

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 14/15 (1881)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Le système d'éclairage électrique par incandescence  
**Autor:** Maxim, Hiram S.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-9446>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Le système d'éclairage électrique par incandescence de M. Hiram S. Maxim. — XXII. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure. — Aus dem Bericht über die Arbeiten an der Gotthardbahn im Juli 1881. — Revue: Javroz-Brücke. — Miscellanea: Aribergtunnel. — Vereinsnachrichten.

## Le système d'éclairage électrique par incandescence

de M. Hiram S. Maxim.\*)

Le système Maxim est, comme les systèmes Siemens, Brush et Lontin, un système complet en lui-même, ayant ses machines ou générateurs spéciaux, aussi bien que la lampe elle-même, et il serait difficile de dire si la plus grande particularité originale du système consiste dans la machine Maxim ou dans la lampe Maxim. Nous sommes portés à considérer que la palme de nouveauté la plus importante revient à la machine, à cause de la disposition par laquelle la force du courant est réglée selon le travail qu'on en exige; cet appareil régulateur est construit d'après un principe automatique aussi nouveau qu'ingénieux.

L'appareil générateur du système Maxim, comme les machines de Siemens et Gramme à courant alternatif et le générateur dynamo-électrique de M. Lontin, consiste en deux machines distinctes: un générateur d'électricité (1) dans lequel le magnétisme est développé par de puissants électro-aimants, et dont le courant est utilisé dans le circuit de la lampe et une machine plus petite (2) construite sur le principe dynamo-électrique, dont le courant est utilisé exclusivement à exciter les électro-aimants de la grande machine. En outre, le système Maxim possède un troisième appareil, auquel nous avons déjà fait allusion, un régulateur, au moyen duquel l'intensité du courant dans le circuit des lampes est réglée automatiquement selon le nombre de lampes en fonction.

La machine Maxim, dont nous donnons le dessin en figure 1, possède (par suite de la disposition de ses aimants et de son circuit magnétique) une ressemblance remarquable dans son aspect général, avec la petite machine excitatrice de Siemens, employée pour les générateurs à courant alternatif, ou bien à une des grandes machines de Siemens placée debout de façon à donner à ses bobines aimantées la position verticale. La machine diffère cependant entièrement de celle de Siemens dans la construction de l'armature rotative qui, au lieu d'avoir la forme d'un cylindre massif dont les diverses sections de fil passent sur les extrémités d'un côté à l'autre, à la forme d'un anneau ou tube cylindrique dont les fils sont enroulés longitudinalement, intérieurement et extérieurement comme dans l'armature Gramme dont c'est une modification; elle diffère cependant de l'armature Gramme par le fait que sa longueur est beaucoup plus considérable que son diamètre, c'est-à-dire qu'elle a plutôt la forme d'un tube que d'un anneau. Elle diffère, en outre, de l'armature ordinaire de Gramme, en ce qu'elle possède deux cylindres commutateurs, un à chaque extrémité de son axe et que les bobines de l'armature sont reliées alternativement à ces deux commutateurs, c'est-à-dire que, si l'on numérotait consécutivement les sections de fil par 1, 2, 3, 4, etc., tous les numéros pairs se trouveraient être reliés à l'un des commutateurs et les numéros impairs à l'autre. Par rapport au principe physique, la machine Maxim est une combinaison des machines Gramme et Siemens et, sous ce rapport, on pourrait la définir en disant que c'est une armature Gramme fonctionnant dans un circuit magnétique de Siemens; mais au point de vue des détails de construction, elle réunit tant de points originaux, qu'ils lui assignent une place séparée et distincte parmi les générateurs électriques.

