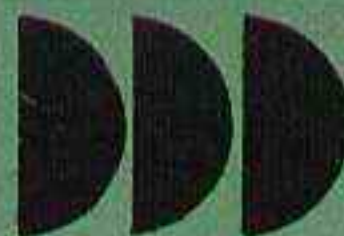
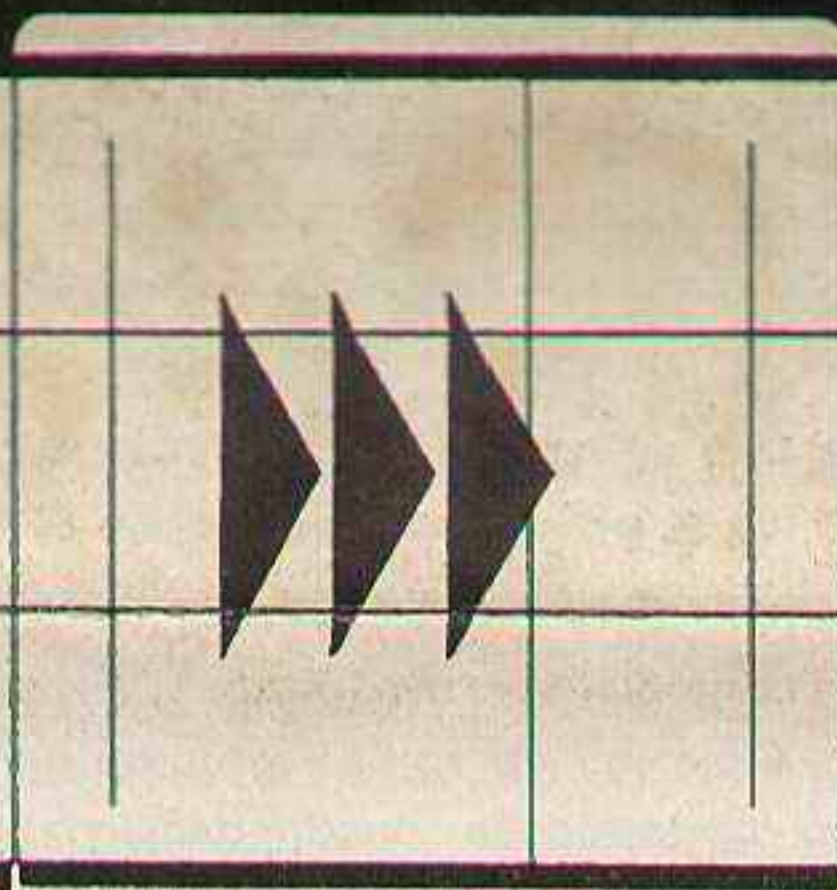
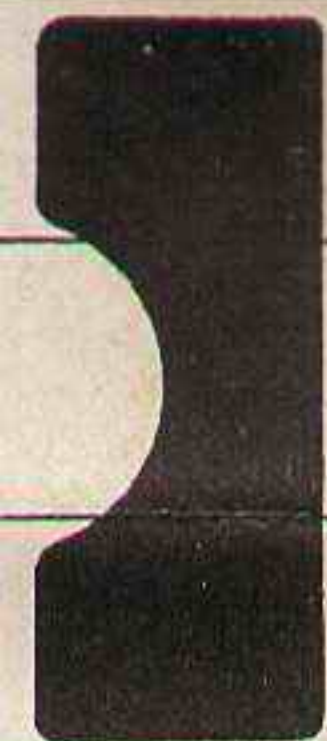




INSTRUCCIONES

Reglas de cálculo
de precisión

Novo-Biplex
No. 2/83 62/83



Instrucciones para la regla de cálculo doble Castell-Novo-Biplex

La regla de cálculo "CASTELL-Novo-Biplex" es preferida, ante todo, por ingenieros y técnicos de actividad científica, los cuales exigen el máximo de tales reglas de cálculo y desean una exactitud de cálculo aumentada. La regla está constituida bilateralmente y representa una modificación de la conocida CASTELL-Biplex nº 2/82 con vista a los cálculos prácticamente más usuales. Se ha dado especial importancia a una disposición ideal de escalas.

Por haberse incorporado una escala fraccionada de 50 cm (escalas de raíces W_1 , W_1' , W_2 , W_2') se aumenta considerablemente la exactitud en las operaciones de cálculo más importantes.

Las escalas de funciones angulares están dispuestas en forma ampliada, de modo que sirve una pauta de cálculo uniforme para todas las funciones trigonométricas. Con ayuda de marcas de corrección especiales dentro de la escala de arcos se amplía el campo total de 3° a 87° , es decir, la exactitud de la regla de cálculo de tres cifras absolutas puede aprovecharse por completo al utilizar las escalas de funciones angulares (v. pág. 26).

Escalas de la regla de cálculo

Todas las escalas están en relación con las escalas básicas C y D y llevan en el extremo derecho de la regla la fórmula matemática referida a los valores numéricos de las escalas básicas.

El cursor, que abraza por completo la regla, permite la continuidad de una operación de cálculo a través de todas las escalas del anverso y reverso de la regla.

2

El **anverso** lleva las siguientes escalas:

Escala cúbica	K	x^3	} cuerpo superior
1ª escala de tangentes	T ₁	$\triangleleft \tan 0,1 x \text{ (cot)}$	
2ª escala de tangentes	T ₂	$\triangleleft \tan x \text{ (cot)}$	
Escala fija desplazada en π	DF	πx	
Escala móvil desplazada en π	CF	πx	} reglilla
Escala recíproca desplazada en π	CIF	$1 : \pi x$	
Escala básica recíproca	CI	$1 : x$	
Escala básica móvil	C	x	
Escala básica fija	D	x	} cuerpo inferior
Escala de arcos de ángulos pequeños	ST	$\triangleleft \text{arc } 0,01 x$	
Escala de senos	S	$\triangleleft \text{sen } 0,1 x \text{ (cos)}$	
Escala pitagórica	P	$\sqrt{1 - (0,1 x)^2}$	

El **reverso** lleva las siguientes escalas:

Escalas exponenciales para exponentes negativos	{	LL ₀₃	e^{-x}	} cuerpo superior
		LL ₀₂	$e^{-0,1 x}$	
		LL ₀₁	$e^{-0,01 x}$	
2ª escala fija de raíces		W _{2'}	$\sqrt[10]{x}$	
2ª escala móvil de raíces	{	W ₂	$\sqrt[10]{10 x}$	} reglilla
Escala de mantisas logarítmica		L	$\lg x$	
Escala móvil básica		C	x	
1ª escala móvil de raíces		W _{1'}	\sqrt{x}	
1ª escala fija de raíces	{	W ₁	$\sqrt[10]{x}$	} cuerpo inferior
Escalas exponenciales para exponentes positivos		LL ₁	$e^{0,01 x}$	
		LL ₂	$e^{0,1 x}$	
		LL ₃	e^x	

3

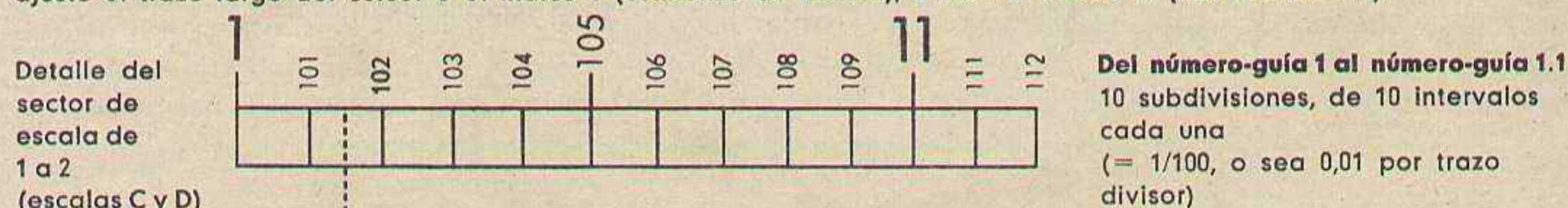
Lectura de las escalas de 25 cm de longitud en 2/83: C, D, CF, DF, CI, CIF y en 62/83: W, W₁, W₂, W₂'

Tómese nota de que:

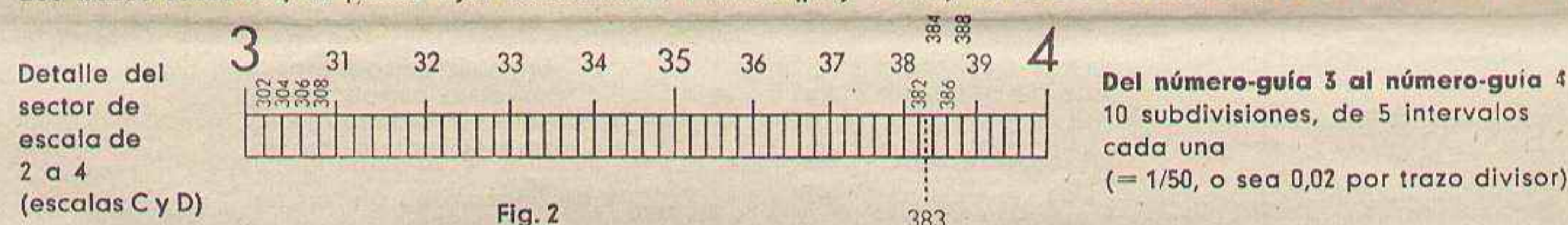
La regla de cálculo no indica el orden de magnitud de una cifra. Así, p.ej., la cifra 6, marcada en la regla, puede significar 6; 0,6; 60; 600; 6000; 0,006, etc.* La posición de la coma decimal se halla posteriormente a base de un cálculo aproximado con números redondeados. En la mayoría de los problemas prácticos es conocida de antemano la posición de la coma, de modo que huelga anotar otras reglas sobre este punto. Como mejor se aprende la formación de las escalas, es, fijándose en las dos escalas básicas C y D. Al dominar sus subdivisiones, se comprenden también fácilmente las escalas restantes.

Todas las escalas marcadas en rojo van en sentido contrario (recíprocas), de derecha a izquierda, o bien, se trata de subdivisiones supletorias, que permiten seguir operando en valores límites, que se encuentran en posición inferior a 1 (comienzo de la escala) o superior a 10 (final de la escala).

Veamos ahora las escalas básicas C y D en el anverso de la regla, empleando para los ejercicios de lectura y ajuste el trazo largo del cursor o el índice 1 (comienzo de escala), o bien el índice 10 (final de escala).



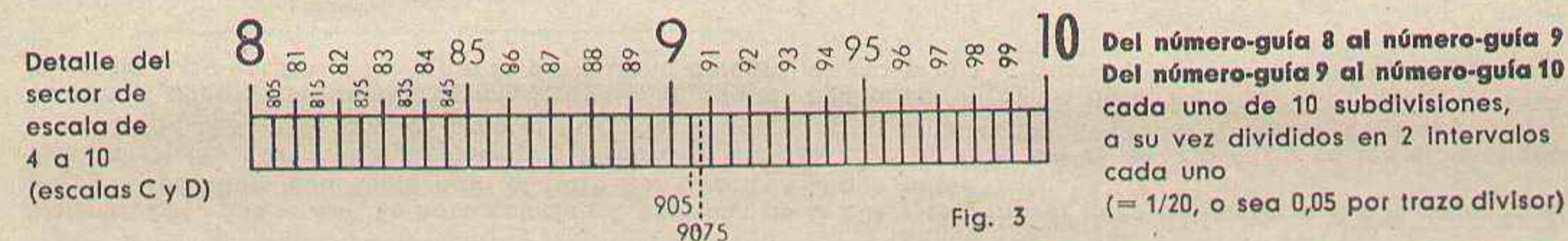
Aquí pueden leerse, sin más, exactamente 3 cifras (p.ej. 1-0-1). **Dividiendo en dos secciones iguales** la distancia entre dos trazos sucesivos, se puede fijar exactamente 4 cifras (p.ej. 1-0-1-5). En este caso es siempre un 5 la última cifra.



