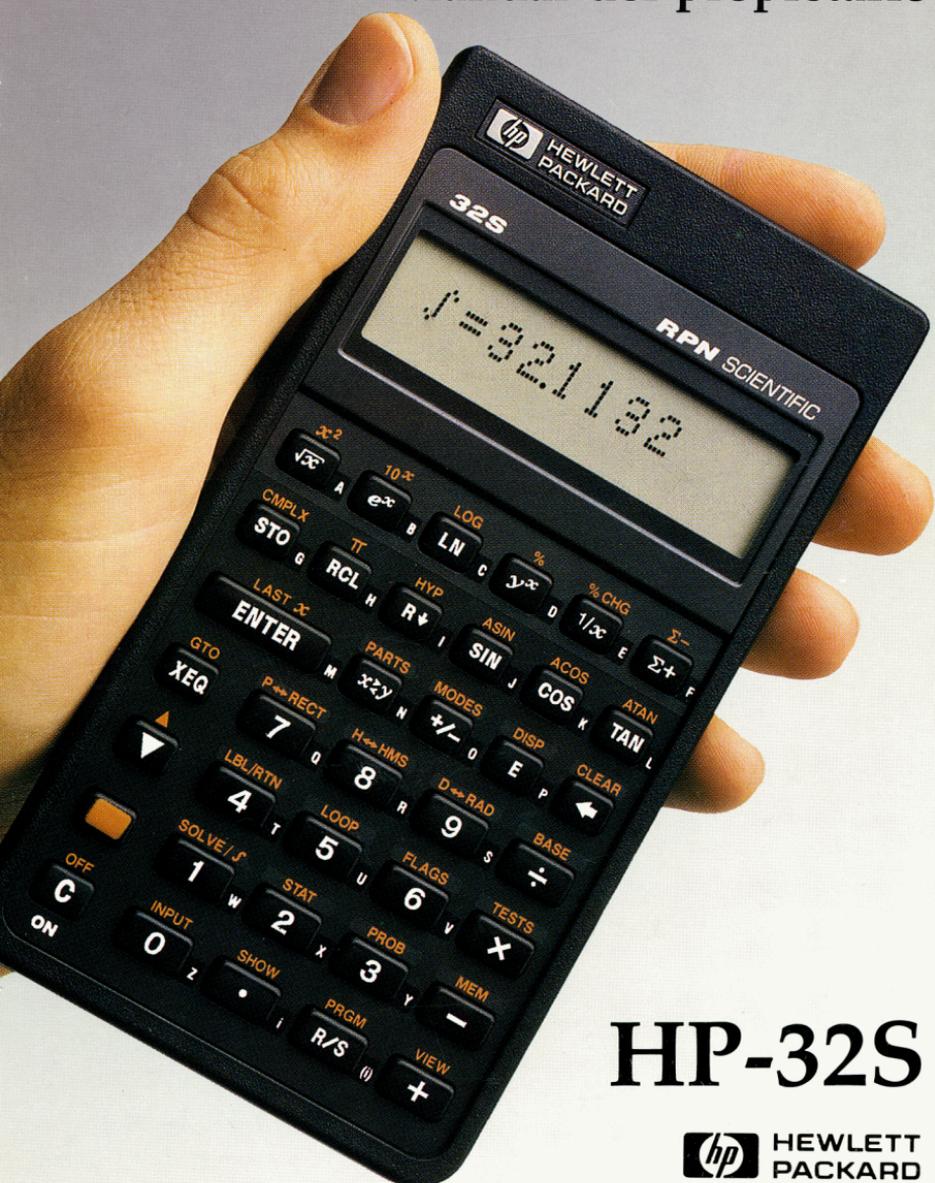


# HEWLETT-PACKARD

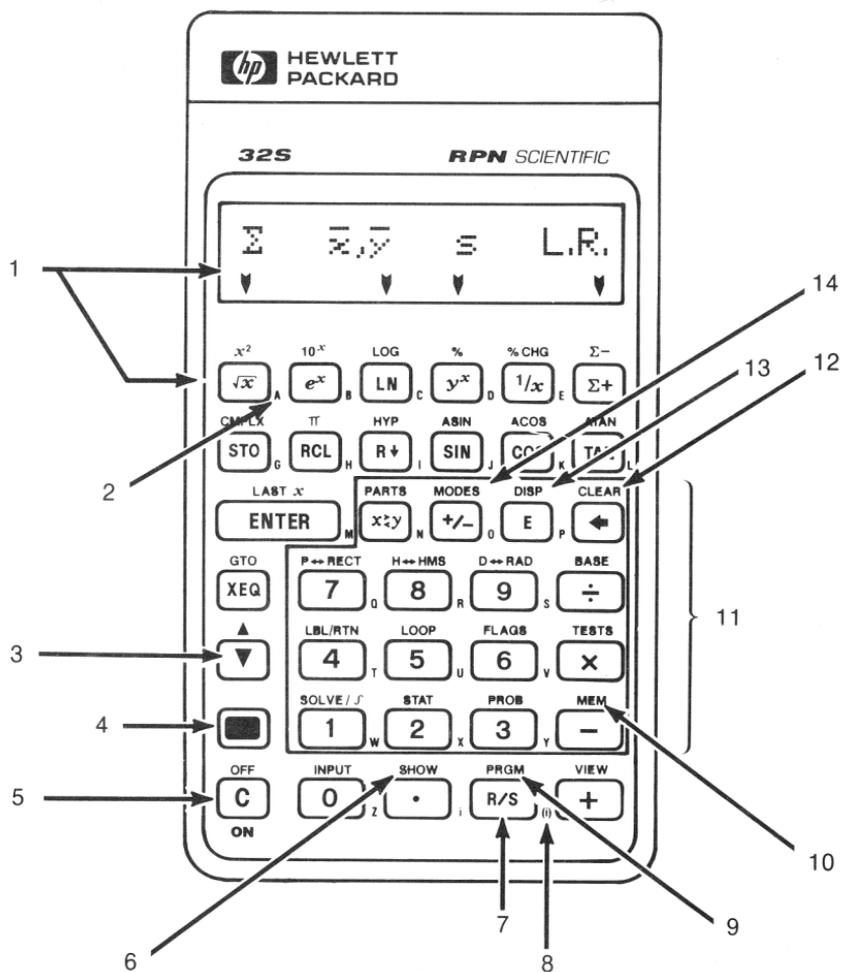
## RPN Scientific Calculator

Manual del propietario



# HP-32S

 HEWLETT  
PACKARD



1. Menú y teclas de menú.
2. Teclas alfabéticas para variables y rótulos.
3. Ejecuta paso a paso los programas y las listas.
4. Tecla de Cambio.
5. Encendido; cancela la pantalla, los menús y el ingreso del programa.
6. Muestra todos los lugares decimales.
7. Conmutador Ejecución/Parada para programas.
8. Para direccionamiento indirecto por vía de *i*.
9. Entra y sale del modo de ingreso del programa.
10. Memoria del usuario; almacena variables y programas.
11. Teclas de menú (área marcada con recuadro)
12. Borra toda la memoria o partes de ella.
13. Formatos de presentación.
14. Modos angulares, puntos y comas.

# ¡Ayúdenos a ayudarle!

Sírvase tomar un momento y llene esta tarjeta para ayudarnos a captar mejor sus necesidades. Por favor lea primero las cinco preguntas y luego marque la casilla correspondiente. Muchas gracias.

## ¡Ayúdenos a ayudarle!

Modelo: HP-32S Fecha de adquisición \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Ciudad, Estado o Provincia, Código Postal y País \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Teléfono (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_ o Domicilio \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es su PROFESION U OCUPACION? (Una sola respuesta, por favor)

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 101 <input type="checkbox"/> Estudiante            | 105 <input type="checkbox"/> Gerente general       | 109 <input type="checkbox"/> Independiente |
| 102 <input type="checkbox"/> Educador/Investigador | 106 <input type="checkbox"/> Propietario, Director | 110 <input type="checkbox"/> Jubilado      |
| 103 <input type="checkbox"/> Personal profesional  | 107 <input type="checkbox"/> Agente, representante | 111 <input type="checkbox"/> Otro _____    |
| 104 <input type="checkbox"/> Sub-gerente           | 108 <input type="checkbox"/> Técnico               |  |

2. ¿Cuál es su AREA DE ACTIVIDAD O CAMPO DE TRABAJO/ESTUDIO? (Una sola respuesta, por favor)

- |   |   |
|---|---|
| 201 <input type="checkbox"/> Ingeniería mecánica    | 209 <input type="checkbox"/> Compras, organización, control de inventario |
| 202 <input type="checkbox"/> Ingeniería civil       | 210 <input type="checkbox"/> Contaduría, auditoría                        |
| 203 <input type="checkbox"/> Ingeniería eléctrica   | 211 <input type="checkbox"/> Finanzas, análisis de inversiones            |
| 204 <input type="checkbox"/> Ingeniería química     | 212 <input type="checkbox"/> Administración general, gerencia             |
| 205 <input type="checkbox"/> Otra ingeniería        | 213 <input type="checkbox"/> Mercadotecnia                                |
| 206 <input type="checkbox"/> Agrimensura            | 214 <input type="checkbox"/> Ventas                                       |
| 207 <input type="checkbox"/> Procesamiento de datos | 215 <input type="checkbox"/> Servicio a clientes, mantenimiento           |
| 208 <input type="checkbox"/> Control de calidad     | 216 <input type="checkbox"/> Otro _____                                   |

3. ¿En qué INDUSTRIA trabaja Ud.? (No conteste si es estudiante o jubilado. Una sola respuesta por favor.)

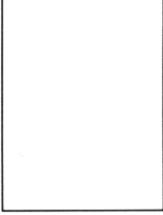
- |  |  |
|--|--|
| 301 <input type="checkbox"/> Educación                                     | 310 <input type="checkbox"/> Química, refinería                      |
| 302 <input type="checkbox"/> Banco, finanzas, inversiones                  | 311 <input type="checkbox"/> Agricultura, silvicultura, ganadería    |
| 303 <input type="checkbox"/> Seguros                                       | 312 <input type="checkbox"/> Alimentación, distribución              |
| 304 <input type="checkbox"/> Bienes raíces                                 | 313 <input type="checkbox"/> Manufactura de bienes industriales      |
| 305 <input type="checkbox"/> Negocios/servicios de consultoría             | 314 <input type="checkbox"/> Manufactura de bienes de consumo        |
| 306 <input type="checkbox"/> Consultoría técnica                           | 315 <input type="checkbox"/> Transporte                              |
| 307 <input type="checkbox"/> Software, servicios de computación            | 316 <input type="checkbox"/> Comunicaciones, servicios públicos      |
| 308 <input type="checkbox"/> Construcción, arquitectura                    | 317 <input type="checkbox"/> Administración pública/Gobierno/Militar |
| 309 <input type="checkbox"/> Minería, perforación petrolífera, exploración | 318 <input type="checkbox"/> Otro _____                              |

4. ¿Dónde adquirió su calculadora HP? (Una sola respuesta, por favor)

- |  |   |
|--|---|
| 401 <input type="checkbox"/> Tienda minorista de computación | 407 <input type="checkbox"/> Pedido por correo              |
| 402 <input type="checkbox"/> Tienda de equipos de oficina    | 408 <input type="checkbox"/> Tienda de especialidades       |
| 403 <input type="checkbox"/> Librería                        | 409 <input type="checkbox"/> Compra por la compañía/escuela |
| 404 <input type="checkbox"/> Tienda de departamentos         | 410 <input type="checkbox"/> Directamente de HP             |
| 406 <input type="checkbox"/> Tienda de ventas por catálogo   | 411 <input type="checkbox"/> Otro _____                     |

5. ¿Cómo se enteró de la existencia de este modelo?

- |  |   |
|--|---|
| 501 <input type="checkbox"/> Propietario de una calculadora HP previamente | 505 <input type="checkbox"/> Publicidad por correo                      |
| 502 <input type="checkbox"/> Consejo de amigos, colegas, profesor          | 506 <input type="checkbox"/> Vendedor                                   |
| 503 <input type="checkbox"/> Publicidad en revista o periódico             | 507 <input type="checkbox"/> Folleto o material existente en una tienda |
| 504 <input type="checkbox"/> Artículo de la prensa                         | 508 <input type="checkbox"/> Otro _____                                 |



HEWLETT-PACKARD COMPANY  
INQUIRIES DEPARTMENT  
1000 NE CIRCLE BLVD.  
CORVALLIS OR 97330-9988  
U.S.A.

# Comentarios sobre el manual del propietario de la HP-32S

---

Le agradecemos la evaluación que haga de este manual. Sus comentarios y sugerencias nos ayudarán a mejorar nuestras publicaciones.

---

## HP-32S RPN Scientific Calculator

Fecha de impresión del manual (se encuentra en la 1a. página) \_\_\_\_\_

Sírvase señalar con un círculo su respuesta a cada uno de los enunciados que se encuentran a continuación. Puede utilizar el espacio de los **Comentarios** para agregar sus opiniones.

- 1 = Completamente de acuerdo
- 2 = De acuerdo
- 3 = Neutral
- 4 = En desacuerdo
- 5 = Completamente en desacuerdo

- |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| ■ El manual está bien organizado.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ Puedo encontrar la información que deseo.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ La información del manual es correcta.   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ Puedo entender las instrucciones con facilidad.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ El manual contiene ejemplos suficientes.   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ Los ejemplos son apropiados y útiles.  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ La presentación y el formato son atractivos y útiles.                                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ Las ilustraciones son claras y útiles.   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ El manual es:           demasiado largo           apropiado           demasiado corto. |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| ■ El/Los capítulo(s) y apéndice(s) que consulto con más frecuencia son:                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | A | B | C | D |

**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

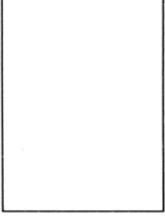
Dirección: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_

Estado/Provincia/Departamento: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_



HEWLETT-PACKARD COMPANY  
DOCUMENTATION DEPARTMENT  
PORTABLE COMPUTER DIVISION  
1000 NE CIRCLE BLVD.  
CORVALLIS OR 97330-9988  
U.S.A.

# **HP-32S**

## **RPN Scientific Calculator**

---

### **Manual del propietario**



Edición 1 mayo de 1988  
Número de pedido 00032-90047

---

## Nota

Para obtener información sobre la garantía y regulaciones, vea las páginas 248 y 252.

Este manual y los varios programas de secuencias de teclas contenidos en él se proveen **“tal como están”**, y se encuentran sujetos a cambios sin previo aviso. **La Cía. Hewlett-Packard no ofrece garantía de ninguna clase sobre este manual o los programas de secuencias de teclas contenidos en él, incluyendo, pero no limitándose a las garantías implícitas de comercialización o de aptitud del producto para fines específicos.** La Cía. Hewlett-Packard no se hará responsable por ningún error o por los daños incidentales o consecuentes asociados con la provisión, funcionamiento o uso de este manual o de los programas de secuencias de teclas aquí contenidos.

© 1988 por la Cía. Hewlett-Packard. Todos los derechos son reservados. La reproducción, adaptación o traducción de este manual, incluyendo cualquier programa, está prohibida sin el consentimiento previo de la Cía. Hewlett-Packard, excepto en circunstancias permisibles bajo la ley de derechos de autor. La Cía. Hewlett-Packard le otorga el derecho de utilizar en esta calculadora Hewlett-Packard cualquier programa contenido en este manual.

Los programas que controlan su calculadora están protegidos por los derechos de autor y todos los derechos son reservados. la reproducción, adaptación o traducción de estos programas sin consentimiento previo de la Cía. Hewlett-Packard está también prohibida.

**Corvallis Division**  
**1000 N.E. Circle Blvd.**  
**Corvallis, OR 97330, U.S.A.**

---

## Impresión

**Edición 1**

mayo de 1988    No. de manufactura 00032-90048

# **Bienvenido a la HP-32S**

---

Su calculadora HP-32S refleja la calidad superior y la atención al detalle en el diseño y la manufactura que han distinguido a los productos de Hewlett-Packard durante los últimos 40 años. Hewlett-Packard respalda completamente esta calculadora: por esa razón ofrecemos ayuda experta para asistir en su utilización (vea la contratapa), accesorios y servicios de reparación en el mundo entero.

---

## **La calidad Hewlett-Packard**

Nuestras calculadoras han sido hechas para destacarse, para durar y para utilizarse con facilidad.

- Esta calculadora ha sido diseñada para soportar los golpes corrientes, vibraciones, sustancias contaminantes (smog, ozono), temperaturas extremas y variaciones de humedad que ocurren con el uso diario normal.
- La calculadora y el manual correspondiente han sido diseñados y probados para lograr facilidad de uso. Usamos encuadernación con espiral para que el manual permanezca abierto en cualquiera de las páginas, e incluimos muchos ejemplos que ilustran los usos variados de la unidad.
- Los materiales modernos y las letras permanentemente moldeadas en las teclas proporcionan un teclado de larga vida útil junto con comodidad de uso.
- La electrónica CMOS (baja tensión) y la pantalla de cristal líquido permiten que la HP-32S conserve información mientras se encuentra apagada. Al mismo tiempo, hace posible que las baterías duren más.

- El microprocesador ha sido mejorado para lograr cálculos rápidos y correctos. La calculadora emplea 15 dígitos en forma interna para llegar a resultados precisos.
- Luego de intensa investigación hemos creado un diseño que disminuye al mínimo los efectos adversos de la electricidad estática, la cual es causa potencial de problemas de funcionamiento y pérdida de información en las calculadoras.

---

## **Prestaciones**

La serie de prestaciones de esta calculadora refleja las necesidades y las solicitudes de nuestros clientes. La HP-32S ofrece:

- Todas las funciones a su disposición ya sea en el teclado o en los menús: Ud. no tiene que escribir sus nombres.
- Mensajes y líneas de programa claramente especificados, tales como `DIVIDE BY 0` en lugar de `ERR Z1`. Almacenamiento de datos en variables *A* a la *Z*.
- Nuestra lógica tradicional RPN, la cual reduce la cantidad de pulsaciones de tecla.
- 390 bytes de memoria para almacenar datos y programas.
- Rendimiento avanzado para estadísticas, conversión de bases, aritmética de números complejos, integración y resolución para la variable incógnita de una ecuación.
- Gran capacidad de programación HP, incluyendo edición, ingreso y salida rotulados, subrutinas, bucles (iteración), instrucciones condicionales, señaladores y direccionamiento indirecto.

# Contenido

---

## Parte 1: Operación básica

<b>1</b>	<b>14</b>	<b>Cómo comenzar a utilizar la HP-32S</b>
	<b>14</b>	Consideraciones preliminares importantes
	<b>14</b>	Encendido y apagado de la calculadora
	<b>14</b>	Ajuste del contraste de la pantalla
	<b>15</b>	Características notables del teclado y de la pantalla
	<b>15</b>	Pulsaciones de teclas “de cambio”
	<b>15</b>	Teclas alfabéticas
	<b>15</b>	Retroceso y borrado
	<b>16</b>	Uso de los menús
	<b>19</b>	Cómo salir de los menús
	<b>20</b>	Anunciadores
	<b>21</b>	Ingreso numérico
	<b>21</b>	Números negativos
	<b>22</b>	Exponentes de diez
	<b>23</b>	Cómo funciona el ingreso de dígitos
	<b>24</b>	Amplitud numérica y OVERFLOW (desbordamiento)
	<b>24</b>	Cálculos aritméticos
	<b>24</b>	Funciones uninuméricas
	<b>25</b>	Funciones binuméricas
	<b>26</b>	Cálculos en cadena
	<b>29</b>	Ejercicios
	<b>29</b>	Cómo controlar el formato de presentación
	<b>29</b>	Puntos y comas en los números
	<b>30</b>	Número de lugares decimales (  DISP )
	<b>31</b>	Cómo mostrar (SHOW) la precisión completa de 12 dígitos
	<b>32</b>	Mensajes
	<b>33</b>	Memoria de la calculadora
	<b>33</b>	Verificación de memoria disponible
	<b>34</b>	Cómo borrar toda la memoria

<b>2</b>	<b>35</b>	<b>Pila de memoria automática</b>
	<b>35</b>	La pila
	<b>36</b>	Cómo verificar el contenido de la pila ( $\boxed{R\downarrow}$ )
	<b>37</b>	Intercambio del registro de X y de Y en la Pila ( $\boxed{x\leftrightarrow y}$ )
	<b>38</b>	Aritmética en la pila
	<b>39</b>	Cómo funciona ENTER
	<b>40</b>	Cómo funciona CLEAR x
	<b>41</b>	El registro LAST X
	<b>42</b>	Cómo corregir errores con $\blacksquare \boxed{LASTx}$
	<b>43</b>	Cómo volver a utilizar números con $\blacksquare \boxed{LASTx}$
	<b>44</b>	Cálculos en cadena
	<b>45</b>	Orden de cálculo
	<b>46</b>	Ejercicios
<b>3</b>	<b>47</b>	<b>Cómo almacenar datos en las variables</b>
	<b>48</b>	Almacenamiento y recuperación de números
	<b>49</b>	Verificación de variables en el Catálogo VAR
	<b>50</b>	Borrado de variables
	<b>50</b>	Aritmética con variables almacenadas
	<b>50</b>	Aritmética de almacenamiento
	<b>51</b>	Aritmética de recuperación
	<b>53</b>	La variable "i"
<b>4</b>	<b>54</b>	<b>Funciones con números reales</b>
	<b>55</b>	Funciones exponenciales y logarítmicas
	<b>56</b>	Función de elevación a potencia ( $y^x$ )
	<b>56</b>	Trigonometría
	<b>56</b>	Cómo ingresar $\pi$
	<b>56</b>	Cómo establecer el Modo angular
	<b>57</b>	Funciones trigonométricas
	<b>59</b>	Funciones hiperbólicas
	<b>59</b>	Funciones de porcentaje, (% , %CHG)
	<b>60</b>	Funciones de conversión
	<b>60</b>	Conversión de coordenadas (P $\leftrightarrow$ RECT)
	<b>63</b>	Conversión de fracciones (H $\leftrightarrow$ HMS)
	<b>64</b>	Conversión de ángulos (D $\leftrightarrow$ RAD)
	<b>65</b>	Funciones de probabilidad
	<b>67</b>	Partes numéricas
	<b>67</b>	Nombres de funciones

---

## Parte 2 Programación

### 5

<b>70</b>	<b>Programación sencilla</b>
<b>71</b>	Cómo crear un programa
<b>71</b>	Límites de programa (LBL y RTN)
<b>72</b>	Ingreso del programa (PRGM)
<b>75</b>	Ejecución de un programa
<b>75</b>	Ejecución de un programa (XEQ)
<b>76</b>	Comprobación del funcionamiento de un programa
<b>77</b>	Ingreso y salida de datos
<b>77</b>	Ingreso de datos en las variables (INPUT)
<b>79</b>	Presentación de datos en las variables (VIEW)
<b>82</b>	Cómo detener o interrumpir un programa
<b>82</b>	Cómo programar una parada o pausa (STOP, PSE)
<b>82</b>	Cómo interrumpir la ejecución de un programa
<b>82</b>	Paradas de error
<b>83</b>	Cómo editar un programa
<b>84</b>	Memoria de programa
<b>84</b>	Visualización de la memoria de programa
<b>84</b>	Uso de la memoria
<b>85</b>	El catálogo de programas (MEM)
<b>85</b>	Borrado de uno o más programas
<b>86</b>	Suma de verificación
<b>87</b>	Funciones no programables
<b>87</b>	Expresiones polinómicas y método de Horner

### 6

<b>90</b>	<b>Técnicas de programación</b>
<b>90</b>	Rutinas de programa
<b>91</b>	Cómo llamar a subrutinas (XEQ, RTN)
<b>92</b>	Subrutinas incluidas
<b>93</b>	Bifurcación (GTO)
<b>95</b>	Instrucción condicional
<b>96</b>	Pruebas de comparación (TESTS)
<b>97</b>	Señaladores
<b>99</b>	Bucles (GTO, LOOP)
<b>100</b>	Bucles condicionales (GTO)
<b>101</b>	Bucles con contadores (DSE, ISG)
<b>103</b>	Direccionamiento indirecto de variables y de rótulos
<b>103</b>	La variable "i"
<b>104</b>	Dirección indirecta, (i)
<b>105</b>	Control de programa con (i)

---

## Parte 3: Operación avanzada

- 7**      **110**      **Resolución de una variable incógnita en una ecuación**
- 111      Uso de SOLVE
  - 112      Cómo escribir programas para SOLVE
  - 113      Ejemplos del uso de SOLVE
  - 118      Funcionamiento y control de SOLVE
  - 119      Verificación del resultado
  - 119      Interrupción del cálculo de SOLVE
  - 120      Selección de los estimados iniciales para SOLVE
  - 124      Uso de SOLVE en un Programa
  - 125      Información adicional
- 8**      **126**      **Integración numérica**
- 127      Uso de la integración ( $\int$ FN)
  - 128      Cómo escribir programas para  $\int$ FN
  - 128      Ejemplos del uso de  $\int$ FN
  - 131      Exactitud de la integración
  - 132      Especificación de exactitud
  - 132      Interpretación de exactitud
  - 134      Uso de la integración en un programa
  - 136      Información adicional
- 9**      **137**      **Operaciones con números complejos**
- 138      Pila de números complejos
  - 139      Operación de números complejos
  - 142      Uso de números en la notación de coordenadas polares
- 10**      **144**      **Conversiones de base y aritmética**
- 146      Aritmética en las bases 2, 8 y 16
  - 147      La representación numérica
  - 148      Números negativos
  - 149      Amplitud numérica
  - 149      Ventanas para números binarios largos
  - 150      Cómo mostrar (SHOW) números parcialmente ocultos
  - 151      Programación con BASE
  - 151      Selección de un Modo de base en un programa
  - 151      Números ingresados en líneas de programa

<b>11</b>	<b>153</b>	<b>Operaciones estadísticas</b>
	<b>153</b>	Ingreso de datos estadísticos ( $\Sigma+$ , $\Sigma-$ )
	<b>154</b>	Ingreso de datos de una sola variable
	<b>154</b>	Ingreso de datos de dos variables
	<b>155</b>	Corrección de errores en el ingreso de datos
	<b>156</b>	Cálculos estadísticos
	<b>156</b>	Media aritmética y desviación estándar
	<b>158</b>	Regresión lineal
	<b>160</b>	Limitaciones en la precisión de los datos
	<b>161</b>	Valores de sumatoria y los registros estadísticos
	<b>161</b>	Estadísticas de sumatoria
	<b>162</b>	Registros estadísticos en la Memoria de la calculadora

---

## Parte 4: Programas de aplicación

<b>12</b>	<b>164</b>	<b>Programas de matemáticas</b>
	<b>164</b>	Operaciones con vectores
	<b>175</b>	Soluciones de ecuaciones simultáneas— método de determinantes
	<b>183</b>	Soluciones de ecuaciones simultáneas— método de inversión de matrices
	<b>191</b>	Ecuación cuadrática
	<b>198</b>	Transformación de coordenadas
<b>13</b>	<b>204</b>	<b>Programas de estadísticas</b>
	<b>204</b>	Ajuste de curva
	<b>215</b>	Distribución normal y distribución normal inversa
<b>14</b>	<b>222</b>	<b>Programas varios</b>
	<b>222</b>	Valor del dinero en función del tiempo
	<b>229</b>	Conversiones de unidad
	<b>235</b>	Generador de números primos

---

## Parte 5: Apéndices y referencia

<b>A</b>	<b>240</b>	<b>Asistencia técnica, baterías y servicio de reparación</b>
	<b>240</b>	Cómo obtener ayuda en la operación de la calculadora
	<b>240</b>	Respuestas a preguntas comunes
	<b>242</b>	Información sobre la tensión y las baterías
	<b>242</b>	Indicador de baja carga de baterías
	<b>243</b>	Cómo instalar las baterías
	<b>245</b>	Límites ambientales
	<b>245</b>	Cómo determinar si la calculadora necesita servicios de reparación
	<b>246</b>	Verificación del funcionamiento de la calculadora- la autocomprobación
	<b>248</b>	Garantía limitada por un año
	<b>248</b>	Lo que la garantía cubre
	<b>248</b>	Lo que la garantía no cubre
	<b>249</b>	Transacciones del consumidor en el Reino Unido
	<b>249</b>	Servicios de reparación
	<b>250</b>	Cómo obtener servicios de reparación
	<b>250</b>	Costo de la reparación
	<b>251</b>	Instrucciones de envío
	<b>251</b>	Garantía sobre el servicio de reparación
	<b>251</b>	Contratos por servicios de reparación
	<b>252</b>	Información sobre regulaciones
	<b>252</b>	Interferencia de frecuencia radial

<b>B</b>	<b>253</b>	<b>Memoria del usuario y la pila</b>
	<b>253</b>	Manejo de la memoria de la calculadora
	<b>254</b>	Restauración de la calculadora
	<b>255</b>	Borrado de la memoria
	<b>256</b>	El estado de la pila elevada
	<b>257</b>	Operaciones que la deshabilitan
	<b>257</b>	Operaciones neutrales
	<b>258</b>	El estado del registro LAST X

<b>C</b>	<b>259</b>	<b>Información adicional sobre la resolución de ecuaciones</b>
	<b>259</b>	Cómo halla SOLVE una raíz
	<b>261</b>	Cómo interpretar los resultados
	<b>267</b>	Qué hacer cuando SOLVE no puede hallar una raíz
	<b>272</b>	Error de redondeo y “número insignificante”

<b>D</b>	<b>273</b>	<b>Información adicional sobre la integración</b>
	<b>273</b>	Cómo se evalúa la integral
	<b>274</b>	Condiciones que podrían producir resultados incorrectos
	<b>279</b>	Condiciones que prolongan el tiempo de cálculo
	<b>281</b>	<b>Mensajes</b>
	<b>286</b>	<b>Indice de funciones</b>
	<b>299</b>	<b>Indice temático</b>



# Parte 1

## Operación básica

---

<b>Página 14</b>	<b>1: Cómo comenzar a utilizar la HP-32S</b>
<b>35</b>	<b>2: Pila de memoria automática</b>
<b>47</b>	<b>3: Cómo almacenar datos en las variables</b>
<b>54</b>	<b>4: Funciones con números reales</b>

# Cómo comenzar a utilizar la HP-32S

---

## Notas preliminares importantes

### Cómo encender y apagar la calculadora

Para encender la calculadora, oprima . Observe la palabra ON impresa debajo de la tecla.

Para apagar la calculadora, oprima . Es decir, oprima y suelte la tecla de cambio () luego oprima  (la cual tiene la palabra OFF impresa encima de ella). Ya que la calculadora cuenta con *Memoria continua*, el apagarla no afecta la información almacenada.

Como medida de conservación de energía, la calculadora se apaga automáticamente después de unos 10 minutos si no se la utiliza.

Bajo la mayoría de las condiciones, las baterías de la calculadora durarán más de un año. Si se le presenta el indicador de baja carga () en la pantalla, reemplace las baterías lo más pronto posible. Vea el Apéndice A para obtener detalles e instrucciones.

### Cómo ajustar el contraste de la pantalla

El brillo de la pantalla depende de la luz ambiental, del ángulo de visualización y de la especificación de contraste. Para oscurecer o iluminar la pantalla, mantenga oprimida la tecla  y oprima  o .

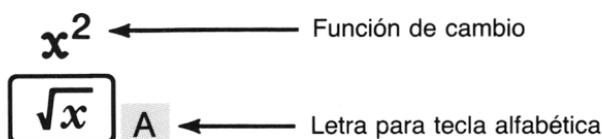
---

# Características notables del teclado y de la pantalla

## Pulsaciones de teclas “de cambio”

Cada tecla cuenta con dos funciones: una de ellas aparece impresa en la cara de la tecla y la otra, *de cambio*, aparece impresa en color sobre la tecla. Oprima la tecla de Cambio (■) antes de ejecutar tales funciones. Por ejemplo, para encender la calculadora, oprima y libere ■ y luego oprima [C]. Este comando lo escribimos ■ [OFF].

Al oprimir ■ se enciende el anunciador de Cambio (—↗), el cual se mantiene encendido hasta que Ud. oprima la tecla siguiente. Para cancelar —↗, simplemente oprima ■ nuevamente.



## Teclas alfabéticas

La mayoría de las teclas tienen una letra impresa junto a ellas, según lo muestra la ilustración precedente. Cuando Ud. necesite escribir una letra—la cual se utiliza para identificar una variable o un rótulo—aparece el Anunciador **A..Z** en la pantalla, el cual indica que las teclas alfabéticas están activadas. (En el capítulo 3 encontrará más información sobre las variables.)

## Retroceso y borrado

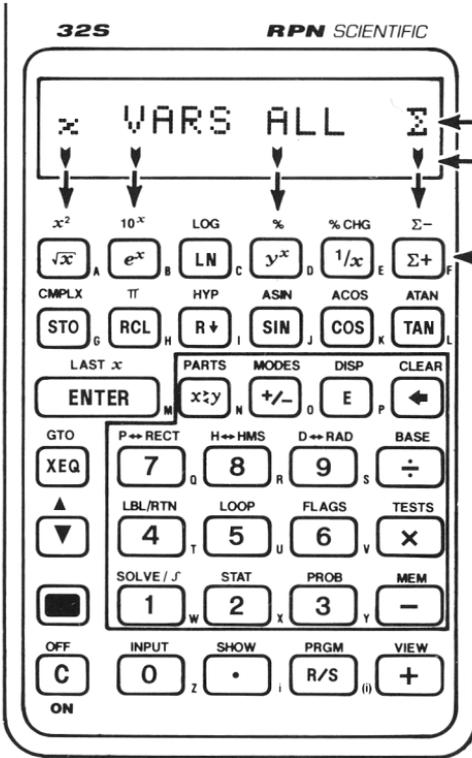
Una de las primeras cosas que Ud. debe conocer es la manera de *borrar*: cómo corregir números, cómo despejar la pantalla, y en general, cómo volver a empezar cualquier proceso.

## Teclas de borrado

Tecla	Descripción de las teclas
	<p><i>Retroceso.</i> Borra el carácter que se encuentra inmediatamente antes del cursor ( <u>  </u> ) o sale del menú en uso. En el caso de un número completo (sin cursor),  borra el número entero. También borra los mensajes de error.</p> <p>Durante el ingreso de un programa: borra la línea de programa.</p>
	<p><i>Borrar o cancelar.</i> Borra el número exhibido igualándolo a cero o <i>cancela</i> la situación en curso (tal como un menú, un mensaje, una solicitud de información, un catálogo o una entrada de programa).</p>
	<p><i>El menú de BORRADO.</i> Le ofrece varias opciones para borrar la información: {X}, {VARS}, {ALL} y {Σ}. Estas teclas borran, respectivamente: el número actualmente en uso (llamado "x"), todas las variables, toda la memoria y los datos estadísticos.</p> <p>Durante el ingreso de programas, el menú incluye {PGM}, el cual borra toda la memoria de programa.</p>

## Uso de los menús

Existen muchas más prestaciones en la HP-32S de las que Ud. puede ver impresas en el teclado. Esto se debe a que casi la mitad de las teclas sirven una función secundaria como *teclas de menú*, las cuales, al oprimirlas, le ofrecen varias funciones adicionales—u ofrecen más opciones para más funciones. Esta capacidad extraordinaria es más fácil de utilizar que si cada función tuviera su propia tecla.



Selecciones de menú

Punteros de menú

Teclas de la fila superior redefinidas para coincidir con el menú seleccionado.

Teclas de menú (área encerrada en un recuadro)

Las funciones de cambio impresas contra fondos más claros en la calculadora (tales como **CLEAR**) son teclas de menú. Al oprimir una tecla de menú aparece un *menú* en la pantalla—es decir una serie de opciones.

## Menús de la HP-32S

Menú	Descripción	Capítulo
<b>Funciones numéricas</b>		
PARTS	Funciones de alteración numérica (parte entera, valor absoluto, etc.).	4
P↔RECT	Conversiones entre coordenadas polares y rectangulares.	4
H↔HMS	Conversiones entre horas y horas-minutos-segundos.	4
D↔RAD	Conversiones entre grados y radianes.	4
BASE	Conversiones de base.	10
SOLVE/f	Funciones para resolución de raíces e integración.	7, 8
STAT	Funciones estadísticas.	11
PROB	Funciones de probabilidad.	4
<b>Instrucciones de programación</b>		
LBL/RTN	Rótulo, retorno (final) y pausa.	5
LOOP	Bucle condicional y funciones de conteo.	6
FLAGS	Funciones para fijar, borrar y probar señaladores.	6
TESTS	Pruebas condicionales.	6
<b>Otras funciones</b>		
MODES	Modos angulares y convención de signos decimales.	4, 1
DISP	Formatos de presentación.	1
CLEAR	Funciones para borrar información.	1, 3, 5
MEM	Estado de la memoria: memoria utilizada para variables individuales y programas. Catálogos para variables y programas.	1

Por ejemplo, para hallar el factorial de 25 haga lo siguiente:

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
25	25—	Presenta el número.
<b>PROB</b>	$C_n, r P_n, r x! R$	Exhibe el menú de probabilidad.
{x!} (la tecla $1/x$ )	1,5511E25	25! es $1,5511 \times 10^{25}$ .

De esta manera, los menús le ayudan a ejecutar docenas de funciones al conducirlo a ellos por medio de selecciones de menú. No hay necesidad de recordar los nombres exactos de las muchas funciones que se encuentran disponibles en la HP-32S, ni tampoco es necesario buscar entre todos los nombres impresos en el teclado.

## Cómo salir de los menús

Siempre que Ud. ejecuta una función mediante un menú, éste desaparece automáticamente, igual que en el ejemplo anterior. Si Ud. desea salir de un menú sin ejecutar una función, tiene tres opciones para hacerlo:

- Al oprimir  $\blacktriangleleft$  **saldrá del menú** paso a paso.

123	123_
<b>PROB</b>	$C_n, r P_n, r x! R$
{R}	RANDOM SEED
$\blacktriangleleft$	$C_n, r P_n, r x! R$
$\blacktriangleleft$	123,0000

- Al oprimir **C** **se cancela el menú.**

123	123_
<b>PROB</b>	$C_n, r P_n, r x! R$
{R}	RANDOM SEED
<b>C</b>	123,0000

- **Al oprimir cualquier otra tecla de menú** se reemplaza el menú anterior con el nuevo.

123

123\_

■ **PROB**

Cn,r Pn,r x!R

{R}

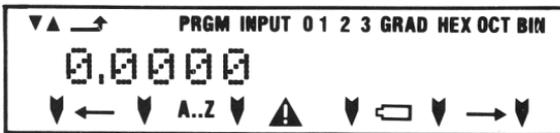
RANDOM SEED

■ **CLEAR**

x VARS ALL Σ

## Anunciadores

Los símbolos que aparecen a continuación reciben el nombre de anunciadores. Cada uno de ellos tiene un significado especial al aparecer en la pantalla.



Anunciador	Significado
▼▲	▼ y ▲ se activan para ejecutar paso a paso un programa o recorrer una lista (vea las páginas 33, 76).
↷	La tecla de cambio (■) está activada (vea la página 15).
<b>PRGM</b>	El modo de ingreso de programas está activado (vea las páginas 72, 75).
<b>INPUT</b>	El programa espera ingreso de información; ingrese el número y oprima <b>R/S</b> para reanudar el programa (vea la página 77).
<b>0 1 2 3</b>	Especifica cuáles son los señaladores que están establecidos (vea la página 98).
<b>RAD GRAD</b>	Fija el modo angular para radianes o grados decimales (vea la página 57).
<b>HEX OCT BIN</b>	Especifica cuál es la base numérica activa (página 144).
▼	Las teclas de la fila superior se redefinen según los rótulos de menú que se encuentran sobre los punteros de menú (vea la página 17).

Anunciador	Significado
←, →	Hay más dígitos hacia la izquierda o hacia la derecha. Utilice  [SHOW] para ver el resto de un número decimal; use las teclas de rotación hacia la izquierda o hacia la derecha (  ,  ) para ver el resto de un número binario (vea la página 150).
A..Z	Las teclas alfabéticas están activadas (vea la página 48).
	¡Atención! Indica una condición especial o un error (vea las páginas 21, 32).
	La carga de las baterías está baja (vea la página 242).

## Ingreso numérico

Ud. puede ingresar números que tengan hasta un máximo de 12 dígitos más un exponente de 3 dígitos hasta  $\pm 499$ . Si trata de ingresar un número más grande que esto, el ingreso de dígitos se interrumpe y aparece brevemente el anunciador .

Si comete un error mientras está ingresando un número, oprima  para retroceder y borrar el último dígito, u oprima  para despejar el número íntegro.

## Números negativos

La tecla  cambia el signo de un número.

- Para ingresar un número negativo, escriba el número y luego oprima .
- Para cambiar el signo de un número ingresado previamente, simplemente oprima la tecla . (Si el número tiene un exponente, el comando  sólo afecta la *mantisa*, o sea la parte *no* exponencial.

## Exponentes de diez

**Presentación de exponentes en la pantalla.** Los números que tienen exponentes de diez (tales como  $4.2 \times 10^{-5}$ ) aparecen en la pantalla con una E antes del exponente (por ejemplo: 4,2000E-5). Un número cuya magnitud sea demasiado grande o demasiado pequeño para el formato de presentación, aparecerá automáticamente en la forma exponencial. Por ejemplo, en el formato FIX 4 (cuatro lugares decimales), observe el efecto de las siguientes pulsaciones de tecla:

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
.000062	0,000062_	Muestra el número ingresado.
<b>[ENTER]</b>	0,0001	Redondea el número para que se ajuste al formato de presentación.
.000042 <b>[ENTER]</b>	4,20000E-5	Utiliza automáticamente la notación científica porque de lo contrario no aparecería ningún dígito significativo.

**Ingreso de los exponentes de diez.** Utilice **[E]** (*exponente*) para ingresar números multiplicados por potencias de diez. Por ejemplo, tome la constante de Planck,  $6,6262 \times 10^{-34}$ .

1. Ingrese la mantisa (la parte no exponencial) del número. Si esta parte es negativa, oprima **[+/-]**.

6.6262                      6,6262\_

2. Oprima **[E]**. Observe que el cursor se desplaza hasta quedar detrás de la E.

**[E]**                              6,6262E\_

3. Ingrese el exponente. (El mayor exponente posible es  $\pm 499$ ). En caso de ser un número negativo, oprima **[+/-]**.

34 **[+/-]**                      6,6262E-34\_

En el caso de una potencia de diez sin un multiplicador, tal como  $10^{34}$ , oprima simplemente **[E]** 34. La calculadora exhibirá entonces 1E34.

**Otras funciones exponenciales.** Para *especificar* un exponente de diez mientras ingresa un número, utilice  $\boxed{E}$ . Para *calcular* un exponente de diez (el antilogaritmo de base 10), use  $\boxed{10^x}$  (vea el capítulo 4). Para *calcular* el resultado de *cualquier* otro número elevado a una potencia (exponente), use  $\boxed{y^x}$  (vea el capítulo 4).

## Cómo funciona el ingreso de dígitos

Al ingresar un número, el *cursor* (  $\_$  ) aparece en la pantalla. El cursor le muestra dónde se encontrará el próximo dígito, indicando por lo tanto que el número no está aún completo. En la jerga técnica, decimos que *el ingreso de dígitos no está terminado*.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
123	123_	El ingreso de dígitos no está terminado, así que el número no está completo.

Si Ud. *ejecuta una función* para calcular un *resultado*, el cursor desaparece entonces porque el número se considera completo. El ingreso de dígitos está terminado.

$\boxed{\sqrt{x}}$	11,08905	El ingreso de dígitos está terminado.
--------------------	----------	---------------------------------------

Al oprimir  $\boxed{\text{ENTER}}$  también se completa el ingreso de dígitos. Por esta razón Ud. debe separar dos números por medio del comando  $\boxed{\text{ENTER}}$ : debe terminar de ingresar un número antes de comenzar con otro.

123 $\boxed{\text{ENTER}}$	123,0000	Número completo.
5 $\boxed{+}$	128,0000	Otro número completo.

Si el ingreso de dígitos no está terminado (el cursor se encuentra presente),  $\boxed{\leftarrow}$  retrocederá para borrar el último dígito. Si el ingreso de dígitos está terminado (no hay cursor presente), la tecla  $\boxed{\leftarrow}$  actúa como  $\boxed{C}$  y borra el número íntegro. ¡Póngalo a prueba!

## Amplitud numérica y OVERFLOW (desbordamiento)

La magnitud numérica más pequeña ofrecida por la calculadora es  $1 \times 10^{-499}$ . La magnitud mayor es  $9,9999999999 \times 10^{499}$  (exhibido como 1,0000E500 a causa del redondeo).

- Si un cálculo produce un resultado que excede la magnitud más grande posible, la calculadora presenta entonces el número  $9,9999999999 \times 10^{499}$ , apareciendo así el mensaje **OVERFLOW**.
- Si un cálculo produce un resultado más pequeño que la magnitud más pequeña posible, la calculadora presentará entonces un cero, sin que haya ningún mensaje de advertencia.

---

## Cálculos aritméticos

Cuando oprime una tecla de función, la calculadora inmediatamente ejecuta la función que aparece escrita en la tecla. Por lo tanto, todos los operandos (números) deben de encontrarse presentes *antes* de oprimir la tecla de función.

Todos los cálculos pueden reducirse a funciones uninuméricas y binuméricas.

### Función uninumérica

Para utilizar una función uninumérica (tal como  $\boxed{1/x}$ ,  $\boxed{\sqrt{x}}$ ,  $\blacksquare \boxed{x^2}$  y  $\boxed{+/-}$ ), haga lo siguiente:

1. Ingrese el número. (No es necesario oprimir  $\boxed{\text{ENTER}}$ .)
2. Oprima la tecla de función. (En el caso de una función de cambio, oprima la tecla de Cambio primero.)

Por ejemplo, calcule  $1/32$  y  $\sqrt{148,84}$ . Luego eleve al cuadrado el último resultado y cámbiele el signo.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
32	32_	Operando.
$\boxed{1/x}$	0,0313	Recíproco.
148.84 $\boxed{\sqrt{x}}$	12,2000	Raíz cuadrada.

$\boxed{x^2}$	148,8400	Cuadrado de 12,2.
$\boxed{+/-}$	-148,8400	Negativo de 148,84.

Las funciones uninuméricas también incluyen las funciones trigonométricas, las logarítmicas, las hiperbólicas y las funciones relacionadas con partes de números; todas éstas se describen en el capítulo 4.

## Funciones binuméricas

Para usar una función binumérica (tal como  $\boxed{+}$ ,  $\boxed{-}$ ,  $\boxed{\times}$  y  $\boxed{\div}$ ), haga lo siguiente:

1. Ingrese el primer número.
2. oprima  $\boxed{\text{ENTER}}$  para separar el primer número del segundo.
3. Ingrese el segundo número (*sin oprimir*  $\boxed{\text{ENTER}}$ ).
4. Oprima la tecla de función. (En el caso de una función de cambio, oprima la tecla de Cambio primero.)

*Recuerde que debe ingresar ambos números antes de ejecutar la función.*

Por ejemplo:

Para calcular:	Oprima:	La pantalla mostrará:
$12 + 3$	12 $\boxed{\text{ENTER}}$ 3 $\boxed{+}$	15,0000
$12 - 3$	12 $\boxed{\text{ENTER}}$ 3 $\boxed{-}$	9,0000
$12 \times 3$	12 $\boxed{\text{ENTER}}$ 3 $\boxed{\times}$	36,0000
$12 \div 3$	12 $\boxed{\text{ENTER}}$ 3 $\boxed{\div}$	4,0000

Obviamente, el orden en que se ingresan los números es esencial para las funciones no conmutativas tales como  $\boxed{-}$  y  $\boxed{\div}$ . Si se han ingresado los números en el orden incorrecto, Ud. puede aún obtener la respuesta correcta sin reingresar las cantidades; para esto oprima  $\boxed{\times y}$ , lo cual *intercambiará el orden numérico*. Luego ejecute la función deseada. (Verá una explicación más detallada de este punto en el capítulo 2 bajo la sección "Manejo de la pila".

## Cálculos en cadena

La velocidad y simplicidad de los cálculos en la HP-32S se ponen de manifiesto durante los *cálculos en cadena* (o sea, cálculos que tienen más de una operación). Aun durante los cálculos más largos, *Ud. estará trabajando con sólo dos números*; la pila de memoria automática almacena los resultados intermedios hasta que Ud. los necesite, insertándolos luego en el cálculo.\*

- Este método requiere menos pulsaciones de teclas que los requeridos por otros sistemas de lógica de calculadoras, y se adapta a la programación con naturalidad.
- El proceso de solucionar un problema se efectúa de la misma manera que si lo estuviera haciendo sobre papel, pero en este caso la calculadora se encarga de la parte complicada.

Por ejemplo, resuelva  $(12 + 3) \times 7$ .

**Se trabaja desde los paréntesis hacia afuera.** Si Ud. estuviera resolviendo este problema en forma escrita, primero calcularía el resultado intermedio de  $(12 + 3)$ ...

$$\begin{array}{r} 15 \\ (12 + 3) \times 7 = \end{array}$$

... y luego multiplicaría el resultado intermedio por 7.

$$15 \times 7 = 105$$

Resuelva el problema en la misma manera con la HP-32S, comenzando con el contenido de los paréntesis.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
12 <b>ENTER</b> 3 <b>+</b>	15,0000	Calcula primero el resultado intermedio.

No es necesario oprimir **ENTER** para almacenar este resultado intermedio antes de continuar con la operación, ya que es un resultado calculado y se guarda automáticamente.

\*No se preocupe en este momento de la *pila de memoria automática (RPN)* y de la forma en que ésta funciona. En el capítulo 2 le explicaremos en detalle el funcionamiento de la pila.

7  $\boxed{\times}$ 

105,0000

Al oprimir la tecla de función, la calculadora produce la respuesta. Este resultado se podrá utilizar en otros cálculos.

Estudie ahora estos ejemplos. Observe que sólo se debe oprimir  $\boxed{\text{ENTER}}$  para separar los números ingresados *en forma consecutiva*, como suele suceder al comienzo de un problema. Las operaciones mismas ( $\boxed{+}$ ,  $\boxed{-}$ , etc.) separan números consecutivos y guardan resultados intermedios. El último resultado guardado es el primero que se recupera, según sea necesario para continuar con el cálculo.

Calcule primero  $\frac{2 + 3}{10}$  :

**Teclas:**2  $\boxed{\text{ENTER}}$  3  $\boxed{+}$  10  $\boxed{\div}$ **Pantalla:**

0,5000

**Descripción:**(2 + 3)  $\div$  10.

Ahora calcule  $\frac{2}{3 + 10}$  :

**Teclas:**3  $\boxed{\text{ENTER}}$  10  $\boxed{+}$ **Pantalla:**

13,0000

**Descripción:**

Calcula (3 + 10) primero.

2  $\boxed{x\div y}$   $\boxed{\div}$ 

0,1538

Coloca 2 antes de 13 para que la división sea correcta: 2  $\div$  13.

Calcule  $\frac{14 + 7 + 3 - 2}{4}$  .

**Teclas:**14  $\boxed{\text{ENTER}}$  7  $\boxed{+}$  3  $\boxed{+}$  2  $\boxed{-}$ **Pantalla:**

22,0000

**Descripción:**

Calcula (14 + 7 + 3 - 2) primero.

4  $\boxed{\div}$ 

5,5000

22  $\div$  4.

Ahora calcule  $\frac{4}{14 + (7 \times 3) - 2}$ .

7 <b>ENTER</b> 3 <b>x</b>	21,0000	Calcula $(7 \times 3)$ .
14 <b>+</b> 2 <b>-</b>	33,0000	Luego calcula el denominador de la fracción.
4 <b>x&gt;y</b>	33,0000	Coloca 4 <i>antes</i> de 33 para facilitar la división.
<b>÷</b>	0,1212	Calcula la respuesta, $4 \div 33$ .

Los problemas que contienen más de un par de paréntesis pueden resolverse de la misma manera sencilla, mediante el almacenamiento y la recuperación automáticos de los resultados intermedios. Por ejemplo, para resolver sobre papel,  $(3 + 4) \times (5 + 6)$  Ud. haría lo siguiente:

primero calcularía la cantidad encerrada entre estos paréntesis...

$$(3 + 4) \times (5 + 6)$$

...y luego la cantidad encerrada entre estos paréntesis...

...entonces multiplicaría los dos resultados intermedios.

Ud. soluciona el problema de la misma manera con la HP-32S, con la excepción de que no tiene que escribir respuestas intermedias sino que la calculadora se las recuerda.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
3 <b>ENTER</b> 4 <b>+</b>	7,0000	Suma primero $(3 + 4)$ .
5 <b>ENTER</b> 6 <b>+</b>	11,0000	Luego suma $(5 + 6)$ .
<b>x</b>	77,0000	Luego multiplica las respuestas intermedias para llegar a la respuesta definitiva.

**Recuerde.** Este método de ingreso de números, llamado Notación Polaca Inversa, evita la ambigüedad y por lo tanto no hace uso de los paréntesis.

- Ud. nunca utilizará más de dos números al mismo tiempo.
- Utilice **ENTER** para separar dos números ingresados en forma consecutiva.
- Al oprimir una tecla de función, se ejecuta inmediatamente esa función.
- Los resultados intermedios aparecen a medida que se calculan, de manera que Ud. puede verificar cada paso a medida que avanza.
- Los resultados intermedios se almacenan automáticamente, reapareciendo automáticamente más tarde según sea necesario para realizar el cálculo. El último resultado almacenado es el primero en reaparecer.
- Ud. puede efectuar el cálculo en el mismo orden en que lo haría con lápiz y papel.

## Ejercicios

**Calcule:**  $\frac{\sqrt{(16,3805 \times 5)}}{0,05} = 18,000$

**Solución:** 16.3805 **ENTER** 5 **x** **√x** .05 **÷**

**Calcule:**  $\sqrt{[(2+3) \times (4+5)]} + \sqrt{[(6+7) \times (8+9)]} = 21,5743$

**Solución:** 2 **ENTER** 3 **+** 4 **ENTER** 5 **+** **x** **√x** 6 **ENTER** 7 **+** 8 **ENTER** 9 **+** **x** **√x** **+**

**Calcule:**  $(10 - 5) \div [(17 - 12) \times 4] = 0,2500$

**Solución:** 17 **ENTER** 12 **-** 4 **x** 10 **ENTER** 5 **-** **x** **÷**

o bien

10 **ENTER** 5 **-** 17 **ENTER** 12 **-** 4 **x** **÷**

---

## Cómo controlar el formato de presentación

### Uso de puntos y comas en los números

Para intercambiar los puntos y comas utilizados como el signo decimal (marca de base) y como separadores de dígitos en un número, haga lo siguiente:

1. Oprima **MODES** para exhibir el menú MODES.

2. Especifique el signo decimal oprimiendo {,} o {,}. Por ejemplo, el número que representa un millón puede aparecer así:
- 1,000,000,000 si Ud. oprime {,}, o bien
  - 1.000.000.000 si Ud. oprime {,}.

## Número de lugares decimales ( DISP )

Todos los números se *almacenan* con una precisión de 12 dígitos\*, pero Ud. puede seleccionar el número de lugares decimales que deben de *aparecer* en la pantalla utilizando la función  DISP (presentación). El número exhibido se *redondea* de acuerdo al formato de presentación. El menú DISP le brinda cuatro opciones:

FX SC EN ALL

**Formato de decimal fijo ({FX}).** El formato FIX presenta un número con un máximo de 11 lugares decimales (siempre que éstos quepan en la pantalla). Después del mensaje FIX\_\_, especifique el número de lugares decimales que se deberán presentar en la pantalla. Si desea 10 u 11 lugares, oprima 0 ó 1.

Lugares decimales  
123,456,0000

Cualquier número que sea demasiado grande o demasiado pequeño para ser exhibido en la pantalla según el formato en uso, se presentará automáticamente en el formato científico.

**Formato científico ({SC}).** El formato SCI exhibe los números en la notación científica (un dígito antes del signo decimal) con un máximo de 11 lugares decimales (si es que caben en la pantalla) y un máximo de tres dígitos en el exponente. Luego del mensaje SCI\_\_, especifique el número de lugares decimales. (La parte entera será siempre menor que 10.) Si desea 10 u 11 lugares, oprima 0 ó 1.

Lugares decimales      Potencia de 10  
1,2346E5  
Mantisa

\*Durante algunos cálculos complejos, la calculadora utiliza una precisión de 15 dígitos para lograr resultados intermedios.

**Formato Técnico ({EN}).** El formato ENG exhibe los números en una manera similar a la notación científica, pero el exponente es un múltiplo de tres (y por lo tanto puede haber dos o tres dígitos antes del signo decimal). Este formato es el más útil para los cálculos científicos y técnicos que hacen uso de unidades especificadas en múltiplos de  $10^3$  (tales como micro-, mili- y kilo-unidades).

Después del mensaje ENG\_\_, especifique el número de dígitos que Ud. desea que aparezca *después* del primer dígito significativo. (La parte entera será siempre menor que 1.000.) Si desea exhibir 10 u 11 dígitos, oprima  $\square 0$  ó  $\square 1$ .

Dígitos que siguen al primer dígito significativo      Potencia de 10 (Múltiplo de 3)

$123,46E3$ 
  
 Mantisa

**Formato ALL ({ALL}).** El formato ALL presenta los números de la manera más precisa posible (máximo de 12 dígitos). Si todos los dígitos no caben en la pantalla, el número se exhibe automáticamente en el formato científico.

123,456

## Cómo mostrar (SHOW) la precisión completa de 12 dígitos

El cambio de la cantidad de lugares decimales presentados afecta lo que Ud. ve en la pantalla, pero no tiene ningún efecto sobre la representación interna de los números. El número almacenado en forma interna siempre tiene 12 dígitos.

$14,8745632019$

En el formato {FIX} 2 Ud. ve sólo estos dígitos...      ... pero estos dígitos también están presentes internamente.

Para exhibir un número en forma temporaria con su precisión completa, oprima  $\blacksquare$  [SHOW]. Esto exhibirá *únicamente la mantisa* (no el exponente) del número, mientras Ud. mantenga oprimida la tecla [SHOW].

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<b>DISP</b> {FX} 4		Presenta cuatro lugares decimales.
45 <b>ENTER</b> 1,3 <b>x</b>	58,5000	Se exhiben cuatro lugares decimales.
<b>DISP</b> {SC} 2	5,85E1	Formato científico: dos lugares decimales y un exponente.
<b>DISP</b> {ALL}	58,5	Se exhiben todos los dígitos significativos; se borran todos los ceros a la derecha del signo decimal.
<b>DISP</b> {FX} 4	58,5000	Se exhiben cuatro lugares decimales, sin exponente.
<b>1/x</b>	0,0171	
<b>SHOW</b> (mantener oprimida)	170940170940	Muestra la precisión completa en forma momentánea.

---

## Mensajes

La calculadora responde a ciertas condiciones o pulsaciones de tecla exhibiendo un mensaje. El símbolo se enciende entonces para llamarle la atención e indicarle que existe un mensaje.

- Para borrar un mensaje, oprima **C** o **↵**.
- Para borrar el mensaje y ejecutar otra función, oprima cualquiera de las otras teclas.

Si no aparece ningún mensaje, pero el signo de sí aparece, quiere decir que Ud. ha oprimido una *tecla inactiva* (una tecla que no tiene significado en la situación actual, tal como la tecla **3** en el modo binario).

Todos los mensajes presentados aparecen explicados en la lista de mensajes de la página 281.

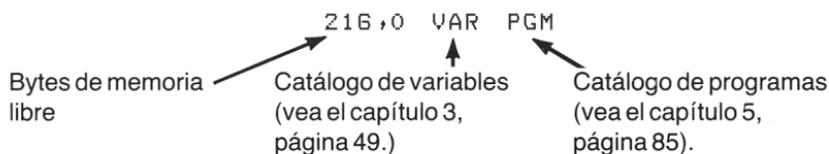
---

## Memoria de la calculadora

La HP-32S provee 390 bytes de memoria del usuario, los cuales están disponibles para su empleo en cualquier combinación de datos almacenados (variables o líneas de programa). Los requisitos de la memoria para actividades específicas aparecen explicados en la sección "Manejo de la memoria de la calculadora" del Apéndice B.

### Verificación de la memoria disponible

Al oprimir **MEM** aparece la cantidad de memoria que aún se encuentra libre:



1. Para ingresar al catálogo de variables, oprima {VAR}. Para ingresar al catálogo de programas, oprima {PGM}.
2. Para visualizar los catálogos, oprima **▼** o **▲**.
3. Para borrar una variable o un programa, oprima **CLEAR** mientras lo ve en el catálogo.
4. Para salir del catálogo, oprima **C**.

## Cómo borrar toda la memoria

Al *borrar* toda la memoria se borran todos los números y líneas de programa que Ud. ha almacenado. Este proceso no afecta las especificaciones (modos y formatos). (Para borrar las especificaciones al mismo tiempo que la información, vea la sección "Borrado de la memoria" en el Apéndice B.)

### Para borrar toda la memoria, haga lo siguiente:

1. Oprima  {ALL}. Verá entonces el pedido de confirmación CLR ALL? Y N, el cual actúa como una protección contra el borrado accidental de la memoria.
2. Oprima {Y} (sí).

## Pila de memoria automática

---

Este capítulo explica la forma en que se llevan a cabo los cálculos en la pila de memoria automática y la razón por la cual este método reduce al mínimo la cantidad de pulsaciones de tecla necesarias para los cálculos más complejos. *No es necesario que Ud. lea y comprenda este material para poder utilizar la calculadora.* Sin embargo, Ud. verá que la comprensión de este material le ayudará en gran manera a aprovechar la calculadora, especialmente durante la programación.

En la segunda parte, "Programación", verá cómo la pila le ayuda a manejar y organizar los datos para los programas.

---

### La pila

*El almacenamiento automático de resultados intermedios* constituye la razón por la cual la HP-32S procesa con facilidad los cálculos más complejos sin utilizar paréntesis. La clave para el almacenamiento automático es la *pila de memoria automática RPN*.\*

Esta pila de memoria consta de cuatro áreas de almacenamiento, llamadas *registros*, "apiladas" una encima de la otra, constituyendo de esta forma una zona de trabajo para efectuar cálculos. Estos registros, rotulados X, Y, Z y T almacenan y manejan cuatro números en uso. El número "más viejo" es el que se encuentra en el registro T (*tope*).

\*La lógica operativa de HP se basa en un método carente de ambigüedad y de paréntesis conocido como "Notación Polaca", creada por el científico polaco Jan Lukasiewicz (1878-1956). Mientras que la notación algebraica convencional coloca los operadores *entre* los números o las variables de relevancia, la notación de Lukasiewicz los coloca *delante* de los números o variables. Para lograr la eficiencia óptima de la pila, hemos modificado esa notación para especificar los operadores después de los números. De ahí entonces el término *Notación Polaca Inversa*, o RPN (según sus siglas en inglés).

<b>T</b>	0.0000	Número "más viejo"
<b>Z</b>	0.0000	
<b>Y</b>	0.0000	
<b>X</b>	0.0000	Número exhibido

El número más "reciente" se encuentra en el registro X: *este es el número que Ud. ve en la pantalla.*

En la programación, la pila se utiliza para efectuar cálculos, para almacenar en forma temporaria los resultados intermedios, para pasar datos almacenados (variables) entre los programas y subrutinas, para aceptar ingresos y para procesar salidas.

**El registro X se encuentra en la pantalla.** El registro X es el que Ud. ve en la pantalla, *excepto* cuando se exhibe un menú, mensaje o línea de programa. Es posible que Ud. haya observado que varios nombres de funciones incluyen una *x* o una *y*. Esto no constituye una coincidencia, pues estas letras se refieren a los registros X e Y. Por ejemplo,  $10^x$  eleva diez a la potencia del número que se encuentra en el registro X (o sea el número exhibido).

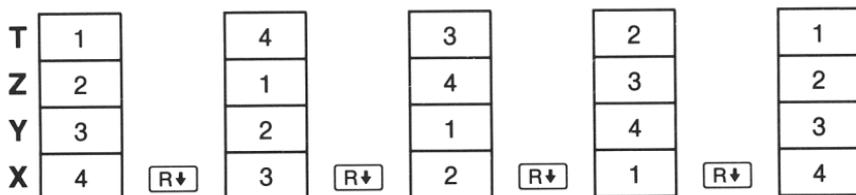
$\blacksquare$  [CLEAR] {x} **versus** [C]. Al oprimir  $\blacksquare$  [CLEAR] {x} *siempre* iguala el registro X a cero; también se utiliza para programar esta instrucción. La tecla [C], por su parte, es sensible al contexto en el que Ud. la utiliza. Esta tecla borra o cancela la presentación actual en pantalla, según cual sea la situación: actúa como  $\blacksquare$  [CLEAR] {x} únicamente cuando aparece el registro X.\* *Cancela* cualquier otra información exhibida, incluyendo menús, números rotulados, mensajes y datos de programación.

