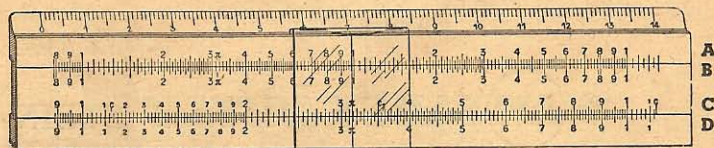


La Regla de cálculo de precisión **CASTELL**, para bolsillo y sus aplicaciones



63/87



Indice.

Las escalas de la Regla	página 3	Los cálculos con las escalas adicionales . . .	página 16
La lectura en las escalas	" 4	La escala cúbica	" 16
Los cálculos con las escalas principales . . .	" 5	La escala recíproca	" 17
La multiplicación	" 5	La escala logarítmica de los logaritmos . .	" 20
La división	" 7	La escala de rendimientos	" 24
El cuadrado y la raíz cuadrada	" 9	La escala de caídas de tensión	" 25
El cubo y la raíz cúbica	" 10	Los cálculos con marcas fijas	" 26
El valor recíproco	" 12	Las marcas de sección C y C ₁	" 26
Las escalas trigonométricas	" 12	El cursor de tres trazos	" 27
Los logaritmos	" 15	Las marcas (negra) de resistencias y la de pesos (encarnada)	" 28

Tanto el texto como los grabados de estas Instrucciones son de nuestra propiedad exclusiva y se prohíbe su reproducción.

 **AW FABER-CASTELL** STEIN-NUREMBERG (Alemania)

Fábrica especial de Reglas de cálculo y objetos para dibujo

INSTRUCCIONES.

Las escalas de la Regla de cálculo.

Los diferentes componentes de la Regla de cálculo se denominan en estas Instrucciones como sigue: las dos partes unidas sólidamente entre sí forman la «regla»: la que se desliza en ésta se llama «reglilla», y «cursor» la ventanilla de cristal o celuloide, que se mueve encima de regla y reglilla. Las diversas escalas en regla y reglilla van marcadas con determinadas letras para su mejor distinción.

Entre las escalas principales se llaman siempre **A** y **B** las que bordean la rendija superior de deslizamiento, y **C** y **D** las cercanas a la rendija inferior.

La escala recíproca **R**, que llevan algunas Reglas de cálculo, es idéntica a las escalas **C** y **D**, sólo que corre de derecha a izquierda en el centro de la reglilla.

Las Reglas de cálculo **CASTELL** 61/98 y 63/98 van dotadas de una escala logarítmica de logaritmos, o sea, de los valores $\log$ ($\log a$). Se halla en parte en el borde superior (**Lo**) y en parte en el inferior (**Lu**) de la regla.

Las escalas especiales **W** y **V** de las Reglas de cálculo **CASTELL** 61/98 y 63/98 van dispuestas debajo de la reglilla y encuentran aplicación en la Electrotecnia.

Los resultados obtenidos con una Regla de cálculo **no llevan coma**.

Por consiguiente, **el mismo operador ha de colocarla**. Huelga, sin embargo, establecer reglas a tal efecto, porque en casi todos los problemas, que ofrece la práctica, se conoce de antemano su posición. Y si en algún caso surgen dudas, basta realizar un **cálculo mental con cifras redondas**.

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 - 1000

ó: 0,60 - 0,62 - 0,64 - 0,66 0,94 - 0,96 - 0,98 - 1 etc.

Los cálculos con las escalas principales.

La multiplicación:

Para **multiplicar** dos factores se **suman** las **longitudes** representativas de dichos valores en regla y reglilla.

Ejemplo 1: $6 \cdot 3,5 = 21$ (fig. 1).

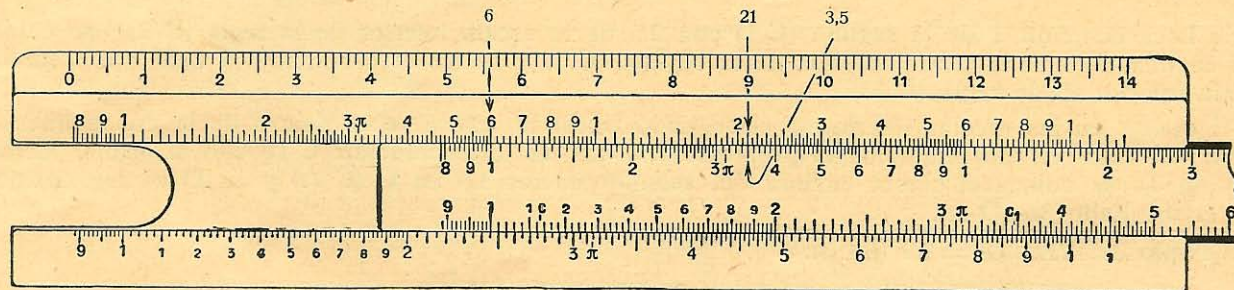


fig. 1

Se enfrenta el principio de la escala de la reglilla (**B 1**) con 6 de la escala superior de la regla (**A 6**), se coloca el cursor encima de 3,5 de la escala superior de la reglilla (**B 3,5**) y se halla el producto 21 debajo del cursor en la escala superior de la regla (**A 21**).

Estas operaciones pueden realizarse también en las escalas inferiores.

Ejemplo 2: $2,5 \cdot 3 = 7,5$ (fig. 2).

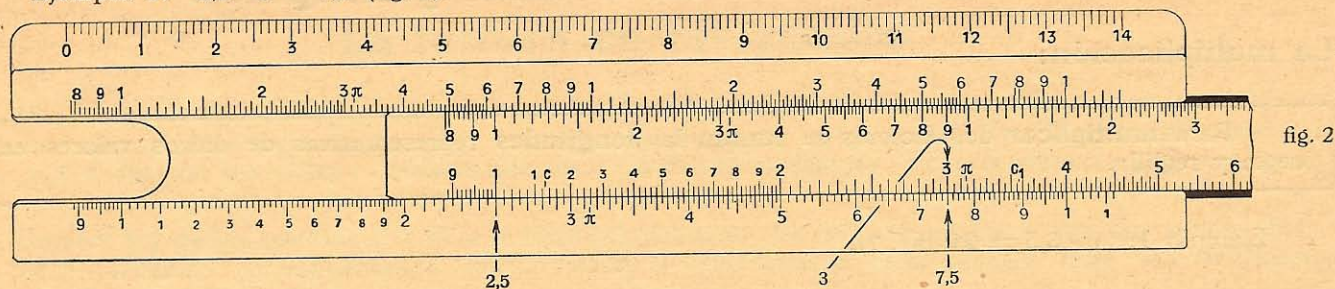


fig. 2

Se hace coincidir 1 de la reglilla (C 1) con 2,5 de la escala inferior de la regla (D 2₅), se coloca el cursor encima de 3 en la escala inferior de la reglilla (C 3) y se lee el producto 7,5 debajo del cursor en la escala inferior de la regla (D 7₅).

Al operar en las escalas inferiores, el segundo factor no cae a veces dentro de la escala inferior de la regla. Al resolver, por ejemplo, el problema $7,5 \cdot 4,8$, se hace coincidir C 10 con el primer factor 7,5 (D 7₅) (fig. 3), se coloca el cursor encima del segundo factor 4,8 en C (C 4₈) y en D se lee debajo del cursor el resultado 36 (D 3₆).

