MODE D'EMPLOI DE LA REGLE A CALCUL

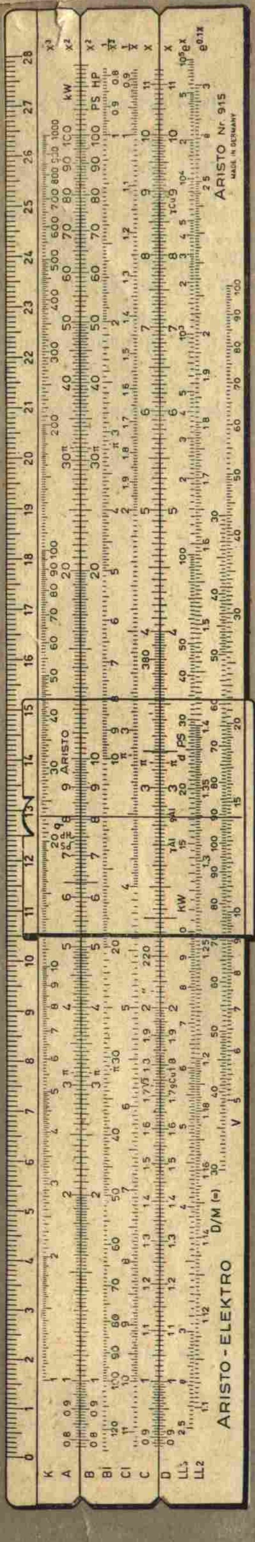
ARISTO

ELECTRO

815 · 915

915 ELEKTRO 2FX02

F



L'entretien de la règle à calcul ARISTO

Précieux instrument de travail, la règle à calcul demande à être traitée avec soin. Ne laissez jamais des corps étrangers s'incruster dans les échelles et sur le curseur. Evitez de rayer les surfaces. La précision de la lecture en souffrirait. Nous ne saurions trop vous recommander de nettoyer votre règle à calcul de temps à autre à l'aide de notre décapant spécial DEPAROL, de la sécher et faire briller ensuite. L'usage de tous produits chimiques est expressément décommandé; ils pourraient attaquer les graduations.

La règle à calcul doit être tenue à l'abri des gommes en matière plastique et de leurs frottis qui risqueraient d'endommager la surface de l'ARISTOPAL. D'autre part, elle ne doit jamais être exposée à la chaleur, par exemple en plein soleil ou sur des radiateurs, car elle est susceptible de se déformer au-dessus de 60° C. Les détériorations de ce genre ne sont pas couvertes par la garantie.

S/RRFO/O. Imprimé en Allemagne par Borek KG 16433

Table des matières

1. La disposition des échelles

K	Echelle des cubes	x^3	sur le corps de la règle
A	Echelle des carrés	x^2	
B	Echelle des carrés	x^2	sur la réglette
BI	Echelle des inverses de B	$1/x^2$	
CI	Echelle des inverses de C	$1/x$	
C	Echelle de base	x	
D	Echelle de base	x	sur le corps de la règle
LL3	Echelle exponentielle, gamme: 2,5 - 10^5	e^x	
LL2	Echelle exponentielle, gamme: 1,1 - 3	$e^{0,1x}$	

Le biseau porte une échelle millimétrique.

D/M	Echelle des coefficients de rendement pour dynamos moteurs		sur le corps de la règle
V	Echelle des Volts pour le calcul des pertes de tension		
S	Echelle des sinus pour angles de 5,5° à 90°	∢ sin	sur la face arrière de la réglette
ST	Echelle des petits angles de 0,55° à 6°, en radians	∢ arc	
L	Echelle des mantisses pour logarithmes décimaux	lg x	
T	Echelle des tangentes pour angles de 5,5° à 45°	∢ tg	

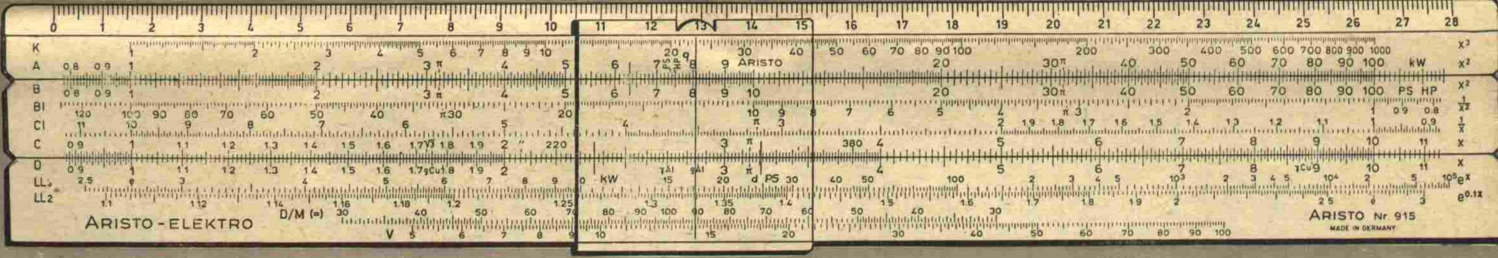


Fig. 1 Face avant

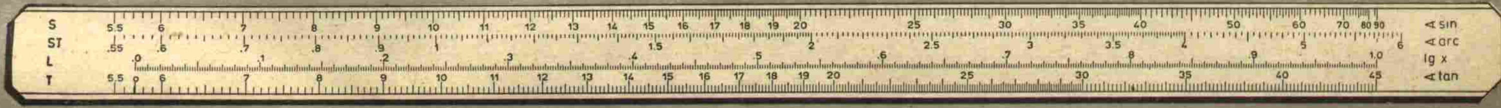


Fig. 2 Face arrière de la réglette

2. La lecture des échelles

Pour tirer de la règle à calcul tous les avantages qu'elle offre, il est indispensable de savoir lire les échelles vite et sans se tromper. Dans les débuts, la lecture des échelles doit faire l'objet de fréquents exercices. Les figures 3 à 6 montrent des exemples de lecture sur les échelles de base C et D dont on se sert le plus souvent. Les intervalles principaux sont marqués par de longs traits; ils sont chiffrés de 1 à 10 (fig. 3). Le 10 correspond au 1, car la fin de l'échelle peut être considérée théoriquement comme le début d'une nouvelle échelle, identique à la précédente.

Fig. 3 Les intervalles principaux

Dans la gamme de 1 à 2, les échelles de la règle à calcul sont graduées en principe comme une règle millimétrique, à la différence près que les intervalles vont décroissant vers la droite et que cette graduation ne commence pas par le 0, mais par le 1.

Fig. 4 Lecture dans la gamme de 1 à 2

Le chiffre 2 d'une règle millimétrique peut signifier 2 cm, 20 mm, 0,2 dm ou 0,02 m etc. De même, les chiffres de la règle à calcul ne renseignent pas sur la position de la virgule. Aussi est-il indiqué de lire des suites de chiffres et non des nombres complets, p. e. un — neuf — quatre, et non cent quatre-vingt-quatorze, afin d'éviter toutes erreurs. Pour s'exercer, on déplace lentement le curseur vers la droite, à partir du 1, pour lire chaque trait: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113 etc.

Comparé à la largeur des intervalles, le trait du curseur est si fin que l'on peut le placer facilement au milieu exact entre deux traits de l'échelle. Mais l'œil exercé peut encore estimer des fractions d'intervalles jusqu'au dizième.

Toujours pour s'exercer, on continue à déplacer lentement le curseur vers la droite, entre les traits 131 et 132, pour apprendre à estimer 1311, 1312, 1313, 1314, 1315 etc.

On veillera tout particulièrement à ne pas omettre le 0 qui fait immédiatement suite à un trait, notamment au début de l'échelle, p. e. 100,0, 100,1, 100,2, 100,3 etc. (voir fig. 4: 1007, 1095).

Fig. 5 Lecture dans la gamme de 2 à 4

Les intervalles devenant de plus en plus étroits, déjà à la gauche du chiffre 2, la prochaine gamme de 2 à 4 n'est plus graduée qu'en chiffres pairs. On lit ici: 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214 etc. Au milieu entre les traits, nous trouvons les nombres impairs, p. e. 201, 203, 205, 207, 209, 211, 213 etc. Quelques exemples de lecture sont illustrés en fig. 5.