## Cómo verificar el contenido de la pila ( $\boxed{R\downarrow}$ )

La tecla  $\boxed{R\downarrow}$  (*rotar hacia abajo*) le permite verificar el contenido íntegro de la pila "rotando" el contenido hacia abajo de registro en registro. Ud. podrá ver cada uno de los números al ingresarlos en el registro X.

\* $\boxed{\downarrow}$  también actúa igual que  $\blacksquare$  [CLEAR] {x} cuando el registro X aparece en la pantalla y el ingreso de dígitos se ha finalizado (el cursor no está presente).

Supongamos que la pila contiene 1,2,3,4 (oprima 1  $\boxed{\text{ENTER}}$  2  $\boxed{\text{ENTER}}$  3  $\boxed{\text{ENTER}}$  4) Al oprimir  $\boxed{\text{R}\downarrow}$  cuatro veces los números se desplazan en forma cíclica hasta volver al comienzo:



Lo que estaba en el registro X rota hasta entrar en el registro T. Observe que el *contenido* de los registros ha girado dentro de la pila. Los registros mismos mantienen su posición, con el registro X siempre exhibido en la pantalla.

## Intercambio de los registros de X y de Y en la Pila ( $\boxed{x\text{z}y}$ )

Otra tecla que maneja el contenido de la pila es  $\boxed{x\text{z}y}$  (*intercambio xy*), la cual intercambia el contenido de los registros X e Y sin afectar el resto de la pila. Al oprimir  $\boxed{x\text{z}y}$  dos veces, por supuesto, se restaura el orden original del contenido.

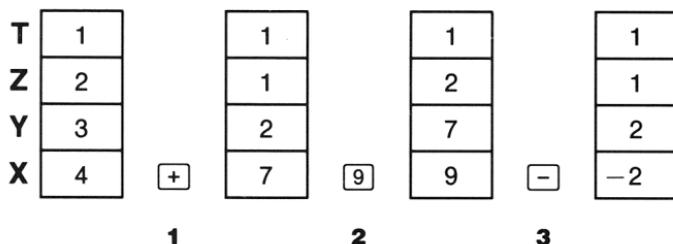
La función  $\boxed{x\text{z}y}$  se utiliza en principio con dos propósitos, a saber:

- Para visualizar  $y$  y volverla a colocar en el registro Y (oprima  $\boxed{x\text{z}y}$  dos veces). Algunas funciones presentan dos resultados: una en el registro X y una en el registro Y. Un ejemplo de esto es  $\{y : x \rightarrow \theta : r\}$ , el cual convierte las coordenadas rectangulares que se encuentran en los registros X e Y en coordenadas polares almacenadas en los mismos registros.
- Para intercambiar el orden de los números en un cálculo. Por ejemplo, una manera fácil de calcular  $9 \div (13 \times 8)$  es oprimiendo  $13 \boxed{\text{ENTER}} 8 \boxed{\times} 9 \boxed{x\text{z}y} \boxed{\div}$ .

## Aritmética en la pila

El contenido de la pila se desplaza hacia arriba y hacia abajo automáticamente a medida que se ingresan nuevos números en el registro X (*elevando la pila*) y a medida que los operadores combinan dos números para producir un número nuevo (*bajando la pila*) en el registro X. Supongamos que la pila se encuentra aún llena, y que contiene los números 1, 2, 3, 4. Observe cómo la pila baja y eleva su contenido a medida que se efectúan cálculos.

$$3 + 4 - 9:$$

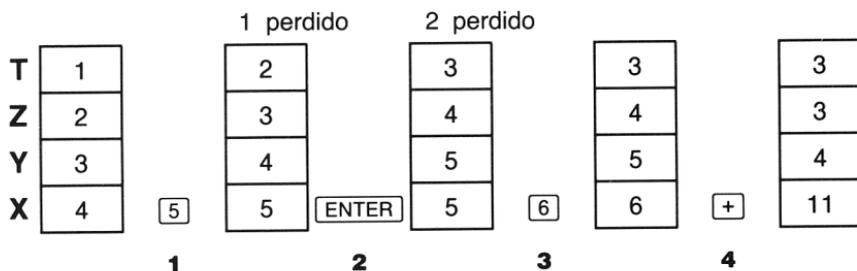


- 1** La pila “baja” su contenido. (El registro superior duplica su contenido.)
  - 2** La pila “eleva” su contenido. (Se pierde la información que se encontraba en el registro superior.)
  - 3** La pila se baja.
- Observe que cuando la pila se eleva, empuja el contenido del registro T hacia afuera, y el número se pierde. Puede entonces darse cuenta que la memoria de la pila está limitada a cuatro números para los cálculos.
  - Cuando la pila baja, duplica el contenido del registro T.
  - Debido al movimiento automático de la pila, *no* es necesario que Ud. borre la pantalla antes de efectuar un nuevo cálculo.
  - La mayoría de las funciones preparan la pila para elevar su contenido *cuando el próximo número ingresa al registro X*. Vea el apéndice B para ver listas de funciones que afectan la elevación de la pila.

## Cómo funciona ENTER

Ud. sabe que **ENTER** separa dos números ingresados uno después del otro. ¿Cómo es que la pila hace esto? Supongamos que la pila contiene otra vez 1,2,3,4. Ahora ingrese y sume dos números nuevos:

$$5 + 6:$$



- 1 Eleva la pila.
- 2 Eleva la pila y duplica el registro X.
- 3 No eleva la pila.
- 4 Baja la pila y duplica el contenido del registro T.

**ENTER** duplica el contenido del registro X en el registro Y. El próximo número que Ud. ingresa (o recupera) *se escribe sobre* la copia del primer número existente en el registro X. El efecto de este proceso es simplemente separar los números entrados consecutivamente.

Ud. puede utilizar el efecto de duplicación de **ENTER** para borrar la pila rápidamente: para esto oprima 0 **ENTER** **ENTER** **ENTER**. Todos los registros ahora contienen cero. Observe, sin embargo, que *no es necesario* borrar la pila antes de efectuar cálculos.

**Uso de un número dos veces seguidas.** Ud. podrá utilizar la acción de duplicación de **ENTER** para lograr otros resultados. Si desea sumar un número a sí mismo, oprima **ENTER** **+**.

**Cómo llenar la pila con una constante.** La acción de duplicación de **ENTER**, junto con la acción de bajar la pila, también de efecto duplicador (de T a Z) le permitirá a Ud. llenar la pila con una constante numérica para sus cálculos.

**Ejemplo: Crecimiento constante y acumulativo.** Dado un cultivo de bacteria con un índice de crecimiento constante del 50%, ¿cuán grande llegará a ser una población de 100 en 3 días?

Duplica el registro T

	T	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.5	Z	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ENTER	Y	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ENTER	X	1.5	100	150	225	337.5	
ENTER			100	150	225	337.5	
			x	x	x		
1		2	3	4	5		

- 1 Llena la pila con el índice de crecimiento.
- 2 Ingresa la población inicial.
- 3 Calcula la población existente después de 1 día.
- 4 Calcula la población existente después de 2 días.
- 5 Calcula la población existente después de 3 días.

## Cómo funciona CLEAR x

Al despejar la pantalla (registro X) se coloca un cero en el registro X, y el siguiente número que Ud. ingrese (o recupere) *se escribirá sobre* este cero.

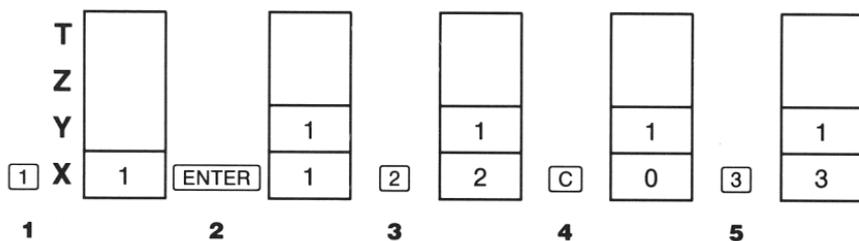
Existen tres maneras de eliminar el número que se encuentra en el registro X, o dicho de otra manera, de *borrar x*:

- Oprima **C**.
- Oprima **◆**.
- Oprima **■ CLEAR {x}**. (Estas pulsaciones de tecla se utilizan sobre todo durante el ingreso del programa.

Observe, sin embargo, estas excepciones:

- Durante el ingreso del programa,  $\left[ \blacktriangleleft \right]$  borra las líneas de programa y  $\left[ \text{C} \right]$  cancela el ingreso del programa.
- Durante el ingreso de dígitos,  $\left[ \blacktriangleleft \right]$  retrocede sobre el número.
- Si la pantalla presenta un número *rotulado* (tal como  $A = Z + 0000$ ), al oprimir  $\left[ \text{C} \right]$  o  $\left[ \blacktriangleleft \right]$  ese número se cancela y aparece el registro X.

Por ejemplo, si Ud. desea ingresar 1 y 3 pero por error ingresó 1 y 2, podrá corregir la situación de esta manera:



- 1 Eleva la pila.
- 2 Eleva la pila y duplica el registro X.
- 3 Se escribe sobre el registro X.
- 4 Borra  $x$  sustituyéndolo por cero.
- 5 Sustituye  $x$  (reemplaza el cero).

---

## El registro LAST X

El registro LAST X funciona en conjunto con la pila; conserva el número que se encontraba en el registro X antes que fuese ejecutada la última función numérica. (Una función numérica es un operador que produce un resultado a partir de otro número o números, como por ejemplo  $\left[ \sqrt{x} \right]$ ). Al oprimir  $\left[ \blacksquare \text{LAST}x \right]$  este valor regresa al registro X. Esta capacidad de recuperar el "último valor de  $x$ " tiene dos usos principales, a saber: la corrección de errores y la posibilidad de volver a utilizar el valor en un cálculo.

En el apéndice B encontrará una lista completa de las funciones que guardan  $x$  en el registro LAST X.

## Cómo corregir errores con $\blacksquare$ [LASTx]

**Función unumérica equivocada.** Si Ud. ejecuta la función unumérica equivocada, utilice  $\blacksquare$  [LASTx] para recuperar el número, de manera que pueda ejecutar la función correcta. (Oprima  $\square$  primero si desea borrar el resultado incorrecto de la pila.)

Dado que  $\blacksquare$  [%] y  $\blacksquare$  [%CHG] no hacen bajar la pila, Ud. puede recuperarse de estas funciones de la misma forma que con las funciones unuméricas.

**Ejemplo:** Supongamos que Ud. acaba de calcular  $\ln 4,7839 \times (3,879 \times 10^5)$  y desea hallar la raíz cuadrada, pero por error oprime la tecla  $\square$   $e^x$ . No es necesario hacer todo de nuevo. Para hallar el resultado correcto, oprima simplemente  $\blacksquare$  [LASTx]  $\square$   $\sqrt{x}$ .

**Errores con funciones binuméricas.** Si Ud. comete un error con una operación binumérica ( $\square$  [+],  $\square$  [-],  $\square$  [x],  $\square$  [ $\div$ ], o  $\square$  [ $y^x$ ]), podrá corregirlo por medio del comando  $\blacksquare$  [LASTx] y el inverso de la función binumérica ( $\square$  [-] o  $\square$  [+],  $\square$  [ $\div$ ] o  $\square$  [x],  $\square$  [1/x] o  $\square$  [ $y^x$ ]):

1. Oprima  $\blacksquare$  [LASTx] para recuperar el segundo número ( $x$  justamente antes de la operación).
2. Ejecute la operación inversa. De esta manera obtendrá el número que originalmente se encontraba en primer lugar. El segundo número se encuentra todavía en el registro LAST X. Entonces haga lo siguiente:
  - Si ha utilizado la *función equivocada*, oprima  $\blacksquare$  [LASTx] nuevamente para restaurar el contenido original de la pila. Ejecute ahora la función correcta.
  - Si ha utilizado el *segundo número equivocado*, ingrese el número correcto y ejecute la función.

Si ha utilizado el *primer número equivocado*, ingrese el primer número correcto, oprima  $\blacksquare$  [LASTx] para recuperar el segundo número y ejecute la función nuevamente. (Oprima  $\square$  primero si desea borrar el resultado incorrecto de la pila.)

**Ejemplo:** Supongamos que Ud. cometió un error al calcular

$$16 \times 19 = 304$$

Puede haber cometido una de tres clases de errores:

### Cálculo equivocado

### Error

### Corrección

- 16  19       Función equivocada.
- 15  19       Primer número      16
- 16  18       Segundo número      19

## Cómo volver a utilizar números con

Ud. podrá utilizar  para volver a usar un número (tal como una constante) en un cálculo. Recuerde que debe ingresar una segunda constante, justamente antes de ejecutar la operación aritmética, de manera que la constante sea el último número del registro X; por lo tanto, será posible guardarla y recuperarla por medio de .

**Ejemplo:** Calcule  $\frac{96.704 + 52.3947}{52.3947}$ .

T	<i>t</i>		<i>t</i>		<i>t</i>
Z	<i>z</i>		<i>z</i>		<i>t</i>
96,704 Y	96,704		96,704		<i>z</i>
<input type="text" value="ENTER"/> X	96,704	52,3947	52,3947	<input type="text" value="+"/>	149,0987
LAST X	<i>l</i>		<i>l</i>		52,3947

T	<i>t</i>		<i>t</i>
Z	<i>z</i>		<i>t</i>
Y	149,0987		<i>z</i>
<input type="text" value="LASTx"/> X	52,3947	<input type="text" value="÷"/>	2,8457
LAST X	52,3947		52,3947

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
96.704 [ENTER]	96,7040	
52,3947 [+]	149,0987	Resultado intermedio.
■ [LASTx]	52,3947	Recupera la presentación existente antes de oprimir [+].
[÷]	2,8457	Resultado final.

**Ejemplo:** Dos de las estrellas vecinas a la Tierra son Rigel Centauro (a 4,3 años luz de distancia) y Sirio (a 8,7 años luz de distancia). Utilice  $c$ , la velocidad de la luz ( $9,5 \times 10^{15}$  metros por año) para convertir las distancias a metros.

$$\text{a Rigel Centauro} = 4,3 \text{ años} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m/año})$$

$$\text{a Sirio} = 8,7 \text{ años} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m/año.})$$

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
4.3 [ENTER]	4,3000	Años luz a R. Centauro.
9.5 [E] 15	9,5E15__	Velocidad de la luz, $c$ .
[x]	4,085E16	Distancia a R. Centauro.
8.7 ■ [LASTx]	9,5000E15	Recupera $c$ .
[x]	8,2650E16	Distancia a Sirio.

---

## Cálculos en cadena

La acción de elevar y bajar el contenido de la pila automáticamente le permite a Ud. conservar los resultados intermedios sin tener que almacenarlos o volver a ingresarlos, y sin tener que utilizar paréntesis. Esta constituye una gran ventaja que la pila RPN tiene sobre otros métodos de procesamiento de datos.

## Orden de cálculo

En el capítulo 1 le recomendábamos que resolviera los cálculos en cadena trabajando con el contenido de los paréntesis interiores primero y luego desplazándose hacia afuera. Sin embargo, Ud. también puede solucionar los problemas de izquierda a derecha.

Por ejemplo, en el capítulo 1 Ud. calculó lo siguiente:

$$4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$$

comenzando con el paréntesis interior ( $7 \times 3$ ) y desplazándose hacia afuera, o sea lo mismo que haría trabajando con lápiz y papel. La secuencia de pulsaciones de tecla era:

$$7 \text{ [ENTER] } 3 \text{ [x] } 14 \text{ [+ ] } 2 \text{ [- ] } 4 \text{ [x/y] } \text{[÷] }.$$

Al solucionar el problema de izquierda a derecha, la solución será:

$$4 \text{ [ENTER] } 14 \text{ [ENTER] } 7 \text{ [ENTER] } 3 \text{ [x] } \text{[+ ] } 2 \text{ [- ] } \text{[÷] }$$

la cual requiere una pulsación de tecla adicional. Observe que el primer resultado intermedio es todavía el contenido del paréntesis interior: ( $7 \times 3$ ). La ventaja de solucionar un problema de izquierda a derecha es que no es necesario utilizar  $\text{[x/y]}$  para reubicar los operandos de las funciones no conmutativas ( $\text{[-]}$  y  $\text{[÷]}$ ).

El primer método (que comienza con el paréntesis interior) a menudo resulta preferible porque:

- Requiere menos pulsaciones de tecla.
- Requiere menos registros de la pila.

Al utilizar el método de izquierda a derecha, asegúrese que no se necesitarán más de cuatro resultados intermedios en una instancia determinada, dado que la pila no puede contener más de cuatro números a la vez. Este ejemplo, al resolverlo de izquierda a derecha, utilizó en cierto momento todos los registros de la pila.

$$4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$$

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
4 <input type="button" value="ENTER"/>		Almacena 4 y 14 como números intermedios en la pila.
14 <input type="button" value="ENTER"/>	14,0000	
7 <input type="button" value="ENTER"/> 3	3__	En este momento la pila se encuentra llena con los números correspondientes a este cálculo.
<input type="button" value="x"/>	21,0000	Resultado intermedio.
<input type="button" value="+"/>	35,0000	Resultado intermedio.
2 <input type="button" value="-"/>	33,0000	Resultado intermedio.
<input type="button" value="÷"/>	0,1212	Resultado final.

## Ejercicios

A continuación le presentamos algunos problemas adicionales para que Ud. practique el uso de la RPN.

**Calcule:**  $(14 + 12) \times (18 - 12) \div (9 - 7) = 78,0000$

**Solución:** 14  12  18  12   9  7

**Calcule:**  $23^2 - (13 \times 9) = 1/7 = 412,1429$

**Solución:** 23  13  9   7

**Calcule:**  $\sqrt{(5,4 \times 0,8) \div (12,5 - 0,7^3)} = 0,5961$

**Solución:** 5.4  .8  .7  3  12.5

o bien

5.4  .8  12.5  .7  3

**Calcule:**  $\sqrt{\frac{8,33 \times (4 - 5.2) \div [(8,33 - 7,46) \times 0.32]}{4,3 \times (3,15 - 2,75) - (1,71 \times 2,01)}} = 4,5728$

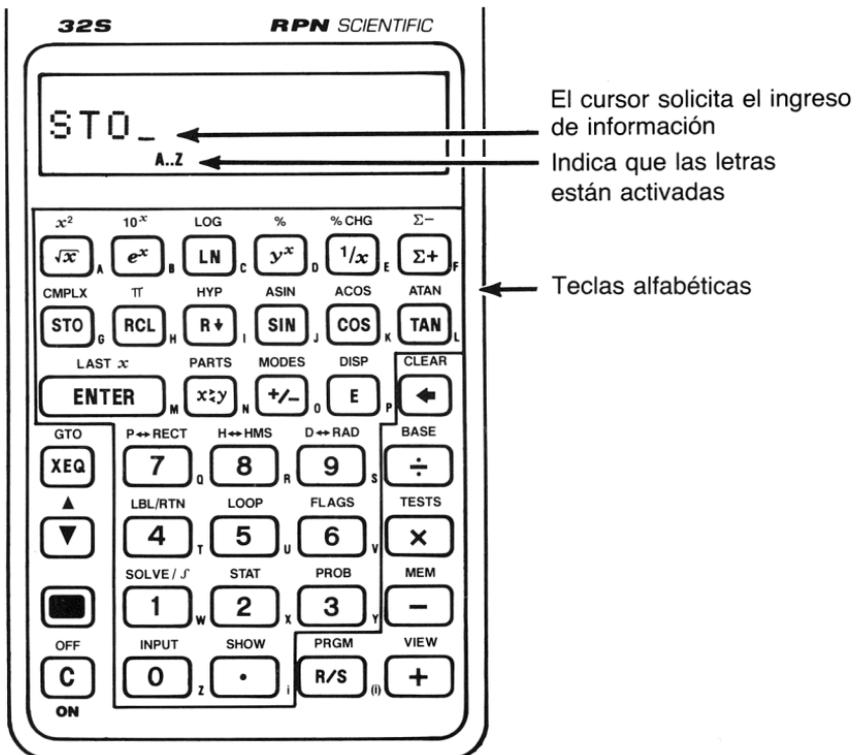
**Solución:** 4  5.2  8.33   7.46  0.32

3.15  2.75  4.3  1.71  2.01

# 3

## Cómo almacenar datos en las variables

La HP-32-S tiene 390 bytes de *memoria del usuario*, la cual constituye espacio de memoria que Ud. puede utilizar para almacenar números o líneas de programa. Los números se almacenan en áreas llamadas *variables*, cada una con un nombre formado por una letra de la A a la Z. (Ud. puede escoger la letra para que le recuerde qué es lo que tiene almacenado allí, como por ejemplo S para el *saldo del banco* y C para la velocidad de la luz.)\*



\*Observe que las variables X, Y, Z y T constituyen áreas de almacenamiento *diferentes* al registro X, registro Y, registro Z y registro T de la pila.

Cada letra blanca está asociada con una tecla y una variable única. Las teclas alfabéticas se activan automáticamente cuando son necesarias. (Esto será confirmado por el Anunciador **A..Z** que aparece en la pantalla.)

## Almacenamiento y recuperación de números

Los números se almacenan y se recuperan en variables designadas por medio de letras y por medio de las funciones **[STO]** (*almacenamiento*) y **[RCL]** (*recuperación*).

**Para transferir una copia de un número desde la pantalla (registro X) a una variable, haga lo siguiente:** oprima **[STO]** tecla alfabética.

**Para transferir la copia de un número desde una variable a la pantalla, haga lo siguiente:** oprima **[RCL]** tecla alfabética.

**Ejemplo: Almacenamiento numérico.** Almacene el número de Avogadro (aproximadamente  $6,0225 \times 10^{23}$ ) en A.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
6.0225 <b>[E]</b> 23	6,0225E23__	
<b>[STO]</b>	STO__	Solicita la variable.
A ( <b>[√x]</b> tecla)	STO A	Exhibe las funciones mientras se mantiene oprimida la tecla.
	6,0225E23	Almacena una copia del número de Avogadro en A. Esto también finaliza el ingreso de dígitos (el cursor no se encuentra presente).
<b>[C]</b>	0,0000	Borra el número que se encuentra en la pantalla.
<b>[RCL]</b>	RCL__	Solicita el nombre de la variable.
A	6,0225E23	Copia el número de Avogadro desde A a la pantalla.

**Cómo visualizar una variable sin recuperarla.** La función **VIEW** le muestra el contenido de una variable sin colocar tal número en el registro X. El contenido de la pantalla se rotula para la variable, tal como:

A = 1234 ,5678

Si el número es demasiado grande para presentarse en la pantalla con el rótulo correspondiente, se redondea y los dígitos que se encuentran en el extremo derecho se eliminan. (El exponente se exhibe íntegro.) Para visualizar la mantisa completa, oprima **SHOW**.

**VIEW** se utiliza frecuentemente en la programación, pero resulta útil en cualquier ocasión en que Ud. desea visualizar el valor de una variable sin afectar el contenido de la pila.

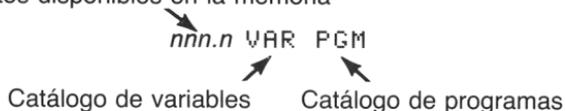
Para cancelar la presentación VIEW, oprima **↓** o **C** una vez.

---

## Verificación de las variables en el Catálogo VAR

La función **MEM** (*memoria*) proporciona información acerca de la memoria:

Número de bytes disponibles en la memoria



**Para verificar los valores de cualquiera o de todas las variables distintas de cero, haga lo siguiente:**

1. Oprima **MEM** {VAR}.
2. Oprima **↓** o **▲** para desplazar la lista y exhibir la variable deseada. (Observe el anunciador **▼▲**, el cual indica que las teclas direccionales están activadas.)

Para ver todos los dígitos significativos del número exhibido en el catálogo {VAR}, oprima **SHOW**. (Si se trata de un número binario con más de 12 dígitos, utilice las teclas **√x** y **Σ+** para ver el resto.)

3. Para copiar una variable exhibida desde el catálogo al registro X, oprima **ENTER**.
4. Para igualar una variable a cero, oprima **CLEAR** mientras ésta se encuentra exhibida en el catálogo.
5. Oprima **C** para cancelar el catálogo (o **↓** para retirarse hacia el menú).

---

## Borrado de variables

Los valores de las variables se conservan en la Memoria Continua hasta que Ud. los reemplace o los borre. Al *borrar* una variable se almacena allí un cero; un valor de cero no ocupa nada de la memoria.

**Para borrar una sola variable**, almacene un cero en ella.

**Para borrar las variables seleccionadas, haga lo siguiente:**

1. Oprima **MEM** {VAR} y utilice **▼** o **▲** para borrar la variable.
2. Oprima **CLEAR**.
3. Oprima **C** para cancelar el catálogo o **◀** para salir.

**Para borrar todas las variables al mismo tiempo**, oprima **CLEAR** {VARS}.

---

## Aritmética con variables almacenadas

La *aritmetica de almacenamiento y de recuperación* le permite efectuar cálculos con el número almacenado en una variable sin tener que recuperarla en la pila. El cálculo hace uso de un número proveniente del registro X y un número de la variable especificada.

### Aritmética de almacenamiento

La *aritmetica de almacenamiento* emplea **STO** **+**, **STO** **-**, **STO** **x**, o **STO** **÷** para efectuar cálculos aritméticos en la variable misma, y para almacenar allí el resultado. Para eso utiliza el valor que se encuentra en el registro X sin afectar la pila.

Valor nuevo de la variable = Valor previo de la variable {+, -, ×, ÷} x

Por ejemplo, supongamos que Ud. desea restar del valor que se encuentra en A (15) el número que se encuentra el registro X (3, exhibido). Oprima **STO** **-** A. Ahora A = 12, mientras que 3 se encuentra aún en la pantalla.

A 15

A 12

Resultado:  $15-3$ ,  
o sea  $A-x$ .

T  $t$

T  $t$

Z  $z$

Z  $z$

Y  $y$

Y  $y$

X 3

STO - A

X 3

## Aritmética de recuperación

La aritmética de recuperación emplea  $\text{RCL}+$ ,  $\text{RCL}-$ ,  $\text{RCL}\times$ , o  $\text{RCL}\div$  para efectuar cálculos aritméticos en el registro X utilizando para eso un número recuperado; a la vez coloca el resultado en la pantalla. Solamente se ve afectado el registro X; los demás no serán afectados.

Nuevo  $x$  = Variable  $x$  previa  $\{+, -, \times, \div\}$  variable

Por ejemplo, supongamos que Ud. desea dividir el número que se encuentra en el registro X (3, exhibido) entre el valor que se encuentra en A (12). Oprima  $\text{RCL}\div$  A. Ahora  $x = 0,25$ , mientras 12 se encuentra aún en A.\*

A 12

A 12

T  $t$

T  $t$

Z  $z$

Z  $z$

Y  $y$

Y  $y$

X 3

RCL  $\div$  A

X 0.25

Resultado:  $3\div 12$ ,  
o sea  $x\div A$ .

\*La aritmética de recuperación ahorra espacio de memoria en los programas. El uso de  $\text{RCL}+$  (una instrucción) emplea la mitad de la memoria que emplea  $\text{RCL} A, +$  (dos instrucciones).

**Ejemplos adicionales.** Supongamos que las variables  $D$ ,  $E$  y  $F$  contienen los valores 1, 2 y 3. Utilice la aritmética de almacenamiento para sumar valores a cada una de estas variables.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
1 <b>STO</b> D		Almacena los valores correspondientes en las variables.
2 <b>STO</b> E		
3 <b>STO</b> F	3,0000	
1 <b>STO</b> <b>+</b> D <b>STO</b> <b>+</b> E <b>STO</b> <b>+</b> F	1,0000	Suma 1 a $D$ , a $E$ y a $F$ .
<b>VIEW</b> D	D = 2,0000	Exhibe el valor actual de $D$ .
<b>VIEW</b> E	E = 3,0000	
<b>VIEW</b> F	F = 4,0000	
<b>←</b>	1,0000	Despeja la pantalla VIEW: exhibe nuevamente el registro X.

Supongamos las variables  $D$ ,  $E$  y  $F$  contienen los valores 2, 3 y 4 del último ejemplo. Divida 3 entre  $D$ , multiplíquelo por  $E$  y súmele  $F$  al resultado.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
3 <b>RCL</b> <b>÷</b> D	1,5000	Calcula $3 \div D$ .
<b>RCL</b> <b>×</b> E	4,5000	$3 \div D \times E$ .
<b>RCL</b> <b>+</b> F	8,5000	$3 \div D \times E + F$ .

---

## La variable “i”

Existe una variable No. 27, la variable *i*. (La `i` está ubicada en la tecla `[i]`.) Aunque almacena números de la misma forma que otras variables, la “i” es especial porque se puede utilizar (por medio de la función `[i]`) para referirse a *otras* variables. Esta es una técnica llamada *direccionamiento indirecto*. Dado que esta es una técnica de programación, se explicará en más detalle en el capítulo 6 bajo el título “Direccionamiento indirecto de variables y rótulos”.

# 4

## Funciones con números reales

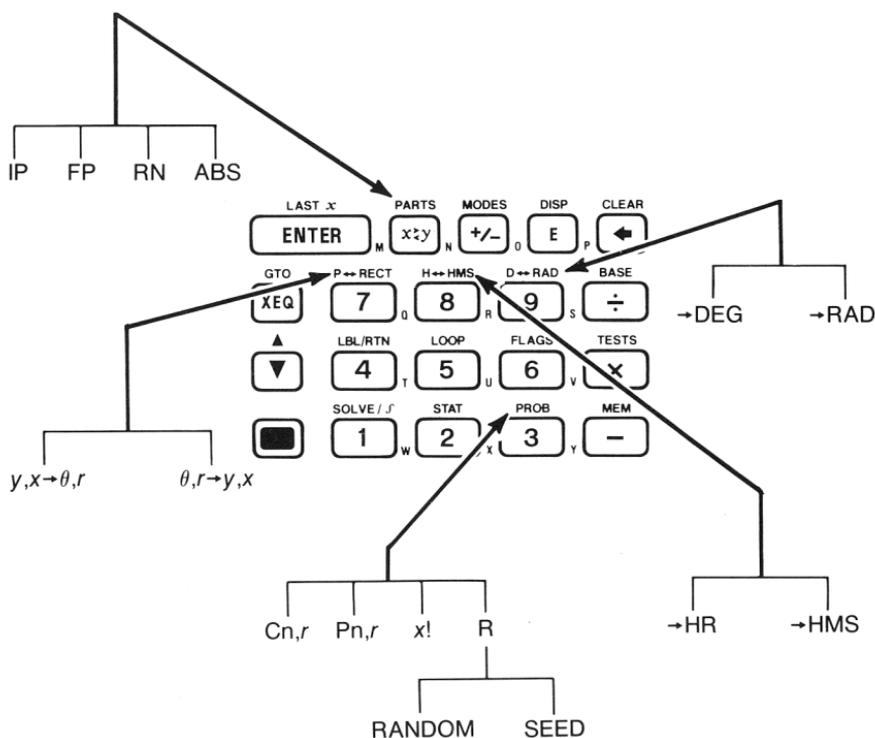
---

Este capítulo cubre la mayoría de las funciones de la calculadora que efectúan cálculos con números reales, incluyendo algunas funciones numéricas para el uso de programas (por ejemplo la función de valor absoluto):

- Funciones exponenciales y logarítmicas.
- Funciones trigonométricas.
- Funciones hiperbólicas.
- Funciones de porcentaje.
- Funciones de conversión para coordenadas, ángulos y fracciones.
- Funciones de probabilidad.
- Partes numéricas (funciones de alteración numérica).

Las funciones y cálculos aritméticos ya fueron descritos en los capítulos 1 y 2. Las operaciones numéricas avanzadas (radicación, integración, números complejos, conversiones de base y estadísticas) se encuentran en la parte 3 de este manual.

Muchas de las funciones numéricas aparecen en las teclas que se encuentran en las dos filas superiores del teclado. El resto aparece en uno de estos menús:



## Funciones exponenciales y logarítmicas

Coloque primero el número en la pantalla y luego ejecute la función. No hay necesidad de oprimir **ENTER**.

Para calcular:	Oprima:
Logaritmo natural (base $e$ )	<b>LN</b>
Logaritmo decimal (base 10)	<b>LOG</b>
Antilogaritmo natural	<b><math>e^x</math></b>
Antilogaritmo decimal	<b><math>10^x</math></b>

---

## La función potencial ( $y^x$ )

Para calcular un número,  $y$ , elevado a una potencia,  $x$ , ingrese  $y$  **ENTER**  $x$  **y<sup>x</sup>**.

Para  $y > 0$ ,  $x$  puede ser cualquier número racional. Para  $y < 0$ ,  $x$  debe ser un entero. Para  $y = 0$ ,  $x$  debe ser positivo.

Por ejemplo:

Para calcular:	Oprima:	Resultado:
$15^2$	15 <b>■</b> <b>x<sup>2</sup></b>	225,0000
$2^{-1.4}$	2 <b>ENTER</b> 1.4 <b>+/-</b> <b>y<sup>x</sup></b>	0,3789
$(-1,4)^3$	1.4 <b>+/-</b> <b>ENTER</b> 3 <b>y<sup>x</sup></b>	-2,7440
$\sqrt[3]{2}$ ó $2^{1/3}$	2 <b>ENTER</b> 3 <b>1/x</b> <b>y<sup>x</sup></b>	1,2599

---

## Trigonometría

### Cómo ingresar $\pi$

Oprima **■** **π** para colocar los primeros 12 dígitos de  $\pi$  en el registro X. (El número exhibido depende del formato de presentación en pantalla.) Dado que se trata de una función, no es necesario separar  $\pi$  de otro número por medio de **ENTER**.

Observe que una calculadora no puede representar exactamente el número  $\pi$ , dado que  $\pi$  es un número irracional.

### Especificación del modo angular

El modo angular especifica cuál será la unidad de medida utilizada en los ángulos de las funciones trigonométricas. El modo *no* convierte los números que ya se encuentran presentes (vea la sección "Funciones de conversión" en este mismo capítulo).

360 grados sexagesimales =  $2\pi$  radianes = 400 grados centesimales

Para especificar un modo angular, oprima  [MODES]. Seleccione entonces una opción.

Opción	Descripción	Anunciador
{DG}	Especifica el modo Grados (DEG). Utiliza las fracciones decimales, no los minutos y segundos.	ninguna
{RD}	Especifica el modo Radianes (RAD).	<b>RAD</b>
{GR}	Especifica el modo Grados centesimales (GRAD).	<b>GRAD</b>

## Funciones trigonométricas

Con  $x$  en la pantalla:

Para calcular:	Oprima:
Seno de $x$ .	
Coseno de $x$ .	
Tangente de $x$ .	
Arco seno de $x$ .	
Arco coseno de $x$ .	
Arco tangente de $x$ .	



### Nota

Los cálculos en los cuales interviene el número irracional no se pueden expresar *exactamente* con la precisión interna de 12 dígitos de la calculadora. Esto se nota particularmente en la trigonometría; por ejemplo, el cálculo de seno de  $\pi$  no es cero sino  $-2,0676 \times 10^{-13}$ , un número muy pequeño cercano a cero.

**Ejemplo.** Demuestre que el coseno de  $(5/7)\pi$  radianes y el coseno de  $128,57^\circ$  son iguales.\*

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ [MODES] {RD}		Especifica el modo Radianes; el anunciador RAD está encendido.
5 [ENTER] 7 ÷ ■ [π] [x] [COS]	-0,6235	$\text{Cos } (5/7)\pi$ .
■ [MODES] {DG} 128.57 [COS]	-0,6235	Cambia al modo Grados (sin anunciador) y calcula el coseno de $128,57^\circ$ , el cual es igual al coseno de $(5/7)\pi$ .

**Nota sobre la programación.** Las ecuaciones que emplean funciones trigonométricas inversas para determinar un ángulo,  $\theta$ , a menudo tienen esta apariencia:

$$\theta = \text{arco tangente } (y/x).$$

Si  $x = 0$ , entonces  $y \div x$  no está definida, dando como resultado el mensaje de error **DIVIDE BY 0**. Para un programa, entonces, sería mejor determinar  $\theta$  por medio de una *conversión de rectangular a polar*, la cual convierte  $x, y$  a  $r, \theta$ . Vea la sección "Conversión de coordenadas" en este mismo capítulo.

\*De hecho, estos resultados calculados son iguales únicamente hasta cuatro dígitos significativos, debido a la representación inexacta de  $\pi$ . (Oprima ■ [SHOW] para ver más dígitos.)

## Funciones hiperbólicas

Con  $x$  en la pantalla:

Para calcular:	Oprima:
Seno hiperbólico de $x$ (SINH).	$\blacksquare$ HYP SIN
Coseno hiperbólico de $x$ (COSH).	$\blacksquare$ HYP COS
Tangente hiperbólica de $x$ (TANH).	$\blacksquare$ HYP TAN
Arco seno hiperbólico de $x$ (ASINH).	$\blacksquare$ HYP $\blacksquare$ ASIN
Arco coseno hiperbólico de $x$ (ACOSH).	$\blacksquare$ HYP $\blacksquare$ ACOS
Arco tangente hiperbólico de $x$ (ATANH).	$\blacksquare$ HYP $\blacksquare$ ATAN

## Funciones de porcentaje (% , %CHG)

Las funciones de porcentaje son especiales (en comparación con  $\square \times$  y  $\square \div$ ) porque conservan el valor del número base (en el registro Y) cuando presentan el resultado del cálculo de porcentaje (en el registro X). Ud. podrá entonces continuar con cálculos subsecuentes utilizando tanto el número de base como el resultado sin tener que reingresar el número de base.

Para calcular:	Ingrese:
$x\%$ de $y$	$y$ $\square$ ENTER $\times$ $\blacksquare$ %
Porcentaje de cambio de $y$ a $x$ . ( $y \neq 0$ )	$y$ $\square$ ENTER $\times$ $\blacksquare$ %CHG

**Ejemplo.** Halle el impuesto sobre la venta del 6% y el costo total de un artículo que cuesta \$15,76. Utilice el formato de presentación FIX 2 de manera que los costos se redondeen en forma apropiada.

**Teclas:**

$\blacksquare$  DISP {FX} 2

**Pantalla:**

**Descripción:**

Redondea la cantidad exhibida a dos lugares decimales.

15.76	<b>ENTER</b>	6	<b>%</b>	0,95	Calcula el impuesto del 6%.
<b>+</b>				16,71	Costo total (precio de base + impuesto).

Supongamos que el artículo de \$15,76 costaba \$16,12 el año pasado. ¿Cuál es el porcentaje de cambio entre el precio del año pasado y el del año en curso?

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
16.12 <b>ENTER</b> 15.76 <b>%CHG</b>	-2,23	El precio de este año bajó aproximadamente un 2,2% en comparación con el del año pasado.
<b>DISP</b> {FX} 4	-2,2333	Restaura el formato de presentación FIX 4.

Observe que el orden de los dos números es importante para la función %CHG. El orden producirá un porcentaje de cambio positivo o negativo.

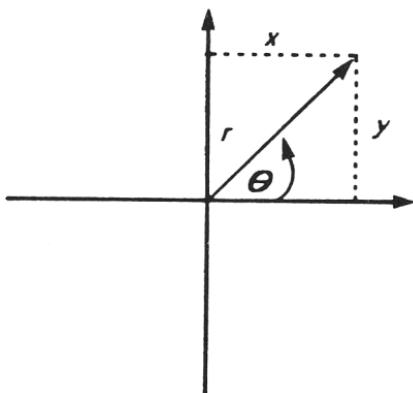
---

## Funciones de conversión

Existen tres tipos de conversiones: de coordenadas (polar/rectangular), de ángulos (grados/radianes) y de fracciones (decimal/minutos-segundos).

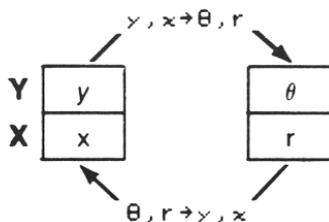
### Conversiones de coordenadas (P↔RECT)

Las coordenadas rectangulares ( $x, y$ ) y las coordenadas polares ( $r, \theta$ ) se miden de la manera ilustrada. Las funciones que se encuentran en el menú P↔RECT (*polar de la rectangular*) efectúan conversiones entre las dos. El ángulo  $\theta$  emplea las unidades especificadas por el modo angular en uso. Un resultado calculado para  $\theta$  se hallará entre  $-180^\circ$  y  $180^\circ$ , entre  $-\pi$  y  $\pi$  radianes, o entre  $-200$  y  $200$  grados centesimales.

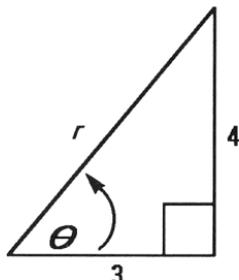
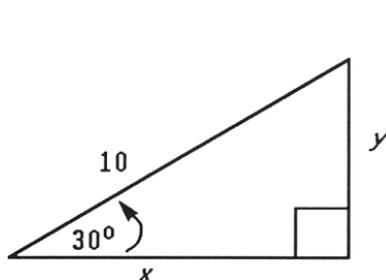


**Para convertir entre coordenadas rectangulares  $(x,y)$  y polares  $(r, \theta)$ , haga lo siguiente:**

1. Ingrese primero las coordenadas (en forma rectangular o polar) que Ud. desea convertir. El orden es  $y$    $x$  o  $\theta$    $r$ .
2. Oprima .
3. Ejecute la conversión deseada:  $\{y, x \rightarrow \theta, r\}$  (rectangular a polar) o  $\{\theta, r \rightarrow y, x\}$  (polar a rectangular). Las coordenadas convertidas ocupan los registros X e Y.
4. La pantalla resultante muestra  $r$  (resultado polar) o  $x$  (resultado rectangular). Oprima  para ver  $\theta$  o  $y$ .



**Ejemplo: Conversión polar a rectangular.** Halle  $x$  e  $y$  en el triángulo rectángulo que se encuentra a la izquierda. Halle  $r$  y  $\theta$  para el triángulo rectángulo que se encuentra a la derecha.



**Teclas:**

**MODES** {DG}

30 **ENTER** 10

**P $\leftrightarrow$ RECT**  $\{\theta, r \rightarrow y, x\}$  8,6603

**x $\rightarrow$ y**

5,0000

4 **ENTER** 3

**P $\leftrightarrow$ RECT**  $\{y, x \rightarrow \theta, r\}$  5,0000

**x $\rightarrow$ y**

53,1301

**Pantalla:**

**Descripción:**

Especifica el modo Grados.

Calcula  $x$ .

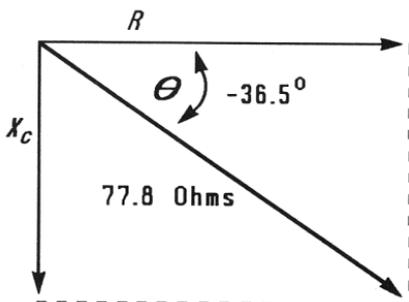
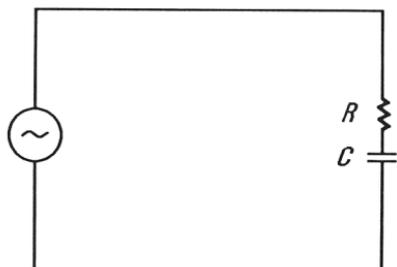
Exhibe  $y$ .

Calcula la hipotenusa ( $r$ ).

Exhibe  $\theta$ .

**Ejemplo. Conversión con vectores.** El ingeniero Sergio Sosa ha determinado que en el circuito RC ilustrado abajo a la izquierda, la impedancia total es de 77,8 ohms y que ocurre un retardo de tensión de  $36,5^\circ$  con respecto a la corriente. ¿Cuáles son los valores de la resistencia,  $R$  y de la reactancia capacitiva,  $X_c$ , en el circuito?

Utilice un diagrama de vector según se muestra, con la impedancia igual a la magnitud polar,  $r$ , y el retardo de tensión igual al ángulo,  $\theta$ , en grados. Cuando los valores se convierten a coordenadas rectangulares, el valor de  $x$  da como resultado  $R$ , en ohms, mientras que el valor de  $y$  da como resultado  $X_c$ , en ohms.



**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

MODES {DG}

Especifica el modo Grados.

36.5 +/- ENTER

-36,5000

Ingresa  $\theta$ , grados de retardo de tensión.

77.8

77,8\_\_

Ingresa  $r$ , ohms de impedancia total.

P↔RECT { $\theta, r \rightarrow y, x$ }

62,5401

Calcula  $x$ , ohms de resistencia,  $R$ .

xzy

-46,2772

Exhibe  $y$ , ohms de reactancia,  $X_c$ .

Para operaciones más sofisticadas con vectores (adición, sustracción, producto vectorial y producto escalar), vea el programa "Operaciones con vectores" en el capítulo 12 ("Programas de matemáticas").

## Conversiones fraccionales (H↔HMS)

Los valores correspondientes al tiempo (en horas,  $H$ ) o a ángulos (en grados,  $D$ ) se pueden convertir entre un formato de fracción decimal ( $H.h$  o  $D.d$ ) y un formato de minutos-segundos ( $H.MMSSss$  o  $D.MMSSss$ ) utilizando el menú  $H \leftrightarrow HMS$  (horas de la horas-minutos-segundos).

## Para convertir entre fracciones decimales y minutos-segundos, haga lo siguiente:

1. Ingrese el tiempo o el ángulo (en la forma decimal o en minutos-segundos) que Ud. quiere convertir.
2. Oprima  $\blacksquare$   $[H \leftrightarrow HMS]$ .
3. Seleccione  $\{\rightarrow HR\}$  (*horas-minutos-segundos a horas*) o  $\{HMS\}$  (*horas a horas-minutos-segundos*). El resultado aparecerá en la pantalla.

**Ejemplo: Conversión de los formatos de hora.** ¿Cuántos minutos y segundos hay en la séptima parte de una hora? Utilice el formato de presentación FIX 6.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\blacksquare$ $[DISP]$ $\{FX\}$ 6		
7 $[1/x]$	0,142857	Un séptimo como fracción decimal.
$\blacksquare$ $[H \leftrightarrow HMS]$ $\{\rightarrow HMS\}$	0,083429	Igual a 8 minutos y 34,29 segundos.
$\blacksquare$ $[DISP]$ $\{FX\}$ 4		Restaura el formato de presentación FIX 4.

## Conversiones de ángulos ( $D \leftrightarrow RAD$ )

El menú  $D \leftrightarrow RAD$  (*grados de la radianes*) funciona en forma independiente del modo angular. Al convertir a radianes, se supone que el número que se encuentra en el registro X está en grados. De igual manera, al convertir a grados, se supone que el número que se encuentra en el registro X está en radianes.

### Para convertir un ángulo entre grados y radianes, haga lo siguiente:

1. Ingrese el ángulo (en grados decimales o en radianes) que Ud. desea convertir.
2. Oprima  $\blacksquare$   $[D \leftrightarrow RAD]$ .
3. Seleccione  $\{DEG\}$  (*radianes a grados*) o  $\{RAD\}$  (*grados a radianes*). Se exhibirá entonces el resultado.

# Funciones de probabilidad

El menú PROB (probabilidad) tiene funciones que calculan factoriales, combinaciones y permutaciones, y que obtienen números aleatorios.

## El menú PROB

Rótulo de menú	Descripción
{Cn, r}	<i>Combinaciones.</i> Ingrese $n$ primero, luego $r$ . (Sólo enteros no negativos.) Calcula la cantidad de <i>conjuntos</i> posibles de $n$ elementos considerados en grupos de $r$ elementos. Ningún elemento se encuentra más de una vez en un grupo, y los órdenes diferentes de los mismos $r$ elementos <i>no</i> se cuentan separadamente.
{Pn, r}	<i>Permutaciones.</i> Ingrese $n$ primero, luego $r$ . (Sólo enteros no negativos.) Calcula el número de <i>arreglos</i> posibles de $n$ elementos considerados en grupos de $r$ elementos. Ningún elemento se encuentra más de una vez en un arreglo, pero los distintos órdenes de los mismos $r$ elementos <i>sí</i> se cuentan en forma separada.
{x !}	<i>Factorial y Gamma.</i> Calcula el factorial del entero positivo exhibido ( $0 \leq x \leq 253$ ).  Para calcular la función gamma de $a$ , $\Gamma(a)$ , ingrese $(a - 1)$ y oprima $\blacksquare$ [PROB] {x !}. La función {x !} calcula $\Gamma(x + 1)$ . El valor de $x$ no puede ser un entero negativo.
{R}	<i>Generador de números aleatorios.</i> Ofrece dos opciones. Al oprimir {RANDOM} se genera un número aleatorio en la gama $0 \leq x < 1$ . * Al oprimir {SEED} se comienza una nueva secuencia con el número que se encuentra en el registro X.

\*El generador de números aleatorios de la HP-32S da como resultado un número que es parte de una secuencia de números pseudoaleatorios uniformemente distribuida, la cual pasa el examen espectral (D. Knuth, *Seminumerical Algorithms*, vol. 2. London: Addison Wesley, 1981).

{RANDOM} utiliza un germen para generar un número aleatorio. Cada número aleatorio generado se convierte así en el germen para el próximo. Por lo tanto, una secuencia de números aleatorios se puede repetir comenzando con el mismo germen. Ud. puede almacenar un nuevo germen con la función {SEED}. Si se borra la memoria, el germen se repone en cero.

**Ejemplo: Combinaciones de personas.** Una compañía que emplea a 14 mujeres y a 10 hombres desea formar un comité de seguridad de 6 personas. ¿Cuántas diferentes combinaciones de personas son posibles?

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
24 <input type="text" value="ENTER"/> 6	6__	Veinticuatro personas agrupadas de a seis cada vez.
<input type="text" value="PROB"/>	$C_{n,r} P_{n,r} x! R$	Menú de probabilidad.
{ $C_{n,r}$ }	134,596,0000	Número total de combinaciones posibles.

Si los empleados se escogen al azar, ¿cuál es la probabilidad de que el comité contenga seis mujeres? Para hallar la *probabilidad* de que algo ocurra, divida el número de combinaciones *para tal acontecimiento* entre el número *total* de combinaciones.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
14 <input type="text" value="ENTER"/> 6	6__	Catorce mujeres agrupadas de a seis cada vez.
<input type="text" value="PROB"/> { $C_{n,r}$ }	3,003,0000	Número de combinaciones de seis mujeres en el comité.
<input type="text" value="x&gt;y"/>	134,596,0000	Trae nuevamente al registro X el número total de combinaciones.
<input type="text" value="÷"/>	0,0223	Divide las combinaciones de mujeres entre el total de combinaciones para hallar la probabilidad de que una combinación determinada consista totalmente de mujeres.

---

## Partes numéricas

Las funciones del menú PARTS emplean mecanismos sencillos para alterar el número que se encuentra en el registro X. Estas funciones se utilizan en la programación.

### El menú PARTS

Rótulo de menú	Descripción
{IP}	<i>Parte entera.</i> Elimina la parte fraccional de $x$ y la reemplaza con ceros. (Por ejemplo, la parte entera de 14,2300 es 14,0000.)
{FP}	<i>Parte fraccional.</i> Elimina la parte entera de $x$ y la reemplaza con ceros. (Por ejemplo, la parte fraccional de 14,2300 es 0,2300.)
{RN}	<i>Redondeo (RND).</i> Redondea $x$ internamente según el número de dígitos especificado por el formato de presentación. (Si no se redondea, el número interno se representa con 12 dígitos.)
{ABS}	<i>Valor absoluto.</i> Sustituye $x$ por su valor absoluto.

---

## Nombres de funciones

Quizás Ud. haya observado que el nombre de una función aparece en la pantalla cuando Ud. oprime y mantiene oprimida la tecla que la ejecuta. (El nombre permanecerá en la pantalla mientras Ud. mantenga oprimida la tecla.) Por ejemplo, al oprimir  $\sqrt{x}$ , la pantalla mostrará SQRT. "SQRT" es el nombre de la función según aparecerá en las líneas de programa; también es el nombre por el cual se alfabetiza la función en el índice de funciones.



# Parte 2

## Programación

---

<b>Página 70</b>	<b>5: Programación sencilla</b>
<b>90</b>	<b>6: Técnicas de programación</b>

# 5

## Programación sencilla

---

En la Parte 1 de este manual se le presentaron las funciones y operaciones que Ud. puede utilizar en forma *manual*, es decir oprimiendo una tecla para cada operación individual. Un *programa* le permitirá repetir operaciones o cálculos sin tener que repetir la secuencia de pulsaciones de tecla. En este capítulo le enseñaremos cómo programar una serie de operaciones para que se ejecuten automáticamente. En el próximo capítulo, "Técnicas de programación", Ud. aprenderá el uso de subrutinas y de instrucciones condicionales.

**Introducción: Ejemplo de programación sencilla.** Para hallar el área de un círculo con un radio de 5, Ud. deberá utilizar la fórmula  $A = \pi r^2$  y oprimir

5 ■  $x^2$  ■  $\pi$   $\times$

para obtener el resultado: 78,5398.

¿Qué pasaría si Ud. quisiera hallar el área de varios círculos diferentes? En lugar de repetir las pulsaciones de tecla cada vez (variando únicamente el "5" para los diferentes radios), Ud. puede ingresar las pulsaciones de teclas repetibles en un programa:

001  $x^2$   
002  $\pi$   
003  $\times$

Este programa tan sencillo supone que el valor correspondiente al radio se encuentra en el registro X (la pantalla) cuando el programa comienza su ejecución. Así, calcula el área y deja el resultado en el registro X.

Para ingresar este programa en la memoria de programas, haga lo siguiente:

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ PRGM		
■ GTO . .	PRGM TOP	Esto repone el puntero de programa.
■ x <sup>2</sup> ■ π x	001 x <sup>2</sup> 002 π 003 x	
■ PRGM		

Trate ahora de ejecutar este programa para hallar el área de un círculo con un radio de 5.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ GTO . .		Esto dirige el programa a su comienzo.
5 R/S	78,5398	¡Aquí está la respuesta!

## Cómo crear un programa

Continuaremos utilizando el programa que calcula el área de un círculo, a fin de ilustrar los conceptos y métodos de programación.

### Límites de programa (LBL y RTN)

Si Ud. desea tener más de un programa almacenado en la memoria de programas, necesitará un *rótulo* que marque el comienzo (tal como A01 LBL A) y un *retorno* para marcar el final (tal como A05 RTN). Observe que los números de línea adquieren una A para coincidir con su rótulo.

**Rótulos de programa.** Los programas y segmentos de programas (llamados rutinas) deben comenzar con un rótulo. Para registrar un rótulo, oprima:

■ LBL/RTN {LBL} tecla alfabética

El rótulo se utiliza como medio de identificación para ejecutar un programa o rutina específico. El rótulo es una sola letra desde la A a la Z. Las letras alfabéticas se utilizan de la misma forma que para las variables (según se explicó en el capítulo 3). Ud. no podrá asignar el mismo rótulo más de una vez (esto produce el mensaje `DUPLICAT, LBL`), pero el rótulo puede emplear la misma utilizada por una variable.

Es posible tener un programa (el superior) en la memoria sin ningún tipo de rótulo. Sin embargo, los programas contiguos necesitan un rótulo entre ellos para mantenerlos aparte.

**Números de línea de programa.** Los números de línea van precedidos de una letra para el rótulo, tal como `A01`. Si la rutina correspondiente de un rótulo cuenta con más de 99 líneas, entonces el número de línea aparecerá con un signo decimal en lugar del número de la extrema izquierda, tal como `A.01` para la línea 101 en A. Si hay más de 199 líneas, el número de línea hace uso de una coma, tal como `A,01` para la línea 201.

**Retornos de programa.** Los programas y subrutinas deberán terminar con una instrucción de retorno. La secuencia de pulsaciones de tecla es la siguiente:

■ `LBL/RTN` {RTN}

Cuando termina la ejecución de un programa, la última instrucción RTN dirige el puntero de programa a `PRGM TOP`, el principio de la memoria de programa.

## Ingreso de programa (PRGM)

Al oprimir ■ `PRGM` se activa y desactiva el modo de ingreso de programas (el anunciador **PRGM** se enciende). Las pulsaciones de tecla que toman lugar durante el ingreso del programa se almacenan como líneas de programa en la memoria. Cada instrucción o número ocupa una línea de programa y no existe límite (excepto por el de la memoria libre) para el número de líneas de un programa.

**Para entrar un programa en la memoria, haga lo siguiente:**

1. Oprima ■ `PRGM` para el ingreso del programa.

2. Oprima **[GTO]** **[.]** **[.]** para exhibir PRGM TOP. De esta manera Ud. sitúa el *puntero de programa* en un lugar conocido, antes de los demás programas. Al ingresar las líneas de programa, éstas se insertan *antes* de todas las demás líneas de programa.

Si Ud. no necesita utilizar ningún otro programa que se encuentre en la memoria, despeje la memoria de programa oprimiendo **[CLEAR]** {PGM}. Para confirmar que Ud. desea borrar *todos* los programas, oprima {Y} luego de ver el mensaje CL PGMS? Y N.

3. Asígnele un *rótulo* al programa, una sola letra de la A a la Z. Oprima para esto **[LBL/RTN]** {LBL} *letra*. Escoja una letra que le ayude a recordar el propósito del programa, como por ejemplo "A" para "área".
4. Para registrar operaciones de cálculo como instrucciones de programa, oprima las mismas teclas que usaría para efectuar la operación en forma manual. Acuérdesse que muchas funciones no aparecen en el teclado; podrá lograr acceso a ellas utilizando los menús.
5. Finalice el programa con una instrucción de *retorno*, la cual fijará el puntero de programa nuevamente en PRGM TOP luego de la ejecución del programa. Oprima **[LBL/RTN]** {RTN}.
6. Oprima **[C]** (o **[PRGM]**) si desea cancelar el ingreso del programa.

Los números exhibidos en las líneas de programa aparecen en forma tan precisa como Ud. los ingresó, utilizando el formato ALL o SCI. (Si un número largo contiene dígitos ocultos por el número de línea o por un exponente, oprima **[SHOW]** para visualizarlos.)

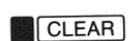
**Ingreso y salida de datos.** Para los programas que necesitan el ingreso de más de un dato, o que presentan más de un resultado, existen instrucciones de programa que solicitarán una variable específica (INPUT) y exhibirán una variable rotulada (VIEW). Encontrará una descripción de éstas en este mismo capítulo bajo el título "Ingreso y salida de datos".

**[C]**, **[↵]** y **[CLEAR]** {x} **en el ingreso del programa.** Observe que estas condiciones especiales ocurren durante el ingreso de un programa:

- **[C]** siempre cancela el ingreso del programa. Este comando nunca iguala un número a cero.
- **[↵]** borra la línea de programa en uso. Este comando retrocede si se está ingresando un dígito (si el cursor se encuentra presente).
- Para *programar* una función que despeje el registro X, utilice **[CLEAR]** {x}.

**Nombres de función en programas.** El nombre de la función utilizada en una línea de programa no es necesariamente el mismo que el que aparece en la tecla o en el menú. El nombre que se utiliza en un programa por lo general es una abreviatura más completa que la que aparece en una tecla o menú. Este nombre más completo aparece brevemente en la pantalla cada vez que Ud. ejecuta una función, y permanecerá exhibida mientras Ud. mantenga oprimida la tecla.

**Ejemplo: Ingreso de un programa rotulado.** Las siguientes pulsaciones de tecla borran el programa previo correspondiente al área de un círculo e ingresan uno nuevo que incluye un rótulo y una instrucción de retorno. Si Ud. comete un error durante el ingreso, oprima  para borrar la línea de programa actual y luego vuelva a ingresarla correctamente.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
		Activa el ingreso del programa ( <b>PRGM</b> encendido).
 {PGM} {Y}	PRGM TOP	Borra toda la memoria de programa.
 {LBL} A	A01 LBL A	Le asigna a esta rutina el rótulo A (para área).*
	A02 x <sup>2</sup>	Ingresa las tres líneas de programa.
	A03 π	
	A04 ×	
 {RTN}	A05 RTN	Finaliza el programa.
		Cancela el ingreso del programa (anunciador <b>PRGM</b> apagado).

\*Si aparece el mensaje DUPLICAT.LBL, utilice entonces una letra diferente o despeje el programa A existente.

---

## Ejecución de un programa

Para *ejecutar* un programa, el modo ingreso de programas no puede estar activo (no debe haber en la pantalla ningún número de línea; **PRGM** apagado). Al oprimir  $\boxed{C}$  se cancelará el ingreso del programa.

### Ejecución de un programa (XEQ)

Oprima  $\boxed{XEQ}$  *rótulo* para ejecutar el programa rotulado con tal letra.\* El anunciador **PRGM** parpadeará mientras el programa se encuentra en ejecución.

Si es necesario, ingrese los datos antes de ejecutar el programa.

**Ejemplo.** Ejecute el programa con el rótulo A para hallar las áreas de tres círculos diferentes con radios de 5; 2,5 y  $2\pi$ . Recuerde que debe ingresar el radio antes de ejecutar A.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
5 $\boxed{XEQ}$ A	78,5398	Ingresa el radio y luego inicia el programa A. Se exhibe entonces el resultado.
2,5 $\boxed{XEQ}$ A	19,6350	Calcula el área del segundo círculo.
2 $\boxed{\pi}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{XEQ}$ A	124,0251	Calcula el área del tercer círculo.

\*Si sólo hay un programa en la memoria, Ud. también puede ejecutarlo oprimiendo  $\boxed{GTO}$   $\boxed{\cdot}$   $\boxed{R/S}$  (ejecución/parada).

## Comprobación del funcionamiento de un programa

Si Ud. sabe que hay un error en un programa, pero no está seguro dónde se encuentra el error, una buena manera de comprobar el funcionamiento del programa es ejecutándolo paso a paso. También es una buena idea comprobar el funcionamiento de un programa largo o complicado antes de utilizarlo con confianza. Al avanzar paso a paso en su ejecución, de línea en línea, Ud. podrá ver el resultado después de ejecutar cada línea de programa. Así Ud. podrá verificar el progreso de los datos conocidos cuyos resultados correctos también son conocidos.

1. Al igual que en la ejecución corriente, asegúrese que el modo de ingreso del programa no esté activo (anunciador **PRGM** apagado).
2. Oprima  *rótulo* para fijar el puntero de programa al comienzo del programa (o sea, en su instrucción LBL). La instrucción *go to* desplaza el puntero de programa sin iniciar la ejecución. (Si el programa es el primero o el único programa, Ud. puede oprimir   para dirigirse hasta su comienzo.)
3. Oprima y mantenga oprimida la tecla . Esto exhibe la línea de programa en uso. Al liberar , la línea será ejecutada. El resultado de la ejecución aparecerá entonces en la pantalla (en el registro X).  
Para desplazarse a la línea *precedente*, Ud. puede oprimir . En este caso no ocurre ninguna ejecución.
4. El puntero de programa pasa hasta la siguiente línea. Repita el paso 3 hasta que Ud. encuentre un error (un resultado incorrecto) o llegue al final del programa.

Si el modo de ingreso de programas está activo, entonces  (o ) simplemente cambia el puntero de programa sin ejecutar las líneas. Al mantener oprimida la tecla direccional durante el ingreso del programa, las líneas rotan automáticamente.

**Ejemplo: Comprobación del funcionamiento de un programa.** Ejecute paso a paso el programa rotulado A. Utilice un radio de 5 para los datos de verificación. Asegúrese que el modo de ingreso de programa no esté activo antes de comenzar.

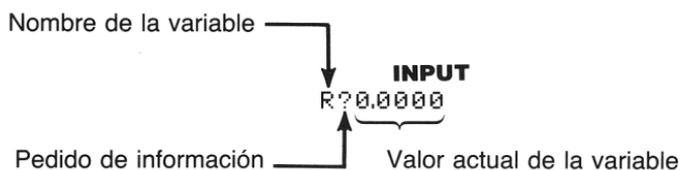
Teclas:	Pantalla:	Descripción:
5	5__	
<b>▣</b> GTO A	5,0000	Desplaza el contador del programa al rótulo A.
<b>▾</b> (opríma) (libere)	A01 LBL A 5,0000	
<b>▾</b> (opríma) (libere)	A02 $x^2$ 25,0000	Eleva al cuadrado la cantidad ingresada.
<b>▾</b> (opríma) (libere)	A03 $\pi$ 3,1416	Valor de $\pi$ .
<b>▾</b> (opríma) (libere)	A04 $\times$ 78,5398	$25\pi$ .
<b>▾</b> (opríma) (libere)	A05 RTN 78,5398	Fin del programa. El resultado es correcto.