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

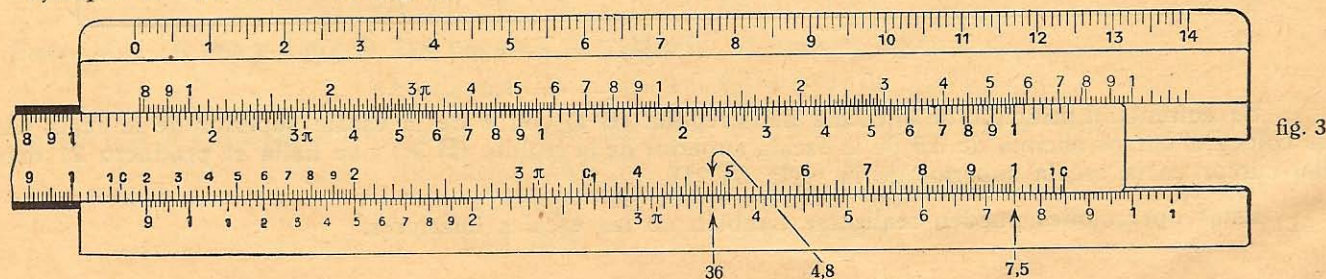


fig. 3

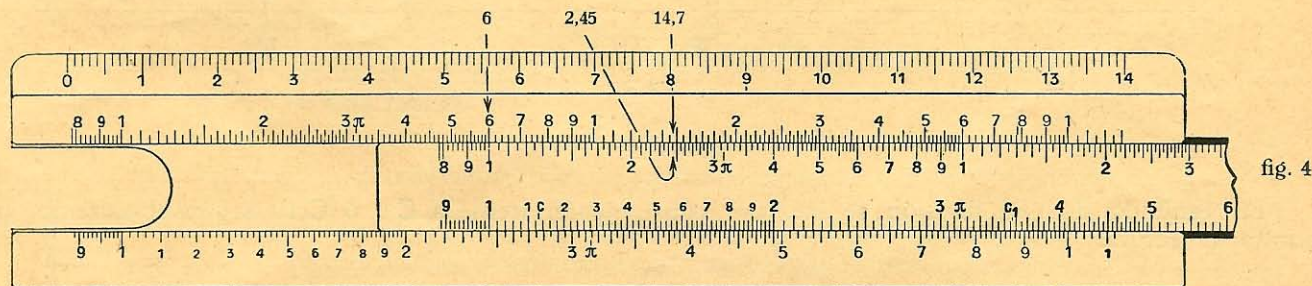
Puede pues operarse indistintamente en la parte **izquierda o derecha** de la reglilla.

Es facilísimo resolver multiplicaciones sucesivas, es decir, de más de dos factores, ya que huelga leer los resultados parciales, porque basta colocar, como anteriormente se indicó, el cursor encima del segundo factor, situar un extremo de la reglilla debajo del cursor, multiplicar por el tercer factor y leer el resultado o seguir multiplicando hasta el final. (Véase en este respecto, además, el capítulo: «La escala recíproca»).

La división:

Para **dividir** se **resta** una de la otra las **longitudes** representativas de los dos valores, deduciendo siempre la del divisor de la del dividendo.

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



Se hace coincidir el divisor 2,45 en la escala superior de la reglilla (**B 2₄₅**) con el dividendo 14,7 en la escala superior de la regla (**A 14₇**), para hallar frente al principio de la reglilla (**B 1**) el cociente 6 (**A 6**).

Estas operaciones pueden realizarse también en las escalas inferiores, con sólo tener en cuenta lo que sigue: para solucionar el problema $210 : 28$ se coloca el cursor sobre **D** 210 y después **C** 28 debajo de dicho cursor. Pero como entonces la marca **C** 1 está fuera de las escalas, no puede hallarse el resultado frente a la misma. Se remedia leyendo a la **derecha** frente a **C** 10: 7,5 (fig. 5).

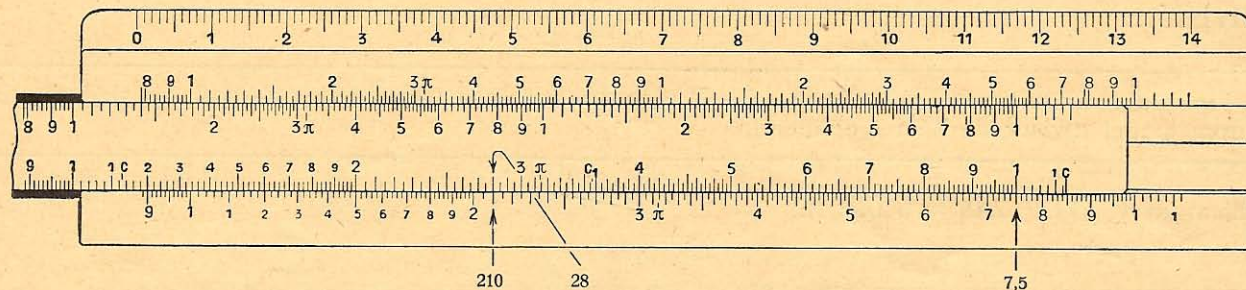


fig. 5

El resultado de una división se lee, por consiguiente, frente a **C** 1 ó **C** 10 según el extremo, que permita la lectura.

Las operaciones compuestas, es decir, multiplicaciones y divisiones sucesivas, resultan fáciles en la Regla de cálculo, porque huelga leer los resultados parciales, a no ser que se desee conocerlos. Conviene iniciar esta clase de operaciones con una división seguida luego alternativamente de multiplicaciones y divisiones.

El cuadrado y la raíz cuadrada.

Puesto que las longitudes de las escalas inferiores son el doble de las superiores, cabe hallar en la escala superior el **cuadrado** de cualquier valor situado en la escala inferior. Viceversa es posible encontrar en la escala inferior la raíz cuadrada correspondiente a cualquier valor de la escala superior.

Ejemplo 5: $3^2 = 9$ (fig. 6).

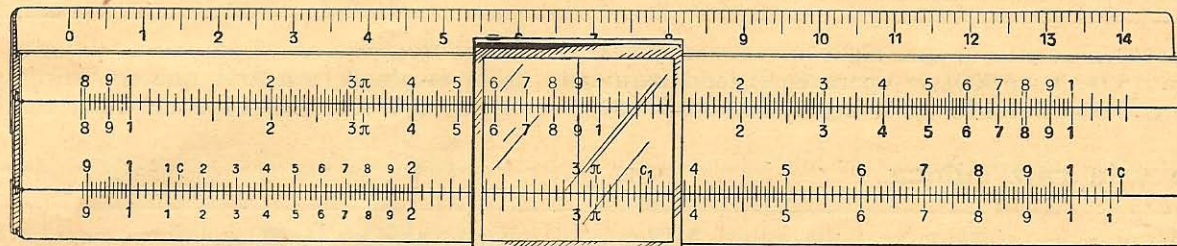


fig. 6

Se coloca el cursor sobre **D** 3 y se lee debajo del mismo y en **A** el cuadrado 9.

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

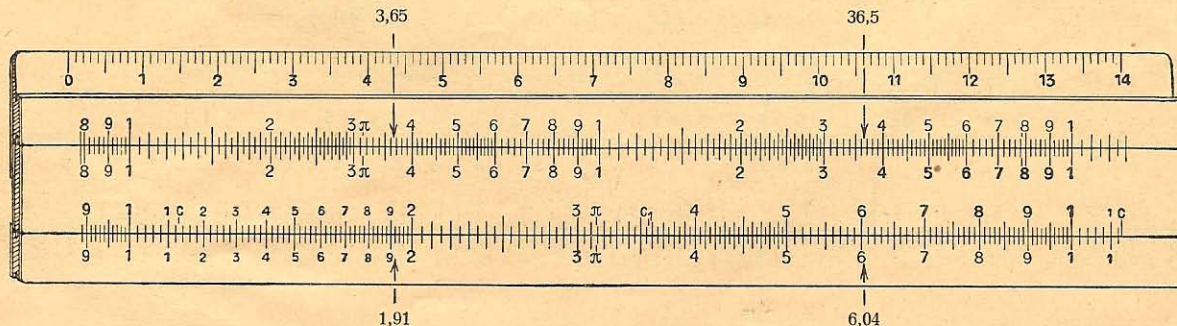


fig. 7

Se sitúa el cursor sobre **A** 36,5 y debajo del mismo se halla en la escala **D** la raíz cuadrada 6,04.

Sería equivocado ajustar para 36,5, es decir 3⁶⁵, en el lado izquierdo de la escala **A**, porque el resultado sería 1,91, valor que representa la raíz cuadrada de 3,65, que es un número dígito (**una** sola cifra delante de la coma).