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

* Con excepción de las escalas exponenciales (v. pág. 21).

4



Aquí pueden leerse exactamente 3 cifras, si la cifra en último lugar es un 5 (9-0-5). Dividiendo en dos secciones iguales los espacios intermedios, se obtienen hasta 4 cifras exactas. La cifra en último lugar es también en este caso un 5 (9-0-7-5).

Lectura de las escalas de 50 cm de longitud W, W₁, W₂, W₂' en 2/83

Estas escalas están dispuestas en las ranuras de la reglilla en el reverso de la regla y van abajo de 1 a 3,3 y arriba de 3 a 10. Su empleo garantiza una mayor exactitud. Desde luego, varían las subdivisiones con relación a las escalas de 25 cm de longitud.

Sector de escala de 1 a 2

Este sector está primeramente dividido en diez subdivisiones marcadas con 1,1, 1,2, 1,3, 1,4... hasta 1,9. Cada una de estas subdivisiones está dividida, a su vez, en diez intervalos; éstos ya no están marcados con números, dado que falta espacio para ello. Entre dichos intervalos se ha anotado finalmente, con un pequeño trazo, el centro. Se puede leer: 1-1-2-5; 1-3-1-5; 1-4-4-5; 1-5-2-5; 1-7-1-5... 1-9-7-5.

Sector de escala de 2 a 5

Aquí también se ha formado la primera subdivisión de décimas, sólo que, con excepción de los valores 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 y 5, no se han anotado los números. Las décimas restantes ha de reconocerlas uno mismo, es decir, los valores 2,1; 2,2; 2,3... hasta 4,7; 4,8; 4,9.

Entre estas últimas décimas se han marcado también sus correspondientes valores decimales, pero el centro entre ellos ya no está denominado. Se tiene, pues, comenzando por el 2 y sin emplear la coma, los siguientes valores: 2-0-0; 2-0-1; 2-0-2; 2-0-3; 2-0-4; 2-0-5; 2-0-6; etc. hasta 4-9-7; 4-9-8; 4-9-9; 5-0-0.

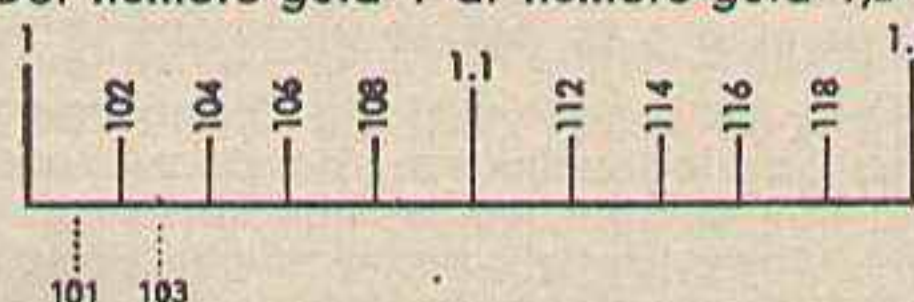
En el sector de escala de 5 a 10 se han anotado primeramente los valores decimales; pero entre éstos solamente los quintos. Se tiene, por tanto, comenzando con el 5, los siguientes trazos a disposición: 5-0-0, 5-0-2, 5-0-4, 5-0-6, 5-0-8, 5-1-0, 5-1-2 etc. hasta 9-9-6, 9-9-8, 1-0-0.

5

Lectura de las escalas de 12,5 cm de longitud en 62/83: C, D, CF, DF, CI, CIF

Detalle del margen de escala de 1 a 2

Del número-guía 1 al número-guía 1,2



Aquí pueden leerse con exactitud tres cifras. Dividiendo en dos secciones iguales las distancias entre dos trazos consecutivos, se obtienen los números impares (101, 103, etc.).

Detalle del margen de escala de 2 a 5

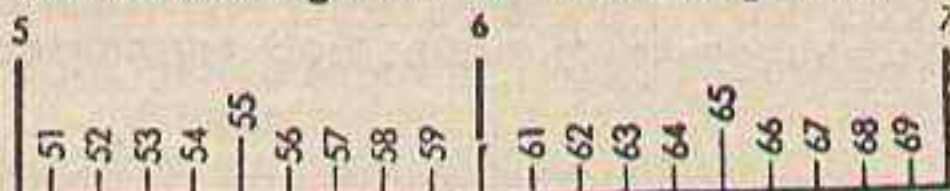
Del número-guía 2 al número guía 3



Aquí pueden leerse también con exactitud tres cifras, si la cifra final es un 5.

Detalle del margen de escala de 5 a 10

Del número-guía 5 al número-guía 7



Aquí se pueden leer exactamente dos cifras, estando marcadas por sus correspondientes divisiones.

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.

Multiplicación

Se emplean, ante todo, las escalas principales C y D.



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

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

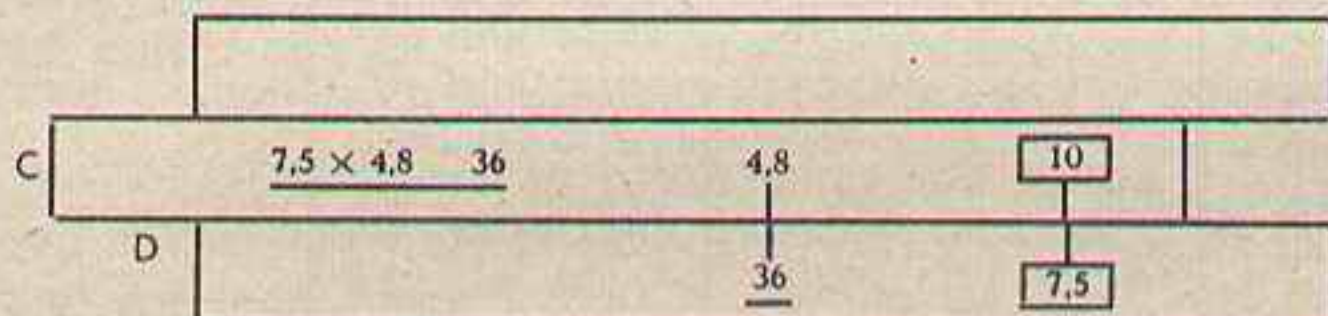
Ejemplo: $2,04 \cdot 3,18 = 6,49$. Se hace coincidir C 1 encima de D 2,04 y se corre el trazo del cursor a D 3,18, leyendo el resultado igualmente bajo el trazo del cursor en D que vale 6,49.

Ejemplo: $11,45 \cdot 4,22 = 48,3$. Se enrasa C 1 sobre D 11,45, se lleva el trazo del cursor a D 4,22 y se lee el resultado de 48,3 en D, también bajo el trazo del cursor.

Sucede al operar con las escalas inferiores C y D, que la reglilla, con el ajuste de C 1 encima del primer factor, en la escala D, se encuentre fuera por la parte de la derecha, de modo que el segundo factor no pueda ajustarse en C.

6

Desplazamiento total de la reglilla



En este caso se desliza la reglilla hacia la izquierda, hasta que se encuentre, en vez del comienzo de reglilla C 1, el final de la reglilla C 10 (marcado con 1) encima del primer factor en la escala D.

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

A esta forma de operar se le llama "desplazamiento total de la reglilla". Se puede evitar si, en caso necesario, se coloca en seguida C 10 (final de escala de la reglilla) encima del primer factor. Un operador avezado sabe inmediatamente, cuál de los ajustes ha de elegir, si "comienzo de reglilla C 1 encima del primer factor", o bien "final de reglilla C 10 encima del primer factor (C 10 denominado 1)".

Ejercicios: Ajuste "comienzo de reglilla C 1 encima del 1º factor": $1,82 \cdot 3,9 = 7,1$; $0,246 \cdot 0,37 = 0,091$; $213 \cdot 0,258 = 54,95$

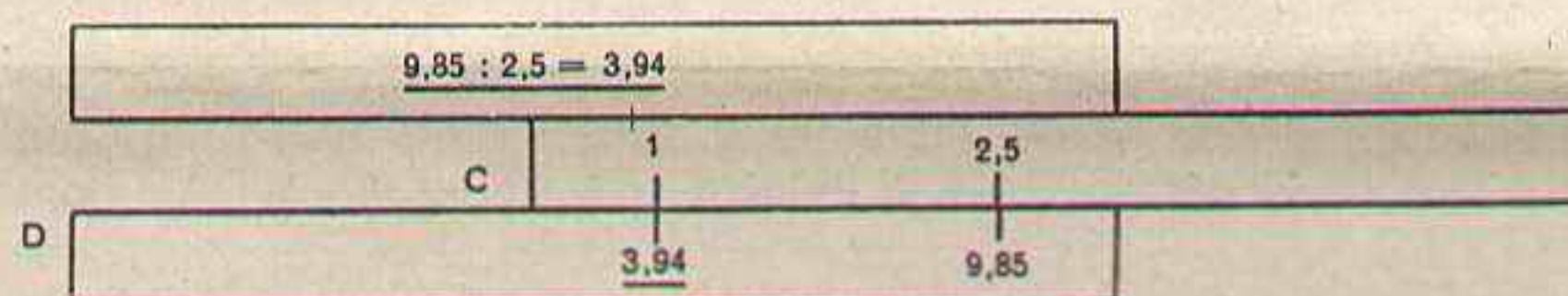
Ajuste "final de reglilla C 10 encima del 1º factor": $4,63 \cdot 3,17 = 14,68$; $0,694 \cdot 0,484 = 0,336$

El "desplazamiento total de la reglilla" no es necesario en las escalas desplazadas en π : CF y DF, al operar en conjunto con C y D. (Ver página 10).

División

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

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



Se desliza primero el trazo del cursor encima del dividendo 9,85, situado en la escala inferior del cuerpo de regla, y se lleva entonces el denominador 2,5 (de la escala C) bajo el mismo trazo del cursor. Ahora coinciden dividendo y divisor bajo el trazo del cursor, pudiendo leerse el resultado de 3,94 en la escala D debajo del comienzo de la reglilla C 1.

Ejercicios: $970 : 26,8 = 36,2$; $285 : 3,14 = 90,7$; $7500 : 835 = 8,98$; $0,685 : 0,454 = 1,509$; $68 : 258 = 0,264$.

7

Multiplicación y división combinada

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

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

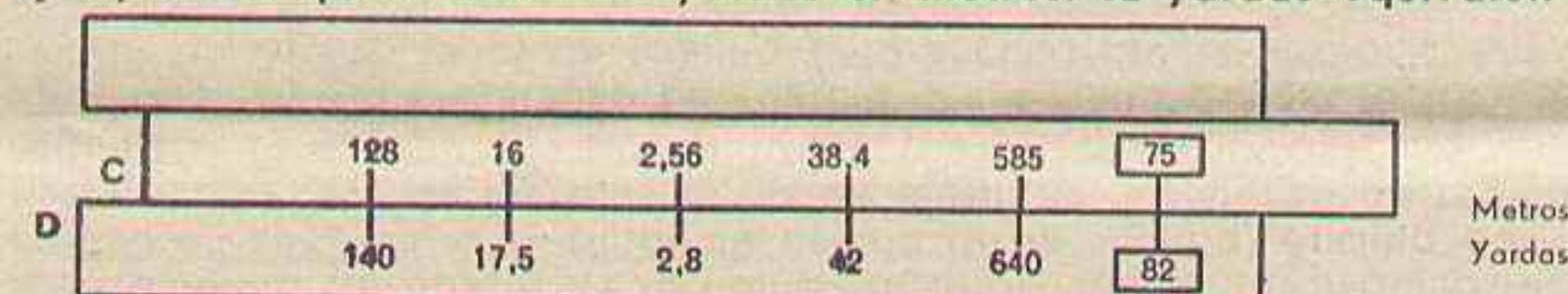
Se comienza siempre con la división, haciendo seguir multiplicación y división alternativamente. Los resultados intermedios no necesitan leerse. Primero se enfrentan D 1-3-8 y C 1-7-6 con ayuda del trazo del cursor (división). El resultado aproximado de 0,8 bajo C 10 en la escala D, queda sin leer y acto seguido se multiplica por 24,5, colocando el trazo del cursor sobre C 2-4-5. El resultado parcial (aprox. 1-9 en D) se divide en seguida por 29,6, sujetando el trazo del cursor y deslizando debajo de él C 2-9-6. Sigue la multiplicación del resultado (0,65 bajo C 10 en escala D) por 3-7-5 y finalmente la división por 4,96 del mismo modo. El resultado final puede leerse entonces en la escala D debajo de C 10.

