

**Zeitschrift:** Technische Beilage zur Schweizerischen Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung = Supplément technique du Journal suisse des postes, télégraphes et douanes

**Band:** 4 (1921)

**Heft:** 18

**Artikel:** L'utilisation des abaques Blondel

**Autor:** Pillonel, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-872966>

### **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:** 18.04.2026

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

# Technische Beilage

zur

## Schweiz. Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung

### Supplément technique du Journal suisse des Postes, Télégraphes et Douanes

Erscheint alle 2 Monate. — Jahresabonnement Fr. 4.— (durch die Post Fr. 4.20). — Red. Beiträge u. Korr. sind zu adressieren an Herrn E. NUSSBAUM, Schützenweg 17, Bern.

Paraissant tous les 2 mois. — Abonnement Fr. 4.— par an (par la poste Fr. 4.20). — Pour la RÉDACTION s'adresser à Mr. E. NUSSBAUM, Schützenweg 17, Berne.

Nummer 18.

Burgdorf, 29. Dezember 1921.

IV. Jahrgang.

**Inhalt - Sommaire:** *Construction des lignes aériennes.* L'utilisation des abaques Blondel. — *Telephonwesen.* Grundzüge einer automatischen Zentrale. — *Telegraphenwesen.* Der automatische Maschinenschnelltelegraph von Siemens & Halske in Berlin (Fortsetzung). — Die Telegraphenverbindungen von Paris und Marseille mit Algier. — *Verschiedenes:* Etwas über Telephonautomaten. — Unser Wissen ist Stückwerk. — Kontrolle des wahlweisen Aufrufes. — *Chronik.* — *Briefkasten.*

## Construction des lignes aériennes

### L'utilisation des abaques Blondel.

(Par A. Pillonel, Directeur des télégraphes du 1<sup>er</sup> arrond.)

Les constructeurs de lignes industrielles apprécient depuis longtemps les *abaques Blondel* (du nom de leur inventeur) qui permettent de trouver d'un simple coup d'œil toutes les variations élastiques des fils par les changements de température et les surcharges. L'usage de ces abaques n'est pas répandu dans notre administration des télégraphes et cependant il serait très désirable qu'il s'établisse, étant donné la simplicité de leur emploi, la sécurité qui en résulte et le temps gagné par les fonctionnaires dirigeant les travaux.

Nous avons eu souvent l'occasion d'écrire que la tension des fils constitue la base de la théorie et la clé de la construction des lignes. Tous les efforts de tension des fils se répercutant sur les appuis, il est donc indispensable d'être parfaitement fixé quant à la valeur des tensions de pose qu'on donne aux fils.

Les règlements administratifs fixent généralement une limite de travail pour le métal des conducteurs, limite variable d'un pays à l'autre. En Suisse, les prescriptions fédérales relatives à la construction et à l'entretien des installations à fort courant, du 14 février 1908, fixent la tension maximum des fils au cinquième de la charge de rupture à  $-20^{\circ}$  C (art. 49) et au tiers de la charge de rupture à  $-20^{\circ}$  C pour les fils à faible courant (article 19 des prescriptions sur les installations électriques à faible courant). Dans les croisements supérieurs de fils télégraphiques et téléphoniques avec des lignes à courant fort, la tension maximum à  $-20^{\circ}$  C est aussi fixée à un cinquième de la charge de rupture. Mais il est de beaucoup préférable que la tension des conducteurs n'excède jamais à la plus basse température le cinquième de la charge de rupture, à cause des surcharges de neige dangereuses qui peuvent toujours se produire. Chez nous la traction des conducteurs ne devrait donc pas dépasser 9 kg par  $\text{mm}^2$ , à  $-20^{\circ}$  C (en faisant abstraction de toute surcharge).

La limite de travail étant donnée, il s'agit pour le constructeur de déterminer la tension du fil au moment

de sa pose et de pouvoir connaître les efforts et les flèches d'une portée quelconque à n'importe quel moment.

