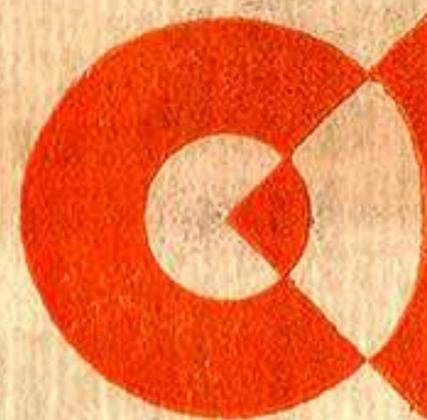


Instrucciones para el uso de la CURTA

**La pequeña
calculadora universal**

**Descripción y manejo
Las cuatro operaciones
Algunas aplicaciones prácticas**



CONTINA S.A. / VADUZ, LIECHTENSTEIN

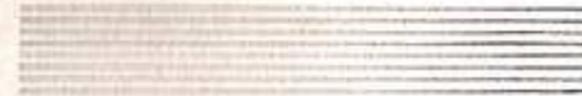
CONTINA

Fábrica de máquinas para oficina y calculadoras, S. A.

Vaduz / Liechtenstein

Not for Sale - Free Distribution

Para la máquina CURTA N°



Not for Sale - Free Distribution

Prohibida la reproducción de los textos e ilustraciones sin autorización de Contina, S. A.,
y sin mencionar el origen.
Las ilustraciones y descripción se entienden sin compromiso, ya que es posible surja algún
perfeccionamiento o modificación.

INTRODUCCION

Querido lector: Desea este manual enseñarle la manera de servirse juiciosamente de su máquina Curta, aprovechando sus cualidades prominentes y todas sus posibilidades.

Pero, antes de empezar esta lectura, tenga en cuenta que la pequeña Curta es un instrumento de precisión que debe ser tratada como tal y, por lo tanto, **sin brusquedad**. Desde el primer cálculo que efectúe, comprobará que su manejo es sumamente fácil.

Evite también exponerla a cualquier suciedad, tal como arena, restos de tabaco, agua, etc. y, después de su empleo, no olvida conservar la en su estuche protector. Su Curta se comportará mejor y así siempre será una ayuda infatigable al alcance de vuestra mano.

Puede Vd. confiar enteramente en ella, en cuanto a su exactitud. La pequeña Curta es fruto de una larga experiencia en el dominio de las máquinas de calcular. Está construída en una fábrica de las más modernas, por especialistas internacionales de máquinas de precisión, con metales de calidad superior. Ninguna materia artificial ha sido utilizada en su construcción. Cada uno de sus elementos está sometido a numerosas comprobaciones y por último toda la máquina en conjunto se somete a diferentes pruebas, antes de que salga de la fábrica.

Si un día su Curta queda bloqueada, ante todo procure no forzarla. No intente repararla Vd. mismo, ni tampoco debe confiarla a una persona falta de competencia, sinó enviarla a nuestro agente. Cada uno de nuestros agentes generales dispone de un servicio de reparación, con mecánicos especialistas en lo que se refiere a esta máquina. Ellos repararán rápidamente su Curta. A cada máquina se acompaña un certificado de garantía para un año, que cubre todos los defectos que pudiesen producirse durante dicho tiempo, por utilización normal. Sin embargo, esta garantía no abarca daños ocasionados por manipulación violenta.

La Curta non necesita cuidado especial alguno, aparte de los consejos que acabamos de darle. **No intente jamás engrasarla Vd. mismo**, pues podría dañarla.

Y ahora querido lector, no le queda más que leer con atención este folleto de instrucciones de manejo, y realizar todos los ejemplos de cálculo que exponemos en el mismo.

No hemos regateado esfuerzos en facilitarle esta lectura por una presentación lo mas agradable posible. **Estas instrucciones se refieren al manejo y al uso tanto de la Curta modelo I — 8×6×11 cifras, como de la Curta modelo II — 11×8×15 cifras.** Puesto que estos dos tipos varian solamente en la capacidad, por razones de sencillez las ilustraciones y las descripciones representan sin excepción, la Curta modelo I. Los ejemplos de cálculo en la segunda y la tercera parte del manual pueden ejecutarse tanto con la Curta modelo I como con la Curta modelo II.

INDICE DE MATERIAS

	Página		Página
Introducción		Resta con resultado negativo . . .	13
I. Descripción y Manejo de la Curta		Multiplicación	15
Generalidades	1	Multiplicación con un factor constante	16
El registro de inscripción	2	Multiplicación abreviada	17
La manivela	2	División (método aditivo)	21
El totalizador y el contador	5	División (método sustractivo)	25
Desplazamiento del carro	5		
Operación de borrar	7	III. Algunas aplicaciones prácticas	
El inversor	8	Comprobación de factura	28
II. Las cuatro operaciones		Porcentajes	29
Suma	10	Elevación a la tercera potencia	31
Resta	13	Regla de tres	32
		Extracción de raíces cuadradas	34

Fig. 1. Vista de la máquina Curta



I. Descripción y manejo de la Curta

Generalidades

Examinando el exterior de la máquina, observamos en primer término sus 3 elementos principales (véase fig. 1 y 2):

1. El cuerpo cilíndrico, que contiene los **8 columnas de palancas** del registro de inscripción,
2. la **manivela**,
3. el **carro**, de forma circular, en que se aloja el **totalizador** (grupo de **11 cifras**, en el **segmento circular oscuro**) y el **contador** de vueltas (grupo de **6 cifras** en el **segmento circular claro**). (Véase fig. 2.)

El número marcado en el registro de inscripción se suma tantas veces en el totalizador como vueltas de manivela se hayan dado.

El número de vueltas queda marcado en el contador. De este modo, un número X de vueltas de manivela, corresponde a una multiplicación por X.

Borrador
(manecilla en
posición de
parada 1)

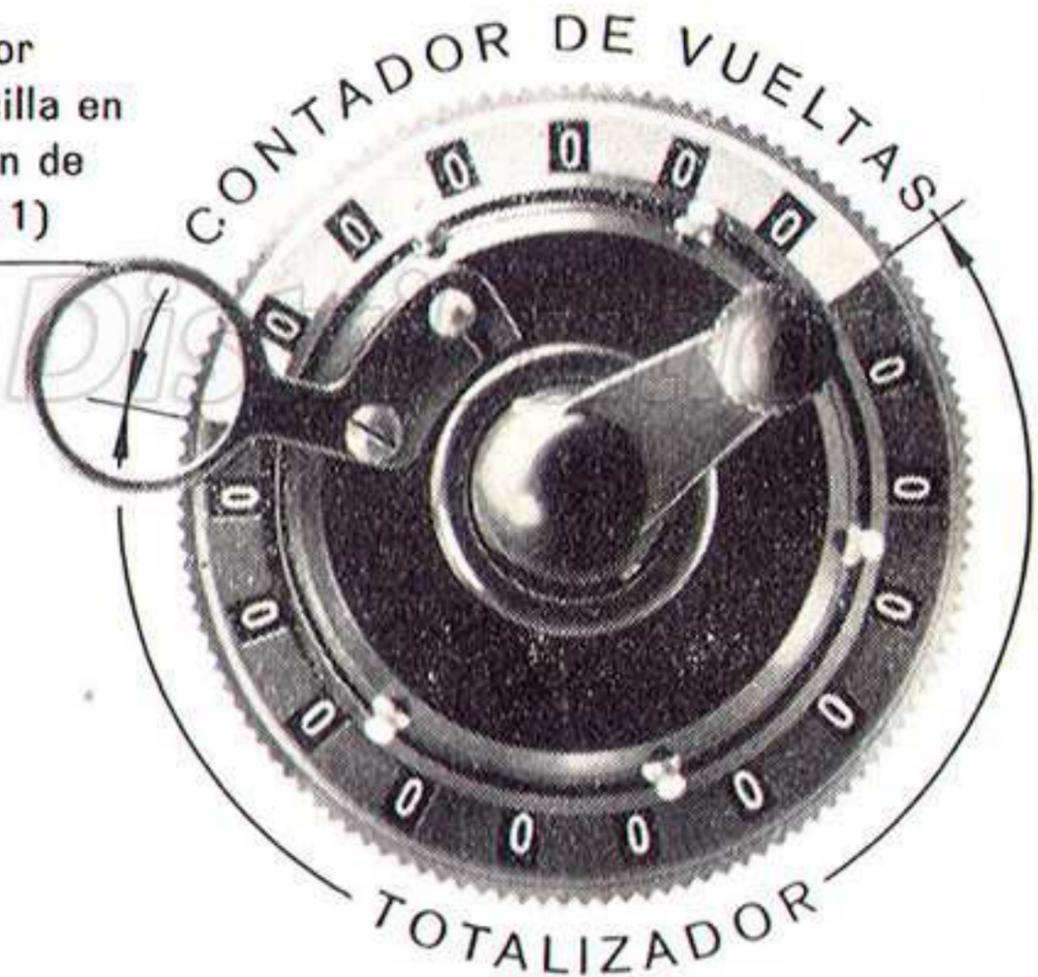


Fig. 2. La máquina vista desde arriba

En los capítulos siguientes se describirán estos elementos, así como todos los dispositivos y órganos que hacen de la «Curta» una calculadora universal.