Ejercicios: $\frac{38,9 \cdot 1,374 \cdot 16,3}{141,2 \cdot 2,14} = 2,883$; $\frac{1,89 \cdot 7,68 \cdot 8,76}{0,723 \cdot 4,76} = 36,95$

Formación de tablas

En la formación de tablas se ajusta la correspondiente paridad, pudiendo realizarse seguidamente conversiones de medidas, pesos y otras unidades con suma facilidad. Si, p.ej., es conocida la unidad de 1 pulgada (inch) = 25,4 mm, se enrasa C 1 con el valor correspondiente; es conocida la paridad, p.ej. 75 libras corresponden a 34 Kg, se enfrentan en C y D los dos valores.

Ejemplo: Se quiere convertir yardas en metros. 82 yardas equivalen a 75 metros.



Se coloca C 75 encima de D 82. Con ello se ha formado una tabla, pudiendo leerse: 42 yardas equivalen a 38,4 m; 2,8 yardas son 2,56 m; 640 yardas son 585 m; 16 m son 17,5 yardas; 128 m son 140 yardas, etc.

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

Ejercicios:

1 pulgada = 25,4 mm (paridad 26" = 66 cm). Punto C 1 (1 izquierdo de C) encima de D 2-5-4 (2-5-4 en D), leyendo con ayuda del trazo del cursor:
17 pulgadas = 43,2 cm
38 pulgadas = 96,5 cm

1 m de tela vale DM 45,—
Punto C 1 encima de D 45, leyendo con ayuda del trazo del cursor:
3,20 m tela valen DM 144,—
2,40 m tela valen DM 108,—

El valor del cambio de 1 \$ = DM 4,—
Punto C 10 encima de D 4-0-0, leyendo, con ayuda del trazo del cursor:
\$ 2,61 = DM 10,44
\$ 4,73 = DM 18,92

Si en la formación de las tablas no se pueden ajustar algunos valores y leerlos, porque la reglilla sale demasiado fuera, se opera con el "desplazamiento total de la reglilla", es decir, se "mantiene fijo el ajuste", enrasando el trazo del cursor con C 1. A continuación se desliza la reglilla totalmente, hasta que C 10 se encuentre en el lugar de C 1. (Véase también la formación de tablas con las escalas CF, DF, CIF en la pág. 10).

Operaciones con la escala recíproca CI

Está subdividida de 1 a 10 y corresponde, por tanto, a la formación de las escalas C y D, sin embargo, los números crecientes están anotados de derecha a izquierda y por ello está marcada en rojo. Su empleo facilita varias posibilidades operatorias.

1. Para buscar el valor recíproco $1 : a$ de un número dado a , se enrasa éste en C o CI, leyendo encima en CI o debajo en C, según el caso, el valor recíproco. La lectura se realiza sin desplazar la reglilla, es decir, sólo por ajuste del trazo del cursor.

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

2. También se puede **multiplicar** empleando las escalas D y CI (división con el valor recíproco = multiplicación).

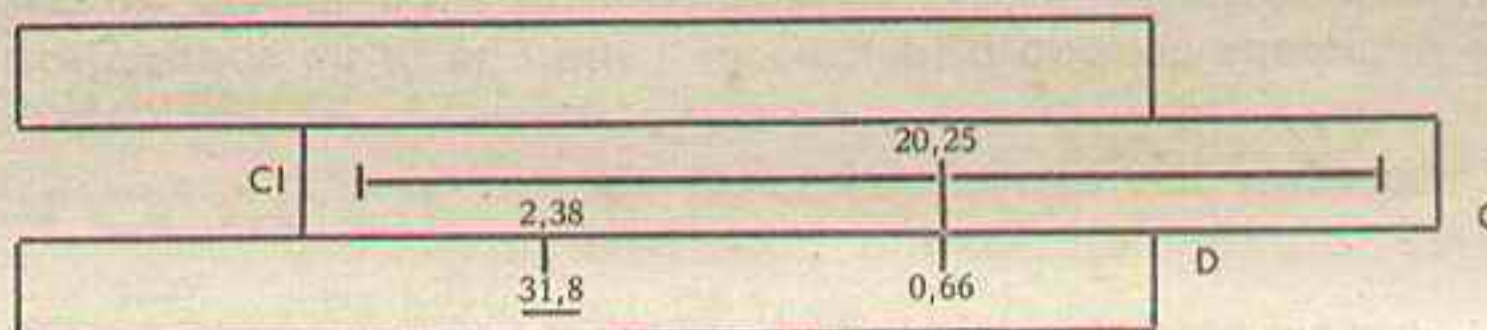
Muchos operadores de regla de cálculo emplean con preferencia este método.

Ejemplo: $0,66 \cdot 20,25 = 13,37$.

Se procede como en una división, es decir, se coloca primeramente el trazo del cursor encima de 0,66 en D, se lleva el valor de 20,25 de la escala CI debajo del trazo del cursor, pudiendo leerse entonces el producto de 13,37 en D debajo de C 1.

3. Tan fácilmente pueden hallarse productos de varios factores:

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



$$a \cdot b \cdot c$$

Se multiplican los dos primeros factores como arriba, obteniendo seguidamente con C 1 encima de 13,37 (resultado parcial) el ajuste para una multiplicación con el siguiente factor (según el método estudiado primeramente en la página 8). Ahora se lleva el trazo del cursor encima de C 2,38, el resultado de 31,8 se lee en D. A continuación se podría seguir operando con una nueva multiplicación, deslizando el siguiente factor en CI debajo del trazo del cursor, leyendo el resultado debajo de C 1 (o bien C 10) en la escala D. Es decir, se multiplica alternativamente con ayuda de las escalas D y CI (según el método arriba estudiado) y con las escalas C y D (primer método explicado en la página 8).

4. Multiplicación y división combinada

Ejemplo: $\frac{36,4}{3,2 \cdot 4,6} = 2,47$.

puede realizarse igualmente con la escala CI.

Primero la división, es decir, el trazo del cursor sobre D 3-6-4, a continuación C 3-2 bajo el trazo del cursor (resultado parcial de 11,37 bajo C 1). Con C 1 encima de D 11,37 se tiene ya el primer ajuste de la multiplicación siguiente con el factor $\frac{1}{4,6}$, que se realiza con ayuda de la escala CI ($\frac{1}{c}$). Por lo tanto, se desliza el trazo del cursor encima de CI 4,6, encontrándose igualmente el resultado de 2,47 bajo el trazo del cursor.

Ejercicios: $\frac{44}{4,85 \cdot 3,66} = 2,48$; $\frac{4,774}{0,63 \cdot 1,24} = 6,11$; $\frac{23,1}{2,73 \cdot 17,9} = 0,473$

La escala CI puede emplearse también para operaciones trigonométricas y exponenciales.

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

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

Operaciones con las escalas CF, DF, CIF

1. Formación de tablas

Dado que en las escalas CF y DF, trasladadas en π , el valor 1 se encuentra aproximadamente en el centro, puede continuarse convenientemente en ellas al operar para la formación de tablas, evitando de esta manera un traslado total de la reglilla al operar en C y D.

Ejemplo: 75 lbs Inglesas son 34 Kgs. — Se coloca C 3-4 encima de D 7-5, obteniendo así la conversión de libras Inglesas en kilos. Desde luego, no pasa la lectura mas allá de 50 Kgs (C 5). En este caso se pasa a las escalas CF y DF, pudiendo continuarse, con ayuda del trazo del cursor, con el ajuste de los valores deseados.

No conociendo la correspondiente paridad (p.ej. 75 lbs Ingl. = 34 Kgs), sino más bien la relación de 1 lb = 0,454 Kgs, se coloca CF 1 debajo de DF 4-5-4, obteniendo así la conversión de libras en kilogramos.

$$a \cdot b$$

2. Multiplicación

Si en la multiplicación sobre las escalas C y D no puede ajustarse el segundo factor, o bien se ha de trasladar la reglilla, puede evitarse este método, ajustando el segundo factor en CF y leyendo el resultado en DF.

Ejemplo: $2,91 \cdot 4 = 11,64$. — Se desliza C 1 encima de D 2-9-1 y se coloca el trazo del cursor sobre CF 4. Encima en DF se lee el resultado de 11,64.

Ejercicios: $18,4 \cdot 7,4 = 136,2$; $42,25 \cdot 3,7 = 156,3$; $1,937 \cdot 6 = 11,62$.

$$a \cdot \pi$$

3. Multiplicación y división con el valor π

El paso de las escalas C y D a las escalas CF y DF puede realizarse directamente con el cursor, obteniéndose una multiplicación con el factor π .

10

Ejemplo: $1,184 \pi = 3,72$. — En la posición cero de la reglilla (C 1 encima de D 1 y C 10 encima de D 10) se coloca el trazo del cursor encima de D 1-1-8-4 y se lee en DF el resultado de 3,72 igualmente bajo el trazo del cursor.

El proceso inverso da como resultado una división por π .

Ejemplo: $\frac{18,65}{\pi} = 5,94$. — Se coloca el trazo del cursor encima de DF 1-8-6-5 y se lee en D el resultado de 5,94.

Ejercicios:

Superficie de una elipse: $F = a \cdot b \cdot \pi$; $F = 5,25 \cdot 2,22 \cdot \pi = 36,6$.

Se coloca C 10 encima de D 5-2-5, se desliza el trazo del cursor sobre C 2-2-2, no necesita leerse el resultado parcial de 11,65 en D, sino se lee el resultado de 36,6 en DF.

Longitud de un arco de círculo: $s = \frac{\alpha \cdot \pi}{180}$ $s = \frac{26,2 \cdot 352 \cdot \pi}{180} = 161$

Se empieza con la división, así pues se enfrentan C 1-8 y D 2-6-2 con ayuda del trazo del cursor. El resultado parcial de 0,1455 (debajo de C 1) no necesita leerse. Se multiplica por 352, colocando el trazo del cursor encima de C 3-5-2. (resultado parcial 51,2 en D). La multiplicación por π se consigue pasando nuevamente hacia arriba y leyendo el resultado de 161 en la escala DF bajo el trazo del cursor.

La escala CIF opera en unión con CF y DF del mismo modo como la escala CI con las escalas C y D.

Ejemplos para la multiplicación con varios factores:

$2,23 \cdot 16,7 \cdot 1,175 \cdot 24,2 = 1059$. Solución: Colocar CI-2,23 encima de D-16,7 con ayuda del trazo del cursor y llevar el trazo a la posición CF-1,175; Se coloca CIF 24,2 debajo del trazo del cursor y se lee el resultado de 1059 en DF encima de CF 1.

$0,53 \cdot 0,73 \cdot 39,1 \cdot 0,732 = 11,07$. Solución: Colocar CI-0,53 encima de D-0,73 con ayuda del trazo del cursor y llevar el trazo a la posición CF-39,1; se coloca CIF 0,732 debajo del trazo del cursor y se lee el resultado de 11,07 en DF encima de CF 1.

