est pas en trop mauvais état, on peut se contenter de recouvrir la partie dénudée avec un ruban ciré ou chattertonné, puis on reconstitue le bobinage en séparant les spires qui se trouvaient en court-circuit par des feuilles de mica maintenues en place à l'aide de vernis gomme-laque préparé de la façon qui a été indiquée. Mais dans le cas où l'isolant serait carbonisé, on se trouverait dans l'obligation de changer le fil et de refaire entièrement la section en mauvais état et hors de service.

Autre moyen de reconnaître un court-circuit

Bien que le procédé de reconnaître parmi ses voisines une bobine avariée à l'aide du galvanomètre soit plus précis et plus scientifique, on peut recourir à un moyen empirique, où la détérioration est reconnue à l'oreille. On emploie à cet effet une sonnette électrique dont l'électro-aimant n'est recouvert que d'une faible longueur de fil assez gros et par suite peu résistant. Reliée directement aux bornes d'un élément de pile, cette sonnette résonnera assez fort ; si l'on intercale dans son circuit une bobine en bon état, elle ne pourra plus tinter que faiblement en raison de la résistance opposée à la propagation du courant. Mais si le fil de la bobine ainsi vérifiée est dénudé par places et se trouve en contact avec la masse métallique du noyau de l'induit, la résistance est bien plus faible et le timbre vibre presque aussi fort que si la sonnette était en communication directe avec la pile. On peut être certain par suite qu'il y a un court-circuit à l'intérieur de la bobine examinée et contact à la masse. La comparaison est facile entre le son donné par une bobine saine intercalée dans le circuit et une autre en court-circuit sur elle-même.

Pour éviter les étincelles surabondantes aux balais

On peut attribuer le fait d'un abondant crachement d'étincelles aux balais frottant sur les lames du collecteur à ce que ces balais ne se trouvent pas exactement à la place qu'ils doivent occuper, aussi suffit-il le plus

souvent de modifier leur angle de calage pour voir ces étincelles s'atténuer considérablement. Si la machine est multipolaire, il peut arriver que les lignes de balais ne se trouvent pas juste sur la ligne neutre. On compte donc le nombre de lames du collecteur, on divise ce nombre par celui des pôles et le résultat indique l'écart normal entre chaque ligne de balais.

Les étincelles peuvent encore résulter d'une trop grande réaction d'induit, cette réaction augmentant avec la charge extérieure, il en résulte que les étincelles, nulles pendant la marche à vide, se multiplient à mesure que la dynamo fournit davantage de courant. On est obligé, pour faire cesser ce phénomène, de déplacer les balais en avant du sens de rotation, c'est-à-dire de les placer *en avant* de la ligne neutre sur laquelle ils devraient se trouver.

Le plus souvent, l'excès d'étincelles sous les balais provient du mauvais état du collecteur ou des frotteurs mêmes. Les écrous qui les maintiennent peuvent se desserrer par les trépidations de la marche s'ils ne sont pas bloqués par des contre-écrous, et les dés se soulevant irrégulièrement vibrent dans leur coulisse en donnant lieu à de nombreuses étincelles qui rongent peu à peu le cuivre des lames et finissent par altérer le contour du collecteur. Il faut se hâter d'apporter le remède convenable afin d'empêcher cette surproduction d'étincelles, autrement on serait obligé après quelque temps d'enlever l'induit et remettre le collecteur sur le tour pour lui restituer sa forme cylindrique.

Il faut donc s'efforcer de supprimer ces étincelles dont l'effet est destructeur sur le métal du collecteur, car elles le rayent inégalement et le creusent par endroits, causant par suite une usure rapide. On les évitera en ne surchargeant pas la machine, qui ne devra avoir d'autre part qu'une faible réaction d'induit et une ligne neutre immuable, ce qui résulte de la présence d'inducteurs puissants et d'un entrefer raisonnable.

Réparation d'un collecteur

On est obligé, après un temps plus ou moins prolongé de fonctionnement, de retirer l'induit d'une dynamo

hors de la carcasse inductrice pour vérifier l'état de conservation des enroulements, des jonctions et des lames du collecteur. Si ces dernières sont rayées, parsemées de sillons irréguliers, de trous et de saillies, il faudra le remettre à neuf, soit en montant la pièce sur le tour, soit en montant un chariot de tour sur l'un des paliers, l'induit étant laissé dans son emplacement réglementaire.

On communique un mouvement de rotation très lent à la pièce au moyen d'une transmission quelconque, et on emploie un outil en acier trempé bien coupant. Il est bon de faire de nombreuses passes successives en enlevant une très minime quantité de métal chaque fois. Le collecteur redevenu parfaitement cylindrique, on achève de le polir avec du papier de verre puis de la toile d'émeri fine. Veiller particulièrement sur le centrage parfait de la pièce avant le tournage pour éviter de donner du *faux rond* au cylindre : le remède serait pire que le mal.

TROISIÈME PARTIE

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Les unités électriques

L'électricité a pénétré aujourd'hui dans tous les milieux et c'est une banalité de dire qu'elle a été rendue propre à tous usages. Au point de vue des besoins domestiques, il faut citer surtout l'éclairage et le chauffage. La lampe et le radiateur se sont glissés dans tous les intérieurs, en raison de leurs qualités, sinon d'économie, mais tout au moins de commodité, et la clientèle des Sociétés de distribution d'énergie électrique comprend toute l'échelle des positions sociales, des plus humbles aux plus élevées.

L'électricité étant donc répartie partout jusque dans les moindres cellules de nos immenses ruches modernes destinées au commerce, à la finance, ou simplement à l'habitation, il faut que tous ceux qui ont à manipuler les appareils alimentés de courant, sachent au moins sommairement et d'une façon approximative qu'est-ce que c'est que cette électricité qui circule invisiblement dans des fils dissimulés dans des canalisations de bois ou de carton bitumé, et se manifeste sous forme de lumière ou de chaleur dans les ampoules de cristal et les spirales incandescentes des foyers rayonnants.

Or, l'électricité, quoique invisible, se laisse parfaitement mesurer comme l'eau ou le gaz, et il est indispensable à ceux qui l'utilisent, d'avoir au moins quelques notions de son mode d'action pour être à même, le

cas échéant, d'exécuter quelques menues réparations sans avoir à faire appel à la science d'un professionnel, ou vérifier ou régler la consommation en consultant les appareils de mesure. Le but de cet opuscule est d'aider ces personnes à réaliser ce petit programme.

L'énergie électrique distribuée par les secteurs à leurs abonnés présente deux aspects bien différents : celui de courant *continu*, identique au courant d'une pile, d'un accumulateur ou d'une dynamo, circulant dans les fils de la même façon qu'un courant d'eau dans une conduite, et l'aspect de courant *alternatif* dans lequel le courant change de sens de circulation dans le circuit extérieur depuis 15 jusqu'à 100 fois par seconde. Le nombre de renversements de sens dans l'unité de temps est ce que l'on appelle la *fréquence* du courant. On fait également usage, mais plutôt pour le transport à grande distance de l'énergie électrique de courants alternatifs se succédant avec un rythme particulier. C'est ce que l'on appelle courants *polyphasés*, chaque courant étant *décalé* par rapport à celui qui le précède et à celui qui le suit, d'une portion déterminée de *période* ; une période étant le temps mis par le courant alternatif pour s'annuler après être passé par deux maxima de valeur inverse.

Les unités qu'il importe aux personnes utilisant le courant électrique pour l'éclairage ou autres applications de connaître, sont au nombre de trois seulement : le *volt*, l'*ampère* et le *watt*, qui est le produit de la multiplication des deux premiers facteurs.

Le *volt* est l'unité de force électromotrice ou de *tension* du courant ; elle correspond à la hauteur de l'eau dans un réservoir ou à la pression de la vapeur dans une chaudière. La valeur la plus ordinaire de la tension adoptée pour les distributions électriques est de 110 volts ou un multiple de ce chiffre dans les distributions comportant plusieurs fils intermédiaires ou *ponts*.

L'*ampère* est l'unité d'intensité de courant. Cette intensité est d'autant plus élevée que l'appareil alimenté est plus puissant, mais, pour transporter cette quantité d'énergie, il faut des fils de section proportionnelle à ce débit d'électricité, autrement ils s'échauffent, et cette électricité ainsi transformée en chaleur dans les lignes

de transport est perdue pour l'application qu'on en veut faire :

La puissance d'un courant, représentée par son intensité sous une tension donnée, s'exprime en *watts*, et 1 watt est le produit du travail de 1 ampère sous une tension (ou différence de potentiel, ce qui est la même chose), de 1 volt. Si donc il s'agit d'allumer simultanément, sur un circuit à 110 volts, 68 lampes consommant chacune un quart d'ampère, le travail sera de :

$$0,25 \times 68 \times 110 = 1.870 \text{ watts.}$$

C'est surtout cette valeur qu'il importe de connaître à toutes les personnes qui consomment de l'énergie électrique. La tension du courant est une valeur fixe et qui ne doit pas varier, tandis que le débit peut changer à chaque instant selon le nombre d'appareils en service. Pour déterminer ce qu'un appareil a absorbé, il faut donc savoir combien d'ampères, ou ce qui est mieux, de *watts* ont été consommés, et il intervient alors une nouvelle notion non moins indispensable que les précédentes, la notion du *temps* pendant lequel l'appareil a fonctionné. C'est d'après ce chiffre que peut être ensuite établie la facture de l'abonné.

Agencement des compteurs électriques

Il existe plusieurs variétés de compteurs enregistrant la consommation électrique, soit d'une façon continue, soit à intervalles réguliers par l'intermédiaire d'un mécanisme d'horlogerie. Le système Aron comporte deux pendules oscillants réglés pour la même durée d'oscillation, celui de gauche est un pendule ordinaire et celui de droite possède un aimant au-dessous duquel est disposé un solénoïde que le courant à mesurer parcourt. Chaque pendule est actionné par un mouvement d'horlogerie à ressort ; un mécanisme différentiel commandé par eux met en mouvement les aiguilles du cadran.

Un compteur horaire comporte quatre cadrans correspondant aux minutes, heures, dizaines et centaines d'heures, avec un dispositif pour la mise en marche

et l'arrêt. Le mouvement d'horlogerie se remonte avec une clé, après une certaine période de fonctionnement; dans d'autres, le remontage s'opère automatiquement par le courant lui-même.

Le compteur est intercalé entre le circuit desservi et l'interrupteur principal. Il commence à marquer aussitôt que, l'interrupteur étant fermé, les lampes s'allument et il s'arrête quand on ouvre l'interrupteur et que le courant ne lui parvient plus. Les aiguilles doivent être ramenées au zéro des graduations au moment du remontage.

La plupart des compteurs actuellement en service sont à intégration continue par le jeu d'un moteur électrique tournant à une vitesse proportionnelle à la valeur de la puissance du courant traversant ses enroulements. Il commande un totalisateur dont les indications permettent d'évaluer la quantité d'énergie consommée. L'induit de ce moteur est branché sur une certaine résistance ayant pour objet de réduire la différence de potentiel entre les balais et le collecteur et éviter les étincelles. Cette résistance est suffisamment élevée pour qu'on puisse admettre que le courant traversant l'induit a une intensité proportionnelle à la différence de potentiel existant entre ses extrémités. Une vis sans fin calée sur l'arbre du moteur commande le totalisateur. L'influence des frottements est aussi réduite que possible ainsi que la vitesse de rotation, celle-ci ne dépassant pas sensiblement un tour par seconde; l'aiguille fait alors un tour complet du cadran pour mille tours du moteur.

Comment on lit les indications d'un compteur

Les compteurs électriques se présentent sous la forme d'une boîte métallique hermétiquement fermée, et dont la porte d'accès, qui ne doit être ouverte que par les agents de la Compagnie d'électricité, est munie d'un plomb de garantie. La face antérieure de cette boîte, qui est déposée sur une console, auprès du tableau portant les boutons interrupteurs des divers circuits, laisse apercevoir par de petits guichets circulaires quatre cadrans émaillés devant lesquels tournent des aiguilles comme dans un compteur à gaz.

Le premier cadran marque les *watts*, le deuxième les hectowatts, le troisième les kilowatts, le quatrième les centaines de kilowatts. Chaque cadran est gradué de 0 à 9 et il faut avoir soin, pour relever un chiffre de ne compter comme acquis que celui qui a été dépassé par l'aiguille indicatrice.

Ainsi, supposons par exemple que la dernière aiguille se trouve entre 4 et 5, l'avant-dernière entre 8 et 9, la deuxième entre 6 et 7 et la première, celle des watts

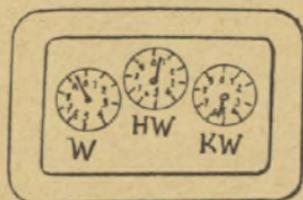


Fig. 35. — Cadrans d'un compteur.

sur le 2, on lira le chiffre 4862 watts. Si, à une deuxième lecture, quelques heures plus tard, les circuits d'éclairage ayant absorbé une certaine quantité d'énergie, on trouve l'aiguille des watts sur le 0, celle des hectowatts entre le 2 et le 3, celle des kilowatts sur le 0 et celle des centaines de kilowatts entre le 6 et le 7, on lira le chiffre de 6020 watts et une simple soustraction montrera que la consommation a été de 1158 watts, ou 11 hectowatts et demi. Connaissant le prix de vente de l'hectowatt, on en déduira aussitôt la dépense effectuée.

Quelle est l'utilité du voltmètre

Le voltmètre est un appareil à cadran ou à enregistrement automatique qui permet d'apprécier à tout instant la valeur de la force électromotrice ou tension d'un courant continu ou alternatif. On conçoit quelle est l'utilité d'un semblable instrument de mesure pour connaître le voltage du courant d'une dynamo ou d'une batterie d'accumulateurs.

Il existe deux catégories distinctes de voltmètres, qu'ils soient à lecture directe sur un cadran portant une graduation appropriée ou à enregistreurs : ce sont

les voltmètres *électromagnétiques* et les voltmètres *thermiques* utilisant chacun des phénomènes différents.

Les premiers comportent un équipage mobile, avec circuit de résistance assez élevée (30 ohms) se déplaçant dans le champ magnétique d'un aimant, les autres un fil métallique très fin et très long se dilatant plus ou moins selon que l'intensité du courant qui le traverse est plus ou moins considérable. Les voltmètres Richard et les modèles Chauvin et Arnoux sont les



Fig. 36. — Petit voltmètre.

plus connus et appréciés ; on leur adjoint, quand ils sont destinés à mesurer des courants de haute tension, des résistances additionnelles en fil très fin d'un alliage spécial, enfermées dans une boîte circulaire jointe à celle du voltmètre proprement dit. La graduation portée par le cadran est en rapport avec le voltage du courant à mesurer. Notre figure 34 représente un petit modèle très utile aux monteurs électriciens pour vérifier la tension aux bornes des éléments d'accumulateurs ou de piles. Le diamètre du cadran n'est que de 6 centimètres. Il est *apériodique*, c'est-à-dire que les oscillations de l'aiguille sont rapidement amorties par un dispositif particulier ; son organe de commande est un aimant armé. La déviation maximum de l'aiguille est obtenue avec un courant d'une intensité de 5 milliampères seulement.

Montage en circuit d'un voltmètre

Le voltmètre étant destiné à indiquer la différence de potentiel existant entre deux points d'un circuit,

l'enroulement galvanométrique est en fil très fin, de manière à présenter une résistance appréciable, et il est intercalé, ainsi que le montre la figure 37 entre les deux fils arrivant de la génératrice D, c'est-à-dire entre *a* et *b*.

Pour ne pas diminuer à la longue la sensibilité de l'aimant, il est préférable que le voltmètre ne reste pas constamment en circuit, on évite ainsi tout échauffement nuisible du fil. Un interrupteur permet d'en-

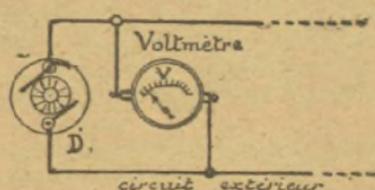


Fig. 37. — Montage d'un voltmètre.

voyer le courant dans l'appareil quand on veut faire une lecture.

Si une installation comprend un certain nombre de circuits distincts, il est possible d'éviter la dépense d'autant d'instruments de mesure qu'il y a de circuits. Il suffit de munir le fil positif de chaque circuit d'un interrupteur ou, ce qui est encore plus simple d'intercaler un commutateur comptant autant de plots qu'il y a de circuits différents. En manœuvrant la manette, on met le voltmètre en communication avec le circuit à mesurer ou on le met hors circuit à volonté.

Utilité d'un ampèremètre

L'ampèremètre, bien qu'il présente le même aspect extérieur que le voltmètre, ne doit pas être confondu avec lui, d'ailleurs son rôle est différent : il sert à mesurer le *débit* d'un courant électrique, que ce courant soit continu ou alternatif. Son organe essentiel est un cadre galvanométrique mobile dans le champ magnétique d'un aimant permanent. Ce cadre est constitué par une petite couronne de fil de cuivre, isolé à la soie, sertie entre deux bagues concentriques en cuivre faisant fonctions d'amortisseurs

et assurant ainsi une parfaite apériodicité au système. Les oscillations de l'aiguille indicatrice sont donc réduites au minimum ce qui permet des lectures instantanées.

Alors que le voltmètre doit être intercalé entre les deux fils de la canalisation électrique, l'ampèremètre doit être branché en série, c'est-à-dire interposé sur le fil positif

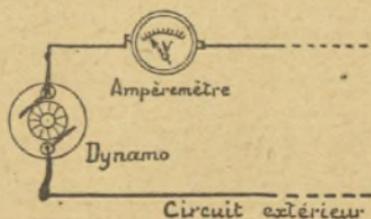


Fig. 38. — Montage d'un ampèremètre.

seulement comme le montre la figure 38. Il peut et doit d'ailleurs sous peine de couper le circuit, demeurer constamment dans le circuit. La différence fondamentale existant entre un ampèremètre et un voltmètre, c'est que l'équipage électromagnétique de celui-ci est recouvert de fil fin, tandis que l'ampèremètre devant être traversé par la totalité du courant a un fil plus gros et assez court.

Composition des conducteurs électriques

Le métal qui convient le mieux et que l'on emploie le plus ordinairement pour les canalisations d'électricité est le cuivre, dont la conductibilité est de 98 p. 100, et la densité de 8,9. Il n'a qu'un inconvénient lorsqu'on veut l'utiliser pour des lignes aériennes c'est son manque de résistance à la traction, 30 à 40 kilogrammes par millimètre carré étant un maximum qui ne saurait être dépassé. On ne peut donner aux lignes qu'une portée restreinte, ce qui entraîne à une plus grande dépense pour les poteaux de support.

On remplace donc le cuivre, quand il s'agit de lignes téléphoniques, par des alliages de bronze siliceux ou phosphoreux présentant une grande ténacité, mais dont la conductibilité est un peu plus faible que celle du cuivre. On a aussi essayé les alliages d'aluminium, bien que la

conductibilité ne dépasse pas les 60 centièmes du cuivre, mais leur grande légèreté permet d'écarter davantage les points d'appui. Enfin, on a encore proposé les fils dits *compound*, possédant une âme intérieure en acier recouvert de cuivre (fils bi-métalliques Martin). La dilatation due aux accroissements de température et aux variations atmosphériques ne s'exerce pas sur cet assemblage de métaux hétérogènes. Suivant la section à présenter, le conducteur est composé d'un fil unique ou de plusieurs fils câblés pour atteindre le diamètre voulu.

On fait usage de fils nus chaque fois que la chose est possible et qu'on n'a pas de déperdition à craindre par les supports ou par l'air, autrement on est obligé d'entourer le métal d'un revêtement en matière isolante de composition variable.

S'il s'agit du transport de courants alternatifs, il est nécessaire d'observer des précautions particulières pour éviter l'induction qui pourrait se faire sentir dans les masses conductrices voisines. Le plus simple, pour éviter cette influence, est de disposer les câbles côte à côte le plus près possible l'un de l'autre ou de faire usage de câbles concentriques parfaitement isolés l'un de l'autre au point de vue électrique.

Calcul du diamètre des conducteurs

Le diamètre, et par suite la section de conducteurs électrique, est déterminé par diverses considérations dont les plus importantes sont l'intensité du courant devant les traverser et la perte d'énergie consentie, perte qui dépend de la résistance opposée par ces conducteurs à la propagation du courant. Le prix de revient d'un conducteur est en rapport direct avec la masse de métal entrant dans sa composition, il convient donc de tenir compte de ces desiderata opposés pour fixer les dimensions à donner aux câbles de transport d'énergie. Le tableau ci-dessous, emprunté au *Manuel pratique de l'Ouvrier électricien* résume les rapports unissant les conditions d'établissement des fils de cuivre depuis 0,8 mm. jusqu'à 6 millimètres de diamètre.

Pour déterminer l'intensité du courant traversant la ligne, on s'appuie sur deux principes fondamentaux :

1° On fixe la résistance des conducteurs et appareils intercalés sur leur trajet de telle manière qu'on apporte aux bornes de ces appareils un courant ayant une diffé-

DIAMÈTRE en millimètres	SECTIONS en m/m carrés	POIDS en grammes par mètre	LONGUEUR en mètre par kilogr.	RÉSISTANCE en Ohms à 0°C par kilogr.	RÉSISTANCE en Ohms à 0°C par kilom.
0,8	0,5027	4,4736	223,5	31,784	7,136
0,9	0,6362	5,6619	176,6	25,113	4,455
1,0	0,7854	6,9900	143,0	20,342	2,910
1,1	0,9503	8,4580	118,2	16,811	2,004
1,2	1,1310	10,066	99,34	14,126	1,409
1,4	1,5394	13,700	72,99	10,378	0,761
1,5	1,7671	15,728	63,58	9,040	0,579
1,6	2,0106	17,895	55,88	7,946	0,445
1,8	2,5447	22,648	44,15	6,278	0,277
2,0	3,1416	27,960	35,76	5,085	0,181
2,2	5,8013	33,832	29,55	4,202	0,124
2,5	4,9087	43,688	22,89	3,254	0,074
2,7	5,7256	50,957	19,62	2,790	0,054
3,0	7,0686	62,910	15,89	2,255	0,036
3,2	8,0425	71,578	13,97	1,986	0,027
3,4	9,0792	80,805	12,37	1,759	0,021
3,6	10,1788	90,510	11,03	1,569	0,017
4,0	12,5664	111,84	8,94	1,271	0,011
4,2	13,8544	123,26	8,11	1,153	0,009
4,5	15,9043	141,51	7,06	1,004	0,0071
5,0	19,6350	174,74	5,72	0,813	0,0046
5,5	23,7283	211,45	4,729	0,672	0,00308
6,0	28,2743	251,64	3,974	0,565	0,00224

rence de potentiel égale à celle que réclament ces appareils;
2° on fixe une section telle que l'échauffement produit par la circulation du courant ne cause pas une dissipation d'énergie dispendieuse et n'atteigne une valeur assez élevée pour compromettre la sécurité de l'isolement.

Supposons, pour donner un exemple numérique, que

L'on cherche à connaître la grosseur à donner à des conducteurs, pour distribution sous potentiel constant, de courant continu capables d'alimenter 200 lampes mono-watt de 25 bougies.

Chacune de ces lampes consommera, au voltage de 110 volts, 0,44 centièmes d'ampère, cette intensité étant le quotient du nombre de watts par le nombre d'ampères. L'intensité totale devant circuler dans le conducteur sera donc de $100 \times 0,44 = 88$ ampères.

La résistance d'un conducteur étant proportionnelle, comme le montre le tableau ci-dessus, à sa longueur et inversement proportionnelle à sa section, pour déterminer

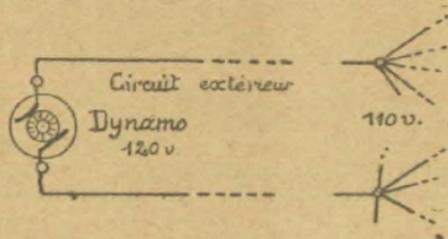


Fig. 39.

cette dernière, étant donné que la distance entre la source de courant et la lampe la plus éloignée est, dans le cas considéré, de 200 mètres, on aura, en admettant une densité de courant de 3 ampères par millimètre carré de section, pour 88 ampères, 29 mm. carrés 3. Or, en se référant aux chiffres du tableau, un câble de 6 mm. 3 sera nécessaire. La résistance pour 200 mètres de longueur atteindra $200 \times 0,05$ ohm 10 volts de perte de charge (fig. 39).

Pour compenser cette baisse de tension à l'extrémité de la ligne, il faudra donc y placer des lampes étalonnées 100 volts, alors que celles se trouvant au commencement du conducteur seront étalonnées à 110 volts, ou bien, si les dérivation particulières à chaque circuit de lampes partent de l'extrémité du conducteur considéré, il faudra élever de 10 volts au départ la tension du courant envoyé pour qu'à l'arrivée on ait 110 volts. La perte de charge constatée dans l'exemple qui vient d'être donné peut être amoindrie en prenant un fil de plus forte section, mais,

de toute façon il n'est pas possible de descendre au-dessous de 3 p. 100 de perte si la ligne de transport est d'une certaine longueur, autrement on serait obligé de choisir des câbles trop coûteux.

Il va de soi que la section maximum ne va que jusqu'au premier branchement alimenté, elle diminue ensuite progressivement pour conserver partout la même densité de courant. Quand il ne s'agit d'alimenter qu'une lampe (jusqu'à 32 bougies), on emploie du fil de 12 dixièmes de millimètre de diamètre.

Valeur des divers isolants

La question des isolants présente une sérieuse importance, non seulement pour la fabrication des conducteurs mais pour éviter les déperditions de courant par contact fortuit avec des corps étrangers pouvant permettre à l'électricité de se dégager. On donne le nom de *résistivité* au pouvoir isolant des substances s'opposant au passage du courant, pouvoir qui diminue proportionnellement avec l'élévation de la température. Les matières employées pour l'isolement des canalisations et des appareils électriques sont les suivantes, leur résistivité allant depuis 12 mégohms-centimètres jusqu'à plusieurs millions.

SUBSTANCES SOLIDES

Mica	Verre	Ambroïne
Gutta-percha	Ebonite	Ivorine
Caoutchouc	Paraffine	Ebénite
Gomme-laque	Fibre rouge	Ardoise

SUBSTANCES LIQUIDES

Huile d'olives	Benzine	Benzol
Huile lourde de pétrole	Cire de paraffine	Huile de goudron
Créosote	{Ozokérite	Acide stéarique

Isolement des conducteurs industriels

Les fabricants de câbles électriques prennent des précautions minutieuses pour assurer un isolement

parfait des conducteurs, grâce à l'emploi de matières premières de haute qualité. Aucun fil ou câble n'est expédié sans avoir été au préalable contrôlé et mesuré par le laboratoire de l'usine, qui prélève et conserve un échantillon de chaque botte ou couronne livrée à sa clientèle. Le cuivre employé doit avoir une conductibilité d'au moins 98 p. 100, le centrage du métal au sein de la gaine isolante doit être parfait et la pose de l'enduit est exécutée avec soin de manière à être conforme à la qualité annoncée pour chaque série. Voici

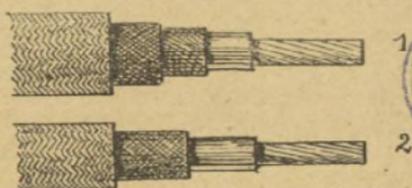


Fig. 40 et 41. — Câble à fort et à moyen isolement.



Fig. 42. — Cordon souple à deux conducteurs.

d'ailleurs quelle est la composition des diverses catégories de conducteurs que l'on trouve dans l'industrie :

Série I. *Isolement ordinaire pour endroits secs.* — Cuivre de haute conductibilité, deux guipages de coton enduit, une tresse de coton de couleur foncée. A partir d'une section de 20 millimètres carrés, les deux guipages de coton sont remplacés par deux rubans enduits. Le conducteur est unique pour les sections de 0,50 à 20 mm. ; au-dessus, jusqu'à 182 mm. carrés, c'est un câble comportant de 7 à 37 fils roulés en toron, pesant de 30 jusqu'à 1.750 kilogrammes au kilomètre et mesurant de 4 à 19 mm. de diamètre.

Série II. *Isolement moyen.* — Deux guipages de coton, deux rubans enduits ou une tresse, section des fils de 1,8 à 28 mm. carrés, des câbles de 2,7 à 405 mm. carrés, comprenant de 7 à 127 fils avec un poids de 47 à 4.000 kilogrammes par kilomètre et des diamètres de 6 à 30 mm.

MUSEE
COMMERC
LILLE

Série III. *Isolements moyens pour endroits humides.* — Cuivre étamé de haute conductibilité, une couche caoutchouc vulcanisé blanc, une couche de vulcanisé noir, un ruban enduit couleur variée. Isolement minimum 300 megohms, chiffre obtenu après 24 heures d'immersion dans l'eau à 15°. Grosseurs, poids kilométrique et sections comme dans les précédentes séries. Une série 3 bis fournit un coefficient d'isolement double, soit 600 megohms.

Série IV. *Isolement fort pour locaux très humides.* — Cette série présente un isolement de 1.200 megohms par kilomètre, grâce au genre de revêtement du conducteur en cuivre étamé, lequel se compose d'une couche de caoutchouc naturel, une couche caoutchouc vulcanisé noir, deux rubans caoutchoutés et d'enduits de couleurs sombres entourant le tout.

Quant aux formes extérieures de ces conducteurs, elles sont cylindriques lorsque le fil est unique, méplat quand la même enveloppe contient deux fils ou d'un câble lorsque les deux fils sont tournés autour l'un de l'autre en hélices très allongées, disposition qui a l'avantage de fournir une plus grande souplesse, surtout si le conducteur, au lieu d'être massif, est constitué par un faisceau de fils de cuivre fins. C'est ce que l'on appelle les cordons souples à deux conducteurs (fig. 41) très employés pour les circuits d'éclairage.