El registro de inscripción

Las cifras se marcan por medio de 8 palancas que sobresalen de las ranuras del cuerpo cilíndrico.

Para marcar un número en el registro, por ejemplo 13977, se coge la máquina con la mano izquierda (véase fig. 3) y con el índice de la mano derecha (fig. 4) se bajan las palancas 1 a 5, hasta que las cifras que interesan, es decir, 1, 3, 9, 7, 7, aparezcan en las ventanillas del **visor del registro** (véase fig. 1). Es conveniente coger las palancas entre la uña y la yema del dedo índice.

Para **borrar** las cifras del **registro de ins-**

cripción se empujan todas las palancas hacia arriba.

Las ranuras están numeradas desde el 1 hasta el 8, empezando por la derecha: El 1, indica la columna de las unidades; el 2 aquella de las decenas y el 3 aquella de las centenas, etc. (véase Fig. 1).

Por debajo de las columnas hay **3 botones blancos**, situados en una ranura circular de la **base**, y que sirven para señalar las **comas**.

La manivela

Un número marcado se pasa al totalizador siempre por una **vuelta completa de la manivela** en el sentido de las manecillas de un reloj. Al final de cada vuelta, la manivela toca contra un dispositivo de parada, perfectamente apreciable al tacto. **Es preciso completar siempre toda vuelta de manivela iniciada.**



Fig. 3. ... se coge la máquina con la mano izquierda



Fig. 4. ... se bajan las palancas ...

No se realizará ninguna manipulación en la máquina, sin que la manivela se encuentre en su posición de parada.

La manivela puede sacarse en el sentido de su eje longitudinal, pero **unicamente** cuando se encuentre en su posición de parada. Una



Fig. 5. La manivela sacada en posición de resta

vuelta de manivela efectuada en su posición inferior suma el número marcado al indicado por el totalizador (**giro positivo**). Una vuelta de manivela en la posición superior (también en el sentido de las agujas de un reloj) efectúa la resta del número marcado (**giro negativo**). Esta posición se caracteriza por un aro blanco visible al pie de la manivela (fig. 5).

De este modo, las dos posiciones se distinguen fácilmente, lo que excluye toda posibilidad de confusión. Un dispositivo bloqueador de seguridad evita el desplazamiento vertical de la manivela durante cada vuelta, ya que tal desplazamiento conduciría a resultados erróneos.

De todos modos, cuando, al calcular rápidamente, se inicia una vuelta de más, es preciso terminarla y luego se anula por una vuelta de manivela en la posición opuesta.

El totalizador y el contador

En el **totalizador**, cuya **capacidad** es de **11 cifras**, se forman los totales, productos y diferencias. Las 11 ventanillas corresponden a las unidades, decenas, centenas etc., y están numeradas de 1 a 11 en el borde inferior del carro (véase fig. 1).

El **contador**, con una **capacidad** de **6 cifras**, indica el número de vueltas efectuadas. Es de importancia, por ejemplo en la suma, porque marca el número de sumandos, pero sobre todo en la multiplicación, para comprobar el multiplicador.

Cinco botones blancos, desplazables a lo largo de una ranura circular, sirven para marcar las **comas** en el totalizador o en el contador (fig. 1 y 2).

Tanto el totalizador como el contador, están provistos de un dispositivo llamado «**arrastre de decenas**». Al leer los capítulos siguien-

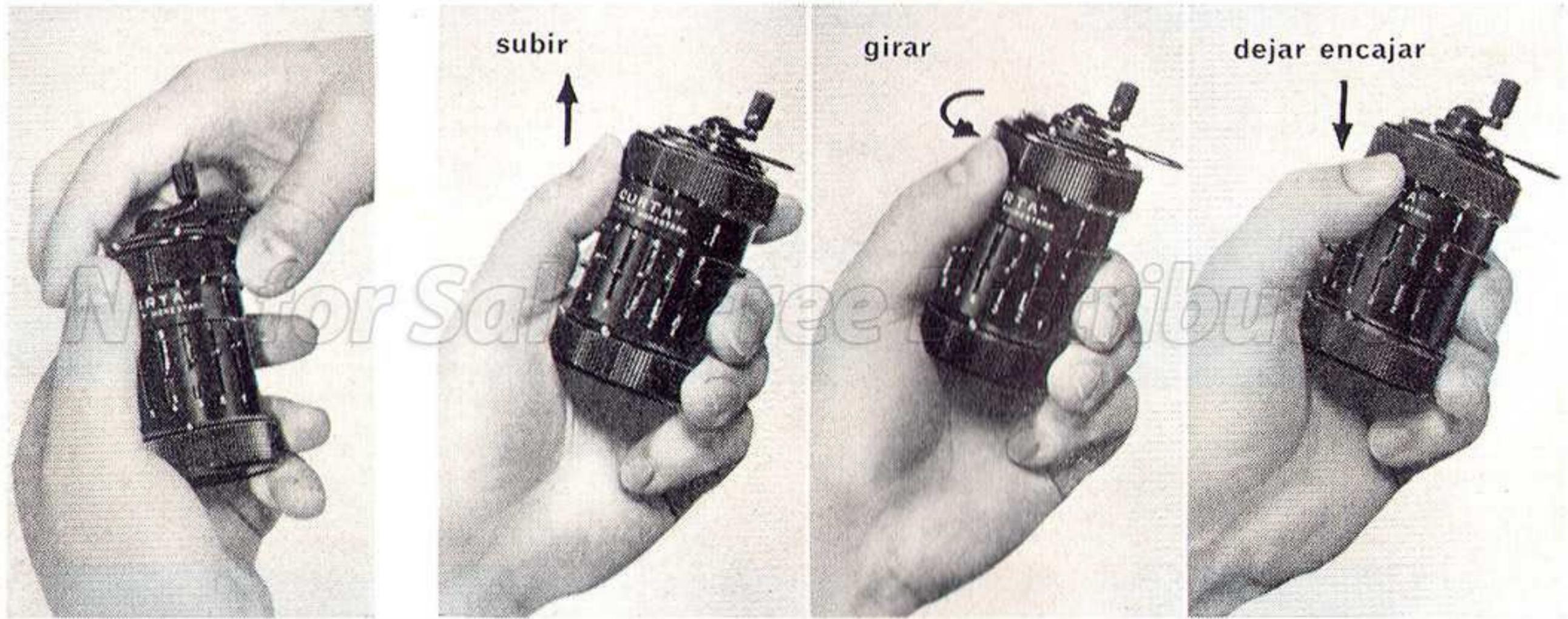
tes, el lector se dará cuenta de la importancia que tiene este dispositivo preciado. Su presencia en una máquina de cálculo universal, puede comprobarse de la manera siguiente: Márquese el número 1 en la columna de las unidades del registro de inscripción y efectúese una vuelta de sustracción (giro negativo). El totalizador y el contador indicarán todos los nueves. Dando después una vuelta de suma (giro positivo), la cifra 1 marcada será arrastrada de ventanilla en ventanilla, de modo que en todos ellos aparecerán nuevamente los ceros.