Cuadrado y raíz cuadrada

se hallan con ayuda de las escalas de raíces y se estudiarán más adelante en la página 19.

Cubo y raíz cúbica

Para la escala cúbica vale la relación: $\lg x^3 = 3 \lg x$, es decir, contiene 3 décadas en el espacio de la década de la escala básica. La elevación al cubo se efectúa pasando de la escala C o D a la escala cúbica con ayuda del trazo del cursor.

Ejercicios: $1,54^3 = 3,65$; $2,34^3 = 12,8$; $4,2^3 = 74,1$; $6,14^3 = 232$; $8,82^3 = 686$; $0,256^3 = 0,0168$; $8,98^3 = 724$.

La extracción de raíces cúbicas se realiza pasando de la escala K a las escalas C y D con ayuda del trazo del cursor, teniendo presente que los números dígitos se enrasan en la parte izquierda, números de dos cifras en el centro y números de tres cifras en la parte derecha.

Ejercicios: $\sqrt[3]{4,66} = 1,67$; $\sqrt[3]{29,5} = 3,09$; $\sqrt[3]{192} = 5,77$; $\sqrt[3]{6,8} = 1,895$; $\sqrt[3]{0,645} = 0,864$; $\sqrt[3]{1953} = 12,5$.

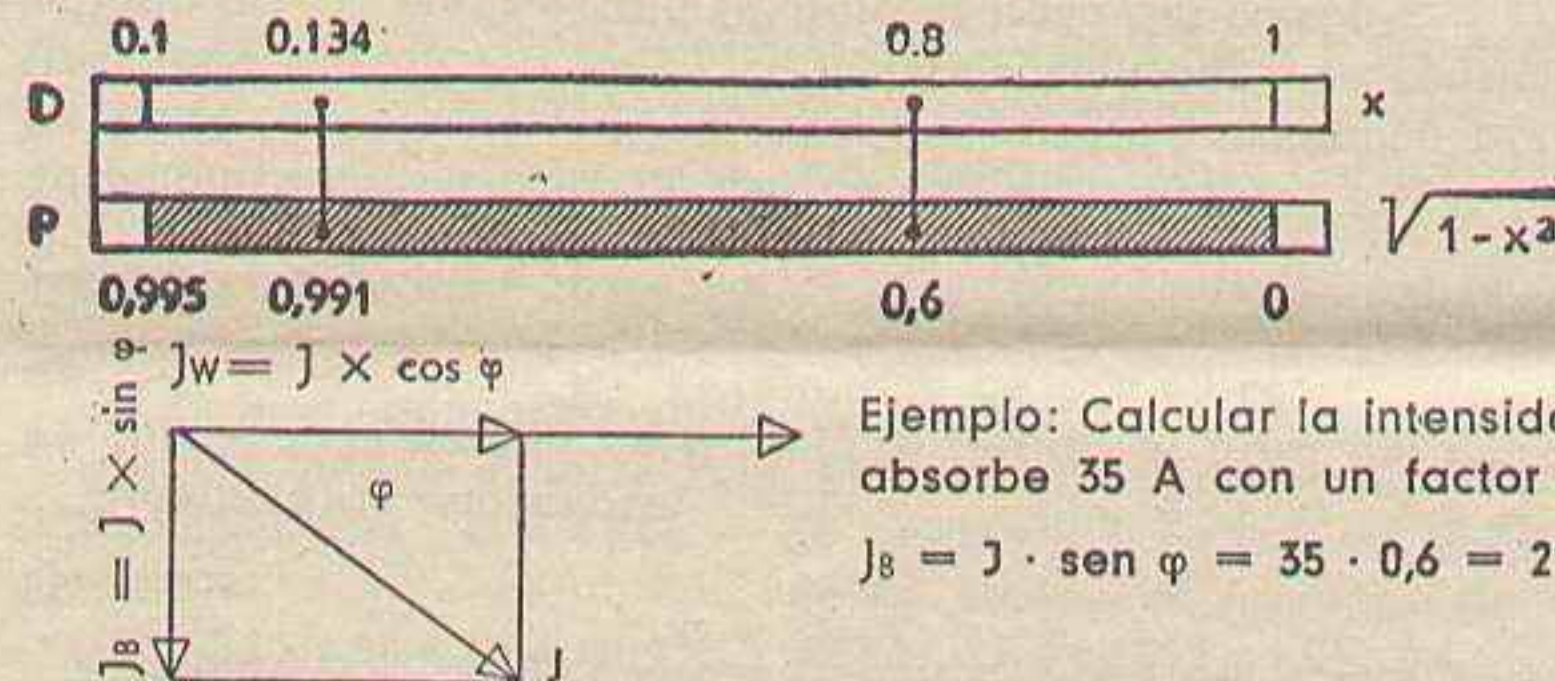
a^3



Operaciones con la escala pitagórica P

Esta escala representa la función $y = \sqrt{1 - (0,1 x)^2}$ y opera junto con la escala D ($= x$). La escala es opuesta, por lo que los valores van marcados en color rojo.

Si en la escala D se enrasa el valor x , puede leerse en la escala P el valor $y = \sqrt{1 - x^2}$, o a la inversa, ajustando el valor y en D, se lee en P el valor de $x = \sqrt{1 - y^2}$.



Ejemplo: $y = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$; $x = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$. Si se ajusta $x = 0,8$ en D, se encuentra en P el valor $y = 0,6$ y viceversa.

Ejemplo: $\sin \alpha = 0,134$; $\cos \alpha = 0,991$

Si se ajusta en D el seno, se obtiene en P el coseno y viceversa.



Ejemplo: Calcular la intensidad activa y reactiva de un circuito de corriente, que absorbe 35 A con un factor de potencia de $\cos \varphi = 0,8$.

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

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

Se coloca C 35 encima de D 10 y se lee en D 8 (para $\cos \varphi = 0,8$) sobre la escala C el valor 28 para J_w ; debajo de D 8 se encuentra en la escala P el valor 0,6 (es decir, $\sin \varphi = 0,6$). Si ahora se desliza el cursor sobre D 6, puede leerse encima en C el valor 21 para J_s .

12

Ejemplo: Potencia aparente 530 KVA, potencia activa 428 kW. Se desea saber la potencia reactiva y el $\cos \varphi$.

Se coloca C 530 sobre D 10, se desliza el cursor sobre C 428 y se lee debajo en la escala D el valor 0,807 para el $\cos \varphi$, se busca dicho valor con el cursor en la escala P, encontrando encima en la escala C el valor de la potencia reactiva buscado que es de 313 KVAR.

Las operaciones con raíces para números algo inferiores a 1 y a 100 pueden realizarse con el empleo de esta escala, obteniendo una exactitud aumentada:

Ejemplo: $\sqrt{0,925} = \sqrt{1 - 0,075} = \sqrt{1 - (0,274)^2} = 0,9618$. Se forma: $1 - z = 1 - 0,925 = 0,075$. Cursor en 75 de D da por resultado 1,274 en W_1 ; con el cursor en 274 de D se lee 0,9618 en P.

Operaciones con las escalas trigonométricas S, T₁ y T₂.

Las escalas trigonométricas T₁, T₂ y S contienen divisiones decimales y presentan en relación con las escalas básicas C y D las funciones angulares, o bien, en lectura inversa, los ángulos.

Al emplear las escalas T₁, T₂ y S junto con las escalas D, P y CI en calidad de tablas trigonométricas, ha de observarse lo siguiente: la escala S leída con cifras negras da, junto con la escala D (en negro), una **tabla de senos**, igualmente leída en cifras rojas con la escala P (roja). En ángulos pequeños el primer procedimiento es el más exacto, en ángulos mayores, el segundo.

La escala S, leída con cifras rojas, da con la escala D (negra) una **tabla de cosenos**, lo mismo leída con cifras negras con P (roja). Con ángulos mayores es más exacto el primer procedimiento, con ángulos pequeños, el segundo. Las dos escalas T, leídas con cifras negras, forman con la escala D (negra) una **tabla de tangentes** hasta 84,28°, lo mismo en cifras rojas con CI (roja).

Las dos escalas T con cifras rojas forman con la escala D (negra) una **tabla de cotangentes**, asimismo leída en cifras negras con CI (roja).

$\sin 13^\circ = 0,225$	/	S 13° (negro) — D 0,225 (negro)
$\sin 76^\circ = 0,97$	/	S 76° (rojo) — P 0,97 (rojo)
$\cos 11^\circ = 0,982$	/	S 11° (negro) — P 0,982 (rojo)
$\cos 78^\circ = 0,208$	/	S 78° (rojo) — D 0,208 (negro)
$\tan 32^\circ = 0,625$	/	T ₁ 32° (negro) — D 0,625 (negro)
$\tan 57^\circ = 1,54$	/	T ₂ 57° (negro) — D 1,54 (negro)
$\cot 18^\circ = 3,08$	/	T ₂ 18° (rojo) — D 3,08 (negro)
$\cot 75^\circ = 0,268$	/	T ₁ 75° (rojo) — D 0,268 (negro)

Estos ajustes se realizan en posición cero de la regla con ayuda del trazo del cursor.

o bien T₁ 18° (negro) — CI 3,08 (rojo)
o bien T₂ 75° (negro) — CI 0,268 (rojo)

Si se quiere pasar del seno de un ángulo a su coseno (o la inversa), no es necesario leer el ángulo. En D y P se encuentran estos dos valores uno debajo del otro. También al pasar de la tangente a la cotangente, huelga la lectura del ángulo, dado que este par de valores se encuentran en C y CI uno debajo del otro. Solamente cuando se quiere pasar del seno o coseno a la tangente o cotangente, ha de leerse el ángulo durante la operación.

13

Ya que al leer las funciones, se obtienen éstas o en **D** o bien en **CI**, se puede seguir operando en múltiples casos con multiplicaciones o divisiones. Solamente cuando la lectura se realiza en **P**, ha de pasarse el valor a las escalas principales.

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

1er ejemplo: Dado: $a = 2$; $b = 3$; Hallar: c y α . Fórmula: $a \cdot \frac{1}{b} = \tan \alpha$; $a \cdot \frac{1}{c} = \sin \alpha$;

C 1 sobre D 2, cursor a CI 3, lectura en escala $\tan = 33,7$ para α .

Correr el cursor a 33,7 de la escala de senos y leer en CI el valor de 3,6 para c .

2º ejemplo: Dado: $a = 8$; $b = 20$; Hallar: c y α .

C 10 sobre D 8, cursor sobre CI 20 y leer en la escala de \tan el valor de $21,8^\circ$ para α .

Correr el cursor sobre 21,8 de la escala de senos y leer en CI el valor 21,55 para c .

3er ejemplo: Dado: $a = 20$; $b = 8$; Hallar: c y α .

C 1 encima de D 20, cursor sobre CI 8 y leer en la escala de \tan (T_2) el valor de $68,2^\circ$ para α .

Correr el cursor sobre 68,2 de la escala de senos y leer en CI el valor de 21,55 para c .

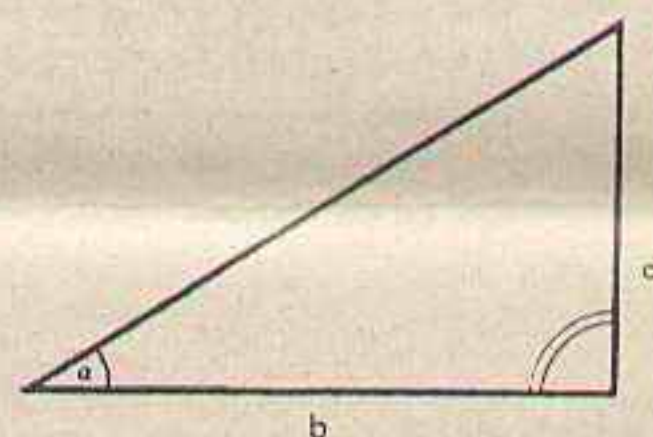


Fig. 11

4º ejemplo: Dado: $c = 5$; $\alpha = 36,87^\circ$; Hallar: a y b . Fórmula: $a = c \cdot \sin \alpha$; $b = c \cdot \cos \alpha$.

