

Note sur le calcul des conducteurs électriques

Autor(en): **Muyden, A. van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes**

Band (Jahr): **12 (1886)**

Heft 2

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-12933>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

la confiance que vous nous avez témoignée en nous appelant aux fonctions de membres de ce jury, permettez-nous d'y joindre l'assurance de notre considération très distinguée.

Lausanne, palais fédéral de justice, 24 novembre 1885.

A. BOURDILLON, *architecte*.
ALFRED RYCHNER, »
ASSINARE, »
D^r JOEL.
ROUX.

NOTE

SUR

LE CALCUL DES CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

ACCOMPAGNÉE DE DEUX TABLEAUX GRAPHIQUES

par A. VAN MUYDEN, ingénieur.

Les problèmes usuels relatifs aux conducteurs électriques à diamètre constant portent sur cinq variables, savoir :

- a) *Le diamètre d*, du conducteur, exprimé en millimètres ;
- b) *La longueur L*, des deux branches du circuit, exprimée en kilomètres ;
- c) *L'intensité I* du courant, exprimée en ampères ;
- d) *La résistance R'* du conducteur, exprimée en ohms ;
- e) $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{ La chute ou perte de potentiel } e = (E - E'), \text{ due au} \\ \text{courant et au conducteur, exprimée en volts ;} \\ 2^{\circ} \text{ La chute de potentiel } \left(\frac{e}{L}\right) \text{ par km. de conducteur.} \end{array} \right.$

Pour les conducteurs nus, en cuivre pur, à la température de 15°, ces cinq quantités sont liées par les deux relations :

$$1) \quad d^2 = \frac{21,84 L}{R'}$$

et d'après la loi d'Ohm :

$$2) \quad R' = \frac{e}{I}$$

d'où l'on tire une troisième relation :

$$3) \quad d^2 = \frac{21,84 I}{\left(\frac{e}{L}\right)}$$

Ces relations renfermant chacune trois variables, le problème revient donc, dans chaque cas, à conclure le troisième terme de l'examen des deux autres ; or, le plus souvent, les données ne sont ni assez impérieuses ni assez concordantes pour imposer une solution unique. Ainsi, par exemple, lorsqu'il s'agit de produire à distance un travail électrique déterminé, il y a généralement un choix à faire, au point de vue des dépenses d'installation et d'entretien, entre l'accroissement de puissance des machines génératrices et l'augmentation du diamètre de la canalisation, c'est-à-dire un moyen terme à trouver entre les deux solutions extrêmes ; c'est, dès lors, par approximations successives qu'on procède, en dressant un tableau représentant, pour une série de diamètres, la puissance demandée aux machines et le coût total de l'établissement et de l'exploitation annuelle. De là, des essais souvent nombreux et une marche incertaine et peu expéditive.

En traduisant en tableaux les relations 1 et 3, on s'est proposé d'abrégier ces tâtonnements ; en outre, en adoptant pour ces tableaux la forme graphique, on a facilité les interpolations et fourni par là les éléments des combinaisons multiples de chiffres qui peuvent se présenter. Pour simplifier, on a anamorphosé le tracé en ramenant sur la figure les courbes des

diamètres à un système de lignes droites parallèles, d'après la méthode logarithmique de M. L. Lalanne. Il sera aisé de se rendre compte par deux ou trois applications que les résultats obtenus concordent avec le calcul dans une mesure qui dépasse les exigences de la pratique.

Ceci posé, les deux tableaux fournissent immédiatement, par une simple lecture, la solution des deux groupes de problèmes suivants : 1° *Deux des trois variables : diamètre, longueur et résistance du conducteur, étant données, déterminer la troisième* ; 2° *deux des trois variables : diamètre, intensité du courant, et chute de potentiel étant données, déterminer la troisième*.

Ces problèmes peuvent s'énoncer :

Premier groupe.

- 1° Connaissant la résistance d'un conducteur et sa longueur, déterminer son diamètre ;
- 2° Connaissant le diamètre et la longueur d'un conducteur, déterminer sa résistance ;
- 3° Connaissant le diamètre et la résistance d'un conducteur, déterminer sa longueur.

Second groupe.

- 4° Déterminer le diamètre d'un conducteur capable de telle intensité en absorbant telle perte de potentiel par kilomètre ;
- 5° Déterminer l'intensité dont est capable un conducteur de tel diamètre, absorbant telle perte de potentiel par kilomètre ;
- 6° Déterminer la perte kilométrique de potentiel absorbée par un conducteur de tel diamètre débitant tel courant.