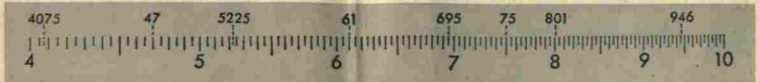


Fig. 6 Lecture dans la gamme de 4 à 10

Dans la gamme de 4 à 10, les intervalles correspondent à 5 unités; nous lisons 400, 405, 410, 415, 420, 425, 430 etc.
Les valeurs intermédiaires doivent être estimées. Le milieu entre 400 et 405 donne 4025; un peu plus à gauche on trouve 402, un peu plus à droite 403. De même, le milieu du deuxième intervalle de cette section de la règle donne la valeur 4075. La fig. 6 montre quelques exemples de lecture caractéristiques.

2.1 Le principe des calculs

Le calcul avec la règle est basé sur le principe de l'addition et de la soustraction de deux longueurs, mis en évidence par la juxtaposition de deux règles millimétriques mobiles.

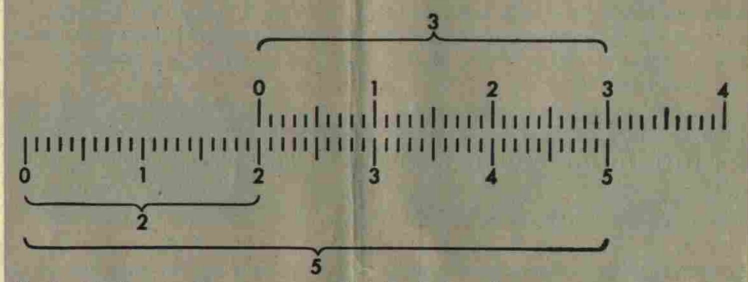


Fig. 7 Addition graphique au moyen d'échelles juxtaposées

Dans l'exemple ci-dessus on additionne $2 + 3 = 5$. En mettant le début de la réglette supérieure en face du 2 de la réglette inférieure, on peut additionner par exemple à cette longueur 2 la valeur 3, le résultat 5 étant lu sur la réglette inférieure. La position des réglettes que l'on voit en fig. 7 permet tout aussi bien de lire $2 + 1 = 3$ ou $20 + 15 = 35$, quand on compte les millimètres.
Quant à la soustraction, elle s'opère en sens inverse. Pour l'opération $5 - 3 = 2$, on retranche de la longueur 5 de l'échelle inférieure la longueur 3 de l'échelle supérieure, le résultat 2 apparaissant sur l'échelle inférieure, en face du début de l'échelle supérieure.
Dans la règle à calcul, les graduations se trouvent d'une part sur le corps de la règle et d'autre part sur une réglette coulissante. La particularité de la règle à calcul, ce sont ses graduations logarithmiques, grâce auxquelles on multiplie en additionnant deux longueurs; de même on divise, quand on soustrait deux longueurs.

3. Multiplication
(Addition de deux longueur)

Pour la multiplication on se sert surtout des échelles de base C et D. Le début 1 de l'échelle C est placé en face de la valeur 18 de l'échelle D. En déplaçant le curseur vers le 13 de l'échelle C, on additionne ce nombre à la longueur 18; le résultat 234 de la multiplication peut être lu sur l'échelle D sous le trait du curseur. Un rapide calcul approché ($20 \times 10 = 200$) permet en cas de besoin de déterminer la position de la virgule.

Dans l'exemple $18 \times 7{,}8$ ci-dessous, la disposition normale selon fig. 8 ne mène pas au but, parce que le déplacement de la réglette hors du corps de la règle ne permet plus la lecture du résultat sur l'échelle D. La valeur 18 est alors mise en face de l'extrémité droite 10 de l'échelle C. Ainsi, le 18 se trouverait normale-

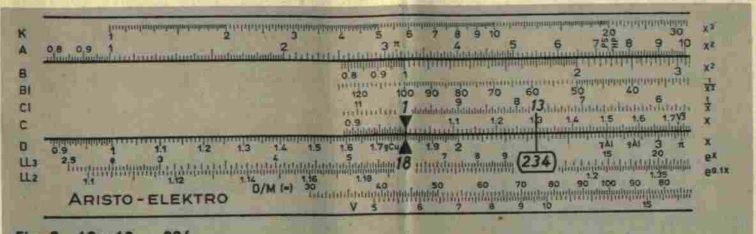


Fig. 8 18×13 = 234

ment en face du début de l'échelle C, si l'échelle D se prolongeait d'autant vers la gauche. A cette valeur imaginaire, on additionne maintenant la longueur 7,8. Nous appelons «permutation de la réglette» cette méthode de l'inversion du début et de la fin de la réglette; elle conduit toujours au résultat recherché, quand la lecture n'est pas possible autrement lorsque l'on multiple.

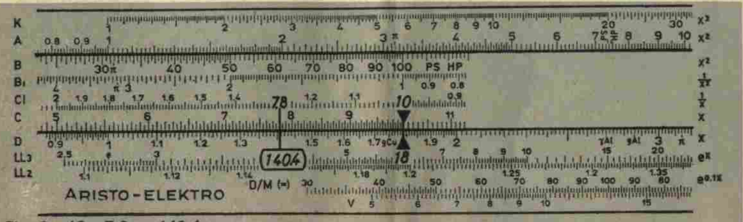


Fig. 9 18×7,8 = 140,4

Exemple:

Calcul de la tension U. Sont connues: la résistance R = 160 Ω et l'intensité I = 0,725 A (calcul selon fig. 9).

$$U = I \times R \qquad U = 160 \times 0{,}725 = 116\ V$$

4. Division

(Soustraction de deux longueurs, inversion de la multiplication)

Le trait du curseur est amené sur la valeur 2620 de l'échelle D; on place également sous le trait du curseur, c'est-à-dire en face du dividende, le diviseur 17,7 de l'échelle C. Le résultat 148 est lu sous le début de l'échelle C, éventuellement sous la fin de la réglette (voir paragraphe précédent).

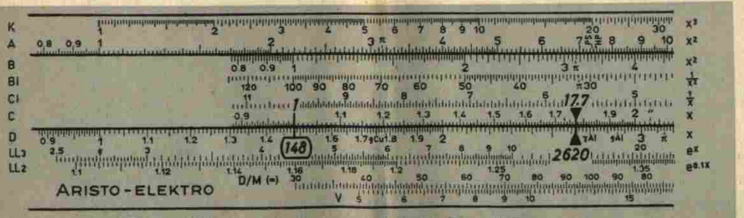


Fig. 10 2620 : 17,7 = 148 Calcul approché 3000 : 20 = 150

La position de la réglette est la même que pour la multiplication 148×17,7 = 2620.

La multiplication et la division se distinguent par le seul ordre des opérations. Quand le dividende et le diviseur se trouvent face à face, il ne reste plus qu'à lire le résultat soit sous le début, soit sous la fin de la réglette C, sans permutation. Cette particularité de la régle à calcul est exploitée encore à plusieurs reprises dans les chapîtres ci-dessous.

5. Multiplication et division combinées

Quand on est en présence d'expressions comme $\frac{a \times b}{c}$, on divise d'abord pour multiplier ensuite.

Exemple: Après avoir divisé 15,5 par 13,2, comme on le voit en fig. 11, on n'a pas besoin de lire le résultat intermédiaire 1,174; le curseur est amené au multiplicateur 1,42 de l'échelle C, en face duquel on lit, sur l'échelle D, le résultat 1,667.