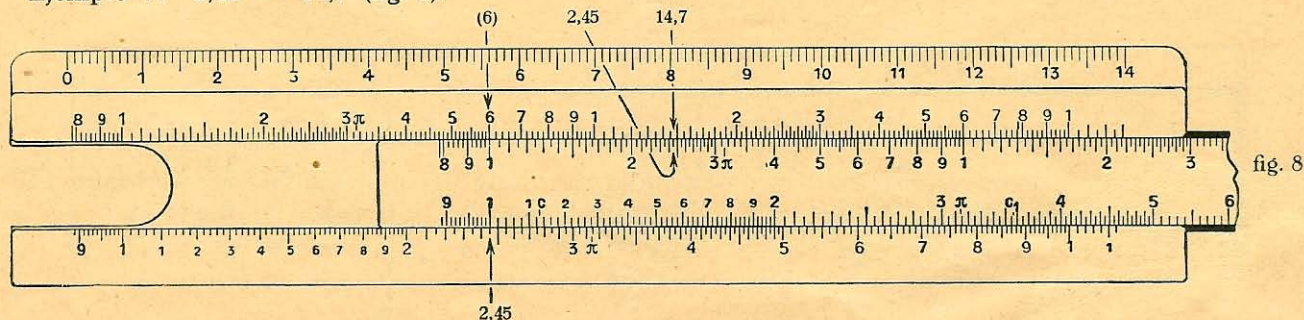
Al extraer raíces importa, por lo tanto, si se opera con el radicando en el lado izquierdo o derecho de la escala superior.

Téngase en cuenta lo que sigue al extraer raíces: con cifras **nonas** (1, 3, 5 etc. cifras **delante** de la coma, como 121, 4, 16 900) se opera en el lado **izquierdo** de la escala **A**, mientras que con cifras **pares** (2, 4, 6, etc. cifras **delante** de la coma, como 25, 4900) se opera en el lado **derecho** de dicha escala.

El cubo y la raíz cúbica.

El cubo de un valor se halla sobre **A** frente al mismo valor en **B**, si se hace coincidir **C** 1 con dicho valor en **D**.

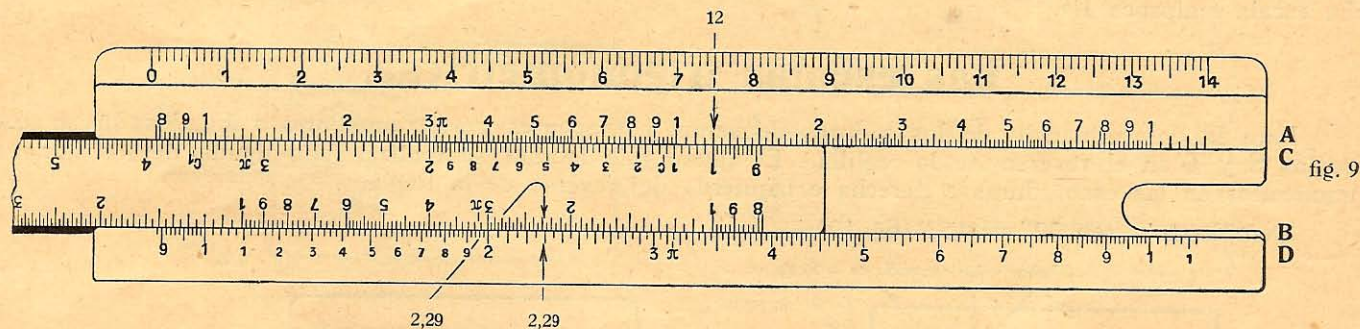
Ejemplo 7: $2,45^3 = 14,7$ (fig. 8).



Al hacer coincidir **C** 1 con **D** 2,45 se halla frente a **B** 1 el cuadrado de 2,45 ($= 6$), que basta volver a multiplicar por 2,45. Frente a **B** 2,45 se encuentra, por consiguiente, $2,45^3 = 14,7$.

Al extraer raíces cúbicas se invierte la reglilla de modo que las cifras estén cabeza abajo. Acto seguido se enfrenta **C** 1 con el radicando en **A** y se recorre con la vista las escalas **B** y **D**, lindantes en este caso, hasta hallar **dos valores idénticos**, que se enfrenten, siendo entonces dicho valor la raíz cúbica.

Ejemplo 8: $\sqrt[3]{12} = 2,29$ (fig. 9).



Al hacer coincidir **C** 1 y **A** 12 se verá, que se enfrentan **B** 2,29 y **D** 2,29. Así pues: $\sqrt[3]{12} = 2,29$.

Más rápida y cómodamente se hallan cubo y raíz cúbica en las Reglas de cálculo dotadas de escala cúbica. Véase en este respecto el capítulo «Los cálculos con las escalas adicionales», título «La escala cúbica».

El valor recíproco.

Para hallar el valor recíproco de un valor se busca este último en **C** y se hace coincidir con **D 1**, encontrándose entonces su valor recíproco frente a **C 1** en **D**.

Ejemplo 9: $1 : 3,45 = 0,29$. Se enfrenta **C 3,45** con **D 1** y se lee frente a **C 10** en **D** el valor recíproco 0,29.

Más rápida y cómodamente se hallan los valores recíprocos en las Reglas de cálculo dotadas de escala recíproca. Véase en este respecto el capítulo «Los cálculos con las escalas adicionales» título «La escala recíproca R».

Las escalas trigonométricas.

Para la determinación de los valores de senos y tangentes correspondientes a ángulos sirven las escalas **S** y **T** en el reverso de la reglilla. El ajuste y la lectura se realizan con ayuda de los índices practicados en las escotaduras a derecha e izquierda del reverso de la Regla.

Ejemplo 10: $\text{sen } 32^\circ = 0,53$ (fig. 10).

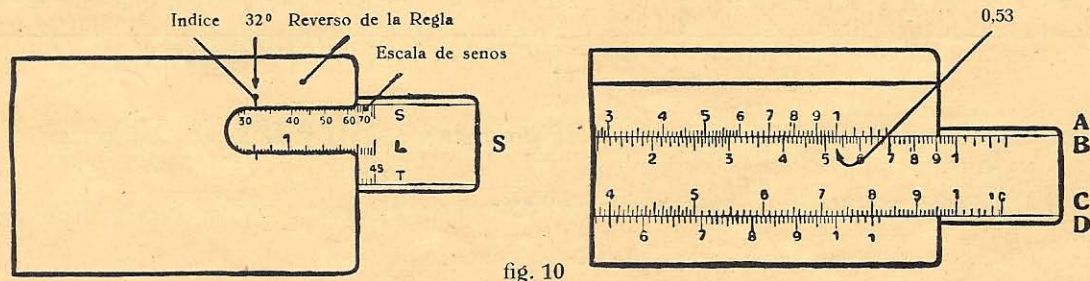


fig. 10

Se hace coincidir el ángulo de 32° en la escala **S** con el índice superior de la escotadura derecha o izquierda y se mira el anverso de la Regla de cálculo.

En los modelos **CASTELL 63/39, 63/91 y 63/98** se lee entonces el valor del seno respectivo en **B** frente a **A 100** ó frente a **A 1**. Es preciso dividir por 100 el valor hallado.

En los modelos **CASTELL 63/87 y 64/87**, 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 11: $\tan 7^{\circ} 40' = 0,1346$ (fig. 11).

