

quelles est la valeur de la résistance de contact en ohms par  $\text{cm}^2$  pour deux espèces de balais.

Pour un balai en *morganite*, à la température de  $40^\circ$  cette résistance est :

$$\text{pour le positif : } R_c = \frac{0,35}{d} + 0,04$$

$$\text{pour le négatif : } R_c = \frac{1,18}{d} + 0,04$$

$d$  étant la densité en ampères par  $\text{cm}^2$ .

À  $60^\circ$ , cette résistance devient :

$$\text{pour le négatif : } R_c = \frac{0,2}{d} + 0,04$$

$$\text{pour le positif : } R_c = \frac{0,6}{d} + 0,05$$

Pour un balai *Siemens S*, on a, à  $40^\circ$  :

$$\text{pour le positif : } R_c = \frac{0,84}{d} + 0,02$$

$$\text{pour le négatif : } R_c = \frac{0,70}{d} + 0,02$$

et à  $60^\circ$  :

$$\text{pour le positif : } R_c = \frac{0,4}{d} + 0,04$$

$$\text{pour le négatif : } R_c = \frac{0,35}{d} + 0,02$$

Il est à remarquer que la manière dont se comportent les balais suivant les variations de la température, de la densité, de la direction du courant, de la vitesse et de la pression ne sont pas absolument uniformes. Dans le cours d'un essai, on a observé parfois des variations brusques de la chute de tension, qui dureraient plus ou moins longtemps, et dont on ne peut encore donner aucune explication plausible, même par une observation très rigoureuse.

Le but principal des recherches précédentes, qui était de trouver expérimentalement quelle est l'influence de la température du collecteur et des balais sur la chute de tension, a été pleinement atteint. Toutefois, il reste encore un problème à résoudre, c'est celui de la détermination des phénomènes physiques et chimiques qui se produisent réellement aux surfaces de contact.

G. PICKER,

Ancien élève de l'École Polytechnique  
de Karlsruhe.

## Accidents dus au courant électrique en Suisse pendant l'année 1906

A. *Accidents de personnes.* — Pour 19 victimes sur 35, les blessures ont été mortelles (contre 21 cas mortels dans l'année précédente). Les 35 victimes se répartissent de la manière suivante par rapport à leur position vis-à-vis des entreprises électriques respectives.

Personnel d'exploitation proprement dite : 8 (7 en 1905).

Personnel des entreprises étrangères à l'exploitation : 16 (16 en 1905).

Des tiers : 10 (7 en 1905).

La plupart des victimes en 1906 se recrutent de nouveau, comme les années précédentes, parmi le *personnel des monteurs*. Bien que ce fait s'explique en quelque sorte par l'occupation même des victimes, il y a pourtant de nouveau à obser-

ver qu'une partie des accidents sont dus à l'insouciance du personnel et qu'ils auraient pu être évités si toutes les instructions avaient été strictement observées, et si l'on avait pris les mesures de précaution s'imposant à tout homme du métier plus ou moins instruit. Le *personnel d'exploitation* figure également assez souvent dans les accidents dus à la propre faute de la victime. C'est bien dans cette catégorie qu'il faut mentionner les 10 accidents qui ont eu lieu lors des travaux dans des stations de transformation ou de distribution à haute tension non déclanchées, et un accident sur une ligne à haute tension également non déclanchée.

Dans un cas, un monteur avait travaillé le samedi et le dimanche dans une station de transformation qu'on avait déclanchée du réseau en enlevant les connexions sur la tourelle de distribution. Ayant terminé son travail plus tôt qu'il n'avait pensé, il voulut refaire les ligatures sur la tourelle, dans la supposition que la ligne n'était pas sous tension le dimanche, et malgré que ce n'était pas son devoir et qu'il savait qu'un autre monteur était chargé de ce travail. La conduite était sous courant et le monteur fut tué aussitôt qu'il toucha les fils.

Dans un autre cas, un monteur voulut commencer de vernir les ferrures dans une station de transformation, avant l'heure qui avait été fixée pour l'interruption du courant. En glissant, il toucha les conduites à haute tension avec sa figure, ce qui occasionna sa mort.

Dans un troisième cas, un gardien d'une station transformatrice était occupé à enlever des toiles d'araignées entre les conduites à haute tension. Il entra en contact avec un des fils et fut foudroyé.

On ne saurait donc assez répéter la nécessité de rendre le personnel d'exploitation et les monteurs toujours très attentifs au danger et d'exiger de leur part toutes les mesures de précaution. Il faudra surtout interdire rigoureusement tout travail aux installations à haute tension sous courant, et insister pour qu'on mette en court-circuit et à la terre les installations à haute tension, toutes les fois que les circonstances le permettent, avant d'y entreprendre des travaux.