Desplazamiento del carro

Estando la manivela en su posición de reposo, el carro puede ser levantado y girado, columna por columna, alrededor del eje de la máquina, en una amplitud de ángulo de aproximadamente 100° . La **flecha indicadora**

grabada en el cuerpo principal, señala la posición del carro con referencia a las columnas. Cuando la flecha señala el número 1, el número marcado queda trasladado al

totalizador tal como está marcado; si la flecha señala el 2, se arrastra 10 veces, y 100 veces cuando la flecha señala el 3 etc. Las vueltas quedan marcadas en el contador,



6a ... con las dos manos

6b ... es preferible utilizar una sola mano

Fig. 6. El desplazamiento del carro

en las ventanillas correspondientes. Como quiera que el contador tiene 6 ventanillas, resulta que el carro puede girarse 6 columnas. Estos desplazamientos son necesarios, entre otras operaciones, en la multiplicación, con multiplicadores de varias cifras.

Se puede efectuar el giro del carro con las dos manos, como se indica en la fig. 6a. No obstante, para efectuar los cálculos rápidamente, es preferible utilizar una sola mano (fig. 6b). A este efecto se sujeta el aro moleteado de la base de la máquina entre la palma y los últimos dedos de la mano izquierda (fig. 6b) y con el pulgar y el índice de la misma mano, se levanta el carro y se le gira hasta el punto conveniente, entonces se le deja que encaje en dicha posición.

Como medida de seguridad contra una manipulación errónea, la manivela y el carro quedan bloqueados entre sí, es decir, no se

puede accionar la manivela, si el carro no está encajado en una de sus posiciones y el carro no puede levantarse, a su vez, sin que la manivela esté en su posición de reposo. **Todo intento de levantar el carro durante una vuelta de manivela es inútil y debe evitarse.**

Operación de borrar

Las cifras del totalizador y del contador se borran por medio de la manecilla terminada en ojal. Esta manecilla, solidamente inmovilizada durante los cálculos, se gira alrededor de un perno, para alojar la máquina en su estuche (fig. 7). Para efectuar este movimiento, se aprieta el botón de desembrague (fig. 1 y 7).

Para borrar las cifras, **se levanta carro** y se hace girar con un suave movimiento la manecilla en un sentido u otro, alrededor del

eje de la máquina. Una vuelta completa borra las cifras del contador y del totalizador, no obstante, cabe también borrar



Fig. 7. El estuche protector abierto

uno solo de estos dispositivos, puesto que la manecilla posee dos posiciones de parada, que corresponden al paso de los límites entre los segmentos de color claro y de color oscuro (compárense las posiciones en las fig. 1 y 2). **Después de haber borrado las cifras, la manecilla tiene que coincidir con una de sus posiciones de reposo, pues de lo contrario no se podría bajar el carro ni dar vueltas a la manivela, lo que representa una protección suplementaria contra malas manipulaciones.**

El inversor

Para la mayor parte de las operaciones, el contador indicará el número de giros positivos, y los negativos se restan.

No obstante, en ciertos casos, los giros negativos tendrán que ser registrados positivamente, por ejemplo cuando, al efectuar

una resta se quiere comprobar el número de sustraendos. Para hacerlo, se baja **el inversor**, que se halla al dorso de la máquina (fig. 8). A partir de este momento, los dos mecanismos operarán en sentido inverso, es decir, el contador señalará como positivos a los giros negativos, en tanto que los positivos se restarán.

Las dos flechas, que señalan una hacia la otra, expresan que en esta posición, el inversor origina el movimiento opuesto de ambos mecanismos. En contraposición, para las flechas que señalan la misma dirección, el inversor manda ambos movimientos en el mismo sentido, es decir ambos mecanismos realizan una suma o una resta, según se efectúen los giros en sentido positivo o negativo.



Fig. 8. La Curta vista por detrás

II. Las cuatro operaciones

Antes de emprender un cálculo, es preciso asegurarse de que la máquina esté dispuesta, es decir, que:

- a) La manivela se encuentre en su posición de reposo.
- b) Estén borradas las cifras del totalizador y del contador.
- c) Las palancas de todas las columnas del registro de inscripción estén arriba.
- d) La flecha de referencia del carro se encuentre en posición inicial, es decir, que coincida con la cifra 1.

Suma

Ejemplo I (Suma de enteros)

$$3017 + 289 + 49722800 = X$$

1. Prepárese la máquina. El inversor estará arriba.
2. Márquese 3017 accionando las palancas de las columnas 1 a 4 del registro de inscripción.
3. Efectúese un giro positivo para trasladar los números marcados al totalizador.
4. Márquese el número 289 en las columnas 1 a 3. La palanca de la columna 4 quedará arriba.
5. Efectúese un giro positivo.
6. Márquese el número 49722800 en las columnas 1 a 8.
7. Efectúese un giro positivo.

El **totalizador** se lee en total **49726106**, y el **contador** marca **3**, que es el número de los sumandos.

Ejemplo II (suma de enteros con decimales)

$$1\ 254,05 + 171,4 + 19,075 + 214 = X$$

1. Prepárese la máquina. El inversor arriba.
2. Se observará que la máxima fracción es de tres decimales. En el totalizador se colocará una coma delante de la tercera cifra de la numeración y otra delante de la tercera columna del registro de inscripción.
3. Mediante las palancas de las columnas 2 a 7, se marca el número 1 254,05.
4. Se efectúa un giro positivo.
5. Las dos primeras palancas hallándose a cero, en las columnas 3 a 6 marca el número 171,4.
6. Se efectúa un giro positivo.
7. Se marca el número 19,075.
8. Se efectúa un giro positivo.
9. Se suben las tres palancas primeras y se marca el número 214.

10. Se efectúa un giro positivo.

En el **totalizador** leemos la suma **1 658,525** y en el **contador** el número de los sumandos, que es 4.

En ciertos casos se marcarán los números más a izquierda en el registro de inscripción y entonces se coloca la coma en su lugar correspondiente. Más adelante explicaremos esta probabilidad.

El ejemplo siguiente indica la técnica operatoria cuando el número que se ha de marcar, es mayor que la capacidad del registro de inscripción.

Ejemplo III

$$72\ 655\ 829 + 43\ 759\ 681\ 119 + \\ 5\ 431\ 789\ 854 = X$$

1. Prepárese la máquina.
2. Márquese el primer número con las palancas de las columnas 1 a 8.

3. Efectúese un giro positivo
4. Márquense las últimas cifras del segundo sumando, en las columnas 1 a 8 (59 681 119).
5. Efectúese un giro positivo.
6. Se desplaza el carro hasta la posición cuarta.
7. Márquense las tres cifras primeras del segundo sumando en las columnas 6 a 8 (437).
8. Efectúese un giro positivo.
9. Se vuelve el carro a su posición inicial (flecha señalando 1).
10. Márquense las 8 cifras últimas del tercer sumando, con las palancas de las columnas 1 a 8 (31 789 854).
11. Efectúese un giro positivo.
12. Se sitúa el carro en la posición 4.
13. Márquense las dos primeras cifras del tercer sumando (54) en las columnas 6 y 7.
14. Se efectúa un giro positivo.

La suma **49 264 126 802** se lee en el **totalizador** y el **contador** marca 002003. La cifra **3** expresa el número total de sumandos y el **2** los que tienen más de 8 cifras.

Resta

Ejemplo IV (Sustracción con resultado positivo, comprobando el número de los sustraendos)

$$2467,75 - 48 - 834,32 - 1207,5 = X$$

1. Prepárese la máquina, con el inversor **abajo** (si no interesa la suma de los sustraendos, no es necesario tener en cuenta la posición del inversor, y por lo tanto, se suprime la manipulación indicada en 5).
2. Colóquense las comas en el registro de inscripción y en el totalizador, delante de la segunda cifra, lo que nos dará dos decimales.
3. Márquese el número 2467,75, que es el minuendo.
4. Efectúese un giro positivo.
5. Bórrense las cifras del contador, llevando la manecilla a su posición anterior, pues

de no hacerlo sería preciso volver la coma del totalizador a su sitio correcto.

6. Márquese el primer sustraendo, que es 48, en el registro de inscripción.
7. Efectúese un giro negativo, es decir levantar la manivela a su posición superior.
8. Márquese el número 834,32.
9. Efectúese un giro negativo.
10. Márquese el número 1207,5.
11. Efectúese un giro negativo.

La operación está terminada. El **totalizador** indica **377,93**, es decir la diferencia, y el **contador** señala **3**, que es el número de sustraendos.

Resta con resultado negativo

En las restas cuyo resultado es negativo, la calculadora no nos dá el resultado directo, sino su complemento.