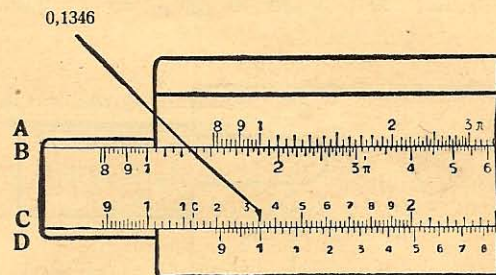
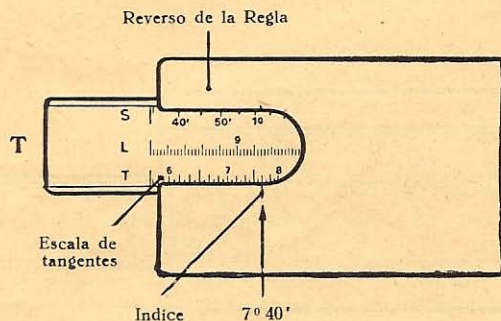


fig. 11

Se hace coincidir el ángulo de $7^{\circ} 40'$ en la escala **T** con el **índice izquierdo inferior** de la Regla, para hallar sobre su anverso en **C** y frente a **D 1** el valor de la tangente, 0,1346. Frente a **C 10** se hallará en la escala **D** la función de la cotangente correspondiente a dicho ángulo, o sea, 7,43. Es necesario dividir por 10 los valores de las tangentes hallados, pero **no** los de las cotangentes. En las Reglas de cálculo dotadas de escala recíproca pueden leerse las funciones de cotangentes, además, en la escala **R** al situar el cursor sobre **D 1**.

Las Reglas de cálculo **CASTELL** 63/87 y 64/87 llevan en el reverso de su reglilla, además de las escalas **S** y **T**, otra combinada de seno-tangentes (**ST**) para ángulos entre $34'$ y $50'43''$, cuyos senos y tangentes no se diferencian apreciablemente, por tratarse de ángulos muy cerrados. En el de $35'$, la diferencia deja de ser apreciable en la cuarta cifra decimal, y en el de $50'40''$ asciende a 0,0005 aproximadamente. En las operaciones se utiliza el índice inferior a la derecha, se dividen por 100 los valores que se hallen en la escala **C**, y se multiplican por 10 los de las cotangentes leídos en **D**.

Ejemplo 12: $\text{sen. } 3^{\circ}38' \text{ ó tg. } 3^{\circ}38' = 0,0634$ (fig. 12).

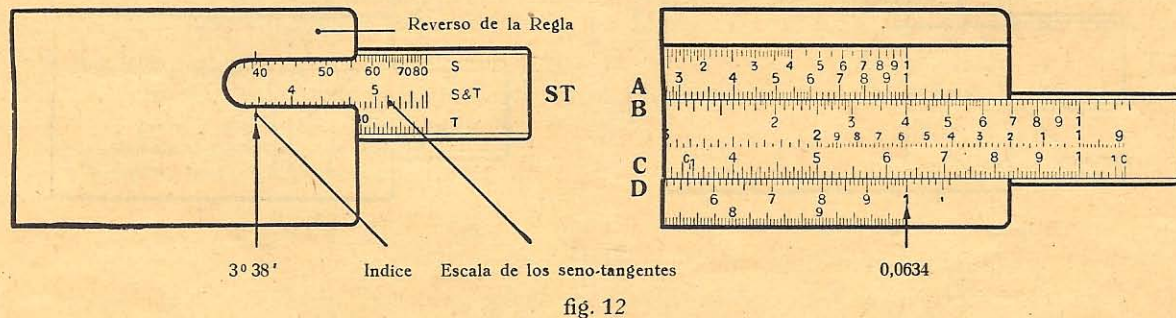


fig. 12

Al hacer coincidir el ángulo de $3^{\circ}38'$ de la escala **ST** con el índice inferior a la derecha, se halla sobre el anverso de la regla y frente a **D** 10 en **C** el resultado 0,0634.

Si se busca el coseno, se aplica la ecuación $\cos. \alpha = \text{sen. } (90^{\circ} - \alpha)$, y para la tg. de ángulos mayores de 45° sirve la ecuación $\text{ctg. } \alpha = \text{tg. } (90^{\circ} - \alpha)$.

Los logaritmos.

El logaritmo de un número dado se halla en la escala L situada mayormente en el reverso de la reglilla.

Ejemplo 13: $\log 1,35 = 0,1303$ (fig. 13).

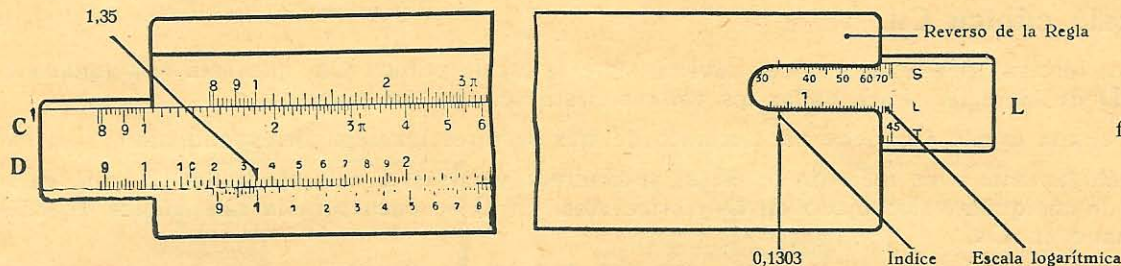


fig. 13

Se hace coincidir C 1 con D 1,35, se da la vuelta a la Regla y se lee en la escala L frente al índice inferior a la derecha la mantisa 1303. Es preciso calcular la característica, que en este caso es 0. El logaritmo es pues 0,1303.

Cuando la escala logarítmica se encuentra en el anverso de la Regla de cálculo, el procedimiento es más sencillo por leerse el resultado con ayuda del cursor: $\log 1,35 = 0,1303$ (fig. 14).

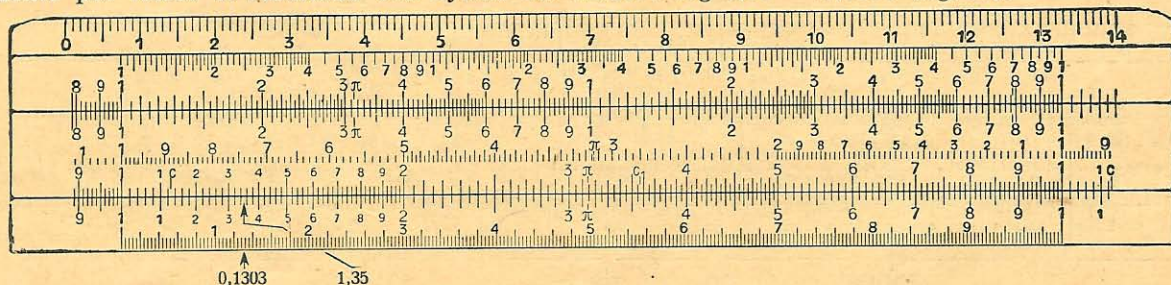


fig. 14

Se coloca el cursor sobre D 1,35 y se lee debajo de dicho cursor en la escala L: 0,1303.

Los cálculos con las escalas adicionales en las Reglas de cálculo *CASTELL* 63/87, 63/98 y 64/87.

La escala cúbica Cu.

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

La citada escala **Cu** tiene un conjunto de tres sectores iguales, correspondiendo $\frac{1}{3}$ a cada uno.

Análogamente a los métodos de elevar al cuadrado y extraer la raíz cuadrada, se halla en la escala **Cu** el cubo de cualquier valor fijado en **D** y, viceversa, en **D** se encuentra la raíz cúbica de cualquier valor determinado en **Cu**.

De los tres sectores que tiene la escala, el de la izquierda representa valores entre 1 y 10, el del centro entre 10 y 100 y el de la derecha de 100 a 1000.

Cubo. Ejemplo 14: $1,67^3 = 4,66$ (fig. 15a).