Il est important de prendre toutes les mesures de précaution, lors même que tout danger pour les ouvriers paraît exclu.

Le cas suivant en démontre la nécessité.

Un monteur avait travaillé entre midi et une heure dans une station de transformation qu'il avait déclanché lui-même. À une heure un aide-monteur enclancha par erreur la station malgré un ordre contraire qui lui avait été donné. Le monteur qui n'avait pas encore terminé son travail, fut foudroyé.

Le nombre des accidents où des *personnes étrangères à l'entreprise* ont été victimes a augmenté et les 44 pour 100 de ces cas concernent des *ouvriers du bâtiment*.

En partie, ces accidents peuvent être attribués à un avertissement insuffisant sur le danger des conduites électriques ; mais, d'autre part, il arrive assez fréquemment que les ouvriers du bâtiment ne tiennent pas compte de ces avertissements, comme le prouve le cas suivant.

Un menuisier travaillant sur un échafaudage toucha un fil d'une conduite à basse tension (à 220 volts), pour prouver à ses camarades que cela pouvait se faire sans danger. Ensuite de la commotion qu'il ressentit, il risqua de tomber de l'échafaudage, et saisit instinctivement l'autre fil de la conduite électrique. Il fut tué par le courant qui traversa son corps. Les conduites étaient protégées par des planches contre un contact accidentel.

Le cas suivant doit, par contre, être attribué à un avertissement insuffisant.

Un manoeuvre d'un entrepreneur de bâtiments avait reçu l'ordre d'encaisser une conduite à basse tension sous courant, pour empêcher un contact accidentel des fils nus. Pendant son travail, il toucha la conduite et se brûla à la main droite, on ne l'avait pas averti qu'il y avait danger de toucher aux fils.

En considérant les causes des accidents, on trouve que 50 pour 100 des cas proviennent exclusivement et 9 pour 100, en partie de la *propre faute de la victime*. Un pourcentage relativement élevé, 18 pour 100, doit être attribué à la négligence ou manque de réflexion d'autrui.

Témoin l'exemple déjà cité, où un aide-monteur enclancha, contrairement à un ordre donné, la station de transformation pendant que le monteur y travaillait encore.

Voici encore un autre exemple :

Un aide-monteur avait reçu l'ordre de travailler dans une station de distribution à haute tension. Pour une raison quelconque, il quitta un moment son travail. Entre temps un incident imprévu nécessita la mise en service de la partie d'installation en réparation. Lorsque l'aide-monteur revint à son travail, il ignorait que les conduites étaient sous courant et fut foudroyé aussitôt qu'il toucha un des fils. Un autre ouvrier était justement en train de barrer la partie de l'installation qui venait d'être mise sous courant, mais s'était rendu dans un local adjacent pour chercher du matériel, à l'instant où la victime se rendait à son travail.

Dans un autre cas, un monteur et un aide-monteur étaient occupés à faire des connexions dans une station de transformation déclanchée. Une fois le travail terminé, le monteur, en quittant la station, ordonna à son aide de ramasser les outils, mais négligea de remettre en place les grilles de protection. Malheureusement le courant fut enclanché en ce moment par le surveillant de l'usine avant que le monteur en ait donné l'ordre. Lorsque l'aide-monteur voulut prendre un fil à plomb, suspendu à un isolateur derrière le tableau, il entra en contact avec des parties sous tension et fut tué.

En considérant les tensions auxquelles les accidents se sont produits, on trouve :

Jusqu'à 250 volts, 10 cas ; soit 29 pour 100 (en 1905, 21 pour 100).

Entre 250 et 1000 volts, 5 cas ; soit 15 pour 100 (en 1905, 11 pour 100).

Plus de 1000 volts, 19 cas ; soit 56 pour 100 (en 1905, 68 pour 100).

Cette année également, il y a lieu de signaler le nombre relativement élevé d'accidents causés par la basse tension, il atteint, comme l'année précédente, le double de ceux à tension moyenne. Un cas est surtout intéressant, parce qu'il réfute l'opinion que le courant continu à basse tension ne peut avoir un effet mortel.

Un monteur était occupé sur un poteau à attacher des fils aux isolateurs. A un moment donné il entra en contact avec deux conducteurs de polarités différentes (courant continu à 220 volts), poussa un cri et s'affaissa inanimé dans la ceinture.

On déprécie encore trop souvent le danger que les courants à basse tension présentent pour bien des personnes.