Quant à la gravure figure 1, qui représente la machine principale disposée comme machine dynamo-électrique, excitant ses propres aimants et n'exigeant par conséquent pas d'excitatrice séparée, on verra que l'aimant de champ consiste en deux jeux de barreaux de fer à section rectangulaire et qui, à leurs extrémités supérieure et inférieure, sont entourés de bobines rectangulaires de fil isolé reliées ensemble de manière que le courant les traverse par séries dans des

directions telles qu'elles produisent une ligne de polarité positive nord le long du milieu d'un des jeux de barres de fer courbées, et une ligne semblable de polarité négative sud le long de la ligne moyenne correspondante du jeu de barres opposé en produisant ainsi entre eux un circuit magnétique dans lequel le cylindre de l'armature est lancé avec une vitesse d'environ 900 tours à la minute. Cette armature est composée d'une certaine quantité de fil de fer (doux) roulé en forme de tube cylindrique d'environ 375 millimètres de longueur et 305 de diamètre, disposé d'après le système de l'anneau de Gramme, avec un jeu de seize sections ou bobines de fil de cuivre isolé; chaque bobine consistant en quatre fils, dont les bouts sont reliés aux soixante-quatre sections des commutateurs. Le système de renvidage et les dispositions des électro-aimants se voient le mieux dans le dessin de la plus petite des machines, fig. 3 et 4, dont l'anneau et le champ magnétique ressemblent beaucoup, comme forme, à ceux de la grande machine, mais l'armature de la grande machine diffère de celle de l'excitatrice en ce que les bobines contiguës sont reliées à des commutateurs différents, huit bobines étant rattachées au commutateur à l'une des extrémités de l'arbre, tandis que les huit autres bobines alternées sont accouplées à l'autre extrémité de sorte que l'anneau peut être considéré comme s'il y avait deux armatures en une seule, chacune d'elles produisant un faisceau différent de courants, qui, par une aiguille de commutation très ingénieuse, reproduite sur la figure 1 et en plan en figure 2, peut-être réuni en un circuit parallèle ou par séries.

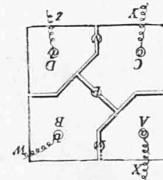


Fig. 2.

L'appareil de l'aiguille consiste en quatre pièces de cuivre A, B, C, D, séparées par des rainures qu'on voit dans le dessin, tandis que à M, N et P, il y a des trous à chevilles, dans lesquels on peut, au besoin, insérer des goupilles conductrices. Sur chacune des pièces en cuivre A, B, C et D se trouve une vis de pression qui, au moyen de fils, peut-être reliée respectivement aux broches du dessus ou du fond d'un des commutateurs ou au circuit de lampes. En insérant des chevilles conductrices dans M et N, A est relié à B, et C à D; en introduisant une cheville en P, B est relié à C, mais tous les deux sont isolés de A et D et par ce moyen la machine peut être arrangée de façon à fournir des courants électriques d'une grande force électro-motrice à des circuits de grande résistance, ou bien, en combinant les deux courants de la machine en circuit parallèle, on peut la disposer de façon à produire une grande quantité de courants pour un arc simple. La figure 1 représente la machine, disposée comme machine dynamique pour une lumière à arc simple, la totalité du courant étant obligée de traverser les bobines des aimants; mais, pour des lampes d'incandescence ou pour des circuits dans lesquels le fonctionnement est tout à fait différent, le courant entre directement dans le circuit extérieur et les aimants sont excités par le courant provenant d'une deuxième machine et du régulateur, dont nous donnons le dessin en fig. 3 et 4, la première étant une vue perspective et l'autre une vue de bout. Cet appareil qui, avec son régulateur, constitue plutôt que toute autre chose la particularité caractéristique du système de générateurs de Maxim — de même que sa lampe électrique par incandescence constitue la distinction caractéristique de son système d'utiliser le courant — cet appareil, disons-nous, consiste en une petite machine dynamo-électrique, ressemblant beaucoup, comme construction, à la machine plus grande que nous venons de décrire, mais garnie seulement d'un seul commutateur et d'une simple paire de brosse et le cylindre de son armature est garni d'un simple jeu de bobines; sous tous les autres rapports, sauf la dimension, la machine excitatrice ressemble comme principe et comme construction à la machine d'éclairage.