## Ingreso y salida de datos

Las *variables* de la calculadora se utilizan para almacenar datos, resultados intermedios y resultados finales. (Las variables, según lo explicado en el capítulo 3, se identifican con una letra desde la A a la Z, pero los nombres de las variables no tienen ninguna relación con los rótulos de programa.)

### Ingreso de datos en las variables (INPUT)

La instrucción INPUT (**▣** INPUT *variable*) detiene la ejecución del programa y exhibe un pedido para la variable deseada. Lo exhibido incluye el valor existente de la variable, tal como



Oprima  $\boxed{R/S}$  (*run/stop*) o  $\boxed{\nabla}$  para reiniciar el programa. El valor ingresado se escribe entonces sobre el contenido del registro X y se almacena en la variable indicada. Si Ud. no ha cambiado el valor exhibido, entonces ese valor se conserva en el registro X.

El programa para el área de un círculo con una instrucción INPUT tiene esta apariencia:

```
A01 LBL A
A02 INPUT R
A03 x2
A04 π
A05 ×
A06 RTN
```

### Uso de INPUT en un programa

1. Decida qué valores necesitará y asígneles nombres. (En el ejemplo del área de un círculo, la única información que Ud. necesita es el radio, el cual puede asignarse a R.)
2. Al comienzo del programa, inserte una instrucción INPUT para cada variable cuyo valor será necesario más tarde. Más adelante en el programa, cuando Ud. escriba la parte del cálculo que requiere un valor dado, inserte una instrucción  $\boxed{RCL}$  *variable* para traer ese valor nuevamente a la pila.\*

**Por ejemplo:** Vea el programa “Valor del dinero en función del tiempo” en la página 222 de la parte 4. Lo primero que la rutina T hace es recoger la información necesaria para las variables *N*, *I*, *B*, *P* y *F* (líneas T02 hasta T06).

\*Dado que la instrucción INPUT también deja el valor que Ud. acaba de entrar en el registro X, no es *necesario* recuperar la variable en un momento posterior. Ud. podría ingresarlo (INPUT) y utilizarlo cuando lo considere necesario. De esta forma, es probable que pueda ahorrar algo de espacio en la memoria. Sin embargo, en un programa largo es más fácil ingresar toda la información de una sola vez y luego recuperar las variables individuales a medida que sea necesario.

Recuerde también que el usuario del programa puede efectuar cálculos mientras el programa se encuentra detenido, esperando información. Esto puede alterar el contenido de la pila, lo cual puede afectar el próximo cálculo que el programa debe ejecutar. Por lo tanto, el programa no debería suponer que el contenido de los registros X, Y y Z será igual antes y después de la ejecución de la instrucción INPUT. Si Ud. reúne toda la información al comienzo y luego la recupera cuando la necesita para un cálculo, podrá así evitar que el contenido de la pila se vea alterado justamente antes de un cálculo.

**Cuando el programa se encuentra en ejecución.** Cuando Ud. ejecuta el programa, éste se detendrá ante cada INPUT, encenderá el anunciador **INPUT** y le pedirá la variable, por ejemplo:  $R\text{?}0,0000$ . El valor exhibido (el cual se encuentra también en el registro X) constituirá el contenido actual de R.

- **Para cambiar el número,** ingrese el nuevo número y oprima  $\boxed{R/S}$ .\* Si necesita calcular un número, puede hacerlo antes de oprimir  $\boxed{R/S}$ .
- **Para conservar el número sin ningún cambio,** oprima  $\boxed{R/S}$ .
- **Para efectuar un cálculo con el número exhibido,** oprima  $\boxed{ENTER}$  antes de ingresar otro número.
- **Para cancelar el pedido INPUT,** oprima  $\boxed{C}$ .<sup>†</sup> El valor actual de la variable se conserva en el registro X. Si Ud. oprime  $\boxed{R/S}$  para continuar con el programa, el pedido INPUT cancelado se repite.
- **Para exhibir los dígitos ocultos por el pedido,** oprima  $\blacksquare \boxed{SHOW}$ . (Si se trata de un número binario con más de 12 dígitos, utilice las teclas  $\boxed{\sqrt{x}}$  y  $\boxed{\Sigma+}$  para ver el resto.)

## Presentación de datos en las variables (VIEW)

La intrucción VIEW programada ( $\blacksquare \boxed{VIEW}$  *variable*) detiene un programa en ejecución, exhibe e identifica el contenido de una variable dada, tal como

$$A = 78,5398$$

Esto *sólo se presenta* en la pantalla sin copiar el número en el registro X.

- Al oprimir  $\boxed{ENTER}$  se copia este número en el registro X.
- Si el número tiene más de 10 dígitos, al oprimir  $\blacksquare \boxed{SHOW}$  se exhibe el número íntegro. (Si se trata de un número binario con más de 12 dígitos, utilice las teclas  $\boxed{\sqrt{x}}$  y  $\boxed{\Sigma+}$  para ver el resto.)
- Al oprimir  $\boxed{C}$  (o  $\blacklozenge$ ) se borra la pantalla VIEW y aparece el registro X.

\*El número nuevo se escribe sobre el valor anterior existente en el registro X.

<sup>†</sup>Si Ud. oprime  $\boxed{C}$  durante el ingreso de dígitos, el número se igualará a cero. Oprímala nuevamente para cancelar el pedido INPUT.

- Al oprimir **CLEAR** se borra el contenido de la variable exhibida.

Oprima **R/S** para continuar con el programa.

**Por ejemplo:** Vea el programa que aparece en la sección “Soluciones de ecuaciones simultáneas—Método de determinantes”, en la página 175 de la parte 4. Las líneas S24 a S29 que están al final de la rutina S exhiben el resultado para X, Y y Z. Observe también que cada instrucción VIEW de este programa—al igual que en los programas de aplicación—va precedida de una instrucción RCL. La instrucción RCL no es necesaria, pero es conveniente porque trae la variable visualizada (VIEW) al registro X, poniéndola a disposición suya para los cálculos manuales. (Al oprimir **ENTER** mientras aparece una pantalla VIEW se logra el mismo resultado.)

**Ejemplo: Ingreso (INPUT) y visualización (VIEW) de variables en un programa.** Escriba una ecuación para hallar la superficie y el volumen de un cilindro, contando con el radio y la altura. Asígnele al programa el rótulo C (para *cilindro*) y utilice las variables S (*superficie*), V (*volumen*), R (*radio*) y A (*altura*). Utilice estas fórmulas

$$V = \pi R^2 A$$

$$S = 2\pi R^2 + 2\pi RA = 2(\pi R^2 + \pi RA).$$

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>PRGM</b> <b>GTO</b> <b>.</b> <b>.</b>	PRGM TOP	Ingreso del programa; fija el puntero en el principio de la memoria.
<b>LBL/RTN</b> { <b>LBL</b> } <b>C</b> (C está ubicada en la tecla <b>LN</b> )	C01 LBL C	Rotula el programa.
<b>INPUT</b> R <b>INPUT</b> A <b>RCL</b> R <b>x<sup>2</sup></b> <b>RCL</b> <b>x</b> A <b>π</b> <b>x</b> <b>STO</b> V	C02 INPUT R C03 INPUT A C04 RCL R C05 x <sup>2</sup> C06 RCL x A C07 π C08 x C09 STO V	Instrucciones para solicitar el radio y la altura, para calcular el volumen y para almacenar el volumen en V.
<b>RCL</b> <b>÷</b> A	C10 RCL ÷ A	Convierte $\pi R^2 A$ a $\pi R^2$ .

$\boxed{\text{RCL}}$ R	C11 RCL R	
$\boxed{\text{RCL}}$ $\boxed{\times}$ A	C12 RCL $\times$ A	
$\blacksquare$ $\boxed{\pi}$	C13 $\pi$	
$\boxed{\times}$	C14 $\times$	Calcula $\pi RA$ .
$\boxed{+}$	C15 +	Calcula $\pi R^2 + \pi RA$ .
2	C16 2__	
$\boxed{\times}$	C17 $\times$	Calcula $2(\pi R^2 + \pi RA)$ y almacena la superficie resultante en S.
$\boxed{\text{STO}}$ S	C18 STO S	
$\blacksquare$ $\boxed{\text{VIEW}}$ V	C19 VIEW V	
$\blacksquare$ $\boxed{\text{VIEW}}$ S	C20 VIEW S	Exhibe el volumen y la superficie.
$\blacksquare$ $\boxed{\text{LBL/RTN}}$ {RTN}	C21 RTN	Finaliza el programa.
$\boxed{\text{C}}$		Cancela el ingreso del programa.
$\blacksquare$ $\boxed{\text{MEM}}$ {PGM}	LBL C 031,5	
$\blacksquare$ $\boxed{\text{SHOW}}$ (mantenga oprimida)	CKSUM = 4602	Verifica el uso de la memoria y la suma de verificación. Una suma de verificación diferente significa que el pro- grama no ha sido ingre- sado exactamente tal como aparece aquí.

Halle ahora el volumen y la superficie de un cilindro con un radio de 2,5 cm y una altura de 8,0 cm.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
$\boxed{\text{XEQ}}$ C (C está ubicada en la tecla $\boxed{\text{LN}}$ )	R?0,0000	Comienza con la ejecu- ción de C; solicita el valor de R. (Exhibe el valor que se encuentre en R.)
2.5 $\boxed{\text{R/S}}$	A?0,0000	Solicita el valor de A. (Exhibe el valor que se encuentra en A.)
8 $\boxed{\text{R/S}}$	V = 157,0796	Volumen resultante en $\text{cm}^3$ .
$\boxed{\text{R/S}}$	S = 164,9336	Superficie resultante en $\text{cm}^2$ .

---

## Cómo detener o interrumpir un programa

### Cómo programar una parada o pausa (STOP, PSE)

- Al oprimir **[R/S]** (*run/stop*) durante el ingreso del programa se inserta una instrucción de parada (STOP). Esto detendrá el programa en ejecución hasta que Ud. lo reinicie oprimiendo **[R/S]** en el teclado. Ud. puede utilizar STOP en lugar de RTN para finalizar un programa sin devolver el puntero de programa al principio de la memoria.
- Al oprimir **[LBL/RTN]** {PSE} durante el ingreso del programa se inserta una instrucción de *pausa* (PSE). Esto suspenderá la ejecución de un programa durante 1 segundo aproximadamente, y exhibirá el contenido del registro X.

### Cómo interrumpir un programa en ejecución

Ud. puede interrumpir un programa en ejecución en cualquier momento; para esto oprima **[C]** o **[R/S]**. El programa completará la instrucción en curso antes de detenerse. Oprima **[R/S]** (*run/stop*) para reiniciar el programa.

Si Ud. interrumpe un programa y luego oprime **[XEQ]**, **[GTO]**, o **{RTN}**, *no podrá* reiniciar el programa con **[R/S]**. En lugar de eso, vuelva a ejecutar el programa (**[XEQ]** *rótulo*).

### Paradas de error

Si llega a ocurrir un error en el curso de un programa en ejecución, la ejecución se detiene y aparece un mensaje de error en la pantalla. (Encontrará una lista de mensajes y condiciones antes de los índices.)

Para ver la línea del programa que contiene la instrucción que ha ocasionado el error, oprima **[PRGM]**. En ese momento, el programa se habrá detenido. (Por ejemplo, es posible que haya sido una instrucción la causante de una división incorrecta entre cero.)

---

## Cómo editar un programa

Ud. puede modificar un programa en la memoria de programa insertando y borrando líneas de programa. Aunque la línea de programa solamente requiera un cambio menor, Ud. debe borrar la línea e insertar una nueva.

### Para borrar una línea de programa, haga lo siguiente:

1. Seleccione el programa o rutina relevante (■ **GTO** *rótulo*), active el modo de ingreso del programa (■ **PRGM**) y oprima ▼ o ■ ▲ para localizar la línea de programa que debe de cambiar. Mantenga oprimida la tecla direccional y continúe desplazándose en el programa. (Si ya sabe cuál es la línea que busca, oprima ■ **GTO** ◻ *rótulo nn* para desplazar el puntero del programa hasta allí.)
2. Borre la línea que desea cambiar oprimiendo ◀◀. El puntero se desplaza entonces hasta la línea *precedente*. (Si Ud. desea borrar más de una línea consecutiva de programa, comience con la *última* línea del grupo.)
3. Ingrese la nueva instrucción, si es que existe alguna. De esta manera se reemplaza la que Ud. borró.
4. Salga del modo ingreso de programa (◻ o ■ **PRGM**).

### Para insertar una línea de programa, haga lo siguiente:

Localice y exhiba la línea de programa que se encuentra *antes* del punto donde Ud. quiere insertar la línea. Ingrese la nueva instrucción: ésta se inserta *después* de la línea exhibida en ese momento.

Por ejemplo, si Ud. desea insertar una nueva línea entre las líneas A04 y A05 del programa, primero debe exhibir la línea A04 y luego debe ingresar la instrucción o instrucciones. Las líneas de programa subsecuentes, comenzando con la línea A05 original, se desplazan *hacia abajo* y se reenumeran en forma correspondiente.

---

# Memoria de programa

## Visualización de la memoria de programa

Al oprimir **▀** **[PRGM]** la calculadora entra y sale del modo de ingreso de programas (el anunciador **PRGM** se enciende, se exhiben las líneas de programa). Cuando se activa el modo de ingreso de programas, se exhibe el contenido de la memoria de programa.

La memoria de programa comienza con **PRGM TOP**. La lista de líneas de programa es circular, de manera que Ud. puede pasar el puntero de programa directamente del final al comienzo de la lista y viceversa. Mientras el modo de ingreso de programas se encuentra activo, hay tres maneras de cambiar el puntero de programa (la línea exhibida):

- Utilice las teclas direccionales, **▼** y **▀▲**. Al oprimir **▼** en la última línea se pasa el puntero hacia **PRGM TOP**, mientras que al oprimir **▀▲** en **PRGM TOP** se pasa el puntero hacia la última línea de programa.

Para desplazarse más de una línea cada vez ("rotación"), continúe manteniendo oprimida la tecla **▼** o **▲**.

- Oprima **[GTO]** **□□** para desplazar el puntero de programa hacia **PRGM TOP**.
- Oprima **[GTO]** **□** *rótulo nn* para desplazarse hacia un número de línea rotulada menor de 100.

Si el modo de ingreso de programas no se encuentra activo (no se exhiben líneas), Ud. podrá también desplazar el puntero de programa oprimiendo el **▀** **[GTO]** *rótulo*.

La cancelación del ingreso del programa *no* cambia la posición del puntero de programa.

## Uso de la memoria

Cada línea de programa ocupa ya sea 1,5 ó 9,5 bytes.

- Los números ocupan 9,5 bytes, excepto por los números enteros de cero a 99, los cuales ocupan sólo 1,5.
- Todas las demás instrucciones ocupan 1,5 bytes.

Si Ud. ve el mensaje MEMORY FULL durante el ingreso del programa, significa que no hay suficiente lugar en la memoria de programa para acomodar la línea que Ud. está tratando de ingresar. Ud. podrá hacer más sitio borrando programas u otra información. Vea más adelante la sección “Borrado de uno o más programas” o la sección “Manejo de la memoria de la calculadora” en el apéndice B.

## El catálogo de programas (MEM)

El catálogo de programas es una lista que presenta todos los rótulos de programa junto con el número de bytes de memoria utilizados por cada rótulo y las líneas asociadas con él. Oprima **MEM** {PGM} para exhibir el catálogo y oprima **▼** o **▲** para desplazarse dentro de la lista. Ud. podrá utilizar este catálogo para:

- Verificar los rótulos de la memoria de programa y la cantidad de memoria ocupada por cada programa o rutina rotulados.
- Ejecutar un programa rotulado. (Oprima **XEQ** o **R/S** mientras se exhibe el rótulo en la pantalla.)
- Exhibir un programa rotulado. (Oprima **PRGM** mientras se exhibe el rótulo.)
- Borrar programas específicos. (Oprima **CLEAR** mientras se exhibe el rótulo.)
- Ver la suma de verificación asociada con el segmento de programa dado. (Oprima **SHOW**.)

El catálogo le muestra la cantidad de bytes de memoria ocupados por cada programa rotulado. Los programas se identifican por medio de rótulos de programa:

LBL C 031.5



Número de bytes utilizados por el programa C.

## Cómo borrar uno o más programas

**Para borrar (despejar de la memoria) un programa específico, haga lo siguiente:**

1. Oprima **MEM** {PGM} y exhiba (por medio de **▼** y **▲**) el rótulo del programa.

2. Oprima **[CLEAR]**.
3. Oprima **[C]** para cancelar el catálogo o **[↵]** para salir.

**Para borrar todos los programas de la memoria, haga lo siguiente:**

1. Oprima **[PRGM]** para exhibir las líneas de programa (el anunciador **PRGM** está encendido).
2. Oprima **[CLEAR]** {PGM} para borrar la memoria de programa.
3. El mensaje **CL PGMS? Y N** le solicitará la confirmación. Oprima {Y}.
4. Oprima **[PRGM]** para cancelar el ingreso de programa.

Al despejar toda la memoria (**[CLEAR]** {ALL}) también se borran todos los programas.

## La suma de verificación

La *suma de verificación* es un valor hexadecimal único asignado a cada rótulo de programa y a las líneas asociadas con él (hasta el próximo rótulo). Este número resulta útil para efectuar una comparación con la suma de verificación de un programa existente que Ud. haya ingresado en la memoria de programa. Si la suma de verificación conocida y la que aparece en su calculadora son iguales, significa que Ud. ha ingresado correctamente todas las líneas del programa. Para ver las sumas de verificación, haga lo siguiente:

1. Oprima **[MEM]** {PGM} para obtener el catálogo de rótulos de programa.
2. Exhiba el rótulo apropiado utilizando las teclas direccionales, si es necesario.
3. Oprima y mantenga oprimida la tecla **[SHOW]** para exhibir **CHKSUM = valor**.

Por ejemplo, para ver la suma de verificación correspondiente al programa en uso (el programa "cilindro"), haga lo siguiente:

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<b>[MEM]</b> {PGM}	LBL C 031,5	Exhibe el rótulo C, el cual ocupa 31,5 bytes.
<b>[SHOW]</b> (mantenga oprimida)	CHKSUM = 4B02	Si su suma de verificación no coincide con este número, significa entonces que Ud. no ha ingresado este programa correctamente.

Ud. verá que todos los programas de aplicación que aparecen en la parte 4 incluyen los valores CHKSUM con cada rutina rotulada, de manera que Ud. puede verificar la exactitud del ingreso del programa.

---

## Funciones no programables

Las siguientes funciones de la HP-32S no son programables:

■ CLEAR {PGM}	■ GTO ◦ ◦
■ CLEAR {ALL}	■ GTO ◦ rótulo <i>nn</i>
◀	■ MEM
▼, ■ ▲	■ SHOW
■ PRGM	

---

## Expresiones polinómicas y método de Horner

Algunas expresiones, tales como las polinómicas, emplean la misma variable muchas veces para llegar a la solución. Por ejemplo, la expresión

$$f(x) = Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

emplea la variable  $x$  cuatro veces. Un programa que resuelva tal ecuación podría recuperar una copia de  $x$  desde la variable repetidas veces. Un método de programación más corto, sin embargo, consistiría en llenar la pila con la constante (vea la sección "Cómo llenar la pila con una constante" en la página 39 del capítulo 2).

El método de Horner es una manera útil de reconfigurar las expresiones polinómicas y reducir las etapas y el tiempo de cálculo. Esto resulta especialmente útil con SOLVE y fFN, dos operaciones de relativa complejidad que emplean subrutinas.

Este método incluye el replanteamiento de la expresión polinómica en forma de paréntesis intercalados a fin de eliminar los exponentes mayores que 1:

$$Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

$$(Ax^3 + Bx^2 + Cx + D)x + E$$

$$((Ax^2 + Bx + C)x + D)x + E$$

$$(((Ax + B)x + C)x + D)x + E$$

**Ejemplo.** Escriba un programa para  $5x^4 + 2x^3$  expresado como  $((5x + 2)x)x$ , y luego evalúela para  $x = 7$ .

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
PRGM		
GTO	PRGM TOP	Ud. puede omitir el comando  si la pantalla muestra PRGM TOP.
{LBL} P	P01 LBL P	
INPUT X	P02 INPUT X	Llena la pila con $x$ y luego calcula $5x$ .
	P03 ENTER	
	P04 ENTER	
	P05 ENTER	
5	P06 5	
	P07 ×	
2	P08 2	
	P09 +	
	P10 ×	$(5x + 2)x$ .
	P11 ×	
	P12 ×	$(5x + 2)x^3$ .
{RTN}	P13 RTN	
		Cancela el ingreso del programa.

Evalúe ahora este polinomio para  $x = 7$ .

$\boxed{\text{XEQ}}$  P                       $x?$  *valor*                      Pide el valor de  $x$ .

7  $\boxed{\text{R/S}}$                       12,691,0000                      Resultado.

Una forma más general de este programa, aplicable a cualquier ecuación de la forma  $((Ax + B)x + C)x + E$  sería:

```
P01 LBL P
P02 INPUT A
P03 INPUT B
P04 INPUT C
P05 INPUT D
P06 INPUT E
P07 INPUT X
P08 ENTER
P09 ENTER
P10 ENTER
P11 RCL X A
P12 RCL + B
P13 X
P14 RCL + C
P15 X
P16 RCL + D
P17 X
P18 RCL + E
P19 RTN
```

## Técnicas de programación

---

El capítulo 5 cubría los conceptos básicos de la programación. En este capítulo le presentaremos técnicas de programación más sofisticadas, pero útiles:

- Uso de subrutinas para simplificar programas, separando y rotulando porciones del programa dedicadas a tareas particulares. El uso de subrutinas también acorta programas que deben ejecutar una serie de pasos más de una vez.
- Uso de instrucciones condicionales (comparaciones y señaladores) para determinar cuáles son las instrucciones o subrutinas que se deben utilizar en un caso particular.
- Uso de bucles con contadores para ejecutar una serie de instrucciones un número determinado de veces.
- Uso de direccionamiento indirecto para lograr acceso a diferentes variables utilizando la misma instrucción de programa.

---

### Rutinas de programa

Un programa está compuesto de una o más rutinas. Una rutina es una unidad funcional que lleva a cabo algún proceso específico. Los programas complejos necesitan rutinas para agrupar y separar tareas, lo cual hace más fácil el trabajo de escribir, leer, entender y alterar un programa.

Por ejemplo, considere el programa para “Distribución normal y distribución normal inversa” en la página 215 de la parte 4. Este programa tiene cuatro rutinas, rotuladas S, D, N y F. La rutina S “inicializa” el programa reuniendo la información para la media aritmética y la desviación estándar. La rutina D fija un límite de integración, ejecuta la rutina N y exhibe el resultado. La rutina N integra la función definida en la rutina F y termina el cálculo de probabilidad de  $Q(x)$ .

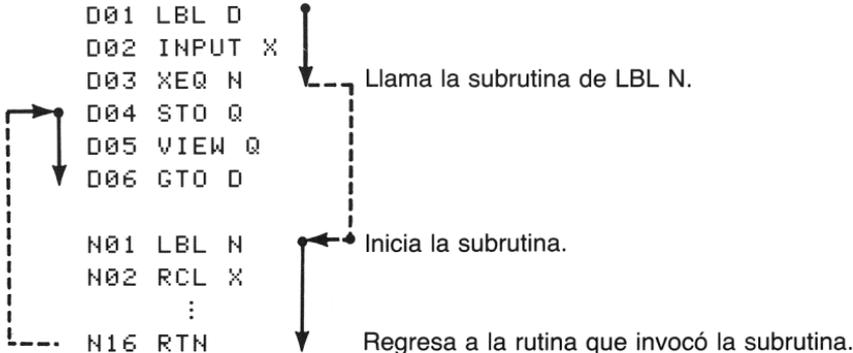
Una rutina comienza generalmente con un rótulo (LBL) y termina con una instrucción que altera o detiene la ejecución del programa, tal como RTN, GTO o STOP, o quizás otro rótulo.

### Cómo llamar a subrutinas (XEQ, RTN)

Una *subrutina* es una rutina que es llamada a partir de otra rutina y que *regresa* a la misma rutina cuando ha terminado. La subrutina *debe* comenzar con LBL y terminar con RTN. Una subrutina es en sí misma una rutina que puede ejecutar otras subrutinas.

- XEQ debe bifurcarse hacia un rótulo (LBL) para la subrutina. (No puede bifurcarse hacia un número de línea.)
- Al encontrar el próximo RTN, la ejecución del programa regresa a la línea después del XEQ.

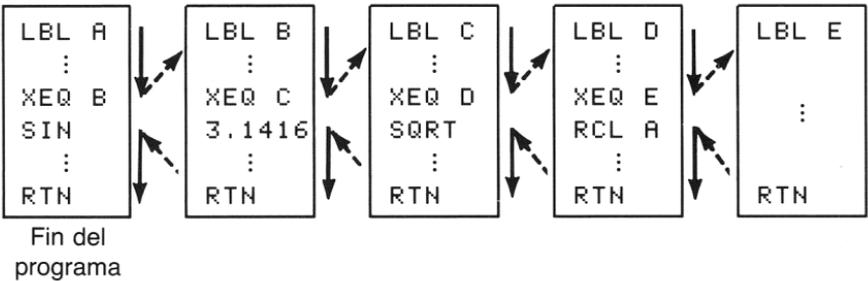
Por ejemplo, la rutina N del programa de “Distribución normal y distribución normal inversa” es una subrutina (para calcular  $Q(x)$ ) que se invoca desde la rutina D por medio de la línea D03 XEQ N. La rutina N termina con una instrucción RTN, la cual envía la ejecución del programa de regreso a la rutina D (para almacenar y exhibir el resultado) de la línea D04.



## Subrutinas incluidas

Una subrutina puede ejecutar otra subrutina, y esta subrutina puede a su vez ejecutar otra subrutina. Esta “intercalación” de subrutinas —la ejecución de una subrutina dentro de otra subrutina— está limitada a una pila de subrutinas de siete niveles (sin contar el nivel del extremo superior del programa). A continuación le presentamos una ilustración del funcionamiento de las subrutinas incluidas:

Programa principal  
(Nivel superior)



El intentar ejecutar una subrutina incluida de más de siete niveles produce un error de desbordamiento XEQ OVERFLOW.

**Ejemplo: Una subrutina incluida.** La siguiente subrutina, rotulada S, calcula el valor de la expresión

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$$

como parte de un cálculo más largo en un programa más grande. La subrutina llama a *otra* subrutina (una subrutina incluida), rotulada Q, para calcular los cuadrados y sumar en forma repetitiva. De esta manera se conserva más corto el programa que si no existiera la subrutina.

Regresa al  
menú principal

Desde el programa principal,  
XEQ S

**Líneas de programa:**

```
S01 LBL S  
S02 INPUT A  
S03 INPUT B  
S04 INPUT C  
S05 INPUT D  
S06 RCL D  
S07 RCL C  
S08 RCL B  
S09 RCL A  
S10 x2  
S11 XEQ Q  
1 → S12 XEQ Q  
2 → S13 XEQ Q  
3 → S14 SQRT  
S15 RTN  
  
Q01 LBL Q  
Q02 x<>y  
Q03 x2  
Q04 +  
Q05 RTN
```

**Descripción:**

Comienza la subrutina principal.  
Ingresa A.  
Ingresa B.  
Ingresa C.  
Ingresa D.  
Recupera la información para el cálculo que sigue.  
  
Calcula  $A^2$ .  
Calcula  $B^2$  seguido de  $A^2 + B^2$ .  
Calcula  $A^2 + B^2 + C^2$ .  
Calcula  $A^2 + B^2 + C^2 + D^2$ .  
Calcula  
$$\sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2}$$
  
Finaliza la subrutina principal; regresa a la ejecución del programa principal.  
Inicia la subrutina incluida.  
Eleva el número al cuadrado y lo añade a la suma actual de los cuadrados.  
  
Finaliza la subrutina incluida, Q; regresa a la primera subrutina, S.

---

## Bifurcación (GTO)

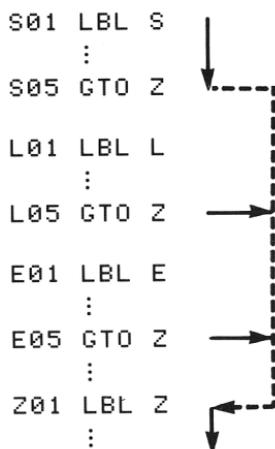
Al igual que sucede con las subrutinas, a menudo resulta conveniente transferir la ejecución a una parte del programa que no sea la línea siguiente. Esto recibe el nombre de *bifurcación*.

La bifurcación incondicional emplea la instrucción GTO (*vaya a*) para dirigir la ejecución hacia un rótulo de programa. No es posible bifurcarse hacia un número específico de línea dentro de un programa.

■ **GTO** *rótulo*

**Instrucción GTO programada.** La instrucción GTO *rótulo* transfiere la ejecución de un programa a la línea de programa que contiene tal rótulo, sea donde sea que éste se encuentre. El programa continúa su ejecución desde la nueva ubicación, *sin* regresar automáticamente a su punto de origen, por lo que GTO no se utiliza para subrutinas.

Por ejemplo, considere el programa de "Ajuste de curva" que se encuentra en la página 204 de la parte 4. La instrucción GTO Z dirige la ejecución desde cualquiera de las tres rutinas de inicialización independientes hacia LBL Z, la rutina que constituye el punto de ingreso común en el núcleo del programa:



**Cómo utilizar ■ **GTO** desde el teclado.** Si el modo de ingreso de programas *no* está activado (no se exhiben líneas de programa; **PRGM** apagado), Ud. podrá utilizar ■ **GTO** para desplazar el puntero de programa hacia un rótulo o número de línea específico *sin* iniciar la ejecución del programa.

- Hacia un rótulo: ■ **GTO** *rótulo* (Ejemplo: ■ **GTO** A.)
- Hacia un número de línea: ■ **GTO** ◻ *rótulo nn* ( $nn < 100$ . Ejemplo: ■ **GTO** ◻ A05.)
- Hacia PRGM TOP: ■ **GTO** ◻ ◻



## Pruebas de comparación (TESTS)

En el menú TESTS existen ocho comparaciones disponibles para programación. Al oprimir  TESTS se exhiben dos categorías de pruebas:

$x?y$



Para pruebas que comparan  $x$  e  $y$ .

$x?0$



Para pruebas que comparan  $x$  y 0.

Recuerde que  $x$  se refiere al número que se encuentra en el registro  $X$  e  $y$  se refiere al número que se encuentra en el registro  $Y$ . Estas *no* comparan las *variables*  $X$  e  $Y$ .

Seleccione la categoría de comparación y luego oprima la tecla de menú correspondiente a la instrucción condicional deseada:

### Las teclas del menú TESTS

$\{x?y\}$	$\{x?0\}$
$\{\neq y\}$ para $x \neq y?$	$\{\neq 0\}$ para $x \neq 0?$
$\{< y\}$ para $x < y?$	$\{< 0\}$ para $x < 0?$
$\{> y\}$ para $x > y?$	$\{> 0\}$ para $x > 0?$
$\{= y\}$ para $x = y?$	$\{= 0\}$ para $x = 0?$

Aunque Ud. puede exhibir estos menús fuera del ingreso del programa, estas funciones carecen de significado fuera de los programas.

**Por ejemplo:** El programa de la "Función cuadrática" que se encuentra en la página 191 de la parte 4 emplea las pruebas condicionales  $x = 0?$  y  $x < 0?$  en la rutina Q.

```

Q01 LBL Q
Q02 INPUT A
Q03  $x=0?$ 
Q04 GTO Q
Q05 INPUT B
      :
```

Verifica la validez de  $A$ , que no puede ser cero.

Si  $A = 0$ , entonces el programa comienza de nuevo.

Si  $A \neq 0$ , el programa continúa.

Las líneas Q14 a Q19 calculan  $B^2 - 4AC$ . Las líneas siguientes efectúan la prueba para un valor negativo (el cual produciría una raíz imaginaria).

Q20	$x < 0?$	¿El resultado es negativo?
Q21	GTO I	En caso afirmativo, se bifurca hacia una rutina diferente.
Q22	SQRT	Si es positivo, toma la raíz cuadrada.
	:	

## Señaladores

Un señalador es un indicador de estado que puede estar *fijado* o *puesto* (*verdadero*) o *quitado* (*falso*). La prueba de señalador es otra prueba condicional que sigue la regla "Ejecutar si es verdadero"; la ejecución del programa continúa directamente si el señalador probado se encuentra fijado, y saltea una línea si el señalador está quitado.

**Significado de los señaladores.** La HP-32S tiene siete señaladores numerados del 0 al 6. Todos estos señaladores se pueden fijar, quitar y probar con una instrucción de programa. También es posible fijar y quitar señaladores por medio del teclado.\*

- Los señaladores 0,1,2,3 y 4 no tienen significados asignados de antemano. Esto significa que su estado tendrá el significado que Ud. defina en un programa dado. (Vea el ejemplo citado más adelante.)
- El señalador 5, cuando está fijado, interrumpe un programa cuando ocurre un desbordamiento dentro del programa, exhibiendo el mensaje `OVERFLOW` y el símbolo .† Si el señalador está quitado, el programa que produce el desbordamiento no se interrumpe, aunque aparece brevemente el mensaje `OVERFLOW` cuando el programa finalmente se detiene.
- El señalador 6 lo fija *automáticamente* la calculadora cada vez que ocurre un desbordamiento (aunque Ud. también puede fijar el señalador 6). Este no tiene ningún efecto, pero se puede probar de todas maneras.

\*La única otra acción que quita los señaladores es la operación de borrado de memoria ejecutada con tres teclas, la cual se describe en el Apéndice B.

†El desbordamiento ocurre cuando un resultado excede el número más grande que la calculadora puede procesar. El número más grande posible sustituye entonces el resultado desbordado.

Los señaladores 5 y 6 le permiten controlar las condiciones de desbordamiento que ocurren durante la ejecución de un programa. Al fijar el señalador 5, se detiene el programa en la línea que se encuentra justamente antes de la que produce el desbordamiento. Al efectuar la prueba del señalador 6 en un programa, Ud. puede alterar el flujo del programa o cambiar el resultado siempre que ocurre el desbordamiento.

**Anunciadores de señaladores fijos.** Los anunciadores 0, 1, 2 y 3 cuentan con anunciadores en la pantalla que se encienden al fijar el señalador correspondiente. La presencia o ausencia de **0, 1, 2 ó 3** le permite a Ud. saber en cualquier momento si alguno de estos señaladores está fijado o no. Sin embargo, tal indicación no existe para el estado de los señaladores 4, 5 y 6. El estado de estos señaladores se puede determinar únicamente por medio de una instrucción FS? (Vea más abajo "Prueba de señaladores (FS?)".)

**Funciones para señaladores.** Al oprimir  **FLAGS** se exhibe el menú FLAGS.

SF      CF      FS?

Luego de seleccionar la función que Ud. desea, el sistema le solicitará el número de señalador, de 0 a 6. Por ejemplo, para fijar el señalador 0, oprima  **FLAGS** {SF} 0.

### El menú FLAG

Menú Tecla	Descripción
{SF} n	<i>Fijar Señalador.</i> Fija señalador n.
{CF} n	<i>Quitar señalador.</i> Borra señalador n.
{FS?} n	<i>¿Está fijado el señalador?</i> Prueba el estado del señalador n.

**Prueba de señaladores de verificación (FS?).** Una prueba de señalador es una prueba condicional que afecta la ejecución del programa de la misma manera que las pruebas de comparación. La instrucción FS? n prueba si un señalador dado está fijado. Si lo está, se ejecutará la próxima línea del programa. En caso contrario, la próxima línea se pasa por alto. Esta es la regla "Ejecutar si es verdadero", ilustrado en la página 95 bajo el título "Instrucciones condicionales".

Aunque Ud. puede ejecutar {FS?} fuera del ingreso del programa, la prueba de señaladores no tiene propósito fuera de los programas.

Es una buena idea practicar con un programa para asegurarse que las condiciones que Ud. está probando se inician en un estado conocido. Las especificaciones en curso de los señaladores dependen de la forma en que han quedado luego de la ejecución de programas anteriores. No deberá Ud. *suponer* que cualquier señalador dado esté quitado y que se fijará únicamente si el programa lo hace. Ud. debería de *asegurarse* de esto quitando el señalador antes que surja la condición que pueda fijarlo. Vea el ejemplo que le brindamos a continuación.

**Ejemplo: Uso de los señaladores.** El programa de la “Ecuación cuadrática” que se encuentra en la página 191 de la parte 4 emplea el señalador 0 junto con la comparación  $x < 0?$  para recordar el signo de B. Observe que la línea Q11 quita el señalador 0 para asegurarse que será fijado para la condición deseada *solamente*.

Q11 CF 0	Asegúrese que el señalador 0 esté quitado.
Q12 $x < 0?$	¿Es B (registro X) negativo?
Q13 SF 0	Fija el señalador 0 si B es negativo.
:	
Q23 FS? 0	¿Está fijado el señalador 0 (si B es negativo)?
Q24 +/-	En caso afirmativo, cambie el signo.
Q25 +	Sea cual fuere el caso, efectúe la suma.
:	

Otros programas de la parte 4 que emplean señaladores son el de “Ajuste de curva” y “Conversiones de unidad”. Ambos de estos programas emplean señaladores para recordar qué condición desea resolver el usuario (qué tipo de curva, qué tipo de conversión), afectando de esa manera las opciones o cálculos que se escogen.

---

## Bucles (GTO, LOOP)

La bifurcación inversa—o sea, hacia el rótulo de una línea previa—hace posible la ejecución de parte de un programa más de una vez. Esto recibe el nombre de *bucle*.

```

D01 LBL D
D02 INPUT M
D03 INPUT N
D04 INPUT T
D05 GTO D

```

Esta rutina (tomada del programa “Transformación de coordenadas” que se encuentra en la página 198 de la parte 4) es un ejemplo de un *bucle infinito*. Este se utiliza para reunir los datos iniciales antes de la transformación de coordenadas. Luego de ingresar los tres valores, el usuario puede decidir si desea interrumpir en forma manual este bucle seleccionando la transformación que se debe ejecutar (oprime  XEQ N para la transformación del sistema anterior al nuevo o  XEQ O para el sistema nuevo al anterior).

## Bucles condicionales (GTO)

Si Ud. desea ejecutar una operación hasta que se cumpla una cierta condición, pero no sabe cuántas veces el bucle debe repetirse, Ud. podrá crear un bucle con una prueba condicional y una instrucción GTO.

Por ejemplo, la siguiente rutina emplea un bucle para disminuir un valor  $A$  en una cantidad constante  $B$ , hasta que el  $A$  resultante sea menor o igual que  $B$ .

### Líneas de programa: Descripción:

A01 LBL A	
A02 INPUT A	
A03 INPUT B	
S01 LBL S	
S02 RCL A	
S03 RCL- B	Es más fácil recuperar $A$ que recordar dónde se encuentra en la pila.
S04 STO A	Calcula $A - B$ .
S05 RCL B	Sustituye el $A$ anterior con el nuevo resultado.
S06 < > ?	Recupera la constante para comparación.
S07 GTO S	¿Es $B <$ nueva $A$ ?
S08 VIEW A	Sí: ejecuta un bucle para repetir la sustracción.
S09 RTN	No: exhibe la nueva $A$ .

## Bucles con contadores (DSE, ISG)

Cuando Ud. desea ejecutar un bucle un número específico de veces, utilice las funciones condicionales DSE (*decrementar; saltar si es menor que o igual*) o ISG (*incrementar; saltar si es mayor que*) del menú LOOP (■ LOOP). Cada vez que una función LOOP se ejecuta en un programa, automáticamente decrementa o incrementa un valor contador almacenado en una variable. Así la función compara el valor contador en curso con un valor contador final, y luego continúa en el bucle o sale de él, según sea el resultado.

Para un bucle de cuenta descendente, utilice:

■ LOOP {DSE} *variable*

Para un bucle de cuenta ascendente, utilice:

■ LOOP {ISG} *variable*

Estas funciones logran el mismo resultado que un bucle FOR-NEXT en BASIC:

```
FOR variable = valor inicial TO valor final STEP incremento  
  ⋮  
NEXT variable
```

Una instrucción DSE es como un bucle FOR-NEXT con un incremento negativo.

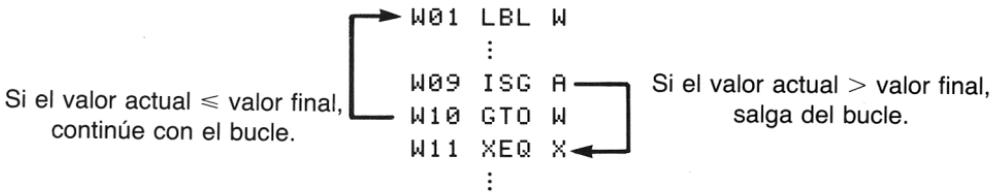
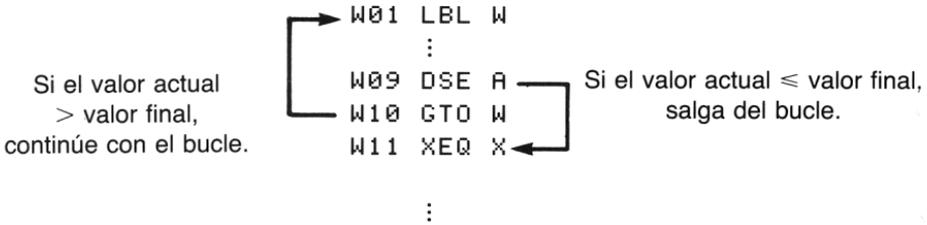
Después de oprimir la tecla de menú para {DSE} o {ISG}, el sistema le solicitará una variable que contendrá el *número de control de bucle* (descrito a continuación).

**Número de control de bucle.** La variable especificada debería contener un número de control de bucle  $\pm cccccc.fffii$ , donde:

- $\pm cccccc$  es el valor en curso del contador (de 1 a 12 dígitos). Este valor *cambia* con la ejecución del bucle.
- *fff* es el valor final del contador (debe tener tres dígitos). Este valor *no* cambia con la ejecución del bucle.
- *ii* es el intervalo para el incremento o decremento (debe tener dos dígitos o dejarse sin especificar). Este valor *no* cambia. Se supone que un valor no especificado para *ii* es 01 (incrementar/decrementar por 1).

Dado el número de control de bucle *cccccc.ffffi*, DSE decrementa *cccccc* a *cccccc - ii*, compara el nuevo *cccccc* con *fff* y dirige la ejecución del programa a la línea de programa siguiente, si este *cccccc ≤ fff*.

Dado el número de control de bucle *cccccc.ffffi*, ISG incrementa *cccccc* a *cccccc + ii*, compara el nuevo *cccccc* con *fff* y dirige la ejecución del programa a la línea de programa siguiente, si este *cccccc > fff*.



Por ejemplo, el número de control de bucle 0.050 para ISG significa lo siguiente: comience a contar en cero, cuente hasta 50 y aumente el número de 1 en 1 con cada bucle.

El siguiente programa emplea ISG para ejecutar el bucle 10 veces. El contador de bucle (0000001.01000) se almacena en la variable Z. Los ceros iniciales y finales se pueden eliminar.

```

L01 LBL L
L02 1.01
L03 STO Z
M01 LBL M
M02 ISG Z
M03 GTO M
M04 RTN

```

Oprima **VIEW** Z para ver que el número de control de bucle ahora es 11.0100.

---

## Direccionamiento indirecto de variables y rótulos

El *direccionamiento indirecto* es una técnica utilizada en la programación avanzada para especificar una variable o rótulo *sin especificar de antemano exactamente cuál es*. Esto se determina durante la ejecución del programa, así que depende de los resultados intermedios (o valores ingresados) del programa.

El direccionamiento indirecto emplea dos teclas diferentes:  $\boxed{i}$  (con  $\boxed{\cdot}$ ) y  $\boxed{()}$  (con  $\boxed{R/S}$ ).\* Estas teclas se encuentran activas para muchas de las funciones que utilizan las letras de A a Z como variables o rótulos.

- $i$  es una variable cuyo contenido se puede referir a *otra* variable o rótulo. Puede conservar un número de la misma manera que cualquier otra variable (de la A a la Z).
- $\boxed{()}$  es una función de programación que contiene la siguiente instrucción: “Utilice el número que se encuentra en  $i$  para determinar a cuál de las variables o rótulos debe dirigirse”. Esto constituye una *dirección indirecta*. (Las letras de A a Z son *direcciones directas*.)

La  $\boxed{i}$  y la  $\boxed{()}$  se utilizan en conjunto para crear una dirección indirecta. (Vea los ejemplos citados más abajo.) Por sí sola,  $i$  es simplemente otra variable. Considerada independientemente,  $\boxed{()}$  está ya sea indefinida (no hay número en  $i$ ) o sin control (utilizando cualquier valor que haya quedado almacenado en  $i$ ).

### La variable “ $i$ ”

Ud. puede almacenar, recuperar y manejar el contenido de  $i$  de la misma manera que lo hace con otras variables; hasta puede resolver  $i$  e integrar empleando  $i$ .

#### Funciones que utilizan $i$ directamente

STO $i$	INPUT $i$	DSE $i$
RCL $i$	VIEW $i$	ISG $i$
STO $+, -, \times, \div i$	$\int$ FN $i$	
RCL $+, -, \times, \div i$	SOLVE $i$	

\*La variable  $I$  no tiene ninguna relación con  $\boxed{()}$  o con la variable  $i$ .

## Dirección indirecta, (i)

Varias de las funciones que utilizan las letras de A a Z (como variables o rótulos) pueden utilizar  $\boxed{(i)}$  para aludir a los valores de A a Z (variables o rótulos) indirectamente. La función  $\boxed{(i)}$  utiliza el valor que se encuentra en la variable  $i$  para determinar a qué variable o rótulo debe dirigirse. El siguiente cuadro le muestra cómo hacerlo:

### Direccionamiento indirecto

Si $i$ contiene:	Entonces ( $i$ ) se dirigirá a:
$\pm 1$	variable A o rótulo A
$\vdots$	$\vdots$
$\pm 26$	variable Z o rótulo Z
$\geq 27$ o $\leq -27$ o 0	error: INVALID (i)

Sólo el valor absoluto de la porción entera del número que se encuentra en  $i$  se utiliza para el direccionamiento.

A continuación le ofrecemos una lista de funciones que emplean ( $i$ ) en calidad de dirección. Para GTO, XEQ y FN=, ( $i$ ) se refiere al rótulo; en todas las demás funciones se refiere a una variable.

### Funciones que utilizan ( $i$ ) para direccionamiento indirecto

STO( $i$ )	INPUT( $i$ )
RCL( $i$ )	VIEW( $i$ )
STO+, -, $\times$ , $\div$ ( $i$ )	DSE( $i$ )
RCL+, -, $\times$ , $\div$ ( $i$ )	ISG( $i$ )
XEQ( $i$ )	SOLVE( $i$ )
GTO( $i$ )	fFN( $i$ )
	FN=( $i$ )

## Control de programa con (i)

Dado que el contenido de  $i$  puede cambiar cada vez que se ejecuta un programa—o aun en diferentes partes del mismo programa—una instrucción de programa tal como `GTO(i)` puede bifurcarse hacia diferentes rótulos en momentos distintos. Esto mantiene la flexibilidad, dejando pendientes (hasta que se ejecute el programa) la variable o rótulo de programa exactos que se necesitarán. (Vea el primer ejemplo más abajo.)

El direccionamiento indirecto es muy útil para contar y controlar bucles. La variable  $i$  sirve de * ndice*, conservando la dirección de la variable que contiene el número de control del bucle para las funciones DSE e ISG. (Vea el segundo ejemplo citado más abajo.)

**Ejemplo: Selección de subrutinas con (i).** El programa de "Ajuste de curva" que se encuentra en la página 204 de la parte 4 emplea el direccionamiento indirecto para determinar qué modelo debe utilizar para calcular los valores estimados para  $x$  e  $y$ . (Las diferentes subrutinas calculan  $x$  e  $y$  para los diferentes modelos.) Observe que  $i$  se almacena y luego se utiliza como dirección indirecta en varias partes del programa ampliamente separadas.

Las primeras cuatro rutinas (S, L, E, P) del programa especifican el modelo de ajuste de curva que se utilizará y le asignan un número (1, 2, 3, 4) a cada uno de estos modelos. Este número se almacena entonces durante la rutina Z, la cual constituye el punto de ingreso común a todos los modelos:

```
Z03 STO i
```

La rutina Y emplea  $i$  para ejecutar la subrutina apropiada (según modelo) para calcular los estimados de  $x$  y de  $y$ . La línea Y03 invoca la subrutina para calcular  $\hat{y}$ :

```
Y03 XEQ(i)
```

y la línea Y08 ejecuta una subrutina diferente para calcular  $\hat{x}$  después que  $i$  ha sido incrementada en 6.

```
Y06 6  
Y07 STO+ i  
Y08 XEQ(i)
```

<b>Si <i>i</i> contiene:</b>	<b>XEQ(<i>i</i>) ejecutará entonces:</b>	<b>Para:</b>
1	LBL A	Calcular y para el modelo de línea recta.
2	LBL B	Calcular y para el modelo logarítmico.
3	LBL C	Calcular y para el modelo exponencial.
4	LBL D	Calcular y para el modelo potencial.
7	LBL G	Calcular <i>x</i> para el modelo de línea recta.
8	LBL H	Calcular <i>x</i> para el modelo logarítmico.
9	LBL I	Calcular <i>x</i> para el modelo exponencial.
10	LBL J	Calcular <i>x</i> para el modelo potencial.

**Ejemplo: Control de bucle con (*i*).** Un valor de índice almacenado en *i* se utiliza en el programa “Soluciones de ecuaciones simultáneas— método de determinantes” de la página 175 de la parte 4. Este programa emplea las instrucciones de bucle ISG *i* y DSE *i* junto con las instrucciones indirectas RCL (*i*) y STO (*i*) para completar y manipular una matriz.

La primera parte de este programa es la rutina A, la cual coloca el número de control de bucle inicial en *i*.

**Líneas de programa: Descripción:**

A01 LBL A                    Punto de comienzo para el ingreso de datos.  
A02 1,012                    Número de control de bucle: bucle de 1 a 12 en intervalos de 1.  
A03 STO *i*                    Almacena el número de control de bucle en *i*.

La próxima rutina es L, un bucle que reúne los 12 valores conocidos para una matriz de coeficientes de  $3 \times 3$  (variables A-I) y las tres constantes (J-L) para las ecuaciones.

**Líneas de programa: Descripción:**

L01 LBL L	Esta rutina reúne todos los valores conocidos en tres ecuaciones.
L02 INPUT(i)	Solicita y almacena un número en la variable cuya dirección se encuentra en <i>i</i> .
L03 ISG i	Le añade 1 a <i>i</i> y repite el bucle hasta que <i>i</i> llegue a 13.012.
L04 GTO L	
L05 GTO A	Cuando <i>i</i> sobrepasa el valor final del contador, la ejecución se bifurca de nuevo hacia A.



# Parte 3

## Operación avanzada

---

<b>Página 110</b>	<b>7: Resolución de una variable incógnita en una ecuación</b>
<b>126</b>	<b>8: Integración numérica</b>
<b>137</b>	<b>9: Operaciones con números complejos</b>
<b>144</b>	<b>10: Conversiones de base y aritmética</b>
<b>153</b>	<b>11: Operaciones estadísticas</b>

## Resolución de una variable incógnita en una ecuación

---

La operación SOLVE puede solucionar cualquier variable de una ecuación. Por ejemplo, considere la función

$$x^2 - 3y.$$

Esta función se puede igualar a cero, creando la ecuación:

$$x^2 - 3y = 0.*$$

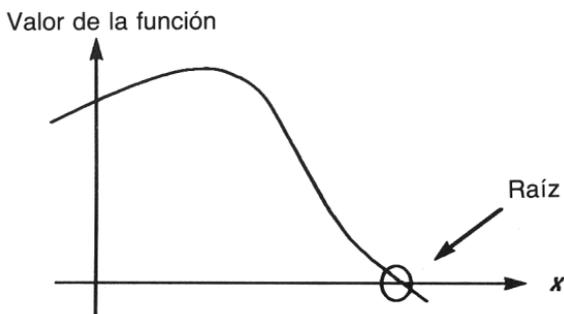
Si Ud. conoce el valor de  $y$  en esta ecuación, SOLVE puede resolver la incógnita  $x$ . Si Ud. conoce el valor de  $x$ , SOLVE podrá entonces resolver la incógnita  $y$ . Este sistema funciona con problemas expresados en palabras también:

$$\begin{aligned} \text{Margen} \times \text{Costo} &= \text{Precio} \\ \text{Margen} \times \text{Costo} - \text{Precio} &= 0 \end{aligned}$$

Si Ud. conoce dos de estas variables, SOLVE podrá calcular el valor de la tercera.

Cuando la ecuación tiene sólo una variable, o cuando existen valores conocidos para todas las variables con la excepción de una, resolver  $x$  significará entonces hallar la raíz o las raíces de la ecuación. La raíz de una ecuación se encuentra donde el gráfico de la función corta el eje de las  $x$  (abscisas), dado que en ese punto el valor de la función es igual a cero.

\*En realidad, Ud. puede igualar la función a cualquier valor real, tal como  $x^2 - y = 10$ . Esto se puede expresar como  $x^2 - y - 10 = 0$  a fin de poder utilizar SOLVE.



## Uso de SOLVE

**Para hallar la solución de una variable incógnita, haga lo siguiente:**

1. Ingrese un programa que defina la función. (Vea más abajo la sección "Cómo escribir programas para SOLVE".)
2. Seleccione el programa que defina la función que desea resolver: para eso oprima

■ **SOLVE/f** {FN} *rótulo*.

3. Proceda con la resolución para la variable incógnita: oprima

■ **SOLVE/f** {SOLVE} *variable*.

Ud. puede interrumpir un cálculo en ejecución oprimiendo **C** o **R/S**.

**Estimados iniciales.** En ciertas funciones Ud. puede facilitar el cálculo proporcionando dos *estimados iniciales* (en la variable y en el registro X) para la variable incógnita antes de comenzar con el cálculo (paso 3). De esta manera se puede acelerar el cálculo, dirigir la respuesta hacia una solución realista y hallar más de una solución, en caso de ser apropiado. Vea la sección "Selección de estimados iniciales para SOLVE" en la página 120.

**Resultados.** El registro X y la variable misma contienen el estimado final de la raíz, el registro Y contiene el estimado previo y el registro Z contiene el valor de la función para el último estimado de la raíz (el cual debería ser cero).

En el caso de algunas condiciones matemáticas complejas, no se puede hallar ninguna solución definitiva. Vea la sección "Cómo interpretar los resultados" y "Qué hacer cuando SOLVE no puede hallar una raíz" en el apéndice C.

**Para hallar la solución para una incógnita diferente en la misma ecuación**, haga lo siguiente: Simplemente especifique la variable incógnita:  $\blacksquare$  `[SOLVE/]` `{SOLVE}` *variable*. El mismo programa que se acaba de especificar (FN = *rótulo*) se utilizará nuevamente.

## Cómo escribir programas para SOLVE

Antes de poder resolver una incógnita, Ud. deberá escribir un programa o subrutina que evalúe la función.\*

**Cómo escribir una función a partir de una ecuación.** Simplifique primero la ecuación combinando todas las variables similares y todas las constantes. Luego desplace todos los términos hacia uno de los lados de la ecuación, dejando únicamente cero en el otro lado.

Por ejemplo, la ecuación correspondiente al volumen de un paralelepípedo recto es

$$\text{Longitud} \times \text{Ancho} \times \text{Altura} = \text{Volumen}$$

Al reconfigurar los términos e igualar uno de los lados a cero se obtiene:

$$\text{Longitud} \times \text{Ancho} \times \text{Altura} - \text{Volumen} = 0, \text{ o bien}$$

$$L \times N \times A - V = 0.$$

**Para escribir un programa que evalúe una función, haga lo siguiente:**

1. Comience con un rótulo de manera que SOLVE pueda ejecutar el programa.
2. Incluya una instrucción INPUT para cada variable, incluyendo la incógnita. (Si hay sólo una variable en la función, omita la instrucción INPUT, ya que ésta se pasa por alto en el caso de la incógnita.)<sup>†</sup>

\*SOLVE funciona únicamente con números reales. Sin embargo, si Ud. tiene una función de valores complejos que se pueda escribir para aislar la parte real y la imaginaria, SOLVE puede entonces resolver cada parte en forma separada.

<sup>†</sup>Las instrucciones INPUT resultan útiles para las funciones de múltiples variables. Dado que se pasa por alto INPUT en el caso de la variable incógnita, Ud. necesitará escribir solamente *un* programa que contenga las instrucciones INPUT para todas las variables. Ud. podrá utilizar el mismo programa sin importar cuál de las variables es la incógnita.

3. Ingrese las instrucciones para evaluar la función, empleando una instrucción RCL en cualquier lugar donde se necesite el valor de una variable para un cálculo.
4. Finalice el programa con un RTN. El programa deberá terminar con el valor de la función en el registro X.

Cada vez que SOLVE ejecuta su programa (lo cual podría suceder muchas veces), el valor de la variable incógnita cambia, a la vez que cambia el valor que produce su programa. Cuando su programa da como resultado un cero, significa que se ha hallado una solución para la variable incógnita.

## Ejemplos del uso de SOLVE

**Ejemplo: Dimensiones de una caja.** Utilice el programa siguiente para evaluar las dimensiones de una caja ( $L \times N \times A - V$ ). Observe que el programa emplea *aritmética de recuperación*, la cual ocupa menos memoria que la recuperación de una variable y la ejecución subsecuente de cálculos aritméticos mediante operaciones separadas.

```

B01 LBL B
B02 INPUT L
B03 INPUT N
B04 INPUT A
B05 INPUT V
B06 RCL L
B07 RCL× N
B08 RCL× A
B09 RCL- V
B10 RTN

```

Ingrese primero el programa rotulado B:

### Teclas:

PRGM  
 GTO  .

### Pantalla:

PRGM TOP

### Descripción:

Inicia el ingreso del programa.  
Se dirige hasta el principio de la memoria (en caso de ser necesario).

<b>[</b> <b>LBL/RTN</b> <b>]</b> {LBL} B	B01 LBL B
<b>[</b> <b>INPUT</b> <b>]</b> L	B02 INPUT L
<b>[</b> <b>INPUT</b> <b>]</b> N	B03 INPUT N
<b>[</b> <b>INPUT</b> <b>]</b> A	B04 INPUT A
<b>[</b> <b>INPUT</b> <b>]</b> V	B05 INPUT V
<b>[</b> <b>RCL</b> <b>]</b> L	B06 RCL L
<b>[</b> <b>RCL</b> <b>[</b> <b>x</b> <b>]</b> <b>]</b> N	B07 RCL $\times$ N
<b>[</b> <b>RCL</b> <b>[</b> <b>x</b> <b>]</b> <b>]</b> A	B08 RCL $\times$ A
<b>[</b> <b>RCL</b> <b>[</b> <b>-</b> <b>]</b> <b>]</b> V	B09 RCL $-$ V
<b>[</b> <b>LBL/RTN</b> <b>]</b> {RTN}	B10 RTN

Ingresa las líneas de programa.

En este momento, el registro X contendrá el valor de la función  $L \times N \times A - V$ .

**[** **C** **]**

Finaliza el ingreso del programa, y exhibe lo que se encuentra en el registro X.

Halle el volumen de una caja de 8,5 cm de altura  $\times$  10 cm de ancho  $\times$  25 cm de longitud. Más tarde usaremos la misma función para hallar una variable diferente.

**[** **SOLVE/f** **]** {FN} FN = \_\_

Solicita el rótulo del programa que define la función.

B

Especifica el programa B.

**[** **SOLVE/f** **]** {SOLVE} SOLVE \_\_

Solicita la variable incógnita.

V  
25 **[** **R/S** **]**  
10 **[** **R/S** **]**  
8.5

L? valor  
N? valor  
A? valor

Inicia el programa B; solicita toda la información *excepto* V, la variable que está tratando de hallar.

**[** **R/S** **]** SOLVING  
 $V = 2,125,0000$

El volumen es  $2.125 \text{ cm}^3$ .

Halle ahora la longitud de esta caja si cambia el volumen (a  $3.000 \text{ cm}^3$ ), pero manteniendo la altura y el ancho sin variación. Recuerde que Ud. no necesita especificar el rótulo de programa nuevamente, dado que utilizará el mismo usado anteriormente.

**SOLVE/** {SOLVE}

L N?10,0000

Inicia el programa B para hallar  $L$ . Solicita las variables incógnitas.

**R/S** A?8,5000

**R/S** V?2,125,0000

3000 **R/S** L = 35,2941

Para conservar el mismo valor, simplemente oprima **R/S**. Se calcula la longitud.

**Ejemplo: Ecuación del movimiento lineal.** La ecuación correspondiente al movimiento en caída libre es:

$$d = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

donde  $d$  es la distancia,  $v_0$  es la velocidad inicial,  $t$  es el tiempo y  $g$  es la aceleración causada por la gravedad. Al igualar la ecuación a cero y simplificarla se obtiene

$$0 = t(v_0 + gt/2) - d$$

El programa siguiente evalúa esta función:

```
M01 LBL M
M02 INPUT V
M03 INPUT T
M04 INPUT G
M05 INPUT D
M06 RCL G
M07 2
M08 ÷
M09 RCL× T
M10 RCL+ V
M11 RCL× T
M12 RCL- D
M13 RTN
```

La aceleración de la gravedad,  $g$ , se incluye como variable para permitirle a Ud. cambiarla al trabajar con diferentes unidades de medida:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 = 32,2 \text{ pies/s}^2$$

Ingrese el programa arriba mostrado (LBL M). Calcule la distancia que cae un objeto en cinco segundos, comenzando desde un punto de reposo.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
SOLVE/f {FN} M	FN = M ( <i>brevemente</i> )	Especifica LBL M para la función.
SOLVE/f {SOLVE} D	V?3,000,0000	Especifica D como la incógnita. Solicita el valor de V mientras muestra el valor actual de V (utilizado en el último ejemplo).
0  R/S	T? valor	
5  R/S	G? valor	
9.8  R/S	D = 122,5000	Distancia de caída en metros.

Ahora efectúe otro cálculo utilizando la misma ecuación: ¿cuánto tiempo demora un objeto en caer 500 metros? Dado que  $v_0$  y  $g$  ya están almacenados, no hay necesidad de volver a ingresarlos.

SOLVE/f {SOLVE} T	V?0,0000	Especifica una incógnita diferente; solicita el valor de V.
R/S	G?9,800	
R/S	D?122,5000	
500  R/S	T = 10,1015	Resultado en segundos.

**Ejemplo: Búsqueda de las raíces de una ecuación.** Considere la siguiente ecuación de una variable

$$x^3 - 5x^2 - 10x = -20$$

Al reconfigurar la ecuación de manera que uno de los lados sea cero, el resultado es:

$$x^3 - 5x^2 - 10x + 20 = 0$$

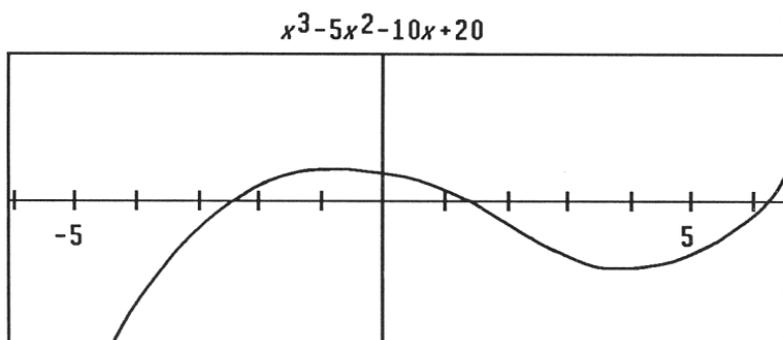
El método de Horner (vea el capítulo 5) simplifica esta ecuación a fin de ocupar menos memoria:

$$x(x(x - 5) - 10) + 20 = 0.$$

El programa siguiente evalúa esta función:

```
R01 LBL R
R02 RCL X
R03 5
R04 -
R05 RCL× X
R06 10
R07 -
R08 RCL× X
R09 20
R10 +
R11 RTN
```

El gráfico de esta función es:



El gráfico indica que existen tres raíces, dado que la curva cruza el eje de las  $x$  tres veces. La calculadora puede hallar las tres raíces si Ud. ejecuta SOLVE tres veces y proporciona estimados iniciales diferentes cada una de las veces. (Para obtener más información, vea la sección "Selección de los estimados iniciales para SOLVE".)