Choix des isolateurs

Il est nécessaire de faire reposer les fils conducteurs, durant leur trajet, sur des points d'appui ou supports reliés aux murs ou posés dans des caniveaux, sauf dans le cas où ces fils sont tirés à l'intérieur de tuyaux ou tendus dans les rainures de planchettes moulurées. Ces supports ne doivent pas être composés de matériaux susceptibles de permettre à l'énergie électrique, circulant dans les fils de se dériver et s'écouler jusque dans le sol. Ils sont donc fabriqués en matière isolante telle que la porcelaine émaillée, le verre, l'ébonite, etc., et on leur donne le nom d'*isolateurs*.

La porcelaine émaillée est la seule substance qui ne

condense pas la vapeur d'eau ambiante à sa surface ; les gouttes d'eau de pluie qu'elle reçoit se divisent en gouttelettes isolées au lieu de former une nappe continue et l'évaporation est rapide, enfin elle retient moins bien les poussières que le verre et se nettoie aisément. Ce sont ces qualités qui l'ont fait adopter universellement comme supports de fils télégraphiques ou téléphoniques et de canalisations industrielles à basse ou à haute tension.

Les formes des isolateurs sont très variées et en rap-

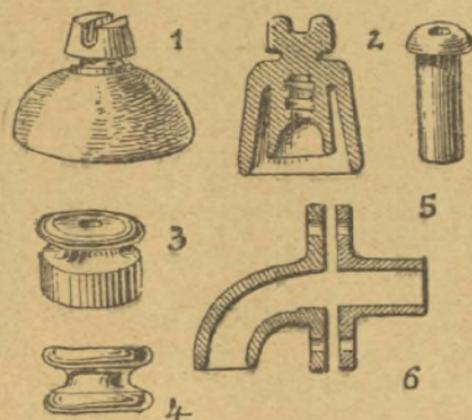


Fig. 43 à 48. — Isolateurs formes diverses.

1, cloche simple. — 2, double (coupe). — 3, 4, poulies haute et basse.
5, tube. — 6, entrée de poste.

port avec le service qu'ils sont destinés à remplir. Le plus usité est la *cloche simple*, avec champignon fendu ou troué recevant le fil, et la *poulie*, avec ou sans embase. Lorsque le courant transmis par le fil est traversé par un courant de haute tension, il faut employer des modèles à double ou triple cloche ou *jupe* pour éviter les dérivations par la console de fer centrale soutenant la porcelaine. On fait des tubes à champignon pour la traversée des murs et des poteries d'entrée de poste, ou *pipes* par allusion à leur forme, pour empêcher l'humidité de parvenir au conducteur.

La pâte dont ces isolateurs sont composés est composée de 60 p. 100 de kaolin, 25 p. 100 de silice et 15 p. 100 d'argile.

L'isolateur, quelle que soit sa forme, présente intérieurement une cavité cylindrique assez profonde, quelquefois creusée comme dans la figure 44 (coupe) d'un pas de vis à filets carrés. Ce vide est destiné au logement de la tête d'une console ou patte de scellement en fer, qui est fixée à la porcelaine de l'isolateur par une jonction au soufre, et se termine à son extrémité par un pas de vis, une embase à deux trous, un collier ou une queue de scellement selon le procédé de liaison adopté et suivant

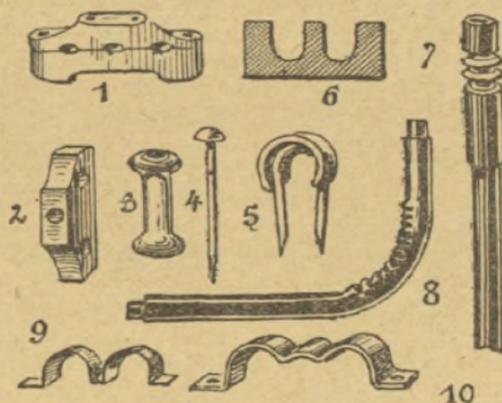


Fig. 49 à 58. — Isolateurs.

4, 2, taquets. — 3, 4, 5, clous et cavaliers. — 6, moulure à deux conducteurs.
7, tube en carton. — 8, coudé. — 9, 10, colliers de fixation.

que le point de fixation est un mur, un poteau, etc. Les consoles sont droites, courbées en col de cygne ou contrecoudées en S ; elles se font courtes ou longues pour répondre à tous les besoins de la pratique. Leur poids, avec l'isolateur va depuis 750 grammes jusqu'à 4 kilogrammes suivant les dimensions.

Canalisations en bois

Quand il n'y a pas d'inconvénient à ce que les conducteurs demeurent visibles, on les tend le long des murs entre des poulies ou des taquets de porcelaine, comme ceux qui viennent d'être décrits. S'il s'agit de fils de sonnettes ou de téléphones, on peut se contenter de

taquets en bois goudronnés, d'isolateurs en os ou de cavaliers en fer émaillé, mais ces derniers ne valent pas la porcelaine émaillée et n'ont pour eux que leur bon marché. De plus, ils sont fragiles et on risque de les détériorer pendant la pose. Il est donc préférable d'employer au lieu de ces supports (fig. 48, 3, 4, 5) des canalisations en bois mouluré, telles les figures 57 *a* et 58 *b* en représentent des modèles à deux et quatre conducteurs, pour canalisations d'éclairage.

Ces moulures sont faites en sapin et se clouent le long des murailles ; les fils, recouverts d'isolant et d'un guipage ou d'une tresse de coton, sont tendus côte à côte dans les rainures parallèles et ces boîtes sont fermées par un couvercle plat ou mouluré qui est peint ou recouvert du papier de tenture qui le dissimule à la vue.

Les canalisations en carton bitumé

On emploie de plus en plus maintenant, surtout dans les grands immeubles modernes, au lieu de baguettes moulurées, des tuyaux en carton bitumé (fig. 49, 7, 8) qui se fixent aux murs et aux corniches par des colliers de serrage (9, 10) épousant leur contour, comme des tuyaux à gaz. Le diamètre de ces tuyaux varie entre 7 et 60 millimètres selon le nombre et la grosseur des conducteurs qui doivent y être enfermées. Dans les constructions neuves, ces tuyaux sont dissimulés à l'intérieur du revêtement des murs. Seules leurs extrémités sont laissées libres pour recevoir les boîtes de jonction ou de dérivation, de forme rectangulaire ou cylindrique en tambour, munies de tubulures de raccord sur lesquelles les tuyaux sont serrés. Pour la pose, les extrémités des tuyaux sont d'abord coupées bien droit, puis encastrées après enlèvement des bavures, dans un tube de laiton de quelques centimètres de longueur et d'un diamètre un peu supérieur. Les deux tubes sont amenés au contact, puis, à l'aide d'une pince à sertir, on écrase le tube de laiton sur tout son pourtour afin de lui faire bien serrer les tuyaux disposés dans le prolongement l'un de l'autre, puis on glisse les conducteurs à l'intérieur. On insuffle d'abord un peu de talc pour faciliter le glissement et on les attache à un fil de fer ou à une tige d'acier que

l'on fait sortir à l'autre bout et que l'on tire doucement à soi jusqu'à ce que le commencement du fil apparaisse.

Selon les détours, quelquefois nombreux, que les fils ont à faire à l'intérieur des appartements, les tubes de carton doivent être contournés et décrire des courbes plus ou moins brusques, le cas a été prévu d'ailleurs et il existe des coudes de tous rayons pour répondre aux diverses nécessités de la pose. Les jonctions des dérivations



Fig. 59 et 60. — Moulures en bois.

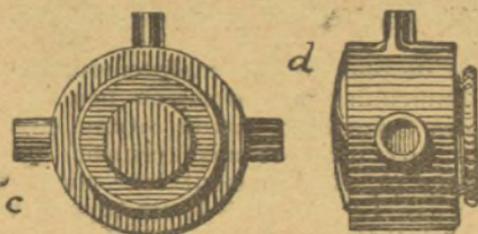


Fig. 61 et 62. — Boîtes de jonction en carton bitumé.

tions aux fils principaux sont opérées à l'intérieur des boîtes de raccordement mentionnées plus haut et dont il existe des modèles de différents diamètres portant à leur circonférence depuis 2 jusqu'à 8 tubulures de raccord disposées selon divers angles. Seul, le couvercle circulaire de ces boîtes, qui mesurent de 6 à 12 centimètres de diamètre, est visible à la surface du mur ; il peut être enlevé lorsqu'on a besoin de visiter les jonctions opérées à l'intérieur.

Pour opérer des jonctions de fils conducteurs

Les opérations les plus courantes que l'électricien a fréquemment à exécuter, sont les réunions de conducteurs de différents diamètres. Voici quelle est la manière d'opérer, selon qu'il s'agit de fils nus ou recouverts d'isolant ou de câbles comprenant plusieurs torons.]

S'il s'agit de réunir bout à bout deux fils d'un diamètre de 4 jusqu'à 24 dixièmes de millimètre, on commence par les dénuder en entaillant circulairement avec un canif (mais sans trop appuyer pour ne pas risquer d'entaîner le cuivre qui pourrait casser net quand on voudra ensuite le plier) le guipage de coton, ou bien, si l'on veut conserver celui-ci pour le rabattre ultérieurement, on se

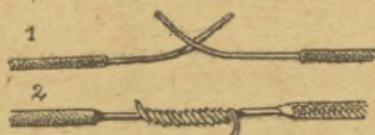


Fig. 63 et 64.

contente de le fendre sur quelques centimètres de long et on le rebrousse en arrière. On râcle ensuite le fil pour enlever toute trace d'isolant et mettre le cuivre à nu ; ce métal est ensuite gratté et passé au papier de verre ou

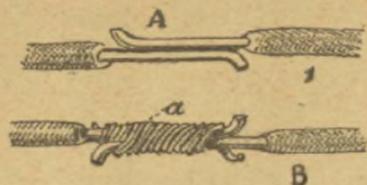


Fig. 65 et 66.

à la toile d'émeri jusqu'à ce qu'il soit devenu parfaitement brillant.

Cela fait, on accole les deux bouts à réunir sur deux ou trois centimètres de longueur et s'ils sont fins, les deux fils sont tordus autour l'un de l'autre, de manière à constituer une espèce de ganse ou de torsade régulière. Les figures 61 et 62 montrent les différentes phases du travail. Les deux fils ayant été dénudés et décapés en les frottant avec de la toile émeri, on les plie en croix l'un au-dessus de l'autre et on les tord en les maintenant entre les doigts ou les mâchoires d'une pince à mors plat. Les vues 1, 2 indiquent comment s'exécute l'opération. Pour assurer ensuite une liaison inébranlable on étame la torsade et on passe un fer à souder modérément chaud à sa surface.

S'il s'agit de fils plus gros, de 15 à 25 dixièmes ou davantage, il y a deux procédés. Dans l'un, on applique les deux fils latéralement l'un contre l'autre, comme le représente la figure 63 et on enroule autour d'eux en spires très serrées en *a*, un fil de cuivre fin dont le commencement et la fin sont consolidés par un nœud dit d'*artificier* qui se serre d'autant plus qu'on tire davantage le fil et empêche son déroulement. On peut encore opérer la liaison comme l'indique la figure 65 en tordant les deux conducteurs l'un autour de l'autre, d'abord à droite

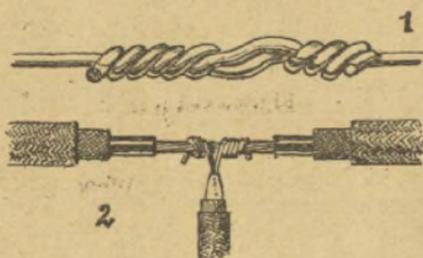


Fig. 67 et 68.

puis l'autre à gauche. Dans les deux cas, une soudure assurera un assemblage parfait des deux fils.

Quand, au lieu de relier deux conducteurs à la suite l'un de l'autre, comme cela a été le cas jusqu'ici, c'est une dérivation que l'on veut mettre en place, si l'on n'a affaire qu'à des fils de faible diamètre, on procède comme le montre la figure 66-B. On dénude le conducteur principal sur quelques centimètres de longueur, ainsi que celui de dérivation, et on roule ce dernier autour de l'autre en spires serrées. L'assemblage est ensuite soudé. S'il s'agit de câbles composés d'un certain nombre de brins, on divise ceux du câble secondaire en deux portions contenant le même nombre de fils que l'on roule l'une à droite et l'autre à gauche autour du gros câble. Enfin, s'il y a une très grande différence de grosseur entre le conducteur de dérivation et le câble principal, on écarte, à l'aide d'une pointe un certain nombre de fils de celui-ci, de manière à avoir une section équivalente à celle de la dérivation, et c'est autour de cette portion qu'on enroule en serrant bien le fil secondaire ainsi que le représente

la figure 68. Cela fait, on rabat au marteau les fils qui avaient été soulevés et on termine par une soudure pour avoir une jonction solide. Le tout est ensuite égalisé, les bouts de fils dépassant le niveau coupés à la pince coupante, et passés à la toile émeri pour enlever les bavures avant de reconstituer l'isolement.

Isolement des jonctions

Pour ne pas constituer les points faibles dans une canalisation, toutes les liaisons de fils exécutées ainsi qu'il vient d'être expliqué doivent être parfaitement isolés

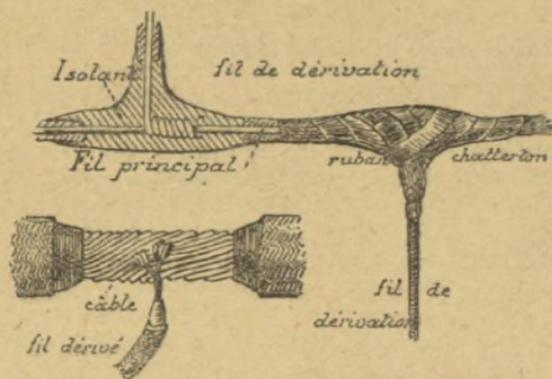


Fig. 69 et 70. — Jonctions de fils de dérivation.

pour ne pas donner lieu à des pertes en cas de contact avec un corps plus ou moins bon conducteur.

On commence par rabattre sur la partie qui avait été dénudée les houppes provenant du guipage de coton et on roule par-dessus, en spires se recouvrant à demi les unes les autres, un ruban caoutchouté blanc ou chattertonné qui adhère au guipage et au cuivre. Il faut deux ou trois épaisseurs de ruban superposées, roulées dans des sens alternativement inverses pour reconstituer un isolement de valeur suffisante.

Au lieu de ruban, on peut employer encore des feuilles de gutta mince, préalablement ramollies dans l'eau tiède ou de la dissolution de caoutchouc dans la benzine, mais il faut de nombreuses couches successives de ce dernier

produit, que l'on applique après parfaite dessiccation des précédentes, pour en obtenir une épaisseur suffisante ; la méthode au ruban et au chatterton appliqué au pinceau est beaucoup plus expéditive (fig. 67).

On pourrait encore rétablir des joints parfaits au caoutchouc, mais ce produit doit être vulcanisé et la bonne exécution de ce travail nécessite une certaine expérience et un matériel spécial, aussi ne ferons-nous que la mentionner comme mémoire.

Pose de conducteurs à l'intérieur des appartements

Le croisement des conducteurs faisant partie de circuits différents, bien qu'il ne s'agisse que de courants de basse tension (jusqu'à 250 volts maximum) doit être évité quand on procède à une installation nouvelle. Si les fils doivent décrire un angle droit, lorsqu'ils ne sont pas enfermés à l'intérieur de moulures ou de tubes, il faut que chacun d'eux suive la direction nouvelle sans jamais passer sur son voisin ; il devra lui demeurer parallèle. Au cas où le fait ne pourrait être évité, il faudrait renforcer leur isolement au point de contact, par exemple en les entourant d'un bout de tube de caoutchouc maintenu par deux ligatures.

Pour fixer les fils sur les isolateurs et les immobiliser, on se sert de fil de cuivre nu de 8 dixièmes qu'on enroule autour du champignon ou de la poulie et que l'on tord avec une pince après l'avoir entrecroisé avec le conducteur à arrêter. Les deux bouts de la ligature sont ensuite rognés.

Quand les fils doivent passer à travers un mur d'une certaine épaisseur, on creuse le trou soit au ciseau, soit avec une mèche appropriée, selon la dureté de la maçonnerie et en procédant avec prudence pour éviter de détacher des éclats de plâtre et dégrader le mur. Une bonne précaution à prendre, surtout si ce mur est un peu humide, consiste à garnir intérieurement le trou d'un tube en verre, ébonite, caoutchouc, plomb, etc. On trouve dans le commerce des tubes de laiton avec rosaces destinés à cet usage et qui donnent une entière satisfaction (fig. 71). Avec des murs bien secs, cette adjonction n'est pas absolument indispensable, on pourra se contenter d'entourer les fils, pendant leur traversée, d'un bout de

tuyau de caoutchouc comme ci-dessus, mais les tubes de laiton à rosaces sont cependant préférables, ne fût-ce que parce qu'ils dissimulent les irrégularités du trou.

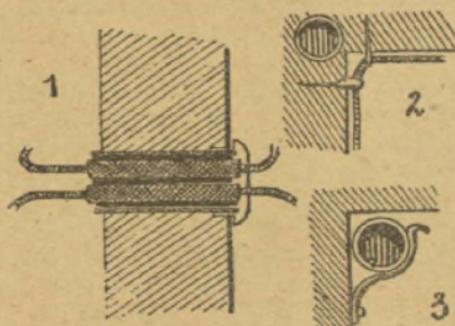


Fig. 71, 72, 73. — Pose de conducteurs.

1, traversée d'un mur. — 2, dans un angle. — 3, soutien de câble.

Si les fils électriques rencontrent sur leur trajet des tuyaux métalliques d'eau ou de gaz, il faudra prendre la précaution, surtout pour ces derniers, d'éviter tout contact, en interposant entre le fil et le tuyau une cale en matière isolante : fibre, ébonite, etc., ou en entourant le fil d'un anneau de caoutchouc. Il faut s'efforcer d'éviter qu'une perte puisse s'amorcer à cet endroit car on comprend combien pourrait être dangereuse une étincelle capable de faire fondre le plomb et causer une fuite de gaz.

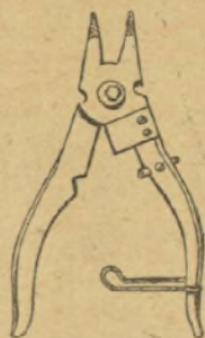


Fig. 74.

Pince universelle
d'électricien.

Outils de l'électricien

Il est nécessaire, pour exécuter rapidement et avec moins de peine, les différents travaux de pose et d'installation des appareils et canalisations, de réunir dans un sac ou une boîte les différents outils et accessoires dont le besoin se fait sentir au cours des opérations. On trouve chez les marchands d'appareillage électrique des troussees com-

plètes contenant les objets suivants, pour le perçage des murs, la mise en place des conducteurs et les liaisons de fils entre eux :

Vilebrequin ou chignole,	Pointe carrée,
Marteau à longue panne,	Tenailles,
Marteau rivoir,	Poinçon ou pointeau,
Tamponnoir,	2 limes demi-rondes,
Pince à mors plats,	2 limes plates,
Pince coupante,	Chasse-pointes
Pince ronde,	2 tournevis
2 vrilles fine et grosse,	1 paire de ciseaux.
2 ciseaux de menuisier,	Burin,
6 mèches, pour bois et briques	Clé de montage.
Ciseau à froid,	

Cet assortiment est un peu sommaire, on peut le compléter par ce qui suit :

Scie fine à métaux,	Compas à pointes sèches,
Petit étau à main,	Tournevis articulé,
Drill et forets,	Mètre pliant,
Chasse-goupilles,	Fil à plomb,
Fer à souder,	Précelles pour les petites vis,
Petite clé à écrous à molette,	Mâchoires à tendre et palan,
Pince à gaz ou universelle,	Gants en caoutchouc.
Niveau à bulle d'air,	

Il est enfin certains produits et appareils dont on a souvent besoin et qu'il convient d'avoir toujours sous la main. Ce sont :

Produits à souder,	Feuilles de mica,
Sel ammoniac,	Fragments d'ébonite,
Rouleau de chatterton noir,	Petit voltmètre (jusqu'à 4 volts),
Ruban caoutchouté blanc,	Lorgnon noir pour l'arc,
Chatterton en bâton,	Compte-tours de machines,
Dissolution de caoutchouc,	Ohmmètre pour mesures d'isolement,
Bouts de fils conducteurs,	Lampe de plombier,
Fil de fer,	Vis, pointes, bornes.
Papier de verre,	
Toile d'émeri,	

Tous ces objets, outils et matières premières, ont leur utilité pour les travaux de l'électricien et on sera heureux le moment venu, d'en avoir prévu l'emploi et les trouver à sa disposition pour la bonne exécution d'une besogne particulière.

Pour mesurer l'isolement des canalisations

Les appareils de mesures d'isolement à piles ou à magnétos, appelés *ohmmètres* ou *galvanomètres*, servent

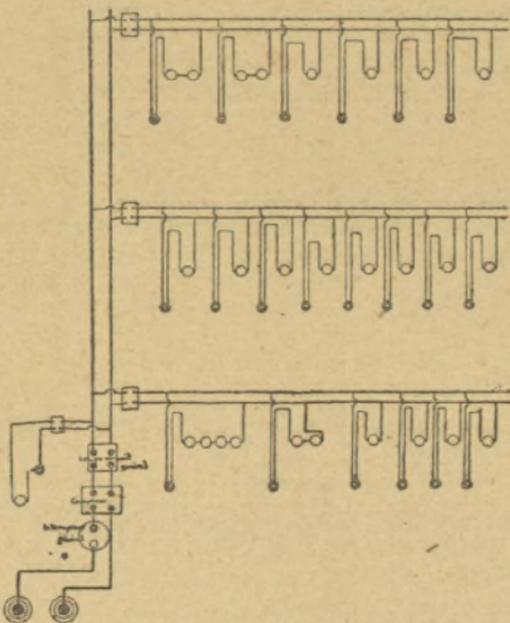


Fig 75. — Distribution d'électricité dans un immeuble.

à vérifier toutes les résistances d'isolement : jonctions, dérivations, sutures, dont la valeur peut varier entre 50.000 ohms et 1 mégohm, et les indications qu'ils fournissent ont une remarquable exactitude ; ils sont donc des plus utiles.

Pour effectuer une mesure, on fixe aux bornes de l'appareil les fils de ligne, jonctions ou circuits dérivés dont

on veut connaître la résistance, et on fait passer le courant de la pile ou de la magnéto dans la section de fil à essayer et dans l'ohmmètre, qui est mis d'autre part en communication avec la terre, soit directement, soit par une canalisation d'eau ou de gaz. L'aiguille indicatrice se déplace alors devant un cadran portant une graduation et le chiffre indiqué correspond à la résistance cherchée.

En ce qui concerne l'examen de l'état de conservation de l'isolement général des canalisations d'importance secondaire, telles que celles desservant des appartements, il est préférable d'employer des ohmmètres à magnéto plutôt que des galvanomètres à piles. La magnéto fournit en effet une force électromotrice se rapprochant de celle en usage sur les secteurs de distribution tandis qu'il ne saurait en être de même avec les appareils à piles. On peut la loger, avec le galvanomètre à cadran et une sonnerie, dans une boîte en chêne munie d'une courroie pour la suspendre à l'épaule ; la manivelle, avec sa poignée, est démontable et placée dans la boîte pendant le transport. Cet appareil de vérification est très utile dans nombre de circonstances où il est nécessaire de s'assurer de l'intégrité d'une canalisation déjà ancienne ou de l'exécution correcte d'une installation nouvelle.

Mettez vous-même en place des lampes supplémentaires

Un abonné à une Compagnie de distribution d'électricité s'apercevant qu'il aurait besoin de lumière dans des endroits dont l'éclairage n'avait pas été prévu lors de la première installation, peut-il procéder lui-même, sans faire appel aux services intéressés et chèrement payés de l'électricien agréé par le secteur, à la pose de la lampe supplémentaire dont il a reconnu la nécessité?... La réponse ne saurait être douteuse, elle est affirmative, et nous allons indiquer comment il convient de procéder dans ces circonstances.

On commence par mesurer très exactement la distance qui séparera l'emplacement où sera cette lampe de l'endroit où l'on puisera le courant, ce qui dépend entièrement de la disposition des pièces de l'appartement et du trajet des circuits électriques existants. En général,

les installations urbaines sont établies comme le montre le schéma de la figure 76. L'immeuble possédant une *colonne montante* greffée sur les câbles de distribution passant sous les chaussées, l'énergie est répartie à chaque étage, par des *coffrets de branchement* sur lesquels s'embranchent les dérivations se rendant à chacun des appartements. A l'intérieur, on trouve donc en premier lieu le *compteur*, puis l'interrupteur général et le coupe-circuit général. Sur les fils principaux s'intercalent ensuite

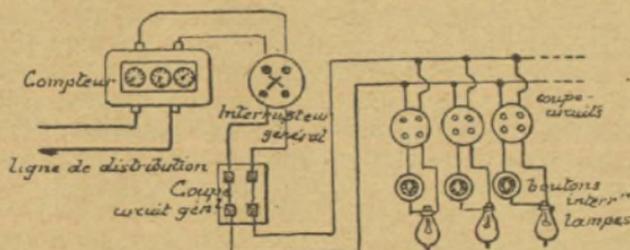


Fig. 76. — Schéma de montage de lampes.

les coupe-circuit secondaires, les interrupteurs particuliers et les lampes.

On mesure donc, ainsi qu'il vient d'être dit, et en tenant compte des coudes et inflexions diverses que devront suivre les fils, depuis la lampe jusqu'au point le plus rapproché des fils principaux, car c'est sur ces derniers qu'il faudra brancher les fils et non sur ceux des lampes déjà posées, car on effectuerait alors un *montage en série*, les lampes seraient solidaires, s'allumeraient et s'éteindraient ensemble en se partageant l'intensité du courant si elles sont couplées en dérivation, ou la tension si on les couple en série. En résumé, il faut simplement répéter sur le circuit principal, le genre de montage représenté par la figure 76.

La première phase du travail consiste dans le percement des murs, lorsque la pièce où la nouvelle lampe devra être installée se trouvera séparée du circuit E par des murs ou cloisons. C'est une opération quelquefois difficile et pénible quand il s'agit de maçonneries en matériaux très durs. Le procédé le plus convenable pour éviter les dégradations des murailles dont on risquerait de déta-

cher des éclats, consiste à recourir à l'usage d'une mèche carrée, de longueur proportionnée à l'épaisseur du mur à traverser et maintenue à l'extrémité tenue en main par un petit étau à manche. On frappe à coups de marteau sur la tête de cette mèche en la faisant tourner au fur et à mesure autour de son axe au moyen de l'étau. En agissant avec précaution, par petits coups répétés, on arrive à percer les murs les plus résistants. Si, au lieu de maçonnerie, on se trouve en face de murs de refend en briques assez tendres ou que l'on tombe dans un joint en plâtre ou mortier, le trou peut être plus rapidement foré à l'aide du vilebrequin avec mèche cuiller ou hélicoïdale. Si l'ouverture se trouvait dans un angle de la muraille ou près du plafond, on n'aurait pas la place pour manœuvrer le vilebrequin et c'est alors que la *chignole* ou porte-foret à engrenages d'angle serait indispensable.

Les percements de murs effectués et garnis comme nous l'avons déjà expliqué d'un tube de laiton ou de caoutchouc isolant afin d'éviter l'oxydation lente du cuivre par l'humidité, on procède à la pose du coupe-circuit, du bouton-interrupteur et de la lampe. Les socles en porcelaine émaillée sont maintenus en place au moyen de vis tamponnées, et non pas de pointes qui ne tarderaient pas à se rouiller par l'humidité du plâtre et empêcheraient tout déplacement ultérieur de ces pièces. On laisse de côté les couvercles que l'on n'ajuste que plus tard, et on passe à la mise en place de la lampe si elle comporte une rosace de plafond, une prise de courant à broche, une patère ou tout autre système de fixation.

Ce n'est qu'après que ces trois pièces : coupe-circuit, interrupteur, socle de lampe ont été mis en place que l'on s'occupe de la pose et de la liaison des conducteurs. Bien entendu, si ces fils doivent demeurer apparents et être tendus le long des murs, on fixe aux places convenables les poulies de porcelaine ou taquets devant servir d'appuis ; s'ils doivent être cachés, on met en place les baguettes à rainures ou les tubes devant recevoir ces fils et dont il a été question plus haut.

On coupe, par précaution, l'arrivée du courant d'alimentation dans le circuit, en ouvrant l'interrupteur

principal puis on pratique sur chacun des fils, mais non pas exactement en regard l'une de l'autre pour éviter tout danger de court-circuit, deux jonctions en procédant de la façon qui a été expliquée, en grattant l'isolant recouvrant les fils, roulant le fil de dérivation en spires serrées sur l'autre, et rétablissant ensuite l'isolement à l'aide de chatterton, caoutchouc ou autre matière. Les deux conducteurs sont ensuite correctement tendus l'un à côté de l'autre, d'une poulie ou d'un taquet à l'autre, logés dans les rainures des baguettes qui sont ensuite recouvertes de leur couvercle mouluré, ou tirés à l'intérieur des tubes de carton bitumé par les procédés qui ont été décrits.

Les deux fils se rendent d'abord aux attaches du coupe-circuit bipolaire fixé au mur, tout près du point de dérivation (il suffit donc de deux bouts de fil assez courts). Des attaches de sortie du coupe-circuit, l'un des fils se rend directement à l'une des bornes ou des paillettes de contact, pistons à ressorts, etc., de la lampe ; l'autre va s'attacher à l'un des plots du bouton interrupteur. Un dernier conducteur relie l'autre plot de ce bouton à la paillette restée libre de la lampe, et le travail est terminé .