Le système d'après lequel le courant venant de la machine, et, par conséquent, l'intensité du circuit magnétique de la grande machine, est mis en action sur le circuit d'éclairage, est très intéressant et extrêmement ingénieux. En examinant la fig. 3, on verra que les brosses collectrices, qui consistent en un faisceau de ressorts

\*) Voir „Eisenbahn“ Bd. XIV, n° 3.

plats ou plaques de cuivre, sont montées sur un châssis mobile, qu'on peut faire tourner d'un certain angle sur l'axe de l'armature, au moyen d'un arc denté avec lequel engrène un pignon d'angle porté par un arbre vertical représenté à droite de la figure, arbre qui lui-même est mû par un arbre horizontal au moyen d'une paire de pignons d'angle. A l'extrémité opposée de l'arbre horizontale se trouve une roue dentée engrenant avec deux autres roues, lesquelles sont reliées à deux roues à rochets, représentées en fig. 3, et encore plus clairement dans l'élévation, fig. 4, où une partie de châssis est enlevée pour montrer la position d'un cliquet oscillant entre elles, et auquel un mouvement de va-et-vient est imprimé par un levier mû par une petite bielle et manivelle représentées en fig. 4. Au-dessus de cet encliquetage se trouve une petite table supportée par quatre colonnes et sur le dessus de laquelle sont attachés deux électro-aimants; les bobines de l'un possèdent une résistance considérablement plus élevée que celles de l'autre, mais pour le moment, nous ne nous occupons que de celle qui a la résistance la plus élevée. Au-dessus du pôle supérieur de cet aimant il y a une arma-

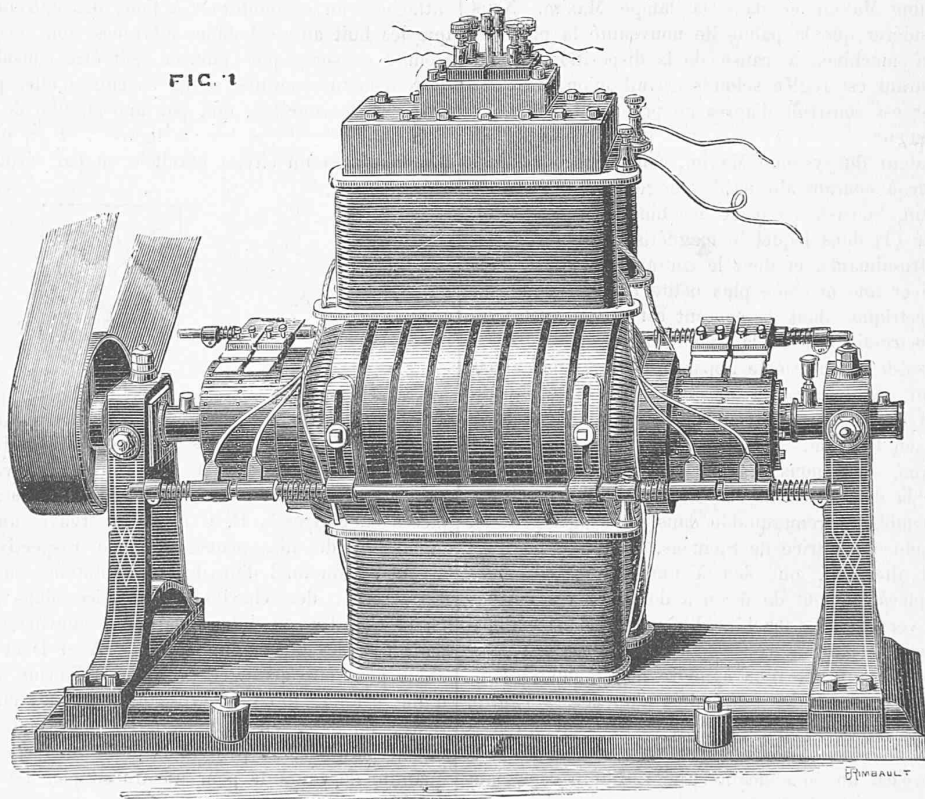
ture en fer supportée par un levier qui, au moyen d'un ressort à tension variable, représenté à gauche de la fig. 4, peut être équilibré non seulement contre le poids du cliquet auquel son extrémité opposée est attachée au moyen d'une tige de communication élastique, mais encore contre toute attraction magnétique de l'électro-aimant.