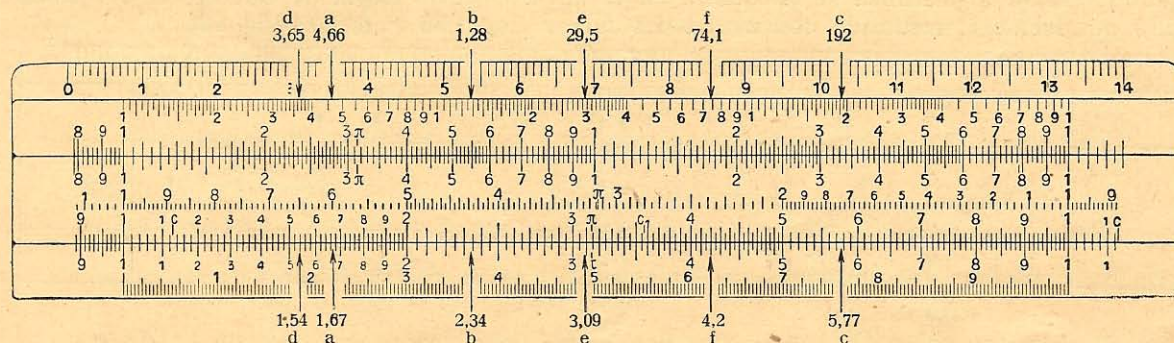


fig. 15

Al colocar el cursor sobre **D** 1⁶⁷ se halla debajo del mismo y en **Cu** 4⁶⁶. 1,67³ es pues igual a 4,66.

Ejemplo 15: $2,34^3 = 12,8$ (fig. 15b).

Ejemplo 16: $5,77^3 = 192$ (fig. 15c).

Raíz cúbica.

Se coloca el cursor sobre el radicando en **Cu** y se lee su raíz cúbica en **D**.

Ejemplo 17: $\sqrt[3]{3,65} = 1,54$ (fig. 15d).

Se coloca el cursor encima de 3⁶⁵ (primer sector) de la escala **Cu** y se lee debajo del mismo en **D** el valor 1,54 correspondiente a la raíz cúbica.

Ejemplo 18: $\sqrt[3]{29,5} = 3,09$ (fig. 15e).

Ejemplo 19: $\sqrt[3]{74,1} = 4,2$ (fig. 15f).

Ejemplo 20: $\sqrt[3]{192} = 5,77$ (fig. 15c).

} Se opera en el segundo sector de la escala **Cu**.

Se opera en el tercer sector de **Cu**.

Como en estos ejemplos, el radicando cae entre 1 y 1000, su raíz ha de estar entre 1 y 10. Si el radicando resulta inferior a 1 o mayor de 1000 se separan potencias adecuadas de 1000, hasta que la subradical remanente caiga dentro de 1 y 1000.

Ejemplo 21: $\sqrt[3]{3650} = 15,4$

$$\sqrt[3]{3650} = \sqrt[3]{1000 \cdot 3,65} = 10 \cdot \sqrt[3]{3,65} = 10 \cdot 1,54 = 15,4.$$

La escala recíproca **R**.

El cálculo de valores recíprocos.

1. Para conocer el valor recíproco 1 : a de un número dado **a**, se busca este último en **C** o **R** y enfrente sobre **R** o **C** se halla su valor recíproco. En esta posición no se precisa desplazar la reglilla, sino sólo el cursor.

Ejemplo 22 (fig. 16): $1 : 8 = 0,125$; $1 : 5 = 0,2$; $1 : 4 = 0,25$; $1 : 3 = 0,333$; $1 : 2,2 = 0,4545$;
 $1 : 12 = 0,0833$.

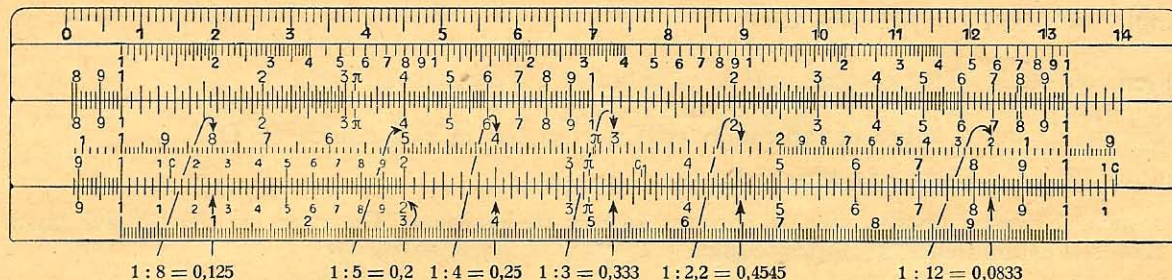


fig. 16

2. Al buscar $1 : a^2$, se coloca el cursor sobre **a** de la escala **R** y se halla el resultado en **B** debajo del cursor.

Ejemplo 23: $1 : 2,44^2 = 0,168$ (fig. 17a).

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

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

Ejemplo 24: $1 : \sqrt{27,4} = 0,191$ (fig. 17b). Cálculo mental: menos de $\frac{1}{5} = 0,2$.

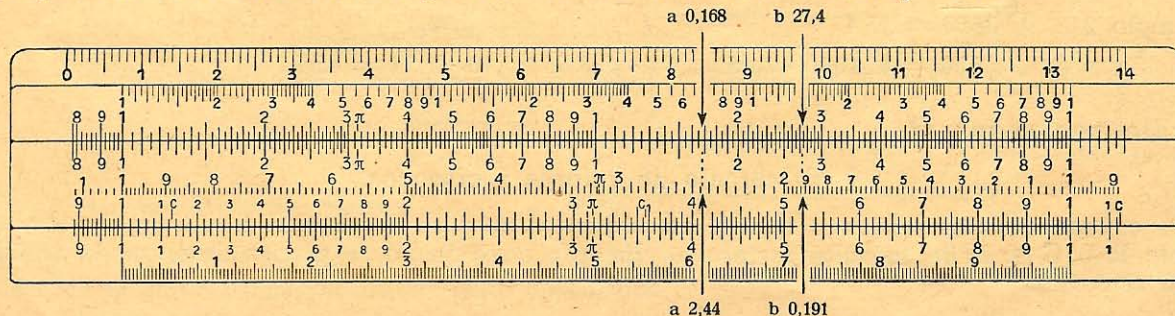


fig. 17

4. Al buscar $1 : a^3$, se coloca el cursor sobre **a** de la escala **R** y se halla debajo de aquél el resultado en **Cu**.

Ejemplo 25: $1 : 2,26^3 = 0,0866$. Cálculo mental: menos de $\frac{1}{8} = 0,125$.

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

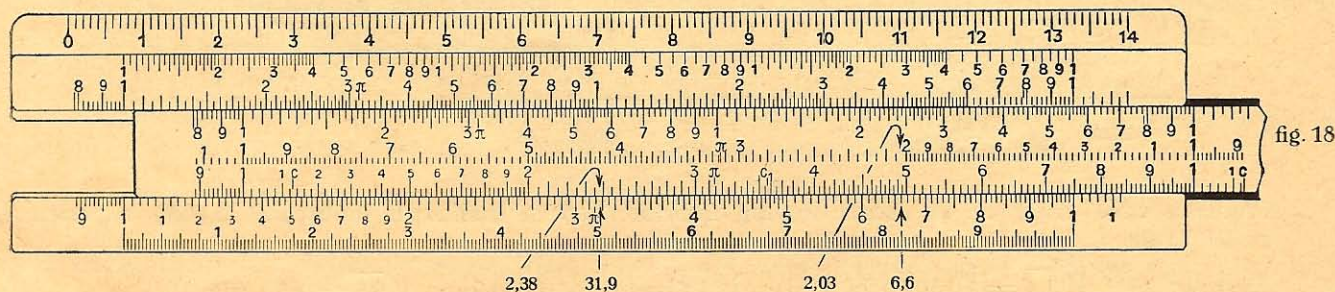
Ejemplo 26: $1 : \sqrt[3]{13} = 0,425$. Cálculo mental: menos de $\frac{1}{2} = 0,5$.

En estas operaciones es imprescindible, que **C 1** coincida rigurosamente con **D 1**.

Productos de tres factores.

Al aplicar la escala recíproca, basta un solo desplazamiento de la reglilla para hallar el producto de tres factores. Con ayuda del cursor se hacen coincidir los dos primeros factores en **D** y **R**; acto seguido se coloca el cursor sobre el tercer factor en **C** para hallar debajo de aquél en **D** el producto total.

