

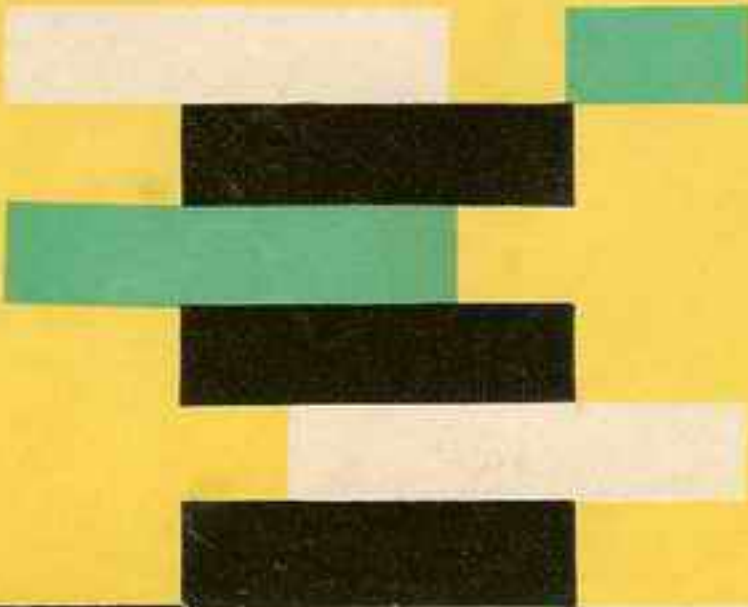
$$\begin{array}{r} 3750 \\ 0.25 \cdot 4 \\ \hline 1500 \\ 1500 \\ \hline 3000 \\ 3000 \\ \hline 0 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 3750 \\ 0.25 \cdot 4 \\ \hline 1500 \\ 1500 \\ \hline 3000 \\ 3000 \\ \hline 0 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 3750 \\ 0.25 \cdot 4 \\ \hline 1500 \\ 1500 \\ \hline 3000 \\ 3000 \\ \hline 0 \end{array}$$

## INSTRUCCIONES

**CASTELL**

Reglas de cálculo  
de precisión  
Sistema "Darmstadt"

No. 67/54 b 67/54 R  
No. 111/54 111/54 A  
No. 1/54 4/54







## Introducción

La regla de cálculo CASTELL "Sistema Darmstadt" es el resultado de los estudios realizados en 1934 en el Instituto de Matemáticas de la Escuela Superior Politécnica de Darmstadt bajo la dirección de su director, el Profesor Dr. Walther, y ha sido construida por la firma A. W. FABER-CASTELL a sugerencias del citado profesor Dr. Walther.

## Descripción de la regla de cálculo

En estas instrucciones se explica el manejo de las reglas de cálculo CASTELL N° 1/54, 4/54, 67/54 b, 67/54 R, 111/54 y 111/54 A. Retenga en la memoria el número de su regla de cálculo y preste atención a las singularidades de su modelo que las instrucciones mencionan.

Las reglas de cálculo constan del cuerpo de la regla, de la reglilla (llamada también lengüeta) y del cursor.

### Las escalas principales

Escala de cuadrados fija A  
 Escala de cuadrados móvil B  
 Escala de recíprocos móvil C  
 Escala básica móvil C  
 Escala básica fija D



Cuerpo de la regla

Reglilla

Cuerpo de la regla

Fig. 1

Con estas escalas principales pueden realizarse las operaciones más importantes, tales como multiplicación, división, formación de tablas, cálculo de proporciones, elevación de cuadrados y extracción de raíces.

### Las escalas adicionales

Escala de mantisas fija	L	en el canto superior inclinado (111/54 en el canto inferior)
Escala de cubos fija	K	en la parte superior del cuerpo de la regla
Escala pitagórica	P	en la parte inferior del cuerpo de la regla
Escala de senos fija	S	en el canto inferior en las reglas 1/54, 4/54, en la parte inferior del cuerpo
Escala de tangentes fija	T	de la regla en las reglas 111/54, 111/54 A, 67/54 b, y 67/54 R
Escalas exponenciales para exponentes positivos	LL <sub>1</sub> LL <sub>2</sub> LL <sub>3</sub>	en el reverso de la reglilla

El cursor de material transparente lleva el trazo principal útil para todas las operaciones. Además tiene 4 rayas cortas para el cálculo de superficie circular y para convertir kW en PS (CV) y viceversa. La descripción exacta se halla en la página 13.

## Tratamiento de la regla de cálculo

Las reglas de cálculo CASTELL son de madera especial o de Geroplast y representan reglas de cálculo de precisión de alta calidad, debiendo tratarse, a ser posible, con esmero. Son resistentes contra agentes atmosféricos, no obstante, han de protegerse contra variaciones bruscas de temperatura y contra humedad. El material Geroplast resiste a la mayoría de los productos químicos, aunque no debe ponerse en contacto con líquidos corrosivos o disolventes concentrados, los cuales pueden atacar cuando no precisamente el material, antes bien el colorante de los trazos de las divisiones. En caso necesario puede mejorarse sensiblemente el buen deslizamiento de la reglilla con vaselina pura o aceite de silicón. Para no aminorar la exactitud de la lectura, han de protegerse de ensuciamiento y raspaduras las escalas de regla y reglilla y limpiarse éstas, de tiempo en tiempo, con los productos CASTELL N° 211 (líquido) o N° 212 (pasta de limpieza).

## La lectura de las escalas

La lectura se aprende en la mejor forma, empleando las escalas básicas C y D en posición cero de la regla, es decir, cuando las divisiones de C y D (y, por tanto, también A y B) coinciden exactamente. Para los ejercicios de lectura ha de tomarse el trazo largo del cursor.

Atención: Cada trazo divisorio no puede llevar una cifra. Existen solamente "números guía", que son los puntos de referencia para la lectura de las divisiones no marcadas con cifras y sus intervalos. Ni la posición de la coma ni el orden de magnitud de un número han de tomarse en cuenta. Se lee, por tanto, 13,45; 0,1345; 1,345; 1345 solamente como una sucesión de cifras 1-3-4-5. Dónde ha de situarse la coma en el resultado obtenido, se sabe en la mayoría de las veces; en caso contrario, se obtiene por un cálculo aproximado con cifras redondeadas.



## Reglas de cálculo con longitud de escala de 25 cm N° 1/54, 111/54 y 111/54 A

### Detalle del margen de escala 1-2

con 10 subdivisiones, cada una de 10 intervalos  
(= 1/100 o 0,01 por subdivisión)

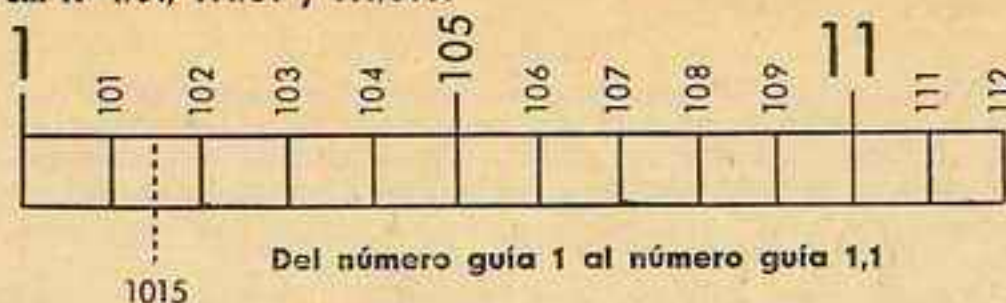


Fig. 2

Aquí pueden leerse, sin dificultad alguna, exactamente 3 cifras (p.ej. 1-0-1). Dividiendo en dos secciones iguales la distancia entre dos subdivisiones, se pueden fijar exactamente 4 cifras (p.ej. 1-0-1-5). En este caso la última cifra es siempre un 5.

### Detalle del margen de escala 2-4

con 10 secciones por cifra, subdivididas, a su vez, en 5 intervalos  
(= 1/50 o 0,02 por subdivisión)



Fig. 3

Aquí pueden leerse exactamente 3 cifras (3-8-2). La última cifra es siempre un número par (2, 4, 6, 8). Dividiendo en dos secciones iguales los intervalos se obtienen también los números nones (1, 3, 5, 7, 9) (p.ej. 3-8-3).

### Detalle del margen de escala 4-10

con 10 secciones por cifra, subdivididas, a su vez, en 2 intervalos  
(= 1/20 o 0,05 por subdivisión)

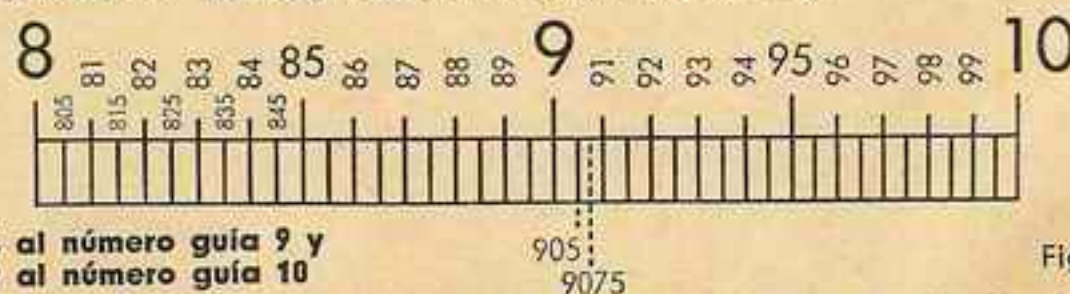


Fig. 3a

Aquí pueden leerse exactamente 3 cifras, si la última es un 5 (9-0-5). Dividiendo en dos secciones iguales los intervalos, se obtienen incluso 4 cifras. La última es también en este caso siempre un 5 (9-0-7-5). El margen de lectura de las escalas, sin embargo, excede en mucho a las citadas posibilidades. Los demás valores intermedios han de averiguarse por apreciación.

