CASTELL

Regla de Cálculo de Precisión

para el bolsillo

INSTRUCCIONES

A.W. FABER - CASTELL, STEIN - NUREMBERG
(ALEMANIA)

1/791 sp.

Indice.

Descripción de la Regla de cálculo	página 3
La lectura en las escalas	„ 4
Las escalas principales	„ 5
Multiplicación	„ 5
División	„ 6
Las operaciones compuestas	„ 8
Cuadrado y raíz cuadrada	„ 8
Las escalas trigonométricas	„ 9
Las escalas adicionales	„ 12
La escala cúbica	„ 12
Cubo	„ 13
Raíz cúbica	página 13
La escala recíproca	„ 14
La escala log-log	„ 16
Lectura de los logaritmos	„ 21
Las escalas especiales	„ 22
La división para los rendimientos . . .	„ 22
División para la caída de potencial . . .	„ 23
Las señales negras y encarnadas . . .	„ 24
Señales π y M	„ 26
Señales C y C_1	„ 26
El cursor de cuatro trazos	„ 27

Instrucciones

Descripción de la regla de cálculo

Designaremos las distintas partes de que se compone la Regla de cálculo, del modo siguiente: Llamaremos «regla» a la parte mayor, en cuyo centro existe una ranura longitudinal; «reglilla» a la parte que, encajando en esta ranura, puede deslizarse a derecha e izquierda: y «cursor» al pequeño marco de aluminio con cristal o de celuloide que puede correrse igualmente en ambos sentidos.

Para la mejor comprensión denominaremos con una letra a cada una de las escalas.

Las escalas principales son invariablemente **A, B, C, D.** El borde superior lleva siempre una escala centimétrica.

En cada extremo del reverso de la regla se ve una marca o indice, practicada en una escotadura. Dichos índices o trazos indicadores encuentran aplicación en las escalas **S, ST, T** y **L.** Por otra parte, llevan en su extremo izquierdo un corte, que sirve para tomar datos de las escalas **W** y **V.**

La escala recíproca **R** corresponde exactamente a las escalas **C** y **D,** si bien principia en el centro y corre de derecha a izquierda.

Las reglas de cálculo **CASTELL** «Electro» van dotadas de una escala logarítmica de logaritmos, o sea, de los valores log (log a). Se halla en parte en el borde superior **(Ls)** y en parte en el borde inferior **(Li)** de la regla.

Las escalas **W** y **V** están dispuestas en el centro de la regla, debajo de la reglilla y encuentran aplicación en la Electrotecnia.

La regla de cálculo no indica, por lo tanto, la colocación de la coma; pero ésta se halla mediante un **cálculo mental con cifras redondas.** Además, en la práctica suele conocerse el resultado aproximado de la operación a realizar.

La lectura en las escalas

Puesto que la falta de espacio impide marcar cada división de la Regla de cálculo con una cifra, se hallan solamente los enteros de 1 a 10 y décimas entre 1 y 2 de las escalas **C, D** y **R,** debiendo determinarse por deducción los valores correspondientes a las demás divisiones. En este respecto conviene tener en cuenta las 4 siguientes subdivisiones:

1. **Entre 1 y 2 de las escalas C y D** se indican primeramente las décimas, que a su vez van subdivididas en 5 fracciones, correspondiendo, por lo tanto, 2 centésimas a cada espacio entre dos divisiones próximas:

1,00-1,02-1,04-1,06-1,08-1,10 . . . . 1,96-1,98-2,00.

2. De igual forma, **entre 2 y 5 de las escalas C y D y entre 1 y 3 (10 y 30) de las escalas A y B** se indican décimas, pero éstas sólo van divididas por la mitad, correspondiendo pues 5 centésimas a cada subdivisión:

2,00-2,05-2,10-2,15 . . . . 4,90-4,95-5,00.

3. **Entre 5 y 10 de las escalas C y D y entre 3 y 6 (30 y 60) de las escalas A y B** sólo se indican las décimas:

5,0-5,1-5,2-5,3 . . . . 9,7-9,8-9,9-10,0.

4. **Entre 6 y 10 (60 y 100) de las escalas A y B** sólo se indican quintos:

6,0-6,2-6,4-6,6 . . . . 9,4-9,6-9,8-10,0.

Puesto que la Regla de cálculo no da la coma, las cifras anteriores pueden leerse también como sigue:

60-62-64-66 94-96-98-100
ó: 600-620-640-660 . . . . 940-960-980-1 000
ó: 0,60-0,62-0,64-0,66 . . . . 0,94-0,96-0,98-1 etc.

Las escalas principales

Multi-pli-cación

Para **multiplicar** dos factores por medio de la Regla de Cálculo basta **sumar** con las escalas de la regla y de la reglilla las dos **longitudes** representativas de los dos números.

Ejemplo: $6 \cdot 3{,}5 = 21$ (Fig. 1)

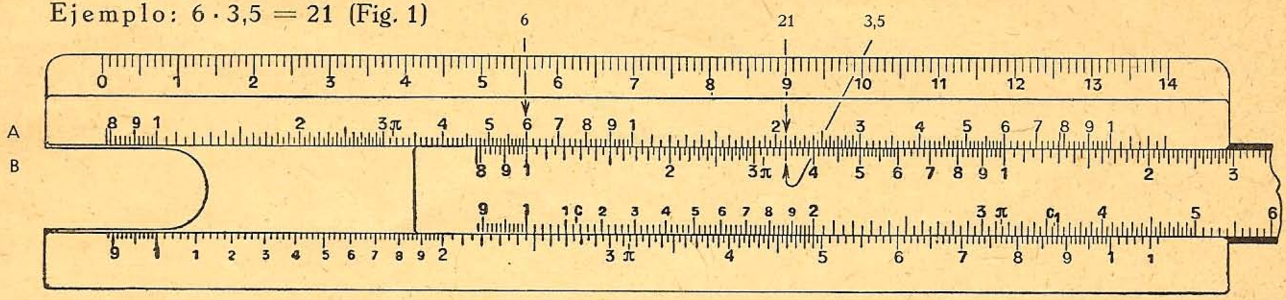


Fig. 1

Ejecución de la operación. Se coloca el trazo 1 de la reglilla (**B** 1) debajo del 6. de la escala superior de la regla (**A** 6); se corre el cursor hasta que su trazo coincida con el del 3,5 de la escala superior de la reglilla (**B** 35); y en esta posición el mismo trazo del cursor marcará sobre la escala superior A de la regla el producto buscado, o sea 21 (**A** 21). Estas operaciones pueden hacerse también en las escalas inferiores.

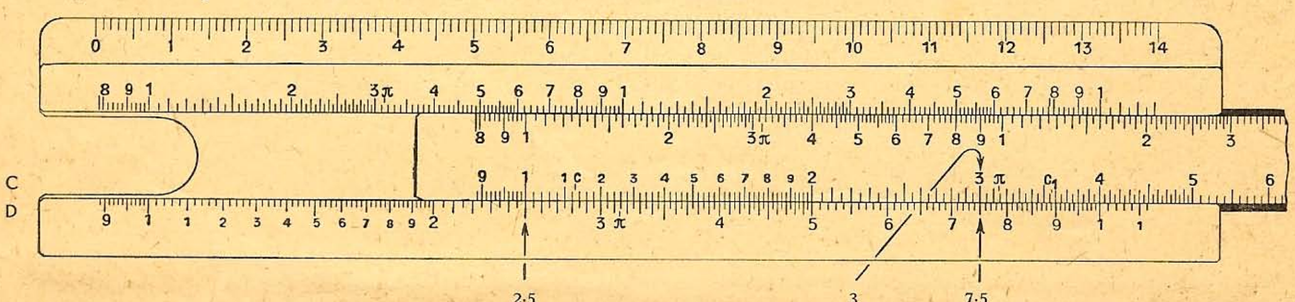


Fig. 2

Se coloca el trazo 1 de la reglilla (**C** 1) sobre el 2,5 de la escala inferior **D** de la regla (**D** 2_5), y corriendo el cursor hasta que su trazo coincida con el del 3 de la reglilla (**C** 3), se leerá el producto 7,5 debajo del mismo trazo del cursor y sobre la escala inferior **D** de la regla (**D** 7_5).

Ejemplo: $7{,}5 \cdot 4{,}8 = 36$ (Fig. 3).