Se entiende por complemento de un número cualquiera, la diferencia entre aquel y la unidad seguida de tantos ceros como cifras puede contener el contador. En nuestro caso obtenemos el complemento de 100 000 000 000.

Ejemplo V

$$34 - 81 = -47$$

Cuando se termina la operación, el totalizador no indicará 00 000 000 047, sinó **el complemento de 47**, es decir **99 999 999 953**. Cuando la operación conduce a un resultado negativo, aparece en el contador toda una fila de nueves, lo que nos hace saber enseguida que acabamos de obtener un resultado negativo.

Ejemplo VI

$$643\,781 - 1\,274\,481 = X.$$

1. Se prepara la máquina.
2. Se marca en el registro de inscripción

el número 643 781, y efectúese un giro positivo.

3. Se marca 1 274 481, y efectúese un giro negativo.

El **totalizador** indica **99 999 369 300**. El complemento de este número nos dará las cifras del resultado efectivo, que es 00 000 630 700. Por lo tanto, el resultado es **-630 700**.

Se puede obtener también este resultado mecánicamente. Para ello se marca en el registro de inscripción el número indicado en el totalizador, es decir 99 999 396 300 sin tener en cuenta los tres primeros nueves que no caben en el registro. Se efectúan dos giros negativos; después del primero, aparecen ceros en el totalizador y después del segundo, obtenemos el resultado negativo que es (998) 00 630 700. No se tendrán en cuenta las tres primeras cifras, entre paréntesis.

Multiplicación

Esta operación se efectúa por medio de adiciones repetidas girando el carro de una posición a otra, para cada cifra del multiplicador. La flecha de referencia nos facilitará esta operación.

Ejemplo VII

$$8549,2 \times 0,03204 = X$$

1. Se prepara la máquina, el inversor está arriba.
2. Marcar el multiplicando 8549,2 en las columnas 1 a 5 del registro de inscripción.
3. Se coloca una coma en el registro, delante de la primera cifra, y una en el contador, delante de la quinta cifra, y en el totalizador otra delante de la sexta cifra, puesto que el producto tendrá seis cifras decimales, es decir, tantas como los dos factores juntos.

4. Se empieza multiplicando por la última cifra del multiplicador; por lo tanto, se efectúan cuatro giros positivos y el contador marcará 4.
5. Como quiera que la segunda cifra del multiplicador es 0, se gira el carro dos posiciones y la flecha de referencia señalará el 3. Se efectúan dos giros positivos y el contador marcará 204.
6. Se gira el carro un punto más y la flecha de referencia marcará 4. Se efectúan tres giros de manivela y el contador marcará 3 en su ventanilla correspondiente.

La multiplicación está terminada. Como medida de precaución se comprobará si el registro de inscripción señala el multiplicando: 8549,2 y el contador el multiplicador: 0,03204. En el totalizador hallaremos el **producto** exacto, que es **273,916368**. La coma está en su lugar correcto, delante de la sexta cifra.

Es evidente que se puede empezar la multiplicación por cualquier cifra del multiplicador, teniendo en cuenta el orden de unidad que ocupa en el factor. Si al terminar la operación, el registro de inscripción y el contador indican los factores correctos, el totalizador dará también el producto exacto. Esto tiene importancia cuando se trata de efectuar varias multiplicaciones con multiplicando constante y multiplicadores diferentes. En tal caso **no es** preciso borrar tras cada operación. Se deja el multiplicando señalado en el registro de inscripción y para cada operación se modifica únicamente el multiplicador por medio del número correspondiente de giros.

Multiplicación con un factor constante

Ejemplo VIII

Como continuación del ejemplo VII: $8549,2 \times 0,03204$ se calculará con el **mismo multiplicando**.

$$8549,2 \times 0,00304 = X$$

La calculadora se deja en la posición final de la operación del ejemplo VII, es decir, **no se borra**.

1. Se pasa el carro a la posición 4 (la flecha de referencia señala el 4).
2. Se efectúan tres giros negativos que harán desaparecer el 3 en el contador, que indicará ahora 0,00204, pero nos interesa que marque 0,00304.
3. Se gira el carro a la tercera posición.
4. Se efectúa un giro positivo.

El contador indica el multiplicador del pro-

blema; 0,00304 y el totalizador el **nuevo producto**, que es **25,989 568**.

Si al comprobar se ve que el contador no indica, las cifras exactas, sea porque no se ha efectuado el número correcto de giros de manivela, o que nos hemos equivocado al quitar el multiplicador se puede hacer la corrección procedente del modo descrito. Pero si el registro de inscripción no marca el multiplicando debido, es preciso repetir la operación.

Multiplicación abreviada

Ejemplo IX

$$13974 \times 9 = X$$

No es necesario en este caso efectuar nueve giros, pues dos son suficientes, ya que en lugar de multiplicar 13974×9 , se calcula $13974 \times (10 - 1)$ o bien $-13974 + (1397 \times 10)$.

1. Se prepara la máquina, con el inversor arriba.
2. En el registro de inscripción se marca 13974.
3. Se efectúa un giro negativo. El contador marcará 999999 que es el complemento de 1.
4. Colóquese el carro en la posición dos. Un giro positivo corresponde ahora a una multiplicación por 10.

La operación ha quedado terminada mediante estos dos giros. Gracias al dispositivo de arrastre de decenas, el segundo giro (positivo) ha corregido las decenas en el contador y todas las cifras siguientes, que ahora están reemplazadas por ceros. Llamamos a este giro «**giro de rectificación**». El contador marca 9, que es el multiplicador dado, y el **totalizador** señala **125766** que es el producto de 13974×9 .

Se hubiera podido efectuar también la operación inversa, es decir, multiplicado primero por 10 y después por 1. El ejemplo siguiente demostrara, sin embargo, que el primer método ofrece más ventajas, pues no hay necesidad de reflexionar, porque la composición del multiplicador se hace por así decir, por sí sola.

Ejemplo X

$$784,45 \times 927,9 = X$$

1. Se prepara la máquina. El inversor estará arribá.
2. Márquese 784,45 en el registro de inscripción.
3. Colóquese una coma en el registro, delante de la segunda cifra; otra en el contador delante de la primera y una en el totalizador, delante de la tercera cifra.
4. El carro estará en su posición inicial (la

flecha de referencia señala 1). Se efectúa un giro negativo, contando «9», y el contador marcará 999999, el último de los cuales pertenece al multiplicador y por lo tanto, es correcto.

5. Se gira el carro a la posición 2. El segundo 9 del contador se corrige, reduciéndole a 7 mediante dos giros negativos (se cuenta «8», «7»). El contador marcará ahora 999979.
6. Se gira el carro a la posición 3, a fin de rectificar la tercera cifra del contador. Se efectúa primero un «giro de rectificación», seguido de dos giros positivos, contando «0», «1», «2», hasta que el contador marca 000279.
7. Se gira el carro a la posición 4 al objeto de marcar la cifra 9 en el contador. Un giro negativo hace aparecer en el contador el número 999279.

8. Ahora se trata de hacer desaparecer los dos primeros nueves de este número. A este objeto se colocará el carro en la posición 5 y se efectúa un «giro de rectificación» positivo. Gracias al dispositivo de arrastre de decenas, las dos primeras cifras del contador quedan corregidas y el contador marca ahora el multiplicador correcto, que es 00927,9.

El **totalizador** marca el producto **727 891,155**.

Esta operación se efectúa con **ocho** giros, pero si la hubiéramos realizado por el método corriente, hubiéramos necesitado **27**. Por lo tanto hemos logrado, una economía de tiempo apreciable.

Empleando el método simplificado, se empezará la multiplicación siempre por la derecha y entonces se puede desarrollar el multiplicador sin necesidad de reflexionar, contando como hemos hecho arriba.