C 5 encima de D 10, cursor sobre $36,87^\circ$ de la escala de senos y leer en C el

valor 3 para a . Leer al mismo tiempo en la escala P el valor de 0,8 para

$\cos \alpha$ y correr el cursor sobre D 8.

Leer en la escala C para b el valor de 4.

5º ejemplo: Dado: $c = 21,54$; $b = 20$; Hallar: a y α .

C 2154 encima de D 10, el cursor sobre C 2 (para $b = 20$) y leer para α el valor de $21,8^\circ$ en la escala de cosenos, y al mismo tiempo en la escala P el valor 0,372. Trasladar la reglilla a la izquierda en toda su longitud. Llevar el cursor sobre D 0,372 y leer en C el valor de 8 para a .

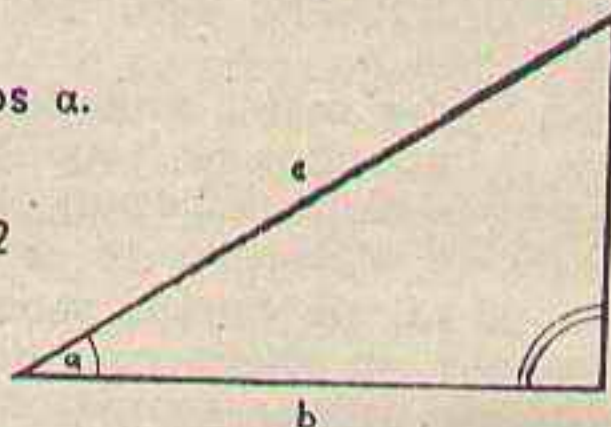


Fig. 12

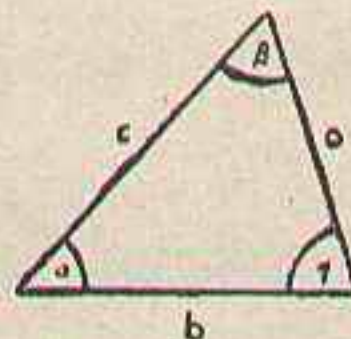
Para el **triángulo oblicuángulo** vale la relación $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$

Ejemplo: Dado: $a = 38,3$; $\alpha = 52^\circ$; $\beta = 59^\circ$; $\gamma = 69^\circ$;

Hallar: b y c .

Se enrasa C 383 sobre S 52° . Encima de S 59° y S 69° puede leerse en C los resultados de 41,7 y 45,4 cm.

Fig. 13



La escala ST para ángulos pequeños

Para los **valores de las funciones de ángulos pequeños** de $0,55$ a 6° existe la escala ST ($\approx \text{arc } 0,01 \times$) en el cuerpo inferior de la regla, con la relación:

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \text{arc } \alpha$$

La escala ST trabaja junto con la escala D (o bien C).

Todas las operaciones siguientes en esta columna se realizan solamente con ayuda del trazo del cursor.

Ejercicios:

$$\sin 2,5^\circ \approx \tan 2,5^\circ \approx \text{arc } 2,5 = 0,0436; \sin 0,4^\circ \approx \tan 0,4^\circ \approx \text{arc } 0,4 = 0,00698; \sin 0,0052^\circ \approx \tan 0,0052^\circ \approx \text{arc } 0,0052^\circ = 0,0000908.$$

Ajuste de los valores angulares en la escala arc ST, lectura de los valores de funciones en la escala C (en posición cero de escala) o en D (con ayuda del trazo del cursor).

Para el **cálculo de las funciones cos y cot de ángulos mayores de $84,5^\circ$**

$$\text{Ejemplo: } \cos 88^\circ = \sin 2^\circ \approx \text{arc } 2^\circ = 0,0349$$

$$\cot 86,5^\circ = \tan 3,5^\circ \approx \text{arc } 3,5^\circ = 0,0612$$

Se coloca el trazo del cursor sobre el valor angular en la escala ST y se lee en C (en posición cero de la escala) o en D el resultado debajo del trazo del cursor.

Para la **conversión de medida de arco en grados de ángulo**

$$\text{Ejercicios: } 6,28 = 360^\circ; 1,11 = 63,5^\circ; 0,04 = 2,29^\circ; 0,007 = 0,402^\circ; 0,64 = 36,7^\circ; 0,32 = 18,35^\circ.$$

Ajuste de la medida de arco en la escala C o D, lectura del valor angular en la escala arc ST (con ayuda del trazo del cursor).

* Mayor exactitud se logra al operar con la marca ρ en W_1 y W_1' .

y

la marca ρ en las escalas C y D

Los **valores de funciones de ángulos pequeños** pueden establecerse también con ayuda de la marca $\rho = \frac{\pi}{180}$

$$= 0,01745 \text{ según la relación } \text{arc } \alpha = 0,01745 \cdot \alpha = \rho \cdot \alpha.$$

En operaciones sucesivas se pasa del ajuste en C 1 a través de ρ a la escala D y debajo del valor de ángulo en C se lee el resultado en D.

$$\text{Ejemplo: } \sin 3^\circ \approx \tan 3^\circ \approx \text{arc } 3^\circ = 0,0524.$$

Se coloca el comienzo de la reglilla C 1 encima de D 3, pudiendo leerse debajo de ρ en la escala C el resultado 0,0524 en la escala D.

$$\text{Ejemplo: } \cos 88^\circ = \sin 2^\circ \approx \text{arc } 2^\circ \approx \rho \cdot 2 = 0,0349$$

$$\cot 86,5^\circ = \tan 3,5^\circ \approx \text{arc } 3,5^\circ \approx \rho \cdot 3,5 = 0,0612$$

Esta es una multiplicación sencilla, se coloca, pues, el comienzo de la reglilla C 1 encima de ρ en D, luego se lleva el trazo del cursor al segundo factor en C y se lee bajo éste en D el resultado.

Cálculo con números complejos

Dos números complejos $x = 7,5 e^{i\pi/8}$ y $y = 3,4 e^{i\pi/10}$ han de sumarse. Según la ecuación de Euler

$R \cdot e^{i\varphi} = R (\cos \varphi + i \sin \varphi)$ se llevan a la forma $(a + ib)$.

Para el cálculo con la regla se escriben estas magnitudes convenientemente en forma de vectores $x = 7,5/22,5^\circ$ y $y = 3,4/18^\circ$, pudiendo procederse ahora a la operación:

1º Colocar C 75 encima de D 10, llevar el cursor a S 22,5º y leer el valor de 2,87 para b_1 en la escala C. Leer al mismo tiempo en la escala P el valor de $\cos \varphi = 0,924$. Deslizar el cursor a D 924 y leer en C para a_1 el valor de 6,93. $(a_1 + ib_1) = 6,93 + i2,87$.

2º Colocar C 34 encima de D 1, deslizar el cursor sobre S 18º y leer en C el valor de 1,05 para b_2 . Al mismo tiempo se lee en P el valor para $\cos \varphi = 0,951$. Deslizar el cursor sobre D 951 (subdivisiones rojas) y leer en C el valor para $a_2 = 3,24$. $(a_2 + ib_2) = 3,24 + i1,05$

$$a_1 + a_2 = 6,93 + 3,24 = 10,17 \text{ y } i(b_1 + b_2) = i(2,87 + 1,05) = i3,92.$$

Por tanto, el resultado es: $z = (10,17 + i3,92)$.

Si el resultado ha de aparecer en forma de vectores, se calcula:

C 10 encima de D 392, cursor sobre CI 1017 y encima, en T_1 (escala de tangentes) se lee para φ el valor 21,07º. A continuación se lleva el cursor a 21,07 de la escala de senos S y se lee en CI el valor de 10,92 para \tilde{z} .

Con ello es $\tilde{z} = (10,17 + i3,92) = 10,92/21,07^\circ$ y con $\varphi \cdot \varphi = \tilde{\varphi}$, ($\tilde{\varphi} = 0,368$), obtenemos:

$$\tilde{z} = 10,92/21,07^\circ = 10,92 e^{i0,368}$$

Ejemplo para la aplicación de la escala T_2 : $\tilde{z} = 192 - i256$

Se coloca C 10 encima de D 256 y se lleva el cursor a CI 192. En T_2 se obtiene el valor angular 53,1º. Enseguida se coloca C 1 sobre D 256, se corre el cursor sobre S 53,1º y se lee encima en CI el resultado 320.

$$\tilde{z} = 320/-53,1^\circ$$

Dado que el número se encuentra en el cuarto cuadrante, ha de ser negativo el valor angular.

La multiplicación de números complejos se realiza según la relación

$$x \cdot y = X \cdot e^{i\varphi} \cdot Y \cdot e^{i\psi} = XY \cdot e^{i(\varphi + \psi)} = XY/\varphi + \psi$$

$$\text{Ejemplo: } (1+2i) \cdot (3+1i) = 2,24 \cdot e^{i1,11} \cdot 3,16 \cdot e^{i0,322} = 2,24/63,5^\circ \cdot 3,16/18,5^\circ = 7,08/82^\circ = 7,08 e^{i1,43}$$

16

Operaciones con las escalas de raíces W_1, W_1', W_2, W_2'

Estas escalas proporcionan la ventaja, de que con el modelo de regla normal, usual y manuable puede calcularse con mucho más exactitud. Dichas escalas tienen, ante todo, aplicación en los cálculos principales.

La forma de operar con las escalas de raíces varía en parte de la forma acostumbrada hasta ahora, sin embargo, a base de una regla fundamental y un poco de ejercicio se puede aprender su manejo. Ha de tenerse en cuenta, que las escalas de raíces están subdivididas de acuerdo con una longitud de escala de 50 cm.

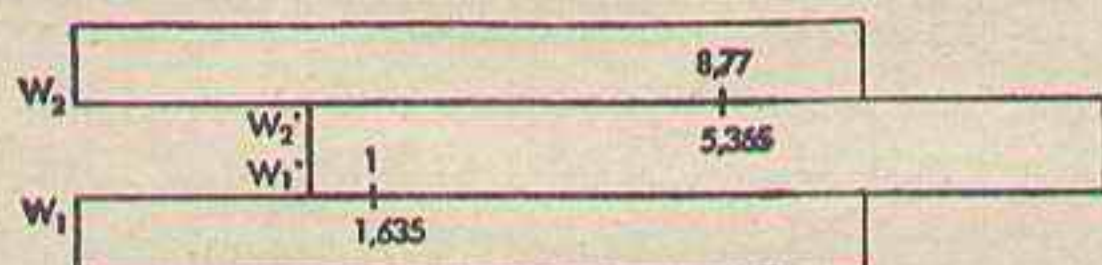
Multiplicación

I. Ajustando el índice negro 1 (o bien índice 10), se lee el producto en la escala del cuerpo de regla inmediata al segundo factor.

II. Ajustando el trazo de índice rojo, se lee el producto en la escala del cuerpo de regla enfrente del segundo factor.

Ejemplos para I: $1,635 \cdot 5,365 = 8,77$.

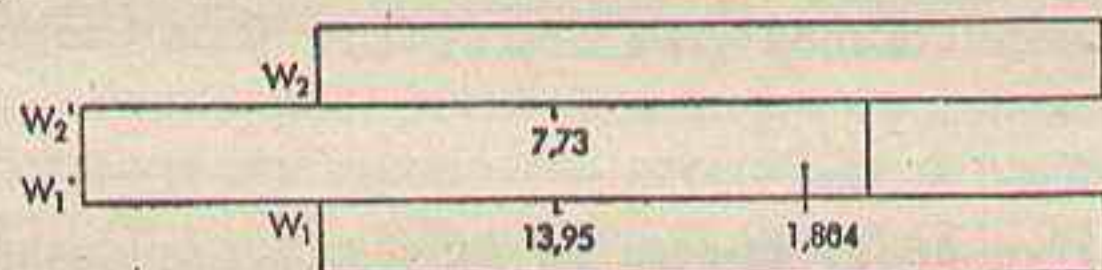
Solución: Índice negro 1 ($W_1'-1$) encima de $W_1-1,635$; trazo del cursor encima de $W_2'-5,365$ y leer el resultado 8,77 en W_2 .