Les calculs de variation des tensions du conducteur sont très laborieux par la voie algébrique, parce qu'il s'agit, chaque fois, de résoudre une équation du troisième degré, avec des coefficients comportant un assez grand nombre de chiffres. Désireux d'éviter ces longs calculs aux constructeurs, divers ingénieurs ont indiqué des méthodes qui simplifient considérablement le travail.

M. *Barbarat*<sup>1)</sup> a eu le premier l'idée de construire des courbes qui sont la représentation graphique d'une fonction relative aux variations élastiques d'un conducteur. Puis M. *Cloeren*<sup>2)</sup> indiqua en 1888 une méthode pour la résolution de ces équations par la règle à calcul, méthode au moyen de laquelle on peut vite trouver un résultat, à la condition qu'on calcule au préalable un certain nombre de coefficients. M. *André Blondel*<sup>3)</sup>, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a construit le premier en 1902 un abaque général, qui offrait un immense avantage, à savoir celui de donner graphiquement toutes les variations de tensions ou de flèches produites par la température ou par les surcharges sur un fil.

L'abaque Blondel de 1902 a conquis immédiatement par sa simplicité et par sa disposition pratique les faveurs des constructeurs de ligne et des électriciens. Sa lecture peut en être expliquée même aux ouvriers-monteurs. Tous ceux qui, depuis, ont tenté d'améliorer le graphique Blondel n'ont pu y apporter que des changements sans grande importance.

Mais M. Blondel n'est pas resté inactif et il a constamment cherché de nouvelles améliorations à sa méthode: il a construit en 1910, en 1912, 1913 et 1914, de nouveaux abaques qui offrent aussi beaucoup d'intérêt.

Les nouvelles méthodes Blondel ont été exposées et réunies dans une brochure de 63 pages<sup>4)</sup> éditée par la *Lumière électrique* de Paris, en 1914 (aujourd'hui la Revue générale d'électricité).

Nous n'examinerons pas ici la construction des nouveaux abaques Blondel, parce que, au point de vue

1) Calcul des lignes aériennes, *Annales de télégraphie*, 1890.

2) Résolution générale des équations du 3<sup>e</sup> degré au moyen de la règle à calcul. Conditions d'équilibre d'un fil de bronze phosphoreux.

3) Comptes-rendus des congrès de la Houille blanche.

4) Calcul des lignes aériennes au point de vue mécanique par des abaques, *La lumière électrique*, Paris

pratique, ces derniers n'ont rien ajouté, à notre avis, à la commodité de lecture de l'abaque de 1902. C'est surtout le dessinateur de l'abaque qui voit sa tâche simplifiée par les dernières méthodes, encore qu'il restreigne ses calculs aux portées jusqu'à 100 mètres. Or, celles-ci sont insuffisantes, comme nous le verrons plus loin, pour apprécier les efforts dus aux surcharges. Si le temps nous le permet nous consacrerons plus tard un ou deux articles dans le supplément technique aux nouveaux procédés de calcul créés soit par Blondel, soit par Weil <sup>5)</sup>, soit par Potin ou plus exactement par d'Ocagne, l'inventeur de la Nomographie.

La notation Blondel ayant été admise par la plupart des électriciens de divers pays, nous l'adopterons aussi dès maintenant. La voici :

- On appelle
- $x$  la portée ou travée libre entre supports consécutifs (distance horizontale entre les supports);
- $E$  le coefficient d'élasticité du métal des conducteurs;
- $T$  la tension surfacique en kilogrammes par millimètre carré du métal, au point le plus bas de la chaînette et
- $\tau$  la tension totale au même point;
- $a$  le coefficient de dilatation;
- $f$  la flèche;
- $\theta$  la température;
- $\omega$  la charge uniformément répartie (poids propre, poids du verglas, pression du vent) rapportée à la section, c'est-à-dire exprimée en kilogrammes par mètre de longueur et par millimètre carré;
- $p$  la même charge, mais totale en kilogrammes par mètre.

Pour faire comprendre la construction de l'abaque Blondel, nous sommes obligé de rappeler brièvement les formules fondamentales de l'équilibre du fil.