Les problèmes du second groupe sont comparables aux problèmes relatifs au calcul des conduites d'eau sous pression, en substituant aux expressions de *chute de potentiel* et d'*intensité* les expressions correspondantes de *perte de charge* et de *débit*. L'analogie cesse, toutefois, lorsqu'il s'agit de rechercher le diamètre d'une canalisation remplaçant plusieurs branchements par une canalisation unique équivalente ; dans le cas des conducteurs électriques, en effet, les chutes de potentiel varient proportionnellement à la section du conducteur, tandis que, dans le cas des conduites d'eau, les pertes de charge varient en raison de la $\frac{5}{2}$ puissance de la section de la conduite. On en conclut que s'il peut être indifférent, à ce point de vue, de fractionner un courant électrique entre plusieurs branchements, il y a, par contre, un énorme avantage à éviter le fractionnement des conduites d'eau, à moins d'y être forcé. Sous cette réserve, l'assimilation peut être poussée très loin.

NOTATIONS

La quintuple notation de l'échelle des diamètres permet de lire directement sur la figure : le diamètre du conducteur, sa section, son poids par mètre courant et son coût approximatif (au prix moyen de 2 fr. 50 le kg.) ; puis, pour des diamètres de fil de 1 mm., 1 $\frac{1}{2}$ mm., 2 mm. et 3 mm., le nombre de brins câblés formant un toron de section égale à celle d'un conducteur simple.

La seconde échelle de droite de la seconde planche permet de traduire rapidement en chevaux électriques, par une simple multiplication, la valeur de la perte de potentiel subie par un courant d'intensité donnée. Ainsi, à une chute de quatorze volts, correspond, sur la seconde échelle, la valeur : $K = 0,019$; ce nombre, multiplié par le nombre des ampères, représente

le travail consommé par la ligne, exprimé en chevaux électriques; soit, par exemple, pour 200 ampères :

$$200 \text{ amp.} \times 0,019 = 3,8 \text{ chev.}$$

TYPE DU CALCUL

1° Soit à résoudre le problème suivant au moyen du premier tableau :

Déterminer le diamètre d'un conducteur devant distribuer à une distance de 250 mètres un courant de 100 ampères, au potentiel de 100 volts, en admettant une perte d'énergie de 10 pour cent consommée par la ligne.

$$\text{Données} \left\{ \begin{array}{l} L = 2 \times 0^{\text{km}},250 = 0^{\text{km}},500. \\ I = 100 \text{ ampères,} \\ E = 100 \text{ volts,} \\ E - E' = e = 0,10 E. \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} E = \frac{100}{1 - 0,10} = 111 \text{ volts} \\ R' = \frac{E - E'}{I} = 0,11 \text{ ohm, } 11. \end{array} \right.$$

L'intersection de la verticale cotée 500 mètres, avec l'horizontale cotée $R' = 0,11$ ohm, tombe sur la diagonale cotée $d = 10$ mm., qui résout le problème. On lit en outre, sur cette même diagonale, le poids (700 gr.) et le prix (1 fr. 75) du mètre courant de conducteur, puis le nombre et le diamètre des brins d'un toron équivalent. (Soit 100 brins pour un diamètre de fil de 1 mm. et 25 brins pour un diamètre de 2 mm., etc.)

2° Soit à résoudre le même problème au moyen du second tableau :

Déterminer le diamètre d'un conducteur devant débiter à l'extrémité d'un circuit de $2 \times 250^{\text{m}}$ de longueur un courant de 100 ampères à 100 volts, et satisfaire à la condition que la perte d'énergie électrique absorbée par l'échauffement de la ligne soit de 10 pour cent du travail électrique initial.

$$\text{Données} \left\{ \begin{array}{l} I = 100 \text{ ampères.} \\ L = 2 \times 0^{\text{km}},250 = 0^{\text{km}},500, \\ E' = 100 \text{ volts,} \\ E - E' = e = 0,10 E, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} E = \frac{100}{1 - 0,10} = 111 \text{ volts} \\ \frac{E - E'}{L} = \frac{e}{L} = \frac{11}{0,5} = 22 \text{ volts} \end{array} \right.$$

Les opérations préliminaires effectuées, le problème peut s'énoncer plus simplement :

Déterminer le diamètre d'un conducteur capable d'un débit de 100 ampères moyennant une perte de potentiel de 22 volts par kilomètre. (Soit une perte d'énergie de 3 chevaux par kilomètre.)