Ejemplo 27: $6,6 \cdot 2,03 \cdot 2,38 = 31,9$ (fig. 18). Cálculo mental: $7 \cdot 2 \cdot 2 = 28$.



La escala logarítmica de los logaritmos en el modelo *CASTELL* 63/98.

La escala log-log, para los valores $\log(\log a)$, comienza arriba en el lado izquierdo con 1,1 llegando a 3,2 (escala **Lo**), continúa abajo a la izquierda, repitiéndose el sector 2,5 a 3,2, y termina en 100,000 (escala **Lu**) abajo a la derecha. Puesto que las dos partes de la escala log-log están relacionadas entre sí y con la regla, surgen numerosas posibilidades de aplicación:

1. Frente a cada valor de la escala log-log superior (**Lo**) se halla su 10^a potencia en la escala log-log inferior (**Lu**).

Ejemplo 28: $0.1072^{10} = 2,769$ (fig. 19a); $1,204^{10} = 6,4$ (fig. 19b); $1,443^{10} = 39,15$ (fig. 19c);

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

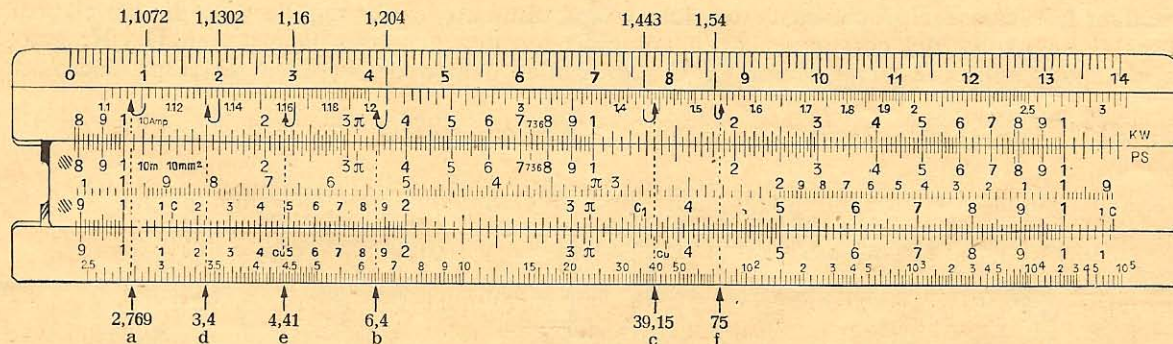


fig. 19

2. Frente a cada valor de la escala log-log inferior (**Lu**) se halla en la escala log-log superior (**Lo**) su 10^a raíz.

Ejemplo 29: $\sqrt[10]{3,4} = 1,1302$ (fig. 19d); $\sqrt[10]{4,41} = 1,16$ (fig. 19e); $\sqrt[10]{75} = 1,54$ (fig. 19f).

3. Frente a cada valor n de la escala inferior **D** de la regla se halla e^n en la escala log-log inferior (**Lu**).

Ejemplo 30: $e^2 = 7,39$ (fig. 20a); $e^3 = 20,1$ (fig. 20b).

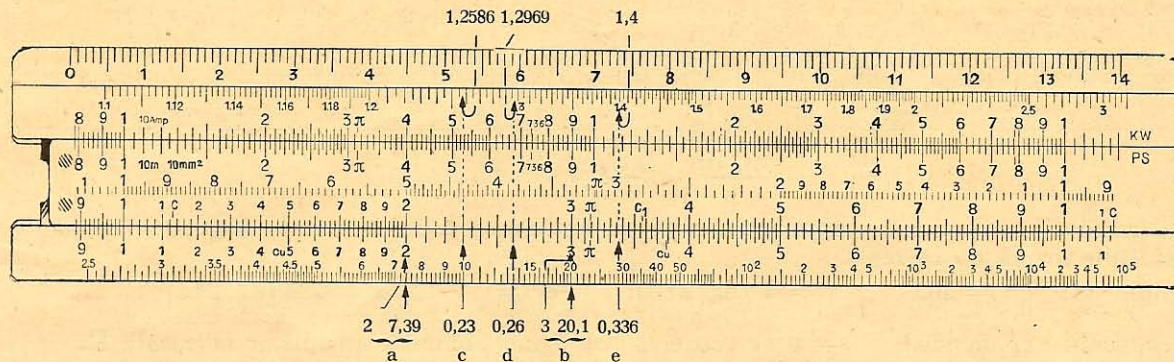


fig. 20

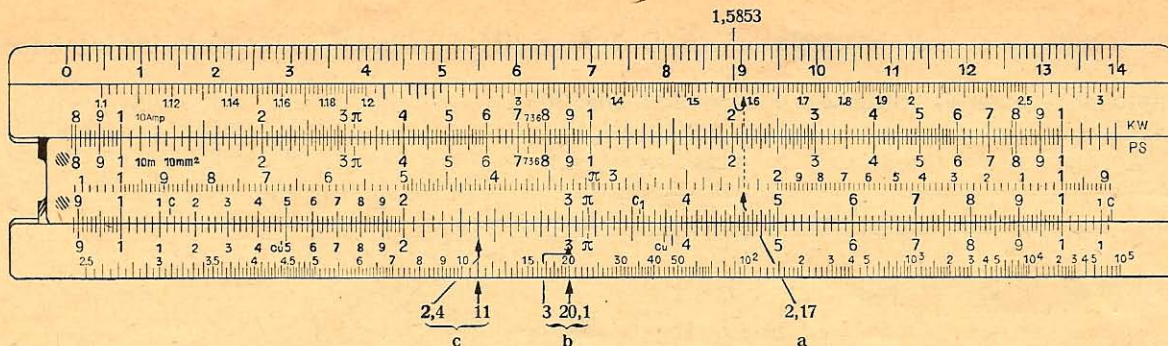
4. Frente a cada valor n de la escala inferior **D** de la regla se halla $e^{\frac{n}{10}}$ en la escala log-log superior (**Lo**).

Ejemplo 31: $e^{0,23} = 1,2586$ (fig. 20c); $e^{0,26} = 1,2969$ (fig. 20d); $e^{0,336} = 1,4$ (fig. 20e).

5. Si se desea extraer raíces de e , basta convertir su exponente en número decimal y operar según el ejemplo 4. Y si el exponente es un número quebrado, sirve la escala **R**.

Ejemplo 32: $\sqrt[2,17]{e} = 1,5853$ (fig. 21a).

6. Si el exponente es negativo, se busca primero e^{+n} para hallar después en la regla su valor recíproco.

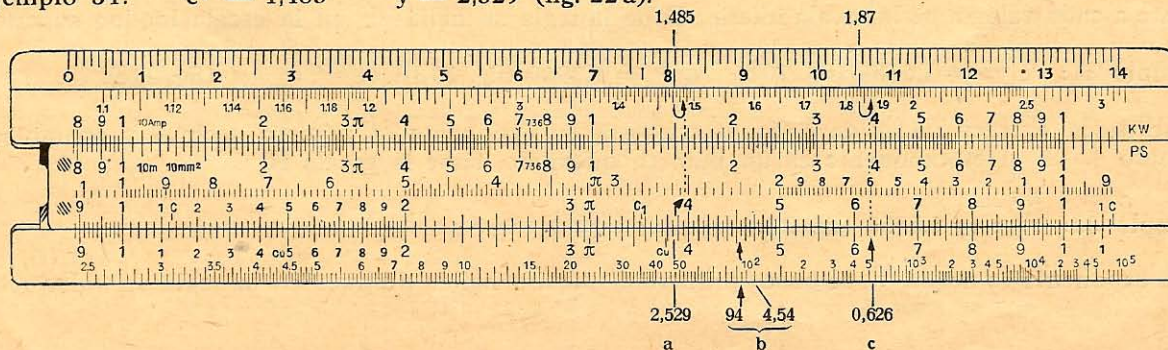


7. Para resolver la ecuación exponencial $e^x = a$ se ajusta **a** en la escala log-log y se halla **x** en la escala inferior **D** de la regla.