Para contar se observará la regla siguiente:

- a) Cuando la operación empiece por giros de manivela negativos o estos han de suceder a giros positivos, se cuenta «9», «8», «7», «6», etc.
- b) Por el contrario, si es preciso efectuar un giro negativo, precedido de otro también negativo, se empieza a contar «8», «7», «6», etc.
- c) Cuando se comienza la operación por giros positivos, o cuando se ha desarrollado el número anterior por medio de giros positivos se contará «1», «2», «3», «4», etc.
- d) Cuando es preciso efectuar un giro positivo y la cifra anterior fué obtenida por giros negativos, se comenzará siempre por un «giro de rectificación» y se cuenta «0», «1», «2», etc.

e) Cuando la última cifra del multiplicador es resultado de un giro negativo, es preciso efectuar siempre un «giro de rectificación» en la ventanilla siguiente. **Por lo tanto, la sexta cifra nunca puede ser desarrollada por medio de giros negativos.**

Demostraremos este procedimiento una vez más en el ejemplo siguiente, pero sin hacer comentarios.

Ejemplo XI

$$58821 \times 21878 = X.$$

1. Se prepara la máquina con el inversor arriba.
2. En el registro de inscripción, se marca el número 58821.

3. Se coloca el carro en la posición inicial. Se efectúan dos giros negativos, contando «9», «8».
4. Se gira el carro a la posición 2 y se efectúan dos giros negativos contando «8», «7».
5. Se gira el carro a la posición 3 y se efectúa un giro negativo contando «8».
6. Se pasa el carro a la posición 4 y se efectúan dos giros positivos contando «0», «1».
7. Se pasa el carro a la posición 5 y se efectúan dos giros positivos contando «1», «2».

El **totalizador** nos indica el producto **1 286 885 838.**

División (Método aditivo)

(Reconstitución del dividendo, o división por multiplicación.)

El procedimiento más sencillo para hallar el cociente de una división, es el siguiente: Se marca el divisor en el registro de inscripción y se reconstituye el dividendo en el totalizador, multiplicando el divisor. La cuestión es la siguiente: ¿Por qué número (cociente) hay que multiplicar el divisor para obtener el dividendo? El cociente aparecerá en el contador. Será exacto, cuando el totalizador marque el dividendo dado, y será una aproximación, cuando la división deje un resto. Ilustraremos este procedimiento mediante un ejemplo.

Ejemplo XII

729 : 32,4 = X (El cociente tendrá el mayor número posible de cifras).

1. Se prepara la máquina, con el inversor arriba.
2. Se marca el divisor 32,4 en el registro de inscripción.
3. Se gira el carro hasta la posición 6.
4. Se efectúan giros positivos, hasta que en el totalizador aparezca un número que se aproxime lo más posible al 729. Después de dos giros, obtenemos 648. Ahora es preciso hacer la aproximación paso a paso. (Si efectuáramos un tercer giro, obtendríamos 972.)
5. Gírese el carro a la posición 5.
6. Dos giros positivos harán aparecer en el totalizador el número 7128.
7. Gírese el carro a la posición 4.
8. Cinco giros positivos hacen aparecer en el totalizador el número 729 igual al dividendo. El contador marca 225000.

9. Ahora se colocan las comas. Una en el totalizador, delante de la ventanilla 5 y por lo tanto el dividendo se lee 729,00000. Otra coma se coloca en el registro de inscripción, delante de la primera columna, puesto que el divisor tiene una cifra decimal. Como quiera que en el fondo hemos realizado una multiplicación, el número indicado en el totalizador debe tener tantas cifras decimales como el registro y el contador juntos, o bien el número de cifras decimales del totalizador menos el del registro es igual al número de cifras decimales en el contador. En nuestro caso se colocará una coma delante de la cuarta ventanilla del contador y el **cociente** será, pues **22,5**.

Ejemplo XIII

0,4847 : 0,0085998 = X (El cociente tendrá 6 cifras.)

1. Se prepara la máquina, con el inversor arriba.
2. En las columnas 1 a 5 del registro de inscripción, se marca el número 85998.
3. Se gira el carro a la posición 6, al objeto de obtener seis cifras en el cociente.
4. Se efectúan los giros positivos necesarios hasta que las primeras cifras que aparezcan en el totalizador, señalen la mejor aproximación al 4847. Después de efectuar cinco giros, obtendremos 42999.
5. Se gira el carro a la posición 5.
6. Efectuado seis giros positivos, obtendremos en el totalizador el número 4815888.
7. Se pasa el carro a la posición 4.
8. Efectuado tres giros positivos obtendremos 48416874.
9. Se gira el carro a la posición 3.

10. Seis giros positivos nos dan en el totalizador 484684728.
11. Se gira el carro a la posición 2.
12. Con un giro positivo obtendremos 4846933278.
13. Se gira el carro a la posición 1.
14. Después de siete giros positivos, el totalizador marca 48469934766. Apreciamos inmediatamente que nos falta alrededor de 65000 unidades. Un octavo giro nos daría 48470020764, es decir 20764 unidades de más. No obstante, esta valor, se aproxima más al que pretendemos obtener.
15. Como quiera que el dividendo es 0,4847 se colocará en el totalizador una coma ante la cifra 11. En el registro se coloca una coma delante de la 7a columna y en el contador otra delante de la cifra 4.

El **contador** nos indica el **cociente** que es **56,3618**.

Con un poco de rutina se llega a reconstruir rápidamente el dividendo en el totalizador, sin reflexionar, y sin tener necesidad de contar los giros de la manivela. Es suficiente girar el carro posición por posición, hasta que aparezcan las cifras que den la mejor aproximación.

Si hubieramos efectuado un giro de más, éste sería anulado por otro giro negativo. Pero como quiera que tenemos el dispositivo de arrastre de decenas, podemos hacer la corrección estando el carro en la posición siguiente, y en este caso efectuaremos giros negativos hasta obtener un valor que no exceda del que buscamos. Este segundo método es más rápido que el primero, cuando el excedente es mínimo.

Cuando el divisor tiene más de cinco cifras,

en el contador, no se puede obtener siempre un cociente de seis cifras como se verá en el ejemplo siguiente:

Ejemplo XIV

1475 : 64783560 = X (El cociente tendrá el número máximo de cifras posibles.)

1. Se prepara la máquina, con el inversor arriba.
2. En las columnas 1 a 7 del registro de inscripción se marca el número 6478356. Hacemos caso omiso del cero, que constituye la última cifra del número, al objeto de poder obtener el cociente con el máximo de cifras posible. Dicho cero se tendrá en cuenta al colocar la coma.
3. Se coloca el carro en la posición 4. No se puede ir más allá puesto que el totalizador ya no nos indicaría las primeras cifras del dividendo.
4. Se efectúan dos giros positivos y el

totalizador indica 12956712000.

5. Se gira el carro a la posición 3.
6. Se efectúan dos giros positivos y el totalizador indica 14252383200.
7. Se gira el carro a la posición 2.
8. Con siete giros positivos obtendremos el número 14705868120 en el totalizador.
9. Se gira el carro a la posición 1.
10. Después de siete giros positivos, el totalizador marca 14751216612 que es la mejor aproximación que cabe lograr.
11. El dividendo en el totalizador, tiene siete cifras decimales y el divisor, en el registro de inscripción, no tiene ninguna. Por lo tanto tendremos que tener siete cifras decimales en el contador, no obstante, como quiera que hemos hecho caso omiso de un cero del divisor, el **cociente** tendrá ocho cifras decimales y por lo tanto será: **0,00002277**.

División (Método sustractivo)

En ciertos cálculos combinados, cuando se pretende dividir un resultado marcado ya en el totalizador, no conviene borrar, las cifras del mismo. Se efectuará la resta del divisor y del dividendo, hasta que el totalizador marque cero. El número de giros negativos indica entonces el cociente. Para que este último pueda leerse directamente en el contador, se colocará el inversor en su posición inferior. Evidentemente es necesario que el dividendo esté marcado suficientemente a izquierda del totalizador, al objeto de obtener el número de cifras necesarias para el cociente.

Ejemplo XV

$$(8,858 + 9,33 + 7,506 + 9) : 393,632 = X$$

(Cociente de cuatro cifras)

Primeramente se efectúa la suma de los factores, marcándolos en el registro de inscripción lo más a la izquierda posible, y se cuidará de que sean trasladados hasta el extremo izquierdo del totalizador, dejando libre, sin embargo la ventanilla 11 para las decenas.

1. Se prepara la máquina, con el inversor arriba, al objeto de comprobar las sumas marcadas en el registro.
2. Se coloca el carro en la posición 4. De este modo obtendremos cuatro cifras en el cociente.
3. En las columnas 7 a 4 del registro de inscripción, se marca el número 8,858. Las unidades aparecerán en la ventanilla 10 del totalizador y las decenas en la ventanilla 11. Se efectúa un giro positivo.
4. Al objeto de prevenir una confusión, se colocarán inmediatamente las comas;

una delante de la columna 6 del registro de inscripción y otra precisamente por encima, en el totalizador, entre las cifras 9 y 10.