On interpole, à l'œil, un trait complémentaire correspondant à $\left(\frac{e}{L}\right) = 22$ volts entre les deux horizontales cotées 20 et 25 volts (ou, si l'on exprime la perte de travail en chevaux, un trait correspondant à $K = \frac{3 \text{ chev.}}{I} = 0,03$, à l'échelle de droite); l'intersection de ce trait avec la verticale cotée $I = 100$ ampères tombe sensiblement sur la diagonale cotée $d = 10$ millimètres, qui résout le problème.

Les problèmes inverses se résoudraient de même.

On rappelle, en terminant, que, rapporté au cuivre pur pris comme étalon, le fil de cuivre du commerce, généralement employé pour les distributions d'énergie électrique, a un coefficient de conductibilité compris entre 0,97 à 0,99. (Fil du commerce dit de haute conductibilité¹.)

¹ Nous croyons devoir signaler à nos lecteurs que la maison de Meuron et Cuénod, de Genève, s'est faite l'éditeur des tableaux graphiques que nous reproduisons. (Note de la rédaction.)

L'INDUSTRIE DES ANTHRACITES AUX ÉTATS-UNIS

par CH. DE SINNER, ingénieur.

(Troisième article.)

Consommation et transport des anthracites. Valeur commerciale et prix de revient.

La production de 34 534 000 tonnes métriques en 1883 se partage entre 386 mines. La région commerciale du Wyoming, représentée par le seul bassin du nord (où les couches sont moins inclinées et par suite l'exploitation plus facile que dans les autres bassins), fournit 49 % de la production totale, tout près de la moitié. La région du Schuylkill qui comprend tout le bassin ouest et la plus grande partie du bassin sud, donne 32 1/2 % ou à peine un tiers. Les autres 18 1/2 % appartiennent à la région du Lehigh, composée des petits bassins de l'est et de l'extrémité orientale du bassin sud.

D'après M. Ashburner, 70 % du « Total Shipment » sont consommés par les états de Pensylvanie, de New-York¹ et de New-Yersey, et en tout 90 % par les états voisins de l'Atlantique. L'ouest consomme 7 1/2 %. Enfin 2 1/2 % sont exportés, pour la plus grande partie au Canada.

L'exportation totale de charbon en 1882 a atteint 959 000 tonnes² dont plus des deux tiers d'anthracite. D'autre part les Etats-Unis importent 786 000 tonnes² de houille par an, qui viennent d'Angleterre ou des colonies britanniques. Les entrées et les sorties se balancent à peu près, la production des Etats-Unis équivalant à sa consommation. L'exportation hors d'Amérique est encore insignifiante, et l'importation reste limitée par le droit d'entrée qui est de 75 cents² soit de 3 fr. 88 c. par tonne. (En 1872 la tonne payait 1 dollar 25 cents.)

Le transport par terre³ des anthracites se partageait en 1883 entre sept grandes compagnies de chemin de fer, dont une seule, la « Philadelphia and Reading Railroad Company » (qui est distincte de la « Philadelphia Coal and iron Company ») est chargée de 12 millions, soit de 40 000 tonnes par jour. Ce formidable mouvement d'anthracite oblige les compagnies minières à régler quelquefois leur extraction sur la possibilité de transport. Ainsi en 1883 l'exploitation a dû chômer pendant 60 jours (sans compter le repos dominical, strictement observé en Pensylvanie). D'autre part, les compagnies de chemin de fer sont forcées de régler tout leur trafic sur les demandes de charbon.

La valeur commerciale de la production d'anthracite en 1883 a atteint (d'après M. Ashburner, et au change de 5 fr. 18 c.) le chiffre de 369 334 000 fr. Et la valeur de tout le charbon produit aux Etats-Unis la même année, était de 826 200 000 francs⁴. Il reste ainsi, pour la valeur des houilles et lignites, 456 866 000 fr., ou 55 % contre 45 % d'anthracite.

¹ La seule ville de New-York reçoit 6 millions; Brooklyn 1 1/2; Buffalo 3 millions de tonnes de charbon.

² D'après Williams et Keller, Annales des mines, troisième livraison de 1885, pag. 544.

³ 13 millions de tonnes sont, pour une partie de leur parcours, expédiés pendant les hautes eaux par le Lehigh et par plusieurs canaux; 5 millions sont envoyés par mer de New-York aux ports de la Nouvelle-Angleterre.

⁴ Keller et Williams, loc. cit.

CALCUL DES CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

Edité par A. de MEURON et CUËNOD
Electriciens - Constructeurs à Genève.

Reproduction interdite.

Abaque représentant la relation entre le diamètre, la longueur et la résistance des conducteurs en cuivre nu.

par A. van Muyden

Ingénieur attaché à la maison A. de MEURON et CUËNOD.

TABLEAU N° 1