Al operar en las escalas inferiores, el segundo factor 4,8 leído sobre la reglilla, cae fuera de la longitud de la regla, y en tal caso debe correrse la reglilla hacia la izquierda y colocar el trazo final 10 de su escala inferior **C** sobre el primer factor 7,5 leído en la escala **D** de la regla, y luego colocar el trazo del cursor sobre el trazo 4,8 de la escala inferior **C** de la reglilla y debajo de este mismo trazo y en la escala inferior **D** de la regla se leerá el número 36.

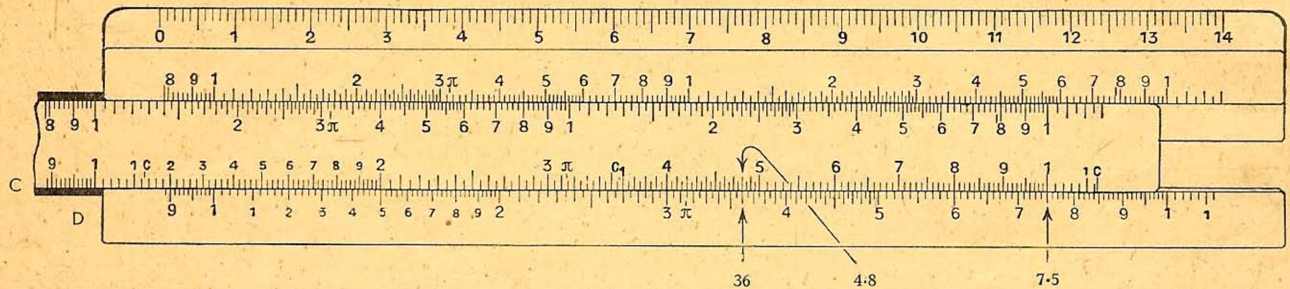


Fig. 3

De estos dos ejemplos se deduce que puede operarse indistintamente en la parte derecha o izquierda de la reglilla, con sólo tener en cuenta los números decimales del resultado. Asimismo se deduce que las multiplicaciones sucesivas, o sean las que contienen más de dos factores, son muy fáciles de ejecutar, puesto que no es necesario leer los resultados parciales, sino que basta colocar el trazo del cursor sobre el segundo factor, como se hizo anteriormente, y debajo del trazo de cursor uno de los extremos de la reglilla y efectuar la multiplicación con el tercer factor, leyendo el resultado; o procediendo de igual modo, caso de haber más factores.

En algunas reglas todas las escalas han sido prolongadas en ambos lados algo más allá de sus límites, para no tener que reajustar la reglilla, cuando se rebasa un poco la longitud normal de las escalas.

División

Para **dividir** dos números por medio de la Regla de Cálculo, basta restar mediante las escalas de la regla y de la reglilla las **longitudes** representativas de los dos números, de tal modo que la longitud del divisor se reste siempre de la del dividendo.

Ejemplo: 14,7 : 2,45 = 6 (Fig. 4).

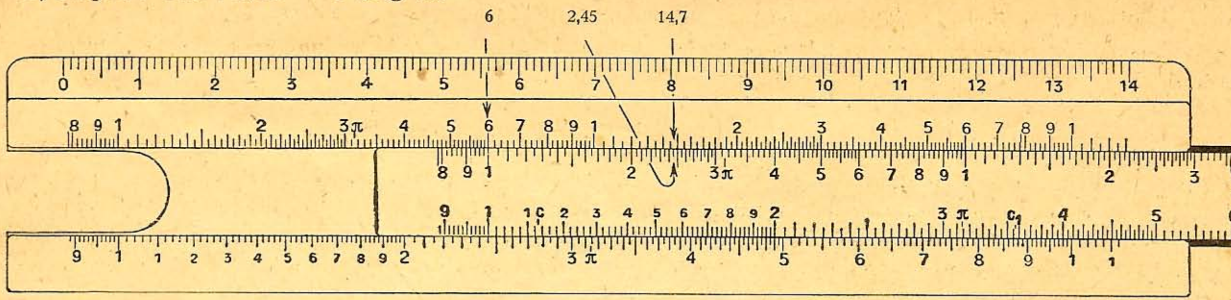


Fig. 4

Se hace coincidir el divisor 2,45 en la parte superior de la reglilla (**B** 2_{45}) con el dividendo 14,7 en la escala superior de la regla (**A** 14_{7}) pudiendo entonces leerse el cociente 6 sobre el principio de la reglilla (**1**).

Es, desde luego, posible realizar también este cálculo en las escalas inferiores, leyéndose entonces el resultado debajo del extremo derecho o izquierdo de la reglilla (**C** 1 ó **C** 10) sobre la escala **D**.

Ejemplo: 210:28 = 7,5 (Fig. 5)

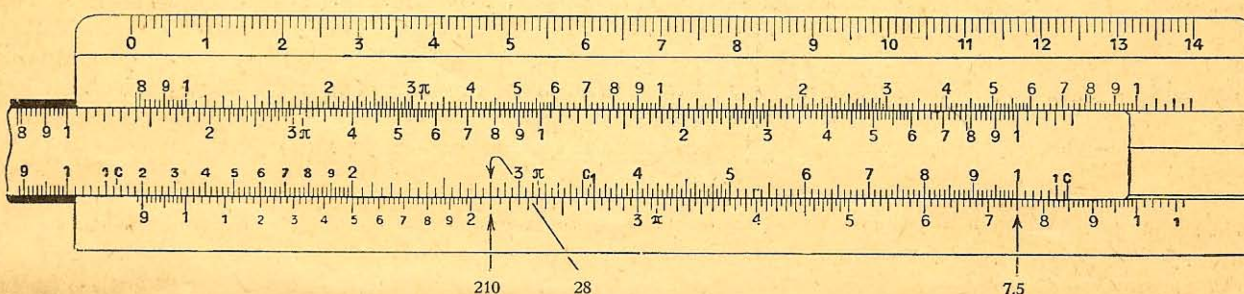


Fig. 5

Las operaciones compuestas, es decir, multiplicaciones y divisiones sucesivas, se pueden efectuar muy fácilmente con la Regla de Cálculo, sin necesidad de leer los resultados intermedios, a no ser que se desee conocerlos. Conviene iniciar esta clase de operaciones con una división, seguida luego alternativamente de multiplicaciones y divisiones hasta llegar al final.

Cuadrado y raíz cuadrada

Como queda indicado, las longitudes 1—10 y 10—100 de las escalas superiores son iguales entre sí y la longitud total de 1—10 de las escalas inferiores es igual a la suma de las dos escalas 1—100 superiores. Por consiguiente, encima de un número leído en la escala inferior, se encontrará sobre la respectiva escala superior, el cuadrado de este número; y recíprocamente, a cada número, leído en la escala superior, corresponderá sobre la escala inferior respectiva su raíz cuadrada.

Ejemplo: $3^2 = 9$ (Fig. 6).

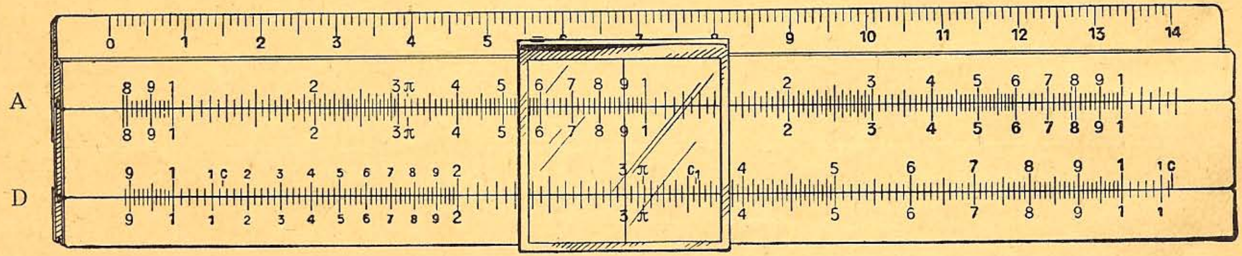


Fig. 6

Se coloca el trazo del cursor sobre el **D 3**; y en la escala superior **A** debajo del mismo trazo del cursor, se encontrará el cuadrado 9.

Ejemplo: $\sqrt{36,5} = 6,04$ (Fig. 7).