Ejercicios: $236 \cdot 4,06 = 958$; $2,34 \cdot 0,409 = 0,957$

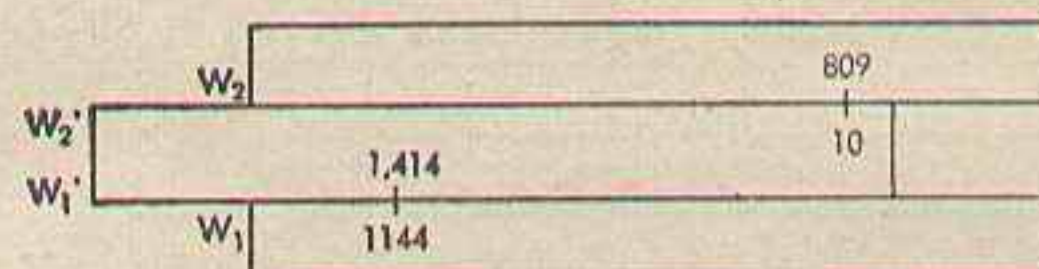
Ejemplos para II: $1,804 \cdot 7,73 = 13,95$.

Solución: Índice rojo encima de $W_1-1,804$; trazo del cursor encima de $W_2'-7,73$ y se lee igualmente debajo del trazo del cursor en la escala de enfrente W_1 el resultado 13,95.

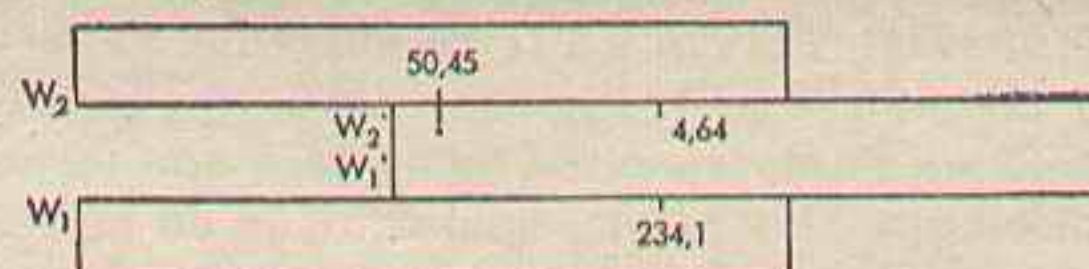


Ejercicios: $14,78 \cdot 0,945 = 13,97$; $29,4 \cdot 123,6 = 3634$.

$80,9 \cdot 14,14 = 1144$. Solución: Índice negro 10 ($W_2'-10$) debajo de $W_2-80,9$; trazo del cursor encima de $W_1'-14,44$ y leer el resultado de 1144 en W_1 .



Ejercicios: $7,77 \cdot 66,3 = 515$; $5,165 \cdot 0,2265 = 1,1699$
 $50,45 \cdot 4,64 = 234,1$. Solución: Trazo del índice rojo debajo de $W_2-50,45$; trazo de cursor encima de $W_2'-4,64$ y se lee igualmente bajo el trazo del cursor en la escala enfrente W_1 el resultado de 234,1.



$0,395 \cdot 0,562 = 0,222$; $3,885 \cdot 19,425 = 75,47$.

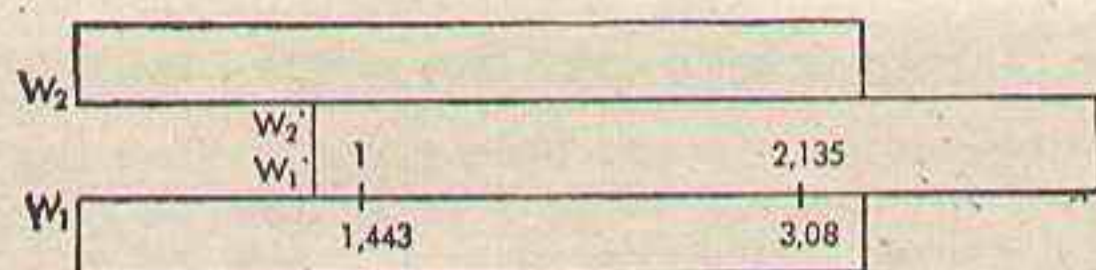
17

División

I. Ajustando los números en escalas contiguas, se lee el cociente en el índice negro 1 (o bien 10).

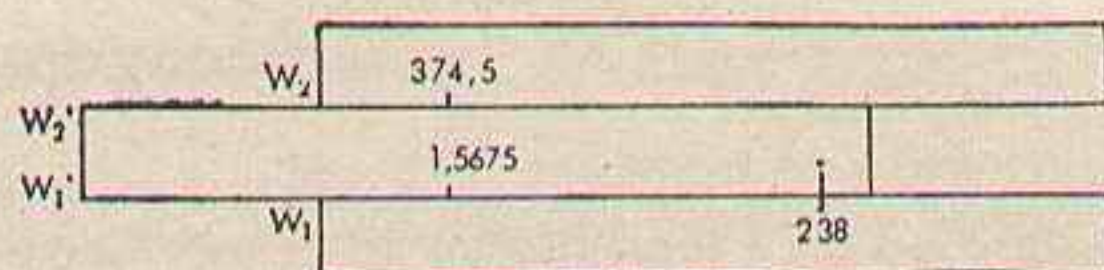
II. Ajustando los números en escalas de enfrente, se lee el cociente en el trazo índice rojo.

Ejemplos para I: $3,08 : 2,135 = 1,443$. Solución: Con ayuda del trazo del cursor se enfrentan $W_1-3,08$ y $W_1'-2,135$, leyéndose debajo del índice negro 1 el resultado de 1,443 en W_1 .



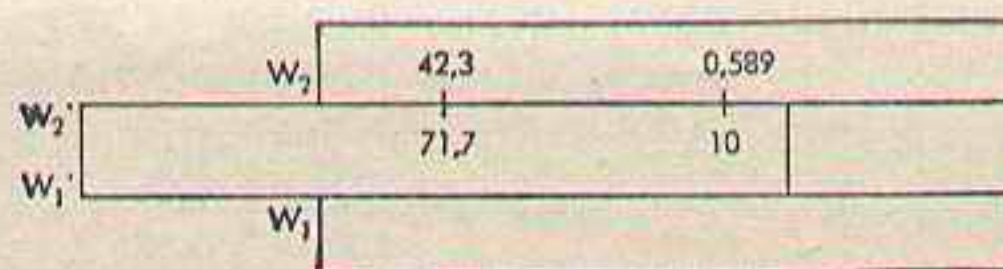
Ejercicios: $2,975 : 18,65 = 0,1595$; $2,075 : 148,25 = 0,014$.

Ejemplos para II: $374,5 : 1,5675 = 239$. Solución: Trazo del cursor encima de $W_2-374,5$; deslizar $W_1'-1,5675$ debajo del trazo del cursor; leer el resultado de 239 en W_1 debajo del trazo de índice rojo.



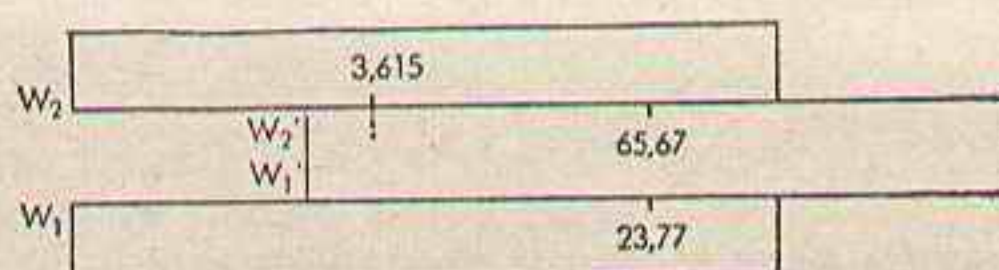
Ejercicios: $689,5 : 2,505 = 275,2$; $432,5 : 1,845 = 234,4$.

$42,3 : 71,7 = 0,589$. Solución: Con ayuda del trazo del cursor se enfrentan $W_2-42,3$ y $W_2'-71,7$, leyéndose por encima del índice negro 10 el resultado de 0,589 en W_2 .



$48,65 : 79,05 = 0,6155$; $5,55 : 0,692 = 8,02$

$23,77 : 65,67 = 3,615$. Solución: Trazo del cursor encima de $W_2-23,77$; deslizar $W_2'-65,67$ debajo del trazo del cursor; leer el resultado de 3,615 en W_2 encima del trazo de índice rojo.



Ejercicios: $1,965 : 44,45 = 0,0442$; $8,37 : 1,1575 = 7,23$.

18

Formación de tablas

Ajuste de la paridad o del valor unitario y la lectura según las reglas básicas en las páginas anteriores:

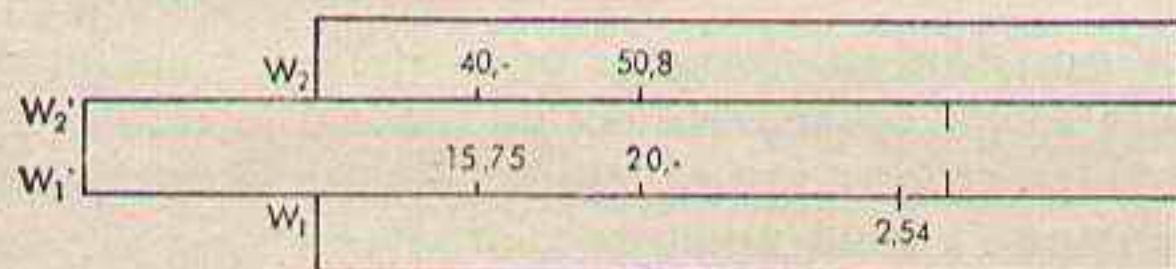
Ejemplo: paridad 82 yardas = 75 metros. Con ayuda del trazo del cursor se enfrentan W_2-82 y $W_2'-75$. A continuación puede leerse igualmente con el trazo del cursor: 42 yardas = 38,4 m; 136 yardas = 124,4 m.

Este ejemplo corresponde al caso normal según la regla básica I.

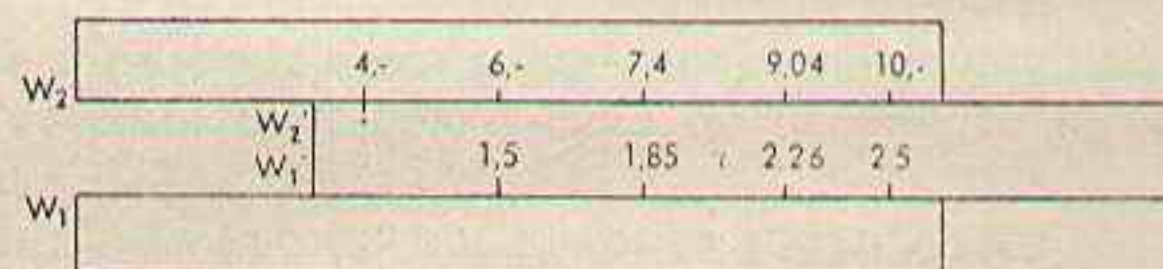
Los ejemplos siguientes pueden resolverse solamente según la regla básica II, con ayuda del trazo de índice rojo.