La formule de la flèche est :

$$f = \frac{p x^2}{8 \tau} = \frac{\omega x^2}{8 T} \tag{1}$$

et l'équation des changements de conditions s'écrit :

$$a(\theta - \theta') = \frac{x^2}{24} \left[ \frac{\omega^2}{T^2} - \frac{\omega'^2}{T'^2} \right] - \frac{T - T'}{E} \tag{2}$$

M. Blondel a fait remarquer que le second membre de l'équation (2) a pour expression la différence de deux valeurs d'une fonction qu'il appelle  $y$ , de sorte que  $y$  vaut

$$y = a \theta = \frac{\omega^2 x^2}{24 T^2} - \frac{T}{E}$$

L'auteur a pris cette fonction comme variable ou, ce qui est identique, la valeur  $\theta$  correspondante :

$$\theta = \frac{\omega^2 x^2}{24 a T^2} - \frac{T}{a E} \tag{3}$$

L'abaque que nous publions a été établi pour le fil de fer en prenant les constantes

$$\omega = 7,79 \cdot 10^{-3}, \quad \frac{1}{E} = 52,9 \cdot 10^{-6} \quad \text{et} \quad a = 12,3 \cdot 10^{-6}$$

M. Blondel a porté les travées  $x$  en abscisses et les températures  $\theta$  en ordonnées. On obtient ainsi une famille de courbes paraboliques, chaque parabole représentant une tension constante  $T$  pour différentes portées et différents états de température.

Il faut bien remarquer que l'ordonnée de la température 0 n'est pas celle de la température zéro du thermomètre, mais bien un zéro arbitraire. Dans le graphique que nous publions ici, le zéro de l'ordonnée  $\theta$  est donné

<sup>5)</sup> Beanspruchung und Durchgang von Freileitungen, Springer, Berlin.

<sup>6)</sup> Calcul à vue des lignes aériennes par l'emploi du monogramme à point aligné, La Technique moderne, 15 octobre 1912.

par la formule (3) quand on a  $\frac{\omega^2 x^2}{24 a T^2} = \frac{T}{a E}$

Pour construire le graphique, on se fixe la portée et la tension d'avance et,  $\omega a$  et  $E$  étant des constantes du fil, on calcule  $\theta$  d'après l'équation (3) ci-dessus. En faisant varier  $x$ , tout en maintenant une valeur constante de  $T$ , on détermine ainsi un nombre suffisant de points de la courbe  $T$  pour pouvoir tracer celle-ci. Vu la simplicité de la formule (3), dans laquelle le coefficient  $\frac{\omega^2}{24 a T^2}$  et le membre  $\frac{T}{a E}$  sont calculés une fois pour toutes, ces calculs sont vite faits. On peut du reste, si l'on veut, — c'est ce que nous avons fait pour l'abaque des fils de fer — se borner à calculer deux points de la parabole et ensuite construire directement la courbe par un des moyens géométriques connus. Les courbes des flèches sont calculées point par point d'après la relation (1).

Supposons maintenant un conducteur en fer tendu dans une portée de 40 mètres. Sa tension est de 7 kg par mm<sup>2</sup> (voir fig. 1), sa flèche est donc de 22 cm. On

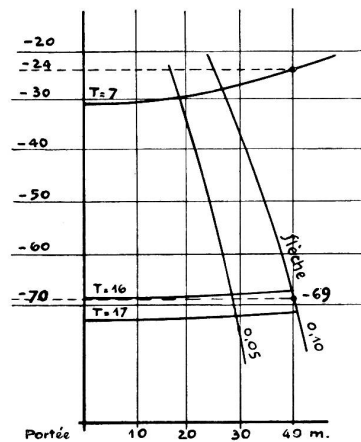


Fig. 1.

veut savoir quelles seraient les nouvelles tension et flèche du fil en question à la température de  $-20^{\circ}$  C, sachant que nous sommes actuellement à la température  $+25^{\circ}$  C. L'ordonnée correspondant à la portée de 40 mètres pour la tension de 7 kg est de  $-24$ . La température baissant de  $25 + 20 = 45^{\circ}$ , nous cherchons sur le graphique l'abscisse de  $-(24 + 45) = -69$ . Elle correspond à une tension de 16,3 kg et à une flèche, pour la portée de 40 m, de 0,097 cm. L'abaque Blondel mérite bien sa faveur, car pour un métal déterminé il donne d'un simple coup d'œil une quantité de renseignements de la plus haute utilité.