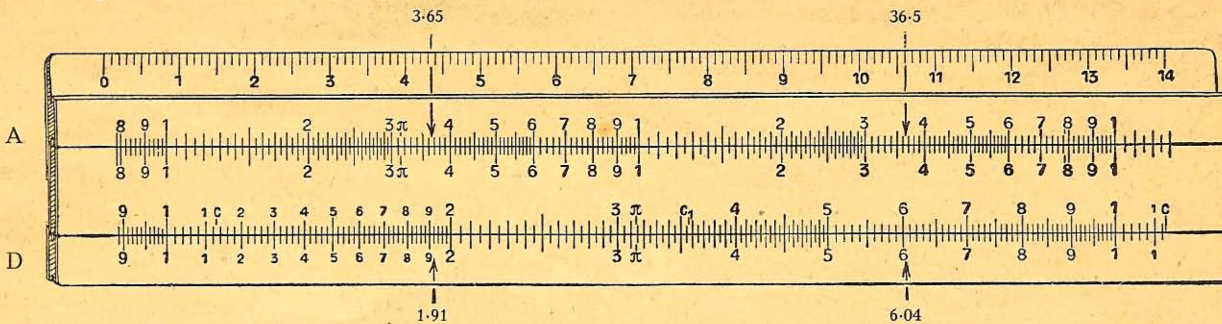


Fig. 7

Se coloca el trazo del cursor sobre el **A** 36,5; la raíz cuadrada 6,04 se encontrará en la escala **D** y debajo del mismo trazo del cursor.

Sería un error operar con la cantidad 36,5 en la parte izquierda de la escala **A**, o sea, en **A** 3,65 porque la lectura daría entonces 1,91, que es la raíz cuadrada de 3,65 número dígito (cantidad con **una** cifra solo delante de la coma).

Al extraer una raíz no se obtiene pues el mismo resultado cuando se opera en la parte izquierda o derecha de la escala.

Basta, por lo demás, realizar un cálculo aproximado, para averiguar el lado, en que debe hacerse la operación, pero también puede seguirse esta regla:

Al extraer raices de cifras nones (1, 3, 5 etc. **delante** de la coma) se opera en el lado **izquierdo** de la escala **A**, y al tratarse de cifras pares (2, 4, 6 etc. **delante** de la coma) se opera en el lado **derecho.**

Las escalas trigonométricas.

Para determinar los valores de los senos y tangentes de cualquier, ángulo se utilizan las escalas **S, T** y **ST** y los indices dispuestos en las escotaduras de la regla.

Ejemplo:

sen $32^0 = 0,53$
(Fig. 8)

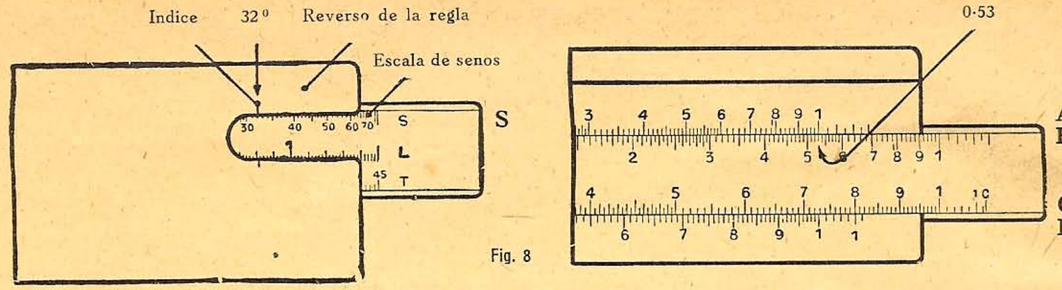


Fig. 8

Ejecución de la operación. Se coloca indistintamente el trazo correspondiente al ∢ 32^0 de la escala **S** debajo del trazo indicador superior de la escotadura derecha o izquierda de la regla; y el valor del seno, que es 0,53, se lee en la escala superior **B** de la reglilla, debájo de los trazos **A** 100 o **A** 1 respectivamente. Los valores, que dé la lectura, han de ser dividados por 100.

En los modelos ***CASTELL*** 63/87 y 67/87, en cambio, se encuentra el seno en la escala **C** frente a **D** 10 ó **D** 1, siendo preciso dividir el resultado por 10.

Ejemplo:

tg. $7^0 40' = 0,1346$
(Fig. 9).

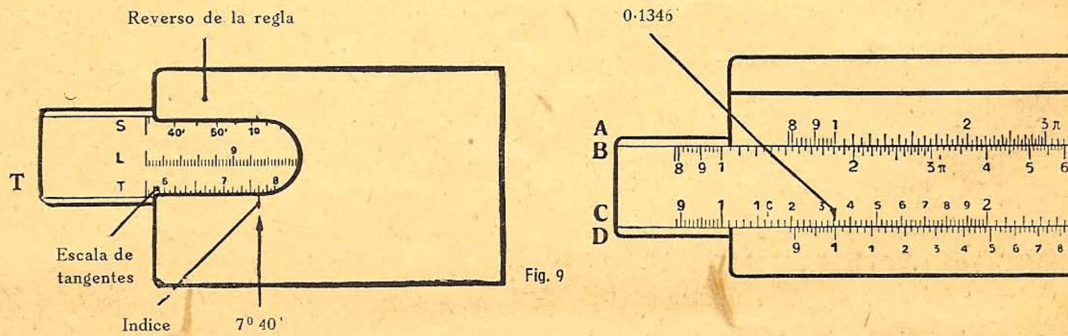


Fig. 9

Ejecución de la operación. Se coloca el trazo correspondiente al ∢ 7°40' de la escala **T** encima del trazo indicador de la escotadura izquierda de la regla; y el valor de la tangente 0,1346, se encuentra en la escala, **C**, encima del trazo 1 de la escala **D.**

Debajo de la cifra 10 de la escala **C**, se encontrará en la escala **D** la función de la cotangente 7,43, correspondiente al citado ángulo. Es necesario dividir por 10 los valores de las tangentes hallados, pero **no** los de las cotangentes. En las reglas dotadas de escala recíproca es posible hallar también en la escala **R** las funciones de las cotangentes, al situar la raya del cursor sobre la cifra 1 de la escala **D**.

La regla ***CASTELL*** 67/87 tiene en el reverso de su reglilla, además de las escalas **S** y **T**, otra combinada de senos y tangentes (ST) correspondientes a los ángulos entre 34' y 5°43'. Si se desea conocer las funciones de estos ángulos tan cerrados, debe utilizarse la citada escala **ST**, ya que sus senos apenas se distinguen de sus tangentes. En el ángulo de 35', esta diferencia desaparece en la cuarta cifra decimal y en el de 5°40' asciende a 0,0005, aproximadamente. Para los cálculos ha de utilizarse el trazo indicador inferior de la **derecha,** debiendo, además, ser dividados por 100 los valores encontrados en la escala **C**, mientras que los valores de cotangentes encontrados en la escala **D** han de ser multiplicados por 10.

Ejemplo: sen. 3° 38' ó tg. 3° 38' = 0,0634 (Fig. 10).

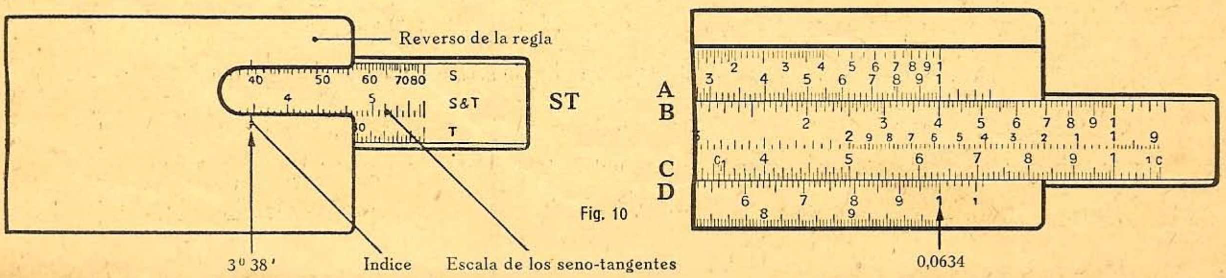


Fig. 10

Se hace coincidir el ángulo $3^0\ 38'$ de la escala **ST** con el trazo indicador inferior de la derecha, y se encontrará en la escala **C** el resultado 0,0634 encima de la cantidad 10 de la escala **D.**

Si se busca el coseno, se aplicará la ecuación cos. $\alpha =$ sen. $(90^0 - \alpha)$, y si se desea obtener la tangente de los ángulos mayores de 45^0, se hará uso de la ecuación cotg. $\alpha =$ tang. $(90^0 - \alpha)$.