## Reglas de cálculo con longitud de escala de 50 cm N° 4/54

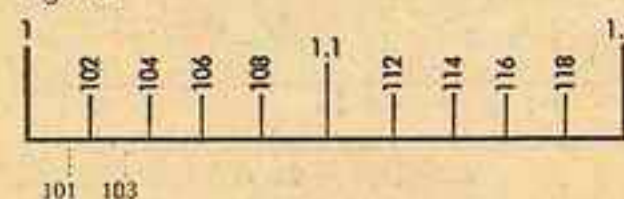
Aquí nos encontramos con la siguiente división de escala: En C y D, entre 1 y 2, están situadas, en primer lugar, las décimas, y además sus décimas partes (centésimas) y finalmente sus mitades (dos centésimas). Se lee, por tanto, 1005-1010-1015-1020 etc. hasta 1995 y 2000. Del 2 al 5 se han marcado los valores decimales y encima sus valores decimales respectivos (centésimales). Se lee, por tanto: 201-202-203 hasta 498-499 y 500. Desde aquí hasta el final de la escala se han marcado las décimas y sus quintas partes (cincuentavos). Se lee entonces: 502-504-506, etc. 996-998 y 1000.

En las divisiones de las escalas superiores se ha subdividido el intervalo de 1 a 2, tal como el intervalo de 2 a 5 abajo, el intervalo de 2 a 4 como el intervalo de 5 a 10 en la inferior, y en el intervalo de 4 a 10 se han marcado después de los décimos solamente sus mitades (vigésimos), de modo que se lee 405-410-415 etc. hasta 990-995-1000.

### Reglas de cálculo con longitud de escala de 12,5 cm No. 67/54 b y 67/54 R

#### Del número guía 1 al número guía 1,2

(sección del margen de escala 1-2)  
Fig. 4a



Aquí pueden leerse exactamente 3 cifras. Los números nones se obtienen dividiendo en dos partes iguales los intervalos (101, 103, etc.).

#### Del número guía 2 al número guía 3

(sección del margen de escala 2-5)  
Fig. 4b



Aquí se pueden leer igualmente 3 cifras, si la cifra final es un 5.

#### Del número guía 5 al número guía 7

(sección del margen de escala 5-10)  
Fig. 4c



Aquí se pueden leer exactamente 2 cifras. Estas están marcadas por subdivisiones.

## ¿Cómo se opera con la regla de cálculo?

Los cálculos con regla se basan en las leyes logarítmicas. Como se sabe, éstas sustituyen:

1. la multiplicación de los números cardinales por la adición de sus logaritmos,
2. la división de los números cardinales por la sustracción de sus logaritmos.

La tabla de logaritmos sustituye, por tanto, cualquier operación aritmética por su fase anterior, más sencilla. El cálculo con la regla evita para más estas fáciles operaciones, dado que se representan gráficamente. Por lo tanto, en la regla de cálculo se convierte

la multiplicación de dos valores en la adición de dos longitudes, y  
la división de dos valores en la sustracción de una longitud de otra.



## Multiplicación

Se multiplican dos cantidades sumando las longitudes correspondientes de dichas cantidades.  
Se emplea, ante todo, las escalas principales C y D.

Ejemplo:  $2,45 \cdot 3 = 7,35$

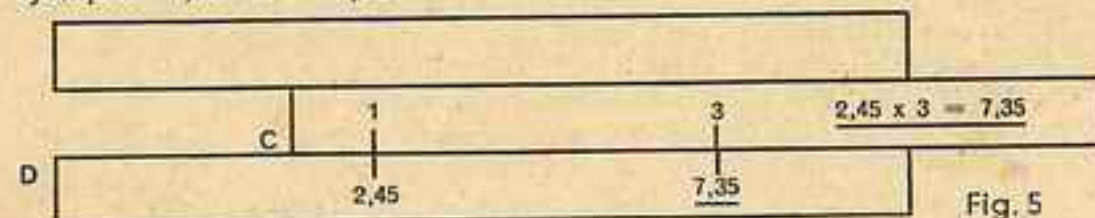


Fig. 5

Se hace coincidir el 1 del principio de la escala (C 1) de la reglilla con el 2,45 de la escala inferior del cuerpo de la regla (D 245), se corre el trazo largo del cursor hasta colocarlo encima del 3 de la escala inferior de la reglilla (C 3) y se lee el producto 7,35 bajo el trazo del cursor en la escala inferior del cuerpo de la regla (D 735).

También puede efectuarse la operación en las escalas A y B, donde la exactitud de lectura es algo menor.  
Ejemplo:  $2,5 \cdot 3 = 7,5$

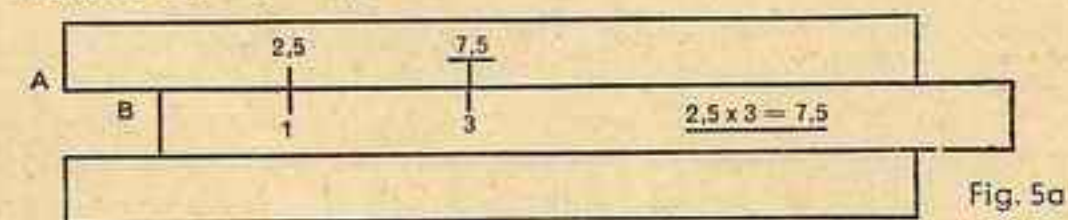


Fig. 5a

Se hace coincidir el principio de la escala de la reglilla (B 1) con el 2,5 de la escala superior del cuerpo de regla (A 25), se lleva el trazo del cursor al 3 de la escala superior del cuerpo de reglilla (B 3) y se lee el producto 7,5 debajo del trazo del cursor en la escala superior del cuerpo de la regla (A 75).

Ejemplo:  $7,5 \cdot 4,8 = 36$

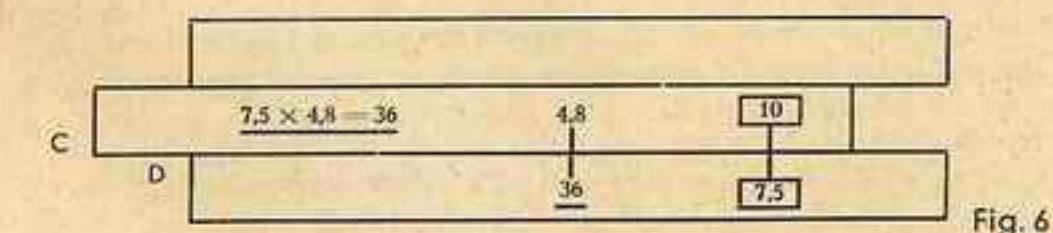


Fig. 6

Al operar con las escalas inferiores, se notará que a veces el segundo factor de un problema de multiplicación ya no puede fijarse dentro de la escala inferior del cuerpo de la regla. En este caso se hace coincidir C 10 con el primer factor, se coloca el trazo del cursor sobre el segundo y se lee el resultado nuevamente bajo dicho trazo.

Ejercicios: Ajuste "principio de reglilla C 1 encima del primer factor":  $1,82 \cdot 3,9 = 7,1$ ;  $0,246 \cdot 0,37 = 0,091$ ;  $213 \cdot 0,258 = 54,95$   
Ajuste "final de reglilla C 10 encima del primer factor":  $4,63 \cdot 3,17 = 14,67$ ;  $0,694 \cdot 0,484 = 0,336$ ;

## División

Ejemplo:  $9,85 : 2,5 = 3,94$

Ejercicios:  
 $970 : 26,8 = 36,2$ ;  $285 : 3,14 = 90,7$   
 $7500 : 835 = 8,98$ ;  
 $0,685 : 0,454 = 1,51$ ;  
 $68 : 258 = 0,264$

Con ayuda del trazo del cursor se hacen coincidir en D el dividendo y en C el divisor, pudiendo leerse el resultado bajo el principio de reglilla C 1 o final de reglilla C 10.

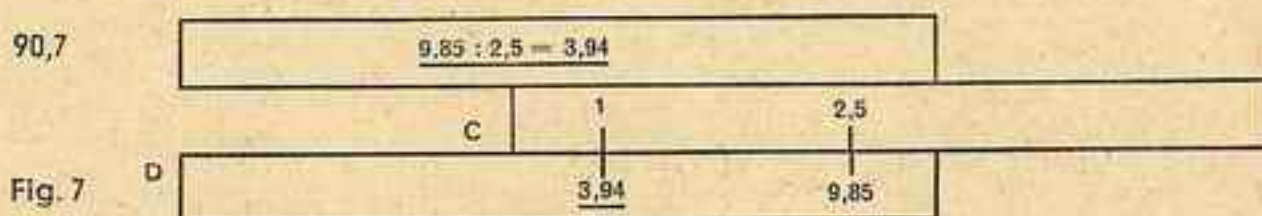


Fig. 7

Se hace coincidir el divisor 2,5 en la escala inferior de la reglilla (C 25) con el dividendo 9,85 situado en la escala inferior del cuerpo de regla (D 985) y se lee bajo el principio de la reglilla (C 1) el cociente 3,94.  
Naturalmente puede realizarse dicha operación también en las escalas superiores. La lectura ha de hacerse encima del extremo derecho o izquierdo (B 1 o B 100) en la escala A.

## Formación de tablas

En la formación de tablas se ajusta la correspondiente paridad, pudiendo realizarse conversiones de medidas, pesos y otras unidades con suma facilidad.

Ejemplo: Se quiere convertir yardas en metros. 82 yardas son 75 metros.