Le fonctionnement mécanique de l'appareil est le suivant: pendant le fonctionnement de la machine on imprime, au moyen d'une petite manivelle et bielle, un mouvement de va-et-vient au cliquet et, vu la position normale dans laquelle le levier supérieur est maintenu, il se meut simplement en arrière et en avant entre les roues à rochets, sans les toucher. Si, toutefois, l'intensité magnétique de l'électro-aimant diminue, sa force attractive est dépassée par la tension du ressort, le levier se lève et le cliquet est soulevé de façon à s'engager dans la roue à rochets supérieure et tout le système de transmission se met en mouvement dans une direction, tandis que les brosses collectrices tournent autour du commutateur vers le point où se trouve le minimum de force productrice; le courant envoyé dans les bobines magnétiques de la grande machine sera donc plus faible et, partant, diminuera l'intensité du circuit magnétique et, par conséquent, le courant introduit dans l'armature qui tourne dans ce circuit. Si, au contraire, l'intensité magnétique de l'électro-aimant du régulateur augmente, l'effet inverse se produira, le cliquet s'engagera dans les dents de la roue à rochets inférieure

et les brosses se dirigeront vers le point du maximum de force productrice, et par conséquent l'intensité magnétique de la grande machine sera augmentée. Les diverses pièces sont proportionnées et disposées de telle façon que les brosses peuvent être mues dans un espace limité d'un côté par le "zéro" de la force productrice, c'est-à-dire le plan neutre du champ électrique et, de l'autre côté, par le point, où le courant maximum est cueilli par les brosses, et entre ces deux extrêmes la force productrice de la machine peut être modifiée par degrés correspondant au mouvement des brosses provoqué par la rotation des roues à rochets dans une distance angulaire égale au pas de la denture.

Afin que l'effet sur le circuit d'éclairage puisse servir à contrôler la petite machine, et par conséquent la force de son propre courant, l'électro-aimant régulateur est placé dans un circuit de résistance dérivé du circuit d'éclairage de la grande machine. Cet arrangement sera très compréhensible si l'on étudie le diagramme fig. 5, dans lequel M représente la grande machine et R la partie régulateur de la petite machine; P et N sont les fils qui conduisent

FIG. 1



au circuit de lampe et qui en viennent, et X et Y sont les fils fins qui, avec l'électro-aimant auquel ils conduisent, forment un circuit d'une résistance relativement élevée, pour le circuit principal de la grande machine, et comme le courant d'une extrémité de la grande

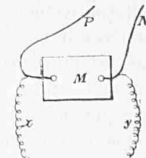


Fig. 5.

machine à l'autre a devant lui deux voies, l'une à travers les lampes et l'autre à travers l'aimant régulateur de la petite machine, il s'ensuit que la force du courant, passant par ce dernier, dépend des résistances relatives des deux circuits; et comme la résistance du circuit de l'aimant est fixe, tandis que celle du circuit d'éclairage varie selon le nombre de lumières en fonction, il s'ensuit aussi que l'addition ou la suppression d'une ou de plusieurs lumières du circuit, affecte la force du circuit détaché ou d'aimant et place les brosses de façon à cueillir juste assez de courant pour donner au circuit magnétique de la grande machine une intensité qui est suffisante, mais rien que suffisante pour sa marche.

D'après la disposition décrite ci-dessus des circuits, il est évident que, si un grand nombre de lampes étaient mises subitement hors du circuit, l'interruption soudaine d'un des circuits secondaires produite par la rupture accidentelle du fil ou toute autre cause, offrirait le grand danger d'exposer les lampes encore en circuit à être détruites parce que l'ensemble du courant se répartit sur un nombre moindre de lampes, et, en outre, la machine elle-même courrait, dans un pareil cas, grand risque d'être détériorée.

