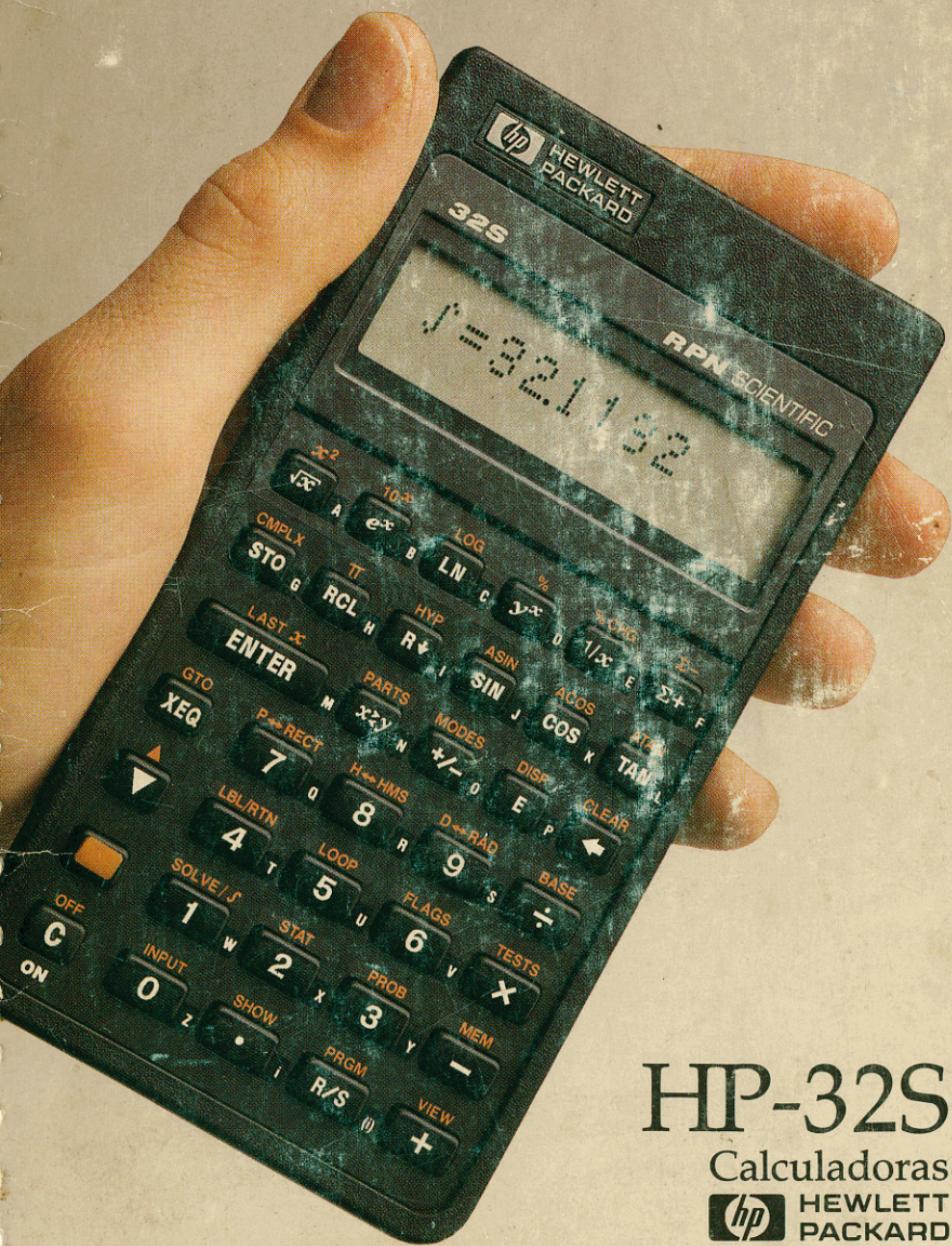


HEWLETT-PACKARD

Calculadora Científica RPN

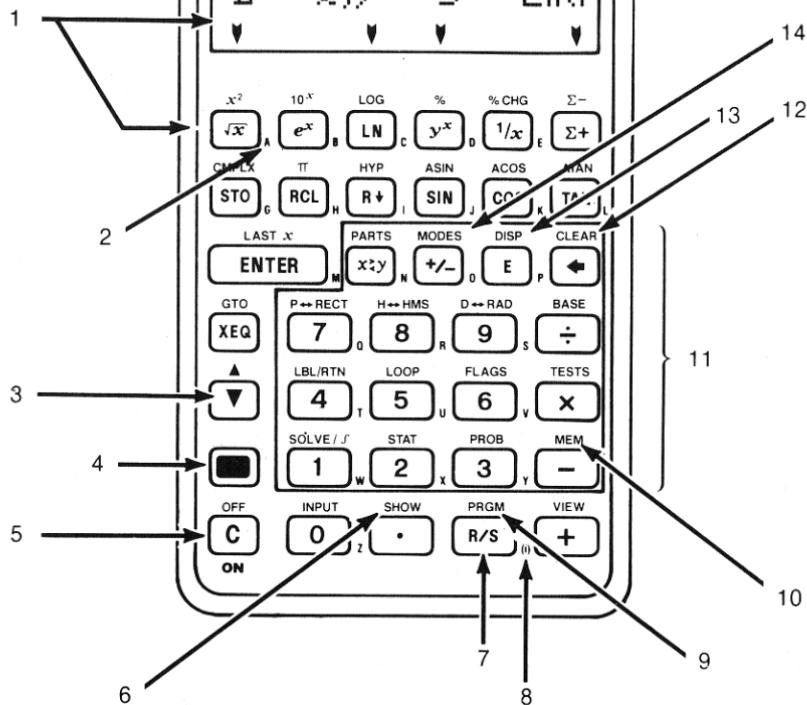
Manual do Proprietário



HP-32S
Calculadoras
 HEWLETT
PACKARD

32S

RPN SCIENTIFIC



1. Menus e teclas dos menus.
2. Teclas alfabéticas para variáveis e rótulos.
3. Avança passo a passo através de programas e listas.
4. Tecla de prefixo.
5. Liga; cancela o visor, menus e programas.
6. Mostra todas as casas decimais.
7. Inicia a execução/Interrompe programas.
8. Para endereçamento indireto via i .
9. Ativa e desativa entrada de programas.
10. Memória do usuário; variáveis armazenadas e programas.
11. Teclas do menu. (Área demarcada pela linha)
12. Apaga totalmente ou partes da memória.
13. Formatos de apresentação no visor.
14. Modos angulares, pontos e vírgulas.

Ajude-nos a ajudá-lo!

Tomando um momento para preencher este cartão, você nos ajudará a melhor entender suas necessidades. Por favor, primeiro leia as questões e, então, preencha o cartão. Obrigado.

AJUDE-NOS A AJUDÁ-LO!

Modelo _____ Data de aquisição _____

Nome _____

Endereço _____

Cidade,Estado,CEP. _____

Idade _____ Telefone _____ Comercial ___ ou Residencial ___

1.Qual é a sua POSIÇÃO OU OCUPAÇÃO? (Por favor, marque apenas uma opção.)

- | | | |
|---|---|---|
| 101 <input type="checkbox"/> estudante | 105 <input type="checkbox"/> presidente,geral | 109 <input type="checkbox"/> autônomo |
| 102 <input type="checkbox"/> professor,pesquisador | 106 <input type="checkbox"/> proprietário,diretor,vice-presidente | 110 <input type="checkbox"/> aposentado |
| 103 <input type="checkbox"/> assessor | 107 <input type="checkbox"/> representante externo | 111 <input type="checkbox"/> outros : _____ |
| 104 <input type="checkbox"/> gerente de nível médio | 108 <input type="checkbox"/> técnico | |

2.Qual é a sua ÁREA DE ATIVIDADE ou CAMPO DE TRABALHO/ESTUDO? (Por favor, marque apenas uma opção.)

- | | |
|---|--|
| 201 <input type="checkbox"/> engenharia mecânica | 209 <input type="checkbox"/> compras, programação de produção,controle de almoxarifado |
| 202 <input type="checkbox"/> engenharia civil | 210 <input type="checkbox"/> contabilidade, auditoria |
| 203 <input type="checkbox"/> engenharia elétrica | 211 <input type="checkbox"/> finanças, análise de investimentos |
| 204 <input type="checkbox"/> engenharia química | 212 <input type="checkbox"/> administração |
| 205 <input type="checkbox"/> engenharia _____ | 213 <input type="checkbox"/> marketing |