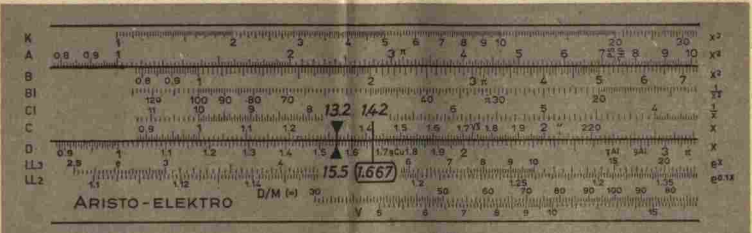


Fig. 11 $\frac{15,5}{13,2} \times 1,42 = 1,667$ Calcul approché: $\frac{15}{10} \times 1,0 = 1,5$

Exemple:
Calcul de la résistance ohmique R d'un conducteur de cuivre. Sont connues: la résistivité $\varrho = 0,0175 \frac{\Omega\,\text{mm}^2}{\text{m}}$, la longueur $l = 800$ m, la section $q = 2,5$ mm^2.

$$R = \frac{\varrho \times l}{q} = \frac{0,0175 \times 800}{2,5} = 5,6\ \Omega$$

6. L'échelle CI des inverses

L'échelle CI correspond aux échelles de base C et D, mais elle est graduée et chiffrée en sens inverse (échelle à chiffrage rouge). En face de chaque valeur x de l'échelle de base C, on trouve sur l'échelle CI sa valeur inverse correspondante, c'est-à-dire 1/x. Au-dessus du 2 de l'échelle C, nous lisons par exemple sur l'échelle CI la valeur inverse 1/2 = 0,5. Dans l'autre sens, nous lisons sous le 2 de l'échelle CI, sur l'échelle C, la même valeur inverse 0,5.

6.1 Déterminer la résistance totale de plusieurs résistances branchées en parallèle

$$\text{Loi:} \quad \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$

Pour trois résistances de 6, 8,5 et 9 Ω, nous trouvons

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8,5} + \frac{1}{9} = 0,1666 + 0,1177 + 0,1111 = 0,3954$$

$R_t = 2,53\ \Omega$

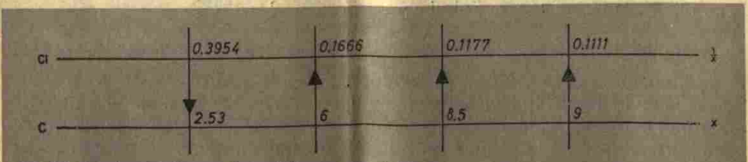


Fig. 12 Trois résistances branchées en parallèle

6.2 A l'aide d'une échelle des inverses, on peut transformer une multiplication en une division et vice versa, p. e.:

$$4 \times 5 = \frac{4}{1/5} \text{ ou } \frac{4}{5} = 4 \times \frac{1}{5}$$

Des problèmes comme $a \times b \times c$ ou $\frac{a}{b \times c \times d}$ etc. peuvent dès lors être résolus par multiplications et divisions alternées, comme nous l'avons vu au chapître 6.

Exemple:
Dans la fig. 13, on calcule 185×6 comme $185 : 1/6$, en mettant face à face, comme pour une division, le multiplicande 185 sur l'échelle D et le multiplicateur 6 sur l'échelle CI. Ensuite on multiplie par 0,33 et le résultat 366 apparaît sur l'échelle D en face de 0,33 de l'échelle C.

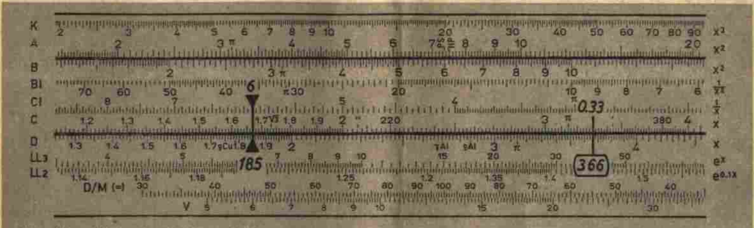


Fig. 13 $185 \times 6 \times 0{,}33 = 366$

7. Le calcul des rapports

Des proportions du type $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ interviennent dans de nombreux calculs, notamment dans des règles de trois ou quand on veut établir des tables et barèmes. Or, après avoir posé le premier rapport $\frac{a}{b}$, on peut lire, par un simple déplacement du curseur, tous les rapports $\frac{c}{d}$ voulus. La ligne de séparation entre le corps de la règle et la réglette figure en quelque sorte la barre de fraction commune à tous ces rapports. Ainsi, dans l'exemple de fig. 14 nous avons posé le rapport ϱ/q (ϱ/section), pour lire sous forme d'une table la résistance ohmique correspondant à toute longueur voulue du conducteur.

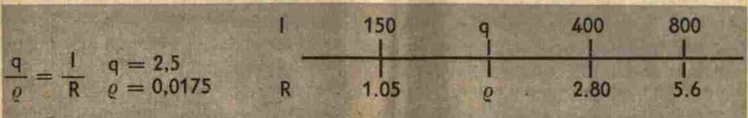


Fig. 14 Proportions

8. Les échelles A, B et K

Quand on place le trait du curseur sur une valeur x quelconque de l'échelle D, on peut lire sur l'échelle A le carré x^2 et sur l'échelle K le cube x^3. Inversement, on obtient les racines carrées et cubiques. Aussi, en passant de C à B on élève au carré et inversement on extrait des racines carrées.

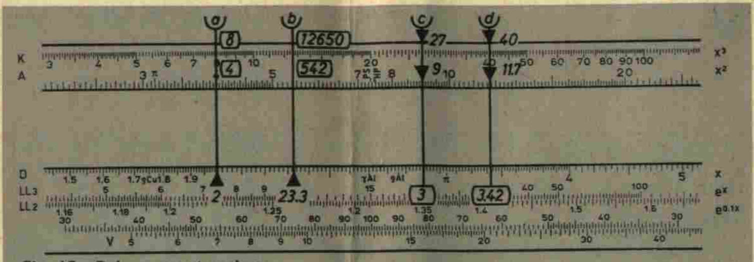


Fig. 15 Puissances et racines

a) $2^2 = 4$ — $2^3 = 8$

b) $23{,}3^2 = 2{,}33^2 \times 10^2 = 542$ — $23{,}3^3 = 2{,}33^3 \times 10^3 = 12650$

c) $\sqrt[2]{9} = 3$ — $\sqrt[3]{27} = 3$

d) $\sqrt[2]{11{,}7} = 3{,}42$ — $\sqrt[3]{40} = 3{,}42$

La position de la virgule est obtenue aisément par un calcul approché. Il est utile, en calculant avec des racines et des puissances, de retrancher des puissances de 10, afin de travailler avec des nombres plus faciles à estimer. A cet effet, les échelles des carrées et des cubes sont chiffrées de 1 à 100, respectivement de 1 à 1000. Le chiffrage des échelles indique dans quelle section de la règle il faut placer le curseur.

Exemples: $\sqrt{3200} = \sqrt{32 \times 100} = 10 \times \sqrt{32} = 10 \times 5{,}66 = 56{,}6$

$$\sqrt{320} = \sqrt{3{,}2 \times 100} = 10 \times \sqrt{3{,}2} = 10 \times 1{,}79 = 17{,}9$$

$$\sqrt[3]{1{,}813} = 1{,}22$$

$$\sqrt[3]{0{,}1813} = \sqrt[3]{\frac{181{,}3}{1000}} = \frac{5{,}66}{10} = 0{,}566$$

$$\sqrt[3]{0{,}01813} = \sqrt[3]{\frac{18{,}13}{1000}} = \frac{2{,}625}{10} = 0{,}2625$$

8.1 Le calcul avec les échelles des carrés A, B et BI

Tout comme le groupe C/D, le groupe A/B est formé de deux échelles identiques; mais elles diffèrent des échelles de base par la longueur des graduations. En effet, ces échelles sont composées de deux échelles, réduites de moitié et mises bout à bout. Leur section de gauche est chiffrée de 1 à 10, et la section de droite de 10 à 100. BI est l'échelle des inverses de B. Avec ces trois échelles, on peut

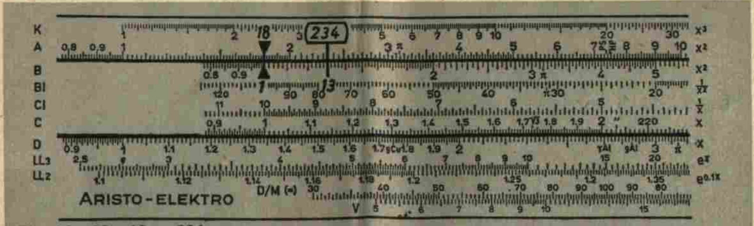


Fig. 16 $18 \times 13 = 234$

effectuer tous les calculs décrits ci-dessus, cependant avec un peu moins de précision, car leurs graduations ne font que la moitié de la longueur totale de la règle. Grâce aux deux échelles mises bout à bout, il n'y a pas de permutation de la réglette.