Le rôle de préserver le système contre l'un et l'autre de ces accidents est confié au deuxième aimant, représenté en haut de la fig. 3, et qui, bien qu'il offre une résistance moindre que l'aimant régulateur qui agit sur le cliquet, se trouve dans le même circuit. Ce deuxième aimant ou aimant de sûreté, est muni d'une armature montée d'une façon semblable à celle du régulateur, mais son levier, au lieu d'agir sur un cliquet, n'est en réalité qu'un relai ou aiguille magnétique qui, tant que le courant est dans sa force normale, fait partie des bobines des aimants du champ de la petite machine. Au moment où la force du circuit magnétique augmente au-delà de celle à laquelle est ajustée l'aiguille, l'armature du deuxième aimant est attirée, et les aimants du champ de la petite machine sont par là immédiatement mis hors du circuit, le courant excitateur cesse, l'intensité du circuit magnétique de la grande machine est réduite par conséquent à zéro, et le courant principal est suspendu momentanément en causant une extinction momentanée des lumières, mais en les préservant de la destruction et en empêchant la détérioration de la machine.

L'apparence générale des lampes employées par M. Maxim ressemble beaucoup à celles imaginées par M. Swan de Newcastle, et comme celles-ci, elles consistent en un filament fin de charbon préparé en forme de boucle et enfermé dans un globe de verre, d'où l'air a été extrait, et qui, devenant incandescent sous l'influence du courant qui le traverse, produit une lumière de 20 à 60 bougies. M. Maxim a donné des formes variées aux filaments de charbon, telles que nœuds simples, croix de Malte et autres, mais il paraît que la forme qui a donné les résultats les plus satisfaisants et qu'on a adoptée à présent, est celle d'une double ganse de la forme représentée dans la lampe dessinée en figure 6 et qui forme une espèce de grille composée de quatre filaments incandescents. Les points par lesquels la lampe incandescente de M. Maxim se distingue de celle de M. Swan, sont la méthode de préparer le charbon et le fait que les ganses de charbon de M. Swan sont enfermées dans une atmosphère d'air ordinaire, tandis que les cloches vides d'air de M. Maxim contiennent un résidu de gazoline qui augmente la durée des filaments et que les irrégularités de résistance sur certains points dans leur longueur apportent leur propre remède. „Engineering“ a décrit, il y a six mois, le procédé extrêmement intéressant par lequel M. Maxim produit ses filaments de charbon en convertissant une bande de papier carbonisé en un filament uniforme de coke de gaz en le maintenant à l'état incandescent dans une

atmosphère de gazoline. Rappelons ici que, pendant l'opération, les parties défectueuses des conducteurs, en offrant une plus grande résistance au courant, s'échauffent plus que les parties saines, que par conséquent la décomposition de la vapeur d'hydrocarbure se produit plus rapidement à leur proximité et que le charbon s'y dépose plus que sur d'autres parties de la ganse. Par ce procédé, les défauts sont corrigés et le filament rendu uniforme quant à sa conductibilité et, partant, par rapport à la température, durant une incandescence ultérieure. En maintenant ces cloches chargées de vapeur de gazoline, la combustion du charbon est empêchée et une plus grande durée est assurée.

Pour des installations d'éclairage électrique, consistant en un

nombre de lampes d'après le principe d'incandescence soit dans une maison ordinaire, soit pour l'éclairage d'une rue bordée de maisons, ou d'un quartier de ville, M. Maxim arrange ses lampes comme autant de ponts en communication entre les deux conducteurs principaux, les extrémités de celui qui est le plus éloigné du générateur étant isolées l'une de l'autre. On comprendra cette disposition en examinant le diagramme fig. 7, dans lequel M représente le générateur et PP et NN les deux câbles ou fils conducteurs principaux, reliés respectivement aux extrémités positives et négatives de la machine; les lampes sont représentées par les cercles marqués LL, LL, etc., reliées aux fils principaux par les cinq conducteurs P, N, P, N, P, N, et si un autre groupe de lumières, dans la même direction, doit être éclairé par le même courant, par exemple, une rue latérale ou un certain nombre de lampes dans un édifice public, on pose un fil principal accessoire relié au premier fil principal de la façon montrée par le diagramme, où P'P' et N'N' représentent les deux fils du fil conducteur accessoire dont deux lampes se trou-

Fig. 3.

vent en L'L' reliées par les fils P' N' d'une façon absolument semblable à celle du circuit principal.