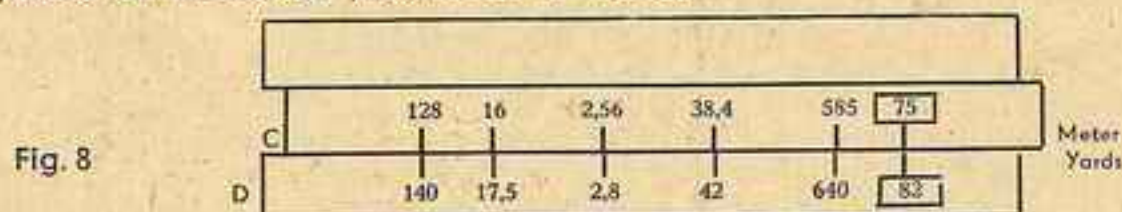


Fig. 8

$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{e}{f}$

Se coloca C 75 sobre D 82. Con ello se ha formado la tabla, pudiendo leerse a continuación: 42 yardas son 38,4 m; 2,8 yardas equivalen a 2,56 m; 640 yardas equivalen a 585 m; 16 m = 17,5 yardas; 128 m = 140 yardas, etc.  
En la formación de tablas se evita el cambio de la reglilla, efectuando la operación en las escalas superiores A y B, prescindiendo de la mayor exactitud de las escalas inferiores.



## Multiplicaciones y divisiones combinadas

Ejemplo:  $\frac{13,8 \cdot 24,5 \cdot 3,75}{17,6 \cdot 29,6 \cdot 4,96} = 0,491$

$$\frac{a \cdot b \cdot c}{d \cdot e \cdot f}$$

Se comienza siempre con la división, haciendo seguir alternativamente multiplicaciones y divisiones. Los resultados intermedios o parciales no se necesitan leer. Primero se hacen coincidir D 1-3-8 y C 1-7-6 con ayuda del trazo del cursor (división). El resultado, 0,8 aproximadamente, en D, debajo de C 10, queda sin leer y se multiplica, acto seguido, con 24,5, colocando el trazo del cursor sobre C 2-4-5. El resultado (aproximadamente 1-9 en D) se divide en seguida por 29,6, sujetando el trazo del cursor y deslizando debajo de éste C 2-9-6. Sigue la multiplicación del resultado (0,65 en D debajo de C 10) con 3-7-5 y finalmente la división por 4,96 en la misma forma. El resultado 0,491 puede leerse entonces bajo C 10 en la escala D. Asimismo es posible efectuar las operaciones en las escalas A y B.

## El cálculo con ayuda de la escala de recíprocos CI

Está subdividida de 1 a 10, correspondiendo, por tanto, a la formación de las escalas C y D, mas en dirección contraria a la de las referidas escalas. La escala CI nos da, trabajando conjuntamente con la escala C, el valor recíproco de un número.

1. Para buscar el valor recíproco  $1 : a$  para un número dado  $a$ , se halla dicho número en C o CI y se lee en CI o debajo en C el valor recíproco. La lectura se realiza sin desplazar la reglilla, sino solamente con el cursor. Con éste se realiza el ajuste del número.

Ejemplos:  $1 : 8 = 0,125$ ;  $1 : 2 = 0,5$ ;  $1 : 4 = 0,25$ ;  $1 : 3 = 0,333$ .

$$\frac{1}{a}$$

2. Para buscar  $1 : a^2$ , se enrasa el cursor con  $a$  de la escala CI, leyendo encima, en B, el resultado.  
Ejemplo:  $1 : 2,44^2 = 0,168$  Cálculo mental: menos de  $\frac{1}{5} = 0,2$

$$\frac{1}{a^2}$$

3. Para buscar  $1 : \sqrt{a}$ , se enrasa el trazo del cursor en  $a$  de la escala B, encontrando en CI el resultado.  
Ejemplo:  $1 : \sqrt{27,4} = 0,191$  Cálculo mental: menos de  $\frac{1}{5} = 0,2$

$$\frac{1}{\sqrt{a}}$$

8

4. En cooperación con D se pueden realizar también multiplicaciones. Muchos calculadores emplean de preferencia este método. Por ejemplo,  $0,66 \cdot 20,25$ . Se procede como con una división (división con el valor recíproco = multiplicación), colocando primero el trazo del cursor sobre 0,66 en la escala D, entonces se desliza 20,25 de la escala CI debajo del cursor, pudiendo leer el resultado 13,37 en D debajo de CI.

$$a \cdot b$$

## Producto de tres factores

$$a \cdot b \cdot c$$

Al aplicar la escala CI, basta sólo un desplazamiento de la reglilla. Con ayuda del cursor se hacen coincidir los dos primeros factores en D y CI; acto seguido se coloca el cursor sobre el tercer factor en C y debajo de D se lee el producto total. Nótese: emplear las escalas por el siguiente orden: primero D luego CI y finalmente C; el resultado se halla en D.

Ejemplo:  $0,66 \cdot 20,25 \cdot 2,38 = 31,8$

Con ayuda del cursor se hacen coincidir 6-6 en D y 2-0-2-5 en CI, se desliza el trazo del cursor sobre 2-3-8 (en C) y se lee debajo en la escala D el resultado 31,8.

## Multiplicaciones y divisiones compuestas

Estas operaciones pueden realizarse favorablemente al emplear la escala CI.

Ejemplo:  $\frac{36,4}{3,2 \cdot 4,6} = 2,472$

$$\frac{a}{b \cdot c}$$

Con ayuda del cursor se hacen coincidir 3-6-4 en D y 3-2 en C, no necesitando leer el resultado parcial (11,37), sino que se desliza el cursor al 4-6 en la escala CI, lo que equivale a una multiplicación con  $\frac{1}{4,6}$  (es decir, con el valor recíproco  $\frac{1}{c}$ ) y se lee también bajo el trazo del cursor el resultado 2,472 en la escala D.



## Cuadrado y raíz cuadrada

Las dos divisiones superiores figuran solamente a media escala con relación a las escalas de **D** y **C**. Al pasar, por tanto, de **D** a **A**, se eleva al cuadrado el número enrasado en **D**. (Al pasar de **C** a **B**, se eleva al cuadrado el número enrasado en **C**). Operando al revés, se hallará la raíz cuadrada, según se ve en la figura 9.

Ejemplo:

Cálculo de la superficie de un cuadrado, cuyo lado es de 47 dm.

$$F = 47^2 = 2209 \text{ dm}^2$$

Ejemplo:

Calcular el diámetro de un eje para  $N = 50 \text{ CV}$  y  $n = 40 \text{ r.p.m.}$

$$d = 12 \times \sqrt[4]{\frac{N}{n}} = 12 \times \sqrt[4]{\frac{50}{400}} = 7,138 \text{ cm}$$

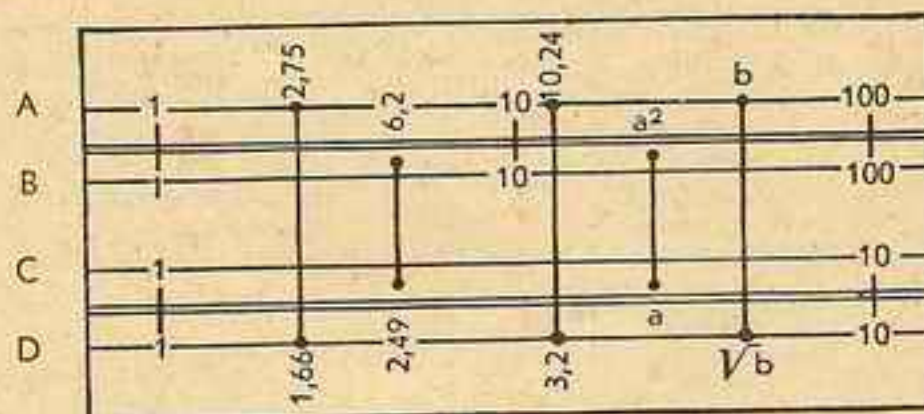


Fig. 9

Ejercicios:  $1,345^2 = 1,81$ ;  $4,57^2 = 20,9$ ;  $0,765^2 = 0,585$ ;  $67,3^2 = 4530$ ;  $9,7^2 = 94,1$ ;  $10,7^2 = 114,5$

Al extraer la raíz cuadrada **no** es indiferente, en qué mitad de las divisiones superiores se fija el radicando, ya que  $\sqrt{a}$  y  $\sqrt{10a}$  no se distinguen solamente por la posición de la coma. Tomemos, por ejemplo,  $\sqrt{6,2}$  y  $\sqrt{62}$ . Si ajustamos las cifras 6-2 a la **izquierda**, hallamos la raíz de  $6,2 = 2,49$ , y si fijamos las cifras a la **derecha**, obtenemos la raíz cuadrada de  $62 = 7,88$ . Por lo tanto, nos tendremos que guiar según las cifras 1... 10... 100. Si el radicando cae fuera del intervalo comprendido entre 1 a 100, entonces tenemos que trasladar el número en cuestión mediante una segregación potencial apropiada de 100, a este intervalo.

Ejemplo:  $\sqrt{1935}$ . Se descompone en  $\sqrt{100 \cdot 19,35} = 10 \cdot 4,4 = 44$

Ejercicios:  $\sqrt{0,543} = \sqrt{54,3 : 100} = \sqrt{54,3 : 10} = 7,37 : 10 = 0,737$ ;  $\sqrt{0,00378} = \sqrt{37,8 : 10000} = \sqrt{37,8 : 100} = 6,15 : 100 = 0,0615$   
 $\sqrt{145,8} = \sqrt{100 \cdot 1,458} = 10 \cdot \sqrt{1,458} = 10 \cdot 1,207 = 12,07$ ;  $\sqrt{507\,000} = \sqrt{10\,000 \cdot 50,7} = 100 \cdot \sqrt{50,7} = 100 \cdot 7,12 = 712$ .