Ejemplos: Valor unitario 1 pulgada = 25,4 mm (paridad $26'' = 66$ cm). Al valor 25,4 en W_1 se le enfrenta el trazo de índice rojo en W_1' , pudiendo leerse en W_1' y W_2' las pulgadas y en W_1 y W_2 los centímetros:

$20'' = 50,8$ cm; 40 cm = 15,75"



Relación del cambio 1 US \$ = 4,00 DM. Se enfrenta al valor 4,00 en W_2 el trazo de índice rojo, pudiendo leerse en las escalas W_1 y W_2 los DM y en W_1' y W_2' los US \$:
 $1,5$ \$ = 6,— DM; $2,26$ \$ = 9,03 DM; 5 DM = 1,25 \$;
 10 DM = 2,50 \$.



Cuadrado y raíz cuadrada

La elevación al cuadrado se realiza por el paso de las escalas W a la escala C, situada en el centro de la reglilla, con ayuda del trazo del cursor.

Ejemplos: $1,66^2 = 2,76$. Se coloca el trazo del cursor en W_1-66 y se lee encima en C el cuadrado 2,76.

$5,25^2 = 27,6$. Se coloca el trazo del cursor en $W_2-5,25$ y se lee debajo en C el cuadrado 27,6.

Ejercicios: $67,3^2 = 4530$; $10,7^2 = 114,5$; $2,3^2 = 5,29$; $1,345^2 = 1,81$; $7,47^2 = 55,8$.

En la extracción de raíces cuadradas se coloca el trazo del cursor sobre el valor en la escala C en el centro de la reglilla y se lee en las escalas W_2' o bien W_1' , igualmente bajo el trazo del cursor, la raíz cuadrada. Ha de tenerse en cuenta, que las raíces de los radicandos de 1 a 10 se encuentren en la escala W_1 y las raíces de los radicandos de 10 a 100 en la escala W_2 .

a^2

\sqrt{a}

Ejemplos: $\sqrt[4]{4,56} = 2,135$; trazo del cursor sobre C-4,56, el resultado 2,135 se encuentra debajo en la escala W_1' o W_1 .
 $\sqrt[5]{56} = 7,483$; trazo del cursor sobre C-56, el resultado se lee encima en la escala W_2' o W_2 .

Para poder hallar las raíces de los radicandos inferiores a 1 (p.ej. 0,76) o superiores a 100 (p.ej. 2375) con mayor facilidad, se separan potencias adecuadas del radicando.

Ejemplos: $\sqrt[4]{0,76} = \sqrt[4]{76 : 100} = \sqrt[4]{76 : 10} = 8,719 : 10 = 0,8719$; $\sqrt[4]{275} = \sqrt[4]{2,75 \cdot 100} = \sqrt[4]{2,75 \cdot 10} = 1,658 \cdot 10 = 16,58$
 $\sqrt[4]{2375} = \sqrt[4]{23,75 \cdot 100} = \sqrt[4]{23,75 \cdot 10} = 4,873 \cdot 10 = 48,73$; $\sqrt[4]{0,00378} = \sqrt[4]{37,8 : 10000} = \sqrt[4]{37,8 : 100} = 0,0615$

Operaciones con la escala de mantisas L

lg a

Esta opera junto con las escalas W. Ha de fijarse que la regla se encuentre en posición cero:

1º Al ajustar el número en las **escalas de raíces inferiores** W_1' , W_1 , se emplea para la lectura de la mantisa la característica situada **a la izquierda del trazo de separación** con las correspondientes subdivisiones que siguen hacia la derecha.

Ejemplo: $\lg 1,35 = 0,1303$. Trazo del cursor sobre W_1 -1,35; encima se encuentra a la izquierda del trazo de separación la cifra 1, además 3 décadas y el ajuste fino 03; por tanto: $\lg 1,35 = 0,1303$.

Ejercicios: $\lg 2,655 = 0,424$; $\lg 0,237 = 0,375-1$; $\lg 1938 = 3,2873$; $\lg 0,0119 = 0,0755-2$.

2º Al ajustar el número en las **escalas de raíces superiores** W_2' , W_2 , se emplea para la lectura de la mantisa la característica situada **a la derecha del trazo de separación** con las correspondientes subdivisiones siguientes hacia la derecha.

Ejemplo: $\lg 57,3 = 1,758$. Trazo del cursor sobre W_2 -57,3; debajo se encuentra a la derecha del trazo de separación la cifra 7, además 5 décadas y el ajuste fino 8; por tanto: $\lg 57,3 = 1,758$.

Ejercicios: $\lg 9,06 = 0,957$; $\lg 0,0636 = 0,8034-2$; $\lg 445 = 2,6484$; $\lg 66,5 = 1,823$.

Cuando esté dada la mantisa, el proceso inverso proporciona el número.

Con ayuda de los logaritmos pueden rebajarse las operaciones por una categoría; las multiplicaciones y divisiones se convierten en sumas y restas; el cálculo de potencias y raíces se convierte en multiplicación y división respectivamente.

Por ejemplo: $2453,24 = 3,24 \cdot \lg 245 = 3,24 \cdot 2,389 = 7,74$; $2453,24 = 55\,000\,000$

$$420^x = 10\,000; x \cdot \lg 420 = \lg 10\,000; x = \frac{\lg 10000}{\lg 420} = \frac{4,0}{2,623} = 1,525$$

20

Las escalas exponenciales LL_1 , LL_2 , LL_3 para exponentes positivos

LL_{01} , LL_{02} , LL_{03} para exponentes negativos

La regla de cálculo Novo-Biplex contiene en el reverso del cuerpo de regla dos grupos de escalas triples para las funciones exponenciales referidas a la escala básica C. Las escalas para exponentes positivos (en negro) llegan de 1,0095 a 60000 y las de los exponentes negativos (en rojo) desde 0,00002 hasta 0,9905. Las escalas e^{-x} son escalas recíprocas de las escalas e^x . Aquí ha de observarse, que los valores numéricos marcados en las escalas exponenciales son invariables por lo que se refiere a su posición decimal; por tanto, el valor 1,04 significa siempre 1,04 y nunca 10,4 p.ej. o 104, etc.

Las escalas exponenciales dan, al pasar de una escala interior a la siguiente exterior, potencias de diez, p.ej.:

$$0,955^{10} = 0,631; 0,631^{10} = 0,01; 0,924^{10} = 0,454; 0,454^{10} = 3,7 \cdot 10^{-4} = 0,00037$$

$$1,04715^{10} = 1,586; 1,586^{10} = 101; 1,08^{10} = 2,16; 2,16^{10} = 2,2 \cdot 10^8 = 2200$$

El paso a la subsiguiente escala arroja **potencias de cien**, p.ej.:

$$0,955^{100} = 0,01; 1,04715^{100} = 100; 0,924^{100} = 3,7 \cdot 10^{-4} = 0,00037; 1,08^{100} = 2200$$

Al pasar de fuera hacia dentro, se obtienen las correspondientes **raíces**, p.ej.:

$$\sqrt[10]{0,25} = 0,8705; \sqrt[10]{0,8705} = 0,98623; \sqrt[100]{0,25} = 0,98623; \sqrt[10]{0,00007} = \sqrt[10]{7 \cdot 10^{-5}} = 0,384; \sqrt[10]{0,384} = 0,9087; \sqrt[100]{0,00007} = 0,9087;$$

$$\sqrt[10]{4} = 1,1488; \sqrt[10]{1,1488} = 1,01396; \sqrt[100]{4} = 1,01396;$$

$$\sqrt[10]{15000} = \sqrt[10]{1,5 \cdot 10^4} = 2,616; \sqrt[10]{2,616} = 1,1009$$

$$\sqrt[100]{15000} = 1,1009$$

$$\begin{matrix} a^{10} \\ a^{100} \end{matrix}$$

$$\sqrt[10]{a}; \sqrt[100]{a}$$

Obsérvese: En 100 de la escala LL_3 figura en LL_{03} el valor $\frac{1}{100} = 0,01$
 En 1,25 de la escala LL_2 figura en LL_{02} el valor $\frac{1}{1,25} = 0,8$ } dado que $e^{-x} = \frac{1}{e^x}$

Los logaritmos naturales

ln a

Los logaritmos naturales se hallan pasando de las escalas LL a la escala central C de la reglilla. Para los espacios numéricos de los valores de la escala básica vale, en sentido análogo, lo dicho más arriba.

$\ln 25 = 3,22$; $\ln 145 = 4,97$; $\ln 1,3 = 0,262$; $\ln 0,04 = -3,22$; $\ln 0,66 = -0,416$; $\ln 0,98 = -0,0202$.

Potencias de e

eⁿ

Las potencias de e (base del logaritmo natural $e = 2,71828 \dots$) se obtienen, ajustando el exponente mediante el cursor en la escala C (en posición cero de la regla). La potencia de e se lee entonces en la escala LL. En esto vale para la escala C el espacio de 1 a 10 en LL₃, el espacio de 0,1 a 1 en LL₂ y el espacio de 0,01 a 0,1 en LL₁.

Ejemplos: $e^{16,1} = 5$; $e^{0,161} = 1,1747$; $e^{0,0161} = 1,01622$; $e^{6,22} 5 \cdot 10^2 = 500$; $e^{0,622} = 1,862$; $e^{0,0622} = 1,0642$.

Si el exponente de la potencia es negativo, se emplean las escalas exponenciales para exponentes negativos LL₀₁, LL₀₂ y LL₀₃.

Ejemplo: $e^{-1,61} = 0,2$; regla en posición cero, raya del cursor sobre C 161, el resultado 0,2 sobre LL₀₃.

Ejemplos: $e^{-0,161} = 0,8512$; $e^{-0,0161} = 0,984$; $e^{-6,22} = 0,002$; $e^{-0,622} = 0,537$; $e^{-0,0622} = 0,9397$.

$e^{12,5} = e^{10+2,5} = e^{10} \cdot e^{2,5} = 22000 \cdot 12,2 = 268\,400$

En las escalas e^x y e^{-x} pueden leerse entonces las potencias de e. La media suma (o diferencia) indica el cosh (o bien sinh), por ejemplo:

$$\cosh 35^\circ = \cosh 0,61 = \frac{e^x + e^{-x}}{2} = \frac{1,84 + 0,543}{2} = 1,1915$$

$$\sinh 35^\circ = \sinh 0,61 = \frac{e^x - e^{-x}}{2} = \frac{1,84 - 0,543}{2} = 0,6485$$

**sen h x
cos h x**

22

Raíces de e

Se anota la raíz como potencia con exponente recíproco y se opera según se indica más arriba.

Ejemplos: $\sqrt[4]{e} = e^{0,25} = 1,284$; $\sqrt[0,25]{e} = e^4 = 54,6$; $\sqrt[8]{e} = e^{0,125} = 1,133$; $\sqrt[0,125]{e} = e^8 = 2980$
 $\sqrt[12,5]{e} = e^{0,08} = 1,0834$; $\sqrt[0,06]{e} = e^{16,66} = e^{8,33} \cdot e^{8,33} = 4146 \cdot 4146 = 17\,189\,000$

**ⁿ
√
e**

Potencias de números cualesquiera

aⁿ

Las potencias de la forma a^n se obtienen, colocando C-1 sobre el valor de la base a de la correspondiente escala LL, deslizando entonces el cursor al valor C-n. En LL puede leerse en seguida a^n , por ejemplo:

$3,752,96 = 50$; llévase C-1 sobre LL₃-3,75 y léase en la escala LL₃ en C-2,96 el valor 50.

Otros ejemplos:

$$4,22,16 = 22,2; 4,20,216 = 1,364; 4,20,0216 = 1,0315$$

$$4,2-2,16 = 0,045; 4,2-0,216 = 0,7335; 4,2-0,0216 = 0,9695$$

con ayuda de la escala LL₀₃:

$$0,052,16 = 1,55 \times 10^{-3} = 0,00155$$

$$0,050,216 = 0,524; 0,050,0216 = 0,9374$$

$$0,05-2,16 = \frac{1}{0,052,16} = 1,91 \text{ (lectura en la escala LL}_2\text{)}$$

$$0,05-0,216 = \frac{1}{0,050,216} = 646 \text{ (lectura en escala LL}_3\text{)}$$

Para los espacios numéricos vale lo dicho bajo el epígrafe "potencias de e".