Les prises de courant

On donne le nom de *prises de courant* à des jonctions facultatives pour lampes transportables d'un endroit à un autre des pièces ou locaux à éclairer. Ces prises se composent de deux organes, l'un fixé à demeure sur le trajet des fils de distribution, l'autre mobile terminant un cordon souple à deux conducteurs venant de l'appareil à alimenter.

Les modèles de prises de courant sont assez nombreux. L'un des plus usités se compose de deux parties : l'une fixe, encastrée ou vissée dans le mur et portant un ou deux trous dans lesquels viennent s'engager à frottement doux les broches d'un bouchon de porcelaine attaché à l'extrémité du cordon aboutissant à la lampe. Dans quelques types, l'une des broches est plus longue que l'autre pour permettre de la distinguer et d'éviter une interversion des pôles qui peut avoir son intérêt dans

certains cas. D'autres possèdent des broches fendues, ou des aiguilles pouvant pénétrer et traverser l'isolant d'un câble à deux conducteurs parallèles. Les prises de courant se font encore avec fiche centrale unique de forme plate (fig. 79) dont les deux côtés opposés portent des lamelles métalliques venant en communication chacune avec l'un des fils d'amenée de courant. Enfin il convient de mentionner les prises sur support à vis Edison ou à baïonnette dont le bouchon, en bois, présente la forme du culot d'une lampe à incandescence à vis ou à tenons, les connexions s'opérant par des plots venant au contact des pistons à ressorts ou des paillettes du socle fixe.

La prise universelle T. E. G. qui a paru pour la première

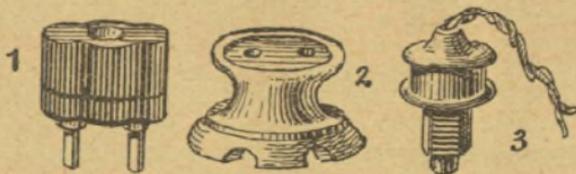


Fig. 77, 78, 79. — Prises de courant.

1, à deux broches. — 2, socle en porcelaine. — 3, à fiche centrale.

fois au Concours Lépine de 1920, permet le branchement instantané, d'une façon sûre et économique sur n'importe quel fil souple ; elle peut être retirée ou déplacée avec la plus grande facilité sans risque de détériorer les fils qui restent absolument intacts. Le travail long et fastidieux du dénudage des fils, la connexion, la réfection de l'isolement à l'aide de chatterton sont supprimés, on réalise ainsi une grande propreté dans l'exécution du branchement et une grande économie de temps, d'argent et de main-d'œuvre.

Munie d'un raccord à étrier orientable sur lequel vient se fixer directement la douille recevant le culot de la lampe, ce modèle se prête à la confection de guirlandes électriques pour illuminations provisoires, éclairage momentané de salles de conférences, terrasses de cafés, enfin pour toutes les applications à des installations supplémentaires ou devant être déplacées. Avec ce même raccord, mais pourvu d'une semelle amovible pouvant se fixer instantanément dans la position désirée, la prise

sert d'applique et convient pour le montage rapide des rampes de théâtres, éclairage des devantures et vitrines de magasins, etc. La figure 80 représente en grandeur réelle cet ingénieux raccord.

Signalons encore, et particulièrement aux automobilistes, la prise de courant Paul Gadot très remarquée au dernier Salon, car son dispositif de fixation de la fiche permet de faire disparaître les inconvénients résultant d'un mauvais contact et supprime le danger causé par la chute de la fiche, pouvant entraîner un arrêt de fonc-

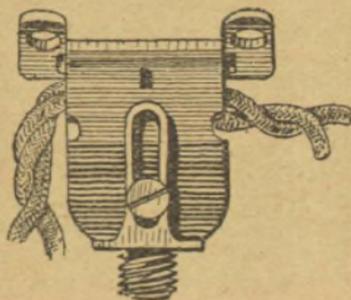


Fig. 80. — Raccord universel.

tionnement et l'extinction subite de la lumière en pleine marche.

La partie mobile est un anneau plat soudé à un manchon terminant le fil conducteur et qui est fortement serré entre une rondelle et un écrou à grosse tête moletée dont le desserrage est difficile malgré les trépidations communiquées au support par le mouvement de la voiture.

Pose des coupe-circuit

Le *coupe-circuit*, qu'il ne faut pas confondre avec le *disjoncteur* automatique, bien qu'il remplisse exactement le même rôle, est un accessoire obligatoire de toute installation électrique. Chaque appareil doit avoir son coupe-circuit individuel, de même que chaque branchement et chaque dérivation. Le volume des fusibles est proportionné à l'intensité du courant devant les traverser en

service normal ; on comprend par suite que ces fusibles seront d'autant plus forts qu'ils seront placés sur des câbles de plus grande section desservant un plus grand nombre de foyers lumineux. La présence de ces appareils automatiques de protection a pour effet d'éviter le danger résultant d'une exagération accidentelle d'intensité du courant qui, autrement, déterminerait un échauffement plus ou moins considérable des fils dont l'isolant fondrait bientôt, amenant le contact du cuivre avec les surfaces voisines et des courts-circuits ou des pertes à la terre désastreuses.

On peut se contenter, jusqu'à 1 ampère d'intensité,

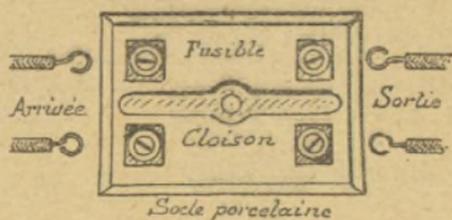


Fig. 81. — Coupe-circuit bipolaire (plan).

c'est-à-dire pour les circuits n'alimentant que 2 lampes sous 110 ou 220 volts, de coupe-circuit *unipolaires* branchés sur un seul fil de la distribution, mais au-dessus de ce chiffre il faut employer des appareils *bipolaires*, intercalés sur les deux fils et comportant par suite deux fusibles.

Les coupe-circuit doivent être disposés dans des endroits facilement accessibles bien qu'à l'abri des actes de malveillance ou d'imprudence ; le mieux est donc de les dissimuler en haut des corniches après leur entrée dans le local desservi. Les dispositions données aux coupe-circuit par les constructeurs sont très variées, mais il est toujours fait usage pour leur fabrication de matières incombustibles, le plus ordinairement de la porcelaine émaillée blanche. Dans les modèles bipolaires, les fusibles sont séparés l'un de l'autre par une cloison de même composition, maintenue en place par une vis de pression. Le socle, de forme ronde ou quadrangulaire, est recouvert d'une pièce de porcelaine formant couvercle,

maintenue, soit par de petites lames élastiques (modèle à *tabatière*) soit par un pas de vis (rosace).

Le socle est fixé au mur par des vis tamponnées. Les extrémités des conducteurs, bien dénudées sont arrondies en forme d'œillet sur une pince ronde et enfilées dans les tiges filetées de vis se dressant sur le socle. Elles sont ensuite serrées et le contact est assuré par des écrous se vissant sur ces tiges et que l'on serre à bloc. On met ensuite en place les fils de plomb fusibles entre *a* et *b*, puis *c* et *d* (fig. 81) et on replace le couvercle. Le circuit est protégé et on peut y lancer le courant.

Ordinairement, ces appareils portent une mention apparente du nombre d'ampères normal qui doit les traverser et qui est en rapport avec les dimensions des contacts. Quand ils ne protègent qu'une ou deux lampes, un fil d'alliage de plomb d'un demi-millimètre suffit ; le diamètre de ce fil augmente à mesure que s'accroît l'intensité du courant traversant le branchement. Lorsqu'il s'agit d'intensités au-dessus de 5 ampères, on fait usage avec avantage de modèles à *barrettes mobiles* et à crochet, s'insérant entre des lames élastiques d'où on peut les dégager pour procéder le cas échéant au remplacement du fusible.

Usages des coupe-circuit et remplacement des fusibles

La fusion d'un plomb de sûreté occasionne l'extinction subite des lampes qu'il protège et indique par conséquent l'endroit ou la région où il convient de chercher le défaut. On visite donc les fils depuis la lampe ou le groupe de lampes intéressé ; si l'on ne découvre rien d'anormal, on peut croire à un accroissement accidentel de l'intensité du courant distribué ou à un contact défectueux du fusible entre ses points d'attache et il suffit de le remplacer.

Il est inutile de faire remarquer qu'il est indispensable d'interrompre le passage du courant pendant qu'on procède au changement des plombs. Il ne faut jamais non plus remplacer une pièce fusible par une autre de mauvaise dimension ou par un fil de cuivre si on n'a pas de plomb sous la main car ce serait supprimer le coupe-circuit et s'exposer par la suite à de graves accidents en cas

de retour du phénomène ayant déterminé la fusion. Ce sont les conducteurs qui s'échaufferaient à un point pouvant amener leur fusion et un incendie.

Si, après avoir changé le fusible qui protégeait une lampe, celle-ci ne se rallume pas, on peut penser que c'est le fusible du branchement qui a sauté et on le visite à son tour. Si après l'avoir remplacé à son tour, l'extinction persiste, le défaut est plus loin encore ; c'est le coupe-circuit principal de l'immeuble qui a fonctionné ou quelquefois même celui du point de départ, privant alors de lumière l'ensemble des circuits alimentés.

Quand, dans une usine, c'est le plomb principal qui a fondu, des précautions immédiates sont à prendre, car la génératrice, privée de charge subitement, peut s'emballer et s'échauffer au point de se détériorer en quelques instants. Il faut agir aussitôt sur le rhéostat et la transmission pour ralentir la vitesse et l'excitation et même arrêter tout à fait. On se hâte alors de remplacer les fusibles et on remet en route avec précaution après avoir reconnu la cause de l'accident et réparé le défaut qui l'a causé pour que le fait ne se reproduise pas indéfiniment comme ce serait le cas s'il était imputable à une perte à la terre par suite d'un court-circuit dû à la dégradation d'un conducteur.

Il faut éviter de placer les coupe-circuit dans des endroits humides ainsi que dans des locaux où il y a danger permanent d'incendie par la présence de matières combustibles ou dégageant des gaz inflammables. Toutes les pièces métalliques des coupe-circuit doivent être tenues dans le plus grand état de propreté et il sera bon de les visiter de temps à autre et les nettoyer au cas où elles seraient oxydées. Il faudra toujours avoir à sa disposition des fusibles de remplacement de gros-seur convenable pour être substitués à ceux ayant disparu.

Conditions auxquelles doivent répondre les installations

La Chambre syndicale des Industries électriques a établi l'énumération des conditions auxquelles doivent répondre les installations d'appareils d'éclairage chez les particuliers et nous les reproduirons ici car les électri-

ciens auront avantage à s'y conformer pour réaliser des branchements ne pouvant donner lieu à aucune critique.

1° *Qualités des matériaux.* — Le cuivre sera le seul métal usité pour les conducteurs et sa résistivité ne dépassera pas 1,8 microhm-centimètre. Les fils devront présenter une section suffisante pour transporter l'intensité voulue sans échauffement sensible, être isolés électriquement et protégés mécaniquement. La section, tout en répondant à la condition que la perte de charge entre le coffret de branchement et la lampe la plus éloignée ne dépasse pas 3 p. 100 au maximum, sera telle que sous l'action d'un courant d'une intensité double, l'échauffement produit ne puisse dépasser 40°, ce qui correspond à des densités de courant de 3 ampères par mm. carré pour des sections de 1 à 5 mm. carrés, 2 amp. pour 5 à 50 mm. carrés, et 1 amp. par mm. carré pour les sections supérieures. Le diamètre minimum des conducteurs composés d'un fil unique sera de 9 dixièmes de millimètre.

2° *Isolants.* — En principe, l'usage des fils nus est à rejeter pour l'intérieur des habitations, les fils seront recouverts d'une ou plusieurs couches de matières imperméables non conductrices et assez solides pour résister aux diverses manipulations du montage. Outre l'isolant les recouvrant, les conducteurs seront protégés mécaniquement par des moulures en bois, tubes métalliques ou autres. Quelle que soit la nature des locaux, la couverture isolante du fil ou la gaine de protection doit être imperméable. Pour des locaux humides on emploiera soit des revêtements imperméables permettant de tendre les câbles le long des murs, soit des isolateurs en porcelaine, les conducteurs étant revêtus d'un ou plusieurs rubans appliqués sur l'isolant. Pour les locaux secs, l'emploi des moulures fermées par des couvercles est permis. Les fils non placés dans des moulures mais situés hors de la portée de la main seront revêtus d'un ruban tresse ou autre couverture en plus de l'isolant, et toujours celui-ci sera imperméable.

Les *interrupteurs* auront leur base en matière appropriée à l'emplacement qu'ils devront occuper. De plus, pour éviter la formation d'un arc à la rupture du courant (à partir de 5 ampères sous 100 volts), ils devront être

tels qu'ils ne puissent pas rester dans une position intermédiaire. *Les fils fusibles ou coupe-circuit devront être marqués d'un chiffre bien apparent, représentant le courant normal pour lequel ils ont été établis, et devront fondre pour un courant au plus égal au triple du courant normal.* Les coupe-circuit doivent être disposés de telle sorte que la fusion d'un fil fusible ne détermine pas de court-circuit. Les fils fusibles devront être faciles à remplacer et ne pas donner lieu à des projections de métal fondu.

3° Chaque lampe à arc aura un globe et un cendrier ; les bornes seront protégées de la pluie et des chocs.

Les fils des rhéostats, disposés sur des supports incombustibles et non hygrométriques, ne devront pas dépasser la température de 200° en fonctionnement normal.

4° Les moulures servant de protection mécanique aux conducteurs ne devront présenter aucune solution de continuité dans les raccords et les angles vifs. Les conducteurs n'y seront maintenus que par les couvercles. On ne devra pas placer deux fils dans la même rainure. Aux croisements des tuyaux de gaz, il y aura un supplément d'isolement et de protection mécanique.

Si les câbles traversent des murs ou des plafonds, ils seront protégés par un tube en matière dure et à angles arrondis. Une gaine isolante recouvrira le fil et débordera du tube dans le cas où celui-ci serait métallique.

L'écartement minimum des conducteurs visibles sera d'un centimètre, et ils seront assujettis de manière à conserver cet écartement.

5° Les conducteurs doubles renfermés sous un même ruban sont autorisés, mais leur isolement sera parfaitement assuré, que ces fils soient de même polarité ou de polarité différente.

6° Les fils souples seront usités le moins possible et l'un d'eux sera toujours pourvu d'un fusible en un de ses points d'attache ; ils sont reliés aux appareils de telle sorte que la traction ne puisse déchirer l'isolant. Leurs raccordements avec les fils de ligne seront assurés par des soudures soignées.

7° L'emploi de substances décapantes liquides pour les soudures sera évité. Celles-ci ne devront pas constituer de points faibles, soit électriquement, soit mécaniquement et l'isolement électrique devra être établi

avec des matières isolantes équivalentes à celles servant d'enveloppes aux câbles et fils.

8° Les circuits partiront, autant que possible, de tableaux dont la subdivision sera portée le plus loin possible. Ces tableaux seront éloignés des murs, et les connexions opérées du côté apparent. On prendra les précautions nécessaires pour qu'un court-circuit n'y puisse pas être produit par le contact avec une pièce métallique voisine.

9° Tout circuit principal et chaque branchement sera pourvu d'un coupe-circuit bipolaire à son point d'origine. Il en sera de même pour chaque subdivision dans laquelle l'intensité peut atteindre 5 ampères. Ce coupe-circuit devra être facilement accessible et mis à l'abri de toute matière inflammable. L'isolement devra satisfaire à la condition suivante : la perte de courant qui pourra se produire, soit entre un conducteur et la terre, soit entre deux conducteurs, sera tout au plus égale à un dix-millième du courant supporté par le conducteur, ce qui correspond à une valeur supérieure à 1 megohm par ampère sur un circuit à 110 volts. Ainsi, un branchement parcouru par une intensité de 10 ampères devra présenter un isolement tel que le courant n'y excède pas 1 milli-ampère. Dans ce cas particulier, la valeur de l'isolement sera donc d'au moins 100.000 ohms.

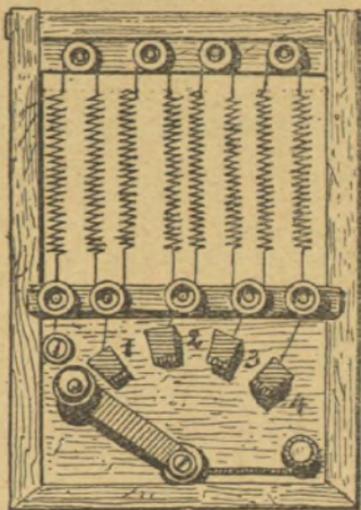


Fig. 82. — Rhéostat à cadre.

Choix des fils pour rhéostats

Les *rhéostats* sont des appareils permettant d'introduire, dans des circuits à régler, des résistances de

valeur connue. Ils sont indispensables pour le réglage du champ magnétique des dynamos et le fonctionnement des lampes à arc voltaïque à bobines. Leur forme est celle d'un cadre dans le vide duquel sont tendus, sur des poulies en porcelaine émaillée, des fils roulés en hélices très serrées comme des ressorts à boudin, composés d'un alliage de ferro-nickel très résistant au passage du courant. Sur un panneau plein au-dessous du cadre se trouve un *réducteur* circulaire à manette dont chaque plot est en rapport avec une longueur déterminée de fil comme on le voit dans le schéma de la figure 82.

La résistance opposée à la propagation du courant est proportionnelle non seulement à la longueur, mais au diamètre du fil de ferro-nickel. Voici quelques chiffres qui permettront de déterminer ces deux dimensions selon la quantité d'énergie qu'il devra absorber.

DIAMÈTRE du fil en millim.	RÉSISTANCE en ohms à 0° par mètre	DIAMÈTRE en millim.	RÉSISTANCE en ohms par mètre
0,5	3,989	3	0,111
1	0,997	3,5	0,081
1,5	0,443	4	0,062
2	0,249	4,5	0,049
2,5	0,160	5	0,040

On voit par ces chiffres que le fil est d'autant plus résistant que son diamètre est plus faible.

Montage des lampes à arc

On fait de moins en moins appel aujourd'hui à l'arc voltaïque comme source de lumière, en raison du progrès apporté dans la fabrication des lampes à incandescence à filament métallique de grande puissance éclairante qui n'ont aucun mécanisme et ne consomment pas davantage que l'arc, c'est-à-dire ne dépensent pas plus d'un demi-watt par bougie-unité.

Une lampe à arc exige pour fonctionner une différence de potentiel minimum de 38 volts entre les baguettes ou crayons de charbon ; on est parvenu à en faire brûler

trois couplées en série sur distribution à potentiel constant de 110 volts. Toutefois la lumière est instable et vacillante et il est préférable de n'en coupler que deux de cette façon.

Le procédé de montage le plus usité est celui dit en *parallèle* (fig. 83). Les lampes sont disposées en dérivation sur deux conducteurs de distribution. Elles sont donc indépendantes les unes des autres et peuvent être allumées ou éteintes individuellement. Le voltage

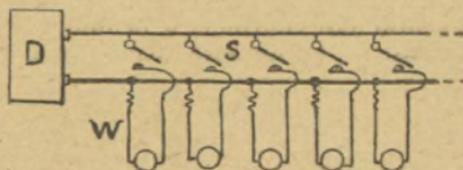


Fig. 83.

demeure constant et l'intensité s'accroît proportionnellement au nombre de lampes en fonctions.

Dans le cas du montage en série, tous les arcs sont solidaires, ils doivent être allumés et éteints en même temps. L'intensité ne change pas dans le circuit, quel que soit le nombre d'arcs en activité, mais le voltage doit augmenter de 45 volts au moins à chaque nouvel arc ajouté à la série, tandis que, dans le montage en dérivation, c'est le potentiel qui demeure fixe et l'intensité qui augmente selon le nombre d'arcs en fonction.

Accidents de fonctionnement dans les lampes à arc et remèdes

Défaut d'allumage. — Avec le procédé de montage des appareils en parallèle comme ci-dessus, si, après avoir fermé le circuit, l'allumage ne se produit pas, bien que les pointes des crayons soient au contact, le fait est dû à ce que la résistance des lampes est trop faible par rapport à celle des inducteurs de la dynamo génératrice, et celle-ci ne pourra s'exciter que si on la met en marche à vide. Le remède est donc simple : il suffit, quand le fait vient à se produire, d'interrompre la com-

munication en ouvrant l'interrupteur et d'exciter la dynamo en circuit ouvert.

L'intensité du courant s'élève subitement. — On peut constater parfois, soit au moment de l'allumage, soit en cours de service que l'intensité du courant s'élève beaucoup au-dessus de sa valeur normale. On peut l'attribuer la plupart du temps à un court-circuit résultant du collage des charbons d'une lampe, et on est obligé de séparer ces charbons à la main. On reconnaît le foyer atteint à la lumière insuffisante et jaunâtre qu'il émet.

L'arc siffle. — C'est un indice que la distance entre les pointes des charbons est trop petite, et c'est ce que démontrent l'inspection du voltmètre et de l'ampèremètre. Celui-ci accuse le passage d'un courant trop intense et le voltmètre, l'existence d'une différence de potentiel trop faible. Les facteurs étant intervertis, il faut les ramener à leur valeur normale en agissant sur les rhéostats.

L'arc s'éteint et se rallume fréquemment. — Cet accident est dû à un voltage trop faible entre les charbons ou à un mauvais réglage du mécanisme d'allumage qui produit un trop grand écart entre les pointes. On remédie à la première cause en manœuvrant le rhéostat de réglage et à l'autre en diminuant la course de l'armature mobile de l'électro d'allumage.

Composition des charbons pour lampes à arc

Les charbons artificiels, seuls employés pour la fabrication des charbons de toutes formes pour lampes à arc, piles, etc., se composent d'un petit nombre de matières premières qui sont le noir de fumée, le coke de gaz ou de pétrole, le goudron, le silicate de soude. Les matières dures, réduites en poussière impalpable dans des broyeurs spéciaux, sont agglomérées avec le goudron pour constituer la pâte qui sera passée ensuite à la filière puis cuite dans des fours spéciaux à haute température. La proportion de brai agglomérant est

ordinairement de 20 p. 100 et la qualité du charbon sera d'autant meilleure que la pâte contiendra davantage de noir de fumée, depuis 30 jusqu'à 80 p. 100. La farine de coke ou de graphite provenant des cornues à gaz est ajoutée dans une proportion de 20 à 30 p. 100.

Après malaxage, la pâte est pilonnée fortement, puis comprimée à la presse hydraulique à raison de 275 à 300 kilogrammes par centimètre carré, et évacuée par une filière du diamètre voulu pour donner des crayons de différentes grosseurs, qui, après séchage sont passés au four de cuisson. Ces charbons sont formés quelquefois de tubes contenant une composition plus tendre, ou *mèche* centrale facilitant l'allumage de l'arc et le centrage de la lumière.

On a remarqué que l'addition de certaines substances minérales, particulièrement des sels métalliques à la pâte de charbon permettait de rendre l'arc voltaïque *flambant*, d'accroître son rendement lumineux grâce à une meilleure conductibilité, et le rendre plus stable tout en donnant des teintes différentes à la lumière suivant la nature du sel ajouté. Toutefois l'expérience a montré qu'il ne fallait pas trop forcer le pourcentage des charbons en matières minérales pour conserver un bon fonctionnement. Quant à la teinte prise par l'arc-flamme ou *carbo-minéral*, elle est la suivante, selon le sel introduit :

<i>Magnésium</i>	Rouge violacé instable
<i>Aluminium</i>	Vert terne sans éclat
<i>Zinc</i>	Blanc
<i>Fer</i>	Bleu terne
<i>Cuivre</i>	Bleu violacé
<i>Acide titanique</i>	Rouge violacé
<i>Chaux</i>	Rouge
<i>Oxyde de strontium</i>	Rose
— <i>baryum</i>	Bleu
<i>Protoxyde de manganèse</i> ...	Vert

Consommation des lampes électriques

L'unité d'éclairage ou *lux* a été déterminée très exactement, et un foyer est caractérisé par son inten-

sité lumineuse, c'est-à-dire par l'éclairage qu'il produit, et l'intensité de deux foyers est la même quand, placés tous deux à une même distance d'un écran, ils produisent le même éclairage. La notion de distance est indispensable, l'intensité lumineuse variant en raison inverse du carré de la distance. Ainsi, 1 bougie placée à 1 mètre de distance d'un écran fournira 1 lux ; 1 bougie à 50 centimètres (distance moitié moindre) fournira 4 lux et 1 bougie à 2 mètres ne donnera que 1/4 de lux.

L'étalon de lumière le plus usité est la *bougie décimale*, qui correspond à 1 dixième de Carcel ou 1 vingtième de l'étalon Violle au platine incandescent. En comparant entre elles les différentes sources de lumière connues, il est possible de se rendre compte de leur valeur respective au point de vue économique d'après le prix de revient de l'unité bougie-mètre ou lux, et on remarque aussitôt que l'on ne sait pas encore obtenir de lumière sans dépense corrélatrice de chaleur, la transformation d'une forme quelconque d'énergie en lumière s'opérant au prix d'un véritable gaspillage tel que le rendement définitif ne dépasse pas 1 p. 100 comme rapport des radiations lumineuses aux radiations obscures et calorifiques. L'idéal serait de produire la lumière sans aucun dégagement de chaleur, de manière à réduire l'écart entre la dépense d'énergie et l'éclairage produit. Quoi qu'il en soit, voici quelle est la dépense des différents systèmes de foyers alimentés électriquement évaluée en watts par bougie :

Lampe à incandescence filament carbone	3 watts	5
— — tungstène	1	— 2
— — métallique dans atmosphère d'azote.	0	— 6
Régulateur à arc voltaïque ordinaire à l'air libre	0	— 8
— — en vase clos (Jandus) ...	0	— 6
Lampe à arc-flamme en vase clos	0	— 4
Lampe à vapeur de mercure Cooper Hewitt	0	— 4
Tube au néon, de Claude	0	— 7

Cette liste montre que les sources les plus économiques sont l'arc-flamme à charbons minéralisés, brûlant en vase clos et l'arc au mercure, puis la lampe à filament

métallique fonctionnant dans une atmosphère d'azote et les nouveaux tubes au néon de G. Claude. L'électricité demeure quand même le procédé d'éclairage le plus économique car, si l'on calcule en watts l'obtention de la même quantité de lumière, on arrive aux résultats suivants avec les autres sources :

Bec de gaz, brûleur à récupération.	46	watts	par	bougie
— à cheminée de verre ..	68	—	—	—
Lampe à pétrole	42	—	—	—
Bougie de stéarine	86	—	—	—
Bec de gaz à papillon.....	93	—	—	—

En réalité, seul le manchon à incandescence d'Auer possède un rendement qui lui permet d'entrer en concurrence, au point de vue économique, avec la lampe électrique à filament, cette dernière conservant d'autre part des qualités la rendant préférable à son rival.

Lampes-veilleuses à faible consommation

Le plus petit modèle d'ampoule à filament incandescent pour fonctionner sur réseaux de distribution à

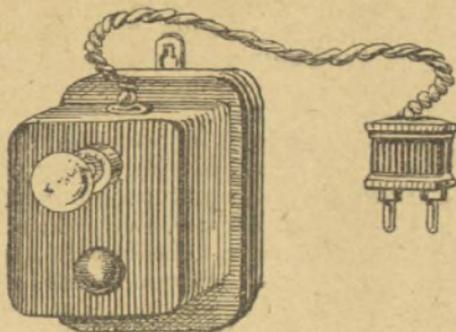


Fig. 84. — Lampe-veilleuse.

110 volts est celui de 10 bougies. On peut avoir besoin cependant de foyers moins intenses et c'est pourquoi on a imaginé des *lampes veilleuses* ne donnant que 2 ou 3 bougies, éclairage suffisant pour chambres de ma-

lades. La plupart des modèles de cette catégorie, se branchant sur distributions de courant continu sont des lampes associées en série avec une résistance calculée pour absorber l'excès de courant, si bien que la dépense d'entretien d'un semblable système est le même que celui d'une lampe de 10 bougies brillant de tout son éclat.

La figure 84 représente l'ensemble d'une lampe fonctionnant sur courant alternatif seulement et basée sur des principes rationnels permettant de réaliser l'économie voulue et ne payer que la lumière vraiment utilisée. L'appareil construit dans les ateliers Vve Charon, Bellanger et Duchamp, présente l'aspect d'une boîte en ébénisterie vernie, portant la lampe et un bouton interrupteur, et qu'un cordon souple avec prise de courant à broches, permet de relier à la canalisation. La boîte contient non plus une résistance absorbant l'excès de courant, mais un petit transformateur à bobine dont la consommation est insignifiante et qui abaisse de 110 à 3 volts la tension aux bornes de la lampe.

Montage des lampes à incandescence

On fait usage de trois systèmes de liaison des ampoules à incandescence aux canalisations amenant le courant :



Fig. 85.
a, b, c, pièces
d'un support de
lampe à baïonnette.

ce sont les douilles à spirales élastiques de Lodyguine, les culots à vis d'Edison et les supports à *baïonnette*, ces derniers les plus usités.