Ainsi, en suivant la verticale qui correspond à la portée de 50 mètres, on trouve toutes les flèches relatives à des coefficients de sécurité différents (fig. 2).

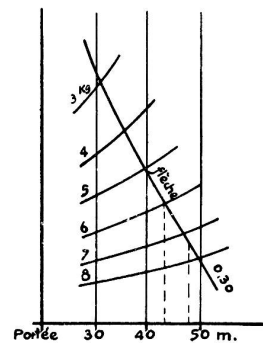


Fig. 2.

On voit par exemple qu'à un travail  $T$ , correspond une flèche  $f$  de

travail $T$	flèche $f$
5 kg / mm <sup>2</sup>	0,49 m
6 " "	0,40 " "
7 " "	0,34 " "
8 " "	0,30 " "
9 " "	0,27 " "
10 " "	0,245 " "

On voit de même (fig. 3) que pour un effort donné, 10 kg par exemple, les flèches de portées différentes doivent être choisies comme suit:

Flèches:					
0,09	0,12	0,16	0,17	0,21	0,24 mètre
Portées:					
30	35	40	43	48	50 mètres

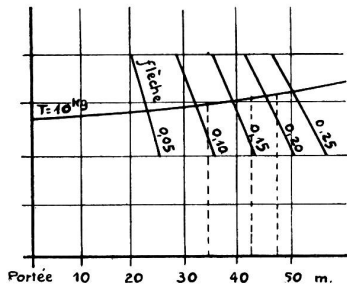


Fig. 3.

La figure 4 montre inversement qu'une flèche constante de 0,30 m produit des tensions correspondant comme suit aux différentes portées:

Tensions:					
2,7	3,8	5,1	6	7,3	8 kilogrammes
Portées:					
30	35	40	43	48	50 mètres

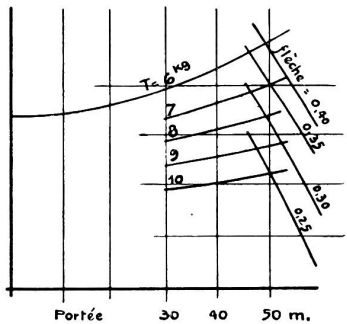


Fig. 4.

L'abaque Blondel est très utile aussi parce qu'il permet de déterminer également l'augmentation de tension résultant d'une surcharge. M. Blondel a fait remarquer, en effet, que toute surcharge se traduisait par une augmentation du poids spécifique  $\omega$  du fil qui passe à  $\omega'$ .

Le rapport de majoration est  $m = \frac{\omega'}{\omega}$ . Au lieu de multiplier, dans les équations (1) et (2), le poids spécifique  $\omega$  par  $m$ , on obtient le même résultat en multipliant par  $m$  à la fois la flèche et la portée. Il en résulte que si, par exemple, le poids spécifique  $\omega$  est décuplé par la surcharge rapportée au millimètre carré, on peut trouver la nouvelle tension en suivant sur l'abaque la même horizontale, qui correspond à la portée  $10x$ .