Ingrese el programa dado previamente (LBL R). La gráfica muestra que la primera raíz se encuentra en la zona que está entre  $x = -3$  y  $x = -2$ , la segunda raíz se encuentra entre 1 y 2 y la tercera raíz se encuentra entre 6 y 7. Ingrese cada par de estimados en la variable X y en el registro X, luego halle X.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\blacksquare$ SOLVE/f {FN} R		Selecciona el programa LBL R.
3 $\boxed{+/-}$ STO X	-3,0000	Estimados iniciales.
2 $\boxed{+/-}$	-2__	
$\blacksquare$ SOLVE/f {SOLVE} X	X = -2,4433	Especifica la incógnita y presenta la primera raíz.
1 STO X	1,0000	Segundos estimados iniciales.
2	2__	
$\blacksquare$ SOLVE/f {SOLVE} X	X = 1,3416	Segunda raíz.
6 STO X	6,0000	Terceros estimados iniciales.
7	7__	
$\blacksquare$ SOLVE/f {SOLVE} X	X = 6,1017	Tercera raíz.

Si Ud. *no* hubiera ingresado ningún estimado inicial, hubiera podido obtener sólo una de estas raíces. La raíz que obtenga dependerá del valor que se encuentre en la variable X y en el registro X, ya que la calculadora utiliza estos valores como estimados iniciales, ya sea que Ud. tenga intención de hacerlo o no.

---

## Funcionamiento y control de SOLVE

SOLVE emplea un procedimiento iterativo (repetitivo) para resolver la variable incógnita. El procedimiento comienza al sustituir la incógnita de la función definida en el programa por dos estimados iniciales. Basándose en el resultado obtenido con esos estimados, SOLVE genera otro estimado mejor. Así, a través de iteraciones sucesivas, SOLVE halla un valor que iguale la función a cero.

Algunas ecuaciones son más difíciles de resolver que otras; en algunos casos, será necesario que Ud. ingrese sus propios estimados iniciales para poder hallar la solución. (Vea más adelante la sección "Selección de los estimados para SOLVE".) En caso de que SOLVE no pueda hallar una solución real, la calculadora exhibirá el mensaje NO ROOT FND.

Vea el apéndice C para obtener más información sobre el funcionamiento de SOLVE.

## Verificación del resultado

Al terminar el cálculo SOLVE, Ud. podrá verificar que el resultado sea realmente una raíz de  $f(x)$ ; para esto revise los valores que han quedado en la pila:

- La pantalla (registro X) y la variable misma contienen la solución (raíz) de la incógnita, o sea, contienen el valor que da como resultado  $f(x) = 0$ .
- El registro Y (oprime  $\boxed{R\downarrow}$  para ver Y) contiene el estimado previo de la raíz. Este número debería ser igual que el que se encuentra en el registro X. En caso contrario, la raíz dada era solamente una *aproximación* a la raíz, y los valores que se encuentran en los registros X e Y encuadran la raíz. Estos números que encuadran la raíz deben estar muy próximos.
- El registro Z (oprime  $\boxed{R\rightarrow}$  otra vez para ver Z) contiene el valor de  $f(x)$  correspondiente al valor dado en el registro X. Para que sea una raíz exacta, este valor debería ser cero. En caso de no serlo, significa que la raíz dada era sólo una *aproximación*; este número deberá estar próximo a cero.

Si un cálculo termina con un mensaje `NO ROOT FND`, quiere decir que el cálculo no pudo converger en una raíz, así que los valores que se encuentran en los registros X e Y probablemente no están próximos. (Ud. podrá ver el valor que se encuentra en el registro X—el estimado final de la raíz—oprimiendo  $\boxed{C}$  o  $\blacktriangleleft$  para borrar el mensaje.) Estos dos valores encuadran el intervalo donde se acaba de buscar la raíz. El registro Z contiene el valor de  $f(x)$  correspondiente al estimado final de la raíz; este valor no debe de estar próximo a cero.

## Interrupción del cálculo de SOLVE

Para interrumpir el cálculo, oprime  $\boxed{C}$  o  $\boxed{R/S}$ . El mejor estimado de la raíz calculado hasta el momento se encuentra en la variable incógnita; utilice  $\blacksquare \boxed{VIEW}$  para verlo sin modificar la pila. Para reiniciar el cálculo, oprime  $\boxed{R/S}$ .\*

\*Al oprimir  $\boxed{XEQ}$ ,  $\boxed{GTO}$ , o  $\{RTN\}$  se cancela la operación SOLVE. En este caso, reinicie el programa en lugar de reanudarlo.

## Selección de los estimados iniciales para SOLVE

Los dos estimados iniciales provienen de:

- El número actualmente almacenado en la variable incógnita.
- El número que se encuentra en el registro X (la pantalla).

Estos números se utilizan como estimados, *ya sea que Ud. ingrese estimados o no*. Si Ud. ingresa únicamente un estimado y lo almacena en la variable, el segundo estimado tendrá el mismo valor, ya que la pantalla también conserva el número que Ud. acaba de almacenar en la variable. El ingreso de sus propios estimados presenta las siguientes ventajas:

- Al estrechar la amplitud de la búsqueda, los estimados pueden reducir la cantidad de tiempo necesario para hallar una solución.
- Si existe más de una solución matemática, los estimados pueden dirigir el procedimiento de SOLVE hacia la respuesta o gama de respuestas deseada. Por ejemplo, la ecuación para el movimiento

$$d = d_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

puede tener dos soluciones para  $t$ . Ud. puede dirigir la respuesta hacia el único valor significativo ( $t > 0$ ) ingresando los estimados apropiados.\*

- Si una ecuación no permite el uso de ciertos valores para la incógnita, los estimados pueden evitar que tales valores ocurran. Por ejemplo, la ecuación

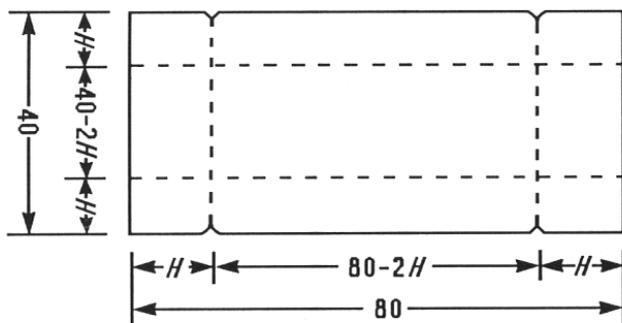
$$y = t + \log x$$

produce un error si  $x \leq 0$  ( $\text{LOG}(0)$ ,  $\text{LOG}(\text{NEG})$ ).

El ejemplo de la sección previa ("Búsqueda de las raíces de una ecuación") usó estimados para hallar tres soluciones para una ecuación. A continuación le presentamos un ejemplo que examina las dimensiones de una caja (al igual que el ejemplo de la página 113) pero con más restricciones.

\*El ejemplo de la página 116, en que se utilizaba esta ecuación, no presentaba la necesidad de ingresar estimados antes de resolver  $t$  porque en la primera parte del ejemplo almacenamos el valor de  $T$  y resolvimos  $D$ . El valor que había quedado en  $T$  era bueno (realista) y se utilizó como estimado al hallar  $T$ .

**Ejemplo: Armado de una caja.** Con una pieza rectangular de lámina metálica de 40 por 80 centímetros, forme una caja sin tapa que tenga un volumen de 7500 centímetros cúbicos. Necesita hallar la altura de la caja (o sea, la cantidad de lámina que debe plegar a los cuatro lados) para lograr el volumen especificado. Se prefiere una caja alta en lugar de una baja.



Si  $H$  es la altura, la longitud de la caja es  $(80 - 2H)$  y el ancho es  $(40 - 2H)$ . El volumen,  $V$ , será:

$$V = (80 - 2H) \times (40 - 2H) \times H$$

y la función igualada a cero es

$$\begin{aligned} 0 &= (80 - 2H) \times (40 - 2H) \times H - V \\ &= 4H [(40 - H) (20 - H)] - V \end{aligned}$$

El programa que serviría para definir esta función sería:

```
V01 LBL V
V02 INPUT H
V03 INPUT V
V04 40
V05 RCL- H
V06 20
V07 RCL- H
V08 ×
V09 4
V10 ×
V11 RCL× H
V12 RCL- V
V13 RTN
```

Parece razonable que tanto una caja alta y estrecha, o una baja y ancha se puedan formar con el volumen deseado. Dado que se prefiere una caja alta, es conveniente ingresar estimados iniciales más grandes para la altura. Sin embargo, los valores mayores de 20 centímetros no son posibles físicamente, ya que la lámina tiene sólo 40 centímetros de ancho. Por lo tanto, son apropiados los estimados iniciales de 10 y 20 centímetros.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
 <b>SOLVE/f</b> {FN} V		Selecciona el programa V como función a resolver.
10 <b>STO</b> H 20	10,0000 20__	Almacena los límites superiores e inferiores.
 <b>SOLVE/f</b> {SOLVE} H	V? <i>valor</i>	Solicita el volumen.
7500 <b>R/S</b>	SOLVING H = 15,0000	Esta es la altura deseada.

Verifique ahora la calidad de esta solución—o sea si ha llegado a una raíz exacta. Para eso vea los valores del estimado previo (en el registro Y) y de  $f(x)$  correspondientes a la raíz (en el registro Z).

R↓

15,0000

Este valor del registro Y es el estimado ingresado justamente antes de llegar al resultado final. Como se trata del mismo valor que la solución, ésta es una raíz exacta...

R↓

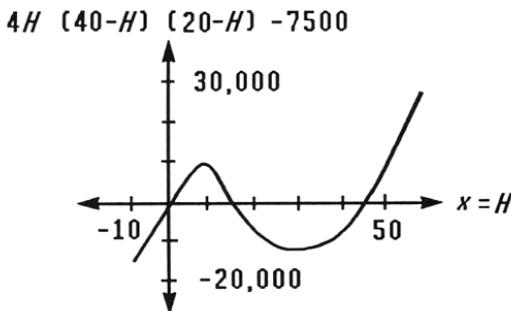
0,0000

...y, según lo muestra este valor del registro Z,  $f(x) = 0$  para la raíz calculada.

Las dimensiones de la caja deseada son  $50 \times 10 \times 15$  cm. Si Ud. no hubiera considerado el límite superior de la altura (20 cm) y hubiera utilizado estimados iniciales de 30 y 40 cm, hubiera obtenido una altura de 42,0256 cm—una raíz que físicamente carece de significado. Si Ud. hubiera utilizado estimados iniciales pequeños tales como 0 y 10 cm, hubiera obtenido una altura de 2,9744 cm, produciendo así una caja baja y ancha de dimensiones inservibles.

### Uso de gráficas para seleccionar los estimados iniciales.

Para poder entender mejor el comportamiento de una función en particular, Ud. puede hacer un gráfico de ella. Utilice su rutina de programa a fin de evaluar la función para varios valores de la incógnita. Para cada punto del gráfico, almacene el valor correspondiente a la *coordenada de x* en la variable y luego obtenga el valor correspondiente para la *coordenada de y*; para eso oprima el rótulo  $\boxed{\text{XEQ}}$ . Para el problema mencionado más arriba, Ud. debería siempre fijar  $V = 7500$  y variar el valor de  $H$  para producir diferentes valores para la función. El trazado de esta función tiene esta apariencia:



---

## Uso de SOLVE en un Programa

Ud. puede utilizar la operación SOLVE como parte de un programa. Si resulta apropiado, incluya o solicite estimados iniciales (en la variable incógnita y en el registro X) antes de ejecutar la instrucción `SOLVE variable`. Las dos instrucciones utilizadas para resolver una ecuación para una variable incógnita, aparecen en el programa de la siguiente manera:

```
FN= rótulo  
SOLVE variable
```

**Rotulación de la información presentada.** La instrucción *programada* SOLVE no produce un resultado rotulado (*variable = valor*) dado que puede tratarse de una salida insignificante para su programa (es probable que Ud. desee efectuar más cálculos con este número antes de exhibirlo). Si desea exhibir este resultado agregue una instrucción `VIEW variable` después de la instrucción SOLVE.

**Ejecución condicional si no hay solución.** Si no se encuentra solución para la variable incógnita, se saltea la próxima línea de programa (de acuerdo a la regla “Ejecutar si es verdadero” explicada en el capítulo 6). El programa deberá entonces manejar el caso de no encontrar una raíz, ya sea seleccionando nuevos estimados iniciales o cambiando un valor ingresado.

**Ejemplo: Valor del dinero en función del tiempo.** El programa “Valor del dinero en función del tiempo” que se encuentra en el capítulo 14 resuelve problemas de préstamos y ahorros, hallando para eso una incógnita en una ecuación TVM dada. Esta ecuación se define como una función de la rutina T, la cual relaciona las variables con el saldo actual, con el saldo futuro, con el pago, con la tasa de interés y la cantidad de pagos.

Dadas cuatro de estas variables, la instrucción SOLVE (línea L04) halla la solución correspondiente a la quinta:

L01 LBL L	
L02 STO i	Almacena un valor de índice que indica qué variable se ha especificado como la incógnita.
L03 FN= T	Selecciona la función definida en el programa T.
L04 SOLVE(i)	Halla la solución para la variable incógnita indicada en el programa T.
L05 VIEW(i)	Exhibe la solución.
L06 GTO(i)	Regresa a la subrutina inicializadora para preparar otro cálculo.

Esta operación SOLVE funciona perfectamente sin que el usuario proporcione los estimados iniciales.

**Limitaciones.** La instrucción SOLVE no puede ejecutar una rutina que contenga otra instrucción SOLVE; esto significa que no se puede utilizar en forma recurrente (SOLVE ( SOLVE ) error). SOLVE tampoco puede ejecutar una rutina que contenga una instrucción FN= *rótulo* (SOLVE ACTIVE error). SOLVE no puede ejecutar una rutina que contenga una instrucción fFN (SOLVE ( fFN ) error), ni tampoco fFN puede ejecutar una rutina que contenga una instrucción SOLVE (f ( SOLVE ) error).

Si se incluye la instrucción SOLVE *variable* en un programa, ésta emplea uno de los siete retornos de subrutina pendientes en la calculadora. (Consulte la sección “Subrutinas incluidas” en el capítulo 6.

---

## Información adicional

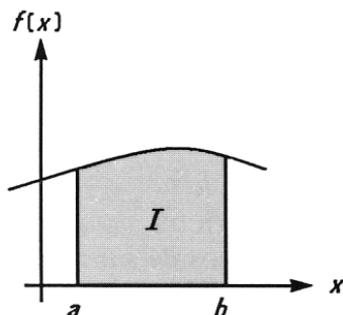
Este capítulo le brinda instrucciones para resolver incógnitas o raíces en una gama amplia de aplicaciones. El apéndice C contiene información acerca de la manera en que funciona el algoritmo para SOLVE, cómo interpretar los resultados, qué sucede cuando no se encuentra una solución y qué condiciones pueden causar resultados incorrectos.

## Integración numérica

---

Muchos de los problemas de matemática, ciencia e ingeniería requieren el cálculo de una integral definida de una función. Si  $f(x)$  denota la función y el intervalo de integración es de  $a$  a  $b$ , la integral se puede expresar matemáticamente de esta manera:

$$I = \int_a^b f(x) dx.$$



La cantidad  $I$  se puede interpretar geoméricamente como el área de una región limitada por la gráfica de la función  $f(x)$ , el eje de las  $x$  y los límites  $x = a$  y  $x = b$  (siempre y cuando  $f(x)$  sea positiva en todo el intervalo de integración).

La operación  $\int$  integra una función específica con respecto a una variable específica.\* La función se debe de definir de antemano en un programa rotulado, y puede tener más de una variable.

\* $\int$  funciona únicamente con números reales.

---

## Uso de la integración ( $\int$ FN)

### Para integrar una función haga lo siguiente:

1. Ingrese un programa que defina la función del integrando. (Vea más abajo la sección "Cómo escribir programas para  $\int$ FN".)
2. Seleccione el programa que defina la función a integrar: para eso oprima

■  $\boxed{\text{SOLVE}/\int}$  {FN} *rótulo*.

3. Ingrese los límites de integración: ingrese el *límite inferior* y oprima  $\boxed{\text{ENTER}}$ ; luego ingrese el *límite superior*.
4. Seleccione la variable de integración: oprima

■  $\boxed{\text{SOLVE}/\int}$  {FN} *variable*.

Esto dará inicio al cálculo.

Esta operación ocupa mucha más memoria que cualquier otra operación de la calculadora. Si al ejecutar {FN} aparece el mensaje MEMORY FULL, consulte el apéndice B.

Ud. puede interrumpir un cálculo de integración en curso oprimiendo  $\boxed{\text{C}}$  o  $\boxed{\text{R/S}}$ . (Sin embargo, no existirá ninguna información disponible sobre la integración hasta que el cálculo finalice normalmente.) Para continuar con el cálculo, oprima  $\boxed{\text{R/S}}$ .\*

**Exactitud.** El formato de presentación en pantalla afecta el nivel de exactitud adoptado para su función y utilizado para el resultado. La integración es más precisa pero toma *mucho* más tiempo en las especificaciones {ALL} y {FX}, {SC} y {ENG}. La *incertidumbre* del resultado se almacena en el registro Y, desplazando los límites de integración hacia los registros T y Z. Para obtener más información, vea la sección "Exactitud de la integración" en la página 131.

**Resultados.** El registro X contiene la integral, el registro Y contiene la incertidumbre, el registro Z contiene el límite superior y el registro T contiene el límite inferior. (La variable de integración contiene un valor inmaterial.)

\*Al oprimir  $\boxed{\text{XEQ}}$ ,  $\boxed{\text{GTO}}$ , o {RTN} se cancela la operación  $\int$ FN. En este caso, reinicie la operación en lugar de reanudarla.

**Para integrar la misma función con información diferente, haga lo siguiente:** Omita los primeros dos pasos citados arriba. Si está utilizando los mismos límites de integración, oprima  $\boxed{R\downarrow}$   $\boxed{R\downarrow}$  para traerlos de regreso a los registros X e Y. (Si no está usando los mismos límites, repita el paso 3.) Luego ejecute  $\blacksquare \boxed{\text{SOLVE}/\int}$   $\{fFN\}$  *variable*. (Para trabajar con otro problema utilizando una función diferente, comience nuevamente con un programa diferente para la función.)

## Cómo escribir programas para $\int FN$

**Para escribir un programa que defina la función de la expresión por integrar, haga lo siguiente:**

1. Comience con un rótulo de manera que  $\int FN$  pueda ejecutar el programa.
2. Incluya una instrucción inicial INPUT para cada variable, sin olvidarse de la variable de integración. (Si hay sólo una variable en la función, Ud. puede omitir la instrucción INPUT.)\*
3. Ingrese las instrucciones para definir la función. Use una instrucción RCL en todos los lugares donde se necesite un valor de la variable para el cálculo.
4. Termine el programa con un RTN. El programa debería terminar con el valor de la función en el registro X.

## Ejemplos del uso de $\int FN$

**Ejemplo: Función de Bessel.** La función de Bessel es del primer tipo de orden 0 se puede expresar de la siguiente manera:

$$J_0(x) = 1/\pi \int_0^\pi \cos(x \sin t) dt.$$

Halle la función de Bessel para los valores de  $x$  correspondientes a 2 y 3.

\*Las instrucciones INPUT son útiles cuando existen funciones de múltiples variables. Dado que se pasa por alto el INPUT para la variable de integración (integrando), Ud. puede escribir *un* programa que contenga instrucciones INPUT para *todas* las variables, uno que Ud. podrá utilizar sin importar cuál de las variables se ha especificado como la variable de integración.

Este programa evalúa la función  $f(t) = \cos(x \text{ sent})$ :

```
J01 LBL J
J02 RAD
J03 INPUT X
J04 INPUT T
J05 RCL T
J06 SIN
J07 RCL× X
J08 COS
J09 RTN
```

Estas pulsaciones de tecla ingresan el programa:

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">PRGM</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">GTO</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">.</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">.</span> </div>	PRGM TOP	Inicia el ingreso del programa, coloca un puntero de programa al tope de la memoria.
<div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">LBL/RTN</span> <span style="margin-left: 5px;">{LBL}J</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">MODES</span> <span style="margin-left: 5px;">{RD}</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">INPUT</span> <span style="margin-left: 5px;">X</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">INPUT</span> <span style="margin-left: 5px;">T</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">RCL</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">T</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">SIN</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">RCL</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">×</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">X</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">COS</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">LBL/RTN</span> <span style="margin-left: 5px;">{RTN}</span> </div>	J01 LBL J J02 RAD J03 INPUT X J04 INPUT T J06 SIN J08 COS J09 RTN	Ingresa el programa.
<div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">C</span> </div>		Termina el ingreso del programa.

Ahora integre esta función con respecto a  $t$  desde cero hasta  $\pi$ ;  $x = 2$ .

<div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">SOLVE/f</span> <span style="margin-left: 5px;">{FN}</span> </div> J	FN = __	Selecciona la rutina J para la función.
0 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">ENTER</span> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">π</span>	3,1416	Ingresa los límites de integración (el inferior primero).
<div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="background-color: black; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">■</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">SOLVE/f</span> <span style="margin-left: 5px;">{FN}</span> </div> T	$\int$ FN d __ X? valor	Especifica T como la variable de integración. Solicita el valor de x.

2  $\boxed{\text{R/S}}$  $f = 0,7034$  $x = 2$ . Inicia la integración y produce el resultado para  $\int_0^\pi f(t)$ .

Para completar el cálculo, recuerde que debe multiplicar el valor de la integral por la constante  $(1/\pi)$  fuera de la integral. (También puede incluir esta multiplicación como parte del programa.)

 $\blacksquare \boxed{\pi} \boxed{\div}$ 

0,2239

Resultado final para  $J_0(2)$ .

Calcule ahora  $J_0(3)$  con los mismos límites de integración. No es necesario reespecificar la función (rutina J), pero deberá reespecificar los límites de integración  $(0, \pi)$ , dado que la división subsecuente entre  $\pi$  los empujó fuera de la pila.

0  $\boxed{\text{ENTER}} \blacksquare \boxed{\pi}$ 

3,1416

Exhibe el límite superior.

 $\blacksquare \boxed{\text{SOLVE/f}} \{ \text{FN} \} \text{T}$  $\times ? 2,0000$ Inicia la integración; solicita  $x$ .3  $\boxed{\text{R/S}}$  $f = -0,8170$ Integral de  $f(t)$ . $\blacksquare \boxed{\pi} \boxed{\div}$ 

-0,2601

Resultado para  $J_0(3)$ .

**Ejemplo: Seno integral.** Algunos de los problemas de teoría de comunicaciones (por ejemplo, la transmisión de impulsos a través de redes idealizadas) requieren el cálculo de una integral (a veces llamada el *seno integral*) con la siguiente forma:

$$Si(t) = \int_0^t \left( \frac{\sin x}{x} \right) dx.$$

Halle  $Si(2)$ .

Ingrese el programa siguiente para evaluar la función  $f(x) = (\sin x) \div x$ .\*

\*Si la calculadora trata de evaluar esta función para  $x = 0$ , que es el límite inferior de integración, aparecerá el mensaje de error  $\text{DIVIDE BY } 0$ . Sin embargo, el algoritmo de integración *no* evalúa normalmente las funciones en ninguno de los límites de integración, a no ser que los extremos del intervalo de integración se encuentren extremadamente cercanos o que el número de puntos de muestreo sea muy grande.

S01 LBL S  
 S02 RAD  
 S03 RCL X  
 S04 SIN  
 S05 RCL÷ X  
 S06 RTN

Integre ahora esta función con respecto a  $x$  (o sea  $X$ ) desde cero hasta 2 ( $t = 2$ ).

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ SOLVE/∫ {FN}S		Selecciona la rutina S para la función.
0 ENTER 2	2__	Ingresa los límites de integración (el inferior primero).
■ SOLVE/∫ {FN} X	$f = 1,6054$	Resultado correspondiente a $Si(2)$ .

---

## Exactitud de la integración

Dado que la calculadora no puede calcular exactamente el valor de una integral, lo que hace es *aproximarse* a él. La exactitud de esta aproximación depende de la exactitud del integrando mismo, según lo calcula su programa.\* Los errores de redondeo de la calculadora y la exactitud de las constantes empíricas afectan el resultado.

\*Las integrales de funciones que tienen ciertas características tales como picos u oscilaciones muy rápidas tienen la *posibilidad* de ser calculadas en forma inexacta, pero las probabilidades son pequeñas. Las características generales de las funciones que pueden causar problemas, así como las técnicas necesarias para su manejo, aparecen descritas en el apéndice D.

## Especificación de exactitud

La especificación del formato de pantalla determina la *precisión* del cálculo de integración. Cuanto más grande sea el número de dígitos exhibidos, mayor será la precisión de la integral calculada (y mayor el tiempo necesario para calcularla). Asimismo, cuanto más pequeño sea el número de dígitos exhibidos, más rápido será el cálculo, pero la calculadora supondrá que la función es exacta únicamente para el número de dígitos especificado en el formato de presentación.

Para especificar la *exactitud* de la integración, fije el formato de presentación para que la pantalla muestre *solamente* el número de dígitos que Ud. considera exactos *en los valores del integrando*. Este mismo nivel de exactitud y precisión aparecerá en el resultado de la integración.

## Interpretación de exactitud

Luego de calcular la integral, la calculadora coloca la *incertidumbre* estimada del resultado de la integral en el registro Y. Oprima  $\boxed{x\text{y}}$  para ver el valor de la incertidumbre.

Por ejemplo, si la integral  $Si(2)$  es  $1,6054 \pm 0,0001$ , entonces 0,0001 es su incertidumbre.

**Ejemplo: Especificación de exactitud.** Con el formato de presentación fijo en SCI 2, calcule la integral en la expresión correspondiente a  $Si(2)$  (a partir del ejemplo previo).

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\boxed{\text{DISP}} \{SC\} 2$	1,61E0	Fija la notación científica con dos lugares decimales, especificando que la función sea exacta hasta dos lugares decimales.
0 $\boxed{\text{ENTER}}$ 2	2__	Límites de integración.
$\boxed{\text{SOLVE}/f} \{FN\} S$	2,00E0	Selecciona la rutina S para la función.
$\boxed{\text{SOLVE}/f} \{FN\} X$	$f = 1,61E0$	Integral aproximada a dos lugares decimales.

**xzy**

1,00E-3

La incertidumbre de la aproximación de la integral.

La integral es  $1,61 \pm 0,00100$ . Dado que la incertidumbre no afecta la aproximación sino hasta el tercer lugar decimal, Ud. puede considerar todos los dígitos exhibidos en esta aproximación como exactos.

Si la incertidumbre de una aproximación es mayor que lo que Ud. encuentra aceptable, puede aumentar el número de dígitos del formato de presentación y repetir la integración (con tal que  $f(x)$  se calcule aún con exactitud según el número de dígitos exhibidos en la pantalla). En general, la incertidumbre de un cálculo de integración disminuye con un factor de 10 para cada dígito adicional especificado en el formato de presentación.

**Ejemplo: Cambio de la exactitud.** Para la integral de  $Si(2)$  que acaba de calcular, especifique que el resultado sea exacto hasta cuatro lugares decimales en lugar de sólo dos.

**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

**DISP** {SC} 4

1,0000E-3

Especifica la exactitud hasta cuatro lugares decimales. La incertidumbre del último ejemplo se encuentra aún en la pantalla.

**R↓** **R↓**

2,0000E0

Rota los límites de la integración desde los registros Z y T hasta los registros X e Y.

**SOLVE/∫** {FN} X

$\int = 1,6054E0$

Resultado.

**xzy**

1,0000E-5

Observe que la incertidumbre es aproximadamente  $\frac{1}{100}$  del tamaño de la incertidumbre del resultado SCI2 calculado previamente.

**DISP** {FX} 4

Restaura el formato FIX 4.

Esta incertidumbre indica que el resultado *puede* ser correcto hasta sólo cuatro lugares decimales. En realidad, este resultado es exacto hasta los *siete* lugares decimales al compararlo con el valor verdadero de esta integral. Dado que la incertidumbre de un resultado se calcula en forma conservadora, *la aproximación de la calculadora en la mayoría de los casos es más exacta que lo que indica la incertidumbre.*

Si desea más información, consulte el apéndice D.

---

## Uso de la integración en un programa

La integración se puede ejecutar desde un programa. Recuerde que debe incluir o solicitar los límites de integración antes de ejecutar la integración, y recuerde también que la exactitud y tiempo de ejecución se controlan con el formato de pantalla en el momento en que el programa esté en uso. Las dos instrucciones de integración aparecen en el programa de la siguiente manera:

FN = rótulo  
 ∫FN d variable

**Rotulación de la información presentada.** La instrucción programada ∫FN no produce un resultado rotulado ( $f = \text{valor}$ ), dado que puede tratarse de una salida insignificativa para su programa (probablemente Ud. desee efectuar más cálculos con este número). Si Ud. quiere exhibir este resultado, añada una instrucción PSE ( LBL/RTN {PSE}) o STOP ( R/S) para exhibir el resultado en el registro X luego de la instrucción ∫FN.

**Ejemplo: Distribución normal.** El programa para “Distribución normal y distribución normal-inversa” que se encuentra en la página 215 de la parte 4 incluye una integración de la ecuación de la función de densidad normal.

$$\frac{1}{S \sqrt{2\pi}} \int_M^D e^{-\left(\frac{D-M}{S}\right)^2 \div 2} dD.$$

Esta función se define en la rutina F:

```
F01 LBL F
F02 RCL D
F03 RCL- M
F04 RCL÷ S
F05 x²
F06 2
F07 ÷
F08 +/-
F09 eˣ
F10 RTN
```

Otras rutinas solicitan los valores conocidos y efectúan otros cálculos para hallar  $Q(D)$ , el área superior de una curva normal. La integración misma se establece y se ejecuta a partir de la rutina Q:

```
Q01 LBL Q
Q02 RCL M      Recupera el límite inferior de la integración.
Q03 RCL X      Recupera los límites superiores de integración.
                (X = D.)
Q04 FN= F      Especifica la función definida por LBL F para
                la integración.
Q05 ∫FN d D    Integra la función normal para la variable D.
                :
```

**Limitaciones.** La instrucción  $\int FN$  *variable* no puede ejecutar una rutina que contenga otra instrucción  $\int FN$ ; esto significa que no se puede utilizar en forma recurrente, de manera que Ud. no puede calcular integrales múltiples ( $\int(\int FN)$  error).  $\int FN$  tampoco puede ejecutar una rutina que contenga una instrucción  $FN =$  *rótulo* ( $\int FN$  ACTIVE error).  $\int FN$  no puede ejecutar una rutina que contenga una instrucción SOLVE ( $\int(\text{SOLVE})$  error), de la misma forma que SOLVE no puede ejecutar una rutina que contenga una instrucción de integración ( $\text{SOLVE}(\int FN)$  error).

La instrucción  $\int FN$  d *variable* de un programa emplea uno de los siete rotornos de subrutina pendientes de la calculadora. (Consulte la sección "Subrutinas incluidas" en el capítulo 6.)

---

## **Información adicional**

Este capítulo le brinda instrucciones para el uso de la integración en la HP-32S en una amplia gama de aplicaciones. El apéndice D contiene información más detallada sobre la manera en que funciona el algoritmo de integración, sobre las condiciones que pueden causar resultados incorrectos, las condiciones que prolongan el tiempo de cálculo y la forma de obtener la aproximación actual de una integral.

## Operaciones con números complejos

---

La HP-32S puede emplear números complejos de la forma

$$x + iy.$$

Cuenta con operaciones de aritmética compleja (+, -, ×, ÷), trigonometría compleja (sen, cos, tan) y las funciones matemáticas  $-z$ ,  $1/z$ ,  $z_1^{z_2}$ ,  $\ln z$  y  $e^z$  (donde  $z_1$  y  $z_2$  con números complejos).

En la HP-32S, los números complejos se procesan ingresando cada parte (imaginaria y real) de un número complejo en forma separada. Para ingresar dos números complejos, deberá Ud. entrar cuatro números separados. Para efectuar una operación compleja, oprima **■** **[C MPLX]** antes del operador. Por ejemplo, para efectuar

$$(2 + i4) + (3 + i5),$$

Oprima 4 **[ENTER]** 2 **[ENTER]** 5 **[ENTER]** 3 **■** **[C MPLX]** **[+]**. El resultado es  $5 + i9$ . (Oprima **[x↔y]** para ver la parte imaginaria.)

# La pila de números complejos

La pila de números complejos es realmente la pila de memoria corriente dividida en dos registros dobles que conservan dos números complejos,  $z_{1x} + iz_{1y}$  y  $z_{2x} + iz_{2y}$ .

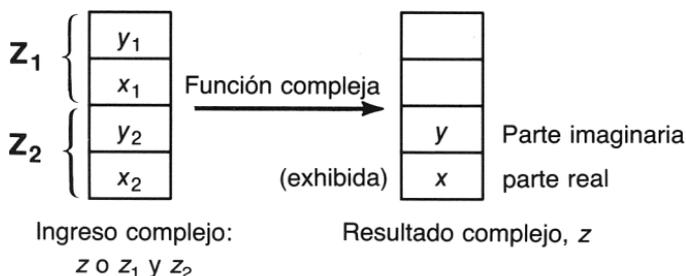
T	t
Z	z
Y	y
X	x

**Pila real**

$z_1$	$iy_1$
	$x_1$
$z_2$	$iy_2$
	$x_2$

**Pila compleja**

Dado que la parte imaginaria y la parte real de un número complejo se ingresan y se almacenan en forma separada, Ud. puede alterar o trabajar con cada una de las partes a la vez.



Ingrese siempre la parte imaginaria (la parte  $y$ ) de un número primero. La porción real del resultado ( $z_x$ ) se exhibe entonces; oprima  $\boxed{x \& y}$  para ver la porción imaginaria ( $z_y$ ).

## Operaciones complejas

Utilice las operaciones complejas de la misma forma que las operaciones reales, pero coloque antes del operador el comando

**[Cmplx]**.

**Para efectuar una operación con un número complejo haga lo siguiente:**

1. Ingrese el número complejo  $z$ , compuesto de  $x + iy$ ; para esto ingrese  $y$  **[ENTER]**  $x$ .
2. Seleccione la función compleja:

### Funciones de un número complejo, $z$

Para calcular:	Oprima:
Cambio de signo, $-z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[+/-]</b>
Inverso, $1/z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[1/x]</b>
Logaritmo natural, $\ln z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[LN]</b>
Antilogaritmo natural, $e^z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[e<sup>x</sup>]</b>
Sen $z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[SIN]</b>
Cos $z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[COS]</b>
Tan $z$	<b>[Cmplx]</b> <b>[TAN]</b>

**Para efectuar una operación aritmética con dos números complejos haga lo siguiente:**

1. Ingrese el primer número complejo,  $z_1$  (compuesto de  $x_1 + iy_1$ ); para esto ingrese  $y_1$  **[ENTER]**  $x_1$  **[ENTER]**. (Para  $z_1^{z_2}$  ingrese la parte correspondiente a la base,  $z_1$ , primero.)
2. Ingrese el segundo número complejo,  $z_2$ , escribiendo  $y_2$  **[ENTER]**  $x_2$ . (Para  $z_1^{z_2}$  ingrese el superíndice,  $z_2$ , en segundo lugar.)
3. Seleccione la operación aritmética:

## Aritmética con dos números complejos, $z_1$ y $z_2$

Para calcular:	Oprima:
Suma, $z_1 + z_2$	
Resta, $z_1 - z_2$	
Multiplicación, $z_1 \times z_2$	
División, $z_1 \div z_2$	
Función potencial, $z_1^{z_2}$	

**Ejemplos.** A continuación le ofrecemos algunos ejemplos de trigonometría y aritmética con números complejos:

Evalúe  $\text{sen}(2 + i3)$ .

**Teclas:**

3 2

**Pantalla:**

9,1545  
 -4,1689

**Descripción:**

Parte real del resultado.  
 El resultado es  
 $9,1545 - i4,1689$ .

Evalúe la expresión

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

donde  $z_1 = 23 + i13$ ,  $z_2 = -2 + i$ ,  $z_3 = 4 - i3$ .

Dado que la pila puede contener sólo dos números complejos al mismo tiempo, ejecute el cálculo como

$$z_1 \times [1 \div (z_2 + z_3)].$$

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
1 [ENTER] 2 [+/-]		
[ENTER] 3 [+/-] [ENTER] 4		Suma $z_2 + z_3$ ; exhibe la parte real.
■ [Cmplx] +	2,0000	
■ [Cmplx] 1/x	0,2500	$1 \div (z_2 + z_3)$ .
13 [ENTER] 23		$z_1 \div (z_2 + z_3)$ .
■ [Cmplx] x	2,5000	
[xzy]	9,0000	El resultado es $2,5 + i9$ .

Evalúe  $(4 - i2/5)(3 - i2/3)$ . No utilice las operaciones complejas cuando calcula sólo una parte de un número complejo.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
2 [ENTER] 5 [÷] [+/-]	-0,4000	Calcula la parte imaginaria empleando operaciones reales.
4 [ENTER]	4,0000	Ingresa la parte real del primer número complejo.
2 [ENTER] 3 [+/-] [+/-]	-0,6667	Calcula la parte imaginaria del segundo número complejo.
3 ■ [Cmplx] x	11,7333	Completa el ingreso del segundo número y luego multiplica los dos números complejos.
[xzy]	-3,8667	El resultado es $11,7333 - i3,8667$ .

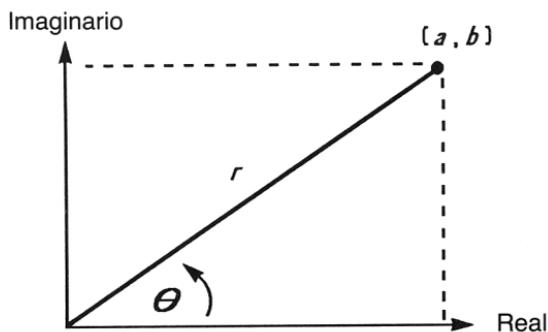
Evalúe  $e^{z-2}$ , donde  $z = (1 + i)$ . Utilice ■ [Cmplx] [y<sup>x</sup>] para evaluar  $z^{-2}$ ; ingrese  $-2$  como  $-2 + i0$ .

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
1 [ENTER] 1 [ENTER] 0 [ENTER] 2 [+/-]	0,0000	Resultado intermedio de $(1 + i)^{-2}$ .
[Cmplx] [y <sup>x</sup> ]	0,8776	Parte real del resultado final.
[Cmplx] [e <sup>x</sup> ]	0,8776	
[y <sup>x</sup> ]	-0,4794	El resultado final es $0,8776 - i0,4794$ .

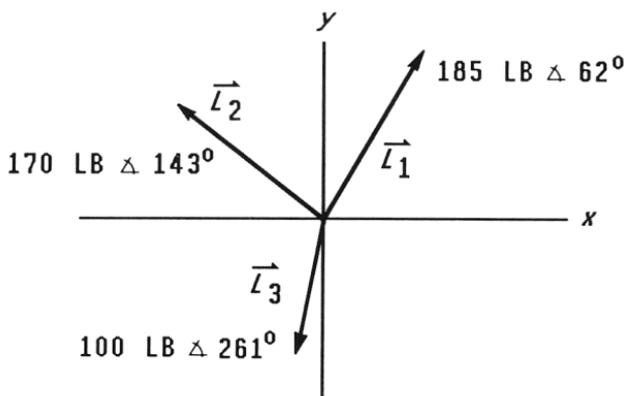
## Uso de números en la notación polar

Muchas aplicaciones emplean los números reales en forma *polar* o notación *fasor*. Estas formas utilizan pares numéricos, de la misma manera que los números complejos, de manera que Ud. puede efectuar cálculos aritméticos con estos números por medio de operaciones complejas. Como las operaciones complejas de la HP-32S actúan sobre los números en una forma *rectangular*, convierta la forma polar a una forma rectangular (por medio de [P↔RECT]) antes de ejecutar la operación de números complejos, y luego convierta el resultado nuevamente a la forma polar.

$$\begin{aligned}
 a + ib &= r(\cos \theta + i \operatorname{sen} \theta) = re^{i\theta} \\
 &= r \angle \theta \quad \text{Forma polar o fasor}
 \end{aligned}$$



**Ejemplo: Suma de vectores.** Sume los tres valores siguientes. Primero deberá convertir las coordenadas polares a coordenadas rectangulares.



Teclas:	Pantalla:	Descripción:
MODES {DG}		Fija el modo Grados.
62 ENTER 185		Ingresa $L_1$ y lo convierte a la forma rectangular.
P↔RECT {θ, r → γ, x}	86,8522	
143 ENTER 170		Ingresa y convierte $L_2$ .
P↔RECT {θ, r → γ, x}	-135,7680	
CMPLX +	-48,9158	Suma los vectores.
261 ENTER 100		Ingresa y convierte $L_3$ .
P↔RECT {θ, r → γ, x}	-15,6434	
CMPLX +	-64,5592	Suma $L_1 + L_2 + L_3$ .
P↔RECT {γ, x → θ, r}	178,9372	Convierte el vector nuevamente a la forma polar; exhibe $r$ .
x↔y	111,1489	Exhibe $\theta$ .

## Conversiones de base y aritmética

El menú BASE ( BASE) le permite cambiar la base numérica utilizada para ingresar números y para otras operaciones (incluyendo la programación). Al cambiar las bases también se convierte a la nueva base el número *exhibido en la pantalla*.

### El menú BASE

Menú Rótulo	Descripción
{DEC}	<i>Modo decimal.</i> Sin anunciador. Convierte números a la base 10. Los números cuentan con una parte entera y una parte fraccional.
{HX}	<i>Modo hexadecimal.</i> El anunciador <b>HEX</b> se encuentra encendido. Convierte números a la base 16 utilizando enteros solamente. Las teclas de la fila superior se convierten en los dígitos de  a  .
{OC}	<i>Modo octal.</i> El anunciador <b>OCT</b> se encuentra encendido. Convierte números a la base 8, utilizando enteros solamente. Las teclas  ,  y las teclas de la fila superior en posición normal sin cambio se encuentran inactivas.
{BN}	<i>Modo binario.</i> El anunciador <b>BIN</b> se encuentra encendido. Convierte números a la base 2 utilizando solamente enteros. Las teclas correspondientes a los dígitos distintos de  y  , y las funciones de la fila superior en posición normal sin cambio se encuentran inactivas. Si un número tiene más de 12 dígitos, las teclas de los extremos de la fila superior (  y  ) se encuentran activas para ver las ventanas. (Vea en este capítulo la sección "Ventanas para números binarios largos").

**Ejemplos: Conversión de base numérica.** Las pulsaciones de tecla siguientes efectúan varias conversiones de base.

Convierta  $125,99_{10}$  en número hexadecimal, octal y binario.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
125,99  <b>BASE</b> {HX}	7D	Convierte sólo la parte entera (125) del número decimal a la base 16 y exhibe su valor.
 <b>BASE</b> {OC}	175	Base 8.
 <b>BASE</b> {BN}	1111101	Base 2.
 <b>BASE</b> {DEC}	125,9900	Restaura la base 10; el valor decimal original se ha preservado, incluyendo su parte fraccional.

Convierta  $24FF_{16}$  a la base binaria. El número binario tendrá más de 12 dígitos (número máximo de presentación en pantalla) de longitud.

 <b>BASE</b> {HX} 24FF	24FF_	Utilice la tecla  para escribir "F".
 <b>BASE</b> {BN}	010011111111	El número binario entero no cabe. El anunciador  indica que el número continúa hacia la izquierda; el anunciador  apunta hacia  .
	10	Exhibe el resto del número. El número íntegro es $10010011111111_2$ .
	010011111111	Exhibe nuevamente los primeros 12 dígitos.
 <b>BASE</b> {DEC}	9,471,0000	Regresa a la base 10.

---

## Aritmética en las bases 2, 8 y 16

Ud. puede efectuar operaciones aritméticas empleando  $\boxed{+}$ ,  $\boxed{-}$ ,  $\boxed{\times}$ , y  $\boxed{\div}$  en cualquier base.\* Los cálculos aritméticos con las bases 2, 8 y 16 se efectúan en la forma complemento a 2 con enteros únicamente:

- Si un número tiene una parte fraccional, se utiliza solamente la parte entera para un cálculo aritmético.
- El resultado de una operación es siempre un entero (se trunca cualquier porción fraccional).

Mientras que las conversiones cambian solamente el número exhibido y no el número que se encuentra en el registro X, la *aritmética sí* altera el número que se encuentra en el registro X.

Si el resultado de una operación no se puede presentar con 36 bits, la pantalla mostrará el mensaje `OVERFLOW` junto con el mayor número positivo o negativo que sea posible.

**Ejemplos:** A continuación encontrará algunos ejemplos de cálculos aritméticos en el modo Hexadecimal, Octal y Binario.

$$12F_{16} + E9A_{16} = ?$$

**Teclas:**

$\boxed{\text{BASE}}$  {HX}

**Pantalla:**

FC9

**Descripción:**

Especifica la base 16.  
El anunciador **HEX** se encuentra encendido.

12F  $\boxed{\text{ENTER}}$  E9A  $\boxed{+}$

Resultado.

\*Las únicas teclas de función que se encuentran realmente desactivadas fuera del modo Decimal son  $\boxed{\sqrt{x}}$ ,  $\boxed{e^x}$ ,  $\boxed{\text{LN}}$ ,  $\boxed{y^x}$  y  $\boxed{\Sigma+}$ . Sin embargo, deberá recordar que la mayoría de las operaciones que no son aritméticas no darán un resultado significativo, ya que las partes fraccionales de los números se encuentran truncadas.

$$7760_8 - 4326_8 = ?$$

■ [BASE] {DC} 7711 Fija la base 8; El anunciador **OCT** se encuentra encendido. Convierte el número presentado en pantalla en número octal.

7760 [ENTER] 4326 [-] 3432 Resultado.

$$100_8 \div 5_8 = ?$$

100 [ENTER] 5 [+]  
14 Parte entera del resultado.

$$FA0_{16} + 1001100_2 = ?$$

■ [BASE] {HX} 5A0\_ 5A0\_ Fija la base 16. El anunciador **HEX** se encuentra encendido.

■ [BASE] {BN} 1001100 1001100\_ Cambia a la base 2. El anunciador **BIN** se encuentra encendido. De esta forma se finaliza el ingreso de dígitos, de manera que no se necesita [ENTER] entre los números.

[+] 10111101100 Resultado en base binaria.

■ [BASE] {HX} 5EC Resultado en base hexadecimal.

■ [BASE] {DC} 1,516,0000 Restaura la base decimal.

---

## La representación numérica

Aunque la *presentación* de un número se convierte al cambiar la base, la forma almacenada no se modifica, de manera que los números decimales no se truncan hasta que se utilicen en cálculos aritméticos.

Cuando un número aparece en la base hexadecimal, octal o binaria, se exhibe como un entero alineado con la orilla derecha de la pantalla, con una longitud de hasta 36 bits (12 dígitos octales o 9 dígitos hexadecimales). Los ceros iniciales no se exhiben, pero son importantes porque indican que se trata de un número positivo. Por ejemplo, la representación binaria de  $125_{10}$  se exhibe de la manera siguiente:

1111101

lo cual equivale al siguiente número de 36 dígitos:

000000000000000000000000000000001111101

## Números negativos

El bit que se encuentra al extremo izquierdo (el más significativo o “más alto”) de un número binario es el bit encargado de indicar el signo; para los números negativos está fijo en (1). Si existen ceros iniciales (sin exhibir), el bit del signo será 0 (positivo). Un número negativo es el complemento a 2 de su número binario positivo.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
546  <b>BASE</b> {HX}	222	Ingresa un número decimal positivo, y luego lo convierte a hexadecimal.
	FFFFFFDDE	Complemento a 2 (signo cambiado).
 <b>BASE</b> {BN}	110111011110	Versión binaria; ← indica que hay más dígitos.
 	111111111111	Exhibe la ventana del extremo izquierdo; se trata de un número negativo porque el bit de orden más alto es 1.
 <b>BASE</b> {DEC}	-546,0000	Número decimal negativo.

## Amplitud numérica

El límite de tamaño de 36 bits determina la amplitud numérica que se puede representar en las bases hexadecimal (9 dígitos), octal (12 dígitos) y binaria (36 dígitos), y la amplitud de números decimales (11 dígitos) que se pueden convertir a estas bases.

### Amplitud numérica para conversiones de base

Base	Entero positivo de mayor magnitud	Entero negativo de mayor magnitud
Hexadecimal	7FFFFFFF	80000000
Octal	377777777777	400000000000
Binaria	01111111111111111111111111111111 11111111111111111111111111111111	10000000000000000000000000000000 00000000000000000000000000000000
Decimal	34,359.738.367	-34,369.738.368

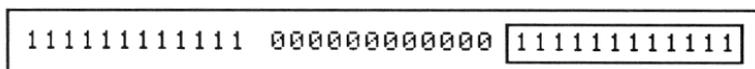
Al ingresar números, la calculadora no aceptará más del número máximo de dígitos para cada base. Por ejemplo, si Ud. intenta ingresar un número hexadecimal de 10 dígitos, la entrada se interrumpe y aparece el anunciador **▲**.

Si un número ingresado en base decimal se encuentra fuera de la amplitud dada anteriormente, producirá un mensaje **T O O B I G** en los modos correspondientes a las otras bases. Cualquier operación que produzca **T O O B I G** causa una condición de desbordamiento, la cual sustituye el número demasiado grande por el mayor número positivo o negativo que sea posible.

## Ventanas para números binarios largos

El número binario más largo puede tener 36 dígitos, o sea tres veces más de la cantidad de dígitos que caben en la pantalla. Cada presentación de 12 dígitos de un número largo recibe el nombre de *ventana*.

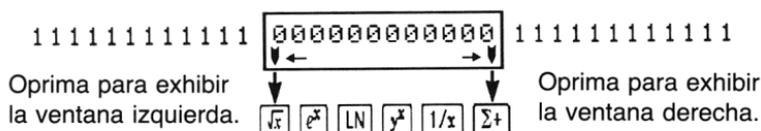
Número de 36 bits



Ventana de orden más alto

Ventana de orden más bajo  
(exhibido)

Cuando un número binario tiene más de 12 dígitos, el anunciador  $\leftarrow$  o  $\rightarrow$  (o ambos) aparece, indicando en qué dirección se encuentran los dígitos adicionales. Oprima la tecla indicada ( $\sqrt{x}$  o  $\Sigma+$ ) para ver la ventana oculta.



## Cómo mostrar (SHOW) números parcialmente ocultos

Las funciones  $\blacksquare$  **VIEW** e  $\blacksquare$  **INPUT** funcionan con números no decimales de la misma manera que con números decimales. Sin embargo, si el número octal o binario completo no cabe en la pantalla, los dígitos del extremo *izquierdo* se reemplazan con puntos suspensivos (...). Oprima  $\blacksquare$  **SHOW** para ver los dígitos ocultos por los rótulos  $A = \dots$  o  $A? \dots$ .

**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

$\blacksquare$  **BASE** {DC}

123456712345

**STO** A

23456712345\_\_

123456712345

Ingresa un número octal largo.

■ **VIEW** A

A = ...456712345

Elimina los tres dígitos del extremo izquierdo.

■ **SHOW**

123456712345

Muestra todos los dígitos.

(mantenga oprimida)

---

## Programación con BASE

Ud. puede programar instrucciones que cambian el modo de base por medio de ■ **BASE**. Estas especificaciones funcionan en los programas de la misma forma que las funciones utilizadas en el teclado. Esto le da la posibilidad de escribir programas que aceptan números en cualquiera de las cuatro bases, a la vez que puede efectuar cálculos aritméticos en cualquier base y exhibir los resultados en cualquier base.

Al escribir programas que emplean números en una base diferente de 10, especifique el mismo modo de base como *la base actualmente en uso* de la calculadora y como *la base vigente en el programa* (en forma de instrucción).

### Selección de un Modo de base en un programa

Inserte una instrucción BIN, OCT o HEX al comienzo del programa. Deberá incluir una instrucción DEC al final del programa para que la especificación de la calculadora regrese al modo Decimal cuando el programa haya terminado.

Una instrucción colocada en un programa para cambiar el modo de base determinará la forma en que la información resultante será interpretada y la apariencia que tendrá *durante y después de la ejecución del programa*. Sin embargo, *no* afecta las líneas del programa al ingresarlas.

Las operaciones SOLVE y fFN fijan automáticamente el modo DEC.

### Números ingresados en líneas de programa

Antes de comenzar con el ingreso del programa especifique el modo de base. La especificación en uso para el modo de base determina la base de los números ingresados en las líneas de programa. La presentación de estos números cambiará al cambiar el modo de base.

Los números de la línea de programa aparecen siempre en la base 10.

Un anunciador le indicará cuál de las bases constituye la especificación en uso. Por ejemplo, compare las líneas de programa ilustradas más abajo en la columna izquierda y la columna derecha. Observe que el número hexadecimal, al igual que los números no decimales, está alineado a la derecha.

### Especificación de modo decimal

```
      :  
      PRGM  
A09 HEX  
  
      PRGM  
A10 23  
      :
```

### Especificación de modo hexadecimal

```
      :  
      PRGM    HEX  
A09 HEX  
  
      PRGM    HEX  
A10          17  
      :  
      ↑
```

Los números de líneas de programa son siempre decimales.

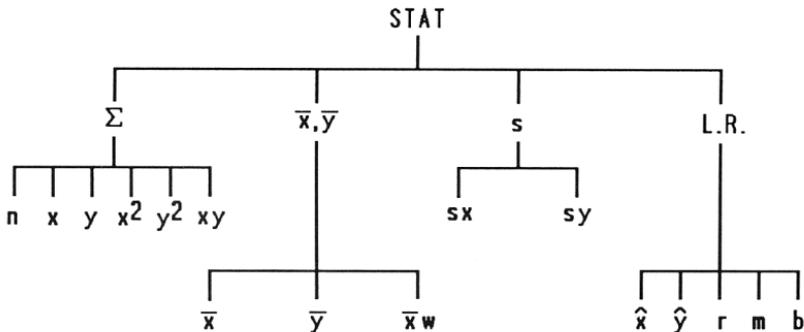
Especificación de modo de base en uso.

# 11

## Operaciones estadísticas

El menú STAT (estadísticas) proporciona funciones que ayudan a analizar estadísticamente un grupo de datos de una o dos variables.

- Datos de una variable: media aritmética y desviación estándar.
- Datos de dos variables  $(x,y)$ : regresión lineal y estimación lineal ( $\hat{x}$  e  $\hat{y}$ ).
- Media ponderada ( $x$  ponderada por  $y$ ).
- Estadísticas de sumatoria:  $n$ ,  $\Sigma x$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $\Sigma y^2$  y  $\Sigma xy$ .



### Ingreso de datos estadísticos ( $\Sigma+$ , $\Sigma-$ )

Los datos de una y de dos variables se ingresan en manera similar. Los valores correspondientes se acumulan como estadísticas de sumatoria en seis registros de estadísticas, cuyos valores se exhiben bajo  $\blacksquare$  [STAT] { $\Sigma$ }.

## Ingreso de datos de una sola variable

1. Oprima  $\blacksquare$  **CLEAR**  $\{\Sigma\}$  para despejar los datos estadísticos previos.
2. Ingrese cada valor de  $x$  y oprima  $\{\Sigma+\}$ .
3. La pantalla mostrará  $n$ , el número de valores estadísticos acumulados hasta el momento.\*

Para recuperar un valor en la pantalla inmediatamente después de haberlo ingresado, oprima  $\blacksquare$  **LASTx**.

## Ingreso de datos de dos variables

Cuando sus datos están formados por dos variables,  $x$  es la variable *independiente* e  $y$  es la variable *dependiente*. Recuerde que debe ingresar los pares de datos  $(x, y)$  en orden inverso para que  $y$  vaya al registro Y y  $x$  al registro X.

1. Oprima  $\blacksquare$  **CLEAR**  $\{\Sigma\}$  para despejar los datos estadísticos previos.
2. Ingrese primero el valor de  $y$  y oprima **ENTER**.
3. Ingrese el valor de  $x$  correspondiente y oprima  $\{\Sigma+\}$ .
4. La pantalla mostrará  $n$ , el número de pares de datos estadísticos acumulados hasta ahora.
5. Continúe ingresando los pares  $x,y$ . El valor de  $n$  se actualiza con cada ingreso.

Para recuperar un valor de  $x$  en la pantalla inmediatamente después de haberlo ingresado, oprima  $\blacksquare$  **LASTx**.

\*Este procedimiento en realidad ingresa dos variables en los registros estadísticos, pues el valor ya existente en el registro Y se acumula como valor de  $y$ . Por esta razón, la calculadora efectuará una regresión lineal y mostrará los valores basados en  $y$  aun cuando Ud. haya ingresado sólo datos de  $x$ —o aun si Ud. ha ingresado un número desigual de valores de  $x$  e  $y$ . No ocurre ningún error, pero los resultados obviamente no son significativos.

## Corrección de errores en el ingreso de datos

Si Ud. comete un error al ingresar datos estadísticos, borre la información incorrecta y agregue la información correcta. Aun si sólo un valor del par  $x, y$  es correcto, Ud. deberá borrar y volver a ingresar ambos valores.

Para corregir información estadística haga lo siguiente

1. Reingrese los datos incorrectos, pero en lugar de oprimir  $\boxed{\Sigma+}$ , oprima  $\boxed{\Sigma-}$ . De esta manera se borran el valor o los valores y se decrementa  $n$ .
2. Ingrese el valor o los valores correctos por medio de  $\boxed{\Sigma+}$ .

Si los valores incorrectos fueran los que Ud. acaba de ingresar, puede simplemente oprimir  $\boxed{\text{LAST}x}$  para recuperarlos, seguido de  $\boxed{\Sigma-}$  para borrarlos. (El valor de  $y$  incorrecto se encontraba aún en el registro Y, y el valor de  $x$  fue almacenado en el registro LAST $x$ .)

**Ejemplo:** Ingrese los valores de  $x$  e  $y$  mostrados a la izquierda y luego efectúe las correcciones mostradas a la derecha .

<b>x,y iniciales</b>	<b>x,y corregidos</b>
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

### Teclas:

### Pantalla:

### Descripción:

$\boxed{\text{CLEAR}}$   $\{\Sigma\}$

4  $\boxed{\text{ENTER}}$  20  $\boxed{\Sigma+}$

6  $\boxed{\text{ENTER}}$  400  $\boxed{\Sigma+}$

1 ,0000

2 ,0000

Borra la información estadística previa y luego entra los pares de datos. La pantalla muestra  $n$ , el número de pares de datos ingresados.

$\boxed{\text{LAST}x}$

400 ,0000

Presenta nuevamente el último valor de  $x$ . El último valor de  $y$  se encuentra aún en el registro Y. (Oprima  $\boxed{x\bar{y}}$  dos veces para verificar  $y$ .)

$\blacksquare$   $\Sigma^-$  1,0000  
 6  $\text{ENTER}$  40  $\Sigma^+$  2,0000

Borra y reemplaza el último par de datos (sustituye 400,6 por 40,6).

4  $\text{ENTER}$  20  $\blacksquare$   $\Sigma^-$  1,0000  
 5  $\text{ENTER}$  20  $\Sigma^+$  2,0000

Borra y reemplaza el primer par (sustituye 20, 4 por 20, 5). Aún existe un total de dos pares.

## Cálculos estadísticos

Una vez que haya ingresado los datos estadísticos, podrá utilizar las funciones que se encuentran en el menú STAT. Oprima  $\blacksquare$   $\text{STAT}$  para exhibir el menú STAT.

### El menú STAT

Rótulo de menú	Descripción
$\{\Sigma\}$	El menú de sumatoria: $n, \Sigma x, \Sigma y, \Sigma x^2, \Sigma y^2, \Sigma xy$ . Vea la sección "Estadísticas de sumatoria".
$\{\bar{x}, \bar{y}\}$	El menú de media aritmética: $\bar{x}, \bar{y}$ y $\bar{x}$ ponderada ( $\bar{x}w$ ). Vea la sección "Media aritmética y desviación estándar".
$\{s\}$	El menú de desviación estándar: $s_x$ y $s_y$ . Vea la sección "Media aritmética y desviación estándar".
$\{L, R, \}$	El menú de regresión lineal: ajuste de curva ( $r, m, b$ ) y estimación lineal ( $\hat{x}, \hat{y}$ ). Vea la sección "Regresión lineal".

## Media aritmética y desviación estándar.

### El menú para la media aritmética ( $\bar{x}, \bar{y}$ ).

- Oprima  $\blacksquare$   $\text{STAT}$   $\{\bar{x}, \bar{y}\}$   $\{\bar{x}\}$  para hallar la media aritmética (promedio) de los valores de  $x$ .
- Oprima  $\blacksquare$   $\text{STAT}$   $\{\bar{x}, \bar{y}\}$   $\{\bar{y}\}$  para hallar la media aritmética (promedio) de los valores de  $y$ .

- Oprima  $\blacksquare$   $\boxed{\text{STAT}}$   $\{\bar{x}, \bar{y}\} \{\bar{x}_w\}$  para hallar la media ponderada de los valores de  $x$  que utilizan los valores de  $y$  como ponderaciones o frecuencias. Estas ponderaciones pueden ser enteros o no enteros.

**El menú de la desviación estándar (s).** La desviación estándar es una medida de la dispersión de los valores alrededor de la media.

- Oprima  $\blacksquare$   $\boxed{\text{STAT}}$   $\{s\} \{s_x\}$  para hallar la desviación estándar de los valores de  $x$ .\*
- Oprima  $\blacksquare$   $\boxed{\text{STAT}}$   $\{s\} \{s_y\}$  para hallar la desviación estándar de los valores de  $y$ .\*

**Ejemplo: Media aritmética y desviación estándar con una variable.** Supongamos que el supervisor de producción Francisco Castro desea determinar cuánto tiempo toma completar cierto proceso. En forma arbitraria, Francisco escoge a diez personas, las observa mientras completan el proceso y registra la cantidad de minutos empleados:

15,5	9,25	10,0
12,5	12,0	8,5

Calcule la media aritmética y la desviación estándar de las horas. (Considere todos estos datos como si fueran valores de  $x$ .)

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
$\blacksquare$ $\boxed{\text{CLEAR}}$ $\{\Sigma\}$		Despeja los registros estadísticos.
15.5 $\boxed{\Sigma+}$	1,0000	Ingresa el primer período de tiempo.
9.25 $\boxed{\Sigma+}$ 10 $\boxed{\Sigma+}$	3,0000	Ingresa los datos restantes.
12.5 $\boxed{\Sigma+}$ 12 $\boxed{\Sigma+}$	5,0000	
8.5 $\boxed{\Sigma+}$	6,0000	
$\blacksquare$ $\boxed{\text{STAT}}$ $\{\bar{x}, \bar{y}\} \{\bar{x}\}$	11,2917	Calcula la media aritmética.

\*De esta forma se calcula la *desviación estándar de muestreo* (utilizando  $n-1$  como divisor), la cual presume que la información es una muestra de un grupo más grande y completo de datos. Si los datos que Ud. posee constituyen la población entera, se puede calcular la *desviación estándar de población* hallando la media de los datos originales, agregando la media a los datos estadísticos por medio de  $\boxed{\Sigma+}$  y luego calculando la desviación estándar.

■ **STAT** {s}{sx}

2,5808

Calcula la desviación estándar.

**Ejemplo: Media ponderada.** Una compañía manufacturera compra cierto repuesto cuatro veces al año. Las compras del año pasado fueron:

<b>Precio por pieza (x)</b>	\$4,25	\$4,60	\$4,70	\$4,10
<b>Cantidad de piezas (y)</b>	250	800	900	1000

Halle el precio promedio pagado por esta pieza. Recuerde que debe de ingresar  $y$ , la ponderación (frecuencia), antes de  $x$ , que constituye el precio.

**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

■ **CLEAR** {Σ}

Despeja los registros estadísticos.

250 **ENTER** 4.25 **Σ+**

1,0000

Ingresar los datos y sus ponderaciones.