10

## Cubo y raíz cúbica

Las divisiones anotadas en **K** figuran en proporción 1 : 3. Al pasar de la escala **D** a **K**, se eleva a la tercera potencia el número fijado en **D**. Inversamente, pasando de **K** a **D**, se extrae la raíz cúbica, según se desprende de la figura 10. Al fijar el radicando, han de tenerse muy en cuenta los valores 1... 10... 100... 1000, anotados en la escala **K** al extraer una raíz cúbica.

Ejercicios:

$$1,54^3 = 3,65; \quad 2,34^3 = 12,8;$$

$$4,2^3 = 74,1; \quad 6,14^3 = 232;$$

$$8,82^3 = 686; \quad 0,256^3 = 0,0168$$

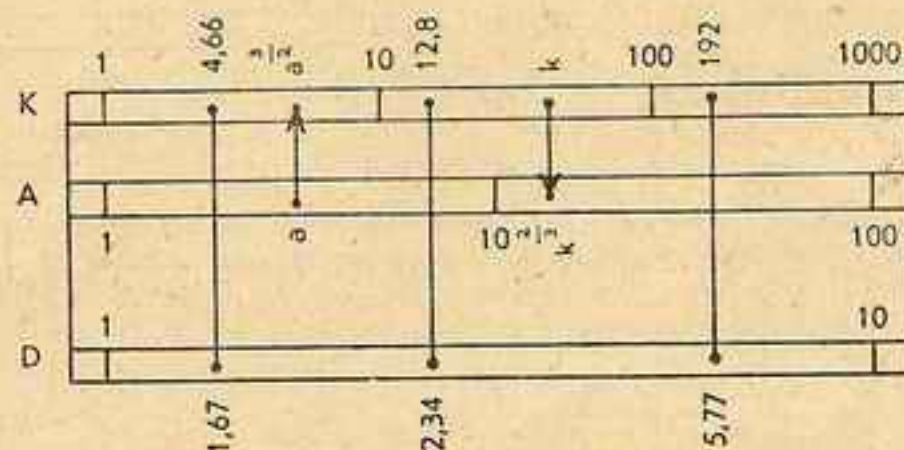


Fig. 10

Si el radicando no cae en el intervalo comprendido entre 1 y 1000, entonces tendremos que trasladarlo, mediante una separación apropiada de potencias decimales, a este intervalo.

$$\text{Ejemplos: } \sqrt[3]{1\,260\,000} = \sqrt[3]{1000^2 \cdot 1,26} = 10^2 \cdot \sqrt[3]{1,26} = 100 \cdot 1,08 = 108$$

$$\sqrt[3]{0,32} = \sqrt[3]{320 : 1000} = \sqrt[3]{320} : 10 = 6,84 : 10 = 0,684$$

Al combinar la escala de cubos con **A**, se obtendrán potencias con los exponentes  $\frac{3}{2}$  y  $\frac{2}{3}$ , como ilustra la figura 10.



## Extracción de la cuarta raíz

Esta puede realizarse extrayendo la raíz cuadrada dos veces sucesivamente, o de un modo más fácil como sigue: Primero se extrae la raíz cuadrada y se desliza, con la posición del cursor fijada, la reglilla hasta que se obtenga en **D** el mismo valor como en **C** debajo del trazo del cursor, con números de una o dos cifras debajo de **C** 1 y debajo de **C** 10 con números de tres y cuatro cifras.

1. Ejemplo:  $\sqrt[4]{58}$  **C** 1 encima de **D** 2,76 = **C** 2,76 bajo el trazo del cursor.

2. Ejemplo:  $\sqrt[4]{947}$  **C** 10 encima de **D** 5,55 = **C** 5,55 bajo el trazo del cursor.

Los valores tales como  $x^{\frac{3}{4}} = \sqrt[4]{x^3}$  se hallan extrayendo la raíz cuarta como arriba y leyendo el valor cúbico encima de **C** 1 (**C** 10) en la escala **K**.

Ejemplo:  $\sqrt[4]{15^3} = 7,6$ .



## La escala pitagórica P

Esta escala representa la función  $y = \sqrt{1-x^2}$  y trabaja en combinación con **D** ( $= x$ ), debiendo realizarse la lectura de los valores de esta escala de 0,1 a 1. Esta escala va en dirección contraria y por esto es de color rojo.

Ejemplo:  $x = 0,8$   $y = 0,6$  (fig. 11)  
 $\sin \alpha = 0,134$   $\cos \alpha = 0,991$

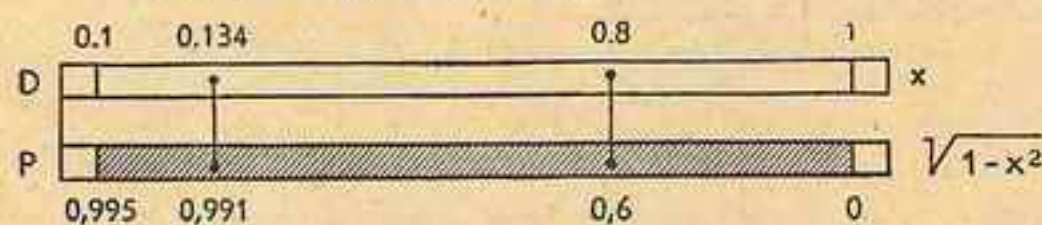


Fig. 11

Ejemplo:

Calcular la intensidad efectiva y reactiva de un circuito que absorbe, a una tensión de 220 V, una intensidad de 35 A.

$$\cos \varphi = 0,8.$$

$$J_W = J \cdot \cos \varphi = 35 \cdot 0,8 = 28 \text{ (A)};$$

$$J_B = J \cdot \sin \varphi = 35 \cdot 0,6 = 21 \text{ (A)}$$

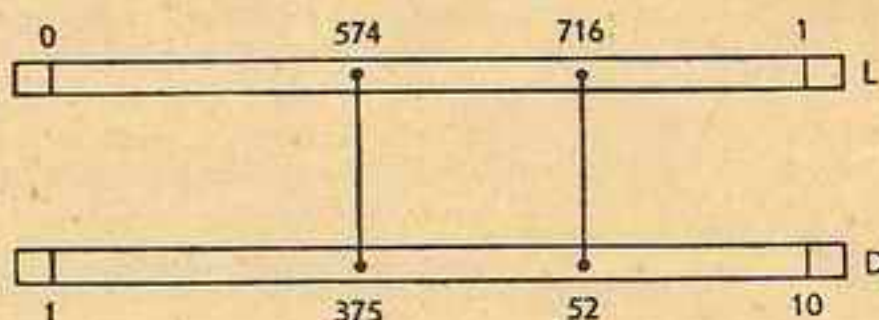
(véase también la sección "las escalas trigonométricas con subdivisiones decimales" pág. 14)

## La escala de mantisas L

Esta escala opera en combinación con **D** y permite la lectura de los logaritmos decadarios, o sea, sustituye una tabla logarítmica de tres cifras. Solamente se leen las mantisas, agregando, como en las tablas, uno mismo la característica del logaritmo.

Ejemplo:  $\log 52 = 1,716$   
 $\log x = 3,574$   $x = 3750$

Fig. 12



$\lg x$

## El cursor

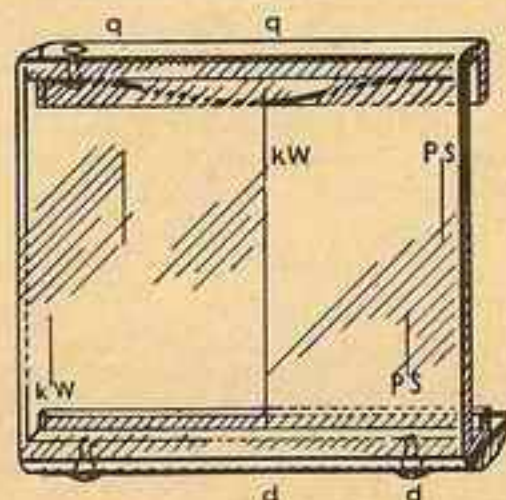
Las rayas anotadas en el cursor pueden interpretarse también como una escala. Si situamos la pequeña rayita de la derecha del cursor sobre un diámetro dado de una circunferencia en la escala **D**, entonces nos indicará la raya principal en la parte superior de la escala **A** la sección circular (fig. 13). Colocando la pequeña raya de la derecha de manera que indique la cantidad de **PS** en la escala **D**, entonces nos marcará la pequeña rayita de la izquierda el valor correspondiente de **kW** en **D**.

De ahora en adelante los cursores de las reglas de cálculo Darmstadt llevan adicionalmente arriba a la izquierda del trazo principal la marcación correspondiente al valor  $\pi/4$  y arriba a la derecha del trazo cursor otra marcación **PS** (**CV**).

Cálculo de redondos en kg/m:

Se coloca el trazo de cursor inferior de la derecha encima del diámetro, p.ej. 4,3 cm y se lee debajo de la marcación  $\pi/4$  el peso por metro de 11,4 kg. El empleo de la marcación **CV** es el mismo arriba explicado, aunque la lectura de los **kW** se efectúa mediante el trazo principal en la escala **A**.