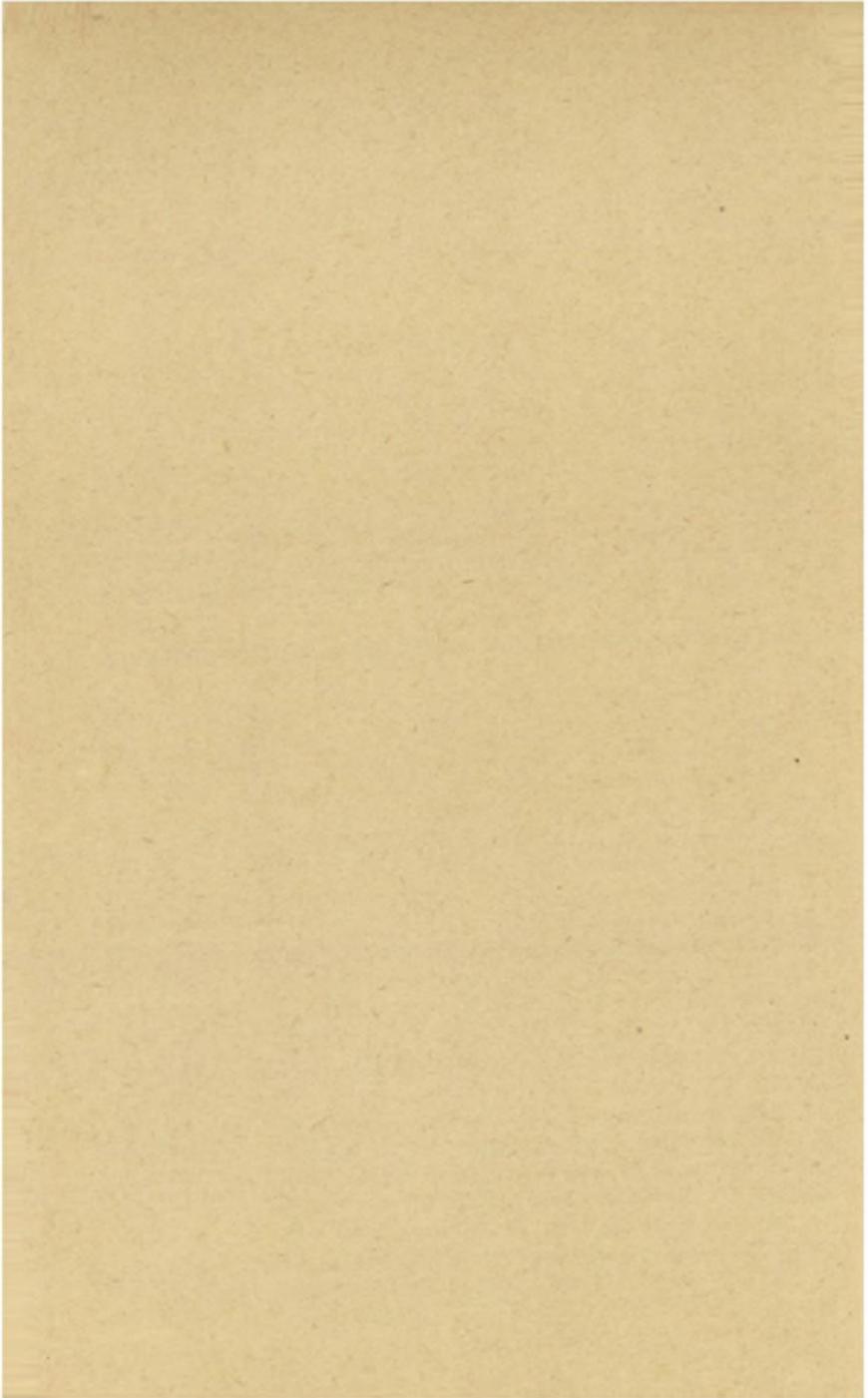
Les supports ou douilles à baïonnette sont composés de trois parties principales : l'embase, la douille proprement dite et la rondelle intérieure. Cette dernière est un disque de porcelaine émaillée, pourvu de deux échancrures diamétrales s'engageant dans des saillies du culot, et traversé par deux petits pistons à ressorts verticaux pourvus de blocs latéraux percés avec vis de pression. La douille porte deux entailles verticales dans lesquelles doivent glisser les petits tenons d'arrêt du culot de la lampe, qui viennent s'arrêter au bas des entailles dans des logements qui leur sont destinés.

Pour monter une douille et une lampe sur une canalisation existante, on dénude l'extrémité des deux fils amenant le courant, on les fait passer dans le vide central de la pièce 2 (fig. 85) que l'on visse ensuite sur l'extrémité fileté du raccord ou du bras de lumière. On pose le disque 4 dans la pièce 2 dont les saillies latérales glissent dans les entailles latérales de ce disque et l'on fait sortir les conducteurs par les trous supérieurs des blocs lesquels correspondent à des ouvertures ménagées dans le disque de porcelaine dans un sens perpendiculaire à celui des pistons à ressorts. Ces conducteurs sont ensuite serrés à bloc à l'aide des petites vis de pression à tête fendue dont les blocs sont munis et rasés à la pince coupante au niveau de la porcelaine. Cela fait, on pose la douille 1 au-dessus de 2 et ces deux pièces sont assemblées solidement en vissant sur le pas de vis de l'embase l'anneau moleté 3 qui réunit le tout.

La lampe peut alors être mise en place : on enfonce son culot dans la douille de manière que les tenons dont elle est munie glissent dans les entailles de cette douille en refoulant sous la pression exercée les tiges des pistons. Un mouvement de torsion fait tourner le culot sur son axe et les tenons s'arrêtent dans les accrochages latéraux. Le contact est parfait grâce à la pression donnée par les ressorts qui obligent les pistons à appuyer sur les plots du fond du culot.

Les supports à interrupteurs comportent deux disques ou plateaux de porcelaine superposés. L'un d'eux, celui du haut, porte les pistons et prises de courant et il est fixe ; l'autre peut tourner d'une certaine quantité, environ un quart de tour à l'aide d'un petit levier horizontal de manière à établir ou rompre la communication entre les parties métalliques des deux disques, et par conséquent allumer ou éteindre la lampe sans qu'il soit nécessaire de mettre un bouton interrupteur sur le trajet d'un des fils amenant le courant.





QUATRIÈME PARTIE

APPAREILS D'INTERCOMMUNICATION

Agencement d'un réseau de sonnettes

L'opération la plus simple, en électricité est celle du montage d'une sonnette d'appel, et la personne la moins au courant des travaux d'électrotechnique la réussira sans peine en observant seulement les précautions voulues pour éviter toute perte de courant par courts-circuits ou insuffisance d'isolement des fils conducteurs. Le matériel à réunir comprend la sonnette, la pile et le bouton d'appel, interrupteur fermant à volonté le circuit de la pile sur la sonnette.

La sonnette se compose d'un électro-aimant attirant, lorsque le courant passe dans le fil roulé autour des barreaux de fer, une plaque ou armature munie d'une lame de ressort qui vient au contact de la pointe d'une vis isolée. Sur l'extrémité de cette armature est vissée une tringle portant un petit marteau venant frapper sur le bord d'un timbre sonore ou d'une cloche. Lorsque ce marteau touche la cloche, la lame de ressort qui se déplace avec l'armature abandonne le contact avec la vis qui amène le courant ; celui-ci ne peut donc plus arriver dans l'électro dont l'aimantation cesse instantanément. L'armature libérée revient aussitôt en arrière, le contact se rétablit et les mêmes effets se répètent très rapidement tant que le circuit est fermé.

Le bouton d'appel le plus simple se compose (fig. 86 et 87) de deux pièces principales : un socle, en forme de disque, portant sur sa face supérieure deux lames élastiques demi-circulaires superposées ne se touchant

en aucun point et fixées aux socles par des vis auxquelles s'attachent les fils conducteurs. Ces lames portent chacune une paillette métallique venant en contact quand on appuie du doigt sur un bouton mobile en matière isolante occupant le centre du couvercle, lequel se visse sur le socle avec lequel il fait alors corps.



Fig. 86. — Bouton d'appel.
a, b, paillettes.

Il existe une grande variété d'interrupteurs à bouton de pression, à manette et plot, etc. Les coulisseaux, tirages à ressorts, pédales, presselles, poires, sont des contacts de formes particu-

lières, de même que les contacts secrets ou de sûreté.

Pour installer une sonnette électrique, on commence par suspendre l'appareil sonore au mur par deux clous à crochet, on place la pile, composée d'un ou deux éléments Leclanché à proximité sur une console ou dans une petite caisse, puis on fixe le socle du bouton au mur par deux vis tamponnées (et non par des pointes qui se rouilleraient dans le plâtre et qu'on ne pourrait plus enlever), on termine en mettant les fils en place.

Le pôle négatif s'attache à une borne de la sonnette ; le pôle positif va rejoindre une paillette du bouton d'appel et un troisième fil unit la deuxième paillette de ce bouton à la borne restée libre de la sonnette.

Les fils seront correctement tendus, à quelques centimètres l'un de l'autre, le long des corniches en s'appuyant de distance en distance, soit sur des taquets en bois paraffiné, soit sur des isolateurs en os autour desquels on les tourne. Une semblable installation est donc peu coûteuse et elle donnera de bons résultats si l'isolement des conducteurs est bien assuré.

Choix des conducteurs de sonnettes électriques

Suivant que les conducteurs seront suspendus à l'extérieur ou circuleront à l'intérieur des habitations, leur

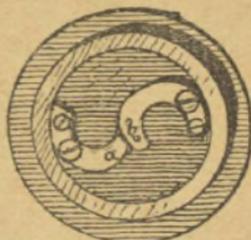


Fig. 87. — Plan.

isolement sera différent ainsi que les supports sur lesquels ils reposeront. Dans le premier cas, on fait usage de fils sous couverture de plomb et de fils nus en cuivre ou en bronze silicieux, dont la ténacité et la légèreté sont plus grandes, ce qui permet d'accroître la portée. Dans l'autre cas, on prend des fils recouverts d'une couche de caoutchouc et d'un guipage en coton de couleurs variées permettant de distinguer du premier coup d'œil la nature du circuit. Ainsi, on choisit le *rouge* pour le fil positif, le *vert foncé* pour le négatif et le *marron* plus ou moins foncé pour le fil de retour.

On n'emploie le fil sous plomb, dans les habitations, que pour les endroits très humides où l'on craint une rapide détérioration des isolants ordinaires et des pertes de courant. Ces conducteurs sous gaine de plomb sont fixés aux murs par des cavaliers ou crochets analogues à ceux qui servent à maintenir les tuyaux de gaz ; il faut faire attention, en les posant, de ne pas percer l'enveloppe de plomb et toucher le cuivre avec le métal du clou, car on établirait ainsi une dérivation permanente qui ne tarderait pas à épuiser la pile et empêcher le fonctionnement de la sonnette.

En ce qui concerne la grosseur qu'il convient de donner aux fils pour réseaux d'appel, on ne descend pas au-dessous de 6 dixièmes et on ne prend pas au-dessus de 16 dixièmes (1 mm. 6 de diamètre) et voici les différents rapports présentés par ces fils :

N ^o DE LA JAUGE décimale	SECTION en millimètres	LONGUEUR DE FIL par kilogramme
1	6 dixièmes	418 mètres
2	7 —	330 —
3	8 —	208 —
4	9 —	180 —
5	10 — ou 1 mm	160 —
6	11 —	135 —
7	12 —	100 —
8	13 —	85 —
9	14 —	75 —
10	15 —	70 —
11	16 —	66 —

On n'emploie guère, toutefois, que les trois numéros suivants : le 4 pour les communications d'une pièce à une autre d'un même appartement, le n° 5 pour les colonnes montantes dans les escaliers, et le n° 6 pour les raccords et les jonctions diverses.

Combinaisons de réseaux de sonnettes

L'agencement le plus simple est celui qui vient d'être expliqué : une sonnette, un bouton d'intercommunication placé en un point quelconque des locaux, et une pile émettant le courant, mais on peut réaliser de nombreuses combinaisons dont les plus usuelles sont : une sonnette unique commandée par un nombre varié d'appels disséminés dans des chambres d'une même maison ; deux sonnettes associées et vibrant simultanément quand on appelle, poste d'appel et de réponse avec deux sonnettes, deux boutons et une seule pile, avec retour par la terre, etc., etc.

Si l'on veut commander une sonnette unique de différents points d'un appartement, le fil *positif* est conduit, depuis le pôle charbon de la pile jusqu'au bouton d'appel le plus éloigné. Sur son trajet, on branche autant de fils de dérivation qu'il est nécessaire pour alimenter chacun l'une des paillettes des boutons. Le fil *négalif* partant du pôle zinc de la pile va s'attacher directement à l'une des bornes de la sonnette et le fil partant de l'autre borne de cette sonnette se subdivise en plusieurs branches se rendant chacune à la paillette restant libre de chaque bouton.

La pose d'un appel pouvant commander simultanément deux sonneries peut être réalisée, en associant ces dernières en dérivation plutôt qu'en série, car, dans ce dernier cas, il faudrait que la résistance des électroaimants fût exactement la même dans les deux sonnettes et que les mouvements des armatures fussent synchronisés, autrement la sonnerie la moins résistante absorbera tout le courant tandis que l'autre restera muette.

Pour actionner, d'un poste central, un nombre quelconque de sonnettes, on emploie, au lieu d'un bouton de contact, un *commutateur* possédant autant de plots

qu'il y a de sonnettes. En plaçant la lame du commutateur sur le plot correspondant, le circuit est fermé sur la sonnette en rapport avec ce plot. Le fil négatif de la pile se divise sur son parcours en autant de dérivations qu'il y a de sonnettes à actionner et le fil positif va s'attacher à la manette du commutateur.

L'appel et la réponse entre deux postes peuvent être

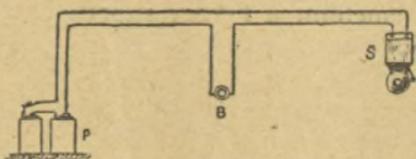


Fig. 88. — Pose d'une sonnette et un bouton.

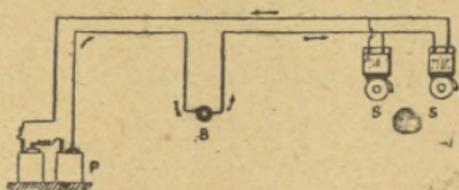


Fig. 89. — Un bouton commandant deux sonnettes fonctionnant ensemble.

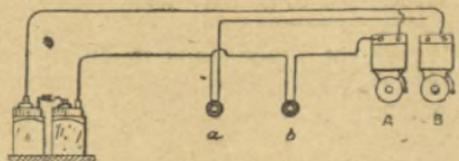


Fig. 90. — Deux boutons *a b* commandant l'un la sonnette B, l'autre la sonnette A.

réalisés de deux façons différentes avec trois fils de ligne et une seule pile, ou deux fils et pile à chaque poste. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients ; l'une exige un tiers de conducteurs en plus que l'autre qui demande, lui, de doubler le nombre des éléments de piles. Avec trois fils, comme dans la plupart des cas, le pôle positif de la pile du poste d'émission est relié à une

paillette du bouton d'appel de ce poste. La paillette libre de chaque bouton est ensuite mise en relations avec la borne libre de la sonnette de l'autre poste.

Il peut encore arriver que l'on ait besoin d'actionner, avec un seul bouton, l'une ou l'autre de plusieurs sonnettes placées dans des pièces différentes, par exemple lorsqu'on veut appeler depuis sa chambre à coucher un domestique couchant à l'étage supérieur mais qui peut, lorsqu'on l'appelle, avoir quitté sa chambre pour descendre à la cuisine. Le résultat est obtenu à l'aide d'un commutateur à deux directions placé sur l'un des fils

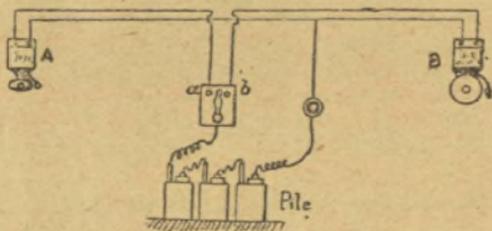


Fig. 91. — Deux sonnettes commandées à volonté à l'aide d'un commutateur.

se rendant à la sonnette. Tant que la manette est sur le plot mort central, aucun courant ne passe, il faut la déplacer à droite ou à gauche pour envoyer le courant dans la sonnette du service de nuit ou dans celle de jour. Ce commutateur est placé dans la chambre de maître, près de la tête du lit ou dans celle du domestique qui le manœuvre selon qu'il se trouve dans sa chambre ou qu'il se prépare à descendre à la cuisine, dirigeant ainsi l'appel sur l'une ou l'autre des deux sonnettes. Ce sont les circonstances spéciales à chaque installation qui déterminent l'emplacement qui convient le mieux à cet appareil (fig. 91).

Les contacts de sûreté

Il existe trois variétés d'interrupteurs de ce genre, dont il n'est pas besoin de faire ressortir les avantages et l'utilité ; ce sont les *contacts de feuillure* se plaçant dans le chambranle d'une porte ou d'une fenêtre dont ils

annoncent l'ouverture par le bruit de la sonnerie, les contacts *extérieurs*, qui ne fonctionnent qu'au moment de l'ouverture ou de la fermeture du vantail, et les contacts *à pédale*, dissimulés sous les marches d'escaliers, feuilles de parquet, etc., et agissant sous la pression du pied à l'insu de la personne qui marche.

Le contact de feuilure (fig. 92) se compose d'une plaque de laiton de 8 centimètres de long sur 2 de large percée à chaque bout d'ouvertures fraisées pour le logement des vis de fixation et au milieu d'une échancrure donnant passage à une demi-rondelle d'ébonite portée par une lame de ressort portant une paillette. Le fonctionnement est le suivant : tant que le vantail demeure fermé, la paillette est écartée du contact par la rondelle d'ébonite qui est comprimée par le chambranle. Aussitôt que le vantail est ouvert cette pression cesse, la lame se détend, les deux paillettes arrivent en contact, le circuit est fermé et la sonnette vibre.

Le contact extérieur fonctionne en sens inverse ; au lieu de mettre les paillettes en communication lorsque l'obstacle qui les sépare s'est écarté, c'est le frottement du vantail contre le chambranle qui détermine la fermeture du circuit sur la sonnette. Celle-ci résonnera d'autant plus longtemps que le contact aura été disposé plus près de l'angle intérieur de la porte et tant que celle-ci ne sera qu'entrebaillée.

Le contact à pédale, se dissimulant sous le plancher, exige la mobilité de la lame de parquet ou de la marche d'escalier sous lequel il est placé. Celles-ci seront donc montées sur deux tourillons pour pouvoir pivoter et s'appuyer sur un bouton à ressort qui agit sous le poids du corps d'un visiteur comme un bouton d'appel ordinaire sous la pression du doigt et détermine la mise en contact de deux paillettes et la fermeture du circuit sur la sonnette. Ces divers mécanismes d'intercommunication étant invisibles constituent d'excellents moyens de préservation contre les visites indésirables, car ils avertissent à dis-

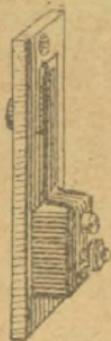


Fig. 92.
Contact de sû-
reté de feuil-
lure.

tance de l'ouverture des portes ou des fenêtres ainsi protégées. Mais, pour avoir une sécurité plus complète, il faudra dissimuler le plus possible à la vue ces petits appareils et surtout les fils les reliant à la sonnette et à la pile.

Construction d'un réducteur de potentiel pour actionner les sonnettes par le courant à 110 volts

Il est possible de remplacer le courant des piles par celui des distributions d'éclairage au potentiel de 110 volts courant continu. Sur une tablette de chêne, on visse

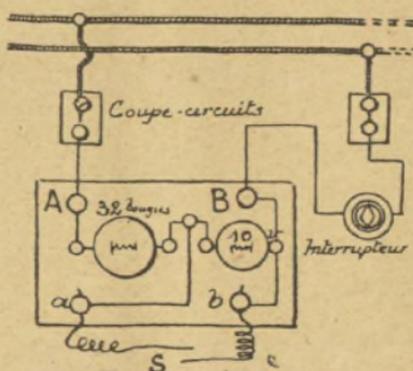


Fig. 93. — Réducteur de potentiel.

côte à côte deux supports de lampes à incandescence montés sur embases avec raccord fileté au pas du support.

Dans la première douille, on place une ampoule 110 v. 32 bougies et une de 10 volts dans l'autre, chacune de ces ampoules absorbant une intensité de 1 ampère. Les deux lampes sont associées en série et le fil libre de chacune d'elles est fixé sous une borne avec vis à bois vissée dans la tablette. Aux bornes de la lampe de 10 v., on prend une dérivation à l'aide de deux fils aboutissant aux bornes *a b* d'où partent les fils se rendant aux bornes de la sonnette *S* (fig. 93). Les bornes *A* et *B* sont reliées au circuit d'éclairage, la première par un fil traversant un coupe-circuit unipolaire *cc*, l'autre par un conducteur

plus long sur lequel est intercalé un bouton d'appel D, en porcelaine et un second coupe-circuit e.

Le fonctionnement de ce dispositif est simple. Chaque fois qu'on appuiera le doigt sur le bouton interrupteur, le courant à 110 volts passera dans les lampes et un courant dérivé, de 10 volts au plus, passera dans l'électrode de la sonnerie et le rendra actif. Le réseau peut, bien entendu, comporter autant de boutons qu'on le juge nécessaire. On remarquera que, si l'on retirait la lampe de 10 volts de son support, le fonctionnement se produirait comme auparavant et la sonnette retentirait beaucoup plus fortement qu'avec la lampe intercalée, mais la rupture entre la pointe de la vis platinée et le ressort de l'armature s'opérant alors, sous une tension de 110 au lieu de 10 volts, il se produirait entre ces deux pièces des étincelles très fortes qui mettraient rapidement l'appareil hors de service. Le plomb fusible des coupe-circuit devra mesurer 3 dixièmes de diamètre.

Utilisation du courant alternatif 110 volts

Il existe dans le commerce divers modèles de transformateurs permettant d'abaisser, pour divers usages, jusqu'à moins de 8 volts la tension des courants alternatifs à 110 volts distribués par certains secteurs, et le *Ferrix* est un des plus connus. L'électricien pourra fabriquer lui-même un petit appareil de ce genre en procédant ainsi que nous allons l'expliquer, d'après M. Geiger :

On commence par fabriquer un circuit magnétique fermé de forme rectangulaire mesurant 120 mm. de long sur 45 mm. de large. Ce cadre sera fait avec des feuilles de tôle de 3 dixièmes de millimètre d'épaisseur faciles à découper avec de forts ciseaux ; on laissera un vide intérieur suffisant pour que les côtés de ce cadre aient une largeur de 15 mm. On superpose alors 40 cadres identiques, en ayant soin d'intercaler entre chacun une feuille de papier goudron pour emballage, trempé dans de la paraffine fondue ou du papier écolier traité de même est ce qui convient le mieux, et l'on a ainsi un noyau magnétique *feuilleté* insensible aux courants parasites nui-

sibles dits de Foucault. L'épaisseur de ce cadre est d'environ 15 millimètres.

On serre ce cadre dans les mâchoires d'un étau afin de pouvoir percer dans chaque angle un trou où l'on passera une petite broche de fer que l'on rivera des deux côtés pour avoir un assemblage solide et ne faire qu'un bloc plein de tous ces petits cadres.

Cela fait, on enroule sur l'un des longs côtés un ruban chattertonné ou caoutchouté ayant pour but de préserver le fer de toute oxydation, d'abord de gauche à droite, puis en sens opposé afin d'avoir deux épaisseurs se juxtaposant exactement, enfin on divise ce côté en deux sections d'inégales longueurs par uné cloison en mica ou en ébonite placée à 55 millimètres d'un des côtés intérieurs. On agence de même, contre chacun de ces côtés, des cloisons identiques, faites en deux pièces réunies l'une à l'autre par des agrafes en fil de cuivre fin, et qui feront fonction de joues pour maintenir en place les différentes couches de fil dont il faut recouvrir ensuite ce côté du cadre constituant le noyau magnétique.

On enroule donc à la main, sur la portion la plus longue, du fil de 1 dixième de millimètre isolé à la soie, chaque couche étant séparée de la suivante par une feuille de papier paraffiné. Il en faut 35 couches successives. Les deux extrémités du fil sont soudées à deux petites lames de cuivre venant s'engager sous les pieds de deux bornes *a b* vissées sur une planchette devant supporter le transformateur une fois terminé.

Sur la portion la plus courte du noyau carré, on enroule du fil de 3 dixièmes. Le nombre de spires sera en rapport avec le voltage que l'on veut obtenir. Si l'on désire avoir 8 volts, ce qui est très suffisant pour actionner des sonnettes, et que sur la première portion on ait roulé 35 couches de 150 spires chacune, le rapport suivant donnera le nombre de spires qui devront recouvrir la deuxième portion de l'enroulement :

$$\frac{110}{8} = \frac{35 \times 150}{x} \text{ soit } 381$$

Les extrémités de ce deuxième fil sont reliées à deux autres bornes sur lesquelles viennent s'attacher les

fil du circuit comprenant la sonnette et le bouton d'appel, tandis que les deux bornes $a b$ sont reliées par des fils de dérivation aux câbles amenant le courant de distribution.

On peut rappeler, à titre d'indication, que la résistance du fil de cuivre de 1 dixième de millimètre est de 1 ohm 982 par mètre et celui de 3 dixièmes de 220 ohms par kilomètre.

La pose des enroulements sur l'un des quatre côtés d'un cadre rigide étant assez difficile, on peut tourner cette difficulté en posant six rivets au lieu de quatre

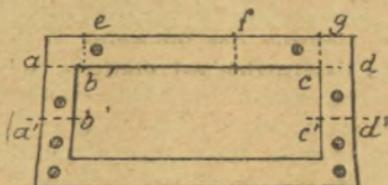


Fig. 94.

(ces rivets sont indiqués en noir sur la figure 94) et en coupant l'un des deux longs côtés du cadre en $a b$ et $c d$. Les trois joues des deux enroulements successifs sont posées et serties en $e d f$ et le noyau est mis sur un tour à bobiner pour rouler les fils, ce qui s'exécute beaucoup plus régulièrement et surtout plus rapidement qu'à la main. Ces bobinages posés, le noyau est reconstitué et rendu homogène en faisant pénétrer les plaques les unes entre les autres jusqu'en $a' b'$ et $c' d'$, ou en les maintenant entre quatre lames rapportées formant pinces maintenues par des rivets. L'essentiel est de fermer le circuit magnétique pour éviter les pertes de flux. La disposition feuilletée avec papiers isolants empêche tout échauffement nuisible et assure un rendement très élevé de l'appareil.

Entretien des piles pour sonnettes

Un élément de pile au sel ammoniac doit posséder un voltage d'environ 1 v. 2 quand on le mesure avec un petit voltmètre ; si ce chiffre n'est pas atteint, on peut

craindre que la pile soit polarisée, soit que le liquide excitateur se soit appauvri ou le peroxyde de manganèse neutralisé. L'épuisement résulte normalement d'une longue durée de fonctionnement de la pile, mais il peut arriver aussi qu'une perte par contact avec la terre ou un court-circuit soient survenus en un point quelconque de la canalisation, par suite d'un mauvais isolement des conducteurs. Il en résulte une déperdition constante d'énergie dont on ne s'aperçoit que par l'affaiblissement plus ou moins rapide de la batterie. C'est pour éviter cette grave conséquence qu'il convient d'apporter les plus grands soins dans la mise en place des lignes et l'exécution des jonctions et dérivations.

Si la solution excitatrice est épuisée, on vidange les bocalux après avoir retiré les vases poreux ou les sacs d'agglomérés et les zincs ; on les lave et les rince, puis on gratte les électrodes avec une lame émoussée pour les débarrasser des efflorescences et sels grimpants qui ont pu envahir les connexions et les bornes et on termine le nettoyage en frottant ces pièces avec du papier de verre de grosseur moyenne.

Pour recharger une batterie, on prépare dans une cruche de grès une solution saturée, c'est-à-dire dans la proportion de 80 à 100 grammes selon la température, de sel ammoniac pur par litre d'eau. La force électromotrice développée et la constance du courant dépendent en grande partie de la bonne qualité de ce sel, aussi doit-on le prendre aussi pur et exempt de plomb que possible. Le liquide une fois préparé est versé dans les bocalux à l'aide d'un entonnoir en fer-blanc.

Les zincs, qui n'ont pas besoin d'être amalgamés, durent très longtemps. Les positifs à sac ont une capacité supérieure à 100 ampères-heure par kilogramme. Sous un même volume, le poids de matière dépolarisante est double de celui du vase poreux, aussi ce dispositif est-il préférable à tous égards.

Installation des tableaux indicateurs

Il existe deux genres de tableaux indicateurs : les tableaux à déclenchement et les tableaux à guichets. Leur but est de compléter les réseaux d'appel à son-

nerie en permettant de connaître, par l'examen de la mention apparue, le point d'où est parti l'appel. Tantôt, chaque guichet est surmonté d'une indication déterminée, et un *voyant* apparaissant dans l'encadrement transparent annonce l'endroit d'où a été lancé l'appel, et tantôt il n'y a pas de mention et c'est sur le voyant même qu'est inscrit le numéro ou la mention du poste qui appelle. On peut disposer dans deux pièces différentes éloignées l'une de l'autre deux tableaux répé-

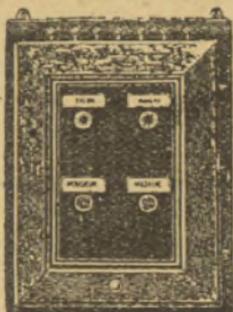


Fig. 95. — Tableau à quatre guichets. Fig. 96. — Mécanisme de commande.

tant simultanément l'indication ; le tableau principal est l'*annonciateur* et l'autre le *répétiteur*.

La mise en place de ces appareils ne présente pas de difficultés particulières et elle ne réclame que de l'attention. On commence par fixer la boîte au mur au moyen des agrafes dont elle est pourvue et qui s'accrochent à des clous à crochet. Les piles, composées de trois ou quatre éléments Leclanché couplés en tension, sont posées sur le sol au-dessous du tableau et enfermées dans une caisse pour éviter l'évaporation du liquide et les dépôts de poussière. La sonnette ou l'appel sonore est disposée au-dessus du tableau le long de la corniche.