800 **ENTER** 4.6 **Σ+**

2,0000

900 **ENTER** 4.7 **Σ+**

3,0000

1000 **ENTER** 4.1 **Σ+**

4,0000

■ **STAT** { $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ } { $\bar{x}w$ }

4,4314

Calcula el precio promedio ponderado según la cantidad comprada.

## Regresión lineal

La regresión lineal (también llamada *estimación lineal*) es un método estadístico utilizado para hallar una línea recta que se ajuste mejor a un grupo de datos apareados  $x,y$ . Asegúrese de ingresar los valores antes de utilizar estas funciones.

- Para hallar un valor estimado de  $x$  (o de  $y$ ), ingrese *primero* un valor hipotético dado para  $y$  (o para  $x$ ) y *luego* oprima ■ **STAT** {L, R} { $\hat{x}$ } (o { $\hat{y}$ }).
- Para hallar los valores que definen la línea que mejor se ajusta a su información, oprima ■ **STAT** {L, R, } seguido de {r}, {m} o {b}.

## El menú de regresión lineal (L.R.)

Rótulo de menú	Descripción
{ $\hat{x}$ }	Estima (pronostica) el valor de $x$ para un valor hipotético dado de $y$ , basándose en la línea calculada para ajustarse a los datos.
{ $\hat{y}$ }	Estima (pronostica) el valor de $y$ para un valor hipotético de $x$ , basándose en la línea calculada para ajustarse a los datos.
{ $r$ }	Coeficiente de correlación para los datos ( $x, y$ ). El coeficiente de correlación es un número entre $-1$ y $+1$ que mide la exactitud con que la línea calculada se ajusta a los datos.
{ $m$ }	Pendiente de la línea calculada.
{ $b$ }	Intersección de la línea calculada en el eje de $y$ (ordenadas).

**Ejemplo: Ajuste de curva.** El rendimiento de una nueva variedad de arroz depende del índice de fertilización con nitrógeno. Para los datos dados a continuación, determine la relación lineal, incluyendo el coeficiente de correlación, la pendiente y la intersección con el eje  $y$ .

<b>X, Nitrógeno aplicado (kg por hectárea)</b>	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00
<b>Y, Rendimiento en grano (toneladas métricas por hectárea)</b>	4,63	5,78	6,61	7,21	7,78

**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

■ CLEAR { $\Sigma$ }

Despeja los datos estadísticos previos.

4.63 ENTER 0  $\Sigma+$

5.78 ENTER 20  $\Sigma+$

6.61 ENTER 40  $\Sigma+$

7.21 ENTER 60  $\Sigma+$

7.78 ENTER 80  $\Sigma+$

5,0000

Ingresa la información; exhibe  $n$ : 5 pares de datos ingresados.

■ STAT {L, R, .}

$\hat{x}$   $\hat{y}$   $r$   $m$   $b$

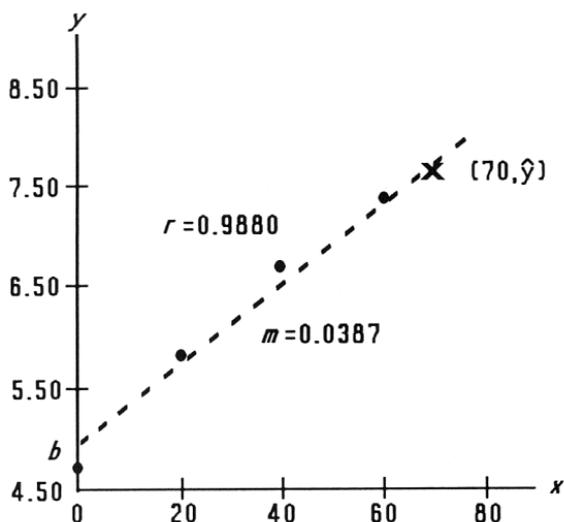
Exhibe el menú de regresión lineal.

{ $r$ }

0,9880

Coeficiente de correlación; la información se aproxima bastante a la línea recta.

<b>[STAT]</b> {L, R, } {m}	0,0387	Pendiente de la línea.
<b>[STAT]</b> {L, R, } {b}	4,8560	Intersección con el eje y.



¿Qué pasaría si se aplicaran 70 kg de fertilizante de nitrógeno al plantío de arroz? Pronostique el rendimiento del grano basándose en las estadísticas presentadas.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
70	70__	Ingresa el valor hipotético de $x$ .
<b>[STAT]</b> {L, R, } {ŷ}	7,5615	Rendimiento pronosticado en toneladas por hectárea.

---

## Limitaciones en la precisión de la información

Dado que la calculadora emplea una precisión finita (de 12 a 15 dígitos), es obvio que existirán limitaciones en los cálculos debido al redondeo. Aquí le presentamos dos ejemplos:

**Normalización de números próximos grandes.** Es probable que la calculadora no pueda calcular correctamente la desviación estándar y la regresión lineal para una variable cuyos valores difieren en una cantidad relativamente pequeña. Para evitar este problema, normalice los datos ingresando cada valor como la diferencia de un valor central (como por ejemplo la media aritmética). Para los valores normalizados de  $x$ , esta diferencia se debe agregar entonces nuevamente al cálculo de  $\bar{x}$  y de  $\hat{x}$ ;  $\hat{y}$  y  $b$  se deben ajustar también. Por ejemplo, si los valores de  $x$  fueran 7776999, 7777000 y 7777001, Ud. debería ingresar los datos como  $-1$ ,  $0$  y  $1$ ; luego sume 7777000 nuevamente a  $\bar{x}$  y a  $\hat{x}$ . Al valor de  $b$  debe sumar  $7777000 \times m$ . Para calcular  $\hat{y}$ , asegúrese de proveer un valor de  $x$  que sea menor que 7777000.

Pueden ocurrir inexactitudes similares si los valores de  $x$  e  $y$  tienen magnitudes muy diferentes. De igual manera, el ajuste de la magnitud de los datos puede evitar este inconveniente.

**Efecto de los datos suprimidos.** La ejecución de  $\blacksquare \boxed{\Sigma^-}$  no borra ningún error de redondeo que los valores originales puedan haber generado en los registros estadísticos. La diferencia no es seria a no ser que la información incorrecta tenga una magnitud enorme comparada con la información correcta. En ese caso, lo mejor sería borrar todos los datos y volver a ingresarlos.

---

## Valores de sumatoria y los registros estadísticos

Los registros estadísticos son seis áreas de la memoria que almacenan la acumulación de los seis valores de sumatoria.

### Estadísticas de sumatoria

Al oprimir  $\blacksquare \boxed{\text{STAT}} \{ \Sigma \}$  Ud. logra acceso al contenido de los registros estadísticos:

- Oprima  $\{n\}$  para ver el número acumulado de grupos de datos.
- Oprima  $\{x\}$  para ver la suma de los valores de  $x$ .
- Oprima  $\{y\}$  para ver la suma de los valores de  $y$ .

- Oprima  $\{x^2\}$ ,  $\{y^2\}$  y  $\{xy\}$  para ver las sumas de los cuadrados y la suma de los productos. Estos valores son importantes para ejecutar otros cálculos estadísticos aparte de los provistos en la calculadora.

## Los registros estadísticos de la memoria de la calculadora

El espacio de memoria (48 bytes) de los registros estadísticos se asigna automáticamente (si ya no existe) cuando Ud. oprime  $\boxed{\Sigma+}$  o  $\boxed{\Sigma-}$ . Los registros se borran y la memoria vuelve a su condición original cuando Ud. ejecuta  $\blacksquare \boxed{\text{CLEAR}} \boxed{\Sigma}$ .

Si no hay suficiente memoria en la calculadora para conservar los registros estadísticos al oprimir por primera vez  $\boxed{\Sigma+}$  (o  $\boxed{\Sigma-}$ ), la calculadora exhibirá el mensaje MEMORY FULL. Ud. deberá borrar las variables o programas (o ambos) para crear espacio en la memoria para los registros estadísticos, antes de ingresar datos estadísticos. Vea la sección "Manejo de la memoria de la calculadora" en el apéndice B.

# Parte 4

## Programas de aplicación

---

<b>Página 164</b>	<b>12: Programas de matemáticas</b>
<b>204</b>	<b>13: Programas de estadísticas</b>
<b>222</b>	<b>14: Programas varios</b>

## Programas de matemáticas

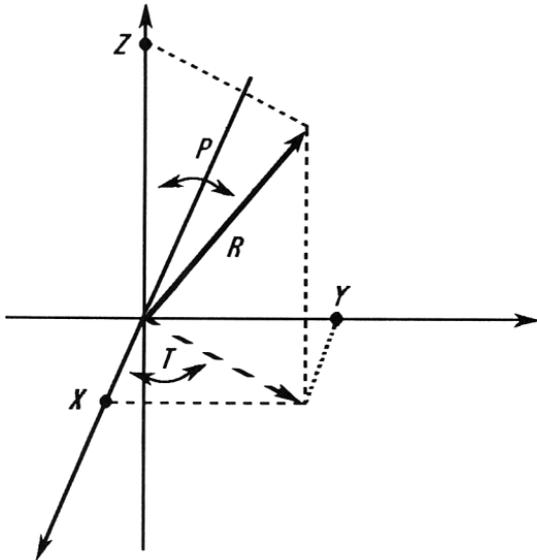
---

El uso de la memoria y la suma de verificación para cada rótulo de programa se puede verificar empleando el catálogo de programas (página 85).

---

### Operaciones con vectores

Este programa ejecuta las operaciones básicas con vectores: suma, resta, producto vectorial y producto escalar. El programa emplea vectores tridimensionales y permite la entrada y salida de información en forma rectangular o polar. También se pueden hallar ángulos entre vectores.



**Sistemas de coordenadas de vectores**

Este programa emplea las siguientes ecuaciones.

Conversión de coordenadas:

$$X = R \operatorname{sen}(P) \cos(T) \quad R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$Y = R \operatorname{sen}(P) \operatorname{sen}(T) \quad T = \arctan \frac{Y}{X}$$

$$Z = R \cos(P) \quad P = \arctan \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$$

Suma y resta de vectores:

$$\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 = (X + U)\mathbf{i} + (Y + V)\mathbf{j} + (Z + W)\mathbf{k}$$

$$\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 = (U - X)\mathbf{i} + (V - Y)\mathbf{j} + (W - Z)\mathbf{k}$$

Producto vectorial:

$$\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2 = (YW - ZV)\mathbf{i} + (ZU - XW)\mathbf{j} + (XV - YU)\mathbf{k}$$

Producto escalar:

$$D = XU + YV + ZW$$

Angulo entre vectores ( $\gamma$ ):

$$G = \arccos \frac{D}{R_1 \times R_2},$$

donde

$$\mathbf{v}_1 = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j} + Z\mathbf{k}$$

y

$$\mathbf{v}_2 = U\mathbf{i} + V\mathbf{j} + W\mathbf{k}$$

El vector exhibido por las rutinas de ingreso (LBL P y LBL R) es  $V_1$ .

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

R01 LBL R	Define el comienzo de la rutina de ingreso/presentación rectangular.
R02 INPUT X	Exhibe o acepta el ingreso de X.
R03 INPUT Y	Exhibe o acepta el ingreso de Y.
R04 INPUT Z	Exhibe o acepta el ingreso de Z.
Bytes y suma de verificación: 006.0, 80FB	
Q01 LBL Q	Define el comienzo del proceso de conversión de rectangular a polar.
Q02 RCL Y	
Q03 RCL X	
Q04 $\sqrt{\phantom{x}}$ , $x \rightarrow \theta, r$	Calcula $\sqrt{(X^2 + Y^2)}$ y $\arctan(Y/X)$ .
Q05 $x \langle \rangle y$	
Q06 STO T	Almacena $T = \arctan(Y/X)$ .
Q07 R+	Recupera $\sqrt{(X^2 + Y^2)}$ .
Q08 RCL Z	
Q09 $\sqrt{\phantom{x}}$ , $x \rightarrow \theta, r$	Calcula $\sqrt{(X^2 + Y^2 + Z^2)}$ y P.
Q10 STO R	Almacena R.
Q11 $x \langle \rangle y$	
Q12 STO P	Almacena P.
Bytes y suma de verificación: 018.0, D6D5	
P01 LBL P	Define el comienzo de la rutina de ingreso/presentación polar.
P02 INPUT R	Exhibe o acepta el ingreso de R.
P03 INPUT T	Exhibe o acepta el ingreso de T.
P04 INPUT P	Exhibe o acepta el ingreso de P.
P05 RCL T	
P06 RCL P	
P07 RCL R	
P08 $\theta, r \rightarrow y, x$	Calcula $R \cos(P)$ y $R \sin(P)$ .
P09 STO Z	Almacena $Z = R \cos(P)$ .
P10 R+	
P11 $\theta, r \rightarrow y, x$	Calcula $R \sin(P) \cos(T)$ y $R \sin(P) \sin(T)$ .
	Almacena $X = R \sin(P) \cos(T)$ .
P12 STO X	
P13 $x \langle \rangle y$	

P14 STO Y            Almacena  $Y = R \operatorname{sen}(P) \operatorname{sen}(T)$ .  
P15 GTO P            Ejecuta un bucle para mostrar el formato polar  
otra vez.

Bytes y suma de verificación: 022.5, AA98

E01 LBL E            Define el comienzo de la rutina de ingreso de  
vector.

E02 RCL X            Copia los valores de  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  a  $U$ ,  $V$  y  $W$   
respectivamente.

E03 STO U

E04 RCL Y

E05 STO V

E06 RCL Z

E07 STO W

E08 GTO Q            Efectúa un bucle para la conversión y la presen-  
tación/ingreso de coordenadas polares.

Bytes y suma de verificación: 012.0, 7137

X01 LBL X            Define el comienzo de la rutina de intercambio  
de vectores.

X02 RCL X            Intercambia  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  por  $U$ ,  $V$  y  $W$  respec-  
tivamente.

X03 RCL U

X04 STO X

X05  $\times \langle \rangle y$

X06 STO U

X07 RCL Y

X08 RCL V

X09 STO Y

X10  $\times \langle \rangle y$

X11 STO V

X12 RCL Z

X13 RCL W

X14 STO Z

X15  $\times \langle \rangle y$

X16 STO W

X17 GTO Q            Efectúa un bucle para la conversión y la presen-  
tación/ingreso de coordenadas polares.

Bytes y suma de verificación: 025.5, EAD8

A01 LBL A Define el comienzo de la rutina de suma de vectores.

A02 RCL X

A03 RCL+ U

A04 STO X Almacena  $X + U$  en  $X$ .

A05 RCL V

A06 RCL+ Y

A07 STO Y Almacena  $V + Y$  en  $Y$ .

A08 RCL Z

A09 RCL+ W

A10 STO Z Almacena  $Z + W$  en  $Z$ .

A11 GTO 0 Efectúa un bucle para la conversión y la presentación/ingreso de coordenadas polares.

Bytes y suma de verificación: 016.5, F888

S01 LBL S Define el comienzo de la rutina de resta de vectores.

S02 -1 Multiplica  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  por  $(-1)$  para cambiar el signo.

S03 STO× X

S04 STO× Y

S05 STO× Z

S06 GTO A Se dirige hacia la rutina de suma de vectores.

Bytes y suma de verificación: 017.0, 250B

C01 LBL C Define el comienzo de la rutina de producto vectorial.

C02 RCL Y

C03 RCL× W

C04 RCL Z

C05 RCL× V

C06 - Calcula  $(YW - ZV)$ , el cual es el componente  $X$ .

C07 RCL Z

C08 RCL× U

C09 RCL X

C10 RCL× W

C11 - Calcula  $(ZU - WX)$ , el cual es el componente  $Y$ .

C12	RCL X	
C13	RCL× V	
C14	RCL Y	
C15	RCL× U	
C16	-	
C17	STO Z	Almacena ( $XV - YU$ ), el cual es el componente Z.
C18	R+	
C19	STO Y	Almacena el componente Y.
C20	R+	
C21	STO X	Almacena el componente X.
C22	GT0 Q	Efectúa un bucle para la conversión y la presentación/ingreso de coordenadas polares.
Bytes y suma de verificación: 033.0, D74B		
D01	LBL D	Define el comienzo de la rutina de producto escalar y ángulo de vector.
D02	RCL X	
D03	RCL× U	
D04	RCL Y	
D05	RCL× V	
D06	+	
D07	RCL Z	
D08	RCL× W	
D09	+	
D10	STO D	Almacena el producto escalar de $XU + YV + ZW$ .
D11	VIEW D	Exhibe el producto escalar.
D12	RCL D	
D13	RCL R	
D14	÷	Divide el producto escalar por la magnitud del vector X, Y, Z.
D15	RCL W	
D16	RCL V	
D17	RCL U	
D18	$\gamma, x \rightarrow \theta, r$	
D19	$x \langle \rangle y$	
D20	R+	
D21	$\gamma, x \rightarrow \theta, r$	Calcula la magnitud del vector U, V, W.
D22	$x \langle \rangle y$	
D23	R+	

D24 ÷	Divide el resultado previo entre la magnitud.
D25 ACOS	Calcula el ángulo.
D26 STO G	
D27 VIEW G	Exhibe el ángulo.
D28 GTO P	Efectúa un bucle para la presentación e ingreso polar.

Bytes y suma de verificación: 042.0, 739F

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 280,5 bytes: 192,5 para el programa, 88 para las variables.

**Comentarios:** La longitud de la rutina S se puede acortar unos 6,5 bytes. El valor  $-1$  ocupa 9,5 bytes en el formato mostrado. Si aparece como 1 seguido de  $+/-$ , necesitará únicamente 3 bytes. Para efectuar esto, Ud. deberá ingresar un paso falso entre el 1 y  $+/-$ , y luego borrar el paso falso.

Los términos “polar” y “rectangular”, los cuales se refieren a los sistemas bi-dimensionales, se utilizan en lugar de los términos correspondientes a los sistemas tridimensionales “esférico” y “cartesiano”. Esta adaptación de terminología permite que los rótulos estén asociados con su función sin conflictos desconcertantes. Por ejemplo, si LBL C hubiera estado asociado con el ingreso de coordenadas cartesianas, no habría estado disponible para el producto vectorial.

### Instrucciones de programa:

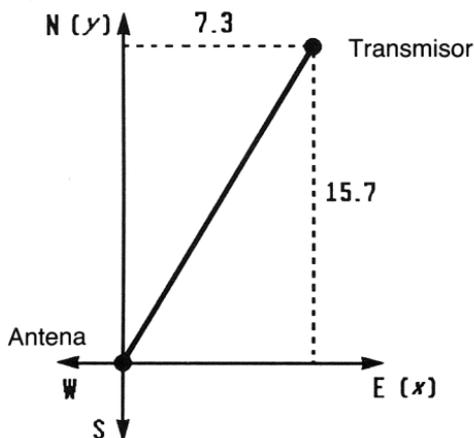
1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima  $\boxed{C}$ .
2. Si el vector se encuentra en forma rectangular, oprima  $\boxed{XEQ}$  R y continúe con el paso 4. Si el vector se encuentra en forma polar, oprima  $\boxed{XEQ}$  P y continúe con el paso 3.
3. Ingrese R y oprima  $\boxed{R/S}$ , ingrese T y oprima  $\boxed{R/S}$  e ingrese P y oprima  $\boxed{R/S}$ . Continúe con el paso 5.
4. Ingrese X y oprima  $\boxed{R/S}$ , ingrese Y y oprima  $\boxed{R/S}$ , e ingrese Z y oprima  $\boxed{R/S}$ .
5. Para ingresar un segundo vector, oprima  $\boxed{XEQ}$  E (se refiere al ingreso o “Enter”) y continúe con el paso 2.

6. Ejecute la operación de vector deseada:
  - a. Sume los vectores oprimiendo  $\boxed{\text{XEQ}}$  A;
  - b. Sustraiga el vector uno del vector dos oprimiendo  $\boxed{\text{XEQ}}$  S;
  - c. Calcule el producto vectorial oprimiendo  $\boxed{\text{XEQ}}$  C;
  - d. Calcule el producto escalar oprimiendo  $\boxed{\text{XEQ}}$  D; para calcular el ángulo entre vectores oprima  $\boxed{\text{R/S}}$ .
7. Paso opcional: para ver  $\mathbf{v}_1$  en forma polar oprima  $\boxed{\text{XEQ}}$  P y luego oprima  $\boxed{\text{R/S}}$  varias veces para ver los elementos individuales.
8. Paso opcional: para ver  $\mathbf{v}_1$  en forma rectangular oprima  $\boxed{\text{XEQ}}$  R y luego oprima  $\boxed{\text{R/S}}$  varias veces para ver los elementos individuales.
9. Si Ud. sumó, restó o calculó el producto vectorial,  $\mathbf{v}_1$  fue reemplazado por el resultado.  $\mathbf{v}_2$  no presenta alteración. Para continuar con los cálculos basados en el resultado, recuerde que debe oprimir  $\boxed{\text{XEQ}}$  E antes de ingresar el nuevo vector.
10. Siga con el paso 2 para continuar los cálculos de vector.

### Variables utilizadas:

$X, Y, Z$	Componentes rectangulares de $\mathbf{v}_1$ .
$U, V, W$	Componentes rectangulares de $\mathbf{v}_2$ .
$R, T, P$	Radio, ángulo en el plano $x-y$ ( $\theta$ ) y ángulo desde el eje $Z$ a $\mathbf{v}_1$ ( $\Phi$ ).
$D$	Producto escalar.
$G$	Angulo entre vectores ( $\gamma$ ).

**Ejemplo 1.** Una antena de microondas debe de apuntar hacia un transmisor ubicado 15,7 kilómetros al norte, 7,3 kilómetros al este y 0,75 kilómetros más abajo. Utilice la capacidad de conversión rectangular a polar para hallar la distancia total y la dirección del transmisor.



**Teclas:**

$\boxed{\text{XEQ}}$  R

7.3  $\boxed{\text{R/S}}$

15.7  $\boxed{\text{R/S}}$

.76  $\boxed{+/-}$   $\boxed{\text{R/S}}$

$\boxed{\text{R/S}}$

$\boxed{\text{R/S}}$

**Pantalla:**

X? valor

Y? valor

Z? valor

R = 17,3308

T = 65,0631

P = 92,5134

**Descripción:**

Comienza la rutina de ingreso/presentación rectangular.

Iguala X a 7,3.

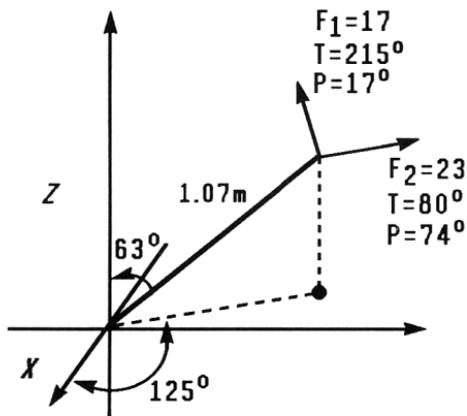
Iguala Y a 15,7.

Iguala Z a -0,76 y calcula R, el radio.

Calcula T, el ángulo en el plano x/y.

Calcula P, el ángulo entre el vector y el eje de z.

**Ejemplo 2.** ¿Cuál es el momento en el punto de origen de la palanca ilustrada a continuación? ¿Cuál es el componente de fuerza a lo largo de la palanca? ¿Cuál es el ángulo que se encuentra entre el resultante de los vectores de fuerza y la palanca?



Primero sume los vectores de fuerza.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<input type="button" value="XEQ"/> P	R? valor	Inicia la rutina de ingreso polar.
17 <input type="button" value="R/S"/>	T? valor	Iguala el radio a 17.
215 <input type="button" value="R/S"/>	P? valor	Iguala T a 215.
17 <input type="button" value="R/S"/>	R? 17,0000	Iguala P a 17.
<input type="button" value="XEQ"/> E	R? 17,0000	Ingresa el vector copiándolo en $v_2$ .
23 <input type="button" value="R/S"/>	T? -145,0000	Iguala el radio de $v_1$ a 23.
80 <input type="button" value="R/S"/>	P? 17,0000	Iguala T a 80.
74 <input type="button" value="R/S"/>	R? 23,0000	Iguala P a 74.
<input type="button" value="XEQ"/> A	R? 29,4741	Suma los vectores y exhibe el R resultante.
<input type="button" value="R/S"/>	T? 90,7032	Exhibe el T del vector resultante.

<input type="text" value="R/S"/>	P?39,9445	Exhibe el $P$ del vector resultante.
<input type="text" value="XEQ"/> E	R?29,4741	Ingresa el vector resultante.

Dado que el momento es igual al producto vectorial del vector de radio y el vector de fuerza ( $\mathbf{r} \times \mathbf{F}$ ), ingrese el vector que representa la palanca y calcule el producto vectorial.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
1.07 <input type="text" value="R/S"/>	T?90,7032	Iguala $R$ a 1,07.
125 <input type="text" value="R/S"/>	P?39,9445	Iguala $T$ a 125.
63 <input type="text" value="R/S"/>	R?1,0700	Iguala $P$ a 63.
<input type="text" value="XEQ"/> C	R?18,0209	Calcula el producto vectorial y exhibe el $R$ del resultado.
<input type="text" value="R/S"/>	T?55,3719	Exhibe el $T$ del producto vectorial.
<input type="text" value="R/S"/>	P?124,3412	Exhibe el $P$ del producto vectorial.
<input type="text" value="XEQ"/> R	X?8,4554	Exhibe la forma rectangular del producto vectorial.
<input type="text" value="R/S"/>	Y?12,2439	
<input type="text" value="R/S"/>	Z?-10,1660	

El producto escalar se puede utilizar para resolver el componente de la fuerza (aún en  $\mathbf{v}_2$ ) a lo largo del eje de la palanca.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
$\boxed{\text{XEQ}}$ P	R?18,0209	Inicia la rutina de ingreso polar.
1 $\boxed{\text{R/S}}$	T?55,3719	Define el radio como un vector de una unidad.
125 $\boxed{\text{R/S}}$	P?124,3412	Iguala T a 125.
63 $\boxed{\text{R/S}}$	R?1,0000	Iguala P a 63.
$\boxed{\text{XEQ}}$ D	D=24,1882	Calcula el producto escalar.
$\boxed{\text{R/S}}$	G=34,8490	Calcula el ángulo que se encuentra entre el vector de fuerza resultante y la palanca.
$\boxed{\text{R/S}}$	R?1,0000	Regresa a la rutina de ingreso.

---

## **Soluciones de ecuaciones simultáneas— método de determinantes**

Este programa resuelve ecuaciones lineales simultáneas en dos o tres incógnitas. El programa utiliza el método de Cramer, también conocido como método de determinantes.

Dado un sistema de tres ecuaciones lineales

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

las tres incógnitas X, Y y Z se pueden computar a partir de determinantes.

$$X = \frac{Det_x}{Det} \quad Y = \frac{Det_y}{Det} \quad Z = \frac{Det_z}{Det}$$

$$Det = \begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \quad Det_x = \begin{bmatrix} J & D & G \\ K & E & H \\ L & F & I \end{bmatrix}$$

$$Det_y = \begin{bmatrix} A & J & G \\ B & K & H \\ C & L & I \end{bmatrix} \quad Det_z = \begin{bmatrix} A & D & J \\ B & E & K \\ C & F & L \end{bmatrix}$$

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

A01 LBL A Punto de inicio para el ingreso de todos los valores conocidos.

A02 1.012 Valor de control de bucle: ejecuta un bucle de 1 a 12, con un incremento de uno.

A03 STO i Almacena el valor de control en la variable de índice.

Bytes y suma de verificación: 012.5, 7878

L01 LBL L Inicia el bucle de ingreso.

L02 INPUT(i) Solicita y almacena la variable que *i* señala.

L03 ISG i Añade uno al valor de *i*.

L04 GTO L Si *i* es menor que 13, el programa regresa a LBL L y obtiene el próximo valor.

L05 GTO A Regresa a LBL A para verificar los valores.

Bytes y suma de verificación: 007.5, C1DE

S01 LBL S Punto de inicio para soluciones de ecuaciones simultáneas.

S02 9 Valor de índice de *I* para el direccionamiento indirecto.

S03 STO i Almacena el valor de índice.

S04 XEQ E	Intercambia la columna de soluciones y la columna de coeficientes que contienen $I$ .
S05 XEQ D	Calcula el determinante.
S06 STO Z	Almacena el determinante en $Z$ .
S07 XEQ E	Restaura la forma original del determinante.
S08 6	Valor de índice para $F$ para el direccionamiento indirecto.
S09 STO i	Almacena el valor de índice.
S10 XEQ E	Intercambia la columna de soluciones y la columna que contiene $F$ .
S11 XEQ D	Calcula el determinante.
S12 STO Y	Almacena el determinante en $Y$ .
S13 XEQ E	Restaura la forma original del determinante.
S14 3	Valor de índice de $C$ para el direccionamiento indirecto.
S15 STO i	Almacena el valor de índice en la variable de índice.
S16 XEQ E	Intercambia la columna de soluciones y la columna que contiene $F$ .
S17 XEQ D	Calcula el determinante.
S18 STO X	Almacena el determinante en $X$ .
S19 XEQ E	Restaura la forma original del determinante.
S20 XEQ D	Calcula el determinante de coeficientes originales.
S21 STO÷ X	Efectúa la división entre el determinante original.
S22 STO÷ Y	
S23 STO÷ Z	
S24 RCL X	Recupera y exhibe los resultados de $X$ , $Y$ y $Z$ .
S25 VIEW X	
S26 RCL Y	
S27 VIEW Y	
S28 RCL Z	
S29 VIEW Z	
S30 RTN	Regresa al programa que llamó a la rutina o a PRGM TOP.

Bytes y suma de verificación: 045.0, 3971

E01 LBL E	Esta rutina intercambia columnas para la regla de Cramer.
E02 RCL(i)	Obtiene el último elemento de la columna del determinante de coeficientes.
E03 RCL L	Obtiene el último elemento del vector de soluciones.
E04 STO(i)	Almacena el elemento de vector en el determinante.

E05	$x \langle \rangle y$	Recupera el elemento de coeficiente.
E06	STO L	Almacena el elemento en el vector.
E07	DSE i	Fija el valor de índice para que apunte al elemento central de la columna del determinante.
E08	RCL(i)	Recupera el elemento central de la columna del determinante.
E09	RCL K	Obtiene el elemento central desde el vector.
E10	STO(i)	Almacena el elemento de vector en el determinante.
E11	$x \langle \rangle y$	Recupera el elemento de coeficiente.
E12	STO K	Almacena el elemento de coeficiente en el vector.
E13	DSE i	Fija el valor de índice para que apunte al elemento superior en la columna del determinante.
E14	RCL(i)	Obtiene el elemento superior de la columna del determinante.
E15	RCL J	Recupera el elemento superior del vector.
E16	STO(i)	Almacena el elemento de vector en el determinante.
E17	$x \langle \rangle y$	Recupera el elemento del determinante.
E18	STO J	Almacena el elemento del determinante en el vector.
E19	2	
E20	STO+ i	Restaura <i>i</i> al valor original que tenía al comenzar la rutina.
E21	RTN	Regresa al programa que llamó a la rutina o a PRGM TOP.

Bytes y suma de verificación: 031.5, 8420

D01	LBL D	Esta rutina calcula el determinante.
D02	RCL A	
D03	RCL× E	
D04	RCL× I	Calcula $A \times E \times I$ .
D05	RCL D	
D06	RCL× H	
D07	RCL× C	
D08	+	Calcula $(A \times E \times I) + (D \times H \times C)$ .
D09	RCL G	
D10	RCL× F	
D11	RCL× B	
D12	+	Calcula $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B)$ .
D13	RCL G	
D14	RCL× E	

D15 RCL× C  
 D16 -  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C).$   
 D17 RCL A  
 D18 RCL× F  
 D19 RCL× H  
 D20 -  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H).$   
 D21 RCL D  
 D22 RCL× B  
 D23 RCL× I  
 D24 -  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H) - (D \times B \times I).$   
 D25 RTN Regresa al programa que llamó a la rutina o a PRGM TOP.

Bytes y suma de verificación: 037.5, 152E.

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 262 bytes: 134 para el programa, 128 para variables.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima  $\boxed{C}$ .
2. Oprima  $\boxed{XEQ}$  A para ingresar los coeficientes (o sea de A a L) de ecuaciones lineales.
3. Ingrese el coeficiente (de A a L) ante cada solicitud y oprima  $\boxed{R/S}$ .
4. Paso opcional: para calcular el determinante de un sistema  $3 \times 3$ ,  $\boxed{XEQ}$  D.
5. Calcule la solución del sistema de ecuaciones oprimiendo  $\boxed{XEQ}$  S.
6. Vea el valor de X y oprima  $\boxed{R/S}$  para ver el valor de Y.
7. Oprima  $\boxed{R/S}$  para ver el valor de Z.
8. Para iniciar otro caso regrese al paso 2.

### Variables utilizadas:

De A a I                    Coeficientes de ecuaciones.  
 De J a L                    Lado derecho de las ecuaciones.  
 De X a Z                    Incógnitas.  
 i                              Valor de control de bucle (variable de índice).

**Comentarios:** Este programa se aplica a un sistema de dos o tres ecuaciones (o sea una matriz de  $n \leq 3$ ).

Para las soluciones  $2 \times 2$  utilice cero para los coeficientes  $C, F, G, H$  y  $L$ . Utilice 1 para el coeficiente  $I$ . Para las matrices que no son cuadradas, utilice cero para los coeficientes que "faltan".

No todos los sistemas de ecuaciones tienen soluciones. En caso de no tenerla, producirá un mensaje de error `DIVIDE BY 0` en la línea `S21`.

**Ejemplo 1.** Para el sistema presentado a continuación, calcule el determinante y la solución del sistema. Luego sustituya los valores nuevamente en la primera ecuación para verificar que el lado izquierdo de la ecuación sea igual al lado derecho (1).

$$23X + 15Y + 17Z = 1$$

$$8X + 11Y - 6Z = 1$$

$$4X + 15Y + 12Z = 1$$

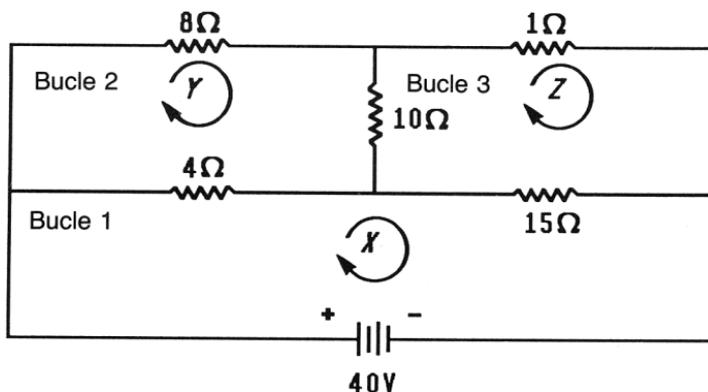
<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<code>XEQ</code> A	A? valor	Comienza la rutina de ingreso.
23 <code>R/S</code>	B? valor	Iguala el primer coeficiente, $A$ , a 23.
8 <code>R/S</code>	C? valor	Iguala $B$ a 8.
4 <code>R/S</code>	D? valor	Igual $C$ a 4.
15 <code>R/S</code>	E? valor	Iguala $D$ a 15.
:	:	Continúa el ingreso de todos los valores (de $E$ a $L$ ).
1 <code>R/S</code>	A?23,0000	Regresa al primer coeficiente ingresado.
<code>XEQ</code> D	4,598,0000	Calcula el determinante.

$\boxed{\text{XEQ}}$ S	$X = 0,0043$	Resuelve el sistema de ecuaciones y exhibe X.
$\boxed{\text{R/S}}$	$Y = 0,0787$	Exhibe Y.
$\boxed{\text{R/S}}$	$Z = -0,0165$	Exhibe Z.

Verifique ahora el resultado:

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
23 $\boxed{\text{RCL}}$ $\boxed{\times}$ X	0,1000	Multiplica X por 23.
15 $\boxed{\text{RCL}}$ $\boxed{\times}$ Y	1,1809	Multiplica Y por 15.
$\boxed{+}$	1,2810	Suma los dos últimos resultados.
17 $\boxed{\text{RCL}}$ $\boxed{\times}$ Z	-0,2810	Multiplica Z por 17.
$\boxed{+}$	1,0000	Completa el lado izquierdo de la ecuación. Dado que el lado izquierdo y el lado derecho son iguales a uno (con 11 dígitos significativos), la solución es correcta.

**Ejemplo 2.** Halle la solución para las corrientes en bucle del circuito ilustrado a continuación:



Escriba primero las ecuaciones correspondientes a las caídas de tensión alrededor de cada bucle.

Para el bucle 1:  $4X - 4Y + 15X - 15Z - 40 = 0$

Para el bucle 2:  $4Y - 4X + 8Y + 10Y - 10Z = 0$

Para el bucle 3:  $10Z - 10Y + Z + 15Z - 15X = 0$

La combinación de términos similares dentro de cada ecuación produce este resultado:

$$19X - 4Y - 15Z = 40$$

$$-4X + 22Y - 10Z = 0$$

$$-15X - 10Y + 26Z = 0$$

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
$\boxed{\text{XEQ}}$ A	A? <i>valor</i>	Comienza la rutina de ingreso.
19 $\boxed{\text{R/S}}$	B? <i>valor</i>	Iguala el primer coeficiente, A, a 19.
4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	C? <i>valor</i>	Iguala B a -4.
15 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	D? <i>valor</i>	Iguala C a -15.
:		Continúa el ingreso desde D a L.
0 $\boxed{\text{R/S}}$	A? 19,0000	Ingresa L y regresa al primer coeficiente ingresado.
$\boxed{\text{XEQ}}$ S	X = 7,8601	Resuelve el sistema de ecuaciones y exhibe X.
$\boxed{\text{R/S}}$	Y = 4,2298	Exhibe Y.
$\boxed{\text{R/S}}$	Z = 6,1615	Exhibe Z.

---

## Soluciones de ecuaciones simultáneas— Método de inversión de matrices

Este programa resuelve ecuaciones lineales simultáneas en dos o tres incógnitas. Esto lo hace por medio de la inversión y multiplicación de matrices.

Un sistema de tres ecuaciones lineales

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

se puede representar por medio de la ecuación matricial siguiente:

$$\begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix}$$

La ecuación matricial se puede resolver para  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  multiplicando la matriz de resultados por el inverso de la matriz de coeficientes.

$$\begin{bmatrix} A' & D' & G' \\ B' & E' & H' \\ C' & F' & I' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Los detalles específicos relacionados con el proceso de inversión se presentan en los comentarios correspondientes a la rutina de inversión, I.

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

A01 LBL A Punto de inicio para el ingreso de coeficientes.  
A02 1.012 Valor de control de bucle: ejecuta un bucle de 1 a 12, con incremento de uno.  
A03 STO i Almacena el valor de control en la variable de índice.

Bytes y suma de verificación: 012.5, 7878

L01 LBL L Inicia el bucle de ingreso.  
L02 INPUT(i) Solicita y almacena la variable señalada por  $i$ .  
L03 ISG i Añade uno al valor de  $i$ .  
L04 GTO L Si  $i$  es menor que 13, el programa regresa a LBL L y obtiene el próximo valor.  
L05 GTO A Regresa a LBL A para verificar los valores.

Bytes y suma de verificación: 007.5, C1DE

I01 LBL I Esta rutina invierte una matriz  $3 \times 3$ .  
I02 XEQ D Calcula el determinante y almacena el valor para el bucle de división,  $J$ .

I03 STO W  
I04 RCL A  
I05 RCL× I  
I06 RCL C  
I07 RCL× G  
I08 -

Calcula  $E' \times \text{determinante} = AI - CG$ .

I10 RCL C  
I11 RCL× D  
I12 RCL A  
I13 RCL× F  
I14 -

Calcula  $F' \times \text{determinante} = CD - AF$ .

I15 STO Y  
I16 RCL B  
I17 RCL× G  
I18 RCL A  
I19 RCL× H  
I20 -

Calcula  $H' \times \text{determinante} = BG - AH$ .

I21 STO Z  
I22 RCL A

I23 RCL× E	
I24 RCL B	
I25 RCL× D	
I26 -	
I27 STO i	Calcula $I' \times$ determinante = $AE - BD$ .
I28 RCL E	
I29 RCL× I	
I30 RCL F	
I31 RCL× H	
I32 -	
I33 STO A	Calcula $A' \times$ determinante = $EI - FH$ .
I34 RCL C	
I35 RCL× H	
I36 RCL B	
I37 RCL× I	
I38 -	
I39 RCL B	Calcula $B' \times$ determinante = $CH - BI$ .
I40 RCL× F	
I41 RCL C	
I42 RCL× E	
I43 -	
I44 STO C	Calcula $C' \times$ determinante = $BF - CE$ .
I45 R+	
I46 STO B	Almacena $B'$ .
I47 RCL F	
I48 RCL× G	
I49 RCL D	
I50 RCL× I	
I51 -	
I52 RCL D	Calcula $D' \times$ determinante = $FG - DI$ .
I53 RCL× H	
I54 RCL E	
I55 RCL× G	
I56 -	
I57 STO G	Calcula $G' \times$ determinante = $DE - EG$ .
I58 R+	
I59 STO D	Almacena $D'$ .
I60 RCL i	
I61 STO I	Almacena $I'$ .
I62 RCL X	
I63 STO E	Almacena $E'$ .

I64 RCL Y	
I65 STO F	Almacena F'.
I66 RCL Z	
I67 STO H	Almacena H'.
I68 9	
I69 STO i	Fija el valor de índice para que apunte hacia el último elemento de la matriz.
I70 RCL W	Recupera el valor del determinante.
Bytes y suma de verificación: 105.0, E5C1	
J01 LBL J	Esta rutina completa el inverso dividiéndolo por el determinante.
J02 STO÷(i)	Divide el elemento.
J03 DSE i	Decrementa el valor del índice de manera que apunte hacia un valor más cercano a A.
J04 GTO J	Ejecuta un bucle para el próximo valor.
J05 RTN	Regresa al programa que llamó a la rutina o a PRGM TOP.
Bytes y suma de verificación: 007.5, A354	
M01 LBL M	Esta rutina multiplica una matriz de columna y una matriz $3 \times 3$ .
M02 7	Fija el valor del índice para que apunte hacia el último elemento de la primera fila.
M03 XEQ N	
M04 8	Fija el valor de índice para que apunte hacia el último elemento de la segunda fila.
M05 XEQ N	
M06 9	Fija el valor de índice para que apunte hacia el último elemento de la tercera fila.
Bytes y suma de verificación: 009.0, 0A85	
N01 LBL N	Esta rutina calcula el producto del vector de columna y de la fila hacia la cual apunta el valor de índice.
N02 STO i	Almacena el valor de índice en i.
N03 RCL J	Recupera J desde la matriz de columna.
N04 RCL K	Recupera K desde la matriz de columna.
N05 RCL L	Recupera L desde la matriz de columna.
N06 RCL×(i)	Efectúa la multiplicación por el último elemento de la fila.
N07 XEQ P	Efectúa la multiplicación por el segundo elemento de la fila y ejecuta la suma.

N08 XEQ P Efectúa la multiplicación por el tercer elemento de la fila y ejecuta la suma.

N09 23 Fija el valor de índice para que exhiba X, Y o Z basándose en la fila de ingreso.

N10 STO+ i

N11 R+ Recupera el resultado.

N12 STO(i) Almacena el resultado.

N13 VIEW(i) Exhibe el resultado.

N14 RTN Regresa al programa que llamó a la rutina o a PRGM TOP.

Bytes y suma de verificación: 021.0, BBBF

P01 LBL P Esta rutina multiplica y suma valores en una fila.

P02 x<>y Obtiene el próximo valor de columna.

P03 DSE i Fija el valor de índice para que apunte hacia el próximo valor de fila.

P04 DSE i

P05 DSE i

P06 RCLx(i) Multiplica el valor de columna por el valor de fila.

P07 + Añade el producto a la suma previa.

P08 RTN Regresa al programa que llamó a la rutina.

Bytes y suma de verificación: 012.0, 520E

D01 LBL D Esta rutina calcula el determinante.

D02 RCL A

D03 RCLx E

D04 RCLx I Calcula  $A \times E \times I$ .

D05 RCL D

D06 RCLx H

D07 RCLx C

D08 + Calcula  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C)$ .

D09 RCL G

D10 RCLx F

D11 RCLx B

D12 + Calcula  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B)$ .

D13 RCL G

D14 RCLx E

D15 RCLx C

D16 -  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C)$ .

D17 RCL A

D18 RCL× F

D19 RCL× H

D20 -  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H).$

D21 RCL D

D22 RCL× B

D23 RCL× I

D24 -  $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H) - (D \times B \times I).$

D25 RTN Regresa al programa que llamó a la rutina o a PRGM TOP.

Bytes y suma de verificación: 037,5, 152E

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 348 bytes: 212 para el programa, 136 para las variables.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima  $\boxed{C}$ .
2. Oprima  $\boxed{XEQ}$  A para ingresar los coeficientes de la matriz y del vector de columna.
3. Ingrese el coeficiente o valor de vector (de A a L) ante cada pedido y oprima  $\boxed{R/S}$ .
4. Paso opcional: oprima  $\boxed{XEQ}$  D para calcular el determinante del sistema  $3 \times 3$ .
5. Oprima  $\boxed{XEQ}$  I para calcular el inverso de la matriz  $3 \times 3$ .
6. Paso opcional: oprima  $\boxed{XEQ}$  A y oprima  $\boxed{R/S}$  varias veces para ver los valores de la matriz invertida.
7. Oprima  $\boxed{XEQ}$  M para multiplicar la matriz invertida por el vector de columna y para ver el valor de X. Oprima  $\boxed{R/S}$  para ver el valor de Y, luego oprima  $\boxed{R/S}$  nuevamente para ver el valor de Z.
8. Para iniciar otro caso regrese al paso 2.

### Variables utilizadas:

De $A$ a $I$	Coefficientes de la matriz.
De $J$ a $L$	Valores del vector de columna.
$W$	Variable provisoria utilizada para almacenar el determinante.
De $X$ a $Z$	Valores del vector de salida; también utilizados en forma provisoria.
$i$	Valor de control de bucle (variable de índice); utilizado también en forma provisoria.

**Comentarios:** En las soluciones de matrices  $2 \times 2$  utilice cero para los coeficientes  $C$ ,  $F$ ,  $H$ ,  $G$  y  $L$ . Utilice 1 para el coeficiente  $I$ .

No todos los sistemas de ecuaciones tienen soluciones.

Observe que las rutinas  $A$ ,  $L$  y  $D$  son comunes para este programa y para el programa de "Soluciones de ecuaciones simultáneas—Método de determinantes".

**Ejemplo.** En el sistema presentado a continuación, calcule el inverso y la solución del sistema. Verifique la matriz inversa. Invierta nuevamente la matriz y verifique el resultado para asegurarse que sea presentada la matriz original.

$$23X + 15Y + 17Z = 31$$

$$8X + 11Y - 6Z = 17$$

$$4X + 15Y + 12Z = 14$$

### Teclas:

### Pantalla:

### Descripción:

$\boxed{\text{XEQ}}$ $A$	$A?$ <i>valor</i>	Comienza la rutina de ingreso.
23 $\boxed{\text{R/S}}$	$B?$ <i>valor</i>	Iguala el primer coeficiente, $A$ , a 23.
8 $\boxed{\text{R/S}}$	$C?$ <i>valor</i>	Iguala $B$ a 8.
4 $\boxed{\text{R/S}}$	$D?$ <i>valor</i>	Igual $C$ a 4.
15 $\boxed{\text{R/S}}$	$E?$ <i>valor</i>	Iguala $D$ a 15.
:	:	Continúa el ingreso desde $D$ a $L$ .

14	R/S	A?23,0000	Presenta el primer coeficiente ingresado.
	XEQ I	4,598,0000	Calcula el inverso y exhibe el determinante.
	XEQ M	X=0,9306	Ejecuta la multiplicación por el vector de columna para calcular X.
	R/S	Y=0,7943	Calcula y exhibe Y.
	R/S	Z=-0,1346	Calcula y exhibe Z.
	XEQ A	A?0,0483	Inicia la verificación de la matriz invertida.
	R/S	B?=0,0261	Exhibe el próximo valor.
	R/S	C?0,0165	Exhibe el próximo valor.
	R/S	D?0,0163	Exhibe el próximo valor.
	R/S	E?0,0452	Exhibe el próximo valor.
	R/S	F?-0,0620	Exhibe el próximo valor.
	R/S	G?-0,0602	Exhibe el próximo valor.
	R/S	H?0,0596	Exhibe el próximo valor.
	R/S	I?0,0289	Exhibe el próximo valor.
	XEQ I	0,0002	Invierte el inverso para producir la matriz original.
	XEQ A	A?23,0000	Inicia la verificación de la matriz invertida invertida.
	R/S	B?8,0000	Exhibe el próximo valor,...
:		:	...y así sucesivamente.

---

## Ecuación cuadrática

Este programa emplea la fórmula cuadrática para hallar la solución correspondiente a las raíces reales y complejas de un polinomio de segundo grado.

Un polinomio de segundo grado

$$ax^2 + bx + c = 0$$

se puede resolver utilizando la fórmula cuadrática

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

donde  $b^2 - 4ac$  es el discriminante. En el caso de las raíces complejas (donde el discriminante es negativo), la parte real es

$$R = \frac{-b}{2a},$$

mientras que la parte imaginaria es

$$I = \pm \frac{i \sqrt{|b^2 - 4ac|}}{2a}.$$

En el caso de las raíces reales, el programa calcula siempre primero la raíz de mayor valor absoluto. Esto lo hace para reducir al mínimo los errores que se pueden introducir si la raíz cuadrada del determinante es casi igual a  $b$ . Una vez hallada la primera raíz,  $x_1$ , la segunda raíz,  $x_2$ , se calcula utilizando la relación

$$x_2 = \frac{c}{ax_1}.$$

Los errores numéricos, como el que este programa evita, son comunes en el software de computación. Cualquier computador que emplee un número finito de dígitos para el cálculo presentará errores numéricos a no ser que se tomen precauciones en la selección e implementación del método de solución. Los resultados inexactos presentados por el computador se pueden evitar a menudo con un diseño cuidadoso del software. El ejemplo 4 ilustra el problema numérico evitado en este programa de fórmula cuadrática.

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

Q01	LBL Q	Define el inicio de la rutina de la ecuación cuadrática.
Q02	INPUT A	Solicita y almacena el valor de $A$ .
Q03	$x=0?$	Si $A$ es cero, el programa retrocede y solicita $A$ otra vez.
Q04	GTO Q	
Q05	INPUT B	Solicita y almacena el valor de $B$ .
Q06	INPUT C	Solicita y almacena el valor de $C$ .
Q07	$x=0?$	Si $C$ es cero, el programa retrocede y solicita nuevamente el ingreso de todos los datos.
Q08	GTO Q	
Q09	RCL B	Recupera $B$ .
Q10	+/-	$-B$ .
Q11	CF 0	Borra el señalador 0. (El programa supone que $(-B)$ es positivo.)
Q12	$x<0?$	¿Es $(-B)$ negativo?
Q13	SF 0	En caso afirmativo fija el señalador 0.
Q14	RCL B	
Q15	$x^2$	Calcula $B^2$ .
Q16	4	
Q17	RCL $\times$ A	
Q18	RCL $\times$ C	
Q19	-	Calcula $B^2 - 4AC$ .
Q20	$x<0?$	Efectúa una prueba para ver si las raíces son imaginarias.
Q21	GTO I	En caso afirmativo, el programa se bifurca hacia una rutina de proceso de números imaginarios.
Q22	SQRT	$\sqrt{(B^2 - 4AC)}$ .
Q23	FS? 0	Efectúa una prueba para ver si $(-B)$ es negativo.
Q24	+/-	Selecciona la raíz del mayor valor absoluto.
Q25	+	$-B - \sqrt{(B^2 - 4AC)}$ o $-B + \sqrt{(B^2 - 4AC)}$ .
Q26	2	
Q27	$\div$	
Q28	RCL $\div$ A	Calcula $X$ del mayor valor absoluto.
Q29	STO X	Almacena el valor de $X$ del mayor valor absoluto.

Q30 VIEW X	Exhibe X.
Q31 RCL C	Calcula el segundo valor de X.
Q32 RCL÷ A	
Q33 RCL÷ X	Calcula $X = C ÷ AX$ .
Q34 STO X	Almacena el segundo valor de X.
Q35 VIEW X	Exhibe X.
Q36 GTO Q	Regresa para iniciar otro caso.
Bytes y suma de verificación: 054.0, A04D	
I01 LBL I	Define el comienzo de la rutina de computación imaginaria.
I02 ABS	
I03 SQRT	
I04 2	
I05 RCL× A	
I06 ÷	Calcula el valor absoluto de $\sqrt{B^2 - 4AC} ÷ 2A$ .
I07 STO I	Almacena la parte imaginaria.
I08 RCL B	
I09 +/-	
I10 LAST×	Recupera 2A.
I11 ÷	
I12 STO R	Almacena la parte real en R.
I13 RCL I	Recupera la parte imaginaria de X.
I14 RCL R	Recupera la parte real de X.
I15 VIEW R	Exhibe la parte real.
I16 VIEW I	Exhibe la parte imaginaria.
I17 GTO Q	Regresa para obtener otro caso.
Bytes y suma de verificación: 025.5, DA3B	

**Señaladores utilizados:** El señalador 0 se utiliza para recordar el signo de  $(-B)$ . Si  $(-B)$  es negativo, entonces se fija el señalador 0. El señalador 0 se prueba más tarde en el programa para asegurarse que la primera raíz real calculada sea la de mayor valor absoluto. Si  $(-B)$  es negativo (el señalador 0 se encuentra fijo), la rutina sustrae de  $(-B)$  la raíz cuadrada del discriminante. Si  $(-B)$  es positivo (el señalador 0 está quitado), la rutina añade el valor de la raíz cuadrada.

**Memoria necesaria:** 127.5 bytes: 79,5 para el programa, 48 para las variables.

**Comentarios:** Sería fácil expandir este programa para que calcule ecuaciones cúbicas. Dado que una ecuación cúbica siempre tiene por lo menos una raíz real, se podría usar la función SOLVE para hallar la raíz. La división sintética podría entonces reducir la ecuación cúbica a cuadrática, la cual sería resuelta por este programa.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima  $\boxed{C}$ .
2. Oprima  $\boxed{XEQ}$  Q para iniciar la rutina de la ecuación cuadrática.
3. Ingrese  $A$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .
4. Ingrese  $B$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .
5. Ingrese  $C$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .
6. Especifique el primer valor de  $X$ , si las raíces son reales, o vea la parte real,  $R$ , si las raíces son imaginarias.
7. Oprima  $\boxed{R/S}$  para ver el segundo valor de  $X$ , o para ver la parte imaginaria,  $I$ , si las raíces son imaginarias.
8. Para obtener un nuevo caso, oprima  $\boxed{R/S}$  y retroceda hasta el paso 3.

### Variables utilizadas:

- $A$  Coeficiente de  $x^2$ .
- $B$  Coeficiente de  $x$ .
- $C$  Constante.
- $X$  El primero o segundo valor real de  $x$ .
- $R$  La porción real de la raíz compleja.
- $I$  La parte positiva e imaginaria de la raíz compleja.

**Ejemplo 1.** Halle las raíces de  $3x^2 + 5x - 3 = 0$ .

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
$\boxed{\text{XEQ}}$ Q	A? <i>valor</i>	Inicia el programa de la ecuación cuadrática.
3 $\boxed{\text{R/S}}$	B? <i>valor</i>	Almacena 3 en A.
5 $\boxed{\text{R/S}}$	C? <i>valor</i>	Almacena 5 en B.
3 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	X = -2 , 1350	Almacena -3 en C y calcula el primer valor de X.
$\boxed{\text{R/S}}$	X = 0 , 4684	Calcula el segundo valor de X.

**Ejemplo 2.** Halle las raíces de  $3x^2 + 5x + 3 = 0$ . Observe que la única diferencia que existe entre este problema y el ejemplo 1 es el signo de C. Si Ud. ya ha ejecutado el ejemplo 1, todo lo que deberá hacer es cambiar el signo de C:

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
$\boxed{\text{R/S}}$	A?3 , 0000	Reanuda el programa.
$\boxed{\text{R/S}}$	B?5 , 0000	Conserva A.
$\boxed{\text{R/S}}$	C? -3 , 0000	Conserva B.
$\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	R = -0 , 8333	Cambia el signo de C y calcula la parte real de la raíz compleja.
$\boxed{\text{R/S}}$	I = 0 , 5528	Calcula el valor positivo de la raíz imaginaria.

**Ejemplo 3.** Supongamos que Ud. arroja una pelota directamente hacia arriba a una velocidad de 20 metros por segundo desde una altura de 2 metros. Sin considerar la resistencia del aire, ¿en qué momento tocará la pelota el suelo? La aceleración de la gravedad es 9,81 metros por segundo<sup>2</sup>.

Según la teoría newtoniana, este problema se puede expresar como un polinomio de segundo grado, donde  $T$  representa el tiempo en segundos.

$$f(T) = (-9.81 \div 2)T^2 + 20T + 2$$

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\boxed{\text{XEQ}}$ Q	A? valor	Inicia el programa de la ecuación cuadrática.
9.81 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ 2 $\boxed{\div}$ $\boxed{\text{R/S}}$	B? valor	Almacena $(-9,81/2)$ en A.
20 $\boxed{\text{R/S}}$	C? valor	Almacena 20 en B.
2 $\boxed{\text{R/S}}$	X = 4 , 1751	Almacena 2 en C y calcula X (que en este caso también se denomina T).
$\boxed{\text{R/S}}$	x = -0 , 0977	Calcula la otra raíz.

Observe que, dado que un tiempo negativo no tiene significado en el contexto de este problema, el primer resultado, 4,1751 segundos, es la respuesta significativa.

**Ejemplo 4.** Halle las raíces del polinomio de segundo grado siguiente empleando el programa según aparece ilustrado. Luego cambie el sentido de la comparación en la línea Q12 para que la segunda raíz se compute primero y luego se comparen los resultados. Recuerde que debe restaurar la línea original o borrar el programa al terminar el ejemplo.

$$x^2 + (3 \times 10^6)x + 1 = 0$$

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\boxed{\text{XEQ}}$ Q	A? valor	Inicia el programa.
1 $\boxed{\text{R/S}}$	B? valor	Almacena 1 en A.
3 $\boxed{\text{E}}$ 6 $\boxed{\text{R/S}}$	C? valor	Almacena $3 \times 10^6$ en B.
1 $\boxed{\text{R/S}}$	X = -3 , 000 , 000 , 00	Almacena 1 en C y calcula la primera raíz.

<b>R/S</b>	$X = -3,3333E-7$	Calcula la segunda raíz.
<b>PRGM</b>	Q36 GTD Q	Cambia al ingreso de programa.
<b>GTO</b> Q12	Q12 $\times < 0?$	Desplaza el puntero de programa a la línea Q12.
<b>↓</b>	Q11 CF 0	Borra la línea Q12.
<b>TESTS</b> { $x \neq 0$ } { $> 0$ }	Q12 $x > 0?$	Añade la prueba condicional $x > 0?$ .
<b>C</b>	$-3,3333E-7$	Cancela el ingreso de programa.
<b>XEQ</b> Q	A?1,0000	Inicia el programa.
<b>R/S</b> <b>R/S</b>		Saltea el ingreso de datos, dado que los valores ya están almacenados.
<b>R/S</b>	$X = 0,0000$	Calcula la primera raíz usando los datos ingresados previamente.
<b>R/S</b>	DIVIDE BY 0	Intenta calcular la segunda raíz.

Como puede observar, los resultados de un simple cambio en el orden del cálculo pueden ser bastante significativos.

Si Ud. vuelve a introducir los primeros valores calculados en la ecuación, verá que el lado izquierdo de la ecuación es cero para la raíz de menor valor absoluto (teóricamente, así debería ser) y 1 para la raíz de mayor valor absoluto. ¿Significa esto que el resultado de  $-3.000.000,0000$  es incorrecto? La respuesta es no, pero con la siguiente limitación: Si Ud. incrementa o decrementa este valor en uno en el dígito menos significativo, e introduce el resultado nuevamente en la ecuación original, verá que el lado izquierdo será 31 o  $-29$ . Así es que  $-3.000.000,0000$ , aunque no es exactamente correcto, es el *mejor resultado de 12 dígitos* posible que se puede generar.

---

## Transformación de coordenadas

Este programa proporciona la posibilidad de trasladar y rotar coordenadas bidimensionales.

Las fórmulas siguientes se utilizan para convertir un punto  $P$  del par de coordenadas cartesianas  $(x, y)$  del sistema anterior en el par  $(u, v)$  del nuevo sistema trasladado y rotado.

$$u = (x - m) \cos\theta + (y - n) \operatorname{sen}\theta$$

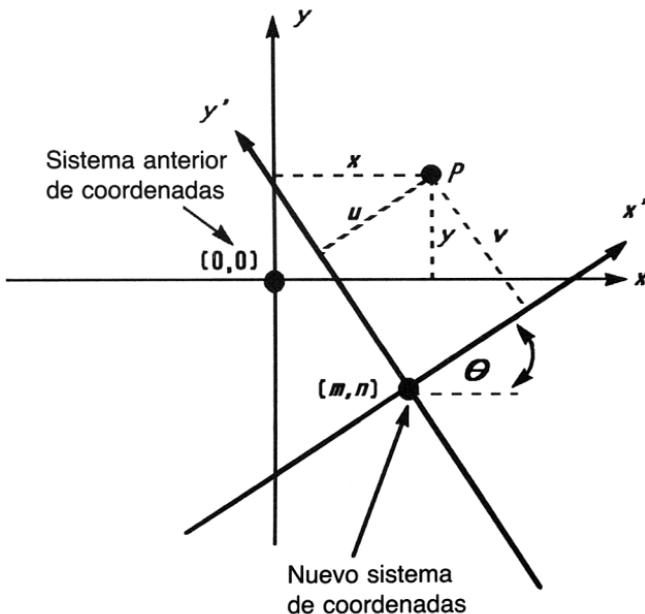
$$v = (y - n) \cos\theta - (x - m) \operatorname{sen}\theta$$

La transformación inversa se lleva a cabo con las fórmulas presentadas a continuación.

$$x = u \cos\theta - v \operatorname{sen}\theta + m$$

$$y = u \operatorname{sen}\theta + v \cos\theta + n$$

Las funciones complejas y de transformación polar/rectangular de la HP-32S efectúan estos cálculos en una manera directa.



### Rotación bidimensional alrededor del eje

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

D01 LBL D	Esta rutina define el nuevo sistema de coordenadas.
D02 INPUT M	Solicita y almacena $M$ , la coordenada $x$ del nuevo origen.
D03 INPUT N	Solicita y almacena $N$ , la coordenada $y$ del nuevo origen.
D04 INPUT T	Solicita y almacena $T$ , el ángulo $\theta$ .
D05 GTO D	Ejecuta un bucle para verificar los datos ingresados.

Bytes y suma de verificación: 007.5, 1CD9

N01 LBL N	Esta rutina efectúa la conversión del sistema anterior al nuevo.
N02 INPUT X	Solicita y almacena $X$ , la coordenada $x$ anterior.
N03 INPUT Y	Solicita y almacena $Y$ , la coordenada $y$ anterior.
N04 RCL X	Empuja $Y$ hacia arriba y recupera $X$ en el registro $X$ .
N05 RCL N	Empuja $X$ e $Y$ hacia arriba y recupera $N$ en el registro $X$ .
N06 RCL M	Empuja $N$ , $X$ e $Y$ hacia arriba y recupera $M$ .
N07 CMPLX-	Calcula $(X-M)$ y $(Y-N)$ .
N08 RCL T	Empuja $(X-M)$ y $(Y-N)$ hacia arriba y recupera $T$ .
N09 +/-	Cambia el signo de $T$ porque $\sin(-T)$ es igual a $-\sin(T)$ .
N10 1	Fija el radio en 1 para el cálculo de $\cos(T)$ y $-\sin(T)$ .
N11 $\theta, r \rightarrow y, x$	Calcula $\cos(T)$ y $-\sin(T)$ en los registros $X$ e $Y$ .
N12 CMPLXx	Calcula $(X-M)\cos(T) + (Y-N)\sin(T)$ y $(Y-N)\cos(T) - (X-M)\sin(T)$ .
N13 STO U	Almacena la coordenada de $x$ en la variable $U$ .
N14 $x \leftrightarrow y$	Intercambia las posiciones de las coordenadas.
N15 STO V	Almacena la coordenada $y$ en la variable $V$ .
N16 $x \leftrightarrow y$	Intercambia nuevamente las posiciones de las coordenadas.
N17 VIEW U	Interrumpe el programa para exhibir $U$ .
N18 VIEW V	Interrumpe el programa para exhibir $V$ .
N19 GTO N	Regresa para iniciar otro cálculo.