Fig. 13



$d - q$

**PS - kW**



## Las escalas trigonométricas con divisiones decimales

### El empleo de las escalas como tablas

Leyendo la escala del sen-cos de izquierda a derecha con sus cifras negras, obtendremos, en combinación con **D** (en negro) una **tabla de senos**; si repetimos esta misma operación en sentido inverso con las cifras encarnadas, entonces también conseguiremos con la escala **P** (en rojo) una **tabla de senos**. Tratándose de ángulos pequeños, el primer procedimiento es más exacto, mientras que con ángulos grandes, convendrá elegir el método enunciado en segundo lugar. La figura 14 nos demuestra, lo que acabamos de explicar, obteniéndose una vez con  $\sin 76^\circ = 0,97$  y de la otra manera, con mayor exactitud,  $0,9703$ .

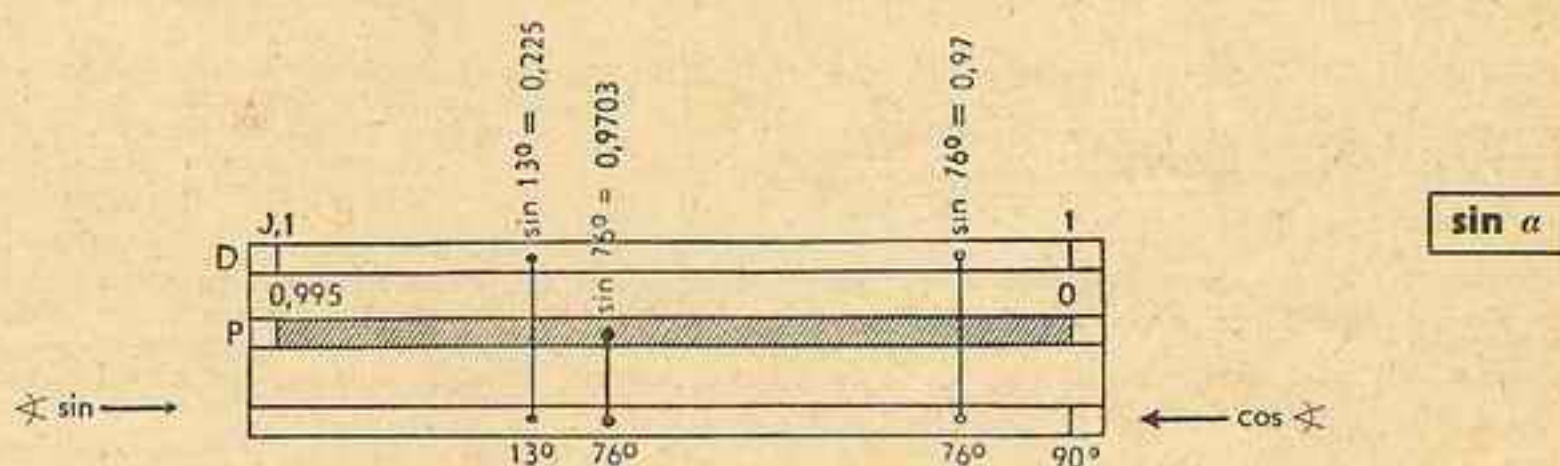


Fig. 14

Leyendo la escala del sen-cos de derecha a izquierda con las cifras encarnadas, obtendremos con **D** (en negro) una **tabla de cosenos**; si repetimos esta misma operación en sentido inverso con las cifras negras, entonces también conseguiremos con **P** (en rojo) una **tabla de cosenos**.

Tratándose de ángulos grandes, ha de emplearse el método enunciado en primer lugar y siendo los ángulos pequeños, dará una mayor exactitud el segundo procedimiento. La figura 15 demuestra lo explicado, ya que una vez se lee el coseno de  $11^\circ$  valiendo  $0,982$ , y de la otra manera se lee para  $\cos 11^\circ = 0,9816$ .

14

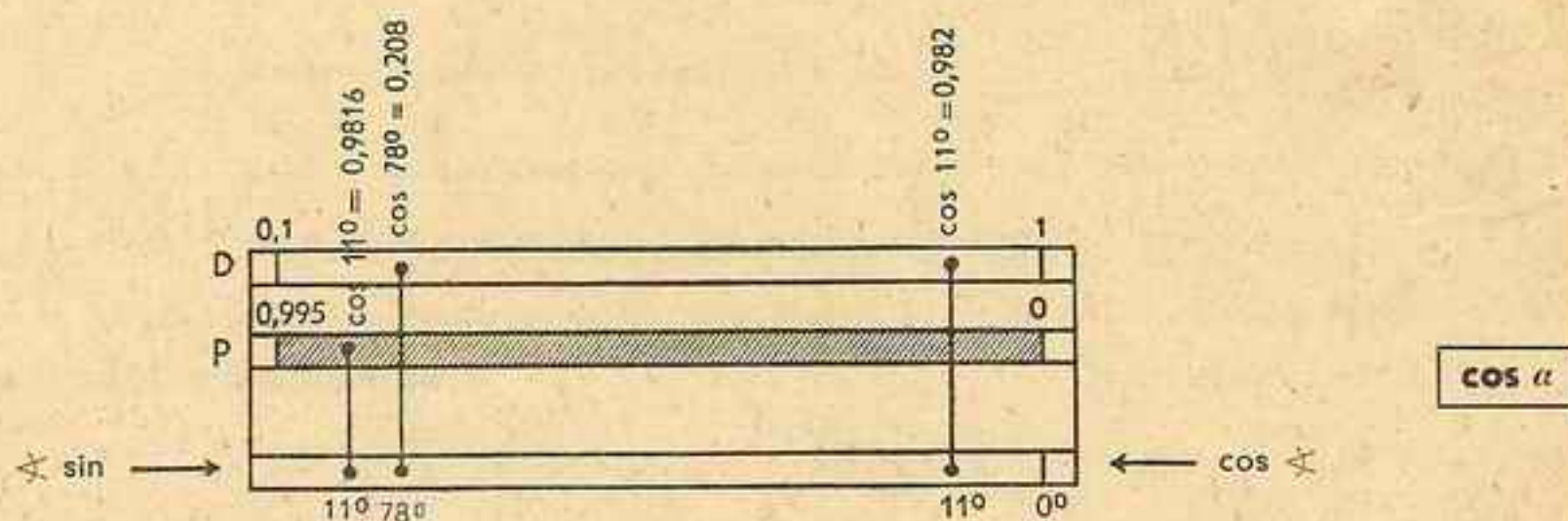


Fig. 15

Estas posibilidades de lectura pueden grabarse fácilmente en la memoria con la siguiente regla mnemotécnica:

**Con iguales colores se lee el seno, con colores distintos se lee el coseno.**

Leyendo la escala tg-cotg de izquierda a derecha con las **cifras negras**, obtendremos en combinación con la escala **D** (en negro) una **tabla de tangentes**. Si repetimos la misma operación en sentido inverso con las **cifras encarnadas**, conseguiremos con **D** (en negro) una **tabla de cotangentes**. A primera vista parece como si sólo se pudieran leer valores de tangentes de ángulos menores de  $45^\circ$  y valores de cotangente de ángulos superiores de  $45^\circ$ . Pero, dado que  $\operatorname{tg} \alpha$  y  $\operatorname{cotg} \alpha$  son valores recíprocos, la escala **CI** permite la lectura de todos los valores, según demuestran los ejemplos de la figura 16. Corresponden las

tangentes	menores de $45^\circ$ mayores de $45^\circ$	con las cifras negras y con <b>D</b> o <b>C</b> con las cifras encarnadas y <b>CI</b>
cotangentes	menores de $45^\circ$ mayores de $45^\circ$	con las cifras negras y <b>CI</b> con las cifras encarnadas y <b>D</b> o <b>C</b>



También para estas funciones existe una regla mnemotécnica como sigue:

Con iguales colores se lee la tangente, con colores distintos se lee el coseno.

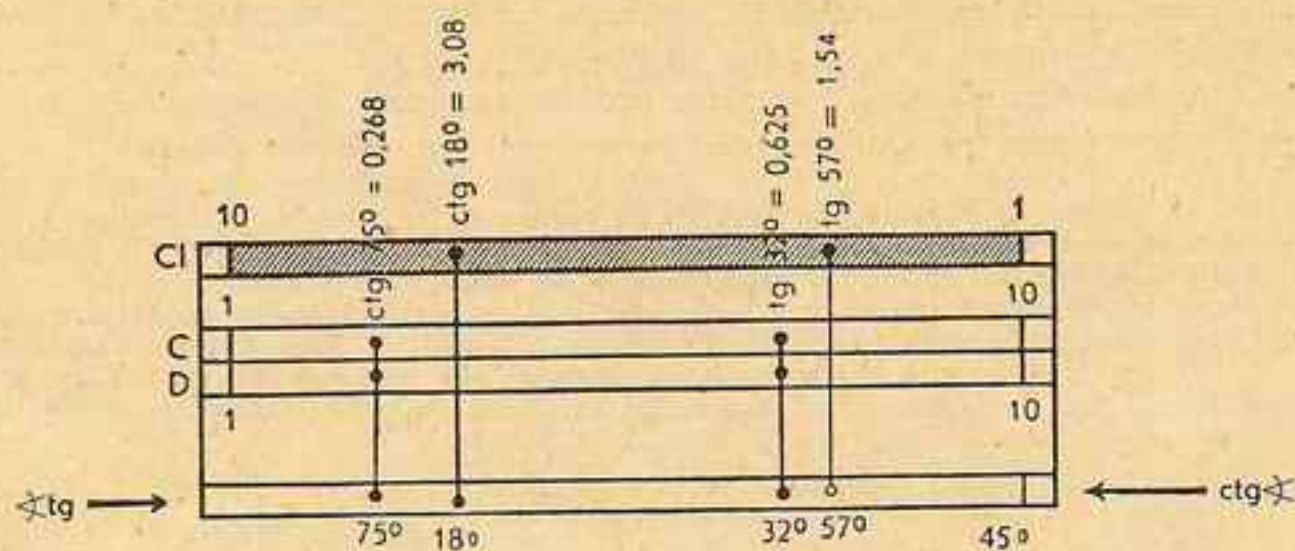


Fig. 16

## Funciones de ángulos pequeños

Para leer los valores de las funciones trigonométricas de los ángulos menores de  $5,8^\circ$ , se hace uso de las relaciones:

$$\operatorname{sen} \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \operatorname{arc} \alpha = \frac{\pi}{180} \alpha = \varrho \cdot \alpha = 0,01745 \cdot \alpha.$$