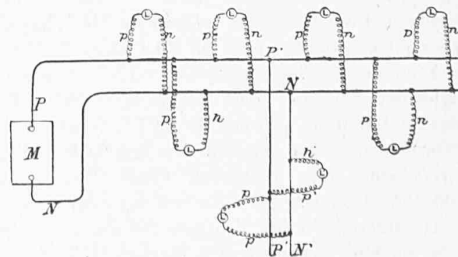


Fig. 7.

La ténuité des fils conducteurs, suffisante pour conduire les courants aux lampes de M. Maxim, est réellement remarquable. Ainsi, à l'usine d'Euston-Road, où le système fut exposé avant l'expédition de l'appareil à l'exposition électrique de Paris, chaque lampe est reliée à son conducteur principal ou accessoire par une paire de fils



de cuivre recouverts de soie, du n° 28, et trois candélabres supportant trois lampes chacun, c'est-à-dire neuf lampes en tout, sont approvisionnés par un fil du n° 18 de la jauge de Birmingham. Et le courant qui approvisionne toute la série de 150 lumières dans

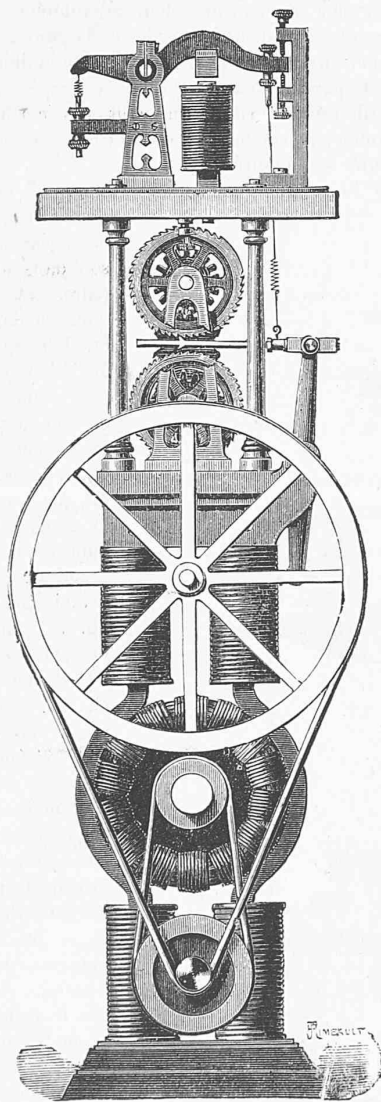


Fig. 4.

les diverses parties de l'édifice est amené de la machine par des câbles conducteurs composés de 19 fils de cuivre de n° 18.

Quant à la force lumineuse des lampes, aussi bien que pour le travail moteur qu'elles absorbent en produisant une lumière d'une valeur photométrique déterminée, nous sommes obligés de renvoyer nos lecteurs aux tables des expériences très intéressantes faites avec les lampes Maxim par M. Henry Morton, l'éminent président du „Stevens Institute“, expériences dont „l'Engineering“ s'est occupé dans son numéro du 24 décembre dernier; nous ferons remarquer que M. Morton a trouvé que la résistance du charbon dans une seule lampe qu'il a mesurée, était de 20,4 ohms à l'état froid, mais que portée à un degré d'incandescence, où elle émettait la lumière de 50 bougies, sa résistance était réduite à 8,3 ohms. Pour produire cette lumière, il fallait un courant de 4,07 „webers“, ce qui représente, par conséquent, une dépense d'énergie de 135 kilogrammètres. Ce chiffre représente une production totale d'environ 275 bougies par force de cheval d'énergie de courant consommée et, en tenant compte de la différence entre l'énergie théorique et l'énergie réelle fourni par la machine à vapeur et la machine dynamique, M. Morton a calculé que, lorsque les lampes donnent une lumière de 50 bougies, la force productrice moyenne peut être représentée par une lumière de 115 à 140 bougies par cheval consommé par la machine.