Soit, à titre d'exercice, un fil travaillant à 6 kg par

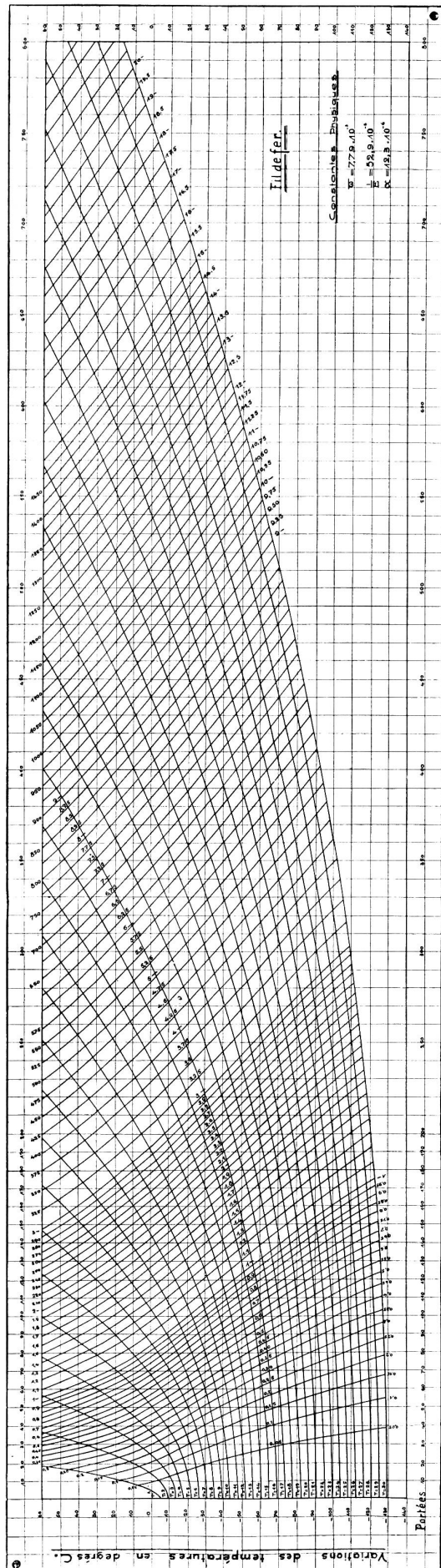


Fig. 5.

mm<sup>2</sup> dans une portée de 40 mètres. Il reçoit une surcharge égale à dix fois son poids propre par mètre. En suivant, puisque la température ne change pas, l'horizontale correspondant à l'ordonnée  $\theta = -17$  jusqu'à la verticale de la portée de 400 mètres, on voit que la nouvelle tension est 21,2 kg. Si, à l'effet de la surcharge s'ajoute encore un refroidissement de 20°, l'horizontale passant par  $-37$  coupe l'ordonnée de la portée de 400 mètres entre les courbes de 23 et 24 kg. Par interpolation, on voit que la nouvelle tension est de 23,1 kg par mm<sup>2</sup>. Ce point tombe près de la courbe de la flèche de 6 mètres 75 (plus exactement 6,78) et la flèche réelle du fil est alors de  $\frac{f}{m} = \frac{6,78}{10} = 0,678$

M. Blondel appelle

les courbes d'égal tension: les courbes *isotases*  
 " " " flèche: " " *isokoïles*  
 " " " portée: (dans l'abaque ci-joint il s'agit en l'espèce de droites verticales) les *isomètres*.

Le graphique de 1902 a l'inconvénient d'être un peu long quand il s'étend jusqu'aux portées de 800—1000 mètres. Ce défaut, d'ailleurs minime, a été évité par M. Blondel par la construction d'un nouvel abaque (de 1913) dans lequel, au lieu de porter des dimensions proportionnelles aux valeurs, les abscisses et les ordonnées sont proportionnelles aux *logarithmes* de ces valeurs. La construction d'un tel abaque est alors assez laborieuse.

## Telephonwesen

### Grundzüge einer automatischen Zentrale.

**Motto:** Es gibt kein grösseres Hindernis der Religion als dieses, dass wir unsere eigenen Sklaven sein müssen, denn ein Sklave ist jeder, der etwas verrichten muss, was durch tote Kräfte sollte bewirkt werden können. F. Schleiermacher.