Ejemplo 33: $e^x = 20,1$ $x = 3$ (fig. 21 b); $e^x = 11$ $x = 2,4$ (fig. 21 c).

8. La ecuación exponencial $e^y = a$ se resuelve con igual facilidad al aplicar la escala **R**.

Ejemplo 34: $e^{\frac{1}{y}} = 1,485$ $y = 2,529$ (fig. 22 a).



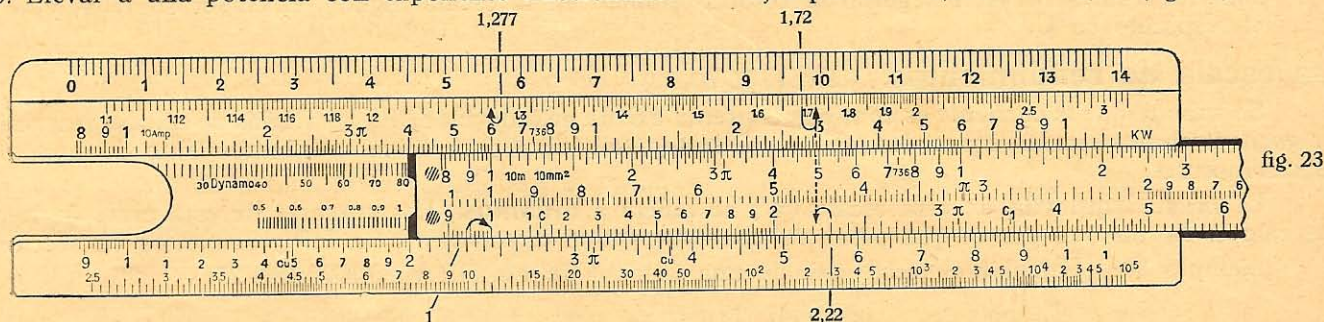
9. Los valores de la escala **D** representan los logaritmos naturales de las cifras en la escala log-log.
Ejemplo 35: $\ln 94 = 4,54$ (fig. 22b).

Ejemplo 36: $\ln 1,87 = 0,626$ (fig. 22c).

Hasta ahora sólo se ha aplicado el cursor; pero si se hace también uso de la reglilla, pueden efectuarse las siguientes operaciones;

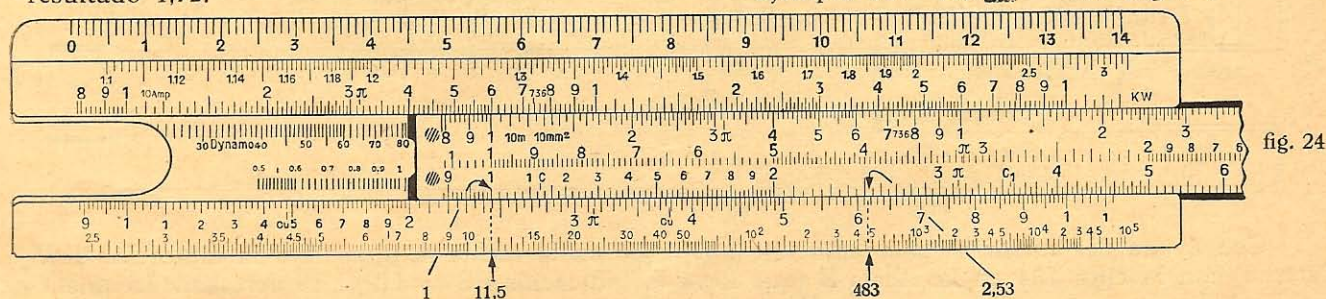
10. Elevar a una potencia con exponente fraccionario.

Ejemplo 37: $1,277^{2,22} = 1,72$ (fig. 23).



Con ayuda del cursor se hace coincidir **C 1** y **Lo 1,277**, para leer en **Lo** y frente a **C 222** el resultado 1,72.

Ejemplo 38: $11,5^{2,53} = 483$ (fig. 24)



En este caso se realizan ajuste y lectura en la escala log-log inferior (**Lu**).

Si la división en **C** sobresale a la derecha sin enfrentarse con ningún valor, se hace coincidir **C 10** con la base, ya sea arriba o abajo. Si el exponente es superior a 10, puede calcularse frecuentemente con ayuda del paso de **Lo** a **Lu**.

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

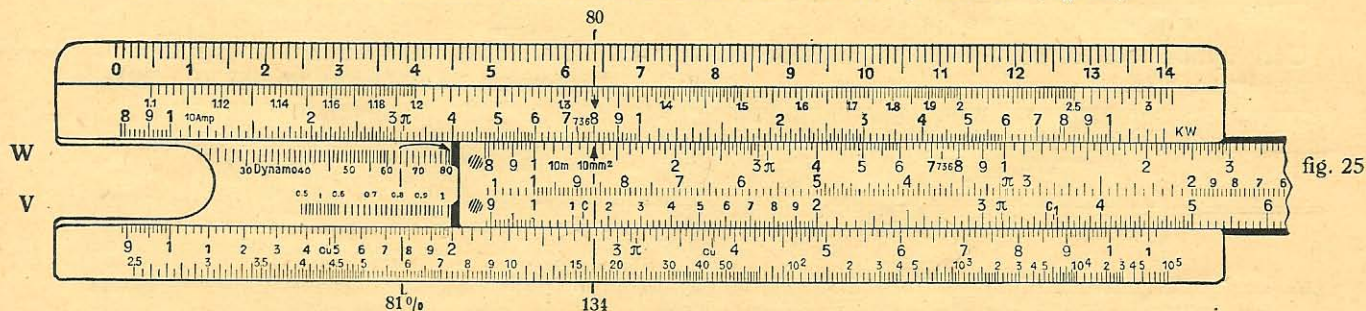
En ellas se hace coincidir **C 1** ó **C 10** por medio del cursor con **a** de la escala log-log, ya sea parte superior o inferior. Acto seguido se coloca, también en la escala log-log, el cursor sobre **b**, y se lee el resultado en **C**.

La escala de rendimientos. (CASTELL 63/98).

Se supone que la corriente es continua o alterna exenta de inducción. En las Reglas de cálculo respectivas se encuentran dos escalas especiales, de las que la superior sirve para calcular el rendimiento de dinamos y electromotores.

La mitad **izquierda** de esta escala (**W**) se refiere a **dinamos**. Los cursores de esta clase de Reglas de cálculo llevan tres trazos, que permiten convertir vatios directamente en HP y diámetros en secciones.

Ejemplo 39: Calcular el efecto útil de una dinamo de 134 HP y 80 KW (fig. 25).



Con ayuda del cursor se hace coincidir la cifra 80 en la escala **A** (que lleva la indicación KW a su derecha) con la cifra 134 en la escala **B** (que lleva la indicación PS (= HP) a su derecha). La arista de la reglilla indica entonces sobre la escala **W** 81% como efecto útil.

Con la mitad **derecha** de la escala **W** se calcula el rendimiento de **electromotores**.

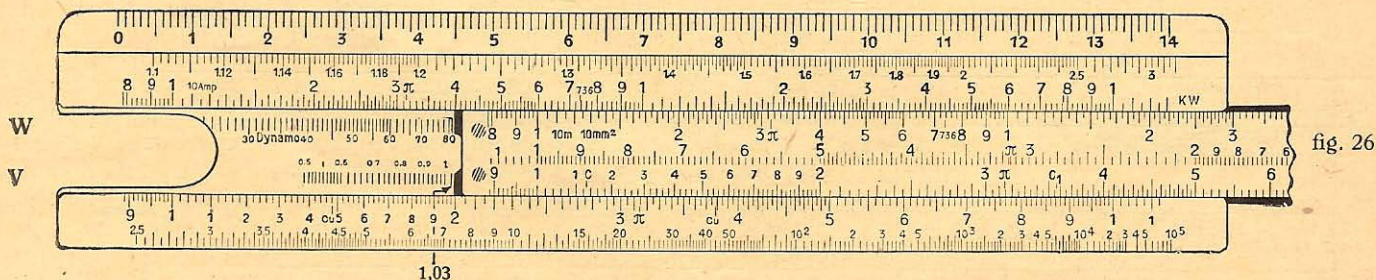
Ejemplo 40: Averiguar el rendimiento de un motor, que produce 20 HP con 17,1 KW.