Las Escalas adicionales.

La escala cúbica.

Para terceras potencias y raices cúbicas sirve la escala **Cu**, que está relacionada con la escala inferior **D**. Para hallar los valores basta servirse del cursor.

La escala **Cu** tiene un conjunto de 3 escalas iguales de log., cada una de las cuales es igual a $^1/_3$ de la escala normal (**D**, **C** y **R**). Análogamente a los métodos de elevar al cuadrado y extraer la raíz cuadrada, se halla en la escala **Cu** el cubo de un número colocado sobre **D**, y a la inversa en **D** la raíz cúbica de un número colocado en **Cu**. Los tres sectores de la escala **Cu** van de 1 a 10, 10 a 100 y 100 a 1000; pero para facilitar la lectura, se indican sólo las cifras enteras 1, 2, 3 . . . . 9.

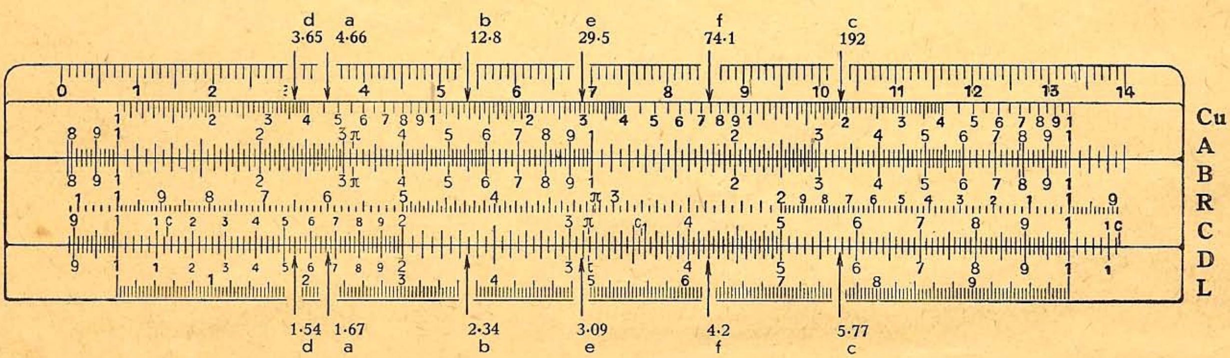


Fig. 11

Ejemplo: $1{,}67^3 = 4{,}66$ (Fig. 11a). **Cubo**

Se coloca el trazo del cursor sobre **D** 1_{67} y se lee en la escala **Cu** el número 4,66 para el cubo buscado.

Ejemplo: $2{,}34^3 = 12{,}8$ (Fig. 11b).

Ejemplo: $5{,}77^3 = 192$ (Fig. 11c).

Si la cifra está comprendida entre 1 y 1000, se opera sobre la escala **Cu** y se hallará la raíz cúbica en la escala **D**. **Raíz cúbica**

Ejemplo: $\sqrt[3]{3{,}65} = 1{,}54$ (Fig. 11d).

Se coloca del cursor sobre 3_{65} (primer sector) de la escala **Cu** y se hallará debajo de la raya del cursor en la escala **D** la cantidad 1,54 como valor de la raíz pedida.

Ejemplo: $\sqrt[3]{29{,}5} = 3{,}09$ (Fig. 11e).

Ejemplo: $\sqrt[3]{74{,}1} = 4{,}2$ (Fig. 11f)

La operación se hace en el segundo sector de la escala **Cu**.

Ejemplo: $\sqrt[3]{192} = 5{,}77$.

La operación se hace en el tercer sector de la escala **Cu**.

En estos ejemplos, la raíz está comprendida entre las cifras 1 y 10. En aquellas cifras, cuya raíz cúbica sea menor de 1 o mayor de 10, ha de desplazarse la coma en la cantidad subradical 3n cifras, hasta que la nueva cantidad subradical caiga dentro de las cifras 1 a 1000. Pero entonces tendrá que correrse la coma en la raíz n cifras y en sentido opuesto.

Ejemplo: $\sqrt[3]{3650} = 15{,}4$.

Se convierte la cifra 3650 en 3,65 y se hallará 1,54 como su raíz cúbica. Puesto que la coma se corrió en la cantidad subradical 3 cifras a la izquierda, ha de desplazarse en el resultado una cifra a la derecha, de forma que la raíz cúbica será 15,4.

La escala recíproca R.

1. Para obtener el valor recíproco **1 : a** de un número dado (a) se lo coloca en **C** (o en **R**) y encima, en **R** (o debajo, en **C**), se lee el valor recíproco. Quiere esto decir, que se obtiene la lectura sin desplazamiento de la reglilla, sólo con el cursor. También podrá encontrarse su valor en la escala **D**, si la reglilla está en su posición inicial.

Ejemplo: (Fig. 12) 1 : 8 = 0,125 ; 1 : 5 = 0,2 ; 1 : 4 = 0,25 ; 1 : 3 = 0,333 ; 1 : 2,2 = 0,4545 ; 1 : 12 = 0,0833.

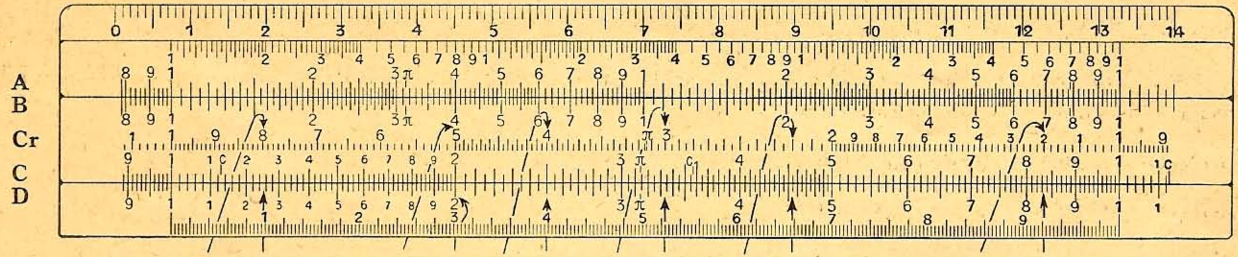


Fig. 12

1 : 8 = 0·125 1 : 5 = 0·2 1 : 4 = 0·25 1 : 3 = 0·333 1 : 2·2 = 0·4545 1 : 12 = 0·0833

2. Al buscar **1 : a²** se coloca el cursor sobre **a** de la escala **R** y encima, en **B**, se lee el resultado 1 : a².

Ejemplo: $1 : 2{,}44^2 = 0{,}168$ Fig. (13a).

Cálculo mental: menos de $\frac{1}{5} = 0{,}2$.

3. Al buscar **1 : $\sqrt{\text{a}}$** se coloca el cursor sobre **a** de la escala **B** y debajo, en **R**, se halla el resultado 1 : $\sqrt{\text{a}}$.

Ejemplo: $1 : \sqrt{27{,}4} = 0{,}191$ (Fig. 13b).

Cálculo mental: menos de $\frac{1}{5} = 0{,}2$.

4. Al buscar **1 : a³**, se coloca la raya del cursor sobre a de la escala **R** y se hallará el resultado en la escala **Cu**.

Ejemplo: $1 : 2{,}26^3 = 0{,}0866$.

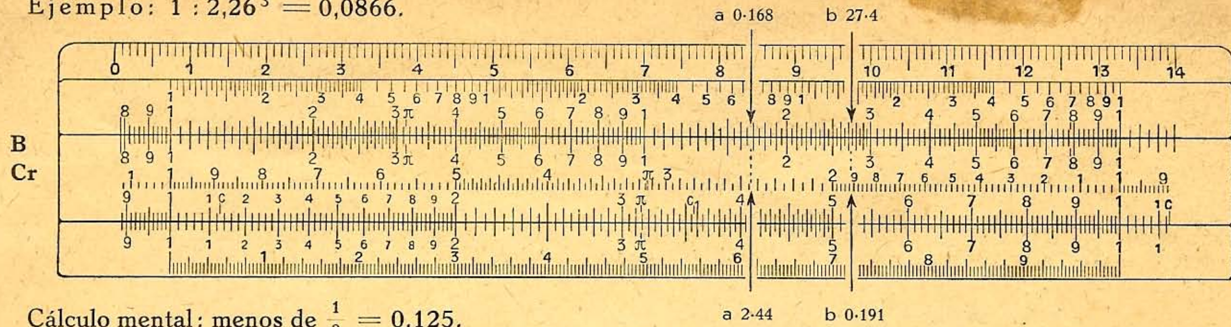


Fig. 13

Cálculo mental: menos de $\frac{1}{8} = 0{,}125$.