5. En las columnas 7 a 5 se marca el número 9,33 y se efectúa un giro positivo.
6. En las columnas 7 a 4 se marca el número 7,506 y se efectúa un giro positivo.
7. En la 7a columna se marca el número 9 y se efectúa un giro positivo.

Ahora el **totalizador** marca la **suma** de los sumandos, que es **34,694 000 000**. Efectuaremos ahora la división.

8. **Se borran las cifras del contador** únicamente, y se coloca el inversor **abajo**.
9. Se marca el divisor 393 632 en el registro de inscripción, lo más a la izquierda posible, de tal modo que la parte del dividendo que se halla por encima del divisor, sea superior a este último; en

su consecuencia, el 3 vendrá en la columna 7 y el 9 en la 6.

10. Las comas se colocan del modo siguiente: En el totalizador, delante de la ventanilla 9, en el registro de inscripción, delante de la cuarta columna y, por lo tanto, en el contador delante de la ventanilla 5.
11. Se saca la manivela y se dan las vueltas necesarias, teniendo cuidado de que el totalizador no marque una cifra inferior al cero. Después de ocho vueltas de manivela, las dos primeras cifras del dividendo quedarán transformadas en 03. Si efectuáramos un noveno giro, tendríamos 99 267 120 000, es decir, un valor que ya es negativo.
12. Se pasa el carro a la posición 3.
13. Ocho giros negativos anulan las dos cifras siguientes.

14. Se coloca el carro en la posición 2.
15. Solamente cabe un giro negativo.
16. Se coloca el carro en la posición 1.
17. Tres giros hacen aparecer en el totalizador el número 3 211 840. Por debajo en el registro de inscripción, hallaremos 3 936 320. Por lo tanto, no cabe efectuar una nueva sustracción y las cifras 3 211 840 del totalizador representan la resta de la división. No obstante, efectuamos un nuevo giro negativo. El totalizador marcará 99 999 275 520 es decir, el complemento de 724 480, número que se aproxima más al cero que el 3 211 840 que hemos encontrado antes.

El **contador** marca el cociente, que es **0,08814**.

Este último método no se utiliza más que cuando el dividendo se halle ya marcado en el totalizador. En efecto no conviene marcar el dividendo en el registro de inscripción para trasladarle luego al totalizador. Además es preciso borrar las cifras del contador, operación que se olvida con facilidad. Por lo tanto, el método aditivo suprime las tres operaciones siguientes: Marcar en el registro de inscripción; trasladar el número marcado y borrar las cifras del contador.

III. Algunas aplicaciones prácticas

Comprobación de facturas

Factura:

Mercancía entregada:

$$34,5 \text{ m a } 24,30 = 838,35$$

$$217,0 \text{ m a } 19,80 = 4296,60$$

$$19,5 \text{ m a } 7,60 = 148,20 \quad \text{Fr. } 5283,15$$

Mercancía devuelta:

$$9,5 \text{ m a } 10,40 = 98,80$$

$$27,0 \text{ m a } 20,10 = 542,70 \quad \text{Fr. } 641,50$$

$$\text{Saldo deudor} \quad \text{Fr. } 4641,65$$

Calcularemos en primer lugar cada producto individualmente, sin borrar los resultados del totalizador, de modo que este indicará el importe total debido.

En el registro de inscripción marcaremos los metros, y en el contador el preciso de cada mercancía.

1. Se multiplica $34,5 \times 24,30$.
2. Se borran únicamente las cifras del contador, pero no las del totalizador.
3. Calcúlese $217,0 \times 19,80$.
4. Se borran solamente las cifras del contador.
5. Calcúlese $19,5 \times 7,60$.
6. Se borran solamente las cifras del contador. El totalizador nos da la suma definitiva Fr. 5283,15.
De modo análogo efectuamos el cálculo de las sumas a restar (**multiplicación negativa**). Procederemos del modo siguiente:
7. Inversor **abajo**.
8. Se multiplica $9,5 \times 10,40$, con la **manivela en la posición de giro negativo**.
9. Se borran las cifras del contador.

10. Se multiplica $27,0 \times 20,10$ con la **manivela en la posición de giro negativo.**

El totalizador indica el **resto deudor:**

Fr. 4 641,65.

Todos los problemas análogos se calculan del modo que acabamos de exponer:

$$(a_1 \times b_1 + a_2 \times b_2 + a_3 \times b_3 + \dots) - (c_1 \times d_1 + c_2 \times d_2 + \dots)$$

Porcentajes

Ejemplo I

Agregar el 4,5% a Fr. 378,65:

$$\begin{array}{r} \text{Fr. } 378,65 \\ + 4,5\% \quad 17,04 \\ \hline \text{Fr. } 395,69 \end{array}$$

1. Calcúlese el 4,5%, es decir, multiplíquese 378,65 por 0,045.

El **totalizador** marcará el **porcentaje** 17,03925, que en números redondos, es **17,04.**

2. Se calcula 104,5%, es decir, se multiplica $378,65 \times 1,045$, completando el multiplicador. A esté efecto se coloca el carro en la posición 4, y se efectúa un giro positivo.

El **totalizador** indica el **resultado definitivo:** 395,68925, y en números redondos: **395,69.**

Ejemplo II — Cálculo de descuento

De Fr. 7 288,— se pretende deducir un 11%.

$$\begin{array}{r} \text{Fr. } 7\,288,— \\ - 11\% \quad 801,68 \\ \hline \text{Fr. } 6\,486,32 \end{array}$$

1. Se realiza el cálculo de $7\,288 \times 0,11$. En el totalizador se halla el **descuento:** **801,68.**

2. Se calcula el 89%. Multiplicamos $7\,288 \times 0,89$, corrigiendo el multiplicador.

El **totalizador** nos señala el importe líquido **Fr. 6 486,32.**

Ejemplo III — Método abreviado

(Multiplicación simultánea de dos números diferentes por un factor constante.)

Dedúzcase de Fr. 7 683,— un descuento del 3 0/0.

Cantidad inicial Fr. 7 683,—	
— 3 0/0	230,49
Líquido	<hr/> Fr. 7 452,51

En el registro de inscripción se marca 3 lo más posible a izquierda y 97 a derecha. Multiplicando estas cifras por la cantidad total, se obtendrá en el totalizador simultáneamente el descuento y el importe líquido.

1. Estando la máquina preparada, se marca el 3 en la columna 7 y el 97 en las columnas 1 y 2 del registro de inscripción.
2. Al objeto de señalar la separación de los 2 productos, se colocan dos comas

juntas, entre las ventanillas 6 y 7 del totalizador. A su izquierda, y 2 ventanillas más allá, se colocará una coma para el descuento y otra delante de la ventanilla 2 para el importe líquido.

3. Se multiplica por 7683.

En el **totalizador**, a izquierda de los 2 puntos, se hallará el **descuento** que es **Fr. 230,49** y a la derecha el importe líquido, **Fr. 7 452,51**.

Conservando las mismas cifras en el registro de inscripción, se puede calcular rápidamente el descuento y el importe líquido de varias sumas, modificando sencillamente el multiplicador.

Cuando el porcentaje tiene dos cifras, o el importe total tiene mas de cuatro, existe el riesgo de que se confunden los resultados. En este caso, se procede como hemos indicado en el ejemplo II.

Elevación a la tercera potencia

(sin anotaciones intermedias)

$$327^3 = X$$

1. Se calcula primeramente 327×327 .

El totalizador indica el cuadrado, que es 106929, y el contador marca 327.