Les fils sont ensuite serrés sur les bornes de ce tableau dans l'ordre suivant : à la première borne un fil recouvert de guipage *rouge* se rendant au pôle positif (charbon) de la pile ; à la deuxième un fil *vert* allant au pôle négatif (zinc), à la troisième un fil *bleu* allant à une borne de

la sonnerie, à la quatrième un fil *marron* correspondant à l'électro du premier guichet, à la cinquième, sixième, etc..., les fils se rendant au deuxième, troisième... guichet. Sur le trajet du fil positif sont branchés en dérivation des fils secondaires allant à une des paillettes des boutons d'appel. La deuxième paillette est reliée

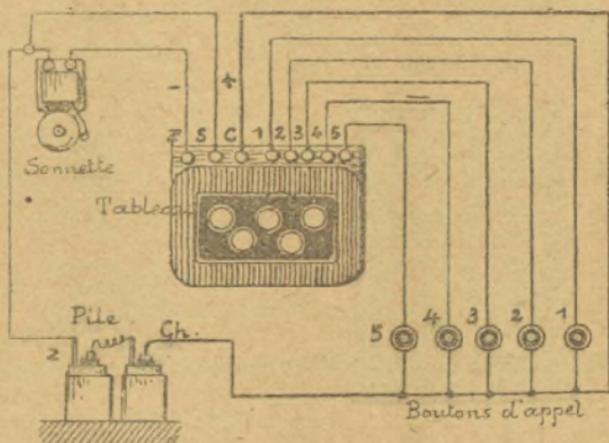


Fig. 97. — Tableau à 5 numéros.

comme il vient d'être dit à la borne du tableau lui correspondant (fig. 97).

On conçoit qu'en fermant le circuit en appuyant sur un bouton, on fait résonner le timbre, en même temps que le signal apparaît dans le guichet. Pour rendre possible un appel ultérieur, il faut faire disparaître ce signal et ce résultat est obtenu en pressant un bouton-poussoir disposé au bas du cadre. Le courant est inversé dans l'électro commandant ce guichet, l'aiguille pivote et le carton qu'elle porte s'éclipse derrière la partie opaque du verre.

Pose d'un tableau répétiteur

Un tableau annonciateur de dix numéros possède quatorze bornes. On serre d'abord les fils se rendant à la pile et à la sonnette, puis on prend chacun des fils venant de la paillette demeurée libre de chaque bouton

d'appel, on le tend sur les isolateurs le long des corniches et on les amène tous, sans chercher à les distinguer, auprès du tableau. Pour effectuer le triage, un aide se rend à la chambre correspondant au n° 1 et ferme le circuit en appuyant sur le bouton ; l'électricien resté auprès du tableau cherche quel est le fil qui fait apparaître le numéro ou la mention en les appuyant l'un après l'autre sur la borne correspondant à ce numéro et il le serre sur la borne quand il l'a trouvé. L'aide passe ensuite dans la chambre n° 2 et agit de même, le fil reconnu est attaché à sa borne et continue de la même façon jusqu'au dernier numéro. On voit que rien n'est plus simple.

Quand ce tableau fonctionne convenablement, on passe au tableau répétiteur placé dans une autre salle. Pour reconnaître les fils quand ils sont arrivés près de ce tableau, on le relie provisoirement à une sonnette, après avoir placé quelques éléments de piles auprès du tableau principal et attaché à la borne 1 le premier fil que l'on retire de sa borne. On serre un second fil sur l'autre pôle de la pile et on le déroule en le laissant flotter par la cage de l'escalier ou le plus court chemin jusqu'à l'une des bornes de la sonnette disposée auprès du tableau répétiteur. Prenant ensuite d'une main le faisceau des fils à reconnaître, on présente de l'autre, à la borne libre de cette sonnette, l'extrémité soigneusement dénudée de chacun de ces fils. Un seul d'entre eux fera sonner : ce sera évidemment celui de la borne du tableau principal. On l'attachera définitivement à sa place, d'abord au répétiteur, ensuite à l'annonceur, puis on procédera de même, en ôtant le fil de la borne 2 du tableau principal pour le relier au pôle libre de la pile et ainsi de suite jusqu'au dernier.

Tous les fils des deux tableaux étant ainsi reconnus, on ajoute à leur faisceau les fils venant de l'annonceur et qui doivent aller à l'autre. Le faisceau ainsi complet est mis en place ainsi qu'il vient d'être expliqué. On arrive au premier étage où l'on fixe tous les fils de ligne desservant cet étage et s'y arrêtant. Les divers branchements sont opérés sur les deux fils principaux et on agit de même pour les étages suivants. Quand tous les fils sont parvenus à destination, on termine le montage en dénu-

dant l'extrémité de chaque fil pour l'introduire dans le trou de la borne correspondante du tableau et on assure sa position en serrant à fond la vis de pression de la borne.

Pose et installation des postes téléphoniques

Les téléphones ont un grand avantage sur les simples sonnettes d'appel : ces dernières donnent un simple avertissement, même complétées par un tableau indiquant l'endroit d'où est parti l'appel. Avec le téléphone, on peut échanger des conversations, donner des ordres détaillés et demander une réponse par la même voie, d'où le succès des appareils destinés aux échanges de communication dans toute l'étendue d'un établissement commercial ou autre, et même dans les simples habitations particulières. Il existe de nombreux modèles de postes téléphoniques pour l'usage privé, possédant une remarquable sensibilité de transmission, et cependant dont le prix n'a rien d'excessif, car il demeure inférieur à celui des appareils pour transmissions à grande distance agréés par l'Etat.

Un poste téléphonique comporte : un transmetteur microphonique, un récepteur, un commutateur automatique, une sonnette d'appel avec bouton et une pile de trois ou quatre éléments Leclanché. Le plus ordinairement, le transmetteur et le récepteur forment un instrument unique muni d'une poignée les unissant, si bien qu'on a le téléphone à l'oreille pour écouter, tandis qu'on a le parleur devant la bouche. Au repos, l'appareil est suspendu à un crochet à ressort formant commutateur si bien que c'est la sonnette d'appel qui se trouve alors en circuit. Quand on prend le téléphone à la main pour causer, le crochet, ramené par le ressort libéré, retire la sonnette du circuit et dirige le courant dans l'écouteur. De même que dans le système que nous avons décrit d'appel et réponse par sonnettes d'appel, il peut y avoir deux fils de ligne, mais il faut alors une pile à chaque poste, ou bien trois fils et une seule batterie. On peut même n'avoir qu'un seul fil et le retour s'opère par la terre comme dans les télégraphes, mais ce procédé n'est pas à recommander car la transmission n'est pas nette.

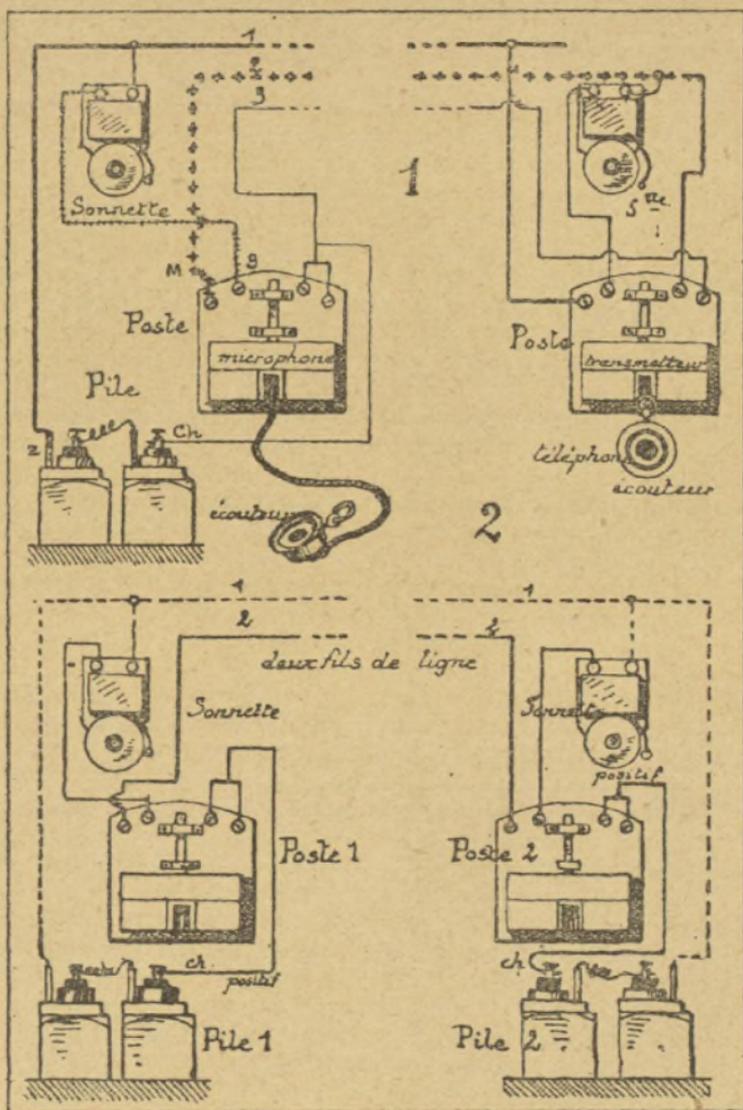


Fig. 98 et 99. — Pose de postes domestiques avec deux et trois fils.

Le choix de l'emplacement à donner aux postes dits *muraux*, à tablette microphonique horizontale ou verticale, n'est pas sans influence sur le bon fonctionnement des appareils. Ceux-ci ne devront pas être appuyés contre des cloisons minces en planches parce que les vibrations de ces supports pourraient nuire à la transmission ou à la réception de la parole et gêner considérablement les conversations. De même, il faut éviter de les placer dans des locaux humides qui pourraient amener l'oxydation des contacts métalliques et causer la détérioration des organes intérieurs, décoller les charbons microphoniques, etc. Cependant, si l'on était forcé de placer les appareils contre des cloisons peu épaisses ou des murs humides, on les isolerait de ces supports par des cales en matière isolante, imperméable et impu-trescible, par exemple des anneaux en bois paraffiné, fibre, ébonite, porcelaine, etc., dans le vide intérieur desquels passeraient les vis de fixation.

De même, et toujours pour assurer leur conservation, les postes ne devront pas être installés à proximité d'une cheminée, d'un poêle ou d'une bouche de chaleur, car le bois se desséchant outre mesure, il pourrait en résulter le dérèglement du microphone, le desserrage des vis et l'écaillage du revêtement isolant des fils conducteurs. La poussière doit également être évitée, car, pénétrant dans la boîte et se déposant sur les contacts mobiles, elle peut arriver à interrompre les communications. Enfin une condition non moins importante pour le bon fonctionnement des postes, réside dans la conservation rigoureuse de l'isolement des canalisations, surtout aux points de jonction aux fils de dérivation. Il convient donc de maintenir tout en parfait état de propreté si l'on veut avoir de bons résultats.

Vérification du fonctionnement des postes téléphoniques

Les postes ayant été mis en place, il sera utile, avant de les relier à leurs lignes respectives, de vérifier leur bon fonctionnement. A cet effet, on attache les fils d'une pile de deux éléments aux bornes d'attache correspondant à la ligne et au retour, ce qui met l'appareil en court-circuit. La sonnette mise dans le circuit doit vibrer sans

interruption jusqu'à ce qu'en appuyant sur le bouton d'appel on interrompe l'arrivée du courant. On fixe alors les fils de piles à leurs bornes réglementaires et l'on relie provisoirement ensemble les bornes de ligne du poste en essai. Si les communications sont bonnes, on doit entendre un bruit sec, un craquement dans le récepteur quand on passe le doigt sur la planchette du microphone. Les postes fonctionnent très bien avec deux éléments Leclanché couplés en tension ; pour les grandes distances on peut en prendre trois, c'est suffisant car un excès de force électromotrice donne naissance dans les récepteurs à des crépitements très gênants dans la conversation.

Avant de mettre en service un réseau de téléphones domestiques, on vérifiera avec attention toutes les connexions, bornes d'attache, dérivations, contacts, etc. Pour les sonnettes, on s'assure du réglage de la vis de pression sur la lamé du trembleur et on serre à bloc la vis formant contre-écrou. On inspecte également les paillettes des boutons d'appel et du commutateur automatique ; si elles sont légèrement oxydées, on leur rend leur brillant normal en les frottant avec du papier émeri fin.

Recherche des dérangements dans les lignes et postes téléphoniques

Les dérangements que l'on constate dans les lignes téléphoniques proviennent de ruptures ou défaut de conductibilité par dérivations, mélanges ou pertes à la terre. Pour déterminer d'une façon certaine la nature de ces dérangements, il faut se servir d'une pile et d'un galvanomètre à fil fin ou voltmètre et mesurer la résistance de chaque fil ou dérivation. Le téléphone, justement à cause de son extrême sensibilité, ne peut être utilisé pour ces recherches car il donne des indications susceptibles d'induire en erreur sur la nature réelle du dérangement constaté.

Ces dérangements peuvent résulter de causes multiples : défaut de réglage des organes électromagnétiques ou mécaniques, ruptures de fils, contacts défectueux, piles en mauvais état, etc.

Dès que l'on s'aperçoit d'une interruption dans la transmission, on vérifie d'abord les piles puis les sonneries

et les fils les réunissant ainsi qu'au poste. Si l'on ne remarque rien d'anormal, et que les communications demeurent malgré tout impraticables, on peut en déduire que le dérangement se trouve sur la ligne ou dans les appareils du poste correspondant. Pour s'assurer de l'état de conservation de la ligne, on isole les fils de l'autre poste en les réunissant ensemble ou en les mettant à la terre suivant que la ligne est à deux conducteurs ou à une seule ligne avec retour par la terre, puis on vérifie la résistance de cette ligne à l'aide d'un galvanomètre ou d'un ohmmètre à cadran à lecture directe. La déviation de l'aiguille montre si cette résistance demeure normale, cas auquel le défaut serait dans le deuxième poste.

Pour vérifier l'état d'un poste qui ne fonctionne pas, on le met en court-circuit comme nous l'avons expliqué plus haut. Si, en passant le doigt sur la planchette du microphone on ne perçoit rien dans le téléphone tenu à l'oreille, on peut se trouver en présence de cas différents : 1° *dérangement dans la pile* du poste ou les fils la reliant à l'appareil, on mesure alors le voltage des éléments ; 2° *interruption dans le circuit*, que l'on peut reconnaître en suivant avec les doigts le fil de la première borne inférieure, à gauche de l'appareil à l'entrée de la bobine lorsque le poste en possède une ; de la sortie de ce fil aux charbons du microphone, de la sortie du fil venant du microphone aux contacts du commutateur automatique ; de ces derniers à la deuxième borne inférieure à gauche de l'appareil (poste mural à tablette) ; 3° *défectuosité des contacts* ou fil cassé dans la section du conducteur de la borne au commutateur, contact de celui-ci avec le bloc correspondant à l'entrée du fil dans la bobine, de la sortie de ce fil jusqu'au récepteur, fil reliant les deux récepteurs, fil réunissant les sorties des téléphones.

Si le dérangement réside dans les récepteurs, le transmetteur ayant été reconnu en parfait état, on vérifie ces appareils en faisant successivement passer dans chacun d'eux le courant d'un élément de pile. Pour cela, il faut enlever les vis retenant les cordons sur la boîte. Si les téléphones sont bons, si aucun fil de connexion n'est rompu et l'aimant toujours actif, ils doivent rendre sous l'influence du courant, au moment où on l'interrompt,

un son assez puissant pour être perçu à distance de l'oreille. Si le son n'est pas perceptible, c'est que le téléphone est défectueux, soit par sa construction même, soit par suite d'un accident ; il faudra, pour s'assurer de son état, le démonter et examiner avec soin ses divers détails internes.

Entretien des lignes téléphoniques

Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le dire, il ne faut pas employer la terre comme retour dans une installation de téléphones, mais bien deux conducteurs composant un circuit entièrement métallique. Il n'y a que dans les endroits où aucun phénomène d'induction n'est à redouter que l'on peut prendre un seul fil de ligne, de préférence en bronze silicieux ou phosphoreux de grande ténacité, de 12 dixièmes de diamètre, nus, sans le moindre isolant. Les chances d'accident par l'effet du vent et de la neige sont très réduits par suite de ce faible diamètre, l'induction est plus faible et le bourdonnement du fil bien moins fort. Enfin avec les fils de bronze, les poteaux de support peuvent être beaucoup plus écartés qu'avec le cuivre, la portée pouvant atteindre 150 et même 200 mètres, d'où économie sérieuse de matériel, de main-d'œuvre et de frais de transport.

Les mélanges

Il ne faut pas immédiatement conclure, sur une ligne à simple fil avec retour par la terre, d'un mélange si l'on entend la conversation tenue sur un fil voisin car ce fait peut provenir de l'induction. On n'est réellement certain qu'un mélange, dû à un contact accidentel avec une autre ligne téléphonique existe, que si l'on reçoit sur la sonnerie de son poste des appels envoyés par le fil voisin.

Dans les lignes à deux conducteurs, si l'un des fils est mêlé avec une ligne voisine, on ne remarque dans le téléphone que de l'induction ; l'appareil fonctionne cependant ainsi que la sonnerie. Si les deux fils de la ligne sont mêlés ensemble, on ne communique ni par sonnerie ni par téléphone puisqu'il y a court-circuit. On n'entend pas d'induction ou seulement l'induction normale de la ligne.

S'il y a une perte à la terre sur un seul fil, on ne remarque que de l'induction, mais si les deux fils sont à la terre, on ne communique d'aucune façon.

Agencement de réseaux téléphoniques

Les téléphones sont, comme on sait, un monopole d'Etat et les particuliers n'ont le droit d'employer ce moyen de communication que sur l'étendue de leurs propriétés. Cependant, même dans ce domaine restreint, la téléphonie rend les plus grands services en mettant en communication verbale constante les points les plus éloignés d'un vaste établissement. Aussi toutes les grandes usines, manufactures, tous les grands magasins, services de banque, etc., ont-elles réuni les moindres cellules de leurs locaux par des réseaux de téléphones privés, avec ou sans bureau central.

Le service des sonneries d'appel n'est pas le même que celui des téléphones, il est indépendant. Ainsi, supposons que le poste n° 1 veuille parler aux postes 2 ou 3, il les sonnera en appuyant sur le bouton d'appel, le poste appelé décroche son récepteur qui se met automatiquement en circuit et il peut recevoir la communication.

Si c'est le poste n° 2 qui veut communiquer avec le poste n° 3, il le sonne avec son bouton marqué 3 en ayant soin de mettre le commutateur sur le plot Z. Le poste appelé décroche son récepteur et peut répondre. La conversation terminée, le poste 2 remet son commutateur sur le plot C. Un poste appelé décroche son récepteur et répond sans s'occuper de la sonnerie. Le numérotage des boutons d'appel et des plots du commutateur est, bien entendu, différent à chaque poste. Le poste 1 est muni de deux boutons marqués 2 et 3, et la planchette de raccord porte les vis d'attache du fil de ligne et d'un fil de dérivation CM (charbon microphone). Les boutons du poste 2 sont marqués 1 et 3, ceux du poste 2, 1 et 2. De cette façon, on ne peut se tromper dans les appels, et l'un des trois postes peut entrer en communication avec l'un quelconque des deux autres.

La complication, et par suite la dépense de fils, que

nécessite l'agencement de postes téléphoniques ainsi *embrochés* et communiquant ensemble est plus grande qu'avec le procédé *par bureau central*, mais ce dernier procédé exige la présence permanente d'un employé chargé de répondre aux demandes et d'établir la liaison entre le poste appelant et celui appelé.

Notre figure 100 représente le schéma d'une installation de trois postes téléphoniques avec central. Chacun

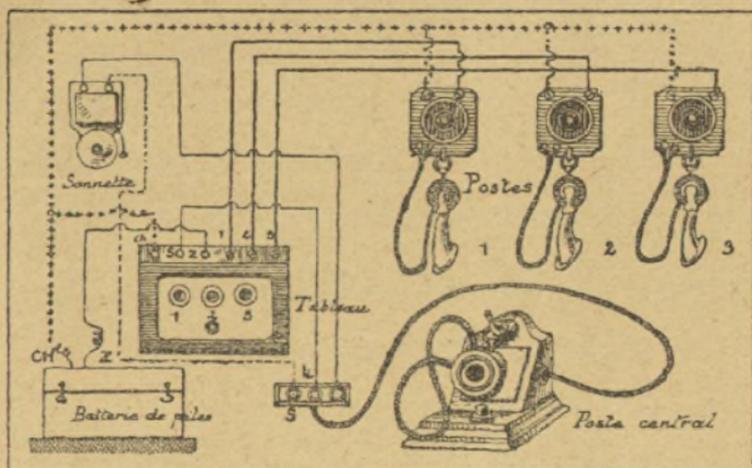


Fig. 100. — Installation de postes avec central.

de ces postes est relié au central par un fil direct et une dérivation sur le fil positif général et peut, par suite, appeler le central pour être mis en rapport avec l'un des autres postes. C'est le numéro apparaissant au tableau annonciateur qui indique à l'employé du central quel est le poste appelant. Il opère la liaison en sonnant d'abord le poste qu'on appelle puis en réunissant les deux lignes par un cordon souple à deux conducteurs terminés par des fiches métalliques s'engageant dans les trous des *jacks*, lorsque le réseau comporte un nombre élevé de postes. Dans le plan de la page précédente, la planchette de raccord du poste central porte trois vis recevant les fils de sonnerie, ligne et charbon-microphone. Ce dernier se bifurque pour se rendre, d'une part à la deuxième

borne de la sonnerie, d'autre part à la borne correspondante du tableau-annonciateur.

Du pôle positif de la pile part un fil qui se rend à la vis C de chacune des planchettes de raccord des appareils, planchettes ayant trois vis dont deux C et CM sont reliées électriquement par un fil, l'autre L servant d'attache au fil de ligne.

Au repos, le récepteur de l'abonné étant suspendu à son crochet c'est la sonnette d'appel qui se trouve dans le circuit et fonctionnera lorsque le central ou l'abonné lanceront dans la ligne le courant de la magnéto ou des trois éléments de pile. En décrochant le récepteur, le commutateur fonctionnant automatiquement retire la sonnette du circuit et la remplace par le téléphone.

Dans le cas que nous considérons, le générateur de courant est au poste central, auprès du tableau indicateur annonçant quel est le poste demandant à entrer en communication. Il n'est pas besoin, la plupart du temps, que les appareils comportent une bobine d'induction, sauf pour les grandes distances.

Avertisseurs électriques de température

Il est nécessaire de contrôler, dans diverses circonstances, le degré de température de l'atmosphère ambiante, par exemple dans les étuves, séchoirs, serres, brasseries, etc., et on a combiné divers systèmes d'avertisseurs à sonnerie fonctionnant lorsque la température dépasse une certaine limite fixée. Tels sont les thermomètres électriques de J. Richard et de Radiguet comportant un cadran avec deux index mobiles que l'on place sur les degrés maximum et minimum qui ne doivent pas être dépassés. En cas d'abaissement ou d'élévation de la température, l'aiguille du thermomètre métallique vient toucher l'un de ces index et ferme le circuit d'une pile sur l'une ou l'autre de deux sonnettes donnant un son différent, par exemple, un timbre et un grelot, le premier pour l'accroissement, l'autre pour l'abaissement de la température.

Le modèle Gaulne-Mildé agit par la détente d'un ressort à boudin établissant le contact. Ce dispositif peut encore être simplifié en enfilant sur un cylindre

de bois de la grosseur d'un crayon un ressort à boudin que l'on comprime sur lui-même et arrête dans sa position par un petit taquet ou une cheville en alliage fusible Darcet (étain et bismuth), fondant à une température déterminée, les deux bouts du mandrin sont pourvus de bornes sur lesquelles s'attachent d'une part le fil venant du pôle positif de la pile et de l'autre un fil allant



Fig. 101. — Avertisseur de température à barrette fusible.

à une borne de la sonnette. Le ressort touche à la première de ces deux bornes. Si la température extérieure vient à dépasser la limite fixée, la barrette fusible coule, le ressort se détend et vient toucher en s'allongeant l'autre borne, le circuit est fermé et la sonnette d'alarme résonne (fig. 101).

Réveil électrique

Tous les instruments d'horlogerie peuvent être munis sans grandes complications, d'un contact isolé en rapport par un fil avec une sonnette électrique à trembleur, la masse métallique du mouvement étant en communication avec le pôle négatif d'une pile. Le circuit est complété par un troisième fil reliant le pôle positif à la borne restant libre de la sonnette.

S'il s'agit d'un réveille-matin ordinaire, il suffit d'intercaler entre l'index de cuivre et la tige qui le porte, un tube de caoutchouc ou d'ébonite de quelques millimètres d'épaisseur, de façon à isoler cet index de la masse, qui est en rapport comme précédemment avec un pôle de la pile. L'index est muni d'un petit ergot vertical sur lequel vient buter l'aiguille des heures (il est placé contre le cadran au-dessous des aiguilles) et il est relié à l'une des bornes de la sonnette. Cet index est placé très exactement, en le tournant sur son axe, devant la division du cadran correspondant à l'heure

où l'on veut être réveillé. Quand, dans son mouvement, l'aiguille des heures viendra toucher l'ergot, le circuit sera fermé et la sonnette vibrera jusqu'à ce qu'on arrête le courant en déplaçant la manette d'un interrupteur que l'on amène sur le plot mort. Si, au lieu d'un réveil ou d'une pendule à ressorts moteurs, il s'agit d'une horloge à poids ou d'un *coucou*, on utilisera la descente du poids et on établira sur son trajet un contact mobile que le poids viendra rencontrer à l'heure fixée, déterminant ainsi le déclenchement de la sonnerie.

Gâches électriques

On trouve, dans toutes les maisons vendant des appareils électriques, des gâches à fonctionnement automatique par le jeu d'un électro-aimant agissant sur le pêne mobile. Ce système, qui s'applique surtout aux portes cochères est beaucoup plus sûr qu'un mécanisme à tirage, dont le fil de fer peut se rompre dans la traversée des murs. L'appareil se pose comme une serrure ordinaire et l'on prend, comme conducteur de courant, un câble sous plomb à deux conducteurs, qui peut passer sous terre ou suivre les murs jusqu'au bouton de contact, placé ordinairement dans la loge du concierge.

Il faut au moins six éléments de piles à sel ammoniac, modèle à sac et zinc circulaire, pour actionner cette serrure, surtout si la distance à franchir est un peu grande. Le schéma d'installation est identique à celui d'une sonnette électrique. Les deux fils venant de la gâche vont s'attacher, l'un à la sonnette, l'autre au pôle positif de la pile ; un autre fil réunit, comme toujours, l'autre borne de la sonnette au pôle négatif de la pile. Le bouton de contact permettant d'envoyer le courant à la gâche est intercalé sur le fil positif, entre la pile et le départ du câble sous plomb.

Il est un autre système de gâche, dont le but est tout autre que celle qui vient d'être décrite et qui pourrait plutôt s'appeler *serrure à commande électrique à distance*. Cette dernière permet de se prémunir contre les importuns, les indiscrets et surtout de protéger l'habitation contre les exploits des cambrioleurs. On peut d'ailleurs modifier une serrure de n'importe quel modèle

pour la rendre propre à rendre ce service. Il suffit pour cela de fixer à l'intérieur de la gâche deux lames de cuivre courbes formant ressort et s'appliquant l'une sur l'autre à l'état de repos. L'une de ces lames est reliée à l'une des deux bornes d'une sonnette ordinaire à trembleur en passant par les plots d'un commutateur intercalé sur le trajet ; l'autre est en rapport avec un des deux pôles de la pile.

Quand on ferme la porte et que l'on donne un tour de clé, la pression du pêne sur la tige qui amène le courant, l'éloigne de la lame. Le circuit est alors ouvert et l'on peut mettre le commutateur sur *sonnerie*. Si, par un moyen quelconque, ou tout simplement en donnant un tour de clé en sens inverse, on fait rentrer le pêne à l'intérieur de la serrure, la lame de cuivre écartée revient sur elle-même en raison de son élasticité, touche la lame en regard, rétablit la communication et ferme le circuit entre la pile et la sonnerie qui résonne bruyamment, à la grande contrariété du visiteur, et ce jusqu'à ce qu'on ait refermé la serrure ou rompu le circuit à l'aide du commutateur placé à l'intérieur du logement. Au lieu d'une sonnette, on peut employer tout autre appareil, par exemple une petite lampe à incandescence qui s'allume automatiquement quand on ouvre la porte.

Répétition de l'heure par les sonnettes électriques et réveille-matin électriques

Quand un appartement est pourvu d'un réseau de sonnettes électriques, on peut réaliser en même temps une foule d'autres applications domestiques du courant, et nous résumerons ici les principales, en commençant par la répétition des heures sonnées par les pendules de la maison, et les réveille-matin.

Pour faire répéter les heures frappées par une pendule à sonnerie ordinaire, il faut prendre d'abord une sonnette électrique à un coup, et non une sonnette à trembleur ordinaire, puis disposer sur la pendule un contact isolé que le marteau de la pendule vient toucher chaque fois qu'il se lève pour frapper une heure ou une demie. Le fil attaché à ce contact va s'attacher à l'une des bornes de la sonnette électrique. Un second fil est fixé à l'une

quelconque des pièces métalliques du mécanisme d'horlogerie et vient d'un des pôles de la pile ; le circuit est complété par un conducteur reliant la borne restant libre de la sonnette à l'autre pôle de la pile.

Avec ce dispositif, le circuit se trouve fermé chaque fois que le marteau se soulève pour s'abattre ensuite sur le timbre de la pendule, le courant passe alors librement de la pile à la sonnette électrique à un coup qui répète ainsi à distance tous les coups sonnés par la pendule. Un interrupteur permet de mettre à volonté, la nuit surtout, cette sonnette répétitrice hors circuit.