Bytes y suma de verificación: 028.5, 6078

001 LBL 0	Esta rutina efectúa la conversión del sistema nuevo al anterior.
002 INPUT U	Solicita y almacena $U$ .
003 INPUT V	Solicita y almacena $V$ .
004 RCL U	Empuja $V$ hacia arriba y recupera $U$ .
005 RCL T	Empuja $U$ y $V$ hacia arriba y recupera $T$ .
006 1	Fija el radio en 1 para el cálculo de $\text{sen}(T)$ y $\text{cos}(T)$ .
007 $\theta, r \rightarrow y, x$	Calcula $\text{cos}(T)$ y $\text{sen}(T)$ .
008 CMPLX $\times$	Calcula $U \text{cos}(T) - V \text{sen}(T)$ y $U \text{sen}(T) + V \text{cos}(T)$ .
009 RCL N	Empuja los resultados previos hacia arriba y recupera $N$ .
010 RCL M	Empuja los resultados hacia arriba y recupera $M$ .
011 CMPLX+	Completa el cálculo añadiendo $M$ y $N$ a los resultados previos.
012 STO X	Almacena la coordenada $x$ en la variable $X$ .
013 $x \leftrightarrow y$	Intercambia la posición de las coordenadas.
014 STO Y	Almacena la coordenada $y$ en la variable $Y$ .
015 $x \leftrightarrow y$	Intercambia nuevamente las posiciones de las coordenadas.
016 VIEW X	Interrumpe el programa para exhibir $X$ .
017 VIEW Y	Interrumpe el programa para exhibir $Y$ .
018 GTO 0	Regresa para iniciar otro cálculo.

Bytes y suma de verificación: 027.0, 9AE6

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 119 bytes: 63 para el programa, 56 para las variables.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas del programa; al terminar oprima  $\boxed{C}$ .
2. Oprima  $\boxed{XEQ}$  D para iniciar la secuencia de pedido que define la transformación de las coordenadas.
3. Ingrese la coordenada  $x$  del origen del nuevo sistema  $M$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .
4. Ingrese la coordenada  $y$  del origen del nuevo sistema  $N$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .

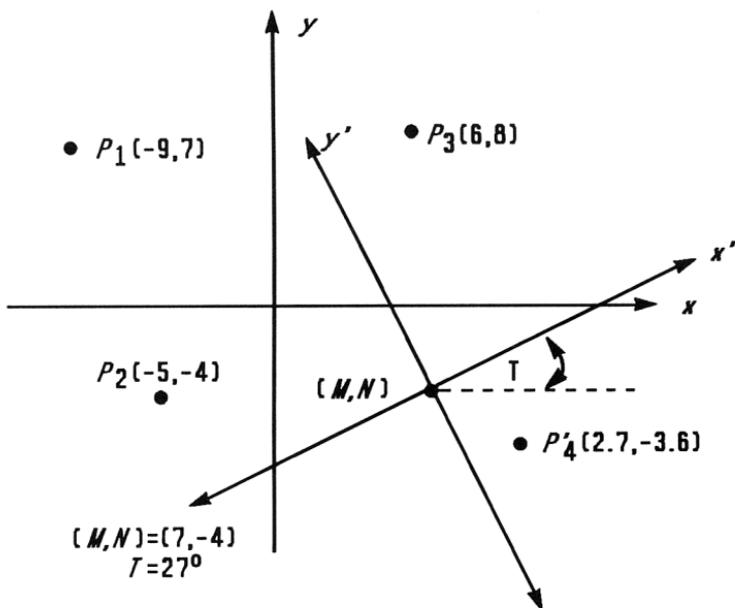
5. Ingrese el ángulo de rotación  $T$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .
6. Para efectuar la traslación del sistema anterior al nuevo, continúe con la instrucción del paso 7. Para trasladar desde el nuevo sistema al anterior, continúe con el paso 12.
7. Oprima  $\boxed{XEQ}$   $N$  para comenzar la rutina de traslación del sistema anterior al nuevo.
8. Ingrese  $X$  y oprima  $\boxed{R/S}$ .
9. Ingrese  $Y$ , oprima  $\boxed{R/S}$  y observe la coordenada  $x$ ,  $U$ , en el nuevo sistema.
10. Oprima  $\boxed{R/S}$  y observe la coordenada  $y$ ,  $V$ , en el nuevo sistema.
11. Para efectuar otra transformación del sistema anterior al nuevo, oprima  $\boxed{R/S}$  y diríjase al paso 8. Para efectuar una transformación del sistema nuevo al anterior, continúe con el paso 12.
12. Oprima  $\boxed{XEQ}$   $0$  para iniciar la rutina de transformación del sistema nuevo al anterior.
13. Ingrese  $U$  (la coordenada  $x$  del nuevo sistema) y oprima  $\boxed{R/S}$ .
14. Ingrese  $V$  (la coordenada  $y$  del nuevo sistema) y oprima  $\boxed{R/S}$  para ver  $X$ .
15. Oprima  $\boxed{R/S}$  para ver  $Y$ .
16. Para efectuar otra transformación del sistema nuevo al anterior, oprima  $\boxed{R/S}$  y diríjase al paso 13. Para efectuar una transformación del sistema anterior al nuevo, vaya al paso 7.

### Variables utilizadas:

- $M$  La coordenada  $x$  del origen del nuevo sistema.
- $N$  La coordenada  $y$  del origen del nuevo sistema.
- $T$  El ángulo de rotación,  $\theta$ , entre el sistema anterior y el nuevo.
- $X$  La coordenada  $x$  de un punto del sistema anterior.
- $Y$  La coordenada  $y$  de un punto del sistema anterior.
- $U$  La coordenada  $x$  de un punto del nuevo sistema.
- $V$  La coordenada  $y$  de un punto del nuevo sistema.

**Comentarios:** En el caso de la traslación sin rotación, ingrese cero para  $T$ . En el caso de la rotación únicamente, ingrese cero para  $M$  y  $N$ .

**Ejemplo:** En los sistemas de coordenadas que aparecen a continuación, convierta los puntos  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , que se encuentran actualmente en el sistema  $(X, Y)$ , en puntos del sistema  $(X'Y')$ . Convierta el punto  $P'_4$ , el cual se encuentra en el sistema  $(X'Y')$ , al sistema  $(X, Y)$ .



**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

MODES {DG}

Fija el modo Grados, ya que  $T$  se expresa en grados.

XEQ D

M? valor

Inicia la rutina que define la transformación.

7 R/S

N? valor

Almacena 7 en  $M$ .

4 +/- R/S

T? valor

Almacena  $-4$  en  $N$ .

27 R/S

M? valor

Almacena 27 en  $T$ .

$\boxed{\text{XEQ}}$ N	X? <i>valor</i>	Inicia la rutina de conversión de anterior a nuevo.
9 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	Y? <i>valor</i>	Almacena -9 en X.
7 $\boxed{\text{R/S}}$	U = -9 , 2622	Almacena 7 en Y y calcula U.
$\boxed{\text{R/S}}$	V = 17 , 0649	Calcula V.
$\boxed{\text{R/S}}$	X? -9 , 0000	Reanuda la rutina de anterior a nuevo para el próximo problema.
5 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	Y? 7 , 0000	Almacena -5 en X.
4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	U = -10 , 6921	Almacena -4 en Y.
$\boxed{\text{R/S}}$	V = 5 , 4479	Calcula V.
$\boxed{\text{R/S}}$	X? -5 , 0000	Reanuda la rutina de anterior a nuevo para el próximo problema.
6 $\boxed{\text{R/S}}$	Y? -4 , 0000	Almacena 6 en X.
8 $\boxed{\text{R/S}}$	U = 4 , 5569	Almacena 8 en Y y calcula U.
$\boxed{\text{R/S}}$	V = 11 , 1461	Calcula V.
$\boxed{\text{XEQ}}$ O	U? 4 , 5569	Inicia la rutina de conversión de anterior a nuevo.
2.7 $\boxed{\text{R/S}}$	V? 11 , 1461	Almacena 2,7 en U.
3.6 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	X = 11 , 0401	Almacena -3,6 en V y calcula X.
$\boxed{\text{R/S}}$	Y = -5 , 9818	Calcula Y.

# 13

## Programas de estadísticas

---

El uso de la memoria y la suma de verificación para cada rótulo de programa se puede verificar empleando el catálogo de programas (página 85).

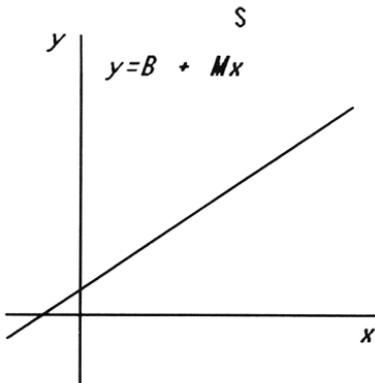
---

### Ajuste de curva

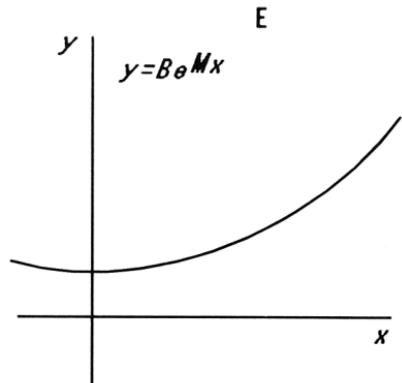
Este programa se puede utilizar para ajustar cuatro diferentes modelos de ecuaciones a sus datos. Estos modelos son la línea recta, la curva logarítmica, la curva exponencial y la curva potencial. Este programa acepta dos o más pares de datos  $(x, y)$  y luego calcula el coeficiente de correlación,  $r$ , y los dos coeficientes de regresión,  $m$  y  $b$ . El programa incluye una rutina para calcular los estimados  $\hat{x}$  e  $\hat{y}$ . (Para ver las definiciones de estos valores consulte la sección "Regresión Lineal" en el capítulo 11.)

Más adelante le presentamos ejemplos de las curvas y de las ecuaciones relevantes. Las funciones de regresión internas de la HP-32S se utilizan para calcular los coeficientes de regresión.

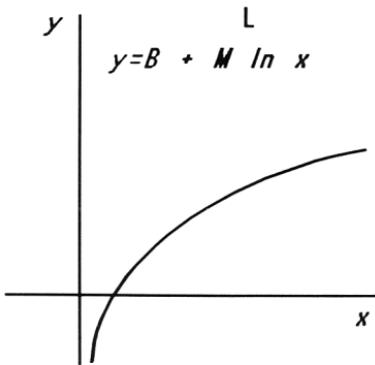
Ajuste de línea recta



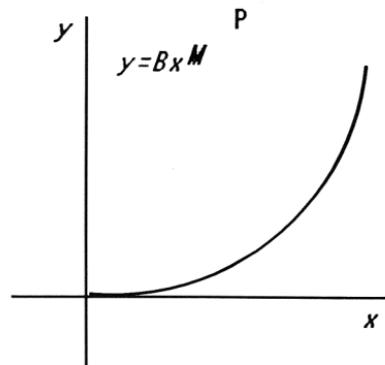
Ajuste de curva exponencial



Ajuste de curva logarítmica



Ajuste de curva potencial



Para ajustar los datos a las curvas logarítmicas, los valores de  $x$  deben ser positivos. Para ajustarlos a las curvas exponenciales, los valores de  $y$  deben ser positivos. Para ajustar los datos a las curvas potenciales, tanto  $x$  como  $y$  deben ser positivos. Si se ingresa un número negativo en estos casos, ocurrirá un error LOG (NEG).

Los valores de gran magnitud pero de diferencias relativamente pequeñas pueden ocasionar problemas de precisión, al igual que los valores de magnitudes muy diferentes. Consulte la sección "Limitaciones en la precisión de la información" en el capítulo 11.

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

S01	LBL	S	Esta rutina especifica el estado correspondiente al modelo de línea recta.
S02	1		Ingresa el valor de índice para almacenamiento posterior en $i$ (para el direccionamiento indirecto).
S03	CF	0	Quita el señalador 0, el cual es el indicador para $\ln X$ .
S04	CF	1	Quita el señalador 1, el cual es el indicador para $\ln Y$ .
S05	GT0	Z	Se bifurca hacia el punto de ingreso común Z. Bytes y suma de verificación: 007.5, 17CA
L01	LBL	L	Esta rutina especifica el estado correspondiente al modelo logarítmico.
L02	2		Ingresa el valor de índice para almacenamiento posterior en $i$ (para el direccionamiento indirecto).
L03	SF	0	Fija el señalador 0, el cual es el indicador para $\ln X$ .
L04	CF	1	Quita el señalador 1, el cual es el indicador para $\ln Y$ .
L05	GT0	Z	Se bifurca hacia el punto de ingreso común Z. Bytes y suma de verificación: 007.5, 6047
E01	LBL	E	Esta rutina especifica el estado correspondiente al modelo exponencial.
E02	3		Ingresa el valor de índice para almacenamiento posterior en $i$ (para el direccionamiento indirecto).
E03	CF	0	Quita el señalador 0, el cual es el indicador para $\ln X$ .
E04	SF	1	Fija el señalador 1, el cual es el indicador de $\ln Y$ .
E05	GT0	Z	Se bifurca hacia el punto de ingreso común Z. Bytes y suma de verificación: 007.5, C0F1
P01	LBL	P	Esta rutina especifica el estado correspondiente al modelo potencial.
P02	4		Ingresa el valor de índice para almacenamiento posterior en $i$ (para el direccionamiento indirecto).
P03	SF	0	Fija el señalador 0, el cual es el indicador para $\ln X$ .
P04	SF	1	Fija el señalador 1, el cual es el indicador de $\ln Y$ . Bytes y suma de verificación: 006.0, A26B

Z01 LBL Z	Define el punto de ingreso común para todos los modelos.
Z02 CLΣ	Borra los registros estadísticos.
Z03 STO i	Almacena el valor de índice en <i>i</i> para el direccionamiento indirecto.
Z04 0	Fija el contador del bucle en cero para el primer ingreso.

Bytes y suma de verificación: 006.0, CC1B

W01 LBL W	Define el comienzo del bucle de ingreso.
W02 1	Incrementa el valor el contador del bucle en uno a fin de solicitar el ingreso.
W03 +	
W04 STO X	Almacena el contador del bucle en <i>X</i> para que aparezca con el pedido para <i>X</i> .
W05 INPUT X	Exhibe el contador con el pedido y almacena el ingreso <i>X</i> .
W06 FS? 0	Si el señalador 0 se encuentra fijo...
W07 LN	...toma el logaritmo natural del valor ingresado.
W08 STO B	Almacena dicho valor para la rutina de corrección.
W09 INPUT Y	Solicita y almacena <i>Y</i> .
W10 FS? 1	Si el señalador 1 está fijo...
W11 LN	...toma el logaritmo natural del valor ingresado.

W12 STO R	
W13 RCL B	
W14 Σ+	Acumula <i>B</i> y <i>R</i> como el par de datos <i>x,y</i> en los registros estadísticos.

W15 GTO W Efectúa un bucle para obtener otro par *X, Y*.

Bytes y suma de verificación: 022.5, 1A43

U01 LBL U	Define el comienzo de la rutina "anular lo ingresado".
U02 RCL R	Recupera el par de datos más reciente.
U03 RCL B	
U04 Σ-	Borra dicho par de la acumulación estadística.
U05 GTO W	Ejecuta un bucle para obtener otro par <i>X, Y</i> .

Bytes y suma de verificación: 007.5, 5D02

R01 LBL R	Define el comienzo de la rutina de salida.
R02 r	Calcula el coeficiente de correlación.
R03 STO R	Lo almacena en $R$ .
R04 VIEW R	Exhibe el coeficiente de correlación.
R05 b	Calcula el coeficiente $b$ .
R06 FS? 1	Si el señalador 1 está fijo, toma el antilogaritmo natural de $b$ .
R07 e <sup>x</sup>	
R08 STO B	Almacena $b$ en $B$ .
R09 VIEW B	Exhibe el valor.
R10 m	Calcula el coeficiente $m$ .
R11 STO M	Almacena $m$ en $M$ .
R12 VIEW M	Exhibe el valor.
Bytes y suma de verificación: 018.0, 7492	
Y01 LBL Y	Define el comienzo del bucle de estimación (proyección).
Y02 INPUT X	Exhibe, solicita y almacena el valor $x$ en $X$ si éste ha cambiado.
Y03 XEQ(i)	Llama la subrutina para calcular $\hat{y}$ .
Y04 STO Y	Almacena el valor de $\hat{y}$ en $Y$ .
Y05 INPUT Y	Exhibe, solicita y almacena el valor de $y$ en $Y$ si éste ha cambiado.
Y06 6	
Y07 STO+ i	Ajusta el valor de índice para dirigirse a la subrutina apropiada.
Y08 XEQ(i)	Llama la subrutina para calcular $\hat{x}$ .
Y09 STO X	Almacena $\hat{x}$ en $X$ para el próximo bucle.
Y10 GTO Y	Ejecuta un bucle para obtener otro estimado.
Bytes y suma de verificación: 015.0, 9AEA	
A01 LBL A	Esta subrutina calcula $\hat{y}$ para el modelo de línea recta.
A02 RCL M	
A03 RCL× X	
A04 RCL+ B	Calcula $\hat{y} = MX + B$ .
A05 RTN	Regresa a la rutina de ejecución.
Bytes y suma de verificación: 007.5, 0E85	

G01 LBL G	Esta subrutina calcula $\hat{x}$ para el modelo de línea recta.
G02 STO- i	Restaura el valor de índice a su valor original.
G03 RCL Y	
G04 RCL- B	
G05 RCL÷ M	Calcula $\hat{x} = (Y - B) \div M$ .
G06 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 009.0, FDF1	
B01 LBL B	Esta subrutina calcula $\hat{y}$ para el modelo logarítmico.
B02 RCL X	
B03 LN	
B04 RCL× M	
B05 RCL+ B	Calcula $\hat{y} = M \ln X + B$ .
B06 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 009.0, 1B06	
H01 LBL H	Esta subrutina calcula $\hat{x}$ para el modelo logarítmico.
H02 STO- i	Restaura el valor de índice a su valor original.
H03 RCL Y	
H04 RCL- B	
H05 RCL÷ M	
H06 e <sup>x</sup>	Calcula $\hat{x} = e^{(Y - B) \div M}$ .
H07 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 010.5, C783	
C01 LBL C	Esta subrutina calcula $\hat{y}$ para el modelo exponencial.
C02 RCL M	
C03 RCL× X	
C04 e <sup>x</sup>	
C05 RCL× B	Calcula $\hat{y} = Be^{MX}$ .
C06 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 009.0, B411	

I01 LBL I	Esta subrutina calcula $\hat{x}$ para el modelo exponencial.
I02 STO- i	Restaura el valor de índice a su valor original.
I03 RCL Y	
I04 RCL ÷ B	
I05 LN	
I06 RCL ÷ M	Calcula $\hat{x} = (\ln(Y \div B)) \div M$ .
I07 RTN	Regresa a la rutina de ejecución.
Bytes y suma de verificación: 010.5, 01D6	
D01 LBL D	Esta subrutina calcula $\hat{y}$ para el modelo potencial.
D02 RCL X	
D03 RCL M	
D04 $\times^x$	
D05 RCL $\times$ B	Calcula $Y = B(X^M)$ .
D06 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 009.0, B4D4	
J01 LBL J	Esta subrutina calcula $\hat{x}$ para el modelo potencial.
J02 STO- i	Restaura el valor de índice a su valor original.
J03 RCL Y	
J04 RCL ÷ B	
J05 RCL M	
J06 $1/x$	
J07 $\times^x$	Calcula $\hat{x} = (Y/B)^{1/M}$ .
J08 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 012.0, FAA4	

**Señaladores utilizados:** El señalador 0 está fijo si se requiere calcular el logaritmo natural del valor de X. El señalador 1 está fijo si se requiere calcular el logaritmo natural del valor de Y.

**Memoria necesaria:** 270 bytes: 174 para el programa, 96 para los datos (48 para los registros estadísticos).

## Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima **C**.
2. Oprima **XEQ** y seleccione el tipo de curva que Ud. desea ajustar a los datos. Para esto oprima:
  - S para una línea recta,
  - L para una curva logarítmica,
  - E para una curva exponencial, o
  - P para una curva potencial.
3. Ingrese el valor de  $x$  y oprima **R/S**.
4. Ingrese el valor de  $y$  y oprima **R/S**.
5. Repita los pasos 3 y 4 para cada par de datos. Si se da cuenta que ha cometido un error luego de haber ingresado **R/S** en el paso 3 (con el pedido  $Y?$  *valor* aún visible), oprima **R/S** nuevamente (para exhibir el pedido  $X?$  *valor*) y oprima **XEQ** U para *retirar* el último par de datos. Si se da cuenta que ha cometido un error luego del paso 4, oprima **XEQ** U. En cualquiera de los dos casos, siga con el paso 3.
6. Después de haber ingresado todos los datos, oprima **XEQ** R para ver el coeficiente de correlación,  $R$ .
7. Oprima **R/S** para ver el coeficiente de regresión  $B$ .
8. Oprima **R/S** para ver el coeficiente de regresión  $M$ .
9. Oprima **R/S** para ver el pedido  $X?$  *valor* correspondiente a la rutina de estimación de  $\hat{x}$ ,  $\hat{y}$ .
10. Si desea estimar  $\hat{y}$  basándose en  $x$ , ingrese  $x$  al ver el pedido  $X?$  *valor* y luego oprima **R/S** para ver  $\hat{y}$  ( $Y?$ ).
11. Si desea estimar  $\hat{x}$  basándose en  $y$ , oprima **R/S** hasta ver el pedido  $Y?$  *valor*; luego ingrese  $y$  y oprima **R/S** para ver  $\hat{x}$  ( $X?$ ).
12. Para efectuar más estimaciones, siga con los pasos 10 u 11.
13. Si desea un nuevo caso, siga con el paso 2.

## VARIABLES UTILIZADAS:

$B$	Coefficiente de regresión (intersección de una línea recta con el eje $y$ ); utilizada también en forma provisoria.
$M$	Coefficiente de regresión (pendiente de una línea recta).
$R$	Coefficiente de correlación; utilizado también en forma provisoria.
$X$	Valor de $x$ de un par de datos al ingresar los datos; la $x$ hipotética al proyectar $\hat{y}$ ; o $\hat{x}$ (estimado de $x$ ) cuando existe una $y$ hipotética.
$Y$	Valor de $y$ de un par de datos al ingresar los datos; la $y$ hipotética al proyectar $\hat{x}$ ; o $\hat{y}$ (estimado de $y$ ) cuando existe una $x$ hipotética.
$i$	Variable de índice utilizada para dirigirse indirectamente hacia la ecuación de proyección de $\hat{x}$ , $\hat{y}$ correcta.

Registros estadísticos Acumulación de estadísticas y cálculo.

**Ejemplo 1.** Ajuste una línea recta a los datos presentados a continuación. Cometa un error intencional al ingresar el tercer par de datos y corríjalo con la rutina de corrección. Estime también  $y$  para un valor  $x$  de 37. Estime  $x$  para un valor  $y$  de 101.

<b>X</b>	40.5	38.6	37.9	36.2	35.1	34.6
<b>Y</b>	104.5	102	100	97.5	95.5	94

### Teclas:

S

40.5

104.5

### Pantalla:

X?1,0000

Y?valor

X?2,0000

### Descripción:

Inicia la rutina de línea recta.

Ingresa el valor  $x$  del par de datos.

Ingresa el valor de  $y$  para el par de datos.

38.6	<input type="text" value="R/S"/>	Y?104,5000	Ingresa el valor de $x$ del par de datos.
102	<input type="text" value="R/S"/>	X?3,0000	Ingresa el valor de $y$ del par de datos.

Ahora ingrese intencionalmente 379 en lugar de 37,9, lo cual le ayudará a ver cómo corregir ingresos incorrectos.

379	<input type="text" value="R/S"/>	Y?102,0000	Ingresa equivocadamente el valor $x$ del par de datos.
	<input type="text" value="R/S"/>	X?4,0000	Recupera el pedido X?.
	<input type="text" value="XEQ"/> U	X?3,0000	Borra el último par.

Proceda ahora a ingresar los datos correctos.

37.9	<input type="text" value="R/S"/>	Y?102,0000	Ingresa el valor correcto de $x$ correspondiente al par de datos.
100	<input type="text" value="R/S"/>	X?4,0000	Ingresa el valor de $y$ correspondiente al par de datos.
36.2	<input type="text" value="R/S"/>	Y?100,0000	Ingresa el valor $x$ correspondiente al par de datos.
97.5	<input type="text" value="R/S"/>	X?5,0000	Ingresa el valor de $y$ correspondiente al par de datos.
35.1	<input type="text" value="R/S"/>	Y?97,5000	Ingresa el valor $x$ correspondiente al par de datos.
95.5	<input type="text" value="R/S"/>	X?6,0000	Ingresa el valor de $y$ correspondiente al par de datos.
34.6	<input type="text" value="R/S"/>	Y?95,5000	Ingresa el valor $x$ correspondiente al par de datos.
94	<input type="text" value="R/S"/>	X?7,0000	Ingresa el valor de $y$ correspondiente al par de datos.

<input type="checkbox"/> XEQ R	$R = 0,9955$	Calcula el coeficiente de correlación.
<input type="checkbox"/> R/S	$B = 33,5271$	Calcula el coeficiente de regresión $B$ .
<input type="checkbox"/> R/S	$M = 1,7601$	Calcula el coeficiente de regresión $M$ .
<input type="checkbox"/> R/S	$X = 77,0000$	Solicita el valor hipotético de $x$ .
37 <input type="checkbox"/> R/S	$Y = 98,6526$	Almacena 37 en $X$ y calcula $\hat{y}$ .
101 <input type="checkbox"/> R/S	$X = 38,3336$	Almacena 101 en $Y$ y calcula $\hat{x}$ .

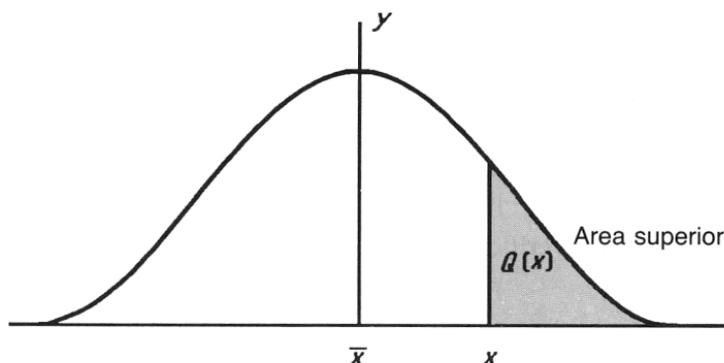
**Ejemplo 2.** Repita el ejemplo 1 (utilizando los mismos datos) para intentar ajustes de las curvas logarítmica, exponencial y potencial. El cuadro ilustrado a continuación le muestra el rótulo de ejecución inicial y el resultado (los coeficientes de correlación y regresión y los estimados de  $x$  e  $y$ ) correspondientes a cada tipo de curva. Ud. deberá reingresar los valores cada vez que ejecute el programa para un ajuste de curva diferente.

	<b>Logarítmica</b>	<b>Exponencial</b>	<b>Potencial</b>
Para comenzar:	<input type="checkbox"/> XEQ L	<input type="checkbox"/> XEQ E	<input type="checkbox"/> XEQ P
$R$	0,9965	0,9945	0,9959
$B$	-139,0088	51,1312	8,9730
$M$	65,8446	0,0177	0,6640
$y$ ( $\hat{y}$ cuando $X=37$ )	98,7508	98,5870	98,6845
$x$ ( $\hat{x}$ cuando $Y=101$ )	38,2857	38,3628	38,3151

---

## Distribución normal y distribución normal inversa

La distribución normal se emplea con frecuencia para efectuar un modelo del comportamiento de una variación arbitraria alrededor de una media aritmética. Este modelo supone que la distribución de muestreo es simétrica alrededor de la media,  $M$ , con una desviación estándar,  $S$ , y que se aproxima a la forma de campana de la curva ilustrada abajo. Dado un valor  $x$ , este programa calcula la probabilidad de que una selección arbitraria tomada de datos de muestreo tenga un valor mayor. Esto se conoce como el área superior,  $Q(x)$ . Este programa proporciona también la operación inversa: Dado un valor  $Q(x)$ , el programa calcula el valor de  $x$  correspondiente.



$$Q(x) = 0.5 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}}^x e^{-((x - \bar{x}) \div \sigma)^2 \div 2} dx.$$

Este programa emplea la operación incorporada de integración de la HP-32S para integrar la ecuación de la curva de frecuencia normal. La inversa se obtiene empleando el método de Newton a fin de buscar iterativamente un valor de  $x$  que dé como resultado la probabilidad dada  $Q(x)$ .

### Lista de programas:

#### Líneas de programa: Descripción:

S01 LBL S	Esta rutina da inicio al programa de desviación estándar.
S02 0	Almacena el valor predefinido de la media aritmética.
S03 STO M	
S04 INPUT M	Solicita y almacena la media, $M$ .

S05 1 Almacena el valor predefinido de la desviación estándar.

S06 STO S

S07 INPUT S Solicita y almacena la desviación estándar,  $S$ .

S08 RTN Deja de presentar el valor de la desviación estándar.

Bytes y suma de verificación: 012.0, 1F60

D01 LBL D Esta rutina calcula  $Q(X)$  con un valor dado de  $X$ .

D02 INPUT X Solicita y almacena  $X$ .

D03 XEQ Q Calcula el área superior de la curva.

D04 STO Q Almacena el valor en  $Q$  de forma que la función VIEW pueda exhibirla en la pantalla.

D05 VIEW Q Almacena  $Q(X)$ .

D06 GTO D Ejecuta un bucle para calcular otro  $Q(X)$ .

Bytes y suma de verificación: 009.0, 002C

I01 LBL I Esta rutina calcula  $X$  con un valor dado de  $Q(X)$ .

I02 INPUT Q Solicita y almacena  $Q(X)$ .

I03 RCL M Recupera la media aritmética.

I04 STO X Almacena la media como un estimado para  $X$ , llamado  $X_{est}$ .

Bytes y suma de verificación: 006.0, ED6E

T01 LBL T Este rótulo define el comienzo del bucle iterativo.

T02 XEQ Q Calcula  $(Q(X_{est}) - Q(X))$ .

T03 RCL- Q

T04 RCL X

T05 STO D

T06 R+

T07 XEQ F Calcula la derivada en  $X_{est}$ .

T08 RCL÷ T

T09 ÷ Calcula la corrección para  $X_{est}$ .

T10 STO+ X Añade la corrección para presentar un nuevo  $X_{guess}$ .

T11 ABS

T12 0.0001

T13 <>? Efectúa una prueba para ver si la corrección es significativa.

T14 GTO T Vuelve al comienzo para ejecutar un bucle si la corrección es significativa. Continúa si la corrección no es significativa.

T15 RCL X

T16 VIEW X	Exhibe el valor calculado de X.
T17 GTO I	Ejecuta un bucle para calcular otro X.
Bytes y suma de verificación: 033.5, 4355	
Q01 LBL Q	Esta subrutina calcula el área superior $Q(x)$ .
Q02 RCL M	Recupera el límite inferior de la integración.
Q03 RCL X	Recupera el límite superior de la integración.
Q04 FN= F	Selecciona la función definida por LBL F para la integración.
Q05 JFN d D	Integra la función normal usando la variable falsa D.
Q06 2	
Q07 π	
Q08 x	
Q09 SQRT	
Q10 RCL S	
Q11 ×	Calcula $S \times \sqrt{2\pi}$ .
Q12 STO T	Almacena el resultado temporariamente para la rutina inversa.
Q13 ÷	
Q14 +/-	
Q15 0.5	
Q16 +	Añade la mitad del área que se encuentra debajo de la curva, dado que hemos efectuado la integración empleando la media aritmética como el límite inferior.
Q17 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 033.5, 4B20	
F01 LBL F	Esta subrutina calcula el integrando para la función normal $e^{-((X-M) \div S)^2 \div 2}$ .
F02 RCL D	
F03 RCL- M	
F04 RCL÷ S	
F05 x <sup>2</sup>	
F06 2	
F07 ÷	
F08 +/-	
F09 e <sup>x</sup>	
F10 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 015.0, 034D	

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 157 bytes: 109 para el programa, 48 para las variables.

**Comentarios:** La exactitud de este programa depende de la especificación de la presentación en pantalla. Para valores en la gama entre  $\pm 3$  desviaciones estándar, será adecuada una presentación de cuatro o más cifras significativas en la mayoría de las aplicaciones. Con la precisión completa, el límite de entrada es  $\pm 5$  desviaciones estándar. El tiempo de cálculo será mucho menor con un número más bajo de dígitos exhibidos.

En la rutina N, la constante 0,5 se puede reemplazar con 2 y  $\boxed{1/x}$ . De esta manera se ahorrarán 6,5 bytes en detrimento de la claridad.

No es necesario ingresar la rutina inversa (en las rutinas I y T) si Ud. no está interesado en la capacidad inversa.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima  $\boxed{C}$ .
2. Oprima  $\boxed{XEQ}$  S.
3. Después del pedido de M, ingrese la media de la población y oprima  $\boxed{R/S}$ . (Si la media es cero, oprima simplemente  $\boxed{R/S}$ .)
4. Después del pedido de S, ingrese la desviación estándar de la población y oprima  $\boxed{R/S}$ . (Si la desviación estándar es 1, oprima simplemente  $\boxed{R/S}$ .)
5. Para calcular X contando con el valor  $Q(X)$ , saltee hasta el paso 9 de estas instrucciones.
6. Para calcular  $Q(X)$  contando con el valor de X, oprima  $\boxed{XEQ}$  D.
7. Después del pedido, ingrese el valor de X y oprima  $\boxed{R/S}$ . Se exhibirá el resultado  $Q(X)$ .
8. Para calcular  $Q(X)$  para un nuevo X con la misma media aritmética y desviación estándar, oprima  $\boxed{R/S}$  y siga con el paso 7.
9. Para calcular X contando con  $Q(X)$ , oprima  $\boxed{XEQ}$  I.
10. Después del pedido, ingrese el valor de  $Q(X)$  y oprima  $\boxed{R/S}$ . Se exhibirá entonces el resultado, X.
11. Para calcular X para un nuevo  $Q(X)$  con la misma media aritmética y desviación estándar, oprima  $\boxed{R/S}$  y siga con el paso 10.

### Variables utilizadas:

- $D$  Variable falsa de integración.
- $M$  Media aritmética de la población, valor predefinido cero.
- $Q$  Probabilidad correspondiente al área superior.
- $S$  Desviación estándar de la población, valor predefinido 1.
- $T$  Variable utilizada temporariamente para pasar el valor  $\sqrt{2\pi}$  al programa inverso.
- $X$  Valor ingresado que define el lado izquierdo del área superior.

**Ejemplo 1.** Supongamos que Ud. se entera que su supervisor tiene una inteligencia de " $3\sigma$ ". Para Ud. esto significa que esta persona es más inteligente que la población local, excepto por aquellas personas que presentan más de tres desviaciones estándar por encima de la media aritmética. Supongamos que Ud. calcula que en la población local existen 10.000 supervisores posibles. ¿Cuántas personas se encuentran en la clasificación " $3\sigma$ "? Dado que este problema está redactado en términos de la desviación estándar, utilice los valores predefinidos de cero para  $M$  y de 1 para  $S$ .

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<input type="button" value="XEQ"/> S	M?0,0000	Inicia una rutina de inicialización.
<input type="button" value="R/S"/>	S?1,0000	Acepta el valor predefinido de cero para $M$ .
<input type="button" value="R/S"/>	1,0000	Acepta el valor predefinido de 1 para $S$ .
<input type="button" value="XEQ"/> D	X? <i>valor</i>	Inicia el programa de distribución y solicita $X$ .
3 <input type="button" value="R/S"/>	Q=0,0014	Ingresa 3 para $X$ e inicia el cálculo de $Q(X)$ . Exhibe la proporción de la población cuyo índice de inteligencia se encuentra a más de tres desviaciones estándar de la media.

10000 <input type="text" value="x"/>	13,5049	Efectúa la multiplicación por la población. Exhibe la cantidad aproximada de supervisores en la población local que cumplen con el criterio establecido.
--------------------------------------	---------	--

Dado que Ud. tiene dudas en cuanto a la inteligencia de su supervisor, decide ver cuán raro puede resultar un supervisor de " $2\sigma$ ". Observe que el programa se puede repetir simplemente oprimiendo .

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<input type="text" value="R/S"/>	X?3,0000	Reanuda el programa.
2 <input type="text" value="R/S"/>	Q=0,0227	Ingresa el valor X de 2 y calcula $Q(X)$ .
10000 <input type="text" value="x"/>	227,4937	Efectúa la multiplicación por la población para obtener el estimado revisado.

**Ejemplo 2.** El promedio de una serie de calificaciones de exámenes es 55. La desviación estándar es 15,3. Suponiendo que la curva normal estándar presente un modelo adecuado de la distribución, ¿cuál es la probabilidad que un estudiante seleccionado arbitrariamente obtenga una calificación de 90? ¿Cuál es la calificación superada por únicamente el 10 por ciento de los estudiantes? ¿Cuál sería la calificación no alcanzada por sólo el 20 por ciento de los estudiantes?

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>XEQ</b> S	M?0,0000	Inicia la rutina de inicialización.
55 <b>R/S</b>	S?1,0000	Almacena 55, correspondiente a la media aritmética.
15.3 <b>R/S</b>	15,3000	Almacena 15,3 correspondiente a la desviación estándar.
<b>XEQ</b> D	X? <i>valor</i>	Inicia el programa de distribución y solicita X.
90 <b>R/S</b>	Q = 0,0111	Ingresas 90 correspondiente a X y calcula Q(X).

De esta manera, se puede esperar que sólo el 1 por ciento, aproximadamente, de los estudiantes superará la calificación de 90.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>XEQ</b> I	Q?0,0111	Inicia la rutina inversa.
.1 <b>R/S</b>	X = 74,6078	Almacena 0,1 (10 por ciento) en Q(X) y calcula X.
<b>R/S</b>	Q?0,1000	Reanuda la rutina inversa.
.8 <b>R/S</b>	X = 42,1232	Almacena 0,8 (100 por ciento menos 20 por ciento) en Q(X) y calcula X.

## Programas varios

El uso de la memoria y la suma de verificación para cada rótulo de programa se puede verificar empleando el catálogo de programas (página 85).

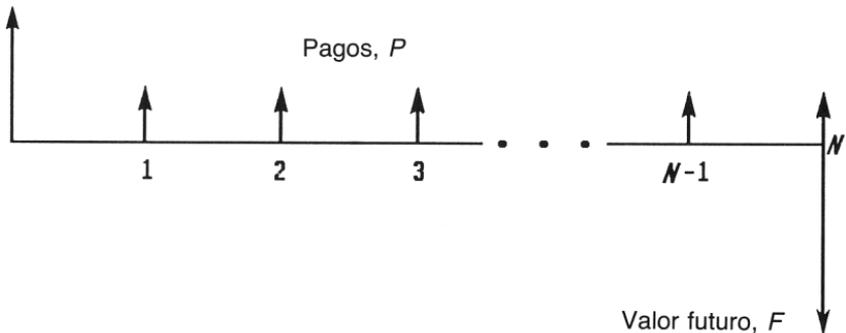
### Valor del dinero en función del tiempo

Dados cuatro de los cinco valores de la ecuación del valor del dinero en función del tiempo, este programa halla el quinto. Esto resulta muy útil en una gran variedad de aplicaciones financieras, tales como préstamos personales e inmobiliarios y cuentas de ahorro.

La ecuación utilizada para resolver problemas de valor del dinero en función del tiempo es:

$$P \left[ \frac{1 - (1 + Z)^{-N}}{Z} \right] + F(1 + Z)^{-N} + B = 0.$$

Saldo o balance,  $B$ .



**Diagrama de flujo de caja**

Los signos de los valores de caja (balance, *B*; pago, *P*; y balance futuro, *F*) corresponden a la dirección en que fluye el dinero. El dinero que Ud. recibe tiene un signo positivo, mientras que el dinero pagado tiene un signo negativo. Observe que un problema se puede considerar desde dos perspectivas diferentes. El prestatario y el prestamista ven el mismo problema con los signos invertidos.

## Lista de programas:

### Líneas de programa: Descripción:

N01	LBL	N	Esta rutina calcula el número de pagos, <i>N</i> .
N02	14		Ingresa el número que corresponde a <i>N</i> para el direccionamiento indirecto.
N03	GTO	L	Se bifurca hacia la rutina de control común, <i>L</i> .
Bytes y suma de verificación: 004.5, 61E5			
I01	LBL	I	Esta rutina calcula la tasa de interés, <i>I</i> .
I02	9		Ingresa el número que corresponde a <i>I</i> para el direccionamiento indirecto.
I03	GTO	L	Se bifurca hacia la rutina de control común, <i>L</i> .
Bytes y suma de verificación: 004.5, DA04			
B01	LBL	B	Esta rutina calcula el balance (saldo) inicial, <i>B</i> .
B02	2		Ingresa el número que corresponde a <i>B</i> para el direccionamiento indirecto.
B03	GTO	L	Se bifurca hacia la rutina de control común, <i>L</i> .
Bytes y suma de verificación: 004.5, 98EB			
P01	LBL	P	Esta rutina calcula el pago periódico, <i>P</i> .
P02	16		Ingresa el número que corresponde a <i>P</i> para el direccionamiento indirecto.
P03	GTO	L	Se bifurca hacia la rutina de control común, <i>L</i> .
Bytes y suma de verificación: 004.5, A556			
F01	LBL	F	Esta rutina calcula el valor futuro, <i>F</i> .
F02	6		Ingresa el número que corresponde a <i>F</i> para el direccionamiento indirecto.
Bytes y suma de verificación: 003.0, 6779			

L01 LBL L	Este rótulo controla el cálculo de la variable seleccionada.
L02 STO i	Almacena el valor de índice (para el direccionamiento indirecto) en <i>i</i> .
L03 FN= T	Selecciona la rutina T, la cual contiene la ecuación, para SOLVE.
L04 SOLVE(i)	Halla la solución para la variable a la cual <i>i</i> apunta indirectamente.
L05 VIEW(i)	Exhibe el resultado al cual apunta <i>i</i> .
L06 GTO(i)	Regresa para iniciar otro cálculo.
Bytes y suma de verificación: 009.0, 7878	
T01 LBL T	Esta rutina contiene la ecuación que define el valor del dinero en función del tiempo.
T02 INPUT N	Solicita y almacena <i>N</i> .
T03 INPUT I	Solicita y almacena <i>I</i> .
T04 INPUT B	Solicita y almacena <i>B</i> .
T05 INPUT P	Solicita y almacena <i>P</i> .
T06 INPUT F	Solicita y almacena <i>F</i> .
T07 RCL I	Recupera la tasa de interés como porcentaje.
T08 $\times=0?$	Si $I=0$ ...
T09 GTO K	... utiliza la ecuación de la rutina K.
T10 100	
T11 $\div$	
T12 STO Z	Convierte <i>I</i> a la forma decimal y lo almacena en <i>Z</i> .
T13 1	
T14 +	Calcula $(1 + Z)$ .
T15 RCL N	
T16 +/-	
T17 $y^x$	Calcula $(1 + Z)^{-N}$ .
T18 ENTER	Duplica la cantidad para que se pueda utilizar más tarde.
T19 +/-	
T20 1	
T21 +	Calcula $1 - (1 + Z)^{-N}$ .
T22 RCL $\div$ Z	Calcula $1 - (1 + Z)^{-N} \div Z$ .

T23 RCL× P	Calcula $P \times (1 - (1 + Z)^{-N}) \div Z$ .
T24 $\leftrightarrow$	Intercambia la copia duplicada de $(1 + Z)^{-N}$ (de la línea T18) en el registro X.
T25 RCL× F	Calcula $F \times (1 + Z)^{-N}$ .
T26 +	Calcula $F \times (1 + Z)^{-N} + P \times (1 - (1 + Z)^{-N}) \div Z$ .
T27 RCL+ B	Calcula $F \times (1 + Z)^{-N} + P \times (1 - (1 + Z)^{-N}) \div Z + B$ .
T28 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 050.0, 429C	
K01 LBL K	Si $I = 0$ se ejecuta esta rutina.
K02 RCL P	
K03 RCL× N	
K04 RCL+ F	
K05 RCL+ B	Calcula $P \times N + F + B$ .
K06 RTN	Regresa a la rutina que llamó a esta rutina.
Bytes y suma de verificación: 009.0, F2E0	

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 145 bytes: 89 para el programa, 56 para las variables.

**Comentarios:** Dado que todos los cálculos del programa se efectúan en las rutinas T y K, es posible acortar el programa eliminando las otras rutinas que facilitan su uso. Para poder ejecutar el programa acortado, seleccione la función definida por LBL T ( $\blacksquare$  **SOLVE/f** {FN=} T) y luego halle la solución para la variable que Ud. necesita ( $\blacksquare$  **SOLVE/f** {SOLVE} *variable*).

### Instrucciones de programa:

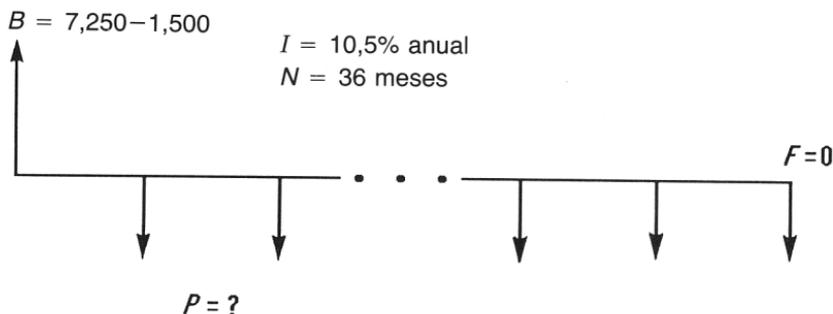
- Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima **C**.
- Seleccione la rutina apropiada:
  - $\blacksquare$  **XEQ** N para calcular el número de períodos de capitalización;
  - $\blacksquare$  **XEQ** I para calcular el interés periódico;
  - $\blacksquare$  **XEQ** B para calcular el balance (saldo) inicial de un préstamo o cuenta de ahorros;

- XEQ P para calcular el pago periódico;
  - XEQ F para calcular el valor o saldo futuro de un préstamo
3. Ingrese los valores de las otras cuatro variables a medida que el programa las solicite y oprima  R/S después de cada valor.
  4. Después del último  R/S se exhibirá el resultado.
  5. Para recalcular la misma variable empleando datos diferentes, oprima  R/S y siga con el paso 3.
  6. Para comenzar con un caso totalmente distinto vaya al paso 2.

### **Variables utilizadas:**

- N* Número de períodos de capitalización.
- I* La tasa *periódica* de interés como porcentaje. (Por ejemplo, si la tasa de interés *anual* es de 15% pero hay 12 pagos anuales, la tasa *periódica* de interés será de  $15 \div 12 = 1,25\%$ .)
- Z* La tasa *periódica* de interés como decimal.
- B* El balance (saldo) inicial del préstamo o cuenta de ahorros.
- P* Pago periódico.
- F* Valor futuro de una cuenta de ahorros o saldo de un préstamo.
- i* La variable de índice, utilizada aquí para el direccionamiento indirecto.

**Ejemplo: Parte 1.** Supongamos que Ud. desea financiar la compra de un auto con un préstamo a 3 años (36 meses) con un interés anual del 10,5% capitalizado mensualmente. El precio de compra del auto es de \$7.250, con una entrega inicial de \$1,500. ¿De cuánto serán los pagos mensuales?



Teclas:	Pantalla:	Descripción:
<b>DISP</b> {FX} 2		Especifica el formato de presentación en pantalla en FIX 2.
<b>XEQ</b> P	N? valor	Seleccione la rutina P, la cual calcula el pago periódico.
36 <b>R/S</b>	I? valor	Almacena 36 en N.
10.5 <b>ENTER</b> 12 <b>÷</b>	I? 0,88	Convierte la tasa de interés anual en una tasa mensual.
<b>R/S</b>	B? valor	Almacena la tasa de interés mensual en I.
7250 <b>ENTER</b> 1500 <b>-</b>	B? 5,750,00	Calcula el saldo inicial del préstamo.
<b>R/S</b>	F? valor	Iguala B al saldo inicial.
0 <b>R/S</b>	P = -186,89	Almacena cero en F, el saldo futuro o final, y calcula el pago mensual del préstamo.

La respuesta es negativa, pues el préstamo ha sido considerado desde el punto de vista del prestatario. El dinero recibido por el prestatario (el saldo inicial) es positivo, mientras que el dinero pagado es negativo.

**Parte 2.** ¿Qué tasa de interés reduciría el pago mensual en \$10?

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<input type="text" value="XEQ"/> I	N?36,00	Selecciona la rutina I, la cual calcula la tasa periódica de interés.
<input type="text" value="R/S"/>	B?5,750,00	Acepta 36 como cantidad de pagos.
<input type="text" value="R/S"/>	P?-186,89	Acepta \$5.750 como saldo inicial.
<input type="text" value="ENTER"/>	P?-186,89	Copia el pago en la pila de manera que Ud. pueda efectuar cálculos con él. (El próximo número ingresado se escribirá sobre el contenido del registro X.)
10 <input type="text" value="+"/>	P?-176,89	Reduce el pago mensual en \$10,00.
<input type="text" value="R/S"/>	F?0,00	Almacena el valor de pago modificado.
<input type="text" value="R/S"/>	I = 0,56	Acepta cero como balance futuro y calcula I, la tasa de interés mensual.
12 <input type="text" value="x"/>	6,75	Calcula la tasa de interés anual.

**Parte 3.** Empleando la tasa de interés del 6,75%, supongamos que Ud. vende el auto 2 años después. ¿Cuánto dinero deberá todavía? Dicho de otra forma, ¿cuál es el saldo futuro después de 2 años?

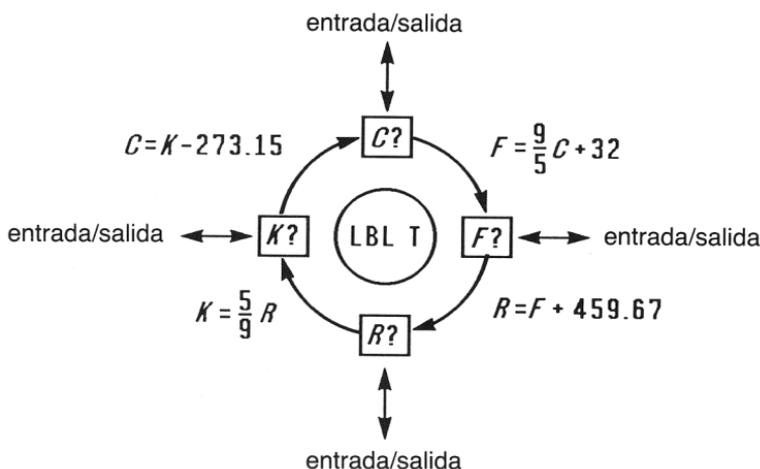
<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>[XEQ]</b> F	N?36,00	Selecciona la rutina F, la cual calcula el valor futuro.
24 <b>[R/S]</b>	I?0,56	Cambia el número de pagos a 24 meses.
<b>[R/S]</b>	B?5,750,00	Acepta la tasa de interés mensual.
<b>[R/S]</b>	P?-176,89	Acepta \$5.750,00 como saldo inicial.
<b>[R/S]</b>	F = -2047,04	Acepta el valor del pago y calcula el balance futuro. Nuevamente el signo es negativo, indicando que Ud. debe pagar ese dinero.

---

## Conversiones de unidad

Este programa consta de dos rutinas que convierten un tipo de unidad en otro. Una de las rutinas efectúa la conversión entre grados Celsius, Fahrenheit, Rankine y Kelvin. La otra rutina efectúa la conversión entre pulgadas, pies y metros, y entre pulgadas cuadradas, pies cuadrados y metros cuadrados. Los programas se pueden modificar con facilidad para efectuar conversiones con otros tipos de unidad.

Ambas rutinas se basan en el “principio de la rueda gigante”. El programa tiene una estructura circular; al iniciarlo, ejecuta un ciclo (o serie) de solicitudes de ingreso. Ud. debe pasar por alto las solicitudes (oprima  $\boxed{R/S}$ ) hasta que aparezca el pedido que corresponde a las unidades que Ud. desea calcular. Por ejemplo, si Ud. quisiera ingresar grados Kelvin, debe comenzar el programa de la temperatura oprimiendo  $\boxed{XEQ}$  T y luego oprimiendo  $\boxed{R/S}$  hasta llegar a K?. En este momento Ud. deberá ingresar la temperatura en grados Kelvin y oprimir  $\boxed{R/S}$  hasta llegar al pedido que indique las unidades deseadas (por ejemplo F? para Fahrenheit). El valor exhibido con el pedido será entonces la temperatura en grados Fahrenheit. Para finalizar el programa oprima  $\boxed{C}$ .



### **Estructura circular “de rueda gigante” para la conversión de temperaturas**

El programa ha sido diseñado para reducir al mínimo el uso de la pila. Al terminar el programa, los valores que Ud. tenía en los registros X e Y permanecen en los registros Y y Z respectivamente, y se exhibe el valor convertido. Si el valor que Ud. desea convertir se encuentra en el registro X (la pantalla) cuando Ud. comienza el programa, oprima  $\boxed{R\downarrow}$  para recuperarlo al llegar al pedido correcto.

Las rutinas de conversión de longitudes y áreas proporcionan buenos ejemplos del uso de señaladores. Observe que el señalador 2 se selecciona para que el anunciador **2** de la pantalla indique que la unidad está elevada al *cuadrado*.

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

T01	LBL T	Inicia la rutina de conversión de temperaturas.
T02	INPUT C	Exhibe la temperatura en C° o solicita y almacena el ingreso de grados Celsius.
T03	9	
T04	×	
T05	5	
T06	÷	
T07	32	
T08	+	Convierte de grados Celsius en grados Fahrenheit.
T09	STO F	Almacena en <i>F</i> la temperatura en grados Fahrenheit.
T10	R+	Baja la pila a fin de utilizar un solo nivel.
T11	INPUT F	Exhibe la temperatura en °F o solicita y almacena el ingreso en grados Fahrenheit.
T12	459.67	
T13	+	Convierte de grados Fahrenheit en grados Rankine.
T14	STO R	Almacena en <i>R</i> la temperatura en grados Rankine.
T15	R+	Baja la pila a fin de utilizar un solo nivel.
T16	INPUT R	Exhibe la temperatura en °R o solicita y almacena el ingreso de grados Rankine.
T17	9	
T18	÷	
T19	5	
T20	×	Convierte de grados Rankine en grados Kelvin.
T21	STO K	Almacena en <i>K</i> la temperatura en grados Kelvin.
T22	R+	Baja la pila para utilizar un solo nivel.
T23	INPUT K	Exhibe la temperatura en grados Kelvin o solicita y almacena el ingreso de grados Kelvin.
T24	273.15	
T25	-	Convierte grados Kelvin en grados Celsius.
T26	STO C	Almacena en <i>C</i> la temperatura en grados Celsius.
T27	R+	Baja la pila a fin de utilizar un solo nivel.
T28	GTO T	Regresa al inicio del bucle para efectuar más conversiones.

Bytes y suma de verificación: 058.0, 9EF4

A01 LBL A	Inicia la rutina de conversión de área.
A02 SF 2	Fija el señalador 2 para indicar el área de conversión (longitud <i>elevada al cuadrado</i> ).
A03 GTO 0	Se bifurca hacia la rutina de conversión.
Bytes y suma de verificación: 004.5, 2A52	
L01 LBL L	Inicia la rutina de conversión de longitud.
L02 CF 2	Borra el señalador de conversión de área.
Bytes y suma de verificación: 003.0, 2C3C	
Q01 LBL 0	Inicia la rutina de conversión combinada de longitud y área.
Q02 INPUT I	Exhibe las pulgadas o pulgadas cuadradas, o acepta el ingreso de información.
Q03 12	Ingresa el factor de conversión de pulgadas a pies.
Q04 FS? 2	Comprueba si se trata de una conversión de área.
Q05 $\times^2$	En caso afirmativo, eleva al cuadrado el factor de conversión.
Q06 +	Calcula el resultado.
Q07 STO F	Almacena pies o pies cuadrados.
Q08 R+	Baja la pila a fin de utilizar un solo nivel.
Q09 INPUT F	Exhibe pies o pies cuadrados, o acepta el ingreso de información.
Q10 0.3048	Ingresa el factor de conversión de pies a metros.
Q11 FS? 2	Comprueba si se trata de una conversión de área.
Q12 $\times^2$	En caso afirmativo, eleva al cuadrado el factor de conversión.
Q13 $\times$	Calcula el resultado.
Q14 STO M	Almacena metros o metros cuadrados.
Q15 R+	Baja la pila a fin de utilizar un solo nivel.
Q16 INPUT M	Exhibe metros o metros cuadrados, o acepta el ingreso de información.
Q17 0.0254	Ingresa el factor de conversión de metros a pulgadas.
Q18 FS? 2	Comprueba si se trata de una conversión de área.
Q19 $\times^2$	En caso afirmativo, eleva al cuadrado el factor de conversión.
Q20 +	Calcula el resultado.
Q21 STO I	Almacena pulgadas o pulgadas cuadradas.
Q22 R+	Baja la pila a fin de utilizar un solo nivel.
Q23 GTO 0	Regresa al principio del bucle para efectuar más conversiones.
Bytes y suma de verificación: 050.0, 2A15	

**Señaladores utilizados:** Señalador 2.

**Memoria necesaria:** 164 bytes: 116 para el programa, 48 para las variables.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima **[C]**.
2. Oprima **[XEQ]** seguido del rótulo apropiado.
  - A para conversión de área o
  - L para conversión de longitud o
  - T para conversión de temperatura.
3. Oprima **[R/S]** hasta que aparezca el pedido de ingreso apropiado.
4. Ingrese la información (u oprima **[R↓]** para recuperar la información en caso de que ésta estuviera en la pantalla al iniciar la rutina).
5. Oprima **[R/S]** hasta que el pedido (con un resultado) corresponda a las unidades que Ud. desea calcular.
6. Diríjase al paso 3 para efectuar otra conversión.
7. Oprima **[C]** para borrar el pedido y finalizar el programa.

### Variables utilizadas:

- C Temperatura en grados Celsius.
- F Temperatura en grados Fahrenheit; o pies.
- R Temperatura en grados Rankine.
- K Temperatura en grados Kelvin.
- I Pulgadas.
- M Metros.

**Ejemplo 1.** Convierta 212°F en grados Kelvin.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>[XEQ]</b> T	C ? <i>valor</i>	Selecciona la rutina de conversión de temperatura.
<b>[R/S]</b>	F ? <i>valor</i>	Busca el pedido de grados Fahrenheit.

212	R/S	R?671,6700	Ingresa la temperatura en grados Fahrenheit y la convierte en grados Rankine.
	R/S	K?373,1500	Efectúa la conversión a grados Kelvin.

**Ejemplo 2.** Supongamos que la medida del piso de una habitación es de  $108 \times 127$  pulgadas. ¿Cuánto es esto en pies cuadrados?

Teclas:	Pantalla:	Descripción:	
108	ENTER		
127	x	K?13,716,0000	Calcula el área en pulgadas cuadradas.
XEQ	A	I?valor	Selecciona la rutina de conversión de área.
R↓		I?13,716,0000	Rota hacia abajo desde el registro Y el valor calculado previamente para pulgadas cuadradas
R/S		F?95,2500	Calcula los pies cuadrados.
C		95,2500	Cancela el pedido y finaliza el programa.

**Ejemplo 3.** Supongamos que el resultado de una serie bastante larga de cálculos es 3,787 y que este valor se encuentra en la pantalla de su calculadora. Supongamos además que dicho valor se debe dividir por una longitud específica en metros para completar el problema. Ud. sabe que la longitud entre la cual debe efectuar la división es 25,73 pies. Calcule la respuesta final.

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
3.787	3 , 787	Ingresa el resultado hipotético.
<input type="button" value="XEQ"/> L	I ? <i>valor</i>	Selecciona la rutina de conversión de unidades.
<input type="button" value="R/S"/>	F ? <i>valor</i>	Se desplaza hacia el pedido de pies.
25.73 <input type="button" value="R/S"/>	M ? 7 , 8425	Ingresa el divisor en pies y luego lo convierte a metros.
<input type="button" value="C"/>	7 , 8425	Cancela el pedido y termina el programa.
<input type="button" value="÷"/>	0 , 4829	Calcula el resultado final.

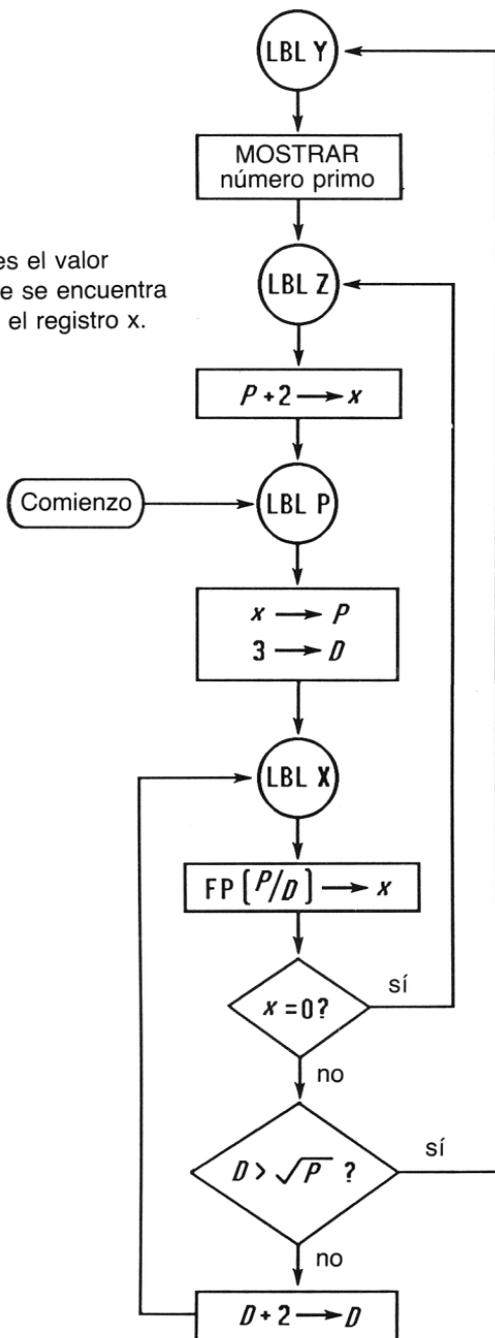
---

## Generador de números primos

Este programa acepta cualquier entero impar y positivo mayor que 3. Si el número es un número primo (no divisible exactamente por ningún entero excepto por sí mismo y 1) el programa da como resultado el valor ingresado. Si el valor ingresado no es un número primo, el programa da como resultado el primer número primo mayor que el número ingresado.

El programa identifica los números que no son primos comprobando en forma exhaustiva todos los factores posibles. Si un número no es primo, el programa añade 2 (asegurándose que el valor aún es impar) y efectúa una prueba para ver si ha hallado un número primo. Este proceso continúa hasta que se halla un número primo.

Nota:  $x$  es el valor que se encuentra en el registro  $x$ .



**Organigrama del programa de números primos**

## Listado de los programas:

### Líneas de programa: Descripción:

Y01 LBL Y	Esta rutina exhibe el número primo.
Y02 VIEW P	Exhibe el número primo $P$ .
Bytes y suma de verificación: 003.0, 9D08	
Z01 LBL Z	Esta rutina añade 2 a $P$ antes de comprobar si $P$ es un número primo.
Z02 2	
Z03 RCL+ P	
Bytes y suma de verificación: 004.5, E455	
P01 LBL P	Esta rutina almacena el valor ingresado para $P$ .
P02 STO P	
P03 3	Almacena 3 en el divisor de comprobación $D$ .
P04 STO D	
Bytes y suma de verificación: 006.0, 9E38	
X01 LBL X	Esta rutina efectúa una comprobación para ver si $P$ es un número primo.
X02 RCL P	
X03 RCL÷ D	
X04 FP	Halla la parte fraccional de $P \div D$ .
X05 $\times = 0?$	Determina si hay un resto de cero (número no primo).
X06 GTO Z	Si el número no es primo, prueba la próxima posibilidad.
X07 RCL P	
X08 SQRT	
X09 RCL D	
X10 $\times > \gamma?$	Efectúa una comprobación para ver si se ha efectuado la comprobación con todos los factores posibles.
X11 GTO Y	En caso afirmativo se bifurca hacia la rutina de presentación.
X12 2	Calcula el siguiente factor posible, $D + 2$ .
X13 STO+ D	

X14 GTO X

Se bifurca para efectuar la comprobación del número primo posible con el nuevo factor.