5. Al buscar **1 : $\sqrt[3]{\mathbf{a}}$,** se coloca la raya del cursor sobre a de la escala **Cu** y se hallará el resultado debajo de la raya del cursor en la escala **R**.

Ejemplo: $1 : \sqrt[3]{13} = 0{,}425$.

Cálculo mental: menos de $\frac{1}{2} = 0{,}5$.

Productos de tres factores: Al aplicar la escala **R**, basta sólo un desplazamiento de la reglilla. Con ayuda del cursor se hacen coincidir los dos primeros factores en **D** y **R**; acto seguido se colloca el cursor sobre el tercer factor en **C**, y debajo, en **D**, se lee el producto total.

Ejemplo: $6{,}6 \cdot 2{,}03 \cdot 2{,}38 = 31{,}9$ (Fig. 14)

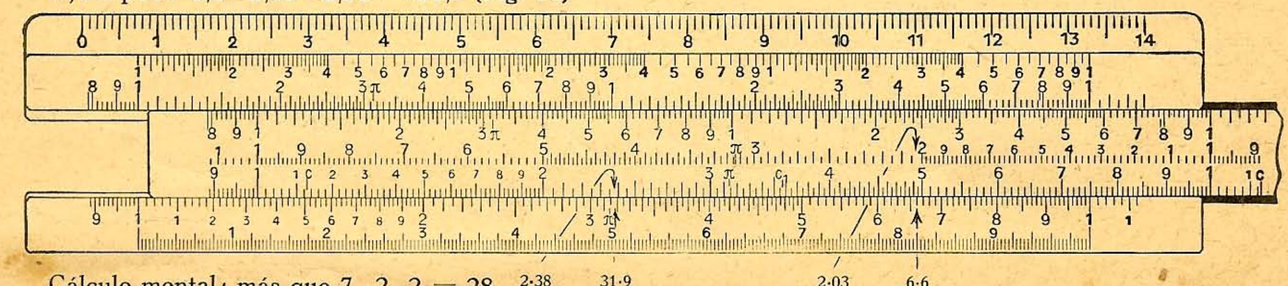


Fig. 14

Cálculo mental: más que $7 \cdot 2 \cdot 2 = 28$

La Escala log-log.

Esta escala empieza en el borde izquierdo superior con 1,1 y se extiende hasta 3,2 (marcada **Ls**), continúa luego abajo, a la izquierda, repitiendo el sector 2,5 a 3,2, y termina finalmente a la derecha, abajo, con 100,000 (**Li**). Ahora bien; como estas dos partes de la escala de log-log están dispuestas entre sí y de un modo determinado con respecto a la división inferior de la regla resultan numerosas posibilidades de aplicación:

1. Debajo de cada cifra de la escala log-log superior se encuentra su 10ª potencia en la correspondiente escala inferior log-log.

Ejemplo:

$1{,}1072^{10} = 2{,}769$ (Fig. 15a).

$1{,}204^{10} = 6{,}4$ (Fig. 15b).

$1{,}443^{10} = 39{,}15$ (Fig. 15c).

$$0{,}1443^{10} = \left(\frac{1{,}443}{10}\right)^{10} = \frac{39{,}15}{10^{10}}$$

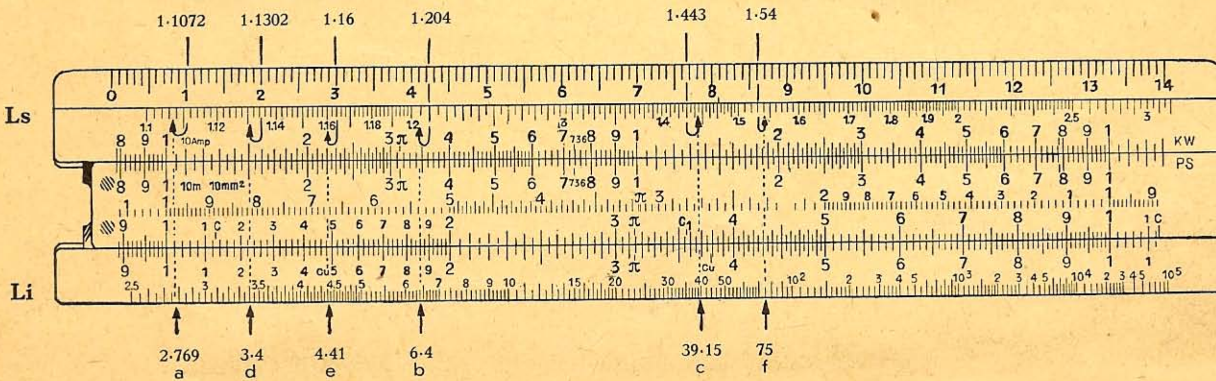


Fig. 15.

2. Encima de cada cifra de la escala log-log inferior (**Li**) se encuentra su 10a raíz en la división superior (**Ls**).

Ejemplo: $\sqrt[10]{3{,}4} = 1{,}1302$ (Fig. 15d).

$\sqrt[10]{4{,}41} = 1{,}16$ (Fig. 15e).

$\sqrt[10]{75} = 1{,}54$ (Fig. 15f).

3. Debajo de cada cifra **n** de la escala inferior **D** de la regla se encuentra e^n en la escala log-log inferior.

Ejemplo: $e^2 = 7{,}39$ (Fig. 16a) $e^3 = 20{,}1$ (Fig. 16b).

4. Frente a cada cifra **n** de la escala inferior de la regla **D** se encuentra $e^{\frac{n}{10}}$ en la escala log-log superior (**Ls**).

Ejemplo: $e^{0{,}23} = 1{,}2586$ (Fig. 16c)

$e^{0{,}26} = 1{,}2969$ (Fig. 16d)

$e^{0{,}336} = 1{,}4$ (Fig. 16e)

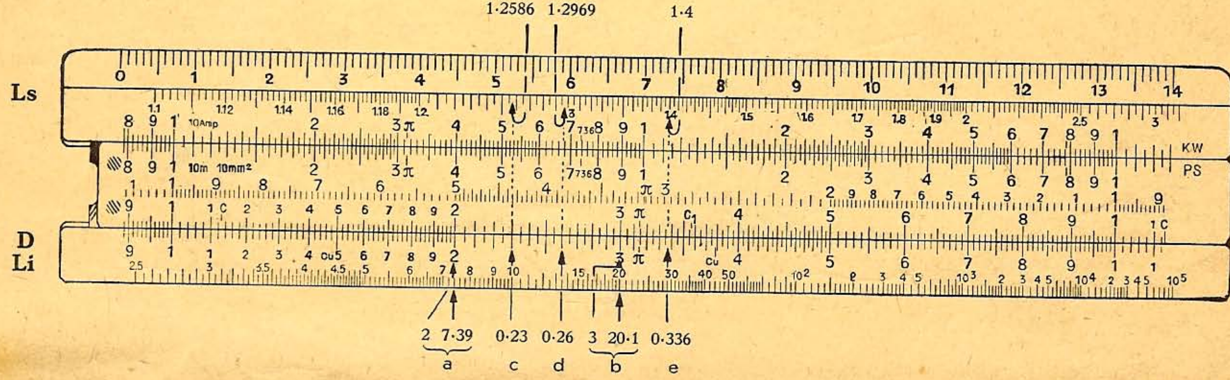


Fig. 16

5. Si se quieren extraer raices de **e**, habrá que convertir el exponente (por ejemplo 5) en número decimal (0,2) y proceder como en el ejemplo 4. Si hay muchas raices que extraer, o si el exponente es un quebrado, por ejemplo, se pondrá la división recíproca **R**.

Ejemplo: $\sqrt[2,17]{e} = 1,585$ (Fig. 17a).