Pour transformer une pendule ou un coucou ordinaire en réveille-matin électrique, il est de toute nécessité que l'horloge employée soit à cadran nu, c'est-à-dire non protégé par une glace circulaire en verre. On soude à l'extrémité de la petite aiguille marquant les heures, un pinceau de fils métalliques très flexibles, assez fin pour passer sans difficultés sous la grande aiguille à chaque tour de celle-ci. Ce pinceau pourra venir au contact d'une cheville métallique que l'on disposera sur un support approprié et mobile, de manière à pouvoir être approché à une petite distance du cadran au-dessous de l'indication d'une heure quelconque, que l'on peut choisir à volonté. Ce support est relié par un fil à un pôle de la pile, et le mécanisme de la pendule est relié de son côté à une borne de la sonnette. Un troisième fil réunit la borne libre de la sonnette à l'autre pôle de la pile. Un interrupteur placé à la tête du lit et intercalé sur le trajet de ce dernier conducteur permet d'arrêter à volonté la sonnerie en la mettant hors circuit.

Le fonctionnement est aisé à comprendre : lorsque la petite aiguille, dans son mouvement, arrive en face du chiffre fixé pour le réveil, le balai métallique qui la termine vient s'appuyer sur la cheville extérieure et ferme le circuit à travers la masse de la pendule. La sonnerie résonne alors sans relâche jusqu'à ce que le pinceau, en raison de sa flexibilité, ait passé de l'autre côté de la cheville ou que le courant ait été coupé par la manœuvre de l'interrupteur. On peut imaginer de nombreuses variantes de ce dispositif permettant de fermer un circuit juste à un instant déterminé longtemps à l'avance.

Protection contre le vol

Les contacts de sûreté, dont nous avons parlé, sont des appareils protecteurs contre le vol, puisque les portes ou les fenêtres sur lesquels ils sont installés ne peuvent être ouvertes sans que la sonnette à laquelle

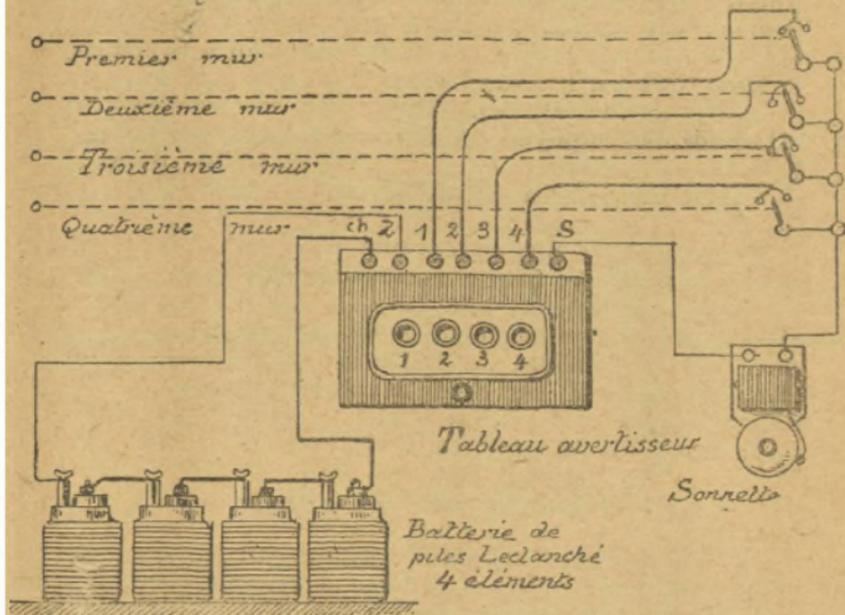


Fig. 102. — Protection d'une propriété à l'aide de l'antiklept.

ils sont reliés ne se fasse entendre aussitôt. Cette sonnette peut d'ailleurs être disposée dans une autre pièce plus ou moins éloignée et en liaison avec les contacts les moins apparents possible pour que les voleurs les apercevant n'aient l'idée de les couper.

L'*antiklept*, de Roger Benoît est constitué par un fil agencé de telle sorte qu'il n'est pas possible de franchir la clôture qu'il protège ou d'ouvrir sans le toucher ou le couper. Ce fil est attaché d'une part à un mur de l'autre à une lame élastique enfermée dans une boîte,

et pourvue d'un ressort de rappel. Cette lame peut venir au contact d'un plot si l'on appuie sur le fil, ou d'un autre plot dans le cas où, le fil étant coupé, le ressort agit en sens inverse. Le pivot d'attache de la lame est en rapport avec une pile et les deux plots en communication avec une borne de la sonnette d'alarme. Si, croyant se mettre à l'abri des méfaits de ce fil suspect, le malfaiteur qui cherche à s'introduire dans la propriété en franchissant le mur au-dessus duquel le fil est tendu, à 10 centimètres environ du chaperon, vient à le couper, la lame tirée par le ressort vient toucher le plot d'arrière et fermer le circuit ; s'il se contente de l'escalader, il est obligé de s'appuyer dessus et oblige, sans s'en douter, la lame à venir au contact d'une vis-butoir limitant sa course et fermant encore le circuit sur la sonnette qui fait entendre son bruit révélateur.

Si l'on veut protéger les différents murs d'une clôture, ainsi que les portes et fenêtres principales d'une habitation, on adjoint à la sonnette un tableau annonciateur placé dans la chambre du concierge ou du gardien, chaque numéro du tableau correspondant à un circuit déterminé. On peut discerner ainsi exactement de quel point est parti le signal et quel est l'endroit où l'effraction est tentée (fig. 102).

Protection des coffres-forts

On a également imaginé certains dispositifs pour assurer l'intégrité des coffres-forts et combiné des relais spéciaux pour cet usage. Quand le vantail du coffre est refermé, le courant d'une pile au sulfate de cuivre enfermée dans ce coffre, traverse l'électro de ce relais en même temps qu'une résistance diminuant le débit. L'armature de l'électro est montée sur le même axe qu'une fourchette métallique, portant un contrepoids mobile le long de la tige comme un curseur de balance. La position de ce curseur est réglée de telle sorte qu'avec une intensité normale de courant, la fourchette se tient parfaitement verticale.

Si l'on vient à ouvrir le coffre, le courant se trouve interrompu, le contrepoids retombe et fait basculer la fourchette qui touche un plot fermant le circuit sur la

sonnette. Le même effet se produit si des cambrioleurs apercevant des fils à l'extérieur, ont l'idée de les couper pour se mettre à l'abri, croyant n'avoir affaire qu'à un simple contact de sûreté branché en dérivation comme un bouton d'appel. Enfin, s'ils songent à réunir les deux fils de ligne pour annuler la protection due au circuit, la résistance placée à l'intérieur du coffre voit son action suspendue ; alors le courant traversant les spires de l'électro augmente d'intensité, son armature est plus fortement attirée et la fourchette se trouve

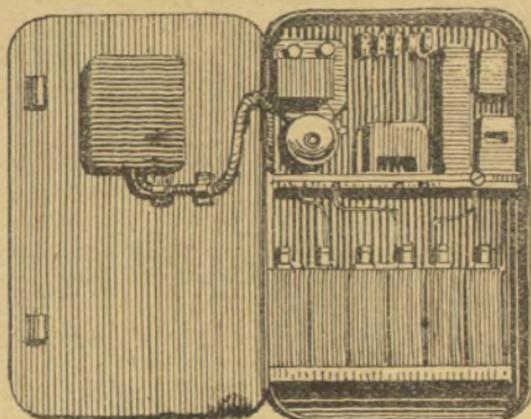


Fig. 103. — Electro-policeman.

encore déplacée jusqu'à ce qu'elle touche le butoir fixe fermant le circuit. De quelque manière qu'on essaie d'éliminer ce système dénonciateur, sa surveillance s'exerce quand même et avertit au loin de la tentative d'effraction qui se commet.

Un modèle nouveau, à effets sonores et lumineux, pour contrôle et gardiennage, est l'*Electro-policeman* que représente la figure 103. Le fonctionnement de cet appareil est basé sur une application nouvelle de ce que l'on désigne sous le nom de *pont de Wheatstone* utilisé pour la mesure des résistances électriques. Cette combinaison permet l'établissement de circuits de surveillance absolument inviolables, sur lesquels on dispose

des points sensibles qui, en cas d'incursions malveillantes, provoquent le tintement continu d'une forte sonnerie ainsi que l'allumage de tout ou partie de l'éclairage de l'immeuble protégé.

Ces *points sensibles* répartis sur tout le réseau peuvent affecter différentes formes : contacts dissimulés dans les vantaux des portes ou fenêtres, sous les parquets ou tapis, devant les coffres-forts ou les meubles contenant des documents importants. En ce qui concerne la protection contre le vol par bris de glaces, on dispose un grillage métallique, doublé d'un filet électrique invisible qui, à la moindre pression exercée, provoque le fonctionnement du mécanisme. L'alarme peut être donnée simultanément en plusieurs points grâce à des boîtes auxiliaires disposées dans des endroits choisis. Si l'on désire connaître le point sensible touché, on adjoint à l'*Electro-policeman* un tableau annonciateur, comme dans le cas de l'*antiklept*.

Le principal défaut que l'on peut reprocher aux avertisseurs à piles intérieures est la consommation d'énergie électrique qu'ils exigent, tandis que ce nouveau système ne demande que quelques éléments pouvant fonctionner pendant plusieurs mois consécutifs avant d'avoir besoin d'être rechargés. Tous les organes de l'appareil sont réunis à l'intérieur d'un coffret métallique étanche qui les rend inaccessibles aux gens malintentionnés.

Dans un autre genre d'idées, l'*Electro-policeman* peut rendre des services appréciables, soit pour l'allumage à distance de lampes électriques, soit pour provoquer le déclenchement automatique et la mise en train de mécanismes divers.

Allumage à distance des becs de gaz

Si l'on ne dispose, dans une habitation que de l'éclairage au gaz par manchons à incandescence, on peut utiliser le courant des piles actionnant les sonnettes ou les téléphones pour l'allumage des becs sans avoir à recourir aux allumettes ou aux tampons d'ouate imbibés d'alcool à brûler.

On trouve dans tous les magasins tenant un rayon

d'électricité des allumeurs automatiques se montant sur les becs et comportant une lame d'acier élastique que peut faire vibrer un crochet de laiton soudé sur le boisseau du robinet, lame fixée par des vis sur un dé de matière isolante.

Le courant de la pile ayant une tension trop faible pour donner naissance à des étincelles capables d'assurer l'inflammation du gaz, on intercale un *électro-transformateur* sur le trajet du fil positif afin d'obtenir des étincelles d'extra-courant très chaudes en raison de leur tension élevée. On peut fabriquer soi-même sans difficulté ce transformateur avec une bobine ordinaire en bois paraffiné de 10 centimètres de long sur laquelle on enroule une centaine de mètres de fil de 8 dixièmes, en séparant chaque couche de la suivante par un tuyau de papier. Le fil entrant et le fil sortant traversent une joue de la bobine dont on comble le trou central par un faisceau de fil de fer recuit de 4 dixièmes pour former le noyau magnétique. Le fil sortant est relié au dé isolant et à la lame élastique, quant au pôle négatif de la pile il est mis en communication par une soudure avec la masse métallique de l'appareil d'éclairage.

Le fonctionnement de ce dispositif est aisé à saisir : quand on tourne la clé du robinet, un jet de gaz sort à l'extrémité d'un petit tube s'ouvrant à proximité de la lame élastique contre laquelle vient buter le crochet. En continuant à tourner, le crochet échappe la lame qui s'éloigne par son élasticité, en opérant la rupture brusque du circuit et donnant lieu entre ces points à une étincelle d'extra-courant due à la self-induction de la bobine. Le jet de gaz est allumé et enflamme à son tour l'hydrogène carboné du bec principal. En ramenant la clé en arrière, l'orifice du petit tuyau se ferme, la flamme d'allumage s'éteint et tout se retrouve en place pour un nouvel allumage. Il n'est pas à craindre, avec ce procédé, d'épuiser les piles, car celles-ci ne débitent de courant que pendant le temps très court où le circuit est fermé, c'est-à-dire lorsque le coude du crochet touche la lame, et il est possible, en montant un allumeur sur les différents becs d'une salle, d'assurer l'inflammation en très peu d'instant.

Allumette électrique

Ce petit appareil est très pratique pour allumer les réchauds à gaz et sa place est tout indiquée dans les cuisines. On peut le fabriquer, comme l'indique M. Geiger, avec une simple pince à linge en bois, sur l'une des branches de laquelle on fixe avec trois petites pointes une baguette de 15 centimètres de long et 2 de large, se terminant par une lame de laiton assez rigide de 10 centimètres de longueur, recourbée suivant un demi-cercle de 3 centimètres de diamètre. Cette lame est fixée sous la baguette avec des vis autour desquelles on tourne l'extrémité roulée en œillet d'un cordon

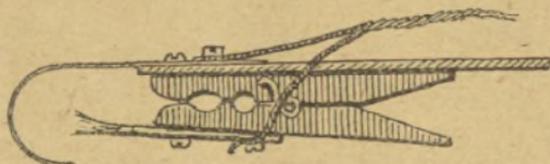


Fig. 104. — Allumette électrique.

souple à deux conducteurs en ne prenant pour le rouler ainsi qu'un seul des deux fils.

Sur l'autre branche de la pince, on visse une petite plaque de cuivre ou de laiton sur laquelle on soude un petit balai métallique formé de fils de cuivre très fins (fig. 104).

On soude également à cette plaque le deuxième fil du cordon souple, qui doit être soigneusement isolé de la lame fixée sur l'autre face de la pince, et les deux fils de ce cordon sont reliés à leur point de départ, l'un au pôle positif d'une pile, l'autre au fil sortant de la bobine de self ou *électro-transformateur* qui a été décrit plus haut.

Dans les mouvements d'ouverture et de fermeture des branches de la pince, le balai viendra frotter sur l'extrémité recourbée de la lame en donnant naissance à des étincelles d'extra-courant. Si l'on fait jaillir ces étincelles au-dessus des trous de dégagement du fourneau à gaz, l'hydrogène carboné qui s'en échappe s'allumera instantanément.

Ce petit appareil pourra encore être relié aux bornes du fil fin du petit transformateur pour sonneries qui a été décrit page 131, ou être placé en tension avec une lampe sur un circuit d'éclairage ; l'essentiel est d'obtenir des étincelles assez chaudes pour assurer l'inflammation instantanée du gaz.

Télégraphie sans fil. — Construction d'un détecteur électrolytique

Le premier capteur d'ondes électriques, le *radio-conducteur* ou *cohéreur* à limailles de Branly est aujourd'hui tombé en désuétude en raison de son manque de sensibilité, et on lui a substitué les *détecteurs* beaucoup plus parfaits utilisant, soit les phénomènes d'électrolyse, soit les propriétés de certains cristaux. Ceux-ci sont même les plus sensibles ; ils fonctionnent sans pile et permettent l'usage, pour la réception des ondes, de téléphones ordinaires à bobines de faible résistance (150 à 200 ohms), mais ils ont l'inconvénient de se dérégler facilement tandis que les détecteurs électrolytiques sont toujours prêts à fonctionner.

Pour construire un appareil de ce genre, on prend un tube de verre de 16 centimètres de long et 8 millimètres de diamètre, on le chauffe en son milieu sur un bec Bunsen ou avec un chalumeau, puis, quand il est suffisamment chaud, on l'étire et l'on a deux tubes de 8 centimètres très effilés à une de leurs extrémités. Un seul de ces tubes sera suffisant ; on en cassera la pointe afin de pouvoir y introduire un fil de platine de 1 ou 2 centièmes de millimètre de diamètre, long de 2 ou 3 centimètres. On porte de nouveau à la flamme et le tube se referme en emprisonnant le fil de platine qu'on sectionne au ras du verre. On termine en frottant cette pointe sur du papier émeri fin pour que le métal affleure seulement le verre sans dépasser (fig. 105).

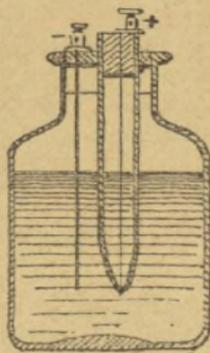


Fig. 105. — Détecteur électrolytique (plan).

La partie supérieure du tube est fermée par un bouchon de liège que traverse un fil de cuivre assez gros soudé à la base d'une borne posée sur le bouchon. Pour établir la communication électrique entre ce conducteur et le platine, on verse un peu de mercure dans le fond du tube fermé, qui constitue l'électrode positive du détecteur. L'électrode négative sera un gros fil de plomb, par exemple un gros fusible de coupe-circuit, soudé sous une borne comme le fil de cuivre, borne vissée dans le couvercle en bois d'un petit bocal ou flacon de verre à large ouverture d'une contenance d'un quart de litre au plus (un flacon à conserves pourra suffire). Ce récipient sera aux trois quarts rempli d'eau acidulée au dixième en volume, 10 centimètres cubes d'acide sulfurique *au soufre* pour 100 centimètres cubes d'eau distillée ou de pluie.

Le fonctionnement du détecteur électrolytique est simple. Quand on l'intercale dans le circuit d'une pile au sel ammoniac de 2 éléments en tension, il se forme au niveau de la pointe de platine une petite bulle d'oxygène qui suffit à interrompre l'arrivée du courant. Qu'une onde impressionne l'antenne à laquelle le détecteur est relié, et le courant de la pile passe dans les bobines de l'électro en produisant un bruit sec dans le téléphone. Le courant de la pile peut passer de nouveau dans le détecteur, une nouvelle bulle se forme et l'appareil est remis automatiquement en état de recevoir une autre onde. Une série d'étincelles très rapprochées, au poste transmetteur, donnent dans le téléphone un son prolongé, d'où possibilité d'avoir des signaux cadencés dont la combinaison constitue l'alphabet Morse.

Antennes pour réception de signaux

Une antenne pour réception des ondes électriques de T.S.F. peut être constituée très simplement par un fil de sonnette de 8 dixièmes, de 20 à 30 mètres de long, tendu à l'intérieur d'un appartement sur des isolateurs, de préférence des poulies en porcelaine émaillée. Pour tenir moins de place, ce fil peut être tendu en zigzags derrière un meuble ou dans un placard. On peut également utiliser une rampe de balcon en fer ou un sommier

métallique. A la campagne, un grand grillage en fil de fer galvanisé de 10 mètres de long sur 1 mètre de haut, tendu dans un grenier sur des isolateurs, peut constituer une antenne excellente. Il en est de même d'un fil de cuivre nu tendu horizontalement entre deux isolateurs distants de 20 à 25 mètres dans un endroit surélevé, assez loin des arbres et des constructions. Enfin on peut encore se contenter d'un toit en zinc ou d'un fil téléphonique.

Pour constituer un bon collecteur d'ondes, surtout quand le poste récepteur à desservir est éloigné de plu-

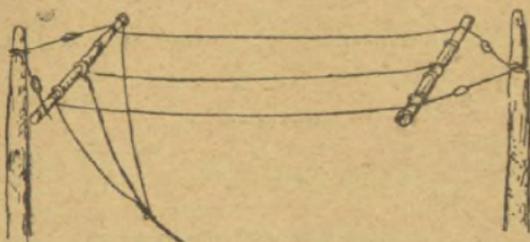


Fig. 106. — Antenne en nappe à 3 fils.

sieurs centaines de kilomètres de toute grande station d'émission, l'antenne devra être disposée le plus haut possible et, suivant la disposition des lieux, elle prendra différentes formes afin de faciliter son installation. Si l'on dispose d'un vaste emplacement, on pourra se contenter d'un fil unique comme ci-dessus, mais si l'espace est strictement mesuré, ce qui est le plus fréquent, on y remédiera en multipliant le nombre des fils, soit parallèlement, soit en éventail. Il faut éviter de trop rapprocher ces fils car ils se nuiraient, et la pratique semble indiquer pour le meilleur rendement un espacement égal à 1 dixième de leur longueur.

Le bronze silicieux ou phosphoreux est le meilleur métal à choisir pour les fils d'antennes, sa conductibilité étant presque égale à celle du cuivre et sa ténacité bien plus grande. Enfin la longueur d'une antenne doit être calculée suivant la distance et la longueur d'onde du poste que l'on veut recevoir. Ainsi, pour la tour Eiffel, on peut prendre comme base 10 mètres

de fil par 100 kilomètres de distance. La figure 106 montre le schéma de l'antenne classique très simple à établir et donnant les meilleurs résultats. Trois fils de bronze de 12 dixièmes sont tendus entre deux bambous de façon à laisser 1 mètre d'écart entre chaque fil, et ces bambous sont reliés à des points d'attache quelconques au moyen de câbles de chanvre paraffiné, coupés en leur milieu par un isolateur spécial qui fournit un isolement parfait, question d'une sérieuse importance, car s'il est insuffisant, l'énergie captée dans son circuit se dissipe en pure perte. Il ne reste plus qu'à réunir ces fils entre eux à une extrémité seulement pour arriver au poste récepteur par un conducteur unique. Il y aura toujours avantage à souder les ligatures. Pour l'entrée dans les habitations, il est nécessaire de faire usage de câble à fort isolement afin de conserver à l'antenne la totalité de son énergie. Il sera utile aussi de faire passer le câble dans un fourreau isolant quand on aura à lui faire traverser un mur d'une certaine épaisseur. Enfin on pourra, pour préserver les appareils en cas d'orage, poser un interrupteur court-circuitant le poste et mettant l'antenne à la terre lorsqu'on le juge nécessaire.

Construction d'une bobine d'accord

Même en utilisant toute la place dont on peut disposer pour l'antenne, il sera bien difficile d'atteindre la longueur exigée pour vibrer exactement à l'unisson du poste que l'on désire entendre. Par ailleurs, les nombreuses stations dont les émissions traversent constamment l'espace n'ont pas toutes, il s'en faut, la même longueur d'onde, si bien qu'il est nécessaire d'allonger ou raccourcir l'antenne réceptrice pour l'accorder suivant la longueur d'onde qui l'influence. On y parvient en la reliant avec une bobine d'accord qui proportionne l'antenne à l'onde reçue.

On peut construire sans grandes difficultés un dispositif de ce genre avec deux curseurs de réglage pour prendre juste le nombre de spires convenable. Au lieu de faire la bobine cylindrique comme d'habitude, on lui donnera une forme plate, ce qui simplifiera le travail. On prendra donc une planchette mesurant 35 cent. de longueur et 15 de largeur sur une épaisseur de 20 à 25 mm. On enrou-

lera sur cette planchette de 125 à 160 mètres de fil de cuivre de 6 dixièmes isolé à la soie ; l'enroulement sera commencé à 3 centimètres du bord de la planche et terminé à la même distance du bord opposé. Les extrémités du fil, dénudées et arrondies en œillets seront serrées entre une rondelle et une borne à vis à bois enfoncée en regard l'une de l'autre en haut et en bas de la planche, au commencement et à la fin du fil. Cela fait, on badigeonnera l'enroulement de vernis gomme-laque léger dont on donnera trois couches pour agglutiner les spires de fil et les coller les unes aux autres. On laissera sécher deux ou trois jours.

Il ne reste plus qu'à placer les tiges le long desquelles se déplaceront les curseurs. On prendra deux tiges de laiton mesurant 32 centimètres de long, de section circulaire ou carrée de 5 mm. de côté — cette dernière empêchant le curseur de tourner est préférable. — Ces deux tiges seront maintenues, à 10 cent. l'une de l'autre et à 2 cent. au-dessus des spires de fil en enfonçant leurs extrémités, limées au diamètre convenable, dans les trous de quatre bornes vissées dans la planche. Les curseurs seront faits avec un anneau ou un tube aplati sur lequel on soudera une lame de cuivre mince frottant sur les spires sans trop appuyer. Ces spires devant être dénudées à l'endroit où frotte le ressort du curseur, on gratte le vernis et la soie de façon à laisser le cuivre apparaître sur une largeur de 1 centimètre et on termine en polissant le métal avec du papier émeri fin ; l'isolement du fil au delà du chemin des curseurs sera soigneusement respecté.

Les condensateurs pour T.S.F.

Ces appareils sont employés pour les postes émetteurs et les postes récepteurs, mais nous ne parlerons que de ces derniers, qui intéressent plus particulièrement les amateurs de T. S. F. Les condensateurs électriques se composent d'un certain nombre de feuilles d'étain minces superposées et séparées les unes des autres par des feuilles isolantes : papier paraffiné, verre, mica, etc. Les feuilles d'étain paires, 2, 4, 6, 8, etc., reliées ensemble par une pince métallique constituent l'armature positive, les

feuilles impaires, 1, 3, 5, etc., réunies de même, constituant l'armature négative.

Pour établir un condensateur à capacité variable, on prépare, d'une part 24 feuilles d'étain mesurant 0 m. 15 de long et 0 m. 08 de large et 33 feuilles de papier écolier paraffiné de 0,14 de long et 0,10 de large et on les empile l'une sur l'autre en laissant déborder de 2 centimètres à droite les feuilles d'étain de numéros pairs, et de même à gauche les feuilles de numéros impairs. On forme ainsi deux cahiers intercalés l'un dans l'autre entre deux

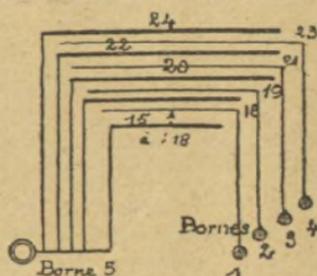


Fig. 107.

feuilles de papier blanc paraffiné. Le tout est appliqué et maintenu sur une planchette de grandeur convenable par deux bandelettes de carton collées transversalement. On fixe ensuite, par des vis à bois, des bornes le long d'un côté de la planchette et l'on met la borne 1 en relation avec les feuilles d'étain de 1 à 15, réunies ensemble par une pince et un fil de cuivre, puis la borne 2 avec les feuilles 17 et 19 associées de même, la borne 3 avec la feuille 21 et la borne 4 avec la feuille n° 23. On réunit de même dans une pince les feuilles paires de 2 à 16, puis de 18 à 20, les feuilles 22 et 24 sous la borne 5 de l'autre côté de la planche, comme le montre le schéma de la figure 107. La liaison entre chacune des pinces et la borne correspondante sera opérée, soit au moyen de bandelettes d'étain collées, soit avec des fils de cuivre souples soudés aux pinces et parfaitement isolés.

Chacune des bornes, de 1 à 4 sera reliée par un fil indépendant à l'un des plots d'un commutateur à manette dont le pivot sera en communication avec les appareils ainsi que cela va être expliqué.

Montage d'un poste récepteur

Pour monter un poste de réception de signaux de T. S. F. avec bobine d'accord et condensateur réglable, on se reportera au schéma de la figure 108. Les différents appareils ayant été disposés dans les emplacements qui leur sont réservés, la tige du premier curseur de la bobine d'accord (celle de gauche) est reliée à l'antenne et l'autre

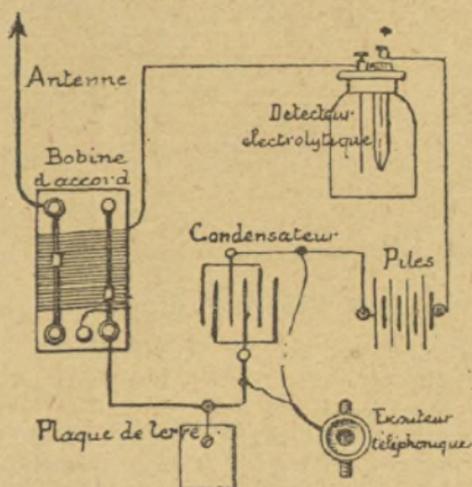


Fig. 108. — Montage d'un poste récepteur.

tige (celle de droite) sera en liaison avec une partie métallique de l'habitation, par exemple une conduite d'eau pouvant constituer une prise de terre efficace. Le commencement du fil roulé sur la bobine d'accord sera en rapport avec l'électrode négative du détecteur, son autre extrémité est libre. La borne positive de la pile communique à l'autre électrode, celle à pointe de platine. Le pivot de la manette du condensateur est relié au pôle négatif de la pile et les plots avec les faisceaux de feuilles d'étain du condensateur. Ce même fil qui va au pivot se bifurque pour aller s'attacher au fil de la prise de terre. Quant au récepteur téléphonique, il est branché en dérivation sur les deux bornes du condensateur.

Pour effectuer le réglage, le curseur de la tige en rapport avec la terre est placé au bas de l'enroulement. On déplace ensuite le curseur relié à l'antenne et on écoute dans le téléphone aux moments où l'on sait que des stations radiotélégraphiques importantes, telles que la tour Eiffel, Lyon, Sainte-Assise ou Croix d'Hins expédient des signaux. Si les sons perçus semblent trop faibles, on fait varier progressivement la position des deux curseurs et l'on déplace la manette du condensateur sur les plots jusqu'à ce que, après quelques tâtonnements, l'audition soit jugée satisfaisante.

Le réglage de la capacité du condensateur permet d'éliminer les signaux provenant d'autres postes donnant des ondes plus longues ou plus courtes que celles pour lesquelles on est syntonisé, de faire disparaître dans l'audition les bruits confus qui se superposent et proviennent souvent des phénomènes électriques de l'atmosphère.

Les détecteurs à lampes

Ces appareils présentent une sensibilité très supérieure à celle des galènes et autres cristaux ; de plus, ils sont indérégtables et toujours prêts à fonctionner, mais ils nécessitent la présence d'une batterie de chauffage constituée par un accumulateur double (4 volts) d'une capacité de 20 ampères-heure. Une deuxième batterie, de piles sèches ou de petits accumulateurs fournissant une tension de 40 volts fournit la tension-plaque. Ces batteries se trouvent dans le commerce. Cet appareil se branche à la place du détecteur à cristaux ou électrolytique et peut être associé avec une bobine de réaction pour la réception des ondes entretenues utilisées pour la téléphonie sans fil.