2. Completar el contador hasta 106929, empezando por la izquierda, al objeto de que al multiplicar, no se modifiquen las cifras del cuadrado que marca el totalizador. De este modo no hay necesidad de anotar el cuadrado o de acordarse de él de memoria.

a) Se coloca el carro en la posición 6. Como quiera que la primera cifra del totalizador es 1, tendrá que aparecer también el 1 en la ventanilla correspondiente del contador. Por lo tanto se efectúa un giro positivo.

b) La cifra siguiente en el totalizador es 0; en la ventanilla correspondiente del contador también se encuentra 0, de modo que se puede pasar el carro a la posición siguiente.

c) Se pone el carro a la posición 4. Por encima de la flecha de referencia hay un 6 en el totalizador. Se gira la manivela tantas veces como sean necesarias para que aparezca 6 en la ventanilla correspondiente del contador.

d) Se gira el carro a la posición 3. En la ventanilla se ve 9 y por lo tanto se gira la manivela el número de veces necesario hasta que en la ventanilla correspondiente del contador aparezca igualmente 9.

e) La cifra siguiente es un 2 en el totalizador y en el contador. Por lo tanto, se gira el carro a la posición siguiente.

- f) Se coloca el carro en la posición 1. En el totalizador tenemos 9 y el contador marca 7. Dos vueltas de manivela transforman esta primera cifra en un 9.

El cálculo está terminado. En el registro de inscripción tenemos 327; en el **contador** el **cuadrado: 106929** y en el **totalizador** la **tercera potencia** que es **34975783**.

Regla de tres Primer método

Una gruesa vale 180 francos. Se desea saber el precio por unidad y cuanto cuestan 46 piezas.

Fórmula: $\frac{180 \times 46}{144} \left(\frac{a \times b}{c} \right)$

1. Primero se calcula $180 : 144$, por el método aditivo. El **contador** marcará el **precio unitario** que es de **Fr. 1.25**.

2. Se calcula ahora $46 \times 1,25$. No hay necesidad de borrar las cifras del contador. Se procederá sencillamente de la forma siguiente:

- a) Se borran las cifras del totalizador, pero no las del contador.
- b) Se marca 46 en el registro de inscripción.
- c) Colóquese el **inversor abajo**.
- d) Efectúense **giros positivos** hasta que queden **borradas las cifras del contador**.

El **totalizador** indica el precio de las **46 piezas** que es **57,50** francos.

Segundo método

(División y multiplicación simultaneas).

1. Se marca el divisor 144 completamente a izquierda, en el registro de inscripción, es decir en las columnas 6 a 8 y el número 46 se marca en las 1 y 2.

2. Se calcula $180 : 144$ de la misma manera que en el ejemplo anterior, con arreglo al método aditivo y empezando con el carro en la posición 4.

Mientras se hace la división, se formará simultáneamente en el **totalizador**, a la derecha, la multiplicación del cociente por **46** (piezas) cuyo importe es **57,50** francos. En el **contador** hallamos el **precio unitario** = **1,25** francos.

Este método, extremadamente rápido, solo

puede ser empleado cuando los números no sean demasiado grandes ya que en caso contrario surge el riesgo de confundirlos.

Tercer método

Cuando la división en el cálculo de la expresión $\frac{a \times b}{c}$ tiene resto, se obtiene la aproximación máxima efectuando primero la multiplicación, y luego la división. En este caso, se prescinde del valor $\frac{a}{c}$, que da el precio por unidad.

Extracción de raíces cuadradas

Primer método (según Töpler)

Este procedimiento se basa en el hecho siguiente:

En la serie expresada por la progresión aritmética:

$$1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + \dots$$

la suma de los n primeros terminos es igual a n^2 .

Por ejemplo: $1 + 3 + 5 + 7 = 16 = 4^2$. El término enésimo es siempre $2n - 1$.

Vamos a exponer este método por medio de un ejemplo sencillo. El lector no interesado en la explicación matemática, puede pasar por alto la lectura del ejemplo 1, pues en el ejemplo 2 hallará el desarrollo práctico de este método.

Ejemplo 1

$$\sqrt{1369} = X$$

La raíz tendrá dos cifras. Designemos por a la cifra de las decenas y por b la de las unidades.

Desarrollando, tenemos:

$$\sqrt{1369} = X = 10a + b, \text{ ó:}$$

$$\sqrt{1369} = \sqrt{(10a + b)^2} =$$

$$\sqrt{100a^2 + 20ab + b^2}$$

1. En primer lugar, tenemos a en el lugar de las decenas, de modo que obtenemos $10a$. Para ello y valiéndonos de nuestra serie, construimos en el totalizador el cuadrado de $10a$ que es $100a^2$, como aproximación al número 1369, procediendo del modo siguiente.

- a) colocamos el carro en la posición 2.
- b) marcamos 1 en la columna 2 del registro de inscripción y efectuamos un giro positivo.

- c) en la misma columna marcamos un 3 y efectuamos un giro positivo.
- d) marcamos 5 y efectuamos un giro positivo.

El totalizador marca 900, lo que se aproxima bastante a la cantidad 1359. Si agregáramos el 7, obtendríamos 1600, lo que sería excesivo. La diferencia $1369 - 900$ corresponde al binomio $20ab + b^2$. **El contador marca 3, es decir, a.**

2. Hay que determinar ahora **b**. El valor de b^2 se obtiene desarrollando la serie en la columna 1 del registro de inscripción, hasta que el valor de $20ab + b^2$ complete la diferencia entre 1369 y 900. A este efecto, marcamos $20a$ en el registro de inscripción, es decir aumentamos la última cifra en la columna 2. Al desarrollar nuestra serie, no sumamos

simplemente b^2 en el totalizador, sino también tantas veces $20a$ como giros de manivela efectuamos, y por lo tanto, $20ab$. Es decir, al número indicado por el totalizador, agregamos $20ab + b^2$, que es exactamente lo que falta todavía para tener la cantidad subradical. Procedemos, pues, de la manera siguiente:

- a) se coloca el carro en la posición 1,
- b) se aumenta 1 a la cifra 5, en la columna 2, donde tendremos 6,
- c) se marca 1 en la columna 1 y se efectúa un giro positivo,
- d) se marca 3 en la columna 1 y se efectúa un giro positivo,
- e) se marca 5 en la columna 1 y se efectúa un giro positivo,
- f) se marca 7 en la columna 1 y se efectúa un giro positivo,

g) se marca 9 en la columna 1 y se efectúa un giro positivo,

h) se marca 11 en la columna 1 y se efectúa un giro positivo.

Es decir, aumentamos una unidad al 6 de la columna 2 = 7, y marcamos 1 en la columna 1. Se efectúa un giro positivo.

i) En la columna 1 se marca 3 y se efectúa un giro positivo.

El totalizador marca 1369 (cantidad subradical) y el **contador** señala 7 en el lugar de las decenas, que es la **letra b**. Por lo tanto, el número **37** es la **raíz**.

Ejemplo 2

$$\sqrt{3029,4} = X$$

(con el máximo posible de cifras)

La cantidad subradical se divide en grupos de a 2 cifras, a partir de la coma:

30|29,40|00|00. A cada grupo corresponde una cifra en la raíz. Como quiera que la capacidad del totalizador es de 11 cifras, podemos obtener 5 de la raíz. No se podrán obtener 6 cifras a no ser que el primer grupo tenga una sola cifra, por ejemplo: 7|61,24|50|00|00.

Al separar los grupos, queda terminada la posición de la coma y el número de cifras decimales, que será 3.

1. Se coloca el carro en la posición 5 (es decir, en la que corresponde al número de cifras que ha de tener la raíz).

2. Se desarrolla la serie aritmética en la columna 5 (en relación también con el número de cifras de la raíz).

a) Se marca 1 en la columna 5. Un giro positivo.

b) Se marca 3 en la columna 5. Un giro positivo.

- c) Se marca 5 en la columna 5. Un giro positivo.
- d) Se marca 7 en la columna 5. Un giro positivo.
- e) Se marca 9 en la columna 5. Un giro positivo.

El totalizador marca 2500,000000. Acabamos de formar la 5a cifra de la raíz. Se ve fácilmente que obtendríamos un número superior a la cantidad subradical, si agregásemos el término siguiente, 11.

- 3. Se aumenta una unidad a la cifra de la columna 5, que se eleva a 10, por lo cual subimos la palanca de dicha columna al cero y marcamos 1 en la columna 6. El registro de inscripción señala el doble de la lectura del contador. Conviene comprobar en este momento dicha coincidencia.

- 4. Se gira el carro a la posición 4.
- 5. Nuevamente se desarrolla la serie aritmética, marcando sucesivamente 1, 3, 5, 7 y 9 en la columna 4, efectuando un giro positivo después de haber marcado cada número.

El totalizador marca 3025,000000. Acabamos de obtener la 4a cifra de la raíz.