Le système Maxim, pour l'éclairage électrique, est exceptionnellement intéressant, non seulement à cause des détails très intéressants et originaux de la construction de l'appareil employé pour la

génération, la régularisation et l'utilisation du courant électrique, mais encore au point de vue de la méthode très rationnelle de fabriquer d'abord les filaments de charbon, puis de les maintenir ensuite en bon état pendant si longtemps. Il y a également des avantages

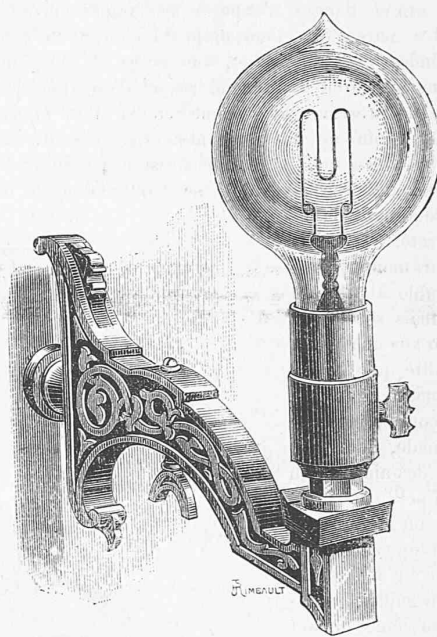


Fig. 6.

très sérieux dans la méthode de modifier les circuits qui doivent donner au système Maxim, lequel, d'ailleurs, fonctionne déjà régulièrement dans plusieurs banques et maisons de commerce principales de New-York, une haute valeur commerciale.

(„Engineering“ et „L'Ingénieur“, numéro du 1<sup>er</sup> et 15 Juillet 1881.)

## XXXII.

### Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure.

(Schluss.)

Am Dienstag (23. August) wurden Vormittags 9 Uhr in der Aula des Polytechnikums die Sectionsverhandlungen eröffnet, von welchen wir namentlich die Vorträge des Herrn Maschinenfabrikant Ferd. Decker in Cannstatt und des Herrn Civil-Ingenieur Pütsch in Berlin erwähnen wollen. Wir bringen nachfolgend nach dem „Schwäbischen Merkur“ kurze Referate über diese beiden Vorträge:

#### 1) Vortrag des Herrn Ingenieur Ferd. Decker in Cannstatt über den relativen Werth von Wasser- und Dampfkraft und Discussion über dieses Thema.

Ausgehend von dem vor 25 Jahren allerdings noch unbestritten richtigen Satz, dass namentlich in Süddeutschland, besonders aber bei kleineren Fabrikanlagen die Wasserkraft die billigere Triebkraft gewesen, kam der Redner an der Hand der Erfahrungen dieser abgelaufenen 25 Jahre, in welchen die Dampfmaschinenanlagen durch verbesserte Construction von Dampfkesseln und Dampfmaschinen, des in Folge davon eingetretenen wesentlich geringeren Kohlenverbrauchs und der gegen früher bedeutend geringeren Kohlenpreise, viel billiger als früher zu erstellen seien, zu dem Ergebniss, dass namentlich für grössere gewerbliche Etablissements schon im Interesse des regelmässigen Betriebes, der bei Wasserbetrieb nichts weniger als garantirt sei, der reinen Dampfkraft als Betriebskraft der Vorzug zu geben sei, da ohnehin eine Hülfsdampfmaschine bei einem solchen grösseren Etablissement nicht entbehrt werden könne bei der Seltenheit grösserer Wasserkräfte. Er beweist dies durch genau zusammengestellte Zahlen über die Herstellungs- und Betriebskosten einer Spinnerei von 30 000 Spindeln. Auch bei einer mittleren Wasserkraft von 100 Pferdekraften kommt er zu einem ähnlichen Ergebniss, weil auch ein solches Werk eine Hülfsdampfmaschine nöthig habe. Doch sind die vorstehenden Sätze nicht als unbedingt geltend aufzufassen. Es müssen bei Neuanlagen vor der Wahl der Betriebskraft alle in Betracht kommenden Verhältnisse in genaue