Bytes y suma de verificación: 021.0, 43F2

**Señaladores utilizados:** Ninguno.

**Memoria necesaria:** 50.5 bytes: 34,5 para el programa, 16 para las variables.

### Instrucciones de programa:

1. Ingrese las rutinas de programa; al terminar oprima **[C]**.
2. Ingrese un entero impar.
3. Oprima **[XEQ]**  $P$  para iniciar el programa. Se exhibirá el número primo  $P$ .
4. Para ver el siguiente número primo oprima **[R/S]**.

### Variables utilizadas:

$P$  Valor primo y posibles valores primos.

$D$  Divisor utilizado para comprobar el valor actual de  $P$ .

**Comentarios:** No se efectúan comprobaciones para asegurarse que el valor ingresado es un entero impar y positivo mayor que 3.

**Ejemplo.** ¿Cuál es el primer número primo después de 789? ¿Cuál es el número primo siguiente?

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
789 <b>[XEQ]</b> $P$	$P = 797,0000$	Ingresar 789 e iniciar el programa; exhibe el primer número primo.
<b>[R/S]</b>	$P = 809,0000$	Calcula el número primo siguiente después de 797.

# Parte 5

## Apéndices y referencia

---

<b>Página 240</b>	<b>A: Asistencia técnica, baterías y servicio de reparación</b>
<b>253</b>	<b>B: Memoria del usuario y la pila</b>
<b>259</b>	<b>C: Información adicional sobre la resolución de ecuaciones</b>
<b>273</b>	<b>D: Información adicional sobre la Integración</b>
<b>281</b>	<b>Mensajes</b>
<b>286</b>	<b>Índice de funciones</b>
<b>299</b>	<b>Índice temático</b>

# A

## Asistencia técnica, baterías y servicio de reparación

---

### Cómo obtener ayuda en la operación de la calculadora

La compañía Hewlett-Packard se ha cometido a proveer a los poseedores de calculadoras apoyo ininterrumpido. Ud. puede obtener respuestas a sus preguntas acerca del uso de la calculadora dirigiéndose al departamento de Servicio Técnico de Calculadoras.

Le sugerimos que lea la próxima sección, "Respuestas a preguntas comunes", antes de ponerse en contacto con nosotros. Por experiencia hemos visto que muchos de nuestros clientes tienen preguntas similares acerca de los productos.

En caso de no encontrar una respuesta a su pregunta podrá ponerse en contacto con nosotros utilizando la lista de direcciones y números telefónicos que aparece en la contratapa.

---

### Respuestas a preguntas comunes

**P.** ¿Cómo puedo determinar si la calculadora está funcionando correctamente?

**R.** Consulte la página 246, en donde se describe la autoverificación diagnóstica.

**P.** ¿Cómo puedo cambiar la cantidad de lugares decimales que aparecen en la pantalla?

**R.** Utilice la función **DISP** (página 30).

**P.** Los números que escribo contienen puntos en lugar de comas como signo decimal. ¿Cómo puedo restaurar las comas?

**R.** Utilice la función **MODES** (página 29).

**P.** ¿Cómo hago para borrar ya sea toda la memoria o partes de ella?

**R.** ■ **CLEAR** exhibe el menú CLEAR, el cual le permite borrar todas las variables, todos los programas (en el modo de ingreso de programas solamente), los registros estadísticos o toda la memoria del usuario (excepto durante el ingreso de programas).

**P.** ¿Qué significa la “E” que aparece en algunos números (por ejemplo 251E-13)?

**R.** *Exponente* de diez, o sea  $2,51 \times 10^{-13}$ .

**P.** La calculadora presenta el mensaje MEMORY FULL. ¿Qué debo hacer?

**R.** Deberá Ud. borrar una porción de la memoria antes de continuar. (Vea el apéndice B.)

**P.** ¿Por qué es que el cálculo del seno (o de la tangente) de  $\pi$  radianes presenta un número muy pequeño en lugar de 0?

**R.**  $\pi$  no se puede representar en forma *exacta* con la precisión de 12 dígitos de la calculadora.

**P.** ¿Por qué obtengo respuestas incorrectas cuando utilizo las funciones trigonométricas?

**R.** Debe asegurarse que la calculadora esté usando el modo angular correcto (■ **MODES**).

**P.** ¿Qué significa el símbolo que aparece en la pantalla?

**R.** Se trata de un *anunciador*, el cual le da información sobre el estado de la calculadora. Vea la sección “Anunciadores” en el capítulo 1.

---

## Información sobre la tensión y las baterías

La HP-32S se envía de fábrica con 3 baterías alcalinas. Un juego nuevo de baterías proporciona aproximadamente un año de uso normal. Sin embargo, la vida de las baterías depende del uso de la calculadora; con frecuencia, los cálculos largos requieren más energía que los cálculos cortos y ocasionales. La calculadora consume la mayoría de la energía al ejecutar programas o al efectuar cálculos largos (como SOLVE o  $\int$ FN). En todos los casos, las baterías de mercurio o de óxido de plata duran casi el doble que las alcalinas.

Utilice únicamente baterías de tipo botón nuevas. No utilice baterías recargables. A continuación encontrará una lista de las baterías recomendadas, pero no todas se encuentran a la venta en todos los países.

<b>Alcalinas</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Oxido de plata</b>
Panasonic LR44	Panasonic NP675	Panasonic SR44W o SP357
Eveready A76	Eveready EP675E	Eveready 357
Varta V13GA	Toshiba NR44 o MR44	Varta V357
	Radio Shack NR44 o MR44	Ray-O-Vac 357
Duracell LR44	Duracell MP675H	

## Indicador de baja tensión

Cuando se enciende el anunciador de carga baja de batería () Ud. deberá reemplazar las baterías tan pronto como sea posible.

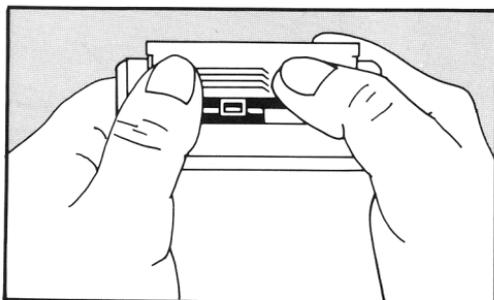
Si Ud. continúa utilizando la calculadora después de encenderse el anunciador de baterías, la energía puede decaer a un nivel en que la pantalla se oscurece y la información almacenada puede resultar afectada. En este caso, la calculadora necesitará un juego nuevo de baterías antes de poder operar en forma apropiada. Si la información almacenada se ha perdido a causa del nivel bajo de energía, la calculadora exhibirá el mensaje MEMORY CLEAR.

## Cómo instalar las baterías

**Una vez que las baterías hayan sido retiradas, deberá reemplazarlas dentro del período de un minuto para evitar la pérdida de la Memoria Continua.** Por lo tanto, deberá tener las baterías a mano antes de abrir el compartimiento para baterías. También asegúrese que la calculadora esté apagada durante el proceso completo de cambio de las baterías.

Para instalar las baterías haga lo siguiente:

1. Tenga a mano tres baterías del tipo botón.
2. Asegúrese que la calculadora esté *apagada*. **No oprima  nuevamente hasta que haya terminado de cambiar las baterías. Si cambia las baterías con la calculadora encendida puede borrar el contenido de la Memoria Continua.**
3. Sostenga la calculadora según lo muestra la ilustración. Para quitar la puerta del compartimiento para baterías, empújelo hacia abajo y hacia afuera hasta que la puerta se deslice hacia afuera (en la dirección opuesta al centro de la unidad).



4. Dé vuelta a la unidad y sacúdala para que caigan las baterías.

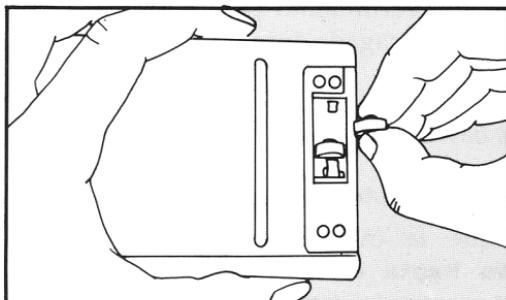


**No mutile, ni perfore, ni tire las baterías al fuego. Estas pueden explotar y dejar escapar sustancias**

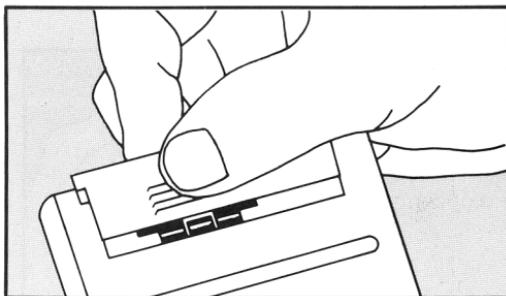
**Advertencia** químicas peligrosas.

---

5. Sostenga la calculadora como lo muestra la ilustración e inserte las baterías, una por una, en el compartimiento para baterías. Oriente las baterías según el diagrama que aparece dentro del compartimiento. Asegúrese que los extremos coincidan con lo ilustrado en el diagrama.



6. Inserte la lengüeta de la puerta del compartimiento para baterías en la ranura de la armazón de la calculadora, tal como aparece ilustrado a continuación.



Ahora vuelva a encender la calculadora. Si ésta no funciona, compruebe que la orientación de las baterías esté bien. Si aún así no funciona, es posible que Ud. haya demorado mucho en cambiar las baterías o que haya encendido la calculadora por accidente mientras se encontraba sin baterías. *Retire nuevamente las baterías* y ligeramente presione ambos contactos de las baterías con una moneda *durante algunos segundos*. Reinstale las baterías y encienda la calculadora. Esta vez debería exhibir el mensaje MEMORY CLEAR.

---

## Límites ambientales

Para mantener la confiabilidad del producto, deberá observar los siguientes límites de temperatura y de humedad:

- Temperatura de operación: de 0° a 45°C (de 32° a 113°F).
- Temperatura de almacenamiento: de -20° a 65°C (de -4° a 149°F).
- Límites de humedad para operación y almacenamiento: 90% de humedad relativa a un máximo de 40°C (104°F).

---

## Cómo determinar si la calculadora necesita servicio de reparación.

Utilice las instrucciones que se dan a continuación para determinar si su calculadora necesita reparación. Si resulta necesario, lea la sección "Servicios de reparación" en la página 249.

- **Si la calculadora no se enciende (no se ve nada en la pantalla):**
  1. Intente resaturar la calculadora. (Mantenga oprimida la tecla **C** y oprima **LN**.)
  2. Si la calculadora no responde al paso 1, reemplace las baterías (vea la página 242).

Si estos pasos no restauran el funcionamiento de la calculadora, ésta necesita reparación.

■ **Si la calculadora no responde a las pulsaciones de tecla (no sucede nada cuando Ud. oprime cualquiera de las teclas):**

1. Intente restaurar la calculadora. (Mantenga oprimida la tecla  $\boxed{C}$  y oprima  $\boxed{LN}$ .)
2. Si la calculadora no responde al paso 1, intente despejar la memoria. (Mantenga oprimida  $\boxed{C}$ ,  $\boxed{\sqrt{x}}$ , y  $\boxed{\Sigma+}$  según se describe en la página 255). De esta manera se borrará toda la información almacenada.
3. Si la calculadora no responde a los pasos 1 y 2, retire las baterías (vea la página 243) y presione ligeramente con una moneda ambos contactos de baterías de la calculadora. Reinstale las baterías y encienda la calculadora. Esta vez debería exhibir el mensaje MEMORY CLEAR.

Si este procedimiento no restaura el funcionamiento de la calculadora, ésta necesitará reparación.

■ **Si la calculadora responde al oprimir las teclas pero usted sospecha que existen problemas de funcionamiento:**

1. Lleve a cabo la autoverificación (descrita más adelante). Si la calculadora no la ejecuta correctamente, necesitará reparación.
2. Si la calculadora pasa la autoverificación, lo más probable es que Ud. haya cometido un error al utilizar la unidad. Le sugerimos que vuelva a leer las porciones del manual y que revise la sección "Respuestas a preguntas comunes" al comienzo de este capítulo.
3. Es posible comunicarse con un experto en el funcionamiento de la calculadora poniéndose en contacto con el departamento de Servicio Técnico para las Calculadoras. Las direcciones y números telefónicos correspondientes se encuentran en la contratapa del manual.

---

## **Verificación del funcionamiento de la calculadora-la autoverificación**

Si la pantalla funciona pero Ud. piensa que la calculadora no está funcionando correctamente, puede llevar a cabo una autoverificación diagnóstica.

1. Para comenzar la autoverificación, mantenga oprimida la tecla  $\boxed{C}$  mientras oprime  $\boxed{y^x}$ .\*

\*Al mantener oprimida la tecla  $\boxed{C}$  mientras Ud. oprime  $\boxed{1/x}$  se inicia una autoverificación continua utilizada en la fábrica. Si Ud. llegara a iniciarla en forma accidental, es posible detenerla oprimiendo cualquiera de las teclas.

2. Oprima cualquier tecla ocho veces y observe la pantalla mientras se presentan varias gráficas y caracteres. Después de haber oprimido la tecla ocho veces, la calculadora exhibirá el mensaje `CONF , HP 1987` seguido de `KBD 01`.
3. Comenzando en la esquina superior izquierda ( $\sqrt{x}$ ) y pasando de izquierda a derecha, oprima cada una de las teclas de la fila superior. Luego, pasando de izquierda a derecha, oprima cada una de las teclas de la segunda fila, de la tercera y así sucesivamente hasta que las haya oprimido todas.
  - Si Ud. oprime las teclas en el orden correcto y éstas funcionan en forma adecuada, la calculadora exhibirá el mensaje `KBD` seguido de números de dos dígitos. (La calculadora cuenta las teclas empleando la base hexadecimal.)
  - Si Ud. oprime una tecla fuera de secuencia, o si una tecla no está funcionando en forma apropiada, la siguiente pulsación de tecla causará la presentación de un mensaje de error (vea el paso 4).
4. La autoverificación diagnóstica produce uno de estos dos resultados:
  - La calculadora exhibe el mensaje `325 - OK` si ha pasado la autoverificación. Continúe con el paso 5.
  - La calculadora exhibe el mensaje `325 - FAIL`, seguido de un número de un dígito, si ha fallado la autoverificación. Si el mensaje aparece porque Ud. ha oprimido una tecla fuera de secuencia, entonces deberá restaurar la calculadora (mantenga oprimida la tecla `C` y oprima `LN`) y repetir la autoverificación. Si Ud. ha oprimido las teclas en orden, pero de todas formas aparece este mensaje, repita la autoverificación para comprobar el resultado. Si la calculadora falla otra vez, quiere decir que requiere servicio de reparación (vea la página 249). Cuando la envíe para reparación asegúrese de incluir una copia del mensaje de error junto con la calculadora.
5. Para salir de la autoverificación, restaure la calculadora (mantenga oprimida la tecla `C` y oprima `LN`).

---

## **Garantía limitada por un año**

### **Lo que la garantía cubre**

*La calculadora (excepto por las baterías y daños causados por éstas) queda garantizada por Hewlett-Packard contra defectos de material y fabricación durante un año a partir de la fecha de su adquisición original. Si el comprador vende o regala la unidad, la garantía será transferida automáticamente al nuevo propietario y permanecerá en vigencia durante el período original de un año. Durante este período Hewlett-Packard reparará o, a su elección, reemplazará sin cargo alguno cualquier producto que demuestre estar defectuoso siempre que sea devuelto, previo pago del envío, al centro de reparaciones de Hewlett-Packard. (El reemplazo puede ser efectuado con un modelo más nuevo de rendimiento equivalente o superior.)*

Esta garantía le brinda a Ud. derechos específicos; a la vez es posible que Ud. cuente con otros derechos que varían de estado a estado, de provincia a provincia o de país a país.

### **Lo que la garantía no cubre**

*Las baterías y los daños causados por éstas no están cubiertos por la garantía de Hewlett-Packard. Revise la garantía extendida por el fabricante de las baterías.*

Esta garantía no se aplica si el producto ha sido dañado por accidente o abuso, o como resultado de una reparación o modificación efectuada por alguien no autorizado por el centro de reparaciones de Hewlett-Packard.

No se otorga ninguna otra garantía además de la reparación o reemplazo de un producto en los casos estipulados. **CUALQUIER OTRA GARANTIA IMPLICITA DE COMERCIALIZACION O DE APTITUD QUEDA LIMITADA A LA DURACION DE UN AÑO DE ESTA GARANTIA ESCRITA.** En algunos estados, provincias o países no se permiten limitaciones en cuanto a la duración de una garantía implícita, de modo que es posible que la limitación o exclusión antedicha no se aplique a su caso. **BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA LA COMPAÑIA HEWLETT-PACKARD SE HARA RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES.** En ciertos estados, provincias o países tampoco se permite la exclusión o limitación de daños incidentales o emergentes, de modo que es posible que la limitación o exclusión antedicha no se aplique a su caso.

Los productos se venden en base a especificaciones aplicables al momento de la fabricación. La compañía Hewlett-Packard no tendrá obligación alguna de modificar o actualizar los productos una vez que han sido vendidos.

## **Transacciones del consumidor en el Reino Unido**

Esta garantía no se aplicará a las transacciones del consumidor y no afectará los derechos del consumidor establecidos por la ley. En relación a dichas transacciones, los derechos y obligaciones del Vendedor y del Comprador serán determinados por la ley.

---

## **Servicios de reparación**

La compañía Hewlett-Packard mantiene centros de servicio en muchos países. Estos centros brindan servicios de reparación o de reemplazo (por un modelo equivalente o más nuevo), ya sea que esté o no esté la calculadora cubierta por la garantía. Existe un cargo por reparaciones efectuadas después del período de la garantía. Por lo general, las calculadoras se reparan y se envían de regreso al propietario a los cinco días hábiles de haberlas recibido.

## Cómo obtener servicio

- **En los Estados Unidos:** Envíe la calculadora al Centro de Reparaciones de Calculadoras que aparece en la contratapa.
- **En Europa:** Póngase en contacto con la oficina de ventas o con la sede europea de Hewlett-Packard para obtener la dirección del centro de reparaciones más cercano a su domicilio. *No envíe la calculadora para reparación sin ponerse en contacto previamente con una oficina de Hewlett-Packard.*

Hewlett-Packard S.A.  
150, Route du Nant-d'Avril  
P.O. Box CH 1217 Meyrin 2  
Ginebra, Suiza  
Teléfono: (022) 82 81 11

- **En los demás países:** Póngase en contacto con una oficina de ventas o con su distribuidor de Hewlett-Packard, o escriba al Centro de Reparaciones de Calculadoras en los Estados Unidos (vea la dirección en la contratapa) para obtener la dirección de otros centros de reparaciones. En caso que no exista un centro local de reparaciones, Ud. podrá enviar la calculadora al Centro de Reparaciones de Calculadoras en los Estados Unidos para su reparación.

Todos los gastos de envío, reimportación y aduanas quedan a cargo del cliente.

## Cargos de reparación

Existe un cargo básico por reparaciones efectuadas después del período de la garantía. El Centro de Reparaciones de Calculadoras (vea la dirección en la contratapa) podrá informarle del monto de dicho cargo. Los gastos totales estarán sujetos a los impuestos locales sobre ventas o a los impuestos al valor agregado si los hay.

Los productos dañados por accidente o abuso no están cubiertos por este tipo de cargos fijos. En tales casos, los cargos por reparaciones se determinan en forma individual basándose en las horas de trabajo y materiales empleados.

## **Instrucciones de envío**

Si su unidad requiere reparación, envíela al centro de reparaciones Hewlett-Packard más cercano a su localidad o al punto designado para su recolección. Asegúrese de seguir estas instrucciones:

- Incluya su dirección y una descripción del problema.
- Incluya algún comprobante de la fecha de adquisición, en caso que la garantía esté en vigencia.
- Incluya una orden de compra, cheque o número de tarjeta de crédito con fecha de vencimiento (Visa o MasterCard) para cubrir el cargo básico de reparación. En los Estados Unidos y en algunos países, la calculadora reparada se le devolverá C.O.D. (pago contra entrega) si Ud. no ha pagado por adelantado.
- Envuelva la calculadora con materiales protectores adecuados para evitar daños durante el envío. Tales daños no están cubiertos por la garantía, por lo cual recomendamos que asegure el paquete.
- Pague los gastos de envío al centro de reparaciones de Hewlett-Packard, ya sea que la unidad esté o no esté cubierta por la garantía.

## **Garantía sobre el servicio de reparación**

La reparación queda garantizada contra defectos de material y mano de obra por un período de 90 días desde la fecha de la reparación.

## **Contratos de servicio de reparación**

En los Estados Unidos es posible obtener un contrato por servicios de reparación. Vea el formulario correspondiente que se incluye con el manual. Para obtener información adicional, póngase en contacto con el Centro de Reparaciones de Calculadoras (vea la contratapa).

---

## Información sobre regulaciones

### Interferencia de frecuencia radial

**Estados Unidos.** La HP-32S genera y utiliza energía de frecuencia radial y puede causar interferencias en la recepción de radio y de televisión. La calculadora cumple con las limitaciones para un dispositivo de computación de Clase B según las especificaciones del Subapartado J del Apartado 15 de las normas FCC, las cuales han sido diseñadas para suministrar una protección razonable contra tales interferencias en una instalación residencial. En el caso poco probable de que haya interferencia en la recepción de radio o televisión (la cual se puede determinar apagando y volviendo a encender la HP-32S o quitándole las baterías), trate de corregir la situación mediante las siguientes medidas:

- Reoriente la antena receptora.
- Reubique la calculadora con respecto al receptor.

Para obtener más información, consulte a su distribuidor, a un técnico en radio y televisión con experiencia o el siguiente folleto, preparado por la Comisión Federal de Comunicaciones: *How to Identify and Resolve Radio-TV Interference Problems*. Para obtenerlo diríjase a: U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402, Número de almacén 004-000-00345-4. En el momento de la primera impresión de este manual, el número telefónico era (202) 783-3238.

**Alemania Occidental.** La HP-32S se ciñe a las especificaciones requeridas por VGF 1046/84, VDE 0871B y otras normas similares de eliminación de interferencia. Si está utilizando equipo que no ha sido autorizado por la Hewlett-Packard, dicha configuración debe ceñirse a los requisitos del Párrafo 2 del Comunicado Federal Alemán, Orden (VFG) 1046/84, con fecha del 14 de diciembre de 1984.

# B

## Memoria del usuario y la pila

---

Este apéndice cubre los siguientes temas:

- La distribución y requisitos de la memoria del usuario.
- Cómo restaurar la calculadora sin afectar la memoria.
- Cómo borrar (purgar) toda la memoria del usuario y reinstalar las especificaciones predefinidas del sistema.
- Cuáles son las operaciones que afectan la elevación de la pila.

---

## Manejo de la memoria de la calculadora

La HP-32S cuenta con 390 bytes de memoria de usuario disponibles para cualquier combinación de información almacenada (variables o líneas de programa). SOLVE, fFN y los cálculos estadísticos también requieren una porción de la memoria del usuario. (La ejecución de la operación fFN, en particular, es bastante “costosa”.)

Toda la información almacenada se conserva hasta que Ud. desee borrarla. El mensaje MEMORY FULL significa que en ese momento no hay memoria suficiente para la operación que Ud. desea efectuar. En tal caso Ud. deberá borrar una parte de (o toda) la memoria del usuario. Por ejemplo, Ud. puede tomar una de estas medidas:

- Borrar el contenido de una o todas las variables (vea la página 50).
- Borrar uno o todos los programas (vea la página 85).
- Borrar los registros de estadísticas (oprima  {Σ}).
- Borrar toda la memoria del usuario (oprima  {ALL}).

## Requisitos de memoria

Datos u operación	Cantidad de memoria utilizada
Variables	8 bytes por cada valor diferente de cero. (Ningún byte para los valores iguales a cero.)
Instrucciones en líneas de programa	1,5 bytes.
Números en líneas de programa	Enteros de 0 a 99: 1,5 bytes. Todos los demás números: 9,5 bytes.
Datos estadísticos	48 bytes.
Cálculos SOLVE	33,5 bytes.
Cálculos $\int$ FN (integración)	140 bytes.

Para ver los requerimientos de memoria totales para programas específicos, oprima  $\blacksquare$  [MEM] {PGM}. Oprima  $\blacktriangledown$  o  $\blacktriangle$  para ver la información ingresada. (Para ver un ejemplo diríjase a la página 86.)

Para recuperar manualmente la memoria asignada a un cálculo SOLVE o  $\int$ FN interrumpido, oprima  $\blacksquare$  [LBL/RTN] {RTN}. Esta recuperación se efectúa automáticamente cuando Ud. ejecuta un programa u otro cálculo SOLVE o  $\int$ FN.

---

## Restauración de la calculadora

Si la calculadora no responde a las pulsaciones de tecla o se está comportando en forma diferente de lo normal, intente restaurarla. Al restaurar la calculadora se interrumpe el cálculo en curso y se cancela el ingreso de programas, el ingreso de dígitos, el programa en ejecución, los cálculos SOLVE, los cálculos  $\int$ FN y la presentación VIEW o INPUT. Los datos almacenados permanecen por lo general intactos.

Para restaurar la calculadora mantenga oprimida la tecla  $\boxed{C}$  y oprima  $\boxed{LN}$ . En caso de no poder restaurar la calculadora, trate de instalar baterías nuevas. Si la calculadora no se puede restaurar, o si aún no funciona correctamente, deberá tratar de borrar la memoria empleando el procedimiento especial descrito en la próxima sección.

Es posible que la calculadora se restaure sola si se la deja caer o si ocurre una interrupción de energía.

---

## Borrado de la memoria

La forma corriente de borrar la memoria es con el comando  $\blacksquare \boxed{\text{CLEAR}}$  {ALL}. Sin embargo, existe un procedimiento de borrado más drástico que borra información adicional y es útil cuando el teclado no está funcionando correctamente.

Si la calculadora no responde a las pulsaciones de tecla, y Ud. no logra reanudar el funcionamiento restaurando la unidad o cambiándole las baterías, ejecute el procedimiento siguiente. Estas pulsaciones de tecla borran toda la memoria, restauran la calculadora y reinstalan todos los formatos y modos según las especificaciones originales *predefinidas* (las cuales aparecen más adelante).

1. Presione y mantenga oprimida la tecla  $\boxed{C}$ .
2. Presione y mantenga oprimida la tecla  $\boxed{\sqrt{x}}$ .
3. Oprima  $\boxed{\Sigma+}$ . (Deberá oprimir las tres teclas en forma simultánea.) Al liberar las tres teclas, si la operación ha dado buen resultado, la pantalla mostrará el mensaje MEMORY CLEAR.

## Especificaciones predefinidas

Categoría	Estado predefinido
Modo angular.	Grados.
Modo de base.	Decimal.
Contraste de pantalla.	Medio.
Signo decimal.	“.”
Formato de presentación.	FIX 4.
Señaladores.	Quitados.
FN = (función en uso).	Nula.
Indicador de programa (línea actual).	PRGM TOP.
Memoria de programa.	Vacía.
Germen de número aleatorio.	Cero.
Elevación de la pila.	Activada.
Registros de la pila.	Borrados a cero.
Variables.	Borradas a cero.

La memoria se puede borrar por accidente si la calculadora se deja caer o si se interrumpe la energía.

---

## El estado de la elevación de la pila

Los cuatro registros de la pila se encuentran siempre presentes y la pila siempre tiene un *estado de elevación*. Esto significa que la elevación de la pila está siempre *activada* o *desactivada*. Estos términos se refieren al comportamiento de la pila al ingresar un número en el registro X. (Consulte el capítulo 2, “La pila de memoria automática”.)

Las funciones que no se encuentren en las dos listas siguientes activarán la elevación de la pila.

## Operaciones de desactivación

Existen cuatro operaciones que desactivan la elevación de la pila. Un número ingresado después de una de estas operaciones de desactivación se registrará en el lugar del número que ocupa el registro X. Los registros Y, Z y T permanecen sin cambios.

ENTER  $\Sigma+$   $\Sigma-$  CLx

Además, cuando  $\square$  y  $\blacktriangleleft$  se comportan como CLx, también desactivan la elevación de la pila.

La función INPUT *desactiva* la elevación de la pila al momento en que interrumpe un programa de solicitud (de manera que cualquier número que Ud. ingrese reemplaza el contenido del registro X), pero la reactiva al reanudarse el programa.

## Operaciones neutrales

Las siguientes operaciones no alteran el estado previo de la elevación de la pila:

DEG,RAD, GRAD	FIX,SCI, ENG,ALL	DEC,HEX, OCT,BIN	CLVARS
PSE	SHOW	RADIX.;RADIX,	CL $\Sigma$
$\square$ OFF	$\square$ R/S y STOP	$\blacktriangleup$ , $\blacktriangledown$	$\square$ C*, $\blacktriangleleft$ *
$\square$ MEM {VAR}†	$\square$ MEM {PGM}†	$\square$ GTO $\square$ $\square$	$\square$ GTO $\square$ rótulo nn
Cambio de ventanas binarias	Ingreso de dígitos	Errores	$\square$ PRGM e ingreso de programa

\*Excepto cuando se utiliza como CLx.

†Incluye todas las operaciones efectuadas mientras se exhibe el catálogo, excepto {VAR}  $\square$  ENTER y {PGM}  $\square$  XEQ, los cuales activan la elevación de la pila.

---

## Estado del registro LAST X

Las siguientes operaciones almacenan  $x$  en el registro LAST X.

$+$ , $-$ , $\times$ , $\div$	SQRT, $x^2$	$e^x$ , $10^x$
LN, LOG	$y^x$	$1/x$
%, %CHG	$\Sigma+$ , $\Sigma-$	RCL $+$ , $-$ , $\times$ , $\div$ *
$\hat{x}$ , $\hat{y}$	SIN, COS, TAN	ASIN, ACOS, ATAN
SINH, COSH, TANH	ASINH, ACOSH, ATANH	IP, FP, RND, ABS
$y, x \rightarrow \theta, r$ ; $\theta, r \rightarrow y, x$	$\rightarrow$ HR, $\rightarrow$ HMS	$\rightarrow$ DEG, $\rightarrow$ RAD
Cn,r; Pn,r	$x!$	CMPLX $+/-$
CMPLX $+$ , $-$ , $\times$ , $\div$	CMPLX $e^x$ , LN, $y^x$ , $1/x$	CMPLX SIN, COS, TAN

\*Observe que la secuencia de aritmética de recuperación  $x$   $\boxed{\text{RCL}} \boxed{+}$  *variable* almacena un valor diferente en el registro LAST X al que almacena la secuencia  $x$   $\boxed{\text{RCL}}$  *variable*  $\boxed{+}$ . La primera almacena  $x$  en LAST X; la segunda almacena el número recuperado en LAST X.

## Información adicional sobre la resolución de ecuaciones

---

Este apéndice proporciona información sobre la operación SOLVE, la cual suplementa la ofrecida en el capítulo 7.

---

### Cómo halla SOLVE una raíz

SOLVE es una operación de tipo *iterativo*; esto significa que ejecuta la función específica en forma repetitiva. Comienza con un estimado para la variable incógnita,  $x$ , y mejora tal estimado a través de cada ejecución sucesiva de la función,  $f(x)$ .\*

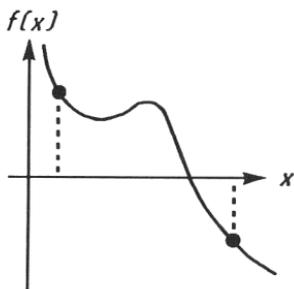
Si cualquiera de los dos estimados sucesivos de la función  $f(x)$  tienen signos opuestos, SOLVE supondrá que la función  $f(x)$  cruza el eje de  $x$  en por lo menos un punto ubicado entre los dos estimados. Este intervalo se estrecha en forma sistemática hasta hallar una raíz.

Para que SOLVE pueda hallar una raíz, ésta debe de existir dentro de la gama de números de la calculadora, y la función debe de definirse matemáticamente donde ocurre la búsqueda iterativa. SOLVE siempre halla una raíz (con tal de que exista una dentro de los límites de desbordamiento), siempre y cuando se dé una o más de estas condiciones:

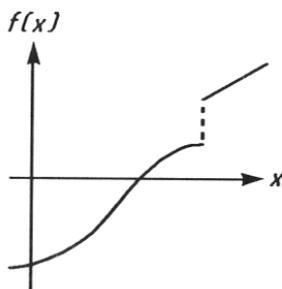
- Dos estimados dan como resultados valores de  $f(x)$  con signos opuestos, y el gráfico de la función cruza el eje de  $x$  en por lo menos un lugar ubicado entre tales estimados (vea la figura a en la página siguiente).

\* $f(x)$  es una abreviatura matemática correspondiente a una función definida en términos de la variable incógnita  $x$ .

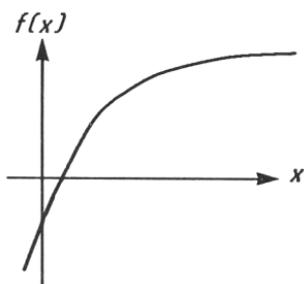
- $f(x)$  siempre aumenta o siempre disminuye en función del aumento de  $x$  (figura b, abajo).
- El gráfico de  $f(x)$  es cóncavo en todas partes o convexo en todas partes (figura c, abajo).
- Si  $f(x)$  tiene uno o más mínimos y máximos locales, cada uno ocurrirá una sola vez entre raíces adyacentes de  $f(x)$  (figura d, abajo).



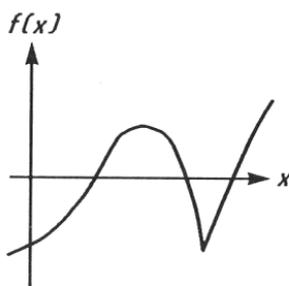
a



b



c



d

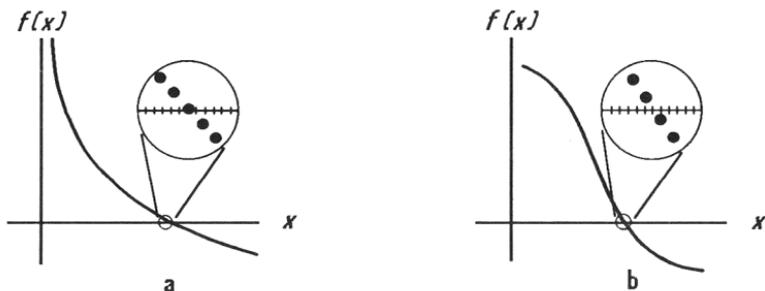
### **Funciones para las cuales se pueden hallar las raíces**

En la mayoría de las situaciones, la raíz calculada es un estimado exacto de la raíz teórica e infinitamente precisa de la ecuación. Una solución "ideal" es una para la cual  $f(x) = 0$ . Sin embargo, también es aceptable un valor muy pequeño para  $f(x)$ , ya que éste puede resultar de la aproximación numérica con precisión limitada (12 dígitos).

## Cómo interpretar los resultados

La operación SOLVE producirá una solución bajo cualquiera de estas condiciones:

- Si halla un estimado para el cual  $f(x)$  es igual a cero (vea la figura a, más abajo).
- Si halla un estimado donde  $f(x)$  no es igual a cero, pero la raíz calculada es un número de 12 dígitos adyacente al lugar donde el gráfico de la función cruza el eje de  $x$  (vea la figura b más abajo). Esto sucede cuando los dos estimados finales se encuentran próximos (o sea que difieren en 1 en el décimosegundo dígito) y el valor de la función es positivo para un estimado y negativo para el otro.\* En la *mayoría* de los casos,  $f(x)$  estará relativamente cerca de cero.



### Casos para los cuales se puede hallar una raíz

Si desea obtener información adicional sobre el resultado, oprima  $\boxed{R\downarrow}$  para ver el estimado previo de la raíz ( $x$ ), el cual ha quedado en el registro Y. Oprima  $\boxed{R\downarrow}$  nuevamente para ver el valor de  $f(x)$ , el cual ha quedado en el registro Z. Si  $f(x)$  es igual a cero o es relativamente pequeño, es probable que se haya encontrado una solución. Sin embargo, si  $f(x)$  es relativamente grande, Ud. debe de tener cuidado al interpretar los resultados.

\*O cuando son  $(0, 10^{-499})$  o  $(0, -10^{-499})$ .

**Ejemplo: Una ecuación con una raíz.** Halle la raíz de la ecuación:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0,$$

la cual, empleando el método de Horner (capítulo 5) se puede simplificar de la siguiente forma:

$$x(x(-2x + 4) - 6) + 8 = 0.$$

Ingrese la función en forma del programa:

```
A01 LBL A
A02 -2
A03 RCL X X
A04 4
A05 +
A06 RCL X X
A07 6
A08 -
A09 RCL X X
A10 8
A11 +
A12 RTN
```

**Teclas:**

```
■ [SOLVE/f] {FN} A
0 [STO] X 10
■ [SOLVE/f]
{SOLVE} X
```

[R↓]

[R↓]

**Pantalla:**

X = 1,6506

1,6506

-1,0000E-11

**Descripción:**

Calcula  $x$  empleando los estimados 0 y 10.

Los dos estimados finales son iguales hasta el cuarto lugar decimal.

$f(x)$  es *muy* pequeña, lo cual significa que la aproximación es una buena raíz.

**Ejemplo: Una ecuación con dos raíces.** Halle las dos raíces de la ecuación parabólica:

$$x^2 + x - 6 = 0.$$

Ingrese la función en forma del programa:

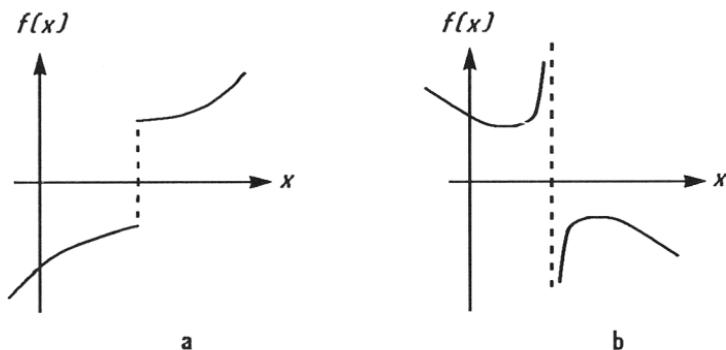
```
D01 LBL D
D02 RCL X
D03 x^2
D04 RCL+ X
D05 6
D06 -
D07 RTN
```

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ <b>SOLVE/f</b> {FN} D 0 <b>STO</b> X 10 ■ <b>SOLVE/f</b> {SOLVE} X	X = 2,0000	Calcula la raíz positiva empleando los estimados 0 y 10.
<b>R↓</b>	2,0000	Los dos estimados finales son iguales.
<b>R↓</b> ■ <b>SHOW</b>	0,000000000000	$f(x) = 0$ .
0 <b>STO</b> X 10 <b>+/-</b> ■ <b>SOLVE/f</b> {SOLVE} X	X = -3,0000	Calcula la raíz negativa empleando los estimados 0 y -10.
<b>R↓</b> <b>R↓</b> ■ <b>SHOW</b>	0,000000000000	$f(x) = 0$ .

Algunos casos requieren consideración especial:

- Si el gráfico de la función presenta una discontinuidad que cruza el eje de  $x$ , la operación SOLVE da como resultado un valor adyacente a la discontinuidad (vea la figura A en la página siguiente). En este caso,  $f(x)$  puede ser relativamente grande.

- Los valores de  $f(x)$  pueden acercarse al infinito en el lugar donde el gráfico cambia de signo (vea la figura b abajo). Esta situación recibe el nombre de *polo*. Dado que la operación SOLVE determina la existencia de un cambio de signo entre dos valores próximos de  $x$ , el resultado será una posible raíz. Sin embargo, el valor para  $f(x)$  será relativamente grande. Si el polo ocurre en un valor de  $x$  representado exactamente con 12 dígitos, ese valor hará que el cálculo se interrumpa con un mensaje de error.



### Casos especiales: Una discontinuidad y un polo

**Ejemplo: Una función discontinua.** Halle la raíz de la ecuación:

$$IP(x) - 1.5 = 0.$$

Ingrese la función en forma del programa:

```
E01 LBL E
E02 RCL X
E03 IP
E04 1.5
E05 -
R06 RTN
```

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ <b>SOLVE/↓</b> {FN} E 0 <b>STO</b> X 5 ■ <b>SOLVE/↓</b> {SOLVE} X	X = 2 , 0000	Halla una raíz con los estimados 0 y 5.
■ <b>SHOW</b>	1 , 999999999999	Muestra la raíz hasta el undécimo lugar decimal.
<b>R↓</b> ■ <b>SHOW</b>	2 , 000000000000	El estimado anterior es ligeramente mayor.
<b>R↓</b>	-0 , 5000	$f(x)$ es relativamente grande.

Observe la diferencia entre los últimos dos estimados, así como también el valor relativamente grande de  $f(x)$ . El problema radica en que no hay ningún valor de  $x$  para el cual  $f(x)$  sea igual a cero. Sin embargo, en el punto donde  $x = 1.9999999999$ , existe un valor próximo de  $x$  que da como resultado un signo opuesto para  $f(x)$ .

**Ejemplo: Un polo.** Halle la raíz de la ecuación:

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0.$$

A medida que  $x$  se acerca a  $\sqrt{6}$ ,  $f(x)$  se convierte en un número positivo o negativo muy grande.

Ingrese la función en forma del programa:

```
F01 LBL F
F02 RCL X
F03 x2
F04 6
F05 -
F06 RCL X
F07 x<>y
F08 ÷
F09 1
F10 -
F11 RTN
```

Observe que Ud. puede acortar el programa borrando las líneas F06–F07 y agregando una segunda instrucción RCL X luego de la línea F02.

**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

 SOLVE/f

{FN}F

2.3  X 2.7

 SOLVE/f

{SOLVE}X

X = 2,4495

Calcula la raíz empleando estimados que encuadran  $\sqrt{6}$ .

81,649,658,092,0

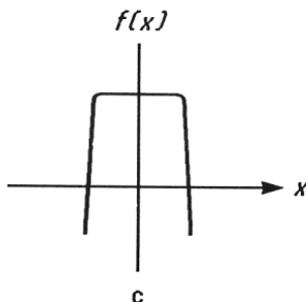
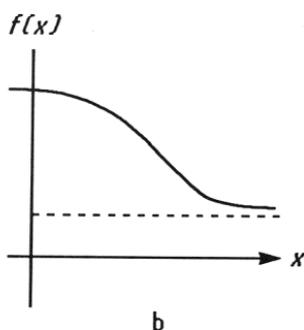
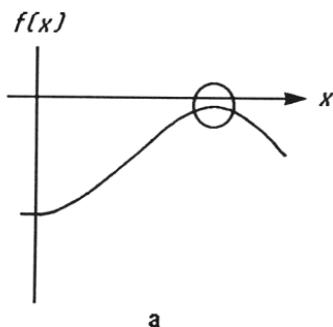
$f(x)$  es relativamente grande.

Existe un polo entre los estimados finales. Los estimados iniciales dieron como resultado signos opuestos de  $f(x)$ , y el intervalo entre estimados sucesivos se vio disminuido hasta encontrar dos valores próximos. Desafortunadamente, estos valores próximos hicieron que  $f(x)$  se acercara a un polo en lugar del eje de  $x$ . La función sí cuenta con raíces en  $-2$  y  $3$ , las cuales se pueden hallar ingresando mejores estimados.

## Qué hacer cuando SOLVE no puede hallar una raíz

A veces SOLVE no puede hallar una raíz. Las condiciones siguientes producirán la presentación del mensaje NO ROOT FND:

- La búsqueda termina cerca de un mínimo o máximo local (vea la figura a, abajo). Si el valor final de  $f(x)$  (almacenado en el registro Z) se encuentra relativamente próximo a cero, es posible que se haya encontrado la raíz; el número almacenado en la variable incógnita puede ser un número de 12 dígitos muy cercano a una raíz teórica.
- La búsqueda se interrumpe porque SOLVE está trabajando en una asíntota horizontal, un área donde  $f(x)$  es esencialmente constante para una amplia gama de valores de  $x$  (vea la figura b, abajo). El valor final de  $f(x)$  es el valor de la posible asíntota.
- La búsqueda se concentra en una región "plana" local de la función (vea la figura c, abajo). El valor final de  $f(x)$  es el valor de la función en esta región.



**Casos para los cuales no se puede hallar una raíz**

La operación SOLVE da como resultado un error matemático si un estimado produce una operación incorrecta; por ejemplo, la división entre cero, la raíz cuadrada de un número negativo o el logaritmo de cero. Tenga presente que SOLVE puede generar estimados en una amplia gama de valores. Muchas veces se pueden evitar los errores matemáticos utilizando buenos estimados. En caso que ocurra un error matemático, oprima  $\boxed{\text{RCL}}$  *variable incógnita* (o  $\blacksquare \boxed{\text{VIEW}}$  *variable*) para ver el valor que produjo el error.

**Ejemplo: Un mínimo relativo.** Calcule la raíz de esta ecuación parabólica:

$$x^2 - 6x + 13 = 0.$$

La función presenta un mínimo en  $x = 3$ .

Ingrese la función en forma del programa:

```
G01 LBL G
G02 RCL X
G03 x2
G04 6
G05 RCL X X
G06 -
G07 13
G08 +
G09 RTN
```

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\blacksquare \boxed{\text{SOLVE/f}}$ {FN}G 0 $\boxed{\text{STO}}$ X 10 $\blacksquare \boxed{\text{SOLVE/f}}$ {SOLVE}X	NO ROOT FND	La búsqueda fracasa con los estimados 0 y 10.
$\blacktriangleleft \blacksquare \boxed{\text{SHOW}}$	3,00000010001	Exhibe el estimado final de $x$ .
$\boxed{\text{R}\blacktriangleright} \blacksquare \boxed{\text{SHOW}}$	3,00000468443	El estimado previo no era el mismo.
$\boxed{\text{R}\blacktriangleright}$	4,0000	El valor final para $f(x)$ es relativamente grande.

**Ejemplo: Una asíntota.** Halle la raíz de la ecuación:

$$10 - \frac{1}{x} = 0.$$

Ingrese la función en forma del programa:

```
H01 LBL H
H02 10
H03 RCL X
H04 1/X
H05 -
H06 RTN
```

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
[SOLVE/f] {FN} H .005 [STO] X 5 [SOLVE/f] {SOLVE} X	X = 0 , 1000	Resuelve $x$ empleando los estimados 0,005 y 5.
[R↓]	0 , 1000	El estimado previo es el mismo.
[R↓] [SHOW]	9999999999999	$f(x) = 0$ .

Observe lo que sucede cuando Ud. utiliza valores negativos para sus estimados.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
1 [+/-] [STO] X 2 [+/-] [SOLVE/f] {SOLVE} X	NO ROOT FND	No se halla raíz para $f(x)$ .
[↩]	-46 , 666 , 666 , 692 , 1	Exhibe el último estimado de $x$ .
[R↓]	-5 , 7750E15	El estimado previo era de mucha mayor magnitud.
[R↓]	10 , 0000	$f(x)$ para el último estimado es bastante grande.

Al estudiar la ecuación, resulta aparente que si  $x$  es un número negativo, 10 es el valor más pequeño a lo que  $f(x)$  puede llegar.  $f(x)$  se aproxima a 10 a medida que  $x$  se convierte en un número negativo de gran magnitud.

**Ejemplo: Un error matemático.** Halle la raíz de la ecuación:

$$\sqrt{[x \div (x + 0.3)]} - 0.5 = 0.$$

Ingrese la función en forma del programa:

```
I01 LBL I
I02 RCL X
I03 0.3
I04 RCL+ X
I05 ÷
I06 SQRT
I07 0.5
I08 -
I09 RTN
```

Trate primero de hallar una raíz positiva.

**Teclas:**

**Pantalla:**

**Descripción:**

▀ **SOLVE/f** {FN} I

0 **STO** X 10

▀ **SOLVE/f** {SOLVE}

X

X = 0,1000

Calcula la raíz empleando los estimados 0 y 10.

Trate ahora de hallar una raíz negativa ingresando los estimados 0 y -10. Observe que la función se encuentra indefinida para los valores de  $x$  ubicados entre 0 y -0,3, dado que tales valores producen un denominador positivo pero el numerador es negativo, produciendo así una raíz cuadrada negativa.

0 **STO** X 10 **+/-**

▀ **SOLVE/f** {SOLVE}

X

SQRT(NEG)

Error matemático.

▀ **VIEW** X

X = -0,1308

Exhibe el estimado final de  $x$ .

**Ejemplo: Una región local “plana”.** Halle la raíz de la siguiente función:

$$f(x) = \begin{cases} x + 2 & \text{para } x < -1 \\ 1 & \text{para } -1 \leq x \leq 1 \\ -x + 2 & \text{para } x > 1 \end{cases} \quad (\text{una región local plana})$$

Ingrese la función en forma del programa:

```
J01 LBL J
J02 1
J03 ENTER *
J04 2
J05 RCL+ X
J06 x<y?
J07 RTN
J08 4
J09 -
J10 +/-
J11 x>y?
J12 R+
J13 RTN
```

Halle X empleando estimados iniciales de  $10^{-8}$  y  $-10^{-8}$ .

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
$\blacksquare$ SOLVE/J {FN} J E 8 +/- STO X 1 +/- E 8 +/- $\blacksquare$ SOLVE/J {SOLVE}	X	No se encontró ninguna raíz empleando estimados muy pequeños cercanos a cero (restringiendo por lo tanto la búsqueda a la región plana de la función).
	NO ROOT FND	
$\blacktriangleleft$ R+ R+	1,0000E-8 0,0025 1,0000	Los dos últimos estimados están alejados entre sí y el valor final de $f(x)$ es muy grande.

Si utiliza estimados más grandes, SOLVE podrá entonces hallar las raíces, las cuales se encuentran fuera de la región plana (en  $x=2$  y  $x=-2$ ).

\*Una vez entrada, Ud. puede borrar la línea J03 para ahorrar memoria.

---

## Error de redondeo y “número insignificante”

**Error de redondeo.** La precisión limitada (12 dígitos) de la calculadora puede causar errores de redondeo, los cuales afectan en forma adversa las soluciones iterativas de SOLVE y la integración. Por ejemplo,

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

no tiene raíces porque  $f(x)$  siempre es mayor que cero. Sin embargo, dados los estimados iniciales de 1 y 2, SOLVE da como resultado 1,0000 debido a un error de redondeo.

El error de redondeo también puede impedir que SOLVE halle una raíz. La ecuación

$$|x^2 - 7| = 0$$

tiene una raíz en  $\sqrt{7}$ . Sin embargo, no hay un número de 12 dígitos que sea *exactamente* igual a  $\sqrt{7}$ , de manera que la calculadora nunca puede igualar la función a cero. Además de esto, la función nunca cambia de signo. SOLVE presenta el mensaje NO ROOT FND. Sin embargo, el estimado final de  $x$  (oprima  $\blacksquare$  para verlo) es la mejor aproximación de 12 dígitos posible a la raíz al terminar la rutina.

**“Número insignificante”.** Este fenómeno ocurre cuando la magnitud de un número es menor de lo que puede representar la calculadora, de manera que quede sustituido por cero. Esto puede afectar los resultados de SOLVE. Por ejemplo, considere la expresión

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

cuya raíz es de valor infinito. A causa del problema del número insignificante, SOLVE presenta como raíz un valor muy grande. (De todas maneras, la calculadora no puede representar el infinito.)

## Información adicional sobre la integración

---

En este apéndice le proporcionamos información sobre la integración, además de la que se ofrece en el capítulo 8.

---

### Cómo se evalúa la integral

El algoritmo utilizado por la operación de integración  $\int_{FN} f(x) dx$  calcula la integral de una función  $f(x)$  computando un promedio ponderado de los valores de la función en muchos valores de  $x$  (conocidos como puntos de muestreo) dentro del intervalo de integración. La exactitud del resultado de cualquier proceso de muestreo similar depende del número de puntos de muestreo considerados: por lo general, cuantos más puntos de muestreo haya, mayor será la exactitud. Si  $f(x)$  se pudiera evaluar en un número infinito de puntos de muestreo, el algoritmo podría—dejando de lado la limitación impuesta por la inexactitud de la función  $f(x)$  calculada—proveer siempre la respuesta exacta.

La evaluación de la función en un número infinito de puntos de muestreo podría tomar muchísimo tiempo. Sin embargo, esto no tiene por qué ocurrir, dado que la exactitud mayor de la integral calculada se encuentra limitada por la exactitud de los valores de la función calculada. Empleando únicamente un número finito de puntos de muestreo, el algoritmo puede calcular una integral que sea tan exacta como se puede justificar, considerando la incertidumbre inherente a  $f(x)$ .

El algoritmo de integración considera primero sólo unos pocos puntos de muestreo, produciendo aproximaciones relativamente inexactas. Si estas aproximaciones no son aún tan exactas como  $f(x)$  lo permite, el algoritmo se repite (iteración) con un número mayor de puntos de muestreo. Estas iteraciones continúan produciéndose, utilizando aproximadamente el doble de puntos de muestreo en cada repetición, hasta que la aproximación resultante sea tan exacta como es posible justificar considerando la incertidumbre inherente a  $f(x)$ .

Según lo explicado en el capítulo 8, la incertidumbre de la aproximación final es un número derivado del formato de presentación en pantalla, el cual especifica la incertidumbre correspondiente a la función. Al final de cada iteración, el algoritmo compara la aproximación calculada durante tal iteración con las aproximaciones calculadas durante las dos iteraciones previas. Si la diferencia entre cualquiera de estas tres aproximaciones y las otras dos es menor que la incertidumbre tolerable en la aproximación final, los cálculos se dan por finalizados, dejando la aproximación existente en el registro X y su incertidumbre en el registro Y.

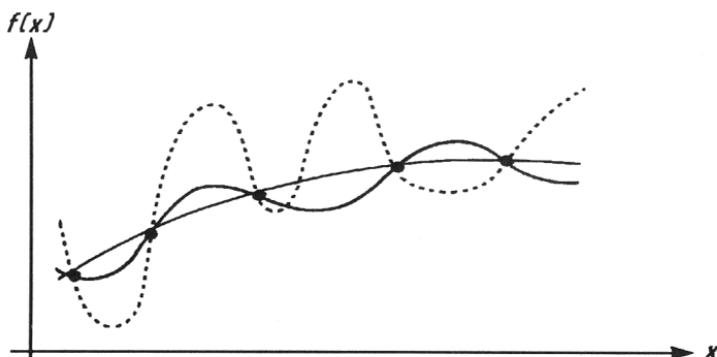
Es muy poco probable que los errores ocurridos en cada una de las tres aproximaciones sucesivas—o sea, las diferencias entre la integral verdadera y las aproximaciones—sean mayores que la disparidad existente entre las aproximaciones mismas. En consecuencia, el error ocurrido en la aproximación final será menor que su incertidumbre (siempre y cuando  $f(x)$  no varíe en forma repentina). Aunque no podemos conocer el error existente en la aproximación final, es en extremo improbable que el error exceda la incertidumbre que se exhibe de la aproximación. En otras palabras, el estimado de incertidumbre que se encuentra en el registro Y es casi seguramente un límite superior de la diferencia entre la aproximación y la integral misma.

---

## Condiciones que podrían producir resultados incorrectos

Aunque el algoritmo de integración de la HP-32S es uno de los mejores que hay, en algunas situaciones—al igual que todos los demás algoritmos de integración numérica—puede ofrecer un resultado incorrecto. *La posibilidad de que esto suceda es extremadamente remota.* El algoritmo ha sido diseñado para brindar resultados exactos con casi cualquier función *uniforme*. Sólo en las funciones que presentan un comportamiento muy errático es que existe un riesgo sustancial de obtener una respuesta inexacta. Tales funciones aparecen en muy raras ocasiones en problemas relacionados con una situación física real; en tal caso, por lo general es posible reconocerlas y tratarlas en una forma directa.

Desafortunadamente, dado que todo lo que el algoritmo conoce acerca de  $f(x)$  son sus valores en los puntos de muestreo, no puede distinguir entre  $f(x)$  y otra función que coincida con  $f(x)$  en todos los puntos de muestreo. Esta situación aparece ilustrada en la siguiente página, donde aparecen (superpuestas en una porción del intervalo de integración) tres funciones cuyas gráficas incluyen los varios puntos de muestreo que tienen en común.



Con esta cantidad de puntos de muestreo, el algoritmo calculará la misma aproximación para la integral de cualquiera de las funciones mostradas. Las integrales mismas de las funciones ilustradas con líneas sólidas y líneas de guiones son parecidas, de manera que la aproximación será bastante exacta si  $f(x)$  es una de estas funciones. Sin embargo, la integral verdadera de la función ilustrada con una línea de puntos es muy diferente de la integral de las otras funciones, de manera que la aproximación será bastante inexacta si  $f(x)$  es esta función.

El algoritmo llega a conocer el comportamiento general de la función al examinar la función en un número cada vez mayor de puntos de muestreo. Si la fluctuación de la función en una región no es distinta del comportamiento observado en el resto del intervalo de integración, en alguna de las iteraciones el algoritmo con seguridad detectará dicha fluctuación. Al suceder esto, el número de puntos de muestreo aumenta hasta que las iteraciones sucesivas produzcan aproximaciones que tomen en consideración las fluctuaciones más rápidas (pero siempre *características* de la función).

Por ejemplo, considere la aproximación de

$$\int_0^{\infty} xe^{-x} dx.$$

Dado que Ud. está evaluando esta integral en forma numérica, quizás piense que debería representar el límite superior de la integración como  $10^{499}$ , el cual es virtualmente el número mayor que se puede ingresar en la calculadora. Hágalo y verá lo que sucede. Ingrese este programa para evaluar la función  $f(x) = xe^{-x}$ .

F01 LBL F  
 F02 RCL X  
 F03 +/-  
 F04  $e^x$   
 F05 RCL  $\times$  X  
 F06 RTN

Fije la presentación en pantalla en SCI 3, especifique los límites inferiores y superiores de integración como 0 y  $10^{499}$  respectivamente y luego inicie la integración.

Teclas:	Pantalla:	Descripción:
■ <b>DISP</b> {SC} 3 0 <b>ENTER</b> <b>E</b> 499	1E499__	Especifica el nivel de exactitud y los límites de integración.
■ <b>SOLVE/∫</b> {FN} F ■ <b>SOLVE/∫</b> {fFN} X	$f = 0,000E0$	Aproximación de la integral.

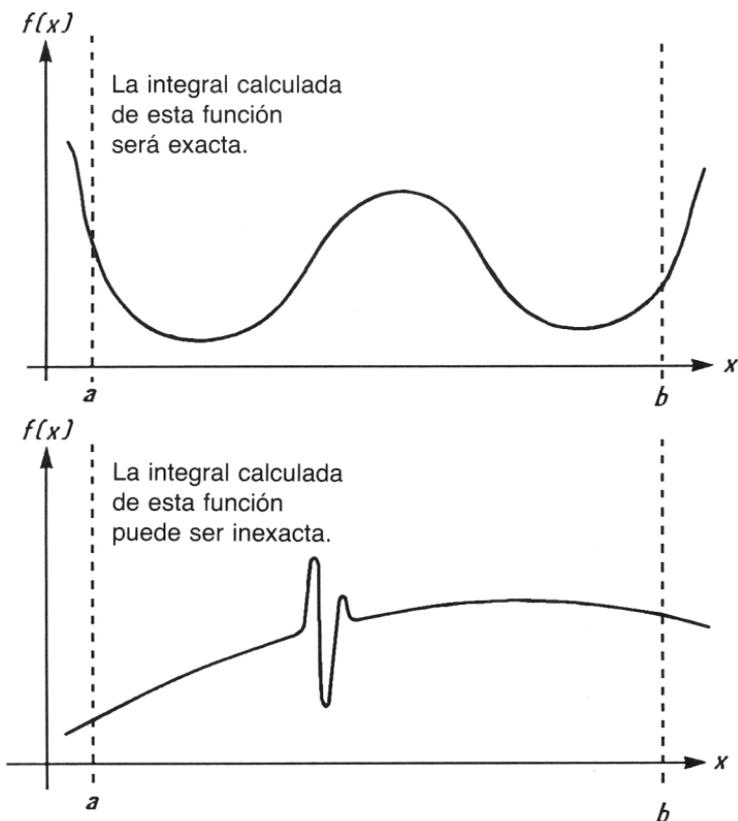
La respuesta presentada por la calculadora es obviamente incorrecta, dado que la integral verdadera de  $f(x) = xe^{-x}$  a en el intervalo de cero a  $\infty$  es exactamente 1. Sin embargo, el problema no es que  $\infty$  esté representada por  $10^{499}$ , puesto que la integral de esta función desde cero a  $10^{499}$  es muy cercano a 1. La razón de la existencia de una respuesta incorrecta se vuelve aparente a partir del gráfico de  $f(x)$  sobre el intervalo de integración:



El gráfico es un pico muy cercano al origen. Dado que ningún punto de muestreo ha descubierto el pico, el algoritmo supuso que  $f(x)$  era exactamente igual a cero a través de todo el intervalo de integración. Aun si Ud. aumentara la cantidad de puntos de muestreo calculando la integral en el formato SCI 11 o ALL, ninguno de los puntos de muestro adicionales descubriría el pico al integrar esta función sobre este intervalo en particular. (Si desea ver mejores maneras de enfrentar problemas como éste, vea el próximo apartado, “Condiciones que prolongan el tiempo de cálculo”.)

Afortunadamente, las funciones que exhiben tales aberraciones (una fluctuación que no es característica del comportamiento de la función en otro lugar) no son comunes, por lo que no es probable que Ud. tenga necesidad de integrar una. Una función que puede conducir a resultados incorrectos se puede identificar en términos simples por la rapidez en que ella y sus derivados de orden inferior varían a través del intervalo de integración. Básicamente, cuanto más brusca sea la variación de la función o de sus derivadas, y cuanto más bajo sea el orden de tales derivadas, más lento será el cálculo y menos exacta será la aproximación resultante.

Observe que la rapidez en la variación de la función (o de sus derivadas de orden inferior) se debe determinar con respecto al ancho del intervalo de integración. Dado cierto número de puntos de muestreo, una función  $f(x)$  que cuenta con tres fluctuaciones se puede caracterizar mejor mediante sus puntos de muestreo cuando estas variaciones se distribuyen sobre la mayor parte del intervalo de integración, que si se confinaran a una pequeña porción del intervalo. (Ambas situaciones aparecen ilustradas en las ilustraciones presentadas más adelante.) Al considerar las variaciones o fluctuaciones como un tipo de oscilación en la función, el criterio de interés es la proporción entre el período de las oscilaciones y el ancho del intervalo de integración: cuanto más grande es la proporción, más rápido será el cálculo y más exacta será la aproximación resultante.



En muchos casos Ud. conocerá la función lo suficiente como para saber si la función presenta variaciones rápidas relativas al intervalo de integración. Si Ud. no conoce la función y sospecha que puede causarle problemas, puede trazar rápidamente algunos puntos evaluando la función con la subrutina escrita con tal propósito.

Si por cualquier razón, después de obtener una aproximación a una integral Ud. sospecha de su validez, existe un procedimiento sencillo para verificarla: subdivida el intervalo de integración en dos o más subintervalos adyacentes, integre la función sobre cada subintervalo y luego sume las aproximaciones resultantes. Esto hará que la función se examine en una serie totalmente nueva de puntos de muestreo, existiendo así la posibilidad de que revele picos antes ignorados. Si la aproximación inicial era válida, entonces será equivalente a la suma de las aproximaciones sobre los subintervalos.