9. Les fonctions trigonométriques

Les échelles S, ST et T sont utilisées de concert avec l'échelle de base C pour déterminer les fonctions trigonométriques sinus, cosinus, tangente et cotangente. Les échelles des angles sont sous-divisées dans le système décimal.

Quand on amène l'angle, dans l'échelle S, ST ou T, sous l'index de la fenêtre aménagée sur la face arrière de la règle, on peut lire, sur la face avant, c'est-à-dire dans l'échelle C, en regard du 10 de l'échelle D, la fonction trigonométrique correspondante. Inversement, on lit sur les échelles S, ST ou T l'angle correspondant à la fonction posée dans l'échelle C.

La règle à calcul ne donne que les fonctions des angles du premier quart de cercle. Le tableau ci-dessous qui donne les rapports existant entre les différentes fonctions circulaires, permet de réduire tous les angles voulus au premier quart de cercle.

	$\pm\alpha$	$90° \pm \alpha$	$180° \pm \alpha$	$270° \pm \alpha$
sin	$\pm \sin\alpha$	$+\cos\alpha$	$\mp \sin\alpha$	$-\cos\alpha$
cos	$+\cos\alpha$	$\mp \sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$\pm \sin\alpha$
tg	$\pm \operatorname{tg}\alpha$	$\mp \cot\alpha$	$\pm \operatorname{tg}\alpha$	$\mp \cot\alpha$
cot	$\pm \cot\alpha$	$\mp \operatorname{tg}\alpha$	$\pm \cot\alpha$	$\mp \operatorname{tg}\alpha$

9.1 Les échelles S et T

L'échelle S des sinus est chiffrée pour angles de 5,5 à 90°, l'échelle T des tangentes pour angles de 5,5 à 45°. Les fonctions correspondant aux différents angles, sont lues sur l'échelle C; elles commencent toutes par 0,...

Le cosinus d'un angle est posé sous l'index comme sinus de l'angle complémentaire, selon le rapport de

$$\cos\alpha = \sin(90° - \alpha).$$

Les valeurs des fonctions cosinus sont lues dans l'échelle C; elles commencent toutes par 0,...

Exemple: (fig. 17) $\sin 60° = 0{,}866$

$\cos 30° = \sin(90° - 30°) = \sin 60° = 0{,}866$

La valeur $\operatorname{tg} 45° = 1$ de l'échelle T des tangentes est déjà en face de la fin de l'échelle de base C, quoique les valeurs des fonctions tangentielles croissent encore au-dessus de 45°. L'échelle T des tangentes est dès lors utilisée à rebours pour les angles $> 45°$, selon la formule:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - \alpha)}$$

La tangente de l'angle $\alpha < 45°$ est lue sur l'échelle C (0,...), celle des angles $\alpha > 45°$ est trouvée dans l'échelle CI sous forme de $\operatorname{tg}(90° - \alpha)$. Les valeurs tangentielles des angles de 45 à 84,5° correspondent aux lectures entre 1 et 10 de l'échelle CI. Les cotangentes sont recherchées selon la formule

$$\cot\alpha = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$$

Pour les valeurs cotangente on lit les inverses des valeurs tangente. L'échelle CI donne les valeurs cotangente des angles de 5,5 à 45°, l'échelle C les fonctions des angles de 45 à 84,5°.

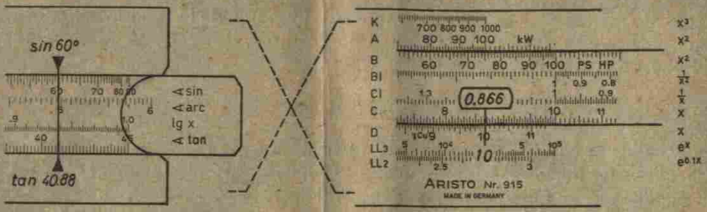


Fig. 17 Pose: sin 60° (échelle S) tg 40,88° (échelle T)
Lecture: Fonction de sin 60° = 0,866
Fonction de cos 30° = 0,866
Fonction de tg 40,88° = 0,866
Fonction de cot 49,12° = 0,866

Exemples (fig. 17 et 18):

tg 40,88° = 0,866 (lire échelle C)

$$\text{tg } 49{,}12° = \frac{1}{\text{tg }(90° - 49{,}12°)} = \frac{1}{\text{tg } 40{,}88} = \frac{1}{0{,}866} = 1{,}155 \text{ (lire échelle CI)}$$

$$\text{cot } 40{,}88° = \frac{1}{\text{tg } 40{,}88°} = \frac{1}{0{,}866} = 1{,}155 \text{ (lire échelle CI)}$$

cot 49,12° = tg (90° − 49,12°) = tg 40,88 = 0,866 (lire échelle C)

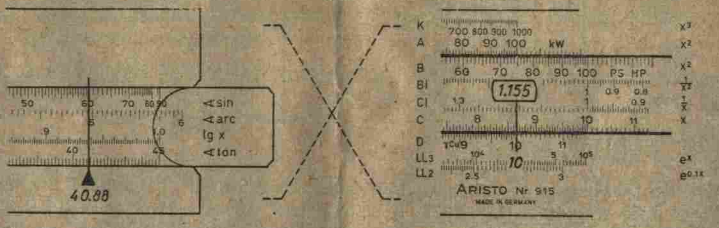


Fig. 18 Pose: cot 40,88° (échelle T)
Lecture: Fonction de cot 40,88° = 1,155 tg 49,12° = 1,155

9.2 Tableau facilitant la pose et la lecture des fonctions trigonométriques dans les échelles S et T.

Fonction	Angles	Pose des angles	Fonctions: Lecture (échelle)	Fonctions: Gamme
sin	5,5° — 90°	α	C	0,... à 1,0
cos	0° — 84,5°	(90° — α)	C	0,... à 1,0
tg	5,5° — 45°	α	C	0,... à 1,0
	45° — 84,5°	(90° — α)	CI	1,... à 10
cot	5,5° — 45°	α	CI	1,... à 10
	45° — 84,5°	(90° — α)	C	0,... à 1,0

9.3 L'échelle ST

Cette échelle fait suite aux échelles S et T pour les angles dont les fonctions se situent entre 0,01 et 0,1; en même temps, elle sert à la conversion, très importante, des degrés en radians.

9.3.1 Quand on cherche $\sin\alpha$ et $\operatorname{tg}\alpha$ pour $\alpha < 5{,}5°$ ou $\cos\alpha$ et $\cot\alpha$ pour $\alpha > 84{,}5°$, on procède selon la formule d'approximation

$$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha \approx \cos(90° - \alpha) \approx \cot(90° - \alpha) \approx \alpha \text{ rad.}$$

Pour déterminer le sinus et la tangente des angles $0{,}55° < \alpha < 6°$, on pose l'angle dans l'échelle ST, pour lire la valeur de la fonction circulaire sur l'échelle C, mais en commençant par 0,0... Pour trouver la cofonction des angles $84° < \alpha < 89{,}45°$, on pose l'angle complémentaire $(90° - \alpha)$ sur l'échelle ST.
Exemple: $\sin\ 4{,}96° \approx \operatorname{tg}\ 4{,}96° \approx 0{,}0866$
$\cos 85{,}04° \approx \cot 85{,}04° \approx 0{,}0866$
(Pose et lecture voir fig. 19).