En el valor 1-7-4-5 se verá grabado el valor de marcación  $\varrho$ , de modo que se puede leer según va ilustrado en la figura 17:

$$\operatorname{sen} 3^\circ \approx \operatorname{tg} 3^\circ \approx \operatorname{arc} 3^\circ = 0,0524.$$

16

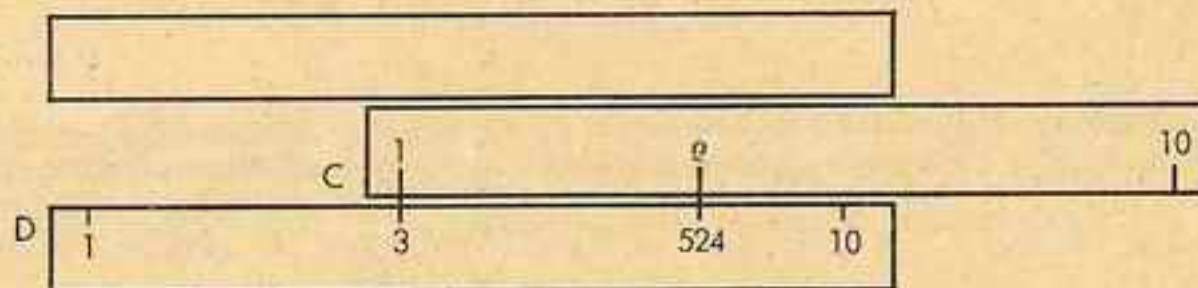


Fig. 17

Colóquese el principio de la reglilla C 1 encima de D 3 y bajo el signo  $\varrho$  se lee en D el resultado 0,0524.

Ejemplos:

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} 2,5^\circ &\approx \operatorname{tg} 2,5^\circ \approx \operatorname{arc} 2,5^\circ = 0,0436 \\ \operatorname{sen} 0,0052^\circ &\approx \operatorname{tg} 0,0052^\circ \approx \operatorname{arc} 0,0052^\circ = 0,0000907 \\ \operatorname{sen} 0,4^\circ &\approx \operatorname{tg} 0,4^\circ \approx \operatorname{arc} 0,4^\circ = 0,00698 \end{aligned}$$

En cálculos de series se efectúa el ajuste de C 1 encima de  $\varrho$ , leyendo el resultado en D bajo el valor del ángulo.

Para hallar el coseno de un ángulo pequeño, se emplea la siguiente relación:

$$\cos \alpha \approx 1 - 2 \cdot \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2} \approx 1 - \frac{(\operatorname{arc} \alpha)^2}{2} \approx 1 - 1,52 \cdot 10^{-4} \alpha^2$$

Para la cotangente:  $\cotg \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \approx \frac{1}{\operatorname{arc} \alpha} \approx \frac{57,3}{\alpha}$

$$\text{Ejemplos: } \cos 1,5^\circ \approx 1 - \frac{\operatorname{arc} 1,5^2}{2} \approx 1 - \frac{0,0262^2}{2} = 1 - \frac{0,000686}{2} = 1 - 0,000343 = 0,999657$$

El principio de la reglilla C 1 encima de D 1,5°, debajo de  $\varrho$  se lee en D 0,0262 y encima en A se obtiene el cuadrado 0,000686.

$$\cotg 2,7^\circ = \frac{57,3}{2,7} = 21,2 \text{ (división sencilla)}$$

Para calcular las funciones del coseno y cotangente de ángulos mayores de  $84,5^\circ$  puede emplearse igualmente la marca  $\varrho$ .

$$\text{Ejemplo: } \cos 88^\circ = \operatorname{sen} 2^\circ \approx \operatorname{arc} 2^\circ \approx \varrho \cdot 2 = 0,0349 \quad \cotg 86,5^\circ = \operatorname{tg} 3,5^\circ \approx \operatorname{arc} 3,5^\circ \approx \varrho \cdot 3,5 = 0,0612$$



## Cálculo con las escalas trigonométricas

Si deseamos pasar del seno de un ángulo a su coseno correspondiente (o viceversa), no se necesita leer el ángulo. En **D** y **P** se encuentran uno bajo el otro estos valores. También nos ahorramos la lectura al pasar de la tangente a la cotangente, dado que estos valores están uno bajo el otro en **C** y **CI**. Solamente si se desea pasar del seno o coseno a la tangente o cotangente, ha de leerse el ángulo.

Puesto que al leer las funciones, estas se pueden conservar en **D** o en **CI**, puede proseguirse inmediatamente en muchos casos con multiplicaciones y divisiones. Solamente cuando la lectura se realiza en **P**, ha de pasarse el valor a las escalas principales.

Otros ejemplos de aplicación de las escalas trigonométricas y pitagóricas en el triángulo rectángulo.

1er Ejemplo: Dado  $a = 3$ ;  $b = 4$

Hallar:  $c$  y  $\alpha$

Fórmula: para  $a < b$ :  $a \cdot \frac{1}{b} = \operatorname{tg} \alpha$ ;  $a \cdot \frac{1}{c} = \operatorname{sen} \alpha$ ;

C 1 encima de D 3, el cursor encima de CI 4, leyendo para  $\alpha$  en la escala de tangentes el valor de 36,87. El cursor se desliza a 36,87 de la escala de senos y se lee en CI el valor de 5 para  $c$ .

2º Ejemplo: Dado  $a = 8$ ;  $b = 20$

Hallar:  $c$  y  $\alpha$

C 10 encima de D 8, el cursor a CI 20, leyendo para  $\alpha$  en la escala de tangentes el valor de 21,8. Se coloca el cursor sobre 21,8 de la escala de senos y se lee para  $c$  el valor de 21,55 para CI.

3er Ejemplo: Dado  $a = 20$ ;  $b = 8$

Hallar:  $c$  y  $\alpha$

Fórmula: para  $a > b$ :  $b \cdot \frac{1}{a} = \operatorname{cotg} \alpha$ ;  $b \cdot \frac{1}{c} = \cos \alpha$ ;

C 10 encima de D 8, el cursor encima de CI 20, leyendo para  $\alpha$  en la escala de cotangentes (cifras en rojo) el valor de 68,2. Se coloca el cursor sobre el valor de 68,2 de la escala de cosenos (cifras en rojo) y se lee en CI para  $c$  el valor de 21,55.

4º Ejemplo: Dado  $c = 5$ ;  $\alpha = 36,87^\circ$

Hallar:  $a$  y  $b$

Fórmula:  $a = c \cdot \operatorname{sen} \alpha$ ;  $b = c \cdot \cos \alpha$ .

C 5 encima de D 10, el cursor encima de 36,87 de la escala de senos, leyendo en C el valor de 3 para  $a$ . Al mismo tiempo se lee en la escala P para  $\cos \alpha$  el valor de 0,8 y se lleva el cursor a D 8. Se lee en la escala C para  $b = 4$  como valor final.

18

5º Ejemplo: Dado  $c = 21,54$ ;  $b = 20$

Hallar:  $a$  y  $\alpha$

C 2154 encima de D 10, el cursor sobre C 2 (para  $b = 20$ ) y se lee en la escala de cosenos para  $\alpha$  el valor de 21,8º y al mismo tiempo en la escala P el valor 0,372. Se desliza la reglilla en toda su longitud a la izquierda. Se lleva el cursor a D 0,372 y se lee en C para  $a$  el valor 8.

## Las escalas exponenciales (escalas log-log)

LL<sub>1</sub> de 1,01 a 1,12 = 1ª línea

LL<sub>2</sub> de 1,1 a 3,2 (respect. 3,1) = 2ª línea

LL<sub>3</sub> de 2,5 a 10<sup>5</sup> = 3ª línea

$a^{10}$

Estas escalas tienen una aplicación muy variada. En las operaciones en serie se recomienda trabajar con la reglilla invertida. En tal caso se deslizan las tres líneas de la escala exponencial entre las escalas **A** y **D**. Están ordenadas de modo que el paso de una línea a la inmediatamente inferior eleva el número a la décima potencia, en cambio el paso a la línea situada encima presenta la raíz décima. Abajo se han resumido detalladamente las posibilidades de operación:

Ejemplos:  $1,204^{10} = 6,4$

$1,035^{10} = 1,41$

$\sqrt[10]{75} = 1,54$

$\sqrt[10]{1,248} = 1,0224$

Paso de la línea 2 a la 3

Paso de la línea 1 a la 2

Paso de la línea 3 a la 2

Paso de la línea 2 a la 1

$\sqrt[10]{a}$

Estos ejemplos indican, que en la escala log-log es de gran importancia la colocación de la coma en la misma.



## Las potencias del número "e" $\approx 2,718$

Los exponentes han de fijarse en la escala **D**. Si se ponen en relación con la línea  $LL_3$  de la escala log-log, ha de leerse la numeración de 1 a 10; al hacerlo con la línea  $LL_2$ , se lee de 0,1 a 1, y en la línea superior  $LL_1$ , de 0,01 a 0,1. Ha de tomarse nota de que los cálculos expuestos más abajo no se pueden realizar con reglilla en posición normal, en las reglas de cálculo 67/54 R.