Ajoutons encore qu'aucun des accidents, avec courant à basse tension, n'est arrivé dans un local imprégné de liquides conducteurs.

Dans 15 accidents on a essayé de rappeler la victime à la vie et dans 2 avec succès.

**B. Dégâts matériels.** — Parmi les 8 cas de dégâts matériels, 5 peuvent être ramenés à des installations défectueuses ou au mauvais fonctionnement des appareils de protection.

Dans un cas, un câble souterrain fut détérioré par une forte perte à la terre, survenue par suite d'un défaut d'isolement. Le courant pénétra dans une conduite d'eau posée directement contre l'armature du câble et l'endommagea. Il est probable que le câble avait été endommagé lors de la pose même de la conduite d'eau.

Dans un autre cas, un court-circuit s'était déclaré dans une conduite d'éclairage (cordon souple). L'isolement du cordon s'enflamma et le feu se communiqua à la paroi en bois. Il ne fut pas possible de déterminer d'une manière certaine le débit des coupe-circuits.

Le troisième cas est celui où la résistance d'une lampe à arc s'échauffa, probablement à cause du mauvais fonctionnement de la lampe, à tel point que la poutre du plafond, contre laquelle elle était fixée prit feu. La résistance ne se trouvait qu'à une distance de 3 ou 4 cm du plafond et ce dernier n'était pas protégé par une plaque incombustible.

Dans trois cas, la cause des dégâts ne doit être attribuée que partiellement à la défektivité des installations, l'autre part pouvant être ramenée à la force majeure ou au mauvais fonctionnement des appareils de protection, dont on ne connaît pour le moment pas de modèle qui se prête bien à l'emploi en pratique et qui soit d'un fonctionnement absolument sûr.

Citons, par exemple, une installation intérieure où des surtensions se produisirent par suite d'un défaut au transformateur. Dans une traversée de plancher, entre l'écurie et le fenil, le courant sauta d'un conducteur à l'autre et enflamma l'isolation des fils. Le feu s'était communiqué au foin qui entourait la colonne montante, mais on réussit à l'éteindre, avant qu'il n'ait causé de dommages importants. Dans l'installation en question, les conduites à basse tension n'étaient pas munies d'appareils contre les surtensions.

Dans un autre cas, un transformateur fut endommagé par un coup de foudre. Malgré les appareils protecteurs, le courant primaire paraît avoir passé dans le réseau à basse tension, car dans plusieurs installations intérieures, le courant avait sauté aux parties voisines des bâtiments en formant des arcs. A quelques places les fils avaient fondu, à d'autres, leur isolant était carbonisé. Les appareils contre les surtensions paraissent avoir fonctionné, mais le contact entre les deux disques métalliques séparés par une rondelle de mica perforée, n'était sans doute pas suffisant.

Ce cas nous prouve, en outre, qu'il est nécessaire de disposer la plaque de terre des appareils contre les surtensions aussi loin que possible de celle des appareils parafoudres à haute tension.

L'incident précité, ainsi que d'autres observations que nous avons eu l'occasion de faire, nous donnent l'impression que les appareils contre les surtensions, avec leur construction actuelle généralement admise, ne fonctionnent pas toujours avec succès et qu'ils ne répondent pas, par conséquent, aux exigences qu'on est en droit d'imposer aux appareils de protection. Y aurait-il moyen de trouver une disposition simple et sûre, qui, lors de surtensions dangereuses, dans le circuit secondaire, fonctionnerait comme disjoncteur des conduites primaires alimentant la station de transformation. Dans le cas où l'on n'est pas sûr d'atteindre l'interruption du courant primaire sur tous les pôles, il faudrait arriver à une mise à terre directe des conduites primaires, simultanément avec leur interruption partielle.

(L'Industrie Electrique.)

## Résolution des Equations

AU MOYEN D'

### ABAQUES LOGARITHMIQUES A MULTIPLES ENTRÉES

La résolution de certains problèmes d'hydraulique nécessitant la résolution d'équations entières d'un degré supérieur au second, nous avons pensé qu'il était intéressant de publier ici un nouveau procédé de résolution rapide de ces équations, au moyen d'*abaques logarithmiques à multiples entrées*, dont l'auteur est M. Jules JOUFFRAY, directeur des Fonderies et Ateliers de Constructions mécaniques de Vienne (Isère).

Jusqu'à ce jour, pour résoudre d'une façon pratique — et lorsqu'on ne pouvait les éviter — des équations quelconques, on a employé plusieurs méthodes qui peuvent se ramener à deux principales.