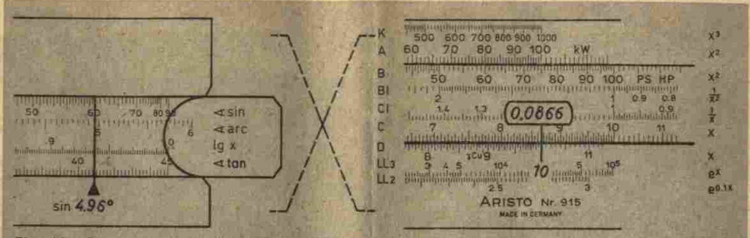


Fig. 19 Pose: sin 4,96° (échelle ST)
Lecture: $\sin\ 4{,}96° \approx \operatorname{tg}\ 4{,}96° \approx 0{,}0866$
$\cos 85{,}04° \approx \cot 85{,}04° \approx 0{,}0866$ (échelle C)

9.3.2 La conversion des degrés en radians est facilitée par l'échelle ST qui est en fait une échelle de base décalée de $\frac{\pi}{180}$. Quand on passe de ST à C, on transforme un degré en radian et inversement un radian en degré. Cette conversion est possible non seulement pour les angles lus sur l'échelle ST, mais encore — en raison de la sous-division décimale — pour tous les angles voulus, car p. e. 5 peut aussi bien signifier 0,5°, 50° etc. La virgule se déplace d'autant pour le radian.

Exemple (fig. 19): $4{,}96° = 0{,}0866$ rad
$0{,}496° = 0{,}00866$ rad
$49{,}6° = 0{,}866$ rad

Pour calculer avec les échelles trigonométriques, on peut également retourner la réglette et poser la valeur sin 90° ou tg 45° en face de la fin 10 de l'échelle D. Il suffit alors d'amener le curseur sur la valeur de l'angle, pour lire la fonction circulaire sur l'échelle correspondante.

10. Les échelles exponentielles LL2 et LL3

(N° 915 seulement)

Les échelles exponentielles LL2 et LL3 s'insèrent en fait dans le cadre de la fonction exponentielle e^x pour la gamme de 1,1 à 10^5; elles se rapportent à l'échelle de base D. La répartition de la fonction sur deux échelles partielles est telle que la valeur $e = 2{,}718$ correspond au début et à la fin de l'échelle D. Le chiffrage des échelles LL donne des invariables, car les deux échelles partielles caractérisent différentes gammes de la fonction exponentielle e^x continue. La valeur 1,4 sur l'échelle LL2 **ne** peut donc **pas** signifier en même temps 14 ou 140, comme c'est le cas des échelles de base.

Ces échelles exponentielles permettent de réduire l'élévation à la puissance et l'extraction des racines à une addition respectivement une soustraction de deux longueurs. A l'intérieur des gammes données, on peut calculer tous logarithmes, toutes puissances et toutes racines. La disposition des échelles LL permet la lecture de la 10ème puissance au passage de l'échelle LL2 à l'échelle LL3; inversement on lit la 10ème racine en passant de LL3 à LL2. Pour toute valeur x posée dans l'échelle D, on lit sur LL3 la valeur e^x et sur LL2 la valeur $e^{0,1x}$.

10.1 Les puissances $y = a^x$

Quand on place le début ou la fin de l'échelle C en regard de la base «a» de l'échelle LL, on peut lire sur l'échelle LL la valeur de la puissance correspondant au nombre x posé sur l'échelle C. Pour l'élévation à la puissance, on procède donc comme pour la multiplication avec les échelles de base.

Exemple: $y = 1{,}4^x$

$$1{,}4^{1{,}5} = 1{,}656$$
$$1{,}4^{2} = 1{,}96$$
$$1{,}4^{3} = 2{,}74$$
$$1{,}4^{2{,}32} = 2{,}181$$

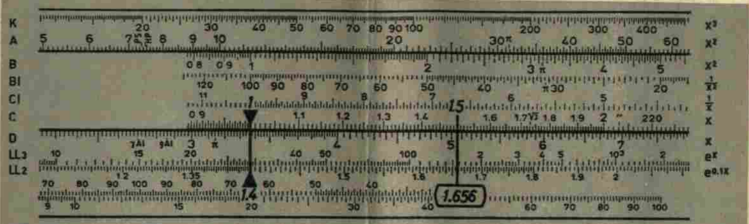


Fig. 20 $y = 1{,}4^{1{,}5} = 1{,}656$

Pour les exposants de valeurs plus élevées, il faut permuter la réglette (voir fig. 21) et lire les résultats sur l'échelle LL3.

Exemple: $1{,}4^4 = 3{,}84$

$$1{,}4^{5{,}3} = 5{,}95$$

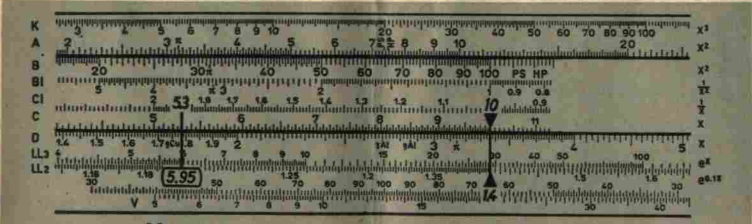


Fig. 21 $y = 1{,}4^{5{,}3} = 5{,}95$

10.2 Exemple d'application de l'expression $y = e^x$

Dans la technique des télécommunications, la valeur «a» de l'atténuation ou de l'amplification des organes de transmission peut être indiquée en Nepers. Le rapport d'amplitude entre deux grandeurs électriques identiques est alors de e^a.

Exemple:

Un amplificateur de 7 Neper produit un rapport d'amplitude — lu directement sur l'échelle LL3 — de $e^7 \approx 1100$ (plus exactement: 1097) (voir fig. 22).

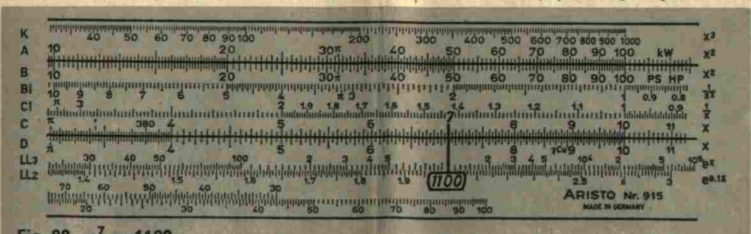


Fig. 22 $e^7 \approx 1100$

10.3 Les racines $y = \sqrt[x]{a}$

En lisant en sens inverse, on calcule les racines de tous exposants.
Pour l'extraction des racines, on procède comme pour la division avec les échelles de base (voir fig. 23). On pose face à face sur les échelles LL et C la valeur sous-radicale et l'exposant de la racine, pour lire le résultat sur l'échelle LL, en face du début ou de la fin de l'échelle C.
On peut tout aussi bien exprimer la racine sous forme de puissance: $y = a^{1/x}$; ainsi, on est à nouveau en présence d'une puissance. Dans ce cas, on amène l'index 1 ou 10 de la réglette en face de la base «a» de l'échelle LL, pour lire le résultat sur cette dernière, en face de l'exposant, posé dans l'échelle CI (voir fig. 24).

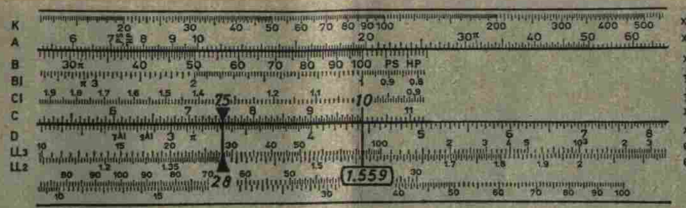


Fig. 23 $\sqrt[7,5]{28} = 1,559$

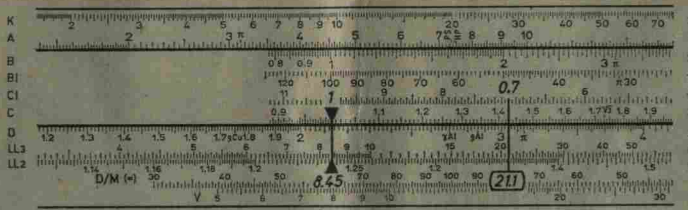


Fig. 24 $\sqrt[0,7]{8,45} = 8,45^{\frac{1}{0,7}} = 21,1$

10.4 Les logarithmes

Les logarithmes sont déterminés par l'inversion de l'élévation à la puissance.

$$y = a^x \qquad x = {}^{a}\log y$$

Ainsi, la détermination d'un logarithme correspond à un calcul de puissances, dans lequel on cherche l'exposant. A l'aide du curseur, on pose le début de l'échelle C (réglette) en face de la base «a» de l'échelle LL; ensuite, on amène le curseur sur la valeur y de l'échelle LL et on lit x sur l'échelle C (voir fig. 25).