### Reglilla en posición normal (no con 67/54 R)

Se hace coincidir **C** 1,61 con un extremo de la escala **D**, por ejemplo, en **D** 1. A continuación se invierte la regla de cálculo y se lee bajo la rayita de lectura de la izquierda el resultado final 5 en la línea  $LL_3$ .

Ejemplo:  $e^{1,61} = 5$

Se hace coincidir **C** 61, que ha de valer en este ejemplo 0,61, sobre un extremo de la escala **D**, así por ejemplo, en **D** 10. A continuación se invierte la regla de cálculo y se lee bajo la rayita de lectura de la derecha el resultado 1,84 en  $LL_2$ .

Ejemplo:  $e^{0,61} = 1,84$

Se hace coincidir **C** 29, que ha de valer ahora 0,029, con un extremo de la escala **D**, así por ejemplo, en **D** 1. A continuación se invierte la regla de cálculo y se lee bajo la rayita de lectura de la izquierda el resultado final 1,0294 en  $LL_1$ .

Ejemplo:  $e^{0,029} = 1,0294$

Si el exponente de la potencia es negativo, se emplea la fórmula  $e^{-n} = \frac{1}{e^n}$ , es decir, se calcula primeramente con "n" positivo, hallando después el valor recíproco.

### Reglilla invertida

Se coloca la reglilla en su posición primitiva, se lleva el cursor sobre **D** 1,61 y se lee el resultado final 5 en  $LL_3$ .

Se coloca la reglilla en su posición primitiva y el cursor sobre **D** 61, que ha de valer ahora 0,61 y se lee a continuación en  $LL_2$  el resultado final 1,84.

Se coloca la reglilla en su posición primitiva, el trazo del cursor sobre **D** 29, que posee ahora el valor 0,029 y se lee en  $LL_1$  el resultado 1,0294.

## La raíz del número "e"

Ejemplo:  $\sqrt[4]{e} = e^{0,25} = 1,284$

Si se escribe la raíz como potencia con el exponente en forma recíproca, resolveremos el problema como sigue.

### Reglilla en posición normal (no con 67/54 R)

Se hace coincidir **C** 4 con un extremo de la escala **D**, p.ej. **D** 1. A continuación se invierte la regla de cálculo y se lee bajo la rayita de lectura de la izquierda en la línea central  $LL_2$  el resultado 1,284. Un cálculo aproximado nos indicará la línea que tendremos que emplear.

### Reglilla invertida

Se hace coincidir **C** 4 con una de las dos rayitas de lectura, digamos por ejemplo, con la de la izquierda. Entonces encontraremos encima de **D** 1 en la línea central  $LL_2$  el resultado 1,284.

Este problema puede resolverse también, si la marca "e" de la derecha o de la izquierda se fija sobre **D** 4. Encima de **D** 1 o **D** 10 respect. se encuentra en la línea  $LL_2$  el valor 1,284.

## Los logaritmos naturales

Se hallan los logaritmos naturales al pasar inversamente de las escalas log-log a las escalas **D** o **C**.

Ejemplo:  $\ln 25 = 3,22$

### Reglilla en posición normal (no con 67/54 R)

Se desplaza la reglilla tanto a la derecha, hasta que aparezca el número 25 (en línea inferior  $LL_3$ ) debajo de la rayita de lectura. Invirtiendo entonces la regla de cálculo, se lee sobre **D** 10 las cifras 3-2-2. Puesto que se ha empleado  $LL_3$ , obtenemos  $\ln 25 = 3,22$ . Igualmente se puede efectuar la lectura en la parte de la izquierda. El resultado se lee en tal caso encima de **D** 1.

### Reglilla invertida

Se coloca la reglilla en su posición primitiva. Se lleva el cursor al 25 de la línea  $LL_3$  y se lee en **D**  $\ln 25 = 3,22$ . En esta posición se obtiene, por tanto, una tabla de logaritmos naturales. Los movimientos de la reglilla se hacen innecesarios.



Ejemplo:  $\ln 1,31 = 0,27$

#### Reglilla en posición normal (no con 67/54 R)

Se desplaza la reglilla tanto a la izquierda hasta coincidir el número 1,31 (en  $LL_2$ ) con la rayita de la lectura. Invertiendo la regla de cálculo, se lee encima de **D** 1 las cifras 2-7. Al aplicar la línea central  $LL_2$ , ha de leerse como 0,27. Igualmente puede efectuarse la lectura en la parte de la derecha.

#### Reglilla invertida

Se hace coincidir el trazo del cursor con el número 1,31 en  $LL_2$  y se lee en **D** las cifras 2-7, lo que significa que el resultado es 0,27.

Ejemplo:  $\ln 1,0144 = 0,0144$

Se procede de la misma manera, pero las cifras leídas en **D** 1-4-4 han de interpretarse como 0,0144, ya que se ha hecho uso de la línea  $LL_1$ .

Los logaritmos naturales de los números menores que la unidad, se encuentran de acuerdo con la relación:

$$\ln a = - \ln \frac{1}{a}$$

$$\text{por ejemplo: } \ln 0,215 = - \ln \frac{1}{0,215} = - \ln 4,65 = -1,54.$$

## Los logaritmos decadarios

**lg a**

Para poder leer los logaritmos decadarios mediante la escala exponencial, se invierte la reglilla y se desplaza tanto a la izquierda, hasta que coincida  $LL_3$  10 con **D** 1. Luego leeremos:

$$\lg 10 = 1;$$

$$\lg 200 = 2,301$$

$$\lg 2 = 0,301$$

$$\lg 100 = 2;$$

$$\lg 20 = 1,301$$

$$\lg 1,1 = 0,0414.$$

$$\lg 1000 = 3$$

Las características, por tanto, se leen al mismo tiempo. Una regla para la coma:

Partiendo de las escalas

se dividen las cifras de **D** por:

$LL_3$   
1

$LL_2$   
10

$LL_1$   
100.

22

Al coincidir  $LL_3$  con **D** 10, en vez de con **D** 1, habrá que leer en su debida relación

pero ha de dividirse en

por

$LL_3$   
10

$LL_2$   
100

$LL_1$   
1000.

Ejemplos:

$$\lg 5,5 = 0,740;$$

$$\lg 1,183 = 0,073;$$

$$\lg 1,0156 = 0,0067.$$

El procedimiento es bastante cómodo, especialmente para números pequeños.

Desde luego, se pueden obtener también (excepto con el 67/54 R) los logaritmos decimales sin invertir la reglilla con tal de fijar en la mirilla indicadora derecha o izquierda la base 10 de la escala  $LL_3$ , llevando el trazo del cursor a **C** 1 o **C** 10 respectivamente.

Después de ajustar la longitud del número deseado en la mirilla indicadora por desplazamiento de la reglilla, se puede leer en la escala **C** bajo el trazo del cursor el logaritmo.

## Logaritmos de base cualquiera

Se coloca, con la reglilla invertida, la base en la escala **LL** correspondiente encima de **D** 1 (o **D** 10 respect.) y se lee entonces debajo del número en **LL** el logaritmo en **D**.

$$\text{Por ejemplo: } \log^5 25 = 2$$

$$\log^{20} 400 = 2$$

$$\log^5 230 = 3,38$$

$$\log^{20} 1,82 = 0,2$$

Sin invertir la reglilla se puede operar en sentido análogo al párrafo anterior, colocando en lugar de la base 10 la base deseada (no con 67/54 R).