Ja, ihr bedauernswerten Kolleginnen vom Lokaldienst, es ist so: über ein kurzes und ihr werdet euren Platz den Maschinen abtreten müssen. Und wenn das Ereignis nicht schon morgen eintritt, so ist es doch nicht sehr tröstlich, im Bewusstsein zu arbeiten, dass man entbehrlich geworden ist und eine Arbeit verrichtet, die man auch seelenlosen und gefühllosen Maschinen anvertrauen kann. Aber nein, solche Ueberlegungen haben bei euch keinen Platz. Noch seid ihr da, noch behauptet ihr das Feld. Solange ihr auf eurem Posten seid, soll eure Kundenschaft es fühlen und empfinden, dass ihr keine Maschinen seid, dass sie es mit daseinsfrohen, liebenswürdigen und pflichtgetreuen beseelten Wesen zu tun hat, deren vermittelnde Tätigkeit jedem Abonnenten ein angenehmes Gefühl hinterlässt, ein frohes, belebendes Miniatur-Intermezzo bedeutet und einst als wirklicher Verlust empfunden wird, wenn diese Vermittlung ausgeschaltet sein wird und die Verwaltung euch treulos den Maschinen geopfert hat. Als « Heldinnen des Alltags » werdet ihr es auch standhaft ertragen, wenn ich im folgenden versuchen will, euch mit dem Wesen eures Rivalen, der Automatik, näher bekannt zu machen. Es ist immer gut, wenn man weiss, mit wem man es zu tun hat und es wirkt versöhnend, wenn man vernimmt, dass der glückliche Rivale, vor dem man weichen musste, auch seine Fehler hat.

Nicht wirksamer könnte ich das bittere Gefühl, das in euch aufsteigt, bekämpfen, als indem ich euch gleich zu Anfang eure Rivalin hier im Bilde (Fig. 1) vorstelle. Nicht wahr, ihr seid versöhnt; denn gottlob, so ganz aus

dem Felde zu schlagen, vermag euch das Ding denn doch nicht und wenn es auch zehnmal behender ist in seinen Bewegungen und hundertmal weniger anspruchsvoll in Bezug auf Behandlung und Lohn; denn wenn es auch aus ist mit eurem Beruf als Telephonistin, so seid ihr doch noch Menschen, Menschen von der bessern Hälfte, denen die Ausübung des edelsten und natürlichsten Berufes noch vorbehalten ist.

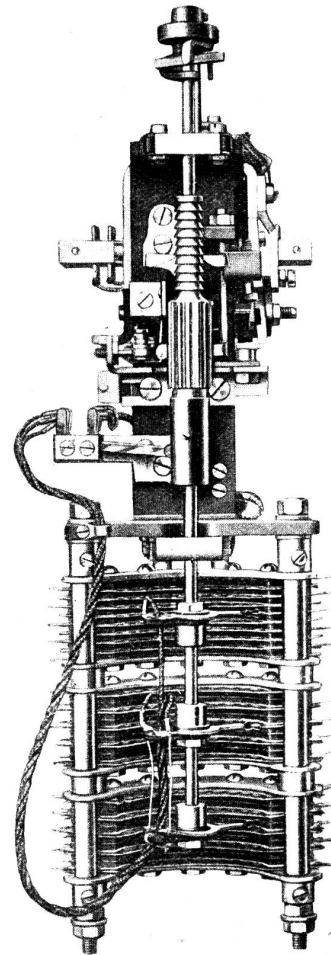


Fig. 1.

Das also, was ihr hier abgebildet sehet, ist die künftige Telephonistin. Sie besitzt drei Arme, die alle auf einer gemeinsamen Achse sitzen. Die Achse ist schrittweise drehbar und auch vertikal beweglich. Konzentrisch zur Achse sind drei Kontaktsätze angeordnet, welche den T-, R- und S-Leitern von 100 Klinken entsprechen. Diese Kontaktsätze bestehen aus zehn Lagen zu je zehn Kontakten und die beweglichen Arme, welche als Kontaktfedern ausgebildet sind und der Spitze, dem Ring und dem Massiv eines Stöpsels entsprechen, können mit jedem der 100 festen Kontakte in Verbindung gebracht werden. Soll z. B. der 7. Kontakt (von links nach rechts gezählt) der 5. Lage (von unten nach oben gezählt), d. h. die Leitung Nr. 57 verbunden werden, so wird die Achse durch einen in der Figur 2 mit Hebe-Magnet bezeichneten Elektromagneten zuerst um fünf Schritte gehoben und dann durch einen zweiten Elektromagneten, den Drehmagneten, um sieben Schritte gedreht.

Wir sehen, unsere Telephonistin hat ein sehr begrenztes Arbeitsfeld; zu merken ist vor allem, dass die drei Arme einen Einschnur (Vermittler)-Stöpsel darstellen, und dass in dessen Bereich nur 100 « Klinken » liegen.