La lampe amplifie considérablement l'énergie reçue dans l'antenne ; on peut accoupler plusieurs lampes pour augmenter l'amplification, mais on amplifie en même temps les courants parasites qui deviennent alors gênants et les effets de la self-induction font siffler les téléphones. En reliant entre elles les lampes par des résistances allant de 70.000 ohms à 4 megohms, et en intercalant un condensateur réglable, on peut

centupler l'énergie reçue. Il existe des montages réunissant les trois avantages principaux de l'audition, c'est-à-dire réalisant les effets de détecteur, amplificateur et hétérodyne donnant la réception des ondes amorties et entretenues, en bénéficiant surtout d'un facteur d'amplification puissant. Ces montages à lampes permettent par suite, de pousser la syntonie à ses extrêmes limites, et de supprimer tout brouillage. On a combiné, d'après ces principes, des postes récepteurs absolument parfaits dans lesquels les connexions sont réduites au minimum afin d'éviter complètement les effets d'induction et de capacité.

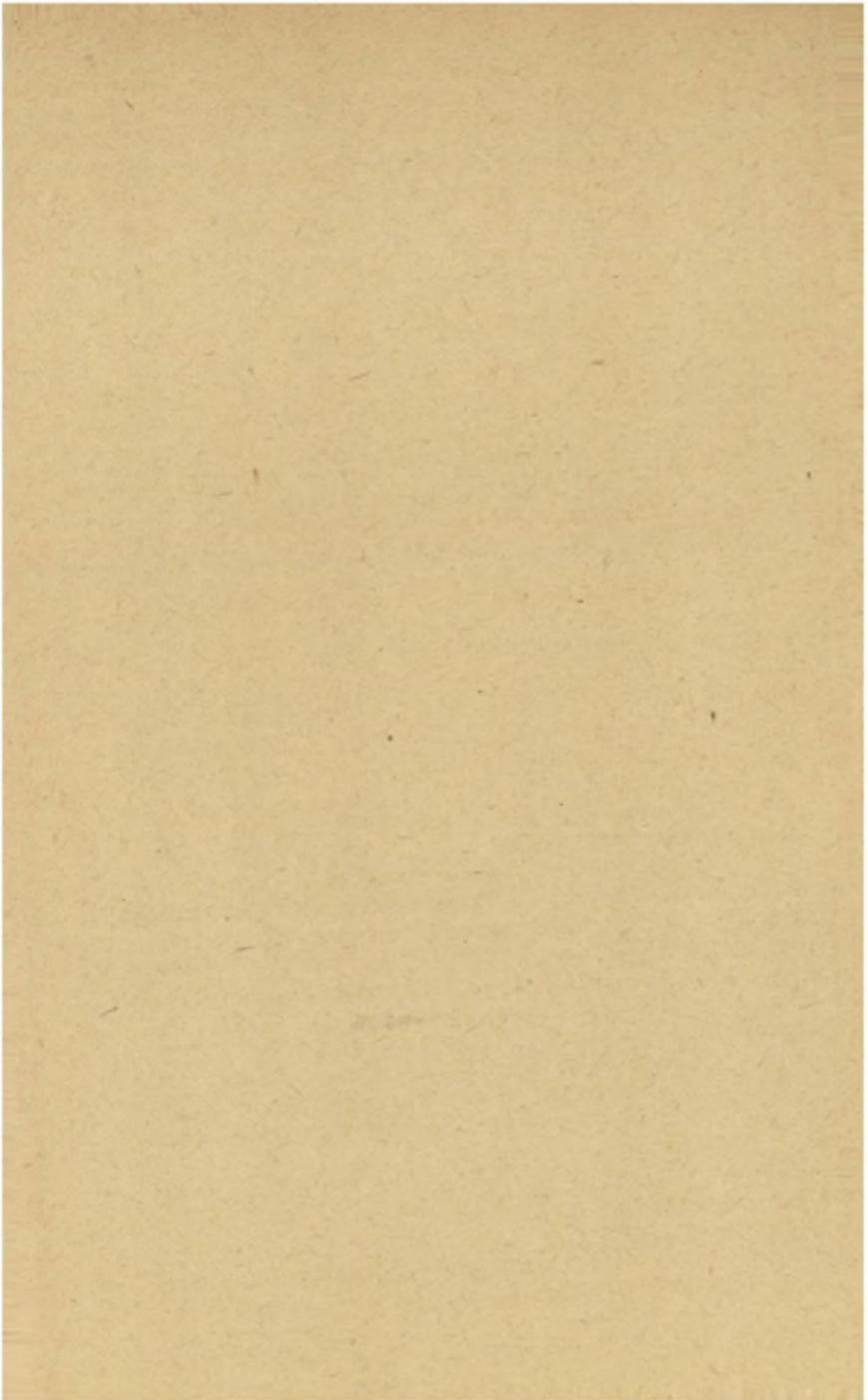
Amplificateur haut parleur pour T.S.F.

M. Lémonon a donné, dans le 1^{er} numéro du journal les *Travaux de l'Amateur*, la description d'un amplificateur que représente la figure 109 et qui comporte un haut parleur avec trompe en bois et en carton fournissant une très bonne sonorité. L'appareil étant assez haut, on le pose sur le sol, et, du fait qu'il ne comporte aucune partie métallique susceptible de vibrer, il n'émet pas de sons nasillards comme cela arrive avec les pavillons du genre de ceux employés pour les phonographes. Le récepteur téléphonique doit avoir des bobines possédant une résistance de 4000 ohms.

Les matériaux utilisés sont le bois contreplaqué à trois feuillets, d'une épaisseur totale de 5 millimètres, une feuille de fort carton de 2 millimètres et une planche de 20 millimètres d'épaisseur constituant le support du pavillon. Le téléphone est placé sur le socle et surmonté de la trompe sonore qui amplifie les sons et les rend perceptibles à distance dans une pièce de dimensions moyennes. Il est relié, comme nous l'avons montré, aux appareils de réglage du poste.



Fig. 109.
Haut parleur
Lémonon.



CINQUIÈME PARTIE

APPLICATIONS DIVERSES DU COURANT ÉLECTRIQUE

Agencement d'un groupe électrogène

Quand on ne peut disposer d'aucun secteur de distribution électrique, ce qui est fréquent à la campagne et dans nombre de villages et bourgades éloignées, on est obligé, si l'on tient à profiter des avantages que procure l'énergie électrique, quelle que soit l'application que l'on ait en vue, d'installer chez soi une station de génération de courant d'importance en rapport avec la consommation prévue.

Si l'on se contente de vouloir seulement actionner des signaux d'appel ou d'alarme, et des lampes à incandescence de quelques bougies seulement fonctionnant seulement de temps à autre pendant des périodes ne dépassant pas cinq ou six minutes, l'appareil électrogène pourra se composer d'une simple batterie de piles Leclanché à agglomérés de grande capacité (350 ampères-heure). Quatre éléments en tension suffiront, pendant le jour, à alimenter les avertisseurs ; il en faudra le double pour actionner les lampes à lumière intermittente une fois la nuit venue.

Si l'on a besoin de lumière *continue* pour éclairer les diverses pièces de l'habitation et de ses dépendances, on ne saurait plus conseiller aujourd'hui les piles primaires ou hydro-électriques, en raison du prix de revient véritablement prohibitif de l'énergie obtenue par les

procédés chimiques. Il faut absolument s'adresser au générateur mécanique, à la dynamo, mais cette machine n'est pas autre chose, il ne faut pas l'oublier, qu'un transformateur, et il faut la compléter par un moteur communiquant à l'armature induite le mouvement de rotation nécessaire.

Or, le choix de ce moteur mérite réflexion en raison du prix élevé de revient de l'unité de travail mécanique : kilogrammètre ou cheval-vapeur et il doit être déterminé par les circonstances. Si l'on dispose d'un courant d'eau ou d'une rivière sur laquelle on peut établir une chute, on aura avantage à adopter la turbine hydraulique. Si l'on se trouve dans un pays de plaines ou au bord de la mer, là où le vent souffle presque constamment, et surtout si l'on peut consentir une dépense d'installation assez élevée, on pourra utiliser la *houille azurée* qui ne coûte rien — en lui adjoignant au besoin et par surcroît de précaution, un moteur thermique de secours. Si l'on ne peut utiliser aucune puissance naturelle, on sera forcé de recourir aux moteurs thermiques et le choix du système sera déterminé par le prix des combustibles dans la région où l'on se trouve. Alors, suivant le cas, on prendra un moteur à vapeur, à piston ou à turbine, un moteur à combustion interne ou à explosion brûlant des hydrocarbures plus ou moins coûteux. Il est presque impossible, avec la variabilité des prix actuels, de donner une indication certaine sur le prix de revient du cheval-vapeur par tel ou tel système, mais, d'une façon générale on peut dire que les moteurs à combustion interne qui se contentent d'huiles minérales de grande densité, sont d'un entretien moins onéreux que les moteurs à explosion exigeant de l'essence de pétrole à plus de 200 francs l'hectolitre.

Cependant, si la consommation journalière d'électricité ne dépasse pas 7 à 8 kilowatts-heure, à raison de 1200 watts par heure, on pourra employer un *groupe électrogène* à essence.

L'industrie fournit aujourd'hui des moteurs, type pour motos, à monocylindre, de 1 à 1 cheval 1/2 pouvant être accouplés arbre à arbre avec une dynamo de 110 volts pouvant débiter de 6 à 12 ampères, capable

par conséquent d'alimenter de 20 à 50 lampes mono-watt de 24 bougies. On ne peut toutefois assurer la permanence de l'éclairage qu'à la condition de faire tourner continuellement le groupe. Si l'on veut avoir constamment du courant, il est nécessaire d'adjoindre à ce groupe une batterie d'accumulateurs, mais, pour ne pas avoir à faire la dépense d'une batterie de 60 éléments, on a imaginé des appareils à basse tension fonctionnant sous 12 ou 16 volts et n'exigeant par conséquent que 8 éléments au plus couplés en tension. Un moteur à essence de 1/2 cheval, dépensant au plus 1/2 litre d'essence à l'heure est alors suffisant. La mise en marche peut même s'opérer automatiquement en interposant un joncteur-disjoncteur automatique, comme dans le système *Delco-light* qui fournit la meilleure solution du problème.

Un ensemble électrogène de ce genre comporte donc un moteur à essence monocylindrique accouplé directement avec une dynamo-shunt, moteur à refroidissement par air ou par eau et allumage par distributeur et bobine d'induction. La dynamo est associée en parallèle avec la batterie composée du nombre voulu d'éléments couplés en tension, et d'une capacité de 30 à 80 ampères-heure. Lorsque la charge de ces éléments est effectuée, le disjoncteur fonctionne et coupe le courant ; la batterie travaille alors sur le circuit extérieur et alimente les lampes. Quand le potentiel descend au-dessous du chiffre fixé, c'est le joncteur qui agit, et le courant de la batterie est envoyé dans la dynamo qui fonctionne alors en réceptrice en entraînant le moteur à pétrole auquel elle est accouplée. Le courant de deux éléments d'accumulateurs est envoyé dans la bobine et de là, par le distributeur, à la bougie d'allumage. Aussitôt le moteur à explosion remis en route, il entraîne la dynamo qui redevient génératrice et recharge la batterie jusqu'à ce que le voltage soit remonté à sa valeur normale. Le fonctionnement est donc absolument automatique et la station fonctionne sans autre surveillance que celle consistant à maintenir le plein d'essence dans le réservoir et assurer le graissage du moteur. C'est la solution la plus pratique du problème de la petite station électrique domestique pour tous usages.

Allumoir électrique portatif

Nous avons indiqué, dans la 4^e partie, comment il est possible de supprimer l'usage des allumettes chimiques dont on connaît les multiples inconvénients et de les remplacer par un système d'allumage pouvant fonctionner, à l'aide d'un transformateur, sur les circuits de sonnettes et d'éclairage. On peut agencer, sans grandes difficultés, un dispositif produisant les mêmes effets mais basé sur un principe entièrement différent, ayant l'avantage d'être absolument portatif :

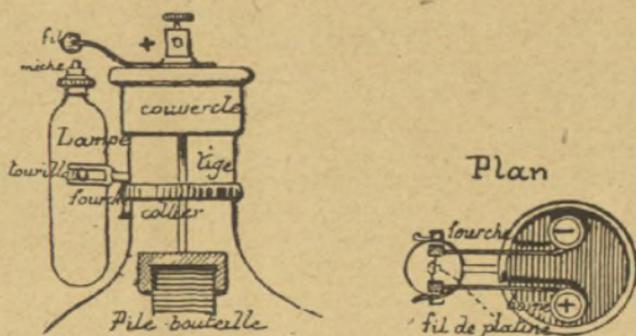


Fig. 110 et 111. — Allumoir à incandescence.

c'est l'allumage *par incandescence*, dans lequel le courant est produit par une petite pile au bichromate.

Une pile-bouteille d'un demi-litre est très suffisante pour cet effet, à la condition que la lame de zinc, au lieu d'être fixe, soit mobile et puisse descendre dans le liquide et en sortir en appuyant sur une tringle à coulisse (ce modèle est d'ailleurs courant dans le commerce). Le couvercle de la pile porte deux petites lamelles de laiton maintenues sous les bornes et un fil de platine extrêmement fin, roulé en spires serrées comme un ressort à boudin de 2 millimètres de diamètre et 1 centimètre de long, est tendu horizontalement entre ces équerres, un peu en dehors du couvercle, de manière à surplomber de quelques millimètres la mèche d'une petite lampe à essence, analogue à celle des briquets à ferro-cerium

des fumeurs. Cette dernière est munie de deux tenons ou tourillons reposant sur une fourche demi-annulaire maintenu par un collier serré autour du col de la bouteille.

Le fonctionnement de cet agencement, que représente la figure 110, est facile à comprendre. Si l'on fait descendre le zinc dans le liquide excitateur, un courant est développé qui détermine l'incandescence du fil de platine et l'inflammation des vapeurs volatiles se dégageant de la mèche. La lampe est allumée ; on la fait glisser horizontalement dans la fourche afin de dégager ses tenons et on peut la porter à distance pour allumer soit un lustre, soit un réchaud à gaz, ou plus prosaïquement sa cigarette. Ce système, qui n'exige pas la présence d'une bobine de self-induction, comme avec l'*allumette électrique* dont nous avons parlé a toutefois un inconvénient : c'est la fragilité du fil de platine. La charge de bichromate contenue dans la pile-bouteille est suffisante pour assurer plus de deux mille allumages avant que la polarisation soit complète et que le courant ne puisse plus faire rougir le platine. Il faut avoir soin de relever le zinc et le retirer du liquide aussitôt l'effet obtenu.

Démarrage thermo-électrique des automobiles

Par temps froid, la mise en route des moteurs à essence est difficile, et le départ des moteurs à carburant moins volatil que l'essence est laborieux, les divers dispositifs connus de réchauffage d'air ou du carburant par les gaz de l'échappement ou l'eau du radiateur ne commençant à fonctionner qu'après un certain temps de marche du moteur et ne pouvant aucunement faciliter le démarrage. Les accessoires imaginés pour remédier aux inconvénients du froid sont insuffisants ou compliqués, seul le *thermogaz* de Marcé fournit une solution satisfaisante, car, lorsque la température ambiante est de 15° au-dessous de zéro, après 15 secondes de fonctionnement, le moteur démarre au premier tour de manivelle. Il est donc précieux pour les voitures qui ne possèdent pas de démarrage électrique.

Le principe mis à profit dans cet appareil que la

figure 112 représente vu en coupe, consiste à communiquer à l'essence vaporisée venant du gicleur et à l'air aspiré qui s'y mélange, la chaleur nécessaire pour rendre immédiatement ce mélange inflammable par l'étincelle.

Le modèle thermo-électrique Marcé se compose (fig. 112) d'un corps tubulaire *a* terminé à sa base par un cône et une partie filetée *b*, et, à son sommet, par un chapeau *b'*. L'intérieur est occupé par une spirale, ou, mieux une série de spires *c* isolées et formant résistance, pouvant développer, par le passage d'un courant une quantité de chaleur qui se manifeste par une élévation de tempé-



Fig. 112. — Thermogaz électrique Marcé.

rature de 145° avec le minimum de consommation, soit 15 ampères-heure ou 180 watts-heure.

Cette résistance n'est pas en ferro-nickel comme celles employées sur les circuits de distribution d'énergie, mais en alliage spécial à base de platine. Ce filament chauffant peut être utilisé avec toutes batteries d'accumulateurs, de 6 à 12 volts et de 15 à 100 ampères-heure de capacité. Devant une prise d'air *d'* est interposée une grille *e* établie comme dans les lampes de mineurs, de façon à isoler la veine gazeuse de la résistance afin d'éviter tout danger d'incendie ou d'explosion. Une contre-bride de forme variable permet de fixer le thermogaz contre la paroi des carburateurs de différents modèles.

Pour déterminer le fonctionnement de cet appareil, les fils étant reliés à l'accumulateur par l'intermédiaire d'un interrupteur, on ferme le circuit et on ouvre l'admission d'air, puis on laisse chauffer 15 secondes et on peut lancer le moteur, soit à la manivelle, soit par le

démarrreur, la commande des gaz étant mise au ralenti. L'air froid aspiré par les pistons passe dans l'appareil, se réchauffe au contact de l'enroulement porté à haute température et arrive dans la tubulure d'aspiration. Cet air chaud se mélangeant aux vapeurs d'essence, venant du gicleur de ralenti, assure un départ instantané, quelle que soit la température de l'atmosphère. Une fois le moteur en route, on coupe le courant avec l'interrupteur et on ferme l'admission d'air. Ce système fournit, comme on voit, une solution très pratique du problème de la mise en train rapide des moteurs, malgré le froid, et c'est à ce titre que nous le faisons figurer dans ce recueil de procédés utiles à connaître.

Les vêtements thermophiles

L'échauffement qui se produit dans un fil résistant traversé par un courant a été mis à profit pour fabriquer d'abord des radiateurs pour le chauffage des appartements, puis des ustensiles de cuisine, des appareils domestiques de toute espèce : chauffe-eau, chauffe-fers à friser, etc. Enfin, on est parvenu à tisser ces fils métalliques avec différentes matières textiles et on en a pu faire des vêtements chauffants rendant les plus grands services à tous ceux qui doivent séjourner dans une atmosphère très froide : automobilistes, aviateurs, explorateurs, etc. C'est M. Camille Hergott qui a installé vers l'année 1900 la première manufacture de tissus dits *thermophiles*, au Valdoie près de Belfort.

Les vêtements d'hiver, chaussons et gants fourrés, ne sont pas suffisamment efficaces pour empêcher de se refroidir les conducteurs de véhicules rapides : autos et avions, ces derniers surtout qui souffrent bientôt du froid qui règne dans les couches élevées de l'atmosphère. Aussi eut-on recours, pendant la guerre aux vêtements contenant des bandes de tissu thermophile à fils chauffants grâce à un courant à basse tension fourni par la dynamo d'allumage du moteur.

Les principaux vêtements chauffants sont : les gants, les chaussons, les genouillères les plastrons et le casque : ils sont en tous points semblables aux gants, chaussons, etc., ordinaires et ils laissent à la personne qui en est

pourvue l'entière liberté de ses mouvements. Enfin il est fait encore des ceintures, épaulières et passe-montagne avec ce tissu. Chaque pièce est pourvue d'une prise de courant à boutons-pression sur bande de cuir souple ; il est donc facile de se débarrasser rapidement, en cas de nécessité, des fils amenant le courant, en arrachant sans la moindre précaution ces boutons de leurs alvéoles. Un collecteur permet de rassembler les différentes pièces dont les fils courent le long du corps sous la *combinaison* extérieure imperméable. Un seul cordon souple assure



Fig. 113. — Connexions des différentes pièces de vêtements thermophiles.

ainsi l'alimentation, et la prise de courant générale est une fourche ou un fort bouton-pression permettant à l'homme de se libérer instantanément de toute attache, ce qui est moins aisé avec les prises de courant à broche.

Ainsi que le montre la figure 113, les différentes parties de l'habillement contenant des gaines chauffantes sont reliées par des fils souples à un tube ou une plaque A d'où sort également un cordon souple à deux conducteurs *a*, se terminant par une prise de contact à fourche *d*, s'engageant dans la partie correspondante *b*, fixée sur la voiture ou sur l'avion. Les cordons 1 et 1' se terminent par des prises de courant à boutons-pression pour les gants ;

les fils 2 et 2' correspondent aux genouillères, 3, 3' aux chaussons, 4 au casque, passe-montagne ou plastron suivant le cas.

Afin de conserver à la personne qui les a revêtus toute la souplesse de la main, le chauffage des gants a lieu seulement sur la main et le long des doigts ; la consommation d'énergie d'une paire de gants est de 24 watts, celle du casque ou du passe-montagne ne dépasse pas 16 watts, une paire de chaussons exige 40 watts et un plastron ou une ceinture 30, ce qui donne un total pour l'ensemble des vêtements à chauffage électrique 100 à 120 watts, soit un débit de 5 ampères si la dynamo fournit une tension de 25 volts, ce qui est le maximum qui puisse lui être demandé. Sous le voltage plus courant de 16 volts que donnent ces petites machines, le débit devrait être de 7 ampères, nécessitant des accumulateurs assez lourds, de 40 ampères-heure de capacité au moins.

Prix de revient de la chaleur électrique

L'unité de chaleur est, comme on sait la grande *calorie*, représentant la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kilogramme d'eau pour élever sa température de 1 degré centigrade. Suivant le *pouvoir calorifique* très variable de chaque espèce de combustible, le prix de revient de la calorie est plus ou moins élevé. On comprend que, si l'énergie électrique est obtenue par l'intermédiaire de machines à vapeur ou autres moteurs thermiques, la calorie sera fonction du prix de la force motrice et du rendement lequel restera toujours assez faible. Cela se conçoit du reste : il sera toujours infiniment plus économique, si l'on a besoin de chaleur dans un emplacement déterminé, d'allumer un foyer en ce point plutôt qu'à plusieurs kilomètres de distance et d'amener ensuite la chaleur par un fil après de multiples transformations.

Le chauffage électrique ne se conçoit donc que pour la fourniture de petites quantités de chaleur à des appareils domestiques n'exigeant pas plus de 150 à 200 watts au maximum, ou quand on dispose d'énergie à très bas prix, comme c'est le cas lorsque l'électricité est fournie par la houille blanche. Alors cette application est même à conseiller lorsque l'électricité demeure sans emploi à

certaines heures de la journée. On peut alors, comme cela se pratique à Genève notamment, utiliser le courant à échauffer l'eau d'un réservoir pendant les moments où l'on n'a pas besoin de ses services.

Au jour, espérons-le prochain, où le prix de l'électricité sera ramené au taux d'avant guerre, soit 0 fr. 05 l'hectowatt-heure pour l'éclairage et 0 fr. 03 pour le chauffage, les 1.000 calories ne reviendront plus qu'à 0 fr. 345, huit fois plus cher seulement que le charbon, alors qu'au tarif actuel elles coûtent au moins *vingt fois* plus cher.

Il y aurait cependant intérêt à user de l'électricité plutôt que du gaz ou du charbon pour certains usages déterminés, par exemple le repassage et le chauffage des bains. Pour ces derniers, il faut 120 litres d'eau à 38°, ce qui représente, avec les pertes inévitables, 5.000 calories, soit la chaleur d'un demi-litre de pétrole. Mais, à raison de 0 fr. 345 les 1.000 calories, c'est une dépense de 1 fr. 72 avec l'électricité, chiffre vraiment excessif.

La consommation est encore plus grande en ce qui concerne le réchauffement de l'air d'un appartement.

D'après M. Jacquet, ingénieur des Arts et Manufactures, il faut compter sur une consommation d'environ 3 watts par mètre cube et par degré de différence de température à établir avec l'extérieur. Si l'on suppose une température extérieure de 5° au-dessous de zéro et qu'on élève à 17 au-dessus de zéro la température de l'air des pièces à chauffer, soit $5 + 17 = 22$ degrés de différence à maintenir dans un local de 60 mètres cubes de capacité, la dépense horaire sera de $3 \text{ w.} \times 22^\circ \times 60 \text{ m}^3 = 3.960$ watts, ce qui correspond à une dépense, l'énergie étant vendue 0 fr. 30 le kilowatt-heure (le quart du tarif actuel) 1 fr. 20, ce qui est évidemment très cher. Ces considérations montrent donc bien, comme nous le disions plus haut, que le chauffage électrique n'est réellement avantageux que pour l'entretien de petits foyers ne fonctionnant que pendant un temps limité.

Chauffage électrique des couveuses

Une industrie lucrative, à notre époque de vie chère, est l'*aviculture* ou élevage intensif de la volaille. Comme, pour être vraiment rémunérateur cet élevage doit pou-

voir fournir de très bonne heure en saison des sujets propres à la consommation, on a donc imaginé de soumettre les œufs recueillis en hiver à l'incubation artificielle dans des boîtes ou *couveuses* où une température constante est maintenue, soit par la combustion lente de briquettes de charbon aggloméré, soit par une simple lampe à pétrole.

Mais ces sources de chaleur ne sont pas parfaites et donnent lieu à de trop fréquentes déconvenues. La lampe peut venir à s'éteindre au cours de la nuit et les œufs se refroidissent, ou bien elle monte et fume, ce qui donne lieu à un coup de chaleur ou à des gaz nocifs qui compromettent le succès définitif de l'opération. Rien de semblable ne peut se produire avec l'électricité, et c'est pourquoi la Compagnie française Thomson-Houston a préconisé le chauffage des couveuses artificielles par l'énergie électrique.

Le meilleur procédé consiste à employer comme radiateurs des lampes à incandescence à filament de carbone de 24 bougies, à ampoules en verre dépoli, disposées autour et au-dessous de la claie contenant les œufs à faire éclore, le tout étant enfermé dans une caisse à doubles parois dont les vides sont remplis de substances calorifuges : sciure de bois, débris de liège, ouate, etc., comme dans les marmites norvégiennes. Au-dessus du tiroir contenant les œufs, à quelques centimètres au-dessus de ceux-ci, est disposé un réservoir à eau, en cuivre ou en zinc, de forme assez plate, que l'on remplit d'eau bouillante avant de commencer l'incubation. Un thermomètre placé au-dessus des œufs indique la température en ce point, et qui doit se maintenir aux environs de 39°5, un peu plus haut même vers la fin de l'opération.

Le nombre des lampes chauffantes est variable, selon le nombre d'œufs traités et les dimensions de la caisse, et leur emplacement n'est pas indifférent pour avoir un bon résultat. On peut d'ailleurs agencer un régulateur fonctionnant entre des limites de température fixées d'avance, et qui agit sur un disjoncteur automatique coupant ou rétablissant la circulation du courant, en provoquant l'extinction ou l'allumage d'une lampe supplémentaire. Enfin les lampes peuvent être remplacées par une claie en fil de ferro-nickel semblable à celui dont

on fait usage pour les rhéostats, et dont il est facile de régler la température en proportionnant l'intensité qui les traverse à la quantité de chaleur à développer. La sécurité est plus complète, si la dépense n'est pas moindre, avec l'électricité qu'avec les autres sources de chaleur.

Porte-montre projecteur

Ce petit appareil, combiné par l'électricien Georgia Knap, créateur de la *Maison électrique* présente la forme d'une cassette surmontée d'un tube oblique.

La cassette, formant socle, contient une pile sèche de trois éléments, identique aux piles pour lanternes électriques de poche, et capable d'assurer près de deux mille allumages avant d'être épuisée. Le bouton d'allumage, simple bouton d'appel à paillettes comme pour les sonneries, est placé à la tête du lit, à portée de la main. On peut donc à toute heure de la nuit, sans bouger, sauf pour lever les yeux au plafond, connaître l'heure marquée par la montre que l'on a insérée avant de se coucher, dans le fond du tube où son cadran est vivement éclairé par la lampe électrique actionnée par le courant de la pile. L'image de ce cadran apparaît donc au plafond sous forme d'un cercle lumineux de 1 m. 50 de diamètre. La mise au point suivant la hauteur de l'appartement se fait une fois pour toutes en allongeant ou en raccourcissant le tube optique qui coulisse dans un autre tube fixe concentrique. Cet appareil peut également bien fonctionner sur courant de distribution à 110 volts, mais alors la pile est supprimée et remplacée par une lampe du voltage voulu, munie d'un réflecteur en plaqué concentrant la lumière et la dirigeant vers le cadran.

Construction d'un clapet électrolytique

Quand on a besoin de courant continu et qu'on ne dispose que de courant alternatif monophasé ou à plusieurs phases, par exemple lorsqu'il s'agit de recharger des éléments d'accumulateurs, il est possible cependant d'utiliser ces courants alternatifs en établissant ce que l'on appelle une *soupage* ou *clapet électrolytique*, dont

l'idée première revient à Pollak et à Faria. Cette sou-pape permettra de redresser la phase inverse du courant alternatif et de recueillir un courant dont la sinusoïde sera devenue à peine sensible.

On peut construire un semblable appareil en disposant, à l'intérieur d'une cuve de verre, deux électrodes, l'une en aluminium et l'autre en plomb. On a remarqué que, si l'aluminium est *cathode*, c'est-à-dire électrode négative, le courant alternatif passe sans être modifié, alors qu'il est interrompu lorsque l'aluminium est *anode* ou électrode positive. Une couche d'alumine se forme en effet sur ce métal et oppose une très grande résistance à la propagation du courant. On remplit la cuve d'un électrolyte composé d'une solution neutre et saturée de phosphate d'ammoniaque. L'échauffement qui se produit pendant le fonctionnement amène la circulation du liquide tout autour de la lame. Le rendement est de 65 p. 100 des watts absorbés. S'il s'agit de courants alternatifs diphasés ou triphasés, on assemble, deux, trois ou quatre cuves identiques que l'on branche chacune sur un *pont* et que l'on accouple pour recueillir un courant sensiblement continu et propre par suite aux applications que l'on a en vue.