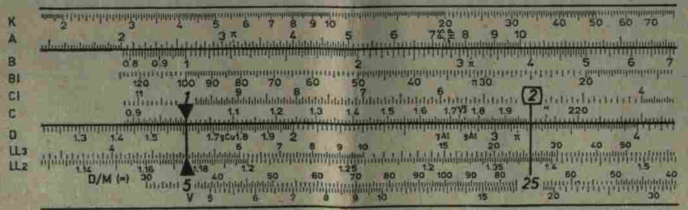


Fig. 25 ${}^{5}\log 25 = 2,0$

Les logarithmes naturels sont lus directement sur l'échelle D, car en raison de la disposition des échelles exponentielles, la base «e» est toujours en face du début de l'échelle D (fig. 26).

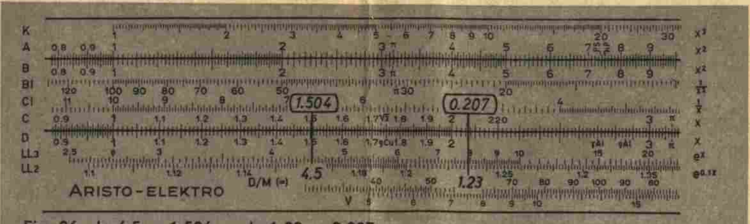


Fig. 26 ln 4,5 = 1,504 ln 1,23 = 0,207

Les logarithmes décimaux sont lus sur l'échelle C, la base 10 étant posée sur l'échelle LL3 (fig. 27).

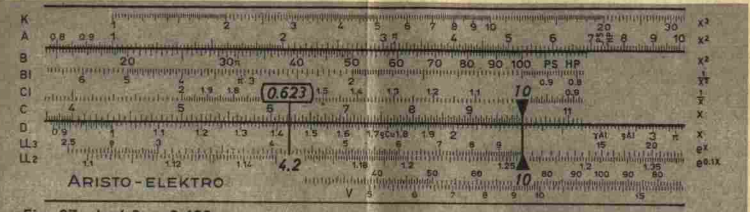


Fig. 27 lg 4,2 = 0,623

En face de chaque nombre de l'échelle LL, on lit alors le logarithme correspondant sur l'échelle C. Les logarithmes décimaux peuvent également être lus sur l'échelle des mantisses L (face arrière de la réglette). La caractéristique est alors déterminée selon la règle usuelle, «nombre de décimales moins 1», pour être additionnée à la mantisse.
On amène le nombre de l'échelle C en face du 10 de l'échelle D; la mantisse est lue sur l'échelle L sous l'index de la fenêtre (fig. 28).

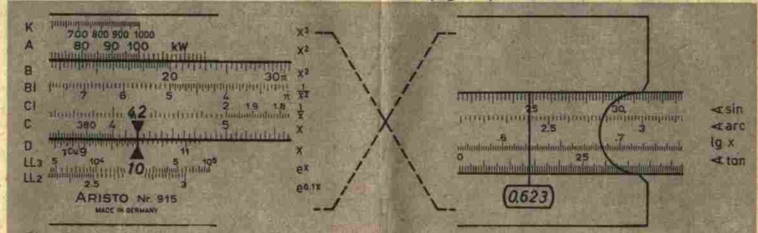


Fig. 28 lg 4,2 = 0,623

Quand on retourne la réglette et quand on la met à zéro, on peut lire la mantisse correspondant à tout nombre donné, par simple déplacement de la réglette (fig. 29).
En inversant le sens de la lecture, on obtient pour chaque logarithme le nombre correspondant.

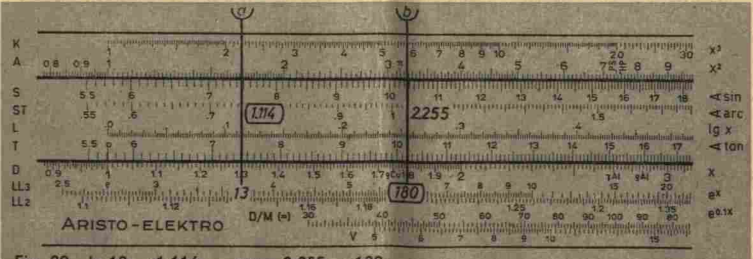


Fig. 29 lg 13 = 1,114 num. 2,255 = 180

11. L'emploi des échelles spéciales

L'échelle portant les symboles D/M (Dynamo/Moteur) sert au calcul du coefficient de rendement des moteurs électriques. Elle est décalée à l'échelle A du facteur de conversion kW⟵⟶CH (736) et utilisée en combinaison avec les échelles des carrés A et B.

Sur la moitié gauche de l'échelle D/M (allant de 30 à 100%), on lit le rendement des dynamos, et sur la moitié droite (chiffrée en rouge de 100 à 30%) on trouve les pourcentages de rendement des moteurs courant continu.

11.1 L'emploi de l'échelle D/M

On cherche le coefficient de rendement η d'un **moteur à courant continu** qui, pour une puissance absorbée de $N_i = 20$ kW, donne une puissance N_a de 25 Ch.

$$\text{Loi: } \eta = \frac{N_a \times 736}{N_i \times 1000} = \frac{25 \times 736}{20 \times 1000} = 0{,}92$$

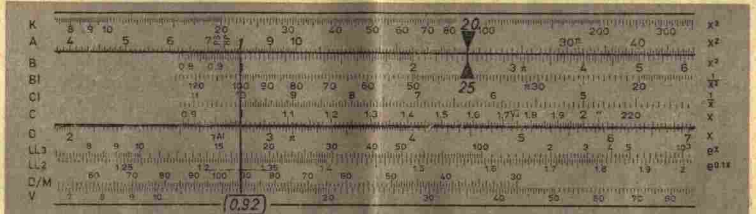


Fig. 30 $\eta = \dfrac{25 \times 736}{20 \times 1000} = 0{,}92$ Calcul approché: $\dfrac{20 \times 800}{20 \times 1000} = 0{,}8$

Les symboles «kW» et «PS» (Ch) à l'extrémité droite des échelles A et B rappellent où il faut lire les valeurs correspondantes. Dans notre exemple, on met face à face 20 kW dans la partie droite de l'échelle A et 25 Ch dans la partie gauche de l'échelle B; ensuite on amène le curseur sur le début de la réglette, pour lire le coefficient de rendement 92% sur l'échelle D/M.

N. B.: Les coefficients de rendement des moteurs sont lus dans la partie rouge de l'échelle D/M, dont le chiffrage va de droite à gauche. Les échelles A et B offrent la possibilité de poser les données de différentes autres manières. Quand on pose la valeur 25 dans la partie droite de l'échelle B, on doit lire le résultat en face du 10 de l'échelle B, car le début 1 de cette dernière se trouve alors en-dehors de l'échelle D/M.

Exemple:
On cherche la puissance électrique N_e d'une génératrice de courant continu. Puissance absorbée $N_z = 30$ Ch (PS), coefficient de rendement $\eta = 0{,}8$ (80%)

$$\text{Loi: } N_e = \frac{N_z \times \eta \times 736}{1000} = \frac{30 \times 0{,}8 \times 736}{1000} = 17{,}7 \text{ kW}$$

η est recherché dans la partie noire de l'échelle D/M.