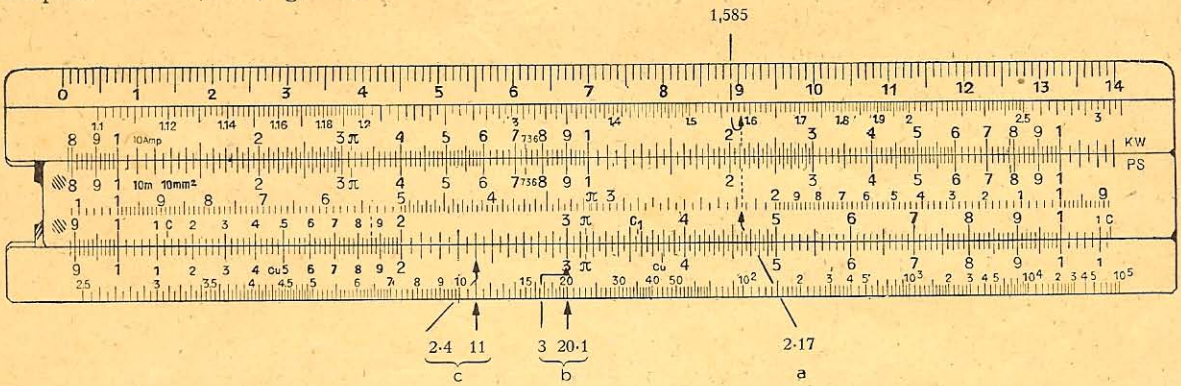


Fig. 17

6. Si hay que calcular la cantidad e^{-n}, se leerá primeramente e^{+n} y luego se calculará en la regla su valor recíproco.

7. Si hay que resolver la ecuación exponencial $e^x = a$, se llevará a, según su valor, a la escala logarítmica superior o inferior y se leerá x en la escala inferior de la regla.

Ejemplo: $e^x = 20,1 \quad x = 3$ (Fig. 17b). $e^x = 11 \quad x = 2,4$ (Fig. 17c)

8. Si se quiere resolver una ecuación exponencial de la forma $e^{\frac{1}{y}} = \sqrt[y]{e} = a$, sin determinar el valor recíproco, hay que servirse de la división recíproca **R**.

Ejemplo: $e^{\frac{1}{y}} = 1{,}485 \quad y = 2{,}529$ (Fig. 18a)

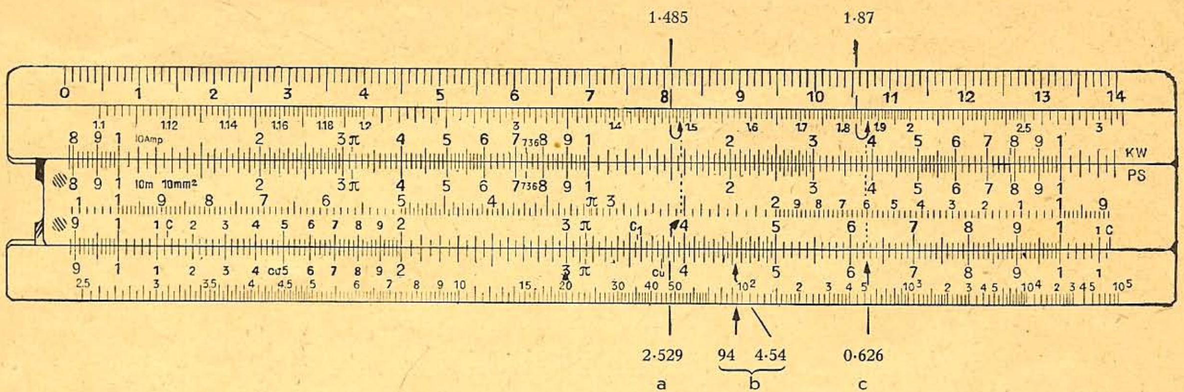


Fig. 18

9. Los valores de la escala **D** representan los logaritmos naturales de las cifras contenidas en la escala log-log.

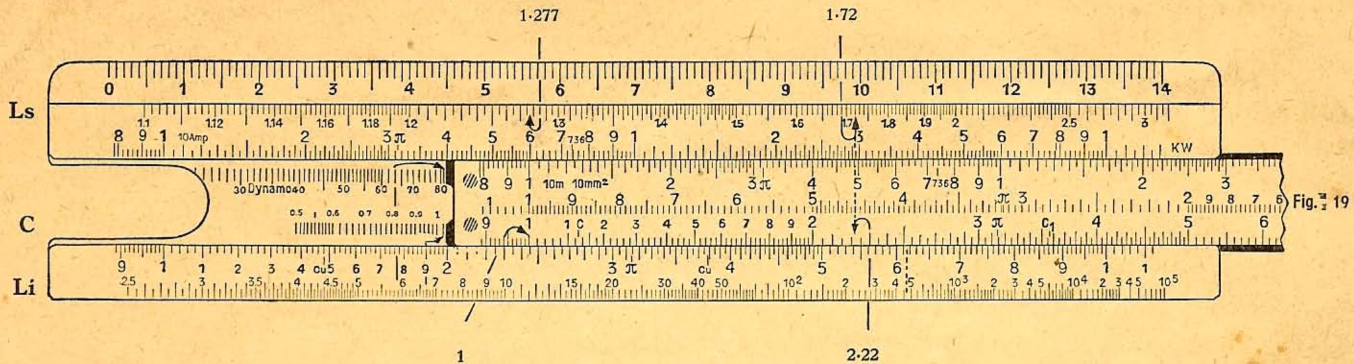
Ejemplo: $\ln 94 = 4{,}54$ (Fig. 18b).

Ejemplo: $\ln 1{,}87 = 0{,}626$ (Fig. 18c).

Hasta ahora sólo se ha hecho uso del cursor; si se hace también uso de la reglilla, pueden efectuarse las operaciones siguientes.

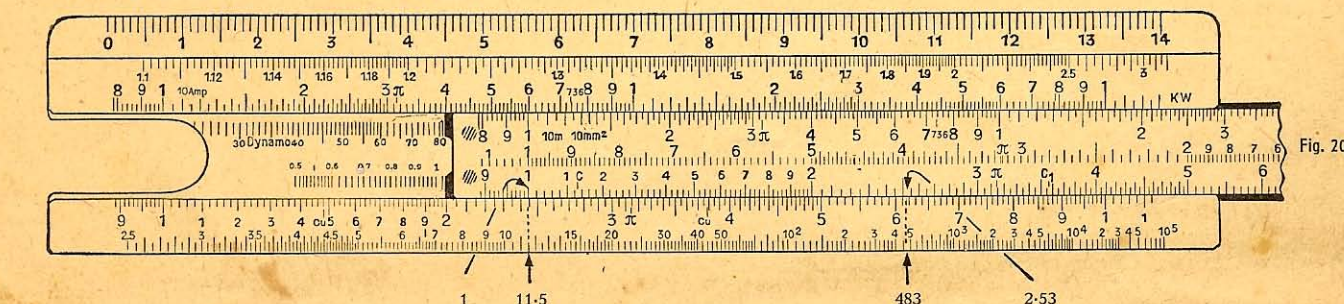
10. Elevación a potencia con exponentes fraccionarios.

Ejemplo: $1,277^{2,22} = 1,72$ (Fig. 19)



Se coloca mediante la raya del cursor la cifra 1 de la escala **C** (**C 1**) debajo de 1,277 de la escala **Ls** se hallará en la escala **Ls** el resultado 1,72 encima de la cantidad 222 de la escala **C**.

Ejemplo: $11,5^{2,53} = 483$ (Fig. 20)



En este caso se opera y se halla el resultado en la escala log-log inferior (**Li**).

Si la división en la escala **C** sobresale a la derecha, sin enfrentarse con ningún valor, se hace coincidir **C** 10 con la base, ya sea arriba o abajo. Cuando el exponente rebasa la cifra 10, es posible calcular en muchos casos la potencia aprovechando el paso de **Ls** a **Li**.

11. Ecuaciones exponenciales de la forma $a^x = b$.

Se coloca mediante la raya del cursor la cifra 1 de la escala **C**, o también la cifra 10 de la misma escala, debajo o encima de **a** situada en la escala log-log, y luego se coloca el cursor encima de **b** en la misma escala log-log, y se hallará el resultado en la escala **C**.

Lectura de los logaritmos.