Raíces de números cualesquiera

**√
a**

Con ayuda del trazo del cursor se ajusta el exponente en C encima del exponente de la raíz en LL (primero buscar el radicando de la raíz y correr encima el trazo del cursor) y se lee el resultado debajo de C 1 o bien C 10.

$\sqrt[4,4]{23} = 2,04$; Colóquese encima de LL₃ 23 el valor de C 4,4 y léase en C 10 sobre LL₂ el valor 2,04.

23

Ejemplos: $\sqrt[2,08]{1,068} = 1,03215$ (ajustar C-2,08 sobre LL₁-1,068; lectura en LL₁)
 $\sqrt[0,6]{15,2} = 93,5$ (ajustar C-0,6 sobre LL₃-15,2; lectura en LL₃)
 $\sqrt[20]{4,41} = 1,077$ (ajustar C-20 sobre LL₃-4,41; lectura en LL₁)
 $\sqrt[5]{0,5} = 0,8705$ (ajustar C-5 sobre LL₀₂-0,5; lectura en LL₀₂)
 $\sqrt[50]{0,5} = 0,98623$ (ajustar C-50 sobre LL₀₂-0,5; lectura en LL₀₁)

Otros ejemplos: $\sqrt[5]{2} = 1,149$; $\sqrt[5]{20} = 1,82$;

$$\sqrt[0,06]{2,42} = 2,4216,66 = 2,428,33 \cdot 2,428,33 = 1580 \cdot 1580 = 2\,496\,400$$

Los logaritmos decadarios

lg a

Se corre el trazo del cursor sobre LL₃-10 y se desliza C 1 de la escala central de la reglilla debajo del trazo del cursor. Ahora se tiene una tabla de logaritmos decadarios. Se puede elegir también el ajuste C 10 encima de LL₃-10. Con ayuda del cursor puede ahora ajustarse y leerse:

Con ayuda de la escala LL₀₃:

$$\begin{aligned} \lg 10 &= 1; \lg 100 = 2; \lg 1000 = 3; \lg 200 = 2,301 \\ \lg 20 &= 1,301; \lg 2 = 0,301; \lg 1,1 = 0,0414. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lg 0,1 &= -1; \lg 0,01 = -2; \lg 0,001 = -3. \\ \lg 0,2 &= -0,699 = 0,301-1; \lg 0,05 = -1,301 = 0,699-2. \end{aligned}$$

Elaboración de escalas logarítmicas de cualquier tamaño:*

En la elaboración de diagramas con divisiones logarítmicas hay que resolver con frecuencia la operación: $y = a \cdot \lg x$ (a = factor de escala = longitud de la unidad logarítmica). Un paso de C a L no es propio, dado que en la escala lineal L no pueden efectuarse más multiplicaciones. Por el contrario, el paso de LL a D corresponde a una formación del logaritmo, pudiendo seguir multiplicándose con la escala C, a continuación.

Ejemplo: $a = 3,33$; $x = 2; 3; 4; 6$

* según Dipl. Phys. W. Rehwald del Instituto para Técnica de alta frecuencia en la Escuela Técnica Superior de Darmstadt.

Se coloca C 3,33 sobre LL₃ 10 (unidad logarítmica) y se lee para LL₃ o bien LL₂ 2; 3... los valores de y correspondientes en la escala C. $y = 1,002; 1,591; 2,003; 2,593$.

En caso necesario, se desplaza por completo la reglilla.

Con un poco de reflexión pueden evitarse posiciones erróneas de la coma.

Logaritmos con base cualquiera

ⁿlog a

Se coloca el comienzo de la escala C sobre la base en la escala LL y se obtiene una tabla de los logaritmos correspondientes, por ejemplo: ${}^2\log 200 = 7,64$; ${}^2\log 22 = 4,46$; colóquese C 10 sobre LL₂-2; léase en C con LL₃-200 el valor de 7,64 y con LL₃-22 en C el valor de 4,46.

Otros ejemplos:

$${}^2\log 1,2 = 0,263; {}^{0,2}\log 10 = -1,431; {}^{0,8}\log 2 = -3,11; {}^5\log 25 = 2; {}^{0,5}\log 25 = -4,65;$$

Obsérvese ${}^a\log a = 1$; p. ej.: ${}^2\log 2 = 1$; ${}^2\log 4 = 2$; ${}^2\log 8 = 3$

$${}^{0,5}\log 0,5 = 1; {}^{0,5}\log 4 = -2; {}^{0,5}\log 8 = -3$$

$${}^{0,5}\log 0,25 = 2; {}^{0,5}\log 0,125 = 3$$

Escala exponencial para $e^{0,001 x}$

Dentro de la escala C en el reverso de la regla se han marcado **pequeños trazos rojos** a la izquierda de los valores numéricos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. Estos trazos dan los valores de una escala $e^{0,001 x}$. Hasta el valor $e^{0,003} = 1,003$ no son necesarios estos trazos, dado que el valor $e^{0,003}$ varía de 1,003 sólo en 0,000005.

Por falta de espacio no se incluyeron estas marcas en la regla de bolsillo 62/83.

El empleo de los trazos marcados es muy sencillo, imaginando escritos en las marcas los números 1,004; 1,005 etc.

Llevando el cursor sobre C 7, se lee en la misma escala para $e^{0,007}$ el valor de 1,00703. Dentro de los intervalos se realiza la lectura igualmente por adición del espacio de intervalo indicado por la marca roja, p.ej. $e^{0,0074} = 1,00743$.

Al buscar el logaritmo natural, se procede a la inversa. Se coloca el cursor sobre la marca, o bien se tiene en cuenta la diferencia de intervalo y se leen los valores en la escala C, p.ej.: $\ln 1,008 = 0,00797$ y $\ln 1,0063 = 0,00628$.

Si se quiere, por ejemplo, formar una tabla para los logaritmos de base 1,005, se emplea la escala D del anverso de la regla con la escala C del reverso de la regla, colocando la marca roja 1,005 de la escala C sobre el 1 de la escala D. Se obtiene así, p.ej.:

$$1,005 \log 1,005 = 1; 1,005 \log 1,009 = 1,8.$$

Si se quiere ampliar la tabla más allá de 1,01, se lleva el cursor a la posición inicial, se lleva el cursor a la marca 1,005 y se coloca C 10 debajo del trazo del cursor. Ahora pueden leerse los logaritmos de base 1,005 para los valores mayores de 1,01, pasando de LL₁ (o bien LL₂, o bien LL₃) a la escala C, p.ej.:

$$1,005 \log 1,01 = 1,996; 1,005 \log 1,02 = 3,97;$$

$$1,005 \log 1,2 = 36,5; 1,005 \log 4 = 278.$$

Significado de las marcas en las escalas

El valor $\pi = 3,1416$ está marcado separadamente en las escalas C, D, CI, CF, DF, CIF, W₁, W₁', W₂', W₂. Con ello se facilita considerablemente el ajuste de dicho valor π .

Marca $\rho = 0,01745$ en las escalas C, D, W₁ y W₁' (ver pág. 15).

En la **escala ST para pequeños ángulos** se han dispuesto unas llamadas **marcas de corrección** en el margen de 4° a 6°, que dan los valores de función correctos para el seno y la tangente. (Por falta de espacio, las marcas no están incluidas en la regla de bolsillo 62/83).

Ejemplo: $\tan 4^\circ \approx \sin 4^\circ = 0,0697$.

Para la lectura **exacta** de $\tan 4^\circ$ se emplea la marca de corrección **a la derecha** de la división 4°. Se lee el valor 0,0699.

Para las marcas de corrección de la tangente vale, pues:

Tangente mayor que arc, por tanto, marca de corrección **a la derecha** de la división!

Ejemplo: $\tan 5^\circ = 0,0875$.

Si el ángulo se encuentra entre los grados enteros provistos de marcas de corrección, ha de trasladarse en correspondencia el Intervalo de corrección:

Ejemplo: $\tan 4,2^\circ = 0,0734$; $\tan 5,33^\circ = 0,0934$.

Si está dado el valor de la función y se ha de determinar el ángulo, se tiene en cuenta el Intervalo de corrección **a la izquierda**.

Para el seno está grabada la marca de corrección **a la izquierda** de la división 6°. Vale para el margen de 5° a 6°. Se opera como indicado arriba, sólo que en sentido contrario.

Marca $e = 2,71828$ (base del logaritmo natural) en las escalas LL₂ y LL₃.

El cursor

El cursor de doble ventanilla lleva en el anverso y en el reverso el trazo principal central para el ajuste y la lectura durante las operaciones; además lleva en el borde derecho e izquierdo los trazos rojos laterales para la lectura de los valores en las divisiones supletorias, que ya no están al alcance del trazo principal.

Las posibilidades de aplicación de los trazos restantes del cursor:

Para el cálculo de áreas (d, q) se ajusta el diámetro con ayuda del trazo derecho del cursor señalado con d en el reverso del cursor en la escala W₁ o W₂, pudiendo leerse bajo el trazo q del cursor la correspondiente sección en la escala C (reverso) o D (anverso).

La conversión de kW en PS (caballo vapor) o viceversa es también posible, con ayuda de los trazos marcados con PS (caballo vapor) y kW, en las escalas C y D.

Para el **cálculo directo con el factor 3,6** se utiliza el trazo superior derecho del anverso del cursor.

Ejemplos: $150 \text{ km/h} = 41,6 \text{ m/seg}$. (Marca 3,6 sobre DF 150; el resultado 41,6 en D bajo el trazo principal).

Determinar los intereses de US \$ 2420.— a 3,75% en 95 días. (Marca 3,6 sobre DF 2420.—; ubicar CI 3,75 bajo el trazo principal; leer sobre CF 95 los intereses US \$ 24.— en DF).

El cursor de doble ventanilla puede sacarse fácilmente para su limpieza sin menoscabo de su perfecto ajuste.

Para este fin se separan en la muesca los dos costados blancos en el borde inferior del cursor. En esta operación es importante, que el pulgar empuje hacia abajo primero la parte más ancha del costado, abriendo así el cierre de las ventanillas. Seguidamente se entreabren las dos ventanillas de plexiglas lo suficiente para que se pueda mover el cursor hacia arriba. Al volver a colocar el cursor, ha de tenerse cuidado de que la ventanilla con los cinco trazos quede en el anverso de la regla.

Tratamiento de la regla de cálculo Novo-Biplex

Las reglas de cálculo Novo-Biplex son instrumentos de cálculo valiosos de alta precisión y han de tratarse con esmero. Están hechos del material plástico especial. El especial es altamente elástico y no propenso a quebrarse al tratarlo adecuadamente. Es resistente a influencias climatológicas, insensible contra la humedad, no inflamable y resistente contra la mayoría de las sustancias químicas. No es conveniente, sin embargo, exponer las reglas de especial a la acción de líquidos cáusticos o fuertes disolventes, que, aún sin atacar el mismo material, pueden por lo menos perjudicar el tinte del grabado de las escalas. De ser necesario, puede aplicarse a la reglilla un poco de vaselina pura o aceite de silicon, para que la reglilla se deslice con mayor facilidad en su guía. Para no perjudicar la exactitud de la lectura, se recomienda proteger las escalas y la reglilla contra suciedad y rasguños, limpiándolas con los detergentes especiales CASTELL nº 211 (líquido) o bien nº 212 (pasta de limpieza).



573 ●

Printed in Germany

1/783 span.

A. W. FABER-CASTELL · STEIN BEI NÜRNBERG, GERMANY
www.reglasdecalculo.com