Se hacen coincidir ambos valores en las escalas **A** y **B** cuidándose de que la arista esté en la mitad **derecha** de la escala **W**. Resultado: 86%.

La escala de caídas de tensión. (CASTELL 63/98.)

La caída de potencial de un conductor se lee en la escala inferior color encarnado, que divide por c , siendo $c = 58$ la conductibilidad específica del cobre.

El cálculo de la caída de tensión en un conductor sencillo de cobre para corriente continua o alterna con carga exenta de inducción se realiza con la fórmula: $e = \frac{J \times L}{c \times q}$. Se multiplica J (intensidad) por L (largo del conductor) y se divide por q (sección del conductor), hallando entonces el resultado frente a la arista.



Ejemplo 41: Calcular la pérdida de tensión en un conductor de cobre de 76 m de largo, 70 mm² de sección con una corriente de 55 amps. (fig. 26).

Se enfrenta 1 de la escala superior (**B** 1) de la reglilla con 55 amps. en la escala superior de la regla (**A** 55) — esta última comienza con 10 amps. — Acto seguido se coloca el cursor sobre **B** 76 — esta escala comienza con 10 m — y **B** 7 debajo del cursor, para encontrar con la arista 1,03 voltios como resultado (fig. 26).

Los cálculos con marcas fijas.

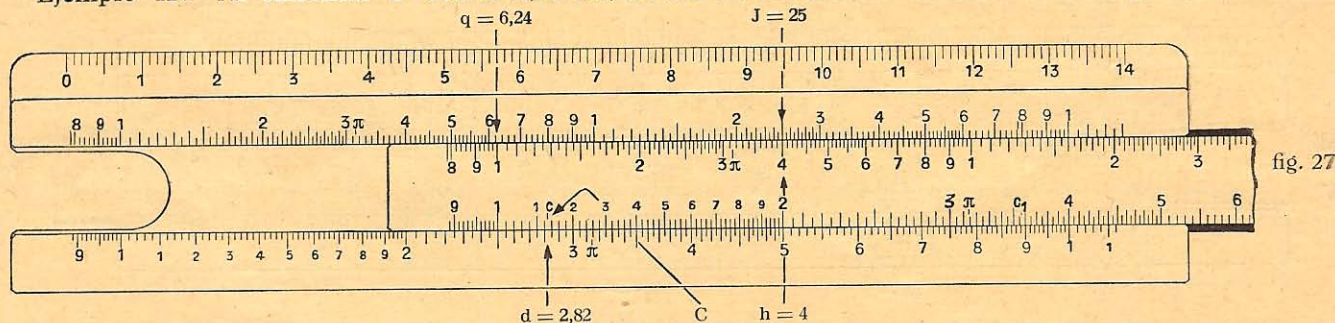
Todas las Reglas de cálculo llevan grabadas marcas fijas para facilitar los cálculos. Así, por ejemplo, el valor π va indicado mediante una raya, lo mismo que su valor recíproco $1 : \pi$, que es denominado M y a veces también $\frac{\pi}{4} = 0,785$ en las escalas superiores. Es fácil operar con estos valores.

Existen, sin embargo, otras marcas, que requieren una explicación.

Las marcas de sección C y C₁.

Si se hace coincidir C ó C₁ con un **diámetro** (d) en D, se halla en A y frente a B 1 ó B 10 ó B 100 la **sección** $\frac{d^2 \pi}{4}$ correspondiente a dicho diámetro.

Ejemplo 42: Al enfrentar C con D 2,82 cm, se lee en A 6,24 cm² como sección (fig. 25).



Para hallar, conocida la sección, el volumen de un cilindro, basta multiplicar aquélla por su altura. Si el ajuste final en A nos da pues B h, se obtiene el volumen $\frac{d^2 \pi}{4} \cdot h$ del cilindro con diámetro d y altura h.

Ejemplo 43: Frente a B h = 4 cm se lee el volumen 25 cm³ (fig. 27).

Conviene elegir entre las marcas C y C₁ la que permita a la reglilla salirse lo menos posible de la regla.

El cursor de tres trazos.

El cursor de tres trazos (fig. 28), que lleva el modelo **CASTELL 61/87** de acuerdo con la fig. 28 y que, construido de celuloide, se suministra con los modelos 63/87 y 64/87, siendo por lo demás adaptable a otra Regla de cálculo cualquiera, lleva un trazo principal y dos adicionales, separados de aquél por la distancia C. Permite, por lo tanto, realizar las mismas operaciones que con la marca fija C.

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

Ejemplo. 44: Al colocar el cursor 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.

Esta característica adquiere especial importancia en combinación con las marcas C y C_1 . Si, por ejemplo, se hace coincidir la marca C_1 con el diámetro 6,5 cm en la escala inferior **D** y se coloca uno de los trazos sobre el largo 5,3 cm en la escala **B**, se halla debajo del trazo siguiente a la izquierda y en la escala superior **A** el peso de 1,38 kg correspondiente a un cilindro de acero de 6,5 cm de diámetro y 5,3 cm de largo.

En las Reglas de cálculo para electro-ingenieros, la distancia entre los tres trazos del cursor tiene diferente relación (fig. 29).

Los trazos marcados con «d» y «q» permiten calcular áreas de círculos y volumen de cilindros, según se indicó ya.

Los marcados con «W» y «PS» (= HP) sirven para convertir vatios en HP y viceversa.

Cursor para 2 constantes iguales

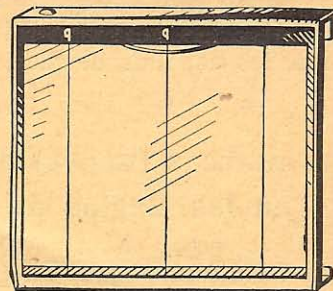


fig. 28

Cursor para 2 constantes diferentes

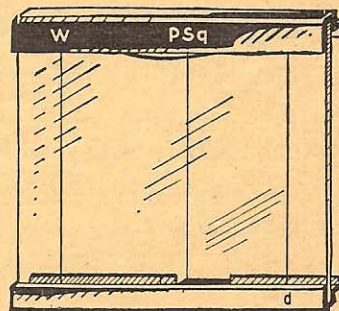


fig. 29

Ejemplo 45: Convertir 4,5 KW en HP.

Al colocar el **trazo W** sobre 4,5 de la escala superior (**A**) se lee debajo del **trazo PS** (en **A**) 6,1 HP, o sea, los caballos de fuerza correspondientes.

Las marcas (negra) de resistencias y (encarnada) de pesos en las Reglas de cálculo para electro-ingenieros.

La marca **negra Cu** (no confundirla con C o C_1) permite averiguar la resistencia óhmica de conductores (a 15° C).

Ejemplo 46: Hallar la resistencia óhmica de un conductor de cobre de 2,5 mm de diámetro y 126 m de largo.

Con ayuda del cursor se hace coincidir 2,5 mm en la escala inferior de la regla (**D 25**) con 126 m en la escala superior de la reglilla (**B 126**) y se lee frente a la marca **Cu** la resistencia, 0,443 ohmios en **B**.

La marca **encarnada Cu** sirve para conocer el peso de un conductor.

Ejemplo 47: Averiguar el peso de un conductor de cobre de 1,5 mm de diámetro y 1,4 m de largo.

Por medio del cursor se hace coincidir 1,4 m en la escala superior de la reglilla (**B 14**) con la marca **encarnada Cu** (en **D**) y se lee frente a 1,5 mm de la escala inferior **D** de la regla, el peso 22 g en **B**.

Con el mismo ajuste se hallan, además, los pesos de otros diámetros, por ejemplo, 39 g para 2 mm, 61 g para 2,5 mm.