N. B.: Pour la valeur η, posée sur l'échelle D/M, on lit sur les échelles A et B tous les rapports CH (PS)/kW voulus, p.e. pour le coefficient $\eta = 0{,}8$:

Moteur:	$N_i = 20$ kW,	$N_a = 21{,}75$ Ch,
	$N_i = 57$ kW,	$N_a = 62$ Ch, etc....
Dynamo:	$N_z = 34$ Ch,	$N_e = 20$ kW,
	$N_z = 85$ Ch,	$N_e = 50$ kW, etc....

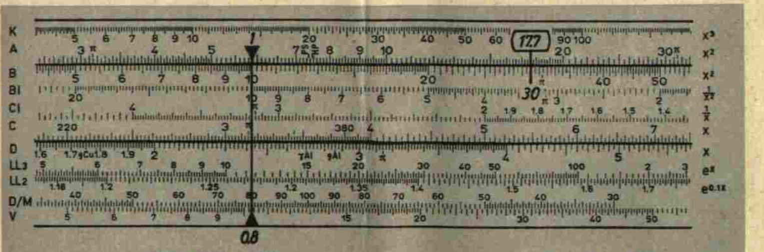


Fig. 31 $N_e = \dfrac{30 \times 0{,}8 \times 736}{1000} = 17{,}7$ Calcul approché: $\dfrac{30 \times 1 \times 700}{1000} = 21$

Pour $\eta = 1$ (100%), on lit l'équivalence théorique Ch/kW sous forme d'une table sur les échelles A et B. Le début de l'échelle B fait alors face au repère PS (Ch) de l'échelle A.

11.2 L'emploi de l'échelle V

L'échelle V des Volts qui est décalée de 57,2 par rapport aux échelles A et B des carrés, sert au **calcul des chutes de tension et des sections des conducteurs.**

Exemple:

On cherche la chute de tension en alternatif ou en continu U_v ($\cos\varphi = 1$) dans un conducteur de cuivre ($\varkappa = 57{,}2 \dfrac{m}{\Omega\, mm^2}$) d'une longueur de l = 1500 m et d'une section de 35 mm^2, l'intensité étant de $I = 25$ A.

$$\text{Loi:} \quad U_v = \frac{I \times l}{\varkappa \times q}$$

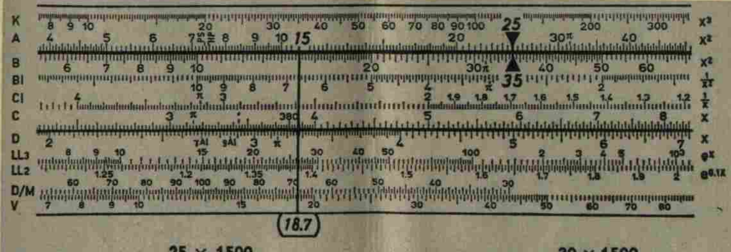


Fig. 32 $U_v = \dfrac{25 \times 1500}{57{,}2 \times 35} = 18{,}7$ V Calcul approché: $\dfrac{30 \times 1500}{60 \times 30} = 25$

Le produit composé $\dfrac{I \times l}{q}$ est effectué avec les échelles A/B (cf. chap. 5): en passant de l'échelle A à l'echelle V, on a tenu compte de la conductivité. Dans la partie droite des échelles A/B, on effectue la division 25:35. A la suite de la multiplication par 1500, on lit le resultat 18,7 V dans l'échelle V, sous le trait du curseur.

Avec les échelles A/B, on peut calculer dans la partie gauche entre 1 et 10 et dans la partie droite entre 10 es 100. Le troisième facteur doit être posé dans l'échelle B de sorte que le résultat puisse être lu sur l'échelle V.

Exemple:

On cherche la section d'un conducteur de cuivre d'une longueur totale de l = 700 m qui doit transporter un courant alternatif ou continu de U = 500 V ($\cos\varphi = 1$) et de N = 80 kW = 80000 W, la chute de tension de devant ne doit pas dépasser p = 6%.

$$\text{Loi:} \quad q = \frac{N \times l}{\varkappa \times \frac{p}{100} \times U^2}$$

$$\text{Exemple:} \quad q = \frac{80000 \times 700}{57{,}2 \times 0{,}06 \times 500^2} = \frac{8 \times 7 \times 10^4}{57{,}2 \times 6 \times 5^2} = 65{,}3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Calcul approché:} \quad \frac{8 \times 7 \times 10^4}{56 \times 1{,}5 \times 10^2} = \frac{100}{1{,}5} \approx 66$$

Après la première manœuvre de la réglette, on retient sous le curseur le résultat intermédiaire de l'opération $\frac{8}{6} \times 7$, après quoi on amène sous le trait du curseur la valeur 5 de l'échelle C et la valeur 5^2 de l'échelle B. La multiplication par le facteur $\varkappa = 57{,}2$ est effectuée par le simple passage à l'échelle V.

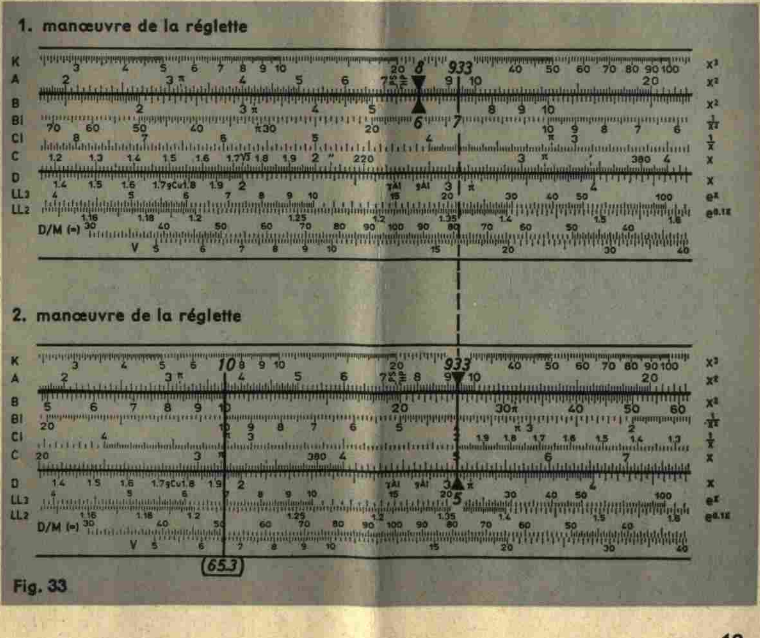


Fig. 33

12. Les repères et leur emploi

Les repères ci-dessous facilitent certains calculs spéciaux et le calcul avec des valeurs qui interviennent dans de nombreuses opérations. La valeur précise des facteurs représentés par les repères ressort du tableau:

Repère	Echelle	Signification	Valeur
π	A, B, C, D, BI, CI	—	3,142
$\sqrt{3}$	C	—	1,732
220	C	—	220
380	C	—	380
PS	A	1 PS (Ch) $\approx$ 736 W	735,36
HP	A	1 HP (Ch angl.) $\approx$ 746 W	745,56
ϱ_{Cu}	D	résistivité du cuivre	0,0175
γ_{Cu}	D	poids spécifique du cuivre	8,9
ϱ_{Al}	D	résistivité de l'aluminium	0,029
γ_{Al}	D	poids spécifique de l'aluminium	2,7
′	C	$\frac{180}{\pi} \times 60$	3438
″	C	$\frac{180}{\pi} \times 60 \times 60$	206265

Le repère PS donne les Ch selon la norme allemande DIN. Le repère HP donne les Ch du système anglais. L'emploi des deux repères est identique.

12.1 L'emploi des repères γ_{Cu} et γ_{Al}

Le poids d'un conducteur de cuivre est calculé selon la formule $P = \gamma_{Cu} \times q \times l$.

Pour une section q en mm^2 et une longueur l en mètres, on obtient un poids P en grammes.