- 6. Se aumenta una unidad al 9 marcado. En el registro de inscripción tenemos 110,000 y el contador marca 55,000.
- 7. Se gira el carro a la posición 3.
- 8. Resulta imposible el desarrollo de la serie en la columna 3. Al operar con el 1, ya obtendríamos un número mayor que la cantidad subradical. Se pasa, pues a la posición siguiente.
- 9. Se gira el carro a la posición 2.

10. Se desarrolla la serie en la columna 2, hasta el 5, efectuando un giro positivo de manivela después de haber marcado cada número.
11. Se aumenta una unidad al 5 de la columna 2 = 6.
12. Se gira el carro a la posición 1.
13. En la columna 1, se marcan sucesivamente los números impares hasta el 17, efectuando un giro positivo de manivela después de haber marcado cada número.

Para marcar el 11, se aumenta 1 al $6 = 7$ en la columna 2, y se marca 1 en la columna 1. Para los números 13, 15 y 17, basta con marcar 3, 5 y 7 en la columna 1.

El totalizador indica 3029,291521. Agregando 9, se obtiene 3029,401600 que representa la aproximación óptima de la cantidad subradical. El contador marca la **raíz (redondeada a 5 cifras): 55,040.**

Se comprobará si el registro de inscripción señala el doble menos 1 del contador.

Segundo método (Según Herrmann)

Cuando se conoce una aproximación de la raíz, se llega más rápidamente al resultado. Partimos del supuesto que conocemos la aproximación N de la raíz \sqrt{R} . El error es f . Tenemos:

$$\begin{aligned}\sqrt{R} &= N + f \\ R &= N^2 + 2Nf + f^2 \\ R - N^2 &= 2Nf + f^2.\end{aligned}$$

Dividiendo la última ecuación por $2N$ obtenemos:

$$\frac{R - N^2}{2N} = f + \frac{f^2}{2N}.$$

Se calcula en primer lugar N^2 . Luego se marca $2N$ en el registro y se multiplica hasta que N^2 haya alcanzado el valor de R en el totalizador. Para esta última operación, se efectuará la división $\frac{R - N^2}{2N}$ de manera

que el cociente $f + \frac{f^2}{2N}$ se suma al valor de N que aún señala el contador:

$$N + f + \frac{f^2}{2N}$$

que representa la raíz cuadrada con el pequeño error de $\frac{f^2}{2N}$.

Un cálculo de error más exacto ha demostrado que es suficiente que la aproximación tenga la mitad de las cifras que se pretenden obtener. Por lo general, los resultados son exactos, si hacemos caso omiso de algunos casos excepcionales en que la última cifra puede variar en una unidad.

El ejemplo siguiente nos demostrará que en todos los casos es posible obtener **6 cifras de la raíz, cualquiera que sea la cantidad subradical**, con una aproximación de 3 cifras. La regla de cálculo o la tabla de cuadrados, dan la misma aproximación.

Ejemplo:

$\sqrt{16,8} = X$ (Se exige raíz de 6 cifras).
Partamos de la aproximación 4,10.

1. Se calcula $4,10^2$. Al objeto de obtener 6 cifras la cantidad subradical debe hallarse en el totalizador completamente a la izquierda.

a) Se coloca el carro en la posición 6.

b) Se marca 4,10 lo más posible a la izquierda en el registro de inscripción, por consiguiente en las columnas 5 y 4.

c) Se multiplica $4,10 \times 4,10$, y corresponden 4 vueltas de manivela con el carro en la posición 6 y una con el carro en la posición 5.

2. Sin borrar se forma la cantidad subradical, multiplicando por el doble de la aproximación:

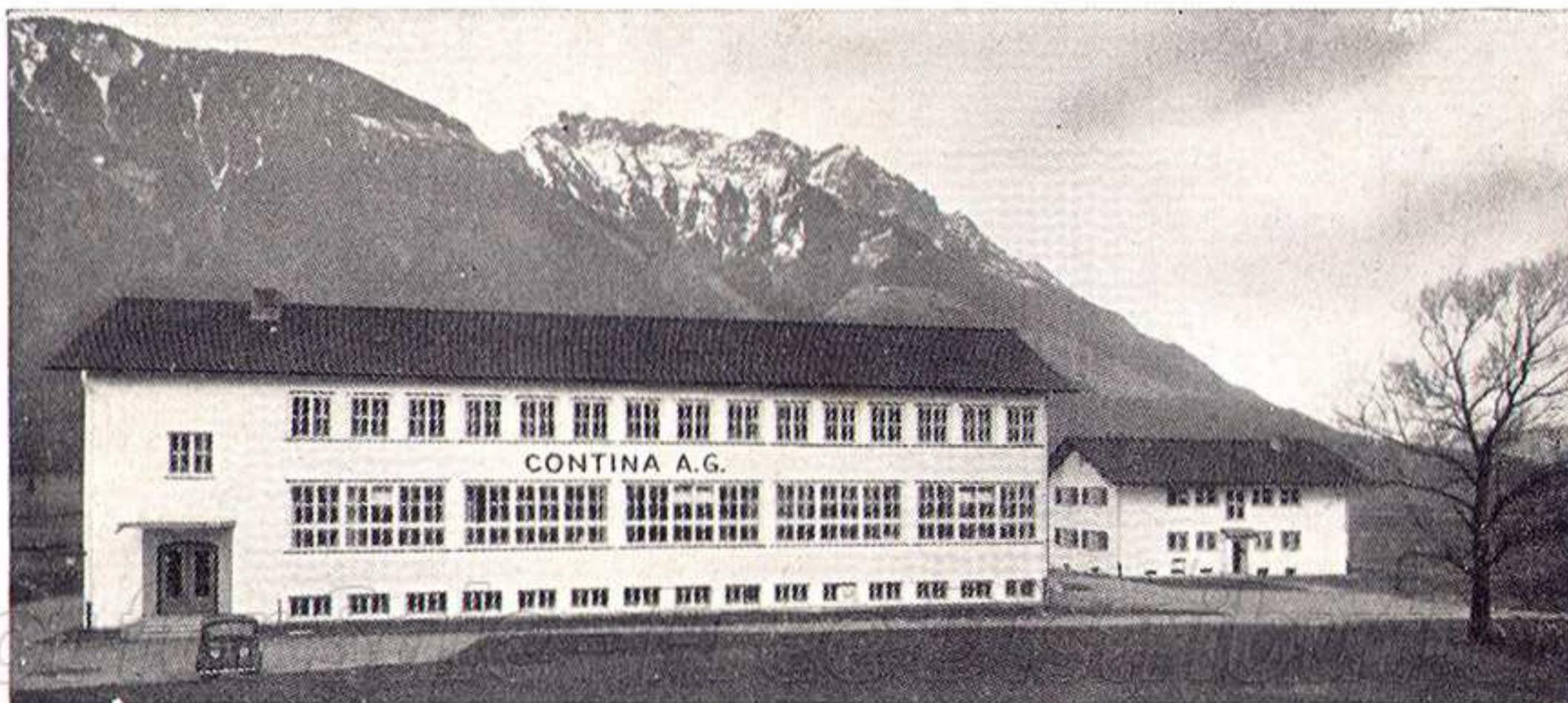
a) En las columnas 4 y 5 se marca el doble valor de 4,10 es decir, 8,20.

b) Se dan vueltas de manivela hasta obtener en el totalizador la cantidad subradical. La operación quedará terminada al llegar a la aproximación por defecto. En el caso presente, obtendríamos en el totalizador 16,799996000. El **contador** indicaría la **raíz 4,09878**.

Se recomienda este método a los que tienen que hacer con frecuencia la extracción de raíces cuadradas.

Cuando no se tiene una aproximación de 3 cifras, el operador experto tomará 2 cifras a estima, que le permitirán formar 3, y obtenidas éstas, la será fácil hallar la raíz con 6 cifras, por el método indicado.

Si después de la lectura de este folleto, realiza Vd. sin dificultad los ejemplos de cálculo expuestos, es señal que ha coronado con éxito un buen aprendizaje. Forjando es como se hace el herrero, y con un poco de ejercicio llegará rápidamente a ser perito de cálculo mecánico.



FABRICA CONTINA
EN EL
PRINCIPADO DE LIECHTENSTEIN

51 55 01,5s