Como se ha indicado más arriba, la escala **L** del reverso de la reglilla sirve para determinar los logaritmos de un número dado.

E j e m p l o: log 1,35 = 0,1303 (Fig. 21).

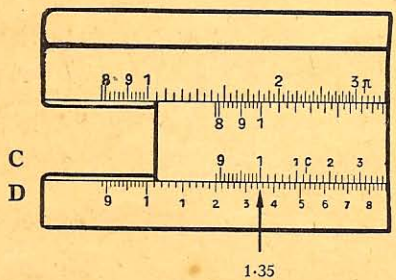
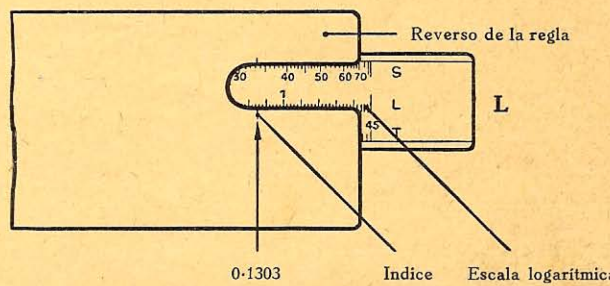


Fig. 21 a

Fig. 21 b



Se hace coincidir la cifra 1 de la escala **C** con 1_{35} de **D** y se hallará la mantisa 1303 en la escala **L** encima del trazo indicador inferior de la derecha. Es preciso calcular la caracteristica, que en este caso es zero. El logaritmo será pues 0,1303.

En algunas reglas la escala logarítmica está situada en el anverso, y los valores se hallan con ayuda del cursor.

Ejemplo: log 1,35 = 0,1303 (Fig. 22).

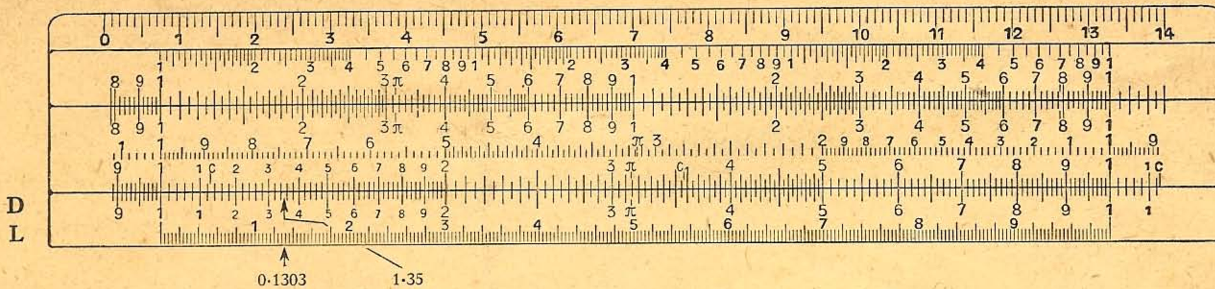


Fig. 22

Se coloca la raya del cursor sobre la cantidad 135 de la escala **D** y se halla el resultado en la escala **L** debajo de la citada raya del cursor.

Las Escalas especiales.

La división para los rendimientos.

Se admite corriente contínua o corriente alterna exenta de inducción. La superior de las dos escalas de fondo sirve para calcular los rendimientos de dinamos y motores.

La mitad izquierda de la escala (**W**) sirve para calcular el rendimiento de dinamos. Efectúa automáticamente la división por 736 (736 Watt = 1 PS.).

Las reglas « Electro » van dotadas de un cursor de cuatro rayas, que permite convertir directamente Vatios en Caballos de Fuerza y un diámetro cualquiera en sección.

Ejemplo: Averiguar el efecto útil de una dinamo de 134 PS. y 80 kilovatios. (Fig. 23.)

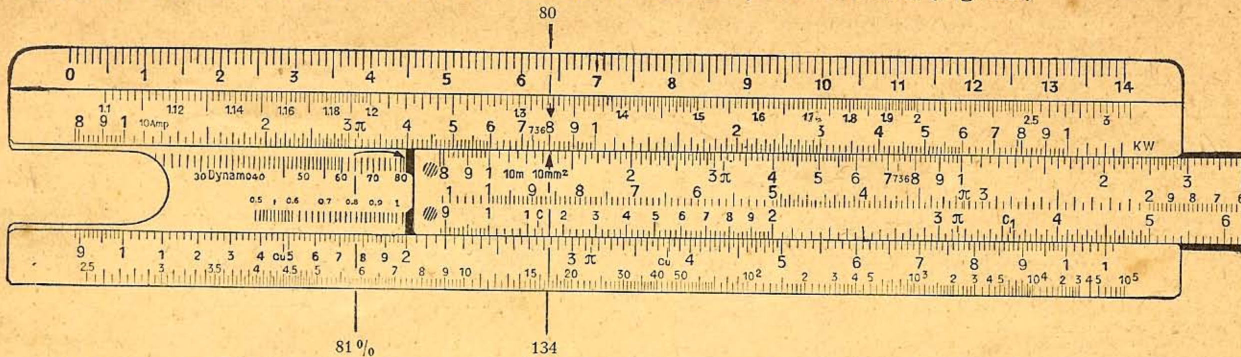


Fig. 23

El 80 de la división **A** (indicada por KW. en el margen derecha) se pondrá debajo de 134 de la división **B** (indicada por PS. en el margen derecha). La arista indica en la división de la dinamo un rendimiento de 81 $^0/_0$.
La mitad derecha de la escala W sirve para calcular el rendimiento de motores.

Ejemplo: ¿ Cuál es el rendimiento de un motor que con 17,1 kilovatios suministra 20 PS.?
Se hacen coincidir ambos valores en las escalas **A** y **B**, cuidándose de que la arista aparezca efectivamente en la escala de los **motores W** (mitad **derecha**). Resultado: 86 $^0/_0$.

División para la caída de potencial.

La caída de potencial de una línea se lee en la división inferior del fondo, provista de cifras rojas, que efectúa esta división por **c**, siendo **c** = 58 la conductibilidad específica del cobre.
La caída de potencial de una sencilla línea de cobre para corriente contínua, o para idem alterna con carga exenta de inducción, se calcula conforme a la fórmula: $e = \frac{J \cdot l}{c \cdot q}$ habrá que multiplicar **J** (intensidad de corriente) con **l** (longitud de la línea) y dividir por q (sección de la línea). La arista indica el resultado.

E j e m p l o : Calcular la pérdida de caída de una línea de cobre de 76 m de longitud general con una sección de 70 mm^2 y 55 amperios de intensidad (Fig. 24).

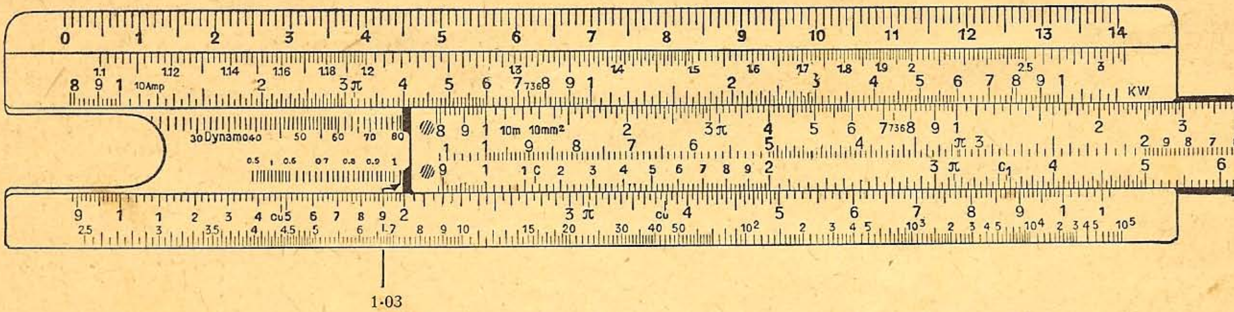


Fig. 24

Póngase 1 de la escala superior (**B** 1) de la reglilla debajo de 55 amperios de la escala superior de la regla (**A** 55) (esta escala empieza con 10 amperios) llévese el cursor sobre **B** 76 (empieza con 10 m) llévense **B** 7 debajo del trazo del cursor para encontrar con la arista el resultado: 1,03 voltios.

Las señales negras, de resistencias, y de las encarnadas, de pesos.