Un conducteur de cuivre, long de 2,5 m et ayant une section q de 2,26 mm^2, pèse donc

$$P = \gamma_{Cu} \times 2,26 \times 2,5 = 50,3 \text{ g.}$$

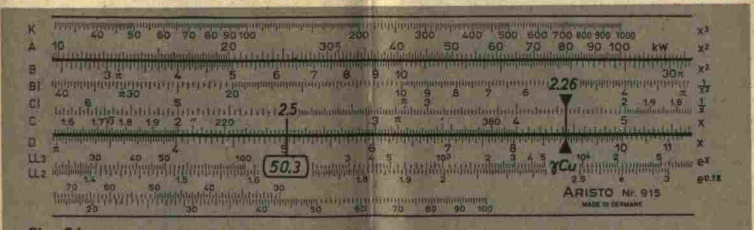


Fig. 34

Pour commencer, on place le curseur sur la valeur γ_{Cu}. Ensuite, comme décrit au chapître 6.2, on amène le deuxième facteur, 2,26 (échelle CI) sous le trait du curseur. Sous le 2,5 de l'échelle C, on lit maintenant dans l'échelle D le résultat 50,3 g.

Pour un conducteur d'aluminium, on procède de la même manière avec le repère γ_{Al}. Résultat: P = 15,26 g.

12.2 L'emploi des repères ϱ_{Cu} et ϱ_{Al}

Les résistances des conducteurs sont calculées à l'aide des repères ϱ_{Cu} et ϱ_{Al} selon le rapport $\frac{R}{l} = \frac{\varrho}{q}$, posé sous forme d'une table, comme décrit au chapître 7. D'abord, on amène le trait du curseur sur le repère de la résistivité, après quoi on pose la section q de l'échelle C sous le curseur, pour obtenir un tableau dans lequel se font face non seulement les valeurs connues du rapport, mais encore toutes les résistances (échelle D) correspondant à toutes les longueurs l, posées sur l'échelle C (voir aussi fig. 14).

12.3 L'emploi des repères ′ et ″

Les repères ′ et ″ correspondent aux formules

$$\varrho' = \frac{180}{\pi} \times 60 = 3438 \quad \text{et} \quad \varrho'' = \frac{180}{\pi} \times 60 \times 60 = 206\,265,$$

servant à la conversion des minutes et des secondes polaires en radians b et au calcul inverse

$$b = \frac{\alpha'}{\varrho'} = \frac{\alpha''}{\varrho''}$$

A un angle de 22′ correspond l'arc

$$b = \frac{22'}{\varrho'} = 0{,}00640.$$

On place le repère ′ en regard de la valeur 22 de l'échelle D, pour lire le résultat de la division sur l'échelle D, en face de la fin de l'échelle C.

13. Le curseur

13.1 Le calcul de la surface du cercle

La distance entre les petits traits en haut à gauche et en bas à droite d'une part et le trait médian d'autre part, correspond, en correlation avec l'échelle des carrés, à la valeur $\pi/4 = 0{,}785$. Lorsque l'on pose sur l'échelle D, avec le repère d du curseur, le diamètre 42 mm (fig. 35), on peut lire sur l'échelle des carrés A, sous le repère q, la surface q = 1388 mm^2.

Comme la valeur 7,85 correspond également au poids spécifique de l'acier coulé, on peut également calculer avec le repère q le poids de barres d'acier. On recherche le diamètre avec le repère d, en bas à droite: le trait médian donne alors la section et le repère q de gauche (fig. 35) le poids de la barre d'acier par unité de longueur. Pour obtenir le poids total, on amène le début de la réglette sous ce repère q, après quoi on multiplie par la longueur.

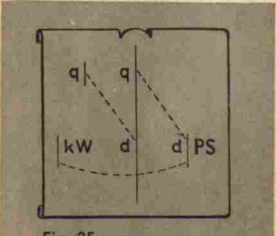


Fig. 35

13.2 La conversion kW ⟷ Ch (PS)

Les repères kW et PS (Ch) du curseur donnent, en correlation avec l'échelle de base D, le facteur de conversion des Ch en kW et vice-versa. Quand on amène le repère kW sur la valeur 20 kW de l'échelle D, on peut lire sur cette même échelle, sous le repère PS, l'équivalent = 27,2 Ch. De même, on procède en sens inverse, pour poser et lire sous les repères respectifs 7 Ch (PS) et 5,15 kW. Pour les calculs en pouces, le curseur est livré avec le facteur de conversion 746; sur ce curseur, le repère PS (Ch) est remplacé par le repère HP (N° de commande L 915 E).

14. La table de conversion ARISTO-A

Quand on étudie la littérature professionnelle anglaise et américaine, on a souvent des difficultés pour la conversion des mesures non métriques, ce qui nécessite dans bien des cas la consultation d'ouvrages appropriés. La table de conversion A rend ces recherches inutiles. Elle contient les coefficients de conversion essentiels.

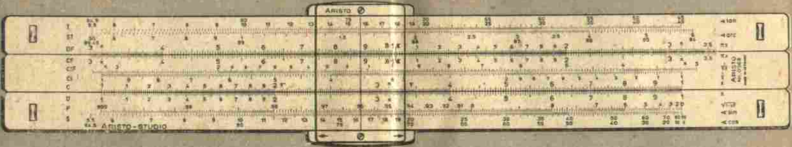
ARISTO REGLES A CALCUL DOUBLE-FACE

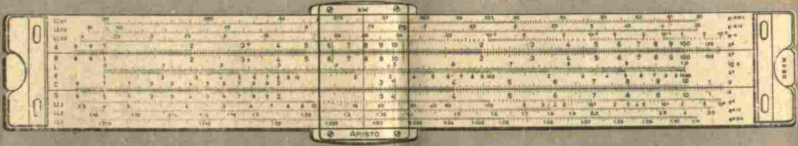
Les règles à calcul se différencient essentiellement par la disposition de leurs échelles. Le principe des règles à calcul trouve sa meilleur expression, avec les règles double-face ARISTO, dans la mise en œuvre simultanée des échelles décalées et des échelles de base.

L'exécution de calculs complexes sans permutation de la réglette ne manque jamais d'impressionner ceux à qui on montre cette possibilité pour la première fois. Ce qui importe, c'est que les échelles décalées DF/CF, les échelles C/D et les échelles des inverses des deux groupes d'échelles soient disposées sur la même face de la règle à calcul. L'emploi approprié de ces échelles fait gagner du temps; le nombre des manœuvres est réduit au minimum. La précision s'en trouve améliorée bien plus que par l'allongement des échelles.

La face avant et la face arrière de la règle à calcul sont ajustées et peuvent être utilisées simultanément grâce au curseur double face.

Toutes les règles à calcul double-face ARISTO ont des traverses élastiques soudées qui assurent un ajustement durable et un déplacement toujours régulier de la réglette. Des tampons anti-dérapants, sertis de part et d'autre dans les traverses, assurent la liberté de mouvement du curseur et empêchent le glissement de la règle, lorsqu'on la pose sur la table, pour s'en servir d'une seule main, par exemple en établissant tables ou barèmes. Des supports de règle inédits que l'on glisse latéralement, de droite et de gauche, sur la règle, lui donnent une position inclinée et surélevée, favorable à la lecture. Ces supports sont assez hauts, pour assurer la liberté de mouvement à tous les curseurs, y compris aux curseurs à loupe.





ARISTO-Studio

ARISTO-MULTIRIETZ — Pour ingénieurs TP, dessinateurs techniques, artisans

ARISTO-STUDIO
ARISTO-MULTILOG
ARISTO-HYPERBOLOG — Règles à calcul avec échelles exponentielles, pour ingénieurs et étudiants de toutes branches, mathématiciens, physiciens, chimistes.

PROGRAMME DE PRODUCTION ARISTO

Règles à calcul · Computeurs circulaires · Règles graduées
Instruments de dessin · Planimètres · Intégrateurs
Instruments cartographiques
Instruments topographiques portatifs pour l'école et le chantier
Coordinatographes pour l'industrie et la topographie.

Demandez nos prospectus détaillés à votre fournisseur habituel

DENNERT & PAPE · ARISTO-WERKE KG

2 HAMBURG 50 · ALLEMAGNE