## Condiciones que prolongan el tiempo de cálculo

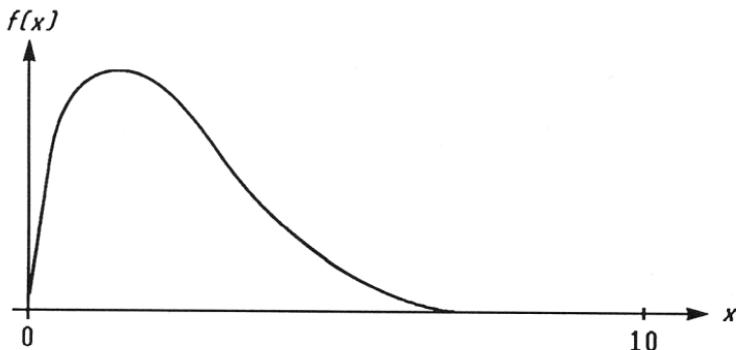
En el ejemplo precedente, el algoritmo presentó una respuesta incorrecta porque nunca detectó el pico existente en la función. Esto sucedió porque la variación de la función era muy rápida en relación al ancho del intervalo de integración. Si el ancho del intervalo fuera más pequeño, Ud. obtendría la respuesta correcta, pero tomaría mucho tiempo si el intervalo fuera aún demasiado ancho.

Considere una integral en la cual el intervalo de integración es lo suficientemente ancho como para requerir un tiempo de cálculo excesivamente largo, pero no tan ancho que el resultado fuera incorrecto. Observe que, dado que  $f(x) = xe^{-x}$  se aproxima a cero con rapidez a medida que  $x$  se aproxima a  $\infty$ , los valores grandes de  $x$  contribuyen muy poco al cálculo de la integral de la función. Por lo tanto, Ud. puede evaluar la integral reemplazando  $\infty$ , el cual es el límite superior de la integración, por un número que no sea tan grande como  $10^{499}$  — por ejemplo  $10^3$ .

Vuelva a ejecutar el mismo problema de integración con este nuevo límite de integración. Si Ud. no ha integrado ninguna otra función desde la primera vez que integró ésta, entonces no necesitará volver a especificar  $FN = F$ .

<b>Teclas:</b>	<b>Pantalla:</b>	<b>Descripción:</b>
0 [ENTER] [E] 3	1E3__	Nuevo límite superior.
■ [SOLVE/∫] {FN} X	∫ = 1,000E0	Integral. (El cálculo demora un poco.)
[xzy]	1,824E-4	Incertidumbre de aproximación.

Esta es la respuesta correcta, pero tomó mucho tiempo llegar a ella. Para comprender el porqué, compare el gráfico de la función entre  $x = 0$  y  $x = 10^3$ , el cual tiene la misma apariencia que la función ilustrada en la página 276, con el gráfico de la función entre  $x = 0$  y  $x = 10$ :



Ud. puede ver que esta función es “de interés” solamente en los valores pequeños de  $x$ . En los valores de  $x$  mayores, la función no es interesante, puesto que disminuye en forma gradual y uniforme en una manera pronosticable.

El algoritmo examina la función con densidades más grandes de puntos de muestreo hasta que la disparidad entre las aproximaciones sucesivas se vuelva suficientemente pequeña. En el caso de un intervalo estrecho que abarca un área donde esta función es interesante, toma menos tiempo alcanzar esta densidad crítica.

Para lograr la misma densidad de puntos de muestreo, el número total de puntos de muestreo requeridos sobre el intervalo más grande es mucho mayor que el número requerido sobre el intervalo más pequeño. Por esta razón, se necesitan muchas más iteraciones sobre el intervalo mayor para lograr una aproximación con la misma exactitud, y por lo tanto el cálculo de la integral demora considerablemente más tiempo.

Dado que el tiempo de cálculo depende de la rapidez con que se alcanza cierta densidad de puntos en la región donde la función es interesante, el cálculo de la integral de cualquier función se prolongará si el intervalo de integración incluye en su mayoría regiones donde la función no es interesante. Por fortuna, si Ud. debe calcular una integral de esta clase, podrá modificar el problema para que el tiempo de cálculo se vea reducido en forma considerable. Dos de las técnicas utilizadas para tal efecto son la subdivisión del intervalo de integración y la transformación de las variables. Estos métodos le permiten cambiar la función o los límites de integración para que el integrando se comporte de una forma más favorable sobre el intervalo o los intervalos de integración.

# Mensajes

---

La calculadora responde a ciertas condiciones o pulsaciones de tecla con la presentación de un mensaje. En tal caso, el símbolo **▲** aparece para llamar su atención. En algunas condiciones de importancia, el mensaje se mantiene en la pantalla hasta que Ud. lo borra. Al oprimir **☐C** o **☐◀** se borra el mensaje; al oprimir cualquiera de las otras teclas se borra el mensaje y se ejecuta la función correspondiente a la tecla oprimida.

**fFN ACTIVE**

Un programa en ejecución intentó seleccionar un rótulo de programa (FN = *rótulo*) mientras se realizaba un cálculo de integración.

**f ( fFN )**

Un programa en ejecución intentó calcular una integral (fFN d *variable*) mientras se realizaba otro cálculo de integración.

**f ( SOLVE )**

Un programa en ejecución intentó una operación SOLVE mientras se realizaba un cálculo de integración.

**ALL VARS = 0**

El catálogo de variables (**MEM** {VAR}) indica que no hay valores almacenados.

**CALCULATING**

La calculadora está ejecutando una función que puede demorar un poco.

**DIVIDE BY 0**

Ud. ha intentado efectuar una división entre cero. (Incluye **%CHG** si el registro Y contiene cero.)

**DUPLICAT, LBL**

Ud. intentó registrar un rótulo de programa que ya existe para otra rutina de programa.

## INTEGRATING

La calculadora está calculando una integral, lo cual puede demorar un poco.

## INVALID DATA

Error de información:

- Ud. intentó calcular combinaciones o permutaciones con  $r > n$ , con un número  $r$  o  $n$  no entero, o con  $n \geq 10^{12}$ .
- Ud. intentó utilizar una función trigonométrica o hiperbólica con un argumento incorrecto:  $\overline{\text{TAN}}$  con  $x =$  múltiplo impar de  $90^\circ$ ;  $\overline{\text{ACOS}}$  o  $\overline{\text{ASIN}}$  con  $x < -1$  ó  $x > 1$ ;  $\overline{\text{HYP}}\overline{\text{ATAN}}$  con  $x \leq -1$  ó  $x \geq 1$ ;  $\overline{\text{HYP}}\overline{\text{ACOS}}$  con  $x < 1$ .

## INVALID x!

Ud. intentó calcular una operación de factorial o de gamma empleando para  $x$  un entero negativo.

## INVALID $\gamma^x$

Error de elevación a una potencia:

- Ud. intentó elevar 0 a la potencia 0 o a una potencia negativa.
- Ud. intentó elevar un número negativo a una potencia no entera.
- Ud. intentó elevar el número complejo ( $0 + i0$ ) a un número con una parte real negativa.

## INVALID ( i )

Ud. intentó efectuar una operación con una dirección indirecta, pero el número ubicado en el registro de índice no es válido ( $|i| \geq 27$  ó  $0 \leq |i| < 1$ ).

## LOG( 0 )

Ud. intentó calcular un logaritmo de cero o ( $0 + i0$ ).

## LOG( NEG )

Ud. intentó calcular el logaritmo de un número negativo.

## MEMORY CLEAR

Se ha borrado la totalidad de la memoria del usuario (vea la página 255).

## MEMORY FULL

La calculadora no tiene suficiente memoria disponible para efectuar la operación. Vea el apéndice B.

## NONEXISTENT

Ud. ha intentado referirse a un rótulo de programa (o número de línea) que no existe con `[GTO]`, `[GTO][.]`, `[XEQ]`, o `{FN}`. Observe que el error NONEXISTENT puede significar ya sea que (1) Ud. ha llamado explícitamente (desde el teclado) un rótulo de menú que no existe; o (2) el programa que Ud. ha llamado se refiere a *otro* rótulo, el cual no existe.

## NO LABELS

El catálogo de programas (`[MEM] {PGM}`) indica que no hay rótulos de programa almacenados.

## NO ROOT FND

SOLVE no puede hallar la raíz de la ecuación empleando los estimados iniciales actuales (vea la página 261 y 262). Una operación SOLVE ejecutada en un programa no producirá este error; en su lugar, la misma condición lo hace saltar la línea de programa siguiente (la línea que sigue a la instrucción `SOLVE variable`).

## NO STAT DATA

Ud. ha intentado efectuar cálculos estadísticos sin haber almacenado los datos correspondientes.

## OVERFLOW

Advertencia (se exhibe brevemente); la magnitud de un resultado es demasiado grande para la capacidad de la calculadora. En este caso el resultado presentado es `9.9999999999E499` en el formato de presentación especificado. (Vea la sección "Amplitud numérica y desbordamiento" en la página 24.) Esta condición fija el señalador 6. Si el señalador 5 está fijo, el desbordamiento tiene el efecto adicional de interrumpir un programa en ejecución y dejar el mensaje en la pantalla hasta que Ud. oprima una tecla.

## PRGM TOP

Indica el principio de la memoria del programa. La disposición de la memoria es circular, de manera que PRGM TOP también es la línea que se encuentra después de la última línea de la memoria del programa.

## RUNNING

La calculadora se encuentra en el proceso de ejecución de un programa (diferente de una rutina SOLVE o FN).

#### SELECT FN

Ud. ha intentado ejecutar `SOLVE` *variable* o la `fFN` d *variable* sin haber seleccionado un rótulo de programa. Esto puede suceder únicamente la primera vez que Ud. utiliza `SOLVE` o `fFN` después del exhibirse el mensaje `MEMORY CLEAR`, o puede suceder si el rótulo en uso ha dejado de existir.

#### SOLVE ACTIVE

Un programa en ejecución ha intentado seleccionar un rótulo de programa (`FN = rótulo`) mientras la operación `SOLVE` se encontraba en ejecución.

#### SOLVE (SOLVE)

Un programa en ejecución ha intentado efectuar una operación `SOLVE` al mismo tiempo que otra operación `SOLVE` estaba en ejecución.

#### SOLVE (fFN)

Un programa en ejecución ha intentado calcular una integral al mismo tiempo que una operación `SOLVE` estaba en ejecución.

#### SOLVING

La calculadora está buscando la raíz de una ecuación. Esto puede demorar un poco.

#### SQRT (NEG)

Ud. ha intentado calcular la raíz cuadrada de un número negativo.

#### STAT ERROR

Error de estadísticas:

- Ud. ha intentado calcular  $s_x$ ,  $s_y$ ,  $\hat{x}$ ,  $\hat{y}$ ,  $m$ ,  $r$  o  $b$  con  $n = 1$ .
- Ud. ha intentado calcular  $r$ ,  $\hat{x}$  o  $\bar{x}w$  con los datos de  $x$  únicamente (todos los valores de  $y$  son iguales a cero).
- Ud. ha intentado calcular  $\hat{x}$ ,  $\hat{y}$ ,  $r$ ,  $m$  o  $b$  con todos los valores de  $x$  iguales.
- Ud. ha intentado efectuar un cálculo estadístico después que  $\boxed{\Sigma-}$  ha reducido  $n$  a cero.

## TOO BIG

La magnitud del número es demasiado grande para convertirla a la base HEX, OCT o BIN. El número debe de encontrarse en la gama de  $-34.359.738.368 \leq n \leq 34.359.738.367$ .

## XEQ OVERFLOW

Un programa en ejecución ha intentado dirigirse a un octavo rótulo XEQ incluido en otra subrutina. (Se puede incluir subrutinas una dentro de la otra hasta un máximo de siete niveles.) Dado que SOLVE y JFN emplean cada uno un nivel de inclusión de subrutinas, también pueden generar un error.

## Índice de funciones

Esta sección sirve para la consulta rápida de todas las funciones y operaciones junto con sus fórmulas y las hay. La lista está ordenada alfabéticamente según el nombre de la función. Este nombre es el que se utiliza en las líneas del programa. Por ejemplo, la función llamada  $FIX\ n$  se ejecuta como  $\blacksquare \boxed{DISP} \{FX\} n$ .

Las funciones que no son programables tienen el nombre encuadrados, tal como  $\boxed{\blacktriangleleft}$ .

Los caracteres que no pertenecen al alfabeto o que son letras del alfabeto griego se encuentran al comienzo de la lista, precediendo a todas las letras; los nombres de función que están precedidos de una flecha (por ejemplo  $\rightarrow DEG$ ) aparecen ordenados alfabéticamente como si la flecha no estuviera.

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página.
+/-	$\boxed{+/-}$ Cambia el signo de un número.	21
+	$\boxed{+}$ <i>Suma.</i> Da como resultado $y + x$ .	25
-	$\boxed{-}$ <i>Resta.</i> Da como resultado $y - x$ .	25
×	$\boxed{\times}$ <i>Multiplicación.</i> Da como resultado $y \times x$ .	25
÷	$\boxed{\div}$ <i>División.</i> Da como resultado $y \div x$ .	25
$\boxed{\blacktriangleleft}$	Borra el último dígito ingresado; borra $x$ ; borra un menú; borra un paso del programa.	16, 19, 32, 83
$\blacksquare \boxed{\blacktriangleup}$	Exhibe el ingreso previo del catálogo; desplaza el puntero del programa hacia el paso previo.	33, 76

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
▼	Exhibe el ingreso siguiente en el catálogo; desplaza el puntero del programa hacia el próximo paso (durante el ingreso del programa); ejecuta la línea actual del programa (no durante el ingreso del programa).	33, 76
1/x	$\boxed{1/x}$ <i>Recíproco.</i>	24
10 <sup>x</sup>	$\blacksquare \boxed{10^x}$ <i>Antilogaritmo decimal.</i> Da como resultado 10 elevado a la potencia x.	55
%	$\blacksquare \boxed{\%}$ <i>Porcentaje.</i> Da como resultado $(y \times x) \div 100$ .	59
%CHG	$\blacksquare \boxed{\%CHG}$ <i>Porcentaje de cambio.</i> Da como resultado $(x - y)(100 \div y)$ .	59
$\pi$	$\blacksquare \boxed{\pi}$ Da como resultado la aproximación 3,14159265359.	56
$\Sigma+$	$\boxed{\Sigma+}$ Acumula (y, x) en los registros estadísticos.	154
$\Sigma-$	$\blacksquare \boxed{\Sigma-}$ Retira (y, x) de los registros estadísticos.	155
$\Sigma x$	$\blacksquare \boxed{\text{STAT}} \{\Sigma\} \{x\}$ Da como resultado la suma de los valores de x.	161
$\Sigma x^2$	$\blacksquare \boxed{\text{STAT}} \{\Sigma\} \{x^2\}$ Da como resultado la suma de los cuadrados de los valores de x.	162
$\Sigma xy$	$\blacksquare \boxed{\text{STAT}} \{\Sigma\} \{x y\}$ Da como resultado la suma de los productos de los valores de x y de y.	162
$\Sigma y$	$\blacksquare \boxed{\text{STAT}} \{\Sigma\} \{y\}$ Da como resultado la suma de los valores de y.	161
$\Sigma y^2$	$\blacksquare \boxed{\text{STAT}} \{\Sigma\} \{y^2\}$ Da como resultado la suma de los cuadrados de los valores de y.	162

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
$\theta, r \rightarrow y, x$	<p>■ <b>[P↔RECT]</b> {<math>\theta, r \rightarrow y, x</math>}</p> <p>De polar a rectangular. Convierte <math>(r, \theta)</math> en <math>(x, y)</math>.</p>	61
$\int$ FN d variable	<p>■ <b>[SOLVE/∫]</b> {FN} variable</p> <p>Integra la función en uso con respecto a la variable, empleando el límite inferior dado en el registro Y y el límite superior dado en el registro X.</p>	127
ABS	<p>■ <b>[PARTS]</b> {ABS}</p> <p>Valor absoluto. Da como resultado <math> x </math>.</p>	67
ACOS	<p>■ <b>[ACOS]</b></p> <p>Arco coseno. Da como resultado <math>\cos^{-1} x</math>.</p>	57
ACOSH	<p>■ <b>[HYP]</b> ■ <b>[ACOS]</b></p> <p>Arco coseno hiperbólico. Da como resultado <math>\cosh^{-1} x</math>.</p>	59
ALL	<p>■ <b>[DISP]</b> {ALL}</p> <p>Selecciona la presentación de todos los dígitos significativos.</p>	30
ASIN	<p>■ <b>[ASIN]</b></p> <p>Arco seno. Da como resultado <math>\sin^{-1} x</math>.</p>	57
ASINH	<p>■ <b>[HYP]</b> ■ <b>[ASIN]</b></p> <p>Arco seno hiperbólico. Da como resultado <math>\sinh^{-1} x</math>.</p>	59
ATAN	<p>■ <b>[ATAN]</b></p> <p>Arco tangente. Da como resultado <math>\tan^{-1} x</math>.</p>	57
ATANH	<p>■ <b>[HYP]</b> ■ <b>[ATAN]</b></p> <p>Arco tangente hiperbólico. Da como resultado <math>\tanh^{-1} x</math>.</p>	59
b	<p>■ <b>[STAT]</b> {L, R, } {b}</p> <p>Da como resultado la <i>intersección</i> de la línea de regresión con el eje y: <math>\bar{y} - m\bar{x}</math>.</p>	159
■ <b>[BASE]</b>	<p>Exhibe el menú correspondiente a las conversiones de base.</p>	144
BIN	<p>■ <b>[BASE]</b> {BIN}</p> <p>Selecciona el modo binario (base 2).</p>	144
■ <b>[C]</b>	<p>Enciende la calculadora; borra x; despeja los mensajes y pedidos; cancela los menús; cancela los catálogos; cancela el ingreso de programa; interrumpe un programa en ejecución.</p>	14, 16, 19, 32, 36, 73

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
CF $n$	■ <b>FLAGS</b> {CF} $n$ <i>Quita el señalador <math>n</math> (<math>0 \leq n \leq 6</math>).</i>	98
■ <b>CLEAR</b>	Exhibe el menú para borrar números o partes de la memoria; o borra la variable o programa indicado desde el catálogo MEM.	16, 33
■ <b>CLEAR</b> {ALL}	Borra toda la información y los programas.	34
■ <b>CLEAR</b> {PGM}	Borra todos los programas.	86
CLΣ	■ <b>CLEAR</b> {Σ} <i>Borra los registros de estadísticas.</i>	154
CLVARS	■ <b>CLEAR</b> {VARS} <i>Iguala todas las variables a cero.</i>	50
CLx	■ <b>CLEAR</b> {x} <i>Iguala x a cero.</i>	36, 40, 73
■ <b>CMPLX</b>	Exhibe el prefijo CMPLX__ para las funciones complejas.	139
CMPLX +/–	■ <b>CMPLX</b> <b>+/-</b> <i>Cambio de signo complejo. Da como resultado <math>-(z_x + iz_y)</math>.</i>	139
CMPLX +	■ <b>CMPLX</b> <b>+</b> <i>Suma compleja. Da como resultado <math>(z_{1x} + iz_{1y}) + (z_{2x} + iz_{2y})</math>.</i>	140
CMPLX –	■ <b>CMPLX</b> <b>-</b> <i>Resta compleja. Da como resultado <math>(z_{1x} + iz_{1y}) - (z_{2x} + iz_{2y})</math>.</i>	140
CMPLX ×	■ <b>CMPLX</b> <b>x</b> <i>Multiplicación compleja. Da como resultado <math>(z_{1x} + iz_{1y}) \times (z_{2x} + iz_{2y})</math>.</i>	140

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
CMPLX ÷	■ <b>CMPLX</b> <b>÷</b> <i>División compleja.</i> Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y}) \div (z_{2x} + iz_{2y})$ .	140
CMPLX1/x	■ <b>CMPLX</b> <b>1/x</b> <i>Recíproco complejo.</i> Da como resultado $1/(z_x + iz_y)$ .	139
CMPLXCOS	■ <b>CMPLX</b> <b>COS</b> <i>Coseno complejo.</i> Da como resultado $\cos(z_x + iz_y)$ .	139
CMPLX $e^x$	■ <b>CMPLX</b> <b><math>e^x</math></b> <i>Antilogaritmo natural complejo.</i> Da como resultado $e^{z_x} - iz_y$ .	139
CMPLXLN	■ <b>CMPLX</b> <b>LN</b> <i>Logaritmo natural complejo.</i> Da como resultado $\log_e(z_x + iz_y)$ .	139
CMPLXSIN	■ <b>CMPLX</b> <b>SIN</b> <i>Seno complejo.</i> Da como resultado $\sin(z_x + iz_y)$ .	139
CMPLXTAN	■ <b>CMPLX</b> <b>TAN</b> <i>Tangente compleja.</i> Da como resultado $\tan(z_x + iz_y)$ .	139
CMPLX $y^x$	■ <b>CMPLX</b> <b><math>y^x</math></b> <i>Potencia compleja.</i> Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y})^{(z_{2x} + iz_{2y})}$	140
Cn,r	■ <b>PROB</b> {Cn , r} <i>Combinaciones de una cantidad <math>n</math> de elementos considerados en grupos de <math>r</math> elementos.</i> Da como resultado $n! \div (r!(n - r)!)$ .	65
COS	<b>COS</b> <i>Coseno.</i> Da como resultado $\cos x$ .	57
COSH	■ <b>HYP</b> <b>COS</b> <i>Coseno hiperbólico.</i> Da como resultado $\cosh x$ .	59
DEC	■ <b>BASE</b> {DEC} <i>Selecciona el modo decimal.</i>	144
→DEG	■ <b>D↔RAD</b> {→DEG} <i>Radianes a grados.</i> Da como resultado $(360/2\pi)x$ .	64

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
DEG	<p> <b>MODE</b> {DEG}</p> <p>Selecciona el modo angular Grados.</p>	57
	<p> <b>DISP</b></p> <p>Exhibe el menú para ajustar el formato de presentación en pantalla.</p>	30
	<p> <b>D↔RAD</b></p> <p>Exhibe el menú para convertir entre grados y radianes.</p>	64
DSE <i>variable</i>	<p> <b>LOOP</b> {DSE} <i>variable</i></p> <p><i>Decremento, Saltear si es igual o menor.</i> Para el número de control <i>cccccc.fffii</i> almacenado en una variable, resta <i>ii</i> (valor del incremento) de <i>cccccc</i> (contador) y, en el caso que el resultado sea <i>fff</i> (valor final), saltea la próxima línea del programa.</p>	101
 <b>E</b>	<p>Inicia el ingreso de exponentes y añade "E" al número que Ud. ingresa. Indica que sigue una potencia de 10.</p>	22
$e^x$	<p> <b>e<sup>x</sup></b></p> <p><i>Antilogaritmo natural.</i> Da como resultado <i>e</i> elevado a la potencia <i>x</i>.</p>	55
ENG <i>n</i>	<p> <b>DISP</b> {EN} <i>n</i></p> <p>Selecciona el formato técnico con un número <i>n</i> de dígitos luego del primero. <math>0 \leq n \leq 11</math>.</p>	30
ENTER	<p> <b>ENTER</b></p> <p>Separa los dos números ingresados en forma sucesiva; copia <i>x</i> en el registro <i>y</i>, eleva <i>y</i> al registro <i>Z</i>, eleva <i>z</i> al registro <i>T</i> y pierde así <i>t</i>.</p>	23, 39
FIX <i>n</i>	<p> <b>DISP</b> {FX} <i>n</i></p> <p>Selecciona el formato de presentación Fijo con una cantidad <i>n</i> de lugares decimales. <math>0 \leq n \leq 11</math>.</p>	30
 <b>FLAGS</b>	<p>Exhibe el menú para fijar, borrar y comprobar los señaladores.</p>	98
FN = <i>label</i>	<p> <b>SOLVE/f</b> {FX} <i>rótulo</i></p> <p>Selecciona el programa <i>rotulado</i> como la función en uso (empleado por SOLVE y <i>f</i>FN).</p>	111, 127
FP	<p> <b>PARTS</b> {FP}</p> <p><i>Parte fraccional de x.</i></p>	67

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
FS? $n$	<p><b>[FLAGS]</b> {FS?} <math>n</math></p> <p>Si el señalador <math>n</math> (<math>0 \leq n \leq 6</math>) está fijo, ejecuta la próxima línea del programa; si el señalador <math>n</math> está quitado, saltea la próxima línea del programa.</p>	98
GRAD	<p><b>[MODES]</b> {GR}</p> <p>Fija el modo angular Grads (grados centesimales).</p>	57
GTO <i>label</i>	<p><b>[GTO]</b> <i>rótulo</i></p> <p>Fija el puntero de programa en el <i>rótulo</i> de programa de la memoria de programa.</p>	93, 100
<b>[GTO]</b> $\cdot$ <i>label</i> $nn$	Fija el puntero de programa en el <i>rótulo</i> de línea de programa <i>rótulo nn</i> .	94
<b>[GTO]</b> $\cdot$ $\cdot$	Fija el puntero de programa en PRGM TOP.	94
HEX	<p><b>[BASE]</b> {HX}</p> <p>Selecciona el modo hexadecimal (base 16).</p>	144
<b>[HYP]</b>	Exhibe el prefijo HYP__ para funciones hiperbólicas.	59
<b>[H↔HMS]</b>	Exhibe el menú para la conversión entre horas fraccionales y horas-minutos-segundos.	63
→HMS	<p><b>[H↔HMS]</b> {→HMS}</p> <p><i>De horas a horas, minutos y segundos. Convierte x de una fracción decimal al formato minutos-segundos.</i></p>	64
→HR	<p><b>[H↔HMS]</b> {→HR}</p> <p><i>De horas, minutos y segundos a horas. Convierte x del formato de minutos-segundos a una fracción decimal.</i></p>	64
<b>(i)</b>	Parámetro indirecto. Se dirige (en forma indirecta) a la variable o rótulo cuya letra corresponde al valor numérico que se encuentra en la variable $i$ .	
INPUT <i>variable</i>	<p><b>[INPUT]</b> <i>variable</i></p> <p>Recupera la variable al registro X, exhibe el nombre de la variable junto con el contenido del registro X e interrumpe la ejecución del programa; al oprimir <b>[R/S]</b> (o <b>[▼]</b>) se almacena el número en la variable. (Se utiliza únicamente en los programas.)</p>	77
IP	<p><b>[PARTS]</b> {IP}</p> <p><i>Parte entera de x.</i></p>	67

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
ISG <i>variable</i>	<p><b>[LOOP]</b> {ISG} <i>variable</i>  <i>Incremento, saltar si es mayor.</i> Para el número de control <i>cccccc.fffii</i> almacenado en la variable, añade <i>ii</i> (valor de incremento) a <i>cccccc</i> (contador) y, si el resultado es mayor que <i>fff</i> (valor final), saltea la próxima línea de programa.</p>	101
LASTx	<p><b>[LASTx]</b>            Da como resultado el número almacenado en el registro LAST X.</p>	41
LBL <i>letra</i>	<p><b>[LBL/RTN]</b> {LBL} <i>rótulo</i>            Rotula un programa con una sola letra para que las operaciones XEQ, GTO o FN puedan hacer referencia al mismo. (Se utiliza únicamente en los programas.)</p>	71
<b>[LBL/RTN]</b>	<p>Exhibe el menú para LBL, RTN y PSE.</p>	7
LN	<p><b>[LN]</b>  <i>Logaritmo natural.</i> Da como resultado <math>\log_e x</math>.</p>	55
LOG	<p><b>[LOG]</b>  <i>Logaritmo decimal.</i> Da como resultado <math>\log_{10} x</math>.</p>	55
<b>[LOOP]</b>	<p>Exhibe el menú para DSE e ISG.</p>	99
{L,R,}	<p><b>[STAT]</b> {L, R, }            Exhibe el menú para la regresión lineal.</p>	158
m	<p><b>[STAT]</b> {L, R, } {m}            Da como resultado la pendiente de la línea de regresión: <math>[\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] \div \sum(x_i - \bar{x})^2</math>.</p>	159
<b>[MEM]</b>	<p>Exhibe la cantidad de memoria disponible y el catálogo de menú.</p>	33
<b>[MEM]</b> {PGM}	<p>Inicia el catálogo de programas.</p>	85
<b>[MEM]</b> {VAR}	<p>Inicia el catálogo de variables.</p>	49
<b>[MODES]</b>	<p>Exhibe el menú para especificar modos angulares y el signo decimal (. o ,).</p>	29
n	<p><b>[STAT]</b> {Σ} {n}            Da como resultado el número de grupos de puntos de datos.</p>	161
OCT	<p><b>[BASE]</b> {DC}            Selecciona el modo Octal (base 8).</p>	144
<b>[OFF]</b>	<p>Apaga la calculadora.</p>	14
<b>[P↔RECT]</b>	<p>Exhibe el menú para efectuar la conversión entre las coordenadas polares y rectangulares.</p>	60

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
<b>■</b> PARTS  Pn,r	Exhibe el menú para seleccionar las partes numéricas.  <b>■</b> PROB {Pn , r} <i>Permutaciones</i> de $n$ elementos considerados en grupos de $r$ elementos. Da como resultado $n! \div (n - r)!$ .	67  65
<b>■</b> PRGM  <b>■</b> PROB	Activa o cancela el ingreso de programa (interrupción).  Exhibe el menú para las funciones de probabilidad.	72  65
PSE   r	<b>■</b> LBL/RTN {PSE} <i>Pausa.</i> Interrumpe la ejecución del programa brevemente para exhibir $x$ , luego reanuda el programa. (Se utiliza únicamente en los programas.)  <b>■</b> STAT {L , R , } {r} Da como resultado el coeficiente de correlación entre los valores de $x$ y de $y$ : $\frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}}$ .	82    159
→RAD   {R}  RAD  RADIX,  RADIX.	<b>■</b> D→RAD {→RAD} <i>De grados a radianes.</i> Da como resultado $(2\pi/360)x$ .  <b>■</b> PROB {R} Exhibe el menú de números aleatorios.  <b>■</b> MODES {RD} Selecciona el modo angular de Radianes.  <b>■</b> MODES { , } Selecciona la coma como signo decimal.  <b>■</b> MODES { . } Selecciona el punto como signo decimal.	64    65  57  29  29
RANDOM   RCL variable  RCL + variable	<b>■</b> PROB {R} {RANDOM} Da como resultado un número aleatorio de la gama $0 \leq x < 1$ .  <b>■</b> RCL variable <i>Recuperar.</i> Copia la variable en el registro X.  <b>■</b> RCL + variable Da como resultado $x + variable$ .	65   48  51

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
RCL – <i>variable</i> .	<input type="button" value="RCL"/> <input type="button" value="−"/> <i>variable</i> . Da como resultado $x - \textit{variable}$ .	51
RCL × <i>variable</i> .	<input type="button" value="RCL"/> <input type="button" value="×"/> <i>variable</i> . Da como resultado $x \times \textit{variable}$ .	51
RCL ÷ <i>variable</i> .	<input type="button" value="RCL"/> <input type="button" value="÷"/> <i>variable</i> . Da como resultado $x \div \textit{variable}$ .	51
RND	<input type="button" value="PARTS"/> {RN} <i>Redondea</i> $x$ a $n$ lugares decimales (en la opción de presentación FIX) o a $n + 1$ dígitos significativos (en la opción de presentación SCI $n$ o ENG $n$ ).	67
RTN	<input type="button" value="LBL/RTN"/> {RTN} <i>Retorno</i> . Marca el final de un programa; el puntero de programa regresa al comienzo o a la rutina que llamó a la rutina en curso.	71, 91
<input type="button" value="R/S"/>	<i>Ejecutar/Parar</i> . Inicia la ejecución del programa a partir de la línea del programa en uso o interrumpe un programa en ejecución.	82
R↓	<input type="button" value="R↓"/> <i>Rotación hacia abajo</i> . Desplaza $t$ al registro Z, $z$ al registro Y, y al registro X y $x$ al registro T.	36
SCI $n$	<input type="button" value="DISP"/> {SC} $n$ Selecciona el formato científico con $n$ lugares decimales, $0 \leq n \leq 11$ .	30
SEED	<input type="button" value="PROB"/> {R} {SEED} Reinicia la secuencia de números aleatorios con el germen $ x $ .	65
SF $n$	<input type="button" value="FLAGS"/> {SF} $n$ <i>Fija el señalador</i> $n$ ( $0 \leq n \leq 6$ ) indicando "verdadero".	98
<input type="button" value="SHOW"/>	Muestra la mantisa completa (todos los 12 dígitos) de $x$ (o del número que se encuentra en la línea de programa en uso).	31
SIN	<input type="button" value="SIN"/> <i>Seno</i> . Da como resultado $\text{sen } x$ .	57
SINH	<input type="button" value="HYP"/> <input type="button" value="SIN"/> <i>Seno hiperbólico</i> . Da como resultado $\text{senh } x$ .	59
<input type="button" value="SOLVE/∫"/>	Exhibe el menú para hallar una incógnita y para la integración.	111, 127

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
SOLVE <i>variable</i>	■ <b>SOLVE/</b> {SOLVE} <i>variable</i> Soluciona la función para la <i>variable</i> , empleando los estimados iniciales en <i>variable</i> y en <i>x</i> .	111
SQRT	<b>√x</b> <i>Raíz cuadrada de x.</i>	24
■ <b>STAT</b>	Exhibe el menú para las funciones estadísticas.	156
STO <i>variable</i>	<b>STO</b> <i>variable</i> <i>Almacenar. Copia x en la variable.</i>	48
STO+ <i>variable</i>	<b>STO</b> <b>+</b> <i>variable</i> <i>Almacena la variable + x en la variable.</i>	50
STO- <i>variable</i>	<b>STO</b> <b>-</b> <i>variable</i> <i>Almacena la variable - x en la variable.</i>	50
STO× <i>variable</i>	<b>STO</b> <b>×</b> <i>variable</i> <i>Almacena la variable × x en variable.</i>	50
STO÷ <i>variable</i>	<b>STO</b> <b>÷</b> <i>variable</i> <i>Almacena la variable ÷ en la variable.</i>	50
STOP	<b>R/S</b> Interrumpe la ejecución del programa y exhibe el registro X.	82
sx	■ <b>STAT</b> {s} {s x} Da como resultado la <i>desviación estándar</i> de los valores de <i>x</i> : $\sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 \div (n - 1)}$	157
sy	■ <b>STAT</b> {s} {s y} Da como resultado la <i>desviación estándar</i> de los valores de <i>y</i> : $\sqrt{\Sigma(y_i - \bar{y})^2 \div (n - 1)}$	157
TAN	<b>TAN</b> <i>Tangente. Da como resultado tan x.</i>	57
TANH	■ <b>HYP</b> <b>TAN</b> <i>Tangente hiperbólica. Da como resultado tanh x.</i>	59
■ <b>TESTS</b>	Exhibe el menú de pruebas condicionales.	
VIEW <i>variable</i>	■ <b>VIEW</b> <i>variable</i> Exhibe el contenido rotulado de la <i>variable</i> sin recuperar el valor en la pila.	79

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
XEQ <i>label</i>	<p>[XEQ] <i>rótulo</i> Ejecuta el programa identificado por el rótulo.</p>	75, 91
$x^2$	<p>[<math>x^2</math>] <i>Cuadrado de x.</i></p>	24
$\bar{x}$	<p>[STAT] {<math>\bar{x}</math> + <math>\bar{y}</math>} {<math>\bar{x}</math>} Da como resultado la media aritmética de los valores de <math>x</math>: <math>\Sigma x_i \div n</math>.</p>	156
$\hat{x}$	<p>[STAT] {L + R + } {<math>\hat{x}</math>} Dado un valor de <math>y</math> en el registro X, da como resultado el <i>estimado</i> de <math>x</math> basándose en la línea de regresión: <math>\hat{x} = (y - b) \div m</math>.</p>	159
$x!$	<p>[PROB] {x !} <i>Factorial</i> (o gamma). Da como resultado <math>(x)(x - 1)...(2)(1)</math> ó <math>\Gamma(x + 1)</math>.</p>	65
$\bar{x}_w$	<p>[STAT] {<math>\bar{x}</math> + <math>\bar{y}</math>} {<math>\bar{x}_w</math>} Da como resultado la <i>media ponderada</i> de los valores de <math>x</math>: <math>(\Sigma y_i x_i) \div \Sigma y_i</math>.</p>	157
$x < > y$	<p>[xzy] <i>Intercambio entre x e y.</i> Desplaza <math>x</math> al registro Y e <math>y</math> al registro X.</p>	37
$x < 0?$	<p>[TESTS] {x ? 0} {&lt; 0} Si <math>x \leq 0</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x \geq 0</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$x < y?$	<p>[TESTS] {x ? y} {&lt; y} Si <math>x &lt; y</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x \geq y</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$x = 0?$	<p>[TESTS] {x ? 0} {= 0} Si <math>x = 0</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x \neq 0</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$x = y?$	<p>[TESTS] {x ? y} {= y} Si <math>x = y</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x \neq y</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$x > 0?$	<p>[TESTS] {x ? 0} {&gt; 0} Si <math>x &gt; 0</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x \leq 0</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96

Nombre de la función	Teclas y descripción	Página
$x > y?$	<p>■ <b>TESTS</b> {<math>x \text{ ? } y</math>} {<math>&gt; y</math>}</p> <p>Si <math>x &gt; y</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x \leq y</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$x \neq 0?$	<p>■ <b>TESTS</b> {<math>x \text{ ? } 0</math>} {<math>\neq 0</math>}</p> <p>Si <math>x \neq 0</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x = 0</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$x \neq y?$	<p>■ <b>TESTS</b> {<math>x \text{ ? } y</math>} {<math>\neq y</math>}</p> <p>Si <math>x \neq y</math>, ejecuta la próxima línea del programa; si <math>x = y</math>, saltea la próxima línea del programa.</p>	96
$\bar{y}$	<p>■ <b>STAT</b> {<math>\bar{x}</math>, <math>\bar{y}</math>} {<math>\bar{y}</math>}</p> <p>Da como resultado la <i>media</i> aritmética de los valores de <math>y</math>: <math>\Sigma y_i \div n</math>.</p>	156
$\hat{y}$	<p>■ <b>STAT</b> {<math>L</math>, <math>R</math>, <math>\}</math> {<math>\hat{y}</math>}</p> <p>Dado un valor de <math>x</math> en el registro X, da como resultado el <i>estimado</i> de <math>y</math> basándose en la línea de regresión: <math>\hat{y} = mx + b</math>.</p>	159
$y, x \rightarrow \theta, r$	<p>■ <b>P↔RECT</b> {<math>y</math>, <math>x \rightarrow \theta</math>, <math>r</math>}</p> <p><i>De rectangular a polar.</i> Convierte <math>(x, y)</math> en <math>(r, \theta)</math>.</p>	61
$y^x$	<p><b><math>y^x</math></b></p> <p><i>Elevación a potencia.</i> Da como resultado <math>y</math> elevado a la potencia <math>x</math>.</p>	56

# Índice

---

Los números de página que aparecen en negrilla indican las referencias primarias. Para localizar las funciones según su nombre utilice el índice de funciones que le precede a éste.

## Caracteres especiales

 , 15  
 , 32  
 , 242  
 , 17  
 , 150  
 , 49  
←, *Vea retroceso*  
 $\pi$ , 56, 57  
**0 1 2 3**, 98

## A

**A..Z**, 15, 48  
Ajuste de curva, 158-160  
    no lineal, 204-214  
ALL, formato, 31  
Almacenamiento de números, 48  
Amplitud numérica, 24, 149  
Ángulos, conversión entre grados y  
    fracciones, 64  
    vector, 164, 171  
Antilogaritmo  
    decimal, 55  
    natural, 55  
Anunciadores, 20-21  
    señalador, 98  
Apagado de la calculadora, 14  
Arco coseno, 57  
Arco seno, 57

Arco tangente, 57  
Área de un círculo, 70, 74, 78  
Aritmética, 24-29, 38-46  
    compleja, 139-140  
    con variables almacenadas, 50-52  
    con vectores, 160-175  
    en la pila, 38  
    no decimal. *Vea* Aritmética de base  
Aritmética compleja, 139-140  
Aritmética de almacenamiento, 50-51  
Aritmética de recuperación, 51-52  
Asistencia técnica al cliente, 240  
Autoverificación, calculadora,  
    246-247

## B

Baja tensión, 242-243  
Base  
    aritmética de, 146-148  
    conversiones de, 144-145  
    modos, programación, 151-152  
Baterías  
    daño causado por, 248  
    instalación, 243-245  
    tipos de, 242  
Bessel, función de, 128-130

Bifurcación, **93-94**, 95  
  hacia atrás, **99-102**  
  incondicional, **94**  
Bit del signo, **148**  
Bit de orden superior, **148**  
Bit más significativo, **148**  
Borrado, **15-16**  
  datos estadísticos, **154**  
  memoria, **34**, **253**, **255-256**  
  programas, **85-86**  
  variables del catálogo, **49**  
Borrado de  $x$ , **36**, **40-41**, **73**  
Borrado de líneas de programa, **82**  
Brillo de la pantalla, **14**  
Bucle  
  con contador, **95**, **101-102**  
  condicional, **100**  
  corriente en, **181**  
  infinito, **100**  
  número de control, **101**  
Bytes en programas, **85**

## C

C. *Vea* Cancelar, tecla  
Caja, dimensiones de una, **113**, **121**  
Cálculos de ahorros. *Vea* Valor del dinero en función del tiempo  
Cálculos de dinero. *Vea* Valor del dinero en función del tiempo  
Cálculos de préstamos. *Vea* Valor del dinero en función del tiempo  
Cálculos en cadena, **26**, **44-46**  
Cálculos estadísticos, **156-162**  
  limitaciones de los, **160-161**  
Cálculos financieros. *Vea* Valor del dinero en función del tiempo  
Cambio de signo, **21**  
Cancelación de la pantalla, **36**  
Cancelar, tecla, **16**, **19**, **32**, **36**, **40**, **73**  
Catálogo  
  de programas, **85**  
  de variables, **49**  
Celsius, conversión a grados, **229-235**  
Cero, **40**  
Cero en una variable, **50**

Coefficiente de correlación, **159**, **204**, **211-212**  
Comas en los números, **29**  
Combinaciones, **65-66**  
Complemento a dos, **146**, **148**  
Constante, uso de, **39-40**, **43**  
Consumo de energía, **242**  
Contraste, **14**  
Conversión de coordenadas, **60-62**  
Conversiones  
  angular, **64**  
  de coordenadas, **60-62**  
  fraccionales, **63-64**  
Conversiones de área, **229-235**  
Conversiones de unidad, **229-235**  
Coordenadas cartesianas. *Vea* Coordenadas rectangulares  
Coordenadas esféricas. *Vea* Coordenadas polares  
Copia de números. *Vea* Almacenamiento de números  
Copia de variables del catálogo, **49**  
Corrección de errores por medio de LAST X, **41**, **42-43**  
Corrección de función incorrecta, **42**  
Corrección de números incorrectos, **42**  
Coseno, **57**  
Crecimiento constante, **40**  
Cursor, **15-16**, **23**  
Curva de distribución, normal, **215**  
Curva exponencial, **204-205**, **211**  
Curvas, limitaciones en las, **205**

## D

Daño, **250**  
Datos almacenados, **253**  
Datos de dos variables, **154**  
Datos de una variable, **154**  
Datos estadísticos  
  acumulados, **161**  
  borrado, **154**, **162**  
  corrección, **155**  
  eliminación, **154**, **161**  
  grupos, número de, **154**, **161**

ingreso, 153-154  
normalización, 161  
precisión de, 160-161  
pronóstico, 158-160  
Datos, ingreso en un programa, 78  
Datos, presentación de, 79-80  
Decimal fijo, formato, 30  
Decremento del contador de bucle,  
101  
Defectos, 248  
DEG, 57  
Desbordamiento, 24  
con señadores, 97-98  
en aritmética no decimal, 146  
programa, 98  
Desviación estándar, 156-157  
de la población, 219  
de muestreo, 157  
verdadera, 157  
Dígito  
ingreso, 23  
ingreso, finalización de, 23  
separador, 29  
Dígitos, número máximo de, 21  
Dígitos significativos, 22, 31, 49  
Dinero, signo del, 223  
Direccionamiento indirecto, 103-106  
Discontinuidad, función SOLVE,  
263-264  
Distribución normal, 215-221  
Distribución normal inversa, 215-221  
DSE, 101-102

## E

E, 22  
 $e$ , 55  
Ecuación cuadrática, 191-197  
Ecuación cúbica, 194  
Ecuaciones simultáneas  
método de determinantes, 175-182  
método de inversión de matriz,  
183-190  
Ejecución de bucle, 99-102  
con (i), 106  
Ejecutar/parar, 78

Elevación a potencia. *Vea también*  $y^x$ .  
curva, 204-205, 211  
función, 56  
función compleja, 140  
Elevación de un número a una  
potencia, 56  
Elevar pila, 38, 39  
activación, 257  
desactivación, 257  
neutral, 257  
operaciones que afectan, 256-257  
Elipses en la pantalla, 150  
Encendido de la calculadora, 14  
ENG, formato, 30  
ENTER, 23, 25-27, 39  
Entero positivo, el más grande, 149  
Envío de la unidad, 251  
Error  
en una función, corrección, 42  
mensaje de, 32, 82, 281-285  
paradas en un programa, 82  
Errores, integración, 274  
Errores, numéricos  
en ecuaciones cuadráticas, 191, 197  
en estadísticas, 161, 205  
en SOLVE, 272  
en trigonometría, 57  
Especificaciones predefinidas,  
restauración, 255-256  
Estadísticas, 153-162  
Estimado de  $x$ , 158-159, 212  
Estimado de  $y$ , 158-159, 212  
Estimados iniciales (SOLVE), 111,  
118, 120  
selección, 123  
ubicación de, 120  
Exactitud, cómo especificarla para  
integración, 132  
Exponente, 22-23, 30  
dígitos en, 21  
ingreso de, 22

## F

$f(x)$ , 126  
en integración, 273  
en SOLVE, 259

Factorial, 19, 65  
FIX, formato, 30  
FOR-NEXT, bucle, 101  
Forma de faser, compleja, 142  
Fracciones, conversión, 63-64  
Frecuencias, estadísticas, 157  
Función  
  binumérica, 25  
  evaluación (fFN), 128  
  evaluación (SOLVE), 112-113  
  nombres, 67  
  nombres de, en programas, 74  
  teclas de, 24  
  uninumérica, 24-25  
Funciones  
  índice de, 286-298  
  numéricas, 54-69  
  resolubles mediante SOLVE,  
    259-260  
  SOLVE, 112  
Funciones hiperbólicas, 25, 59  
Funciones no conmutativas, 25, 37, 45  
Funciones no programables, 87

## **G-I**

Garantía, 248-249  
  Reino Unido, 249  
  servicio, 251  
Generador de números primos,  
  235-238  
GRAD, 57  
Grados, conversión, 64  
Grados Fahrenheit, conversión,  
  229-235  
Grados Kelvin, conversión, 229-235  
Grados Rankine, conversión, 229-235  
Gráfico de funciones SOLVE, 123  
GTO, 76, 84, 93-94, 100  
*i*, 103-106  
  funciones que utilizan, 103  
  la variable, 53  
(*i*), 103-106  
  funciones que utilizan, 104  
  para control de programa, 105  
Identificación de problemas, 245-247

Incrementar contador de bucle, 101  
INPUT, 77-79  
  cancelación, 79  
  con integración, 128  
  con números no decimales, 150  
  con SOLVE, 112  
  efecto en la pila, 257  
Input, programa, 78  
Inserción de líneas de programa, 82  
Instrucciones condicionales, 95-99,  
  100  
  SOLVE, 124  
  fFN, 134  
Integración, 126-136  
  algoritmo, 130, 272-274  
  anomalías, 275-277  
  aproximaciones, 273-274  
  cómo funciona, 273-280  
  condicional, 134  
  en programas, 134-135  
  errores, 274  
  exactitud de, 127, 131-134  
  función para, 128  
  incertidumbre de, 127, 132, 274  
  incluida, 135  
  ingreso múltiple de variables, 128  
  interrupción, 127  
  iteraciones, 274  
  limitaciones en, 135  
  límites, 127, 130, 134  
  método, 274  
  muestreo, 274, 277  
  programa para, 128  
  resultados, 127, 134, 274-278  
  resultados, verificación, 278  
  salida, 134  
  tiempo de cálculo, 279-280  
  uso, 127  
Integral, aproximación, 131  
Integral definida, 126  
Integrando, 127, 131  
Intercambio de números (registros  
  X e Y), 25, 37  
Interferencia de frecuencia de radio,  
  252  
Intersección del eje *y*, 159, 204,  
  211-212

Inversos complejos, 139  
ISG, 101-102

## L

LAST X, registro, 41-44  
operaciones que afectan el, 258  
LBL, 71-72, 73. *Vea también* Rótulos de programa  
Límites de humedad, 245  
Lineal  
estimación. *Vea* Regresión lineal  
movimiento, 115  
regresión, 156, 158-160  
Logarítmica(s)  
curva, 204-205, 211  
funciones, 25, 55, 139  
Logaritmo  
complejo, 139  
decimal, 55  
natural, 55  
Longitud, conversión de, 229-235  
LOOP, 99, 101  
Lugares decimales, 30  
Lukasiewicz, 35

## M

Magnitud, 24  
Mantisa, 22, 30-31, 49  
Matrices, resolución. *Vea* Ecuaciones simultáneas  
Matriz  
de coeficientes, 183  
de resultados, 183  
fórmulas, 175-176, 183  
inversa, 183-190  
inversión, 183-190  
Media aritmética, 156-157  
de la población, 219  
ponderada, 157-158  
Media ponderada. *Vea* Media aritmética, ponderada  
MEM, 33, 49, 85  
Memoria  
ahorro, 51

almacenada, 253-254  
borrado, 34, 50, 253  
borrado de toda la, 255-256  
de programa, 72, 78, 84-87  
del usuario, 47  
disponible, 33, 49  
espacio. *Vea* Memoria, usuario  
manejo, 253-254  
MEMORY CLEAR, 243, 245, 255  
MEMORY FULL, 85, 162, 253  
para variables, 50  
pérdida, baja tensión, 243  
pérdida luego del cambio de  
baterías, 245  
recuperación, 254  
requisitos, 254  
uso, 254  
uso para estadísticas, 162  
uso para programas, 84-85  
verificación, 33  
Memoria continua, 14, 243  
Mensajes, 32, 281-286  
Menú, 17  
cancelación, 19  
salida, 19-20  
teclas, 16-19  
tipos de, 18  
uso de un, 16-19  
Método de Cramer, 175  
Método de determinantes, 175-182  
Método de Horner, 262  
programación, 87-88  
Método de Newton, 215  
Metros, conversión, 229-235  
Modelos de curva, 204, 211  
MODES, menú, 29  
Modo angular, 56-57  
Modo grados, 57  
Modo grados centesimales, 57  
Momento, 174

## N

Negativo  
entero, más grande, 149  
números, 21  
números no decimales, 148

- NO ROOT FND, **119**, 267
  - Notación científica, **30**
  - Notación Polaca Inversa. *Vea* RPN
  - Notación técnica, **30**
  - Número
    - amplitud, **24**, 272
    - función de dos, **25**
    - funciones de alteración, **67**
    - magnitud de, **24**, 272
    - presentado, **30**
    - redondeo, **30**
    - rotulado, **41**
    - uso dos veces, **39**
  - Número aleatorio
    - generador, **65**
    - germen, **65**
  - Número insignificante, **24**  
SOLVE, **272**
  - Números
    - complejos, **137-143**
    - corrección, **15-16**, 41
    - demasiado grandes, **21**, 22, 49
    - demasiado pequeños, 22
    - en líneas de programa, **73**, 151
    - ingreso, **21**
    - justificados hacia la derecha, **148**
    - negativos, **21**
    - no decimales, **144-150**
    - no decimales, representación
      - interna, **147-148**
    - parcialmente ocultos, 150
    - primos, **235-238**
    - reales, **54**
    - representación interna de, 147-148
    - separación, **23**, 27, 39
    - tamaño de, **21**
  - Números binarios, **144-150**
    - grandes, **49**
    - largos, **149**
    - positivos, **148**
  - Números complejos, **137-143**
    - con integración, 126
    - con SOLVE, 112
    - ingreso, **137**, 138
  - Números de línea de programa
    - borrado, **73**, **82**
    - desplazamiento hacia, **84**, 94
    - en modos no decimales, **151**
    - inserción, **82**
    - líneas de programa, **72**
    - renumeración, **82**
  - Números de línea, programa, **72**
  - Números hexadecimales, **144-149**
  - Números imaginarios, **137**
  - Números máximos para conversión
    - de base, **149**
  - Números octales, **144-149**
  - Números reales, **54**
- ## O
- Operación
    - ayuda con, **240**
    - verificación, **245-247**
  - Operación de cambio, cancelación, **15**
  - Operación de truncado en aritmética no decimal, **146**, 147
  - Operaciones, índice de, **286-298**
  - Orden
    - de cálculo, **26**, 45-46
    - de ingreso, **25**
    - numérico, **37**
- ## P
- P↔RECT, **60-62**
  - pago, **226**
  - Parada de la calculadora, **245-246**
  - Paréntesis, **26**, 28, 45
  - Parte entera, **67**
    - en aritmética no decimal, **146**
  - Parte fraccional, **67**
    - aritmética no decimal, **146**
  - Partes numéricas, funciones de, **25**, **67**
  - PARTS, menú, **67**
  - Pausa, programada, **82**
  - Pedido de variable, **77**, 79
  - Pendiente, **159**, 204, 211-212
  - Períodos de capitalización, **226**

- Permutaciones, 65
- Pies, conversión, 229-235
- Pila
  - bajar, 38, 39
  - compleja, 138
  - llenar con una constante, 39-40
  - memoria automática, 35-46
  - revisión, 36
  - subrutina, 92, 125, 135
  - visualización sin afectar, 49
- Polar
  - coordenadas, conversión, 60-62
  - coordenadas de vector, 170
  - forma, compleja, 142
- Polinómicas
  - expresiones, programación, 87-88
- Polinomios
  - de segundo grado, 191-197
- Polo, función SOLVE, 264-265
- Porcentaje, 59-60
- Porcentaje de cambio, 59-60
- Precisión
  - completa, 31
  - de datos estadísticos, 160-161
  - integración, 132
  - numérica, 30-31
  - SOLVE, 272
  - trigonométrica, 57
- Precisión interna, 30-31
- Preguntas, 240-241
- Presentación de números en un programa, 79-80
- Presentación en pantalla
  - contraste, ajuste, 14
  - de la pila, 36, 40
  - formato, 29-31
  - formato para integración, 127
  - inoperativa, 245-246
  - temporaria, 31
- PRGM**, 72, 73, 75
- PRGM TOP, 72, 73, 84
  - desplazamiento hacia, 84, 94
- Principio de la rueda gigante, 230
- PROB, menú, 65
- Probabilidad, 65-66
  - normal, 215-221, 219
- Problemas de funcionamiento, 245-247, 249-250
- Producto escalar, vector, 164, 171
- Producto vectorial, 64, 171
- Programa
  - borrado a través del catálogo, 85
  - catálogo, 85
  - cómo escribir, 71-74
  - edición, 82
  - ejecución a través del catálogo, 85
  - ejecución de un, 75, 76, 85
  - ejecución paso a paso, 76
  - ingreso, 72-73
  - interrupción, 82
  - límites, 71-72
  - memoria de, 72, 84-87
  - nombres de. *Vea* Rótulos de programa
  - presentación a través del catálogo, 85
  - puntero, 76, 84, 94
  - reanudación, 78, 82
  - retornos de, 72, 73
  - verificación, 75-76
- Programación, 70-89
- Programación con modos de base, 151-152
- Programas, borrado, 85-86
- Promedio. *Vea* Media aritmética
- Prueba Verdadero/Falso, 95-99
- Pruebas condicionales, 95-99
- Pruebas de comparación, 95-97
- Pulgadas, conversión, 229-235
- Puntos en la pantalla, 150
- Puntos en los números, 29

## R

- R ↓, 36-37
- RAD, 57
- Radianes, conversión, 64
- Radianes, modo, 57
- Raíces complejas, cuadráticas, 191
- Raíz
  - aproximación a, 119, 197, 261
  - cómo hallarla, 259-260

- cuadrática, **191-197**
  - de la ecuación, **110, 116-117, 119**
  - función, **56**
  - inexistente, **267-271**
  - máxima, **267**
  - mínima, **267-268**
  - Raíz cúbica, **56**
  - RCL, **48**
  - Rectangular
    - coordenadas, conversión, **58, 60-62**
    - coordenadas de vector, **170**
    - forma, compleja, **142**
  - Recuperación de números, **48**
    - en un programa, **78**
  - Redondeo, **24, 30, 49, 67**
  - Redondeo, error con integración, **131**
  - Referencia, función, **286-298**
  - Registro LAST X, **41-44**
  - Registro T, **35-36, 38-40, 47**
  - Registro X, **35-40, 47**
    - borrado, **40-41**
    - borrado en un programa, **73**
    - comparación con cero, **96**
    - comparación con el registro Y, **95-96**
    - comprobación, **95-96**
    - con SOLVE, **113, 120**
    - e integración, **128**
    - en la programación, **70**
    - intercambio con el registro Y, **37**
    - para datos estadísticos, **154**
  - Registro Y, **35-37, 47**
    - e integración, **132**
    - para datos estadísticos, **154**
  - Registro Z, **35-36, 47**
  - Registros
    - almacenamiento. *Vea* Variables
    - intercambio, **37**
    - pila, **35-41, 78**
  - Registros de estadísticas, **161-162**
    - asignación, **162**
    - borrado, **162**
  - Regresión. *Vea también* Regresión lineal.
    - coeficientes. *Vea* Pendiente  $e$
    - Intersección del eje  $y$
    - no lineal, **204, 214**
  - Reparación, **248**. *Vea también* Servicio de reparación
  - Resolución de ecuaciones, **110-125**
  - Resolución de variables incógnitas, **110-125**
  - Restauración de la memoria, **254-255**
  - Resultados intermedios, **26, 28, 35, 44-46**
  - Retroceso, **16, 19, 23, 32, 40, 73**
  - Reutilización de números con LAST X, **41, 43-44**
  - Rotación, coordenada, **198-203**
  - Rotación de la pila, **84**
  - Rotación hacia abajo, **36-37**
  - Rótulos de programa, **71-72, 73, 77, 85, 86, 94, 95**
    - bifurcación hacia, **94**
    - duplicación, **72**
    - en el catálogo, **85**
    - indirectos, **103, 104**
  - Rótulos. *Vea* Rótulos de programa
  - RPN (Notación Polaca Inversa), **25-26, 28, 35, 44-46**
  - RTN, **72, 73**. *Vea también* Retornos de programa
  - RTN, subrutina, **91**
  - Rutinas, programas, **90**
- ## S
- Saldo, **226**
  - Salida, programa, **78**
  - SCI, formato, **30**
  - Señalador
    - borrado, **98**
    - estado, **98-99**
    - instalación, **98**
    - números, **97**
    - verificación, **95, 97, 98-99**
  - Señaladores
    - desbordamiento, **97-98**
    - tipos de, **97-98**
  - Seno, **57**
    - integral, **130-131**
  - Servicio de reparación, **249-251**
    - cargo, **250**

- centros, **250**
- contratos, **251**
- internacional, **250**
- SHOW, **31, 49, 79**
  - números no decimales, **150**
- Signo decimal, **29**
- Soluciones. *Vea* Resultados de SOLVE
- SOLVE, **259-272**
  - asíntota, **267, 269**
  - búsqueda, **120, 267-268**
  - cálculo, interrupción, **119**
  - cómo funciona, **259-260**
  - con función discontinua, **263-264**
  - con una función de dos raíces, **263**
  - con una función de una raíz, **262**
  - condicional, **124**
  - definición de funciones para, **112-113**
  - en programas, **124**
  - error matemático, **270**
  - estimados, **261**
  - incluido, **125**
  - ingreso de variables múltiples con, **112**
  - iteraciones, **118, 259**
  - limitaciones de, **125**
  - máximo, **267**
  - método, **259-260**
  - mínimo, **267-268**
  - número insignificante, **272**
  - precisión, **272**
  - programas (funciones), **112-113**
  - región plana, **267, 271**
  - restricciones, **259-260**
  - resultados, **111, 119, 120, 124, 268, 272**
  - resultados inexistentes, **267-271**
  - resultados, interpretación, **261**
  - salida, **124**
  - uso, **111-113**
- STAT, menú, **156**
- STO, **48**
- Subrutinas, **91**
  - incluidas dentro de otras, **92**

- Suma
  - de cuadrados, **162**
  - de productos, **162**
  - de valores de  $x$ , **161**
  - de valores de  $y$ , **161**
- Suma de verificación, **85, 86-87**
- Superficie de un cilindro, **80-81**

## T

- Tamaño de la palabra, **149**
- Tangente, **57**
- Tasa de interés, **226**
- Tecla de borrado. *Vea* C
- Tecla de cambio, **15**
- Tecla inactiva, **32**
- Teclas alfabéticas, **15, 48, 71**
- Temperaturas
  - almacenamiento, **245**
  - conversión, **229-235**
  - operación, **245**
- TESTS, **96**
- Tiempo, conversión entre minutos y fracciones, **63-64**
- Transformación de coordenadas, **198-203**
- Traslación de coordenadas, **198-203**
- Trigonometría, **25, 56**
  - compleja, **139**
- Trigonometría inversa, **57, 58**

## U-W

- Valor absoluto, **67**
- Valor de contador, **101**
- Valor de índice, **105**
- Valor del dinero en función del tiempo, **222-229**
- Valor futuro, **226**
- Valores de caja, positivos y negativos, **223**
- Valores de sumatoria estadísticos, **156, 161-162**
- Variable dependiente, **154**
- Variable independiente, **154**
- Variable, visualización, **49**

Variables, 47-53  
  borrado, 49-50  
  catálogo de, 49  
  copiado, 49  
  desconocidas, 110-112, 120  
  en programas, 77  
  en programas, copiado de, 79-80  
  en programas, presentación, 79-80  
  indirectas, 103  
  integración, 128  
  listado de, 49  
  nombres, 47-48, 77  
  presentación en pantalla, 49  
  SOLVE, 112  
  valor actual de, 77  
Vaya a. *Vea* GTO  
Vector  
  componentes, 171

  conversión a coordenadas  
    rectangulares, 62  
  operaciones, 164-175  
  suma, 142  
Vector de columna, 189  
Vector de fuerza, 174  
Vector de radio, 174  
Ventanas, 149-150  
VIEW, 49, 79-80  
  con números no decimales, 150  
Volumen de un cilindro, 80-81

## **X-Z**

XEQ, 75  
  subrutina, 91  
 $yx$ , 56

## **Cómo ponerse en contacto con Hewlett-Packard**

**Para obtener información acerca del uso de la calculadora.** Si Ud. tiene preguntas sobre el uso de la calculadora, revise primero la Tabla de Contenido, el Índice y las "Respuestas a preguntas comunes" en el Apéndice A. Si no encuentra la respuesta en este manual, puede ponerse en contacto con el departamento de Apoyo Técnico para Calculadoras en la siguiente dirección:

Hewlett-Packard  
Calculator Technical Support  
1000 N.E. Circle Blvd.  
Corvallis, OR 97330  
U.S.A.

(503) 757-2204  
de 8:00 a.m. a 3:00 p.m. hora del Pacífico  
de lunes a viernes

**Para obtener servicio de reparación.** Si su calculadora no está funcionando correctamente, vea el Apéndice A para determinar si la unidad necesita reparación. El Apéndice A también contiene información importante en cuanto al servicio de reparación. Si la calculadora necesita reparación, envíela al Centro de Reparaciones de Calculadoras en esta dirección:

Hewlett-Packard  
Calculator Service Center  
1030 N.E. Circle Blvd.  
Corvallis, OR 97330  
U.S.A.

(503) 757-2002

**Para mayor información acerca de los distribuidores de Hewlett-Packard, productos y costos.** Llame al siguiente número (llamada gratis en los U.S.A.):

(800) 752-0900

# Contenido

---

- Página 13** **Parte 1: Operación básica**  
Cómo comenzar • Pila de memoria automática • Cómo almacenar datos en las variables • Funciones con números reales
- 69** **Parte 2: Programación**  
Programación sencilla • Técnicas de programación
- 109** **Parte 3: Operación avanzada**  
Resolución de una variable incógnita en una ecuación  
• Integración numérica • Operaciones con números complejos  
• Conversiones de base y aritmética • Operaciones estadísticas
- 163** **Parte 4: Programas de aplicación**  
Programas de matemáticas • Programas de estadísticas  
• Programas varios
- 239** **Parte 5: Apéndices y referencia**  
Asistencia técnica, baterías y servicio de reparación • Memoria del usuario y la pila • Información adicional sobre la resolución de ecuaciones • Información adicional sobre la integración  
• Mensajes • Índice de funciones • Índice temático



**Número de pedido**  
**00032-90047**

00032-90048 Spanish  
Printed in West Germany 12/88