La señal **negra Cu** para cobre (no confundirse con C y C_1), sirve para la **determinación de la resistencia óhmica** de conductores (15 ^{0} C).

E j e m p l o , Fig. 25 : ¿ Cuál es la resistencia óhmica de un conductor de cobre de 2,5 mm de diámetro y de 126 m de largo?

E j e c u c i ó n : Se coloca, mediante el trazo del cursor 2,5 mm en la división inferior de la regla (**D** 2_5) frente a 126 m en la división superior de la reglilla (**B** 12_6). Luego se leerá frente a la señal **Cu** en **B** la resistencia 0,443 ohmios. (Fig. 25).

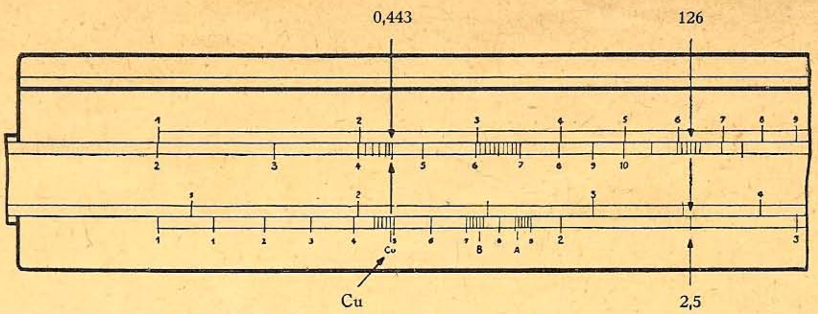


Fig. 25

La señal **encarnada Cu** para cobre (sirve también como aproximación para bronce) se aplica para el **cálculo del peso** de un **conductor.**

Ejemplo, Fig. 21: ¿Cuánto pesa un conductor de cobre de 1,5mm de diámetro y de 1,4m de largo?

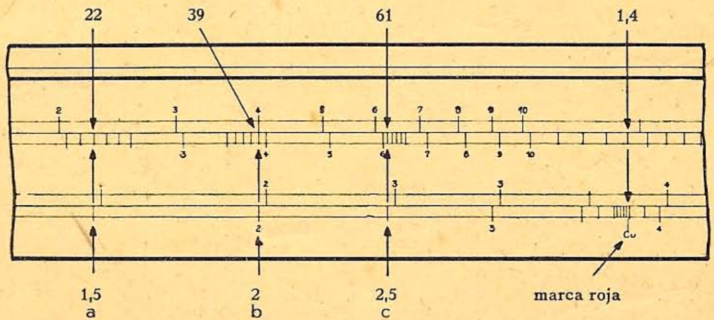


Fig. 26

Ejecución: Se coloca mediante el trazo del cursor 1,4m en la división superior de la reglilla (**B** 1 4) sobre la señal encarnada **Cu.** Luego se leerá sobre 1,5mm en la división inferior **D** el peso 22g en **B.** (Fig. 26a).

Con la misma posición se encuentran también los pesos de conductores de otros diámetros, así, por ejemplo, con 2 mm el peso de 39 g, con 2,5 mm el peso de 61 g (Fig. 26 b, c) etc.

Los cálculos con marcas fijas.

Señales π y M

Para el número π hay en la regla de cálculo una marca especial que facilita los cálculos en la circunferencia. Conviene, sin embargo, servirse a menudo del valor recíproco $1 : \pi$ indicado en las divisiones por la marca M.

Señales C y C_1

Si se coloca la señal C o C_1 encima del diámetro (d) de la escala inferior **D** de la regla, entonces encontramos encima de **B** 1 o **B** 10 o **B** 100 el área $\frac{d^2\,\pi}{4}$ que corresponde a dicho diámetro.

Ejemplo: Si se coloca C sobre **D** 2,82 cm, se lee sobre **A** el área 6,24 cm^2. (Fig. 27 a).

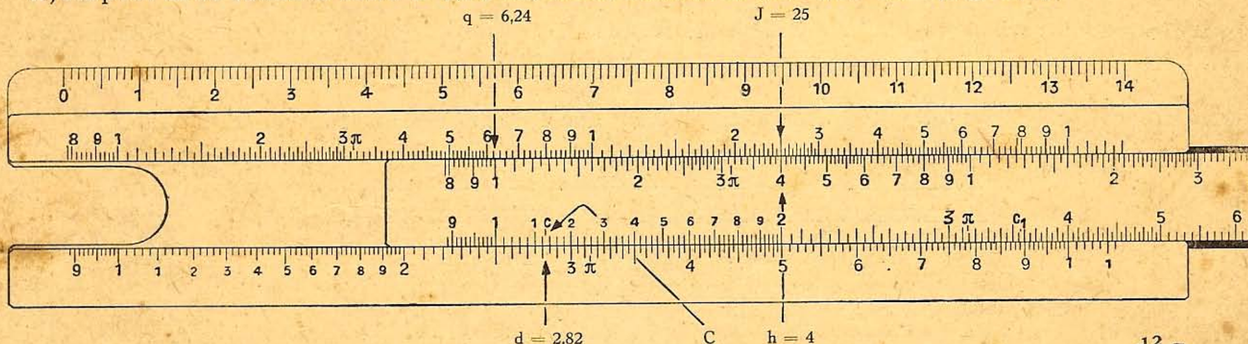


Fig. 27

Al leer encima de h de la escala superior **B** de la reglilla en la escala **A**, se halla el volumen del cilindro $\frac{d^2\,\pi}{4} \times h$ siendo d el diámetro y h la altura.

Ejemplo: Sobre **B** h (= 4) se lee el volumen 25 cm^3. (Fig. 26 b).

También el valor, frecuentemente utilizado de $\frac{\pi}{4} = 0{,}7854$ ha sido marcado con una rayita en las dos escalas superiores **A** y **B**.

Hay que elegir aquella de las dos señales, para la cual la reglilla queda en la mayor longitud posible en el interior de la regla.

El cursor de cuatro trazos.

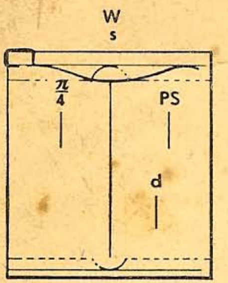


Fig. 27

El cursor de cuatro trazos permite realizar **sin movimiento de la reglilla** varias operaciones muy importantes.

1. Calcular el área de una sección circular dado el diámetro.

Se coloca el trazo pequeño inferior del cursor sobre el diámetro 3,2 cm de la escala **inferior D,** entonces se encuentra debajo del trazo próximo de la **izquierda** y en la escala **superior A** el área 8,04 cm^2.

2. Calcular el diámetro de una sección circular dada su área.

Se coloca el trazo principal del cursor sobre el área 18,1 cm^2 de la escala **superior A,** entonces se encuentra debajo del trazo próximo de la **derecha** inferior y en la escala **inferior D,** el diámetro 4,8 cm.

Ejemplo: Calcular el peso de un volumen dado de acero o hierro homogéneo o acero fundido.

Al colocar el trazo principal sobre el volumen 192 cm^3 en la escala superior **A**, se halla debajo de su trazo izquierdo y también en la escala **A** el peso: 1,51 kg.

Ejemplo: Calcular el volumen de un cilindro de 1,24 m de diámetro y de 324 m de largo.

Si se coloca el **trazo principal del cursor** sobre el diámetro del cilindro en la división inferior de la regla (**D** 1_{24}), se encuentra por encima y debajo del pequeño trazo superior de la derecha del cursor en la división superior de la regla la sección del cilindro = 1,207 m^2. Se coloca **B** 1 debajo de este resultade intermediario y sobre **B** 3_{24} se encuentra inmediatamente en **A** el volumen 3,91 m^3.
El trazo superior en el lado **derecho** del cursor sirve para la transformación de vatios en PS. y vice-versa.

Ejemplo: Transformar 4,5 kilovatios en PS.

Colocando el **trazo W del cursor** sobre 4,5 de la división (superior) de la regla (**A**), se leerá debajo del **trazo** PS del cursor el número de los caballos buscados = 6,12 (en **A**).

Ejemplo: Transformar 134 PS. en kilovatios.

Colocando **el trazo PS del cursor** sobre **B** 13_4 se leerá debajo del **trazo W del cursor** los kilovatios buscados = 98,6.