## Potencias

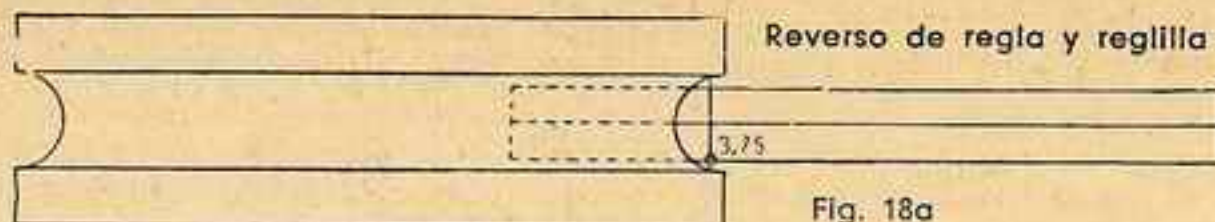


Fig. 18a

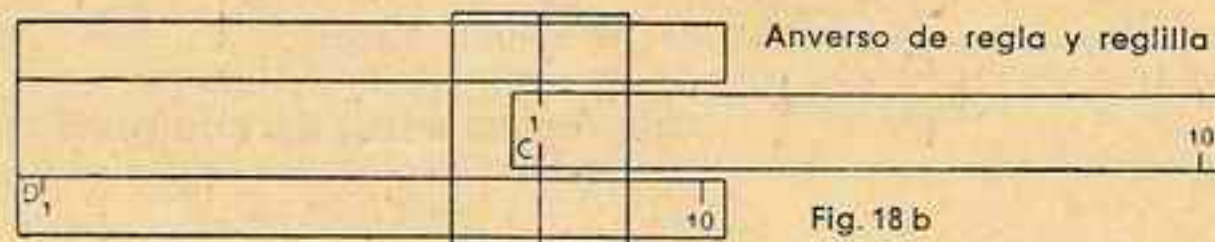


Fig. 18 b

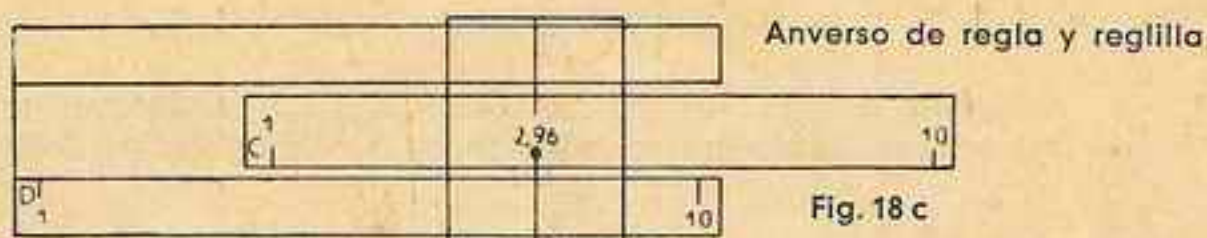


Fig. 18 c

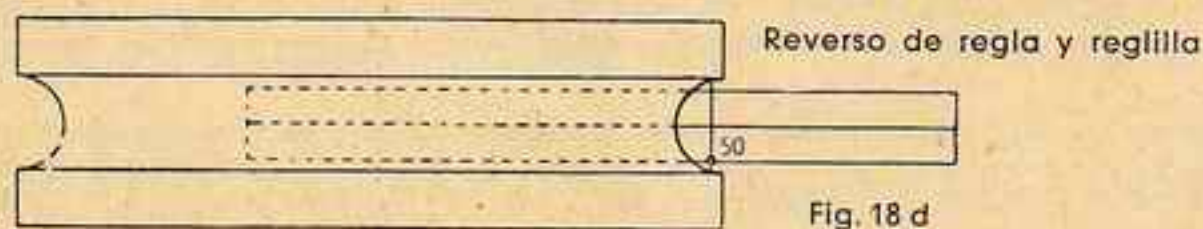


Fig. 18 d

Ejemplo:  $3,75^{2,96} = 50$

**Reglilla en posición normal**  
(no con 67/54 R)

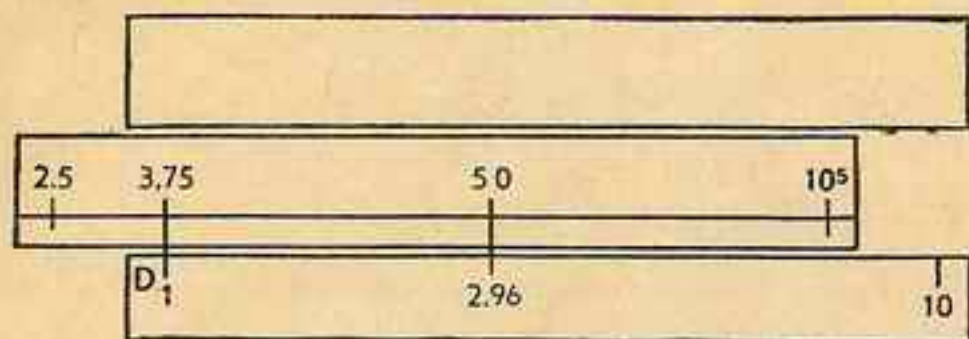
Se desplaza la reglilla tanto hacia la derecha, hasta que aparezca el número 3,75 debajo de la rayita de lectura en la escala LL<sub>3</sub> (Fig. 18a). Entonces se desplaza el cursor a C 1 (Fig. 18 b) y se corre C 296 hasta coincidir con el trazo del cursor, teniendo que desplazar la reglilla, para esta operación, a la izquierda (Fig. 18 c). Dando vuelta la regla, se encuentra bajo la rayita de lectura el resultado 50 (Fig. 18 d).

Ejemplo:

Se desea conocer la compresión  $p$  de un motor monocilíndrico de gas de alumbrado, de cuatro tiempos, cuya presión de aspiración es  $p = 0,95$  atm, relación de compresión  $\epsilon = 4,7$  y su exponente de los politropos  $n = 1,35$ .

$$= 0,95 \cdot 4,7^{1,35} = 0,95 \cdot 8,065 = 7,66 \text{ atm.}$$

24



Anverso  
de la regla

Reverso  
de la reglilla

Fig. 19

**Reglilla invertida**

Se desliza 3,75 (en la escala LL<sub>3</sub>) encima de D 1, se desplaza el trazo de cursor encima de D 296 y se lee directamente encima el resultado 50.

**Reglilla en posición normal** (no con 67/54 R)

**Reglilla invertida**

Ejemplo:  $1,89^{6,05} = 47,1$

Se desplaza la reglilla tanto hacia la derecha, hasta que aparezca 1,89 bajo la rayita de lectura. Luego se desliza el cursor a C 1 y se lleva C 605 bajo el trazo del cursor; si ahora se invierte de nuevo la regla de cálculo, se encuentra el resultado bajo la rayita de lectura izquierda. Durante la potenciación se ha pasado de LL<sub>2</sub> a LL<sub>3</sub>.

Con ayuda del cursor se coloca 1,89 encima de D 10; al desplazar el cursor a D 605, se encuentra encima el resultado 47,1. El paso de LL<sub>2</sub> a LL<sub>3</sub> resulta más claro en este procedimiento.

Ejemplo:  $1,0525^{29,4} = 4,5$

Se desliza la reglilla tanto hacia la derecha, hasta que coincida 1,0525 con la rayita de lectura. Entonces se lleva el trazo de cursor a C 1 y se corre C 294 debajo del trazo del mismo. Si ahora se invierte la regla, se encuentra el resultado 4,5 debajo de la rayita de lectura.

Con ayuda del trazo del cursor se coloca 1,0525 encima de D. Si se corre entonces el cursor a D 294, se encuentra encima en la escala log-log el resultado de 4,5.

En este ejercicio se ha pasado de LL<sub>1</sub> a LL<sub>3</sub>. Con exponente 2,94 el paso hubiese sido solamente a LL<sub>2</sub> (resultado 1,1623).

25



Ejercicio:  $25,6^{0,6} = 6,99$

Se desplaza la reglilla hacia la izquierda hasta coincidir 25,6 con la rayita de lectura. Se lleva el cursor a C 10 y se corre C 6 debajo del trazo de cursor. El resultado 6,99 se puede leer, con la regla invertida, bajo la rayita de lectura izquierda.

Se coloca LL<sub>1</sub> 25,6 encima de D 10 y se lee en D 6 el valor de 6,99.

Con exponente de orden elevado, se descompone éste según la siguiente fórmula:

$$a^p = a^{m+n} = a^m \cdot a^n$$

Ejemplo:  $1,44^{33} = 1,44^{17+16} = 1,44^{17} \cdot 1,44^{16} = 168\,300$

No se presentan dificultades en la lectura de las escalas LL, ya que siempre se puede calcular aproximadamente el resultado.

Si la base se encuentra entre 0 y 1, se emplea

$$a^n = \frac{1}{\left(\frac{1}{a}\right)^n}$$

y se establece al final el valor recíproco.

Ejemplo:  $0,16^{2,4} = 0,0123$

$$0,16^{2,4} = \frac{1}{\left(\frac{1}{0,16}\right)^{2,4}} = \frac{1}{6,25^{2,4}} = \frac{1}{81,3} = 0,0123$$

En la elevación de potencias con exponente racional, como p.ej.

$$0,75 = \frac{3}{4}; \quad 0,8 = \frac{4}{5} \text{ etc., se puede emplear la fórmula}$$

$$(a \cdot 10^n)^{\frac{m}{n}} = a^{\frac{m}{n}} \cdot 10^m \quad \text{ó} \quad a^{\frac{m}{n}} = \frac{(a \cdot 10^n)^{\frac{m}{n}}}{10^m}$$

muy favorablemente, operándose, con el empleo habitual de las escalas LL, con un número base ampliado en una o más décadas. Ha de tenerse solamente en cuenta, que de un grupo de cifras n de la base, se obtiene en el resultado un grupo de cifras m.

Por ejemplo:  $0,16^{0,75} = 0,16^{\frac{3}{4}} = \frac{(0,16 \cdot 10000)^{\frac{3}{4}}}{1000} = \frac{1600^{0,75}}{1000} = \frac{252}{1000} = 0,252$  o bien,  $0,1600^{\frac{3}{4}} = 0,252$   
grupo de 4 cifras (cifras n)      grupo de 3 cifras (cifras m)

Otros ejemplos:

Ejercicio:

$$\underbrace{0,0001}_4^{60,75} = \underbrace{0,001}_3{422}$$

$$\underbrace{0,100}_3^{0,667} = \underbrace{0,21}_2{6}$$

$$\underbrace{0,37500}_5^{0,6} = \underbrace{0,555}_3$$

$$\underbrace{4\,7000}_4 = \underbrace{6\,92000}_5$$

Ajuste:

$$1,6^{0,75} = 1,422$$

$$100^{0,667} = 21,6$$

$$37500^{0,6} = 555$$

$$4,7^{1,25} = 6,92$$

## Raíces con exponentes quebrados

Si reducimos los exponentes de las raíces a exponentes de potencia mediante la escala recíproca, podemos resolver los problemas como se ha explicado más arriba. Pero también se puede llegar al mismo resultado sin emplear esta reducción.

Reglilla en posición normal (no con 67/54 R)

Reglilla invertida

Ejemplo:  $\sqrt[4]{23} = 2,04$

Se desplaza la reglilla tanto a la derecha, hasta que aparezca el 23 debajo de la rayita de lectura. A continuación se traslada el cursor a CI 10 y se coloca CI 44 debajo del trazo del cursor. Se invierte la regla de cálculo, encontrándose el resultado 2,04 debajo de la rayita de lectura de la derecha.

Se traslada el cursor hasta marcar D 44, se hace coincidir el número 23 de la escala log-log con el trazo de dicho cursor y se lee en LL<sub>2</sub> el resultado de 2,04.