Fabrication d'une bobine Ruhmkorff

La bobine de Ruhmkorff a de très nombreuses applications. Elle est indispensable pour développer les rayons X, les courants de haute fréquence nécessaires à la T.S.F., pour l'allumage du mélange tournant dans les moteurs à explosion, etc. Voici quelle est sa construction et les moyens de procéder pour la réussir.

On se munira, dans les magasins tenant ce genre d'articles, du matériel suivant :

Une couronne de fil de fer recuit, d'un demi-millimètre de diamètre, de 250 grammes ;

Une couronne de fil de cuivre de 16 dixièmes, de 10 m. de longueur, guipage coton ;

Une couronne de fil de cuivre de 15 centièmes, recouvert de soie, pesant 750 grammes ;

Une boîte en carton, ou mieux en bois mince, comme

celles dont on fait les boîtes à cigares, et qui mesurera 15 centimètres de long et 10 de large ;

Trois douzaines de feuilles d'étain (papier à chocolat) de 12 de long et 9 de large ;

Deux grosses bornes, 1 vis à pointe platinée et son support, deux petites bornes ;

Deux disques de bois de 6 centimètres de diamètre et 6 millimètres d'épaisseur, avec un trou central de 1 centimètre de large, que l'on réunit par un tube de carton de 11 centimètres enfoncé à force dans les trous

des disques après avoir été badigeonné de colle forte à ses extrémités pour coller le tout.

Le montage de ces différentes pièces s'opérera comme suit :

On coupe le fil de fer par longueurs de 115 millimètres que l'on dresse bien exactement et on en forme une botte ou faisceau dont on remplit exactement le vide du tube.

On badigeonne les faces internes des disques

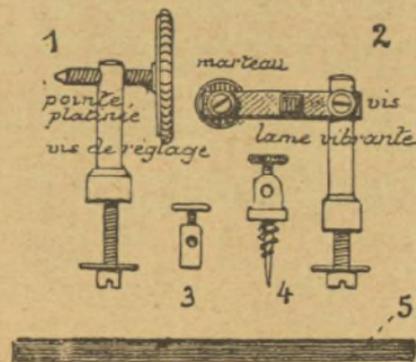


Fig. 114 à 118. — Pièces d'une bobine Ruhmkoff

1, vis platinée — 2, trembleur. — 3, borne de l'induit — 4, borne de l'inducteur. — 5, noyau magnétique (faisceau de fils de fer).

et le tube de carton de vernis gomme-laque (deux couches) et on laisse bien sécher.

On roule à la main le gros fil par-dessus et d'un bout à l'autre du tube entre les deux joues. Il faut 80 spires contiguës. On pose par-dessus cet enroulement une feuille de papier gris paraffiné et on roule une deuxième couche (la première de droite à gauche, la deuxième de gauche à droite.) Un papier, puis une troisième couche ; encore un papier et une quatrième couche, puis deux papiers pour finir. L'enroulement *inducteur* est terminé, et les deux extrémités du fil traversent côte à côte la même joue (ou disque) de la bobine.

On retire momentanément le faisceau de fils de fer

central pour pouvoir enfilet la bobine sur l'axe d'un bobinoir à main et on pose le fil fin de l'induit en agissant de la même manière que pour l'inducteur et en ayant soin qu'une spire ne chevauche pas sa voisine. Chaque couche de fil est isolée de celle sous-jacente par deux papiers paraffinés. Eviter de rompre le fil pendant le travail, on serait obligé de faire une soudure et un isolement au caoutchouc difficile à exécuter avec un fil aussi fin. Les deux extrémités du fil induit sont serrées sous le pied des petites bornes vissées sur le rebord de chaque joue. Veiller au parfait isolement du brin venant du centre de la bobine et qui longe toutes les couches de fil, au besoin, l'entourer d'un tube de verre, de petites perles enfilées l'une sur l'autre ou d'un ruban. La dernière couche de fil est recouverte d'une feuille de fort papier dont on entoure la bobine et que l'on colle à la colle forte chaude sur le bord de recouvrement. On serre une ficelle autour du cylindre pour assurer l'adhérence pendant le séchage.

Celui-ci obtenu, la bobine est fixée sur la boîte à l'aide de deux petites vis enfoncées à l'intérieur de la boîte et pénétrant dans l'épaisseur de chaque joue.

Le condensateur composé de 16 feuilles d'étain, séparées l'une de l'autre par des feuilles de papier paraffiné, le tout maintenu par des bracelets de caoutchouc. Il est placé à l'intérieur de la boîte-socle et calé par des bouchons formant cales et des tampons de papier de soie.

Le faisceau magnétique ayant été remis en place, on fixe d'abord le support du trembleur de façon que le marteau se trouve à 2 millimètres de la face de ce faisceau, puis on fixe de même par sa vis, enfoncée à travers le fond de la boîte-socle, le support de la vis platinée vissée à demi-course, enfin on place dans chaque angle de la boîte, à droite et à gauche de ce dernier support, les deux grosses bornes.

Les connexions sont ensuite effectuées. Les feuilles paires du condensateur, réunies dans une pince métallique, sont reliées au support du trembleur, où vient également s'attacher le bout entrant du fil inducteur. Les feuilles impaires, assemblées de même, sont réunies au pied de la vis platinée où s'attache également un fil venant d'une des grosses bornes. Le bout sortant

du fil inducteur se rend directement à l'autre borne.

Il ne reste plus qu'à poser le fond de la boîte-socle et vernir les parties visibles. L'appareil est terminé. En faisant traverser le gros fil inducteur par le courant d'un accumulateur double débitant 3 ampères sous une différence de potentiel de 4 volts, on recueillera, aux bornes du circuit induit, une suite de courants interrompus de 8.000 volts de tension, avec un ampérage inférieur à 5 milli-ampères, la bobine à circuit magnétique ouvert ayant un rendement de 25 à 30 p. 100 seulement.

Essai de l'isolement des paratonnerres

Les paratonnerres à tige unique, dits de Franklin, sont plus dangereux qu'utiles quand ils ne sont pas parfaitement entretenus et que leur isolement n'est pas certain. La vérification du conducteur les reliant au sol doit être faite au moins une fois tous les ans et après une période d'orages ; elle se résume dans l'examen des communications entre la pointe, le conducteur et le sol et l'épreuve s'exécute en faisant passer un courant dans tout l'ensemble, ce qui permet de reconnaître si l'isolement est suffisant.

On emploie, pour ces vérifications, des nécessaires identiques à ceux qui permettent de découvrir les fuites sur les canalisations industrielles, et qui comportent quelques éléments transportables (piles sèches) et un galvanomètre, avec un cordon souple d'une certaine longueur, terminé par une pince pouvant se serrer autour de la tige du paratonnerre, enfin d'un pieu ou d'une canne à bout ferré pouvant être enfoncée dans le sol à proximité de l'endroit où la plaque de terre perfluide est enterrée. On établit ainsi un circuit fermé par le sol et par lequel, s'il n'existe aucun point défectueux, peut circuler le courant de la pile. La déviation de l'aiguille du galvanomètre indique s'il y a une résistance anormale due à un contact par où se dérive le courant, contact dont on cherche ensuite l'emplacement. On corrige alors le point défectueux, car un paratonnerre en mauvais état n'offre plus qu'une sécurité précaire. La figure 119 montre la disposition à donner aux appareils pour cette opération.

Les pointes aiguës ont pour effet de dissiper les charges électriques de l'atmosphère, mais il faut observer que, quand l'énergie est accumulée entre nuage et nuage au lieu de l'être entre nuage et terre, les pointes placées sur les constructions sont inopérantes. Il peut même se produire, en certaines circonstances, des décharges secondaires résultant de décharges entre nuages assez éloignés de la terre.

Un point non moins important, en matière de paratonnerres, réside dans l'inertie électrique qui donne

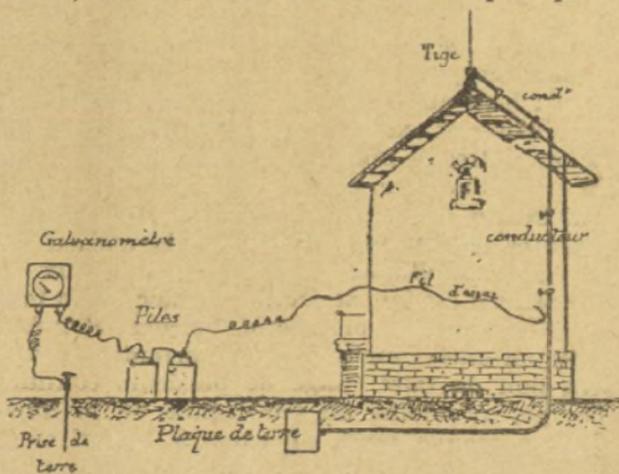


Fig. 119. — Vérification d'un paratonnerre.

lieu à des manifestations d'un caractère complètement différent des phénomènes de déplacement d'une veine liquide, car elles peuvent être assimilées à une explosion se produisant dans toute direction sans suivre le chemin qui avait été préparé. Il en résulte donc, en définitive, que le meilleur système de protection contre les ravages de la foudre consiste dans l'écran métallique ou cage de Faraday, d'où dérive le système de Melsens.

Installation des paratonnerres Melsens

Dans le système de Melsens, les tiges de paratonnerres sont peu élevées mais nombreuses et également réparties sur toute la longueur du toit. L'économie qui, dans

ce cas, marche avec la théorie, indique le nombre de pointes qu'il convient de disséminer sur l'édifice à protéger. Ces pointes comportent ordinairement plusieurs branches divergentes, trois ou cinq ordinairement, et elles sont faites simplement en fer, sans qu'il soit nécessaire de dorer, de plater ou même de rendre très aiguës les extrémités de ces tiges. Sur les couvertures métalliques, sur les conduites de dégorgeement d'eau pluviale, et même le long des conducteurs reliant les pointes à la terre, on placera également des colliers à pointes en éventail dont la présence augmentera l'efficacité de l'appareil. Ces conducteurs ne doivent pas être, comme dans les paratonnerres à tige unique, isolés sur leur trajet ; bien au contraire, toutes les parties métalliques intérieures et extérieures de l'édifice seront réunies les unes aux autres de manière à constituer l'écran métallique ou *cage* dont nous parlions plus haut. Il faut donc relier, au besoin avec des fils de cuivre ou de fer galvanisé, toutes les conduites d'eau de la maison à protéger, tuyaux métalliques d'évacuation des eaux ménagères, le toit, s'il est fait de feuilles de zinc, enfin toute la tuyauterie de l'édifice, plomberie, balcons, et même les clés de fer ou *ancres* maintenant l'écartement des murs.

Il sera bon de faire usage de plusieurs conducteurs de décharge, au moins un par façade de la construction, qui se trouve ainsi enfermée à l'intérieur d'une espèce de cage métallique où elle se trouve parfaitement à l'abri de tous les coups de foudre ; plus la section totale des conducteurs est grande et davantage est assurée la sécurité.

Il n'est pas nécessaire de creuser un puits pour noyer le pied du ou des conducteurs. Le mieux sera de conduire ceux-ci jusqu'à une grosse canalisation d'eau (et non pas de gaz d'éclairage). S'il existe plusieurs conducteurs, on les réunit tous ensemble, de façon à constituer un circuit complet enveloppant le bâtiment qui se trouvera ainsi parfaitement mis à l'abri des décharges atmosphériques dangereuses.

Essai d'un moteur

Il peut se faire qu'il soit nécessaire de s'assurer de la puissance développée par un moteur à vapeur ou à

explosions, et il existe plusieurs méthodes permettant de mesurer la quantité de travail fourni pendant une durée déterminée. Nous rappellerons les plus usitées, qui sont le *frein de Prony* (fig. 120) et le *moulinet Renard*.

Dans le premier procédé, on cale un manchon en bois, sur lequel on fait frein à l'aide de semelles fixées sur une courroie solidaire d'un levier orienté en sens inverse du mouvement de rotation. Le moteur mis en marche, on immobilise le levier sans tendre la courroie ; comme rien ne vient le freiner, il tend à s'emballer et on le ramène alors à sa vitesse de régime fixée par le constructeur, et à laquelle il doit fournir sa puissance normale, en serrant plus ou moins les cales sur le manchon. Le frot-

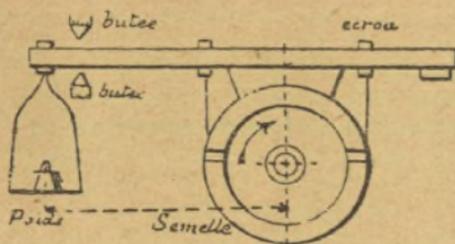


Fig. 120. — Frein de Prony.

tement des semelles tendant à entraîner le levier dans sa rotation, on s'oppose à cet effet en plaçant une cale de butée ou en accrochant des poids à l'extrémité du levier. Le travail d'entraînement du moteur se trouve donc dans ce cas entièrement absorbé par le poids dont la valeur de résistance à la rotation est proportionnelle à la longueur du bras de levier. Le frottement n'intervient pas dans la mesure du couple résistant, car il se trouve limité automatiquement ; trop grand, il freine excessivement le moteur qui ne peut prendre sa vitesse de régime, et qui, au contraire, s'emballer quand la courroie est insuffisamment tendue. On prévient l'effet nuisible de l'échauffement en arrosant le frein par un filet d'eau savonneuse. Puisque le frein ne tourne pas, c'est qu'il y a égalité entre le couple développé par les forces de frottement qui tendent à l'entraîner et le moment du poids par rapport à l'axe, et on applique, pour déduire l'effort dépensé, une formule dont l'importance

du poids et la longueur du levier sont les deux facteurs importants. Ce procédé, très commode pour les essais préliminaires, est toutefois de moins en moins usité dans la pratique et on lui préfère le *moulinet* de Renard qui permet de mesurer directement la résistance.

Cet appareil se compose d'une barre de bois, ordinairement en frêne, munie d'un moyeu métallique analogue à celui d'une hélice. Cette barre, montée sur l'arbre d'un moteur et animée par conséquent d'un mouvement de rotation plus ou moins rapide, subit une résistance à son déplacement par le fait de deux palettes faites de plaques d'aluminium de forme rectangulaire, fixées par des boulons aux deux extrémités de la barre de frêne. Une série de trous également espacés les uns des autres, permet de disposer ces palettes symétriquement à une distance variable du centre. Cette distance doit être telle que, pour la vitesse linéaire proportionnelle au rayon de rotation, la résistance offerte par l'air à l'avancement des palettes, équilibre exactement le travail que fournit le moteur tournant à sa vitesse de régime. Si cette distance est trop faible, les palettes ne subissent pas, de la part de l'air, une réaction suffisante pour équilibrer la puissance développée, et alors le moteur s'emballe jusqu'à ce que la réaction soit suffisante pour freiner. Le contraire se produit si les palettes sont trop écartées, le moteur ne pouvant arriver à sa vitesse de régime. Si l'on fait donc varier la distance des palettes le long de la barre, il est une certaine position où elles permettront au moteur de tourner à sa vitesse de régime connue. Leur résistance, pour cette vitesse de rotation et pour leur distance au centre peut être déterminée, car elle est proportionnelle au carré de leur vitesse circonférencielle ; des coefficients dépendant de l'air entraîné, de la température, de la pression atmosphérique permettent, par un tarage préalable, de connaître très exactement la résistance de l'air sur les palettes, et par suite la puissance du moteur.

Dangers du courant électrique. — Précautions et remèdes

On a cru jusqu'à ces derniers temps que, seuls, les courants électriques de haute tension présentaient du

danger, mais des accidents mortels survenus à plusieurs reprises ont montré que, dans certaines circonstances, les basses tensions de 220 et même 110 volts, usitées sur la plupart des secteurs de distribution, pouvaient être tout aussi nocives. On a vu des ouvriers, électrocutés par des courants de 2.500 et 3.000 volts revenir à la vie après des soins empressés prodigués pendant quelquefois plusieurs heures, alors qu'il a été impossible de ranimer des personnes n'ayant eu contact qu'avec des canalisations à 110 volts, par exemple en changeant une lampe brûlée ou le fusible d'un coupe-circuit sans avoir pris la précaution d'interrompre l'arrivée du courant.

De l'examen attentif des experts, dans plusieurs de ces accidents, il résulte que la gravité des blessures occasionnées par l'électricité dépend des circonstances dans lesquelles l'accidenté se trouvait quand il a été frappé, et surtout de l'importance des points de contact pour l'entrée et la sortie du courant. Alors que l'on peut manier impunément tous les appareils et conducteurs traversés par des courants, si l'on est pourvu de chaussures à semelles de caoutchouc, ou marche sur des tapis ou paillassons bien secs, autant il devient périlleux d'agir sans précaution et de toucher à une pièce en matière bonne conductrice du courant quand on a des chaussures humides, en tresse ou autre tissu, ou des souliers à clous et qu'on se tient sur un pavé mouillé, l'eau étant parfaitement conductrice. En offrant ainsi un facile écoulement de l'électricité à la terre au lieu d'en être isolé, on accroît le danger, mais c'est lorsqu'on est immergé dans l'eau d'une baignoire que le péril est porté à l'extrême en raison de l'énorme surface offerte au passage du courant. On a enregistré plusieurs accidents mortels survenus dans ces conditions, de personnes foudroyées dans leur bain, pour avoir touché à une lampe mal isolée ou à une chaîne métallique dérivant une partie du courant de distribution.

Il convient donc, en toutes circonstances, d'observer les précautions voulues avant de toucher aux canalisations ou appareils, et se rappeler les prescriptions suivantes :

« Avant de relever une personne électrocutée par accident, ne saisir aucun fil, ne toucher aucun appareil lorsque le corps se trouve en contact avec des objets en fer, ou bien chausser des souliers à semelles de caoutchouc, ou mettre des gants de cette même matière isolante.

« Ne jamais toucher un conducteur ou un appareil avec les deux mains à la fois, et pour ne pas en être tenté, garder constamment la main gauche dans la poche.

« Avant de toucher aux différentes parties d'une canalisation d'électricité à haute tension, à une distribution de lampes en série, etc., s'assurer que le circuit est ouvert et que le courant ne passe pas.

« Prendre les mesures voulues pour restreindre les chances d'accidents. Placer des tapis de caoutchouc ou d'épais paillassons devant les dynamos et appareils de manœuvre.

« Se garder, en cas d'incendie, de diriger le jet d'eau d'une lance de pompe sur des conducteurs, dynamos ou prises de courant en service. Le jet liquide, bon conducteur, sert alors de liaison entre la source d'électricité et le pompier qui peut être foudroyé par ce courant dérivé, d'autant plus facilement qu'il a les mains mouillées et offre moins de résistance au passage du courant. »

L'électricité cause la mort des personnes soumises à son action par l'arrêt instantané des mouvements du cœur. Ce n'est quelquefois, heureusement, qu'une mort apparente, d'où il est possible de tirer la victime par des soins prolongés et intelligents. Une personne électrocutée doit être traitée exactement comme les asphyxiés par submersion. Il faut pratiquer longtemps sur elle la respiration artificielle, selon la méthode classique et les tractions rythmées de la langue, jusqu'à ce que le cœur reprenne ses battements et les poumons leur jeu naturel, ce qui exige parfois plusieurs heures. Ces diverses prescriptions, édictées par l'Académie de Médecine, sont d'ailleurs affichées dans tous les établissements industriels où l'électricité est utilisée pour l'une ou l'autre de ses applications.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	Pages 5
--------------------	------------

PREMIÈRE PARTIE

Piles et accumulateurs

Les piles dont on se sert maintenant.....	7
Le courant des piles.....	8
Couplage des piles	10
Construction d'une pile portative puissante.....	13
Construction d'une pile au sulfate de cuivre.....	15
Pile économique à un seul liquide.....	17
Pile fabriquée avec une cartouche.....	17
Formules de charge pour piles chromiques.....	18
Qualités et défauts des piles chimiques.....	19
Construction des piles Leclanché à sac.....	20
Composition des agglomérés pour piles.....	21
Entretien des piles à sel ammoniac.....	22
Pour empêcher les sels grimpants dans les piles.....	23
Fabrication des piles sèches à sel ammoniac.....	23
Amalgamation des zincs de piles.....	26
Les piles pour postes de T.S.F.....	29
Construction d'accumulateurs	30
Montage	31
Formation des plaques d'accumulateurs.....	33
Installation des batteries d'accumulateurs.....	35
Chargement d'une batterie	37
Rechargement des petits accumulateurs.....	38
Doit-on survolter les batteries à la charge.....	40
Pour remplacer les pastilles tombées.....	41

Réparation des accumulateurs sulfatés.....	41
Dé vissage d'une borne oxydée.....	42
Mastic Planté pour accumulateurs.....	43

DEUXIÈME PARTIE

Les dynamos et génératrices mécaniques

Qualités que doit posséder une dynamo.....	45
Agencement des magnétos.....	46
Construction d'un induit en anneau.....	48
Construction d'un induit en tambour.....	50
Construction d'un collecteur.....	52
Comment doivent être agencés les balais de dynamos ..	54
Comment doit s'installer une dynamo.....	55
Pour calculer les dimensions d'une dynamo.....	57
Fondations pour dynamo.....	59
Mise en place d'une dynamo.....	60
Soins à donner aux dynamos.....	62
Comment on remédie au manque de courant.....	63
Comment reconnaître les causes d'un dérangement.....	66
Que doit-on faire en cas de désamorçage de la machine?	66
Comment s'amorce une dynamo-série.....	67
Couplage des dynamos.....	68
Réparations aux induits des dynamos.....	71
Recherche des courts-circuits internes.....	72
Autre moyen de reconnaître un court-circuit.....	74
Pour éviter les étincelles surabondantes aux balais...	74
Réparation d'un collecteur.....	75

TROISIÈME PARTIE

Appareils d'éclairage électrique

Les unités électriques.....	77
Agencement des compteurs.....	79
Comment on lit les indications d'un compteur.....	80
Quelle est l'utilité du voltmètre.....	81
Montage en circuit d'un voltmètre.....	82
Utilité d'un ampèremètre.....	83
Composition des conducteurs.....	84

Calcul du diamètre des conducteurs	85
Valeur des divers isolants.....	88
Isolement des conducteurs industriels.....	88
Choix des isolateurs.....	90
Canalisations en bois	92
Les canalisations en carton bitumé.....	93
Pour opérer des jonctions de fils conducteurs	94
Isolement des jonctions.....	97
Pose de conducteurs à l'intérieur des appartements....	98
Outils de l'électricien.....	99
Pour mesurer l'isolement des canalisations.....	101
Mettez vous-même en place des lampes supplémentaires.	102
Les prises de courant.....	105
Pose des coupe-circuit.....	107
Usages des coupe-circuit et remplacement des fusibles.	109
Conditions auxquelles doivent répondre les installations.	110
Choix des fils pour rhéostats.....	113
Montage des lampes à arc.....	114
Accidents de fonctionnement dans les lampes à arc et remèdes	115
Composition des charbons pour lampes à arc.....	116
Consommation des lampes électriques.....	117
Lampes-veilleuses à faible consommation.....	119
Montage des lampes à incandescence	120

QUATRIÈME PARTIE

Appareils d'intercommunication

Agencement d'un réseau de sonnettes.....	126
Choix des conducteurs pour sonnettes électriques.....	127
Combinaisons de réseaux de sonnettes.....	126
Les contacts de sûreté.....	128
Construction d'un réducteur de potentiel pour actionner les sonnettes par le courant à 110 volts....	130
Utilisation du courant alternatif 110 volts.....	131
Entretien des piles pour sonnettes.....	133
Installation des tableaux indicateurs.....	134
Pose d'un tableau répéteur	136
Pose et installation de postes téléphoniques.....	138
Vérification du fonctionnement des postes téléphoniques.	140

Recherche des dérangements dans les lignes et postes téléphoniques	141
Entretien des lignes téléphoniques.....	143
Les mélanges.....	143
Agencement de réseaux téléphoniques.....	144
Avertisseurs de température.....	146
Réveil électrique.....	147
Gâches électriques.....	148
Répétition de l'heure per les sonnettes électriques et réveille-matin électriques.....	149
Protection contre le vol.....	151
Protection des coffres-forts	152
Allumage à distance des becs de gaz.....	154
Allumette électrique	156
Télégraphie sans fil. — Construction d'un détecteur électrolytique	157
Antennes pour réception de signaux.....	158
Construction d'une bobine d'accord.....	160
Les condensateurs pour T.S.F.....	161
Montage d'un poste récepteur.....	163
Les détecteurs à lampes.....	164
Amplificateur haut parleur pour T.S.F.	165

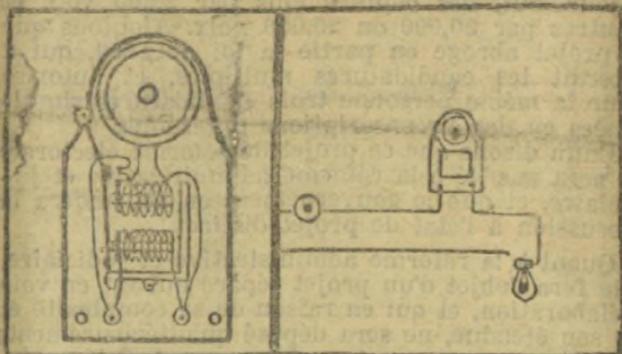
CINQUIÈME PARTIE

Applications diverses du courant électrique

Agencement d'un groupe électrogène.....	167
Allumoir électrique portatif.....	170
Démarrage thermo-électrique des automobiles.....	171
Les vêtements thermophiles.....	173
Prix de revient de la chaleur électrique.....	175
Chauffage électrique des couveuses.....	176
Porte-montre projecteur.....	177
Construction d'un clapet électrolytique.....	178
Fabrication d'une bobine Ruhmkorff.....	179
Essai de l'isolement des paratonnerres	182
Installation des paratonnerres Melsens.....	183
Essai d'un moteur	184
Dangers du courant électrique. — Précautions et remèdes	186

Il y a, dans le fonctionnement de l'électricité à la maison, quelque chose de déconcertant; c'est ceci. Vous avez l'éclairage électrique avec vos canalisations à 110 volts. Vous avez disposé à souhait vos boutons-commutateurs et vos lampes à incandescence. Tout cela doit être complété par des sonneries d'appel pour réaliser le total du « confortable ».

Or les réseaux de sonneries ne sont pas action-



Installation de sonneries électriques sur les circuits d'éclairage électrique des habitations.

nés par le courant électrique de lumière. On est obligé d'installer les petites boîtes contenant les piles électriques babillardes. Ces piles sont fort perfectionnées, dociles, excellentes. Mais encore elles demandent une certaine surveillance et un certain entretien; elles sont parcimonieuses de leurs volts au milieu de l'écoulement perpétuel des volts lumineux.

N'y a-t-il pas moyen de concilier tout cela ?

Electrician dit que des électriciens anglais, MM. Emanuel, y sont parvenus d'une façon satisfaisante et assez simple en somme.

Ils empruntent pour cela le courant du circuit électrique d'éclairage, continu ou alternatif.

Leurs sonneries sont du type ordinaire bien connu, mais les deux bobines sont enroulées en sens opposé et reliées en parallèle au circuit extérieur. La con-

nexion, pour la bobine inférieure, se réalise au moyen d'un petit joncteur, qui ne se trouve fermé que quand l'armature de la sonnerie est attirée.

Pour le montage, les deux fils de la canalisation d'éclairage sont reliés à la sonnerie par un bouton-poussoir et par une petite lampe à incandescence intercalée dans le circuit. Lorsque l'on appuie sur le bouton, la lampe s'allume un instant, l'armature de la sonnerie est attirée et le petit carillon retentit.

Il y a naturellement deux...
 montage, on...
 éclairage...
 COLONEL GUYARD et le COMMANDEANT DE LA...
 de la...
 de la...

BIBLIOTHÈQUE D'UTILITÉ ET D

à 3 fr. le Volume

- | | |
|---|-----------------------------------|
| Aiguilles et Fuseaux. | Astronomie pour tous. |
| 100 Variétés de Bonbons et Sucrieries faciles à préparer chez soi. | L'Avenir par Bons Mots, Anecdotes |
| Comment on devient cratateur. | Les Bosses et Correspondance |
| Correspondance des Commerçants. | Facces à fa |
| La Couture à l'Ecole. | Grand Alber |
| 250 Manières de cuire et accommoder le Gibier. | Les Sec-ete |
| Guide Medical pratique. | Fleurs. |
| Comment on peut construire ou acquérir une Habitation à Bon Marché. | Les Lignes |
| 60 Recettes pour préparer le Lapin domestique et le Lapin de garenne. | Magie et So |
| La Layette : Ce qu'une jeune mère doit savoir | Magnétisi |
| Modèles de Lettres et de Télégrammes. | Spiritisme |
| Modèles d'Actes sous seing privé | Le Nouvel |
| ous les moyens de faire fortune | Sexe. |
| La Pâtisserie dans la famille. | Prestidigit |
| 100 Recettes pour préparer économiquement la Pâtisserie chez soi | tous. |
| La Pêche usuelle et pratique. | Règles de t |
| Secrets de la Bonne Table. | Les songes |
| Les Secrets du Travail à l'Aiguille. | Les Talism |

HORS SÉRIE : 4 Fr.

- | | |
|---|------------|
| Le Vétérinaire des Villes et des Campagnes. | Le Dessin |
| La Vie pratique chez soi. | Le Croquis |
| | Les Tracés |

Envoi franco, contre le montant, augmenté de 10 % en mandat ou timbres-poste, adressés à :

Abbin MICHEL, Éditeur, 22, rue Ho