| 206 <input type="checkbox"/> topografia | 214 <input type="checkbox"/> vendas |
| 207 <input type="checkbox"/> processamento de dados | 215 <input type="checkbox"/> assistência ao cliente, manutenção |
| 208 <input type="checkbox"/> controle de qualidade | 216 <input type="checkbox"/> outra : _____ |

3. Em que INDÚSTRIA você trabalha? (Não responda esta se você for estudante ou aposentado. Por favor, marque apenas uma opção.)

- | | |
|--|---|
| 301 <input type="checkbox"/> educação | 310 <input type="checkbox"/> química, refinação de petróleo |
| 302 <input type="checkbox"/> banco comercial/invest.,financeira | 311 <input type="checkbox"/> agricultura, reflorest.,agropastoril |
| 303 <input type="checkbox"/> seguros | 312 <input type="checkbox"/> processamento/distribuição de alimentos |
| 304 <input type="checkbox"/> corretagem de imóveis | 313 <input type="checkbox"/> fabricação de equipamentos industriais |
| 305 <input type="checkbox"/> serviços comerciais/de consultoria | 314 <input type="checkbox"/> fabricação de bens de consumo |
| 306 <input type="checkbox"/> consultoria técnica | 315 <input type="checkbox"/> transportes |
| 307 <input type="checkbox"/> soft, serviços de proc. de dados | 316 <input type="checkbox"/> empresas de telecomunicação,gás, energia elétrica. |
| 308 <input type="checkbox"/> construção, arquitetura | 317 <input type="checkbox"/> administração pública, militar |
| 309 <input type="checkbox"/> mineração,perfuração e expl.de petróleo | 318 <input type="checkbox"/> outras : _____ |

4.Onde você adquiriu sua calculadora HP? (Por favor, marque apenas uma opção.)

- | | |
|---|--|
| 401 <input type="checkbox"/> revendedor de micro-computadores | 407 <input type="checkbox"/> mala direta |
| 402 <input type="checkbox"/> revendedor de equipamentos para escritório | 408 <input type="checkbox"/> revendedor especializado(audio,video, fotografia) |
| 403 <input type="checkbox"/> livraria/papelaria | 409 <input type="checkbox"/> comprada pela cia./inst.de pesquisa ou ensino. |
| 404 <input type="checkbox"/> loja de departamentos | 410 <input type="checkbox"/> outra |
| 406 <input type="checkbox"/> catálogo | |

5.Como você ficou sabendo sobre este modelo?

- | | |
|---|--|
| 501 <input type="checkbox"/> já era cliente HP | 505 <input type="checkbox"/> mala direta |
| 502 <input type="checkbox"/> informação de amigos, colegas, professor | 506 <input type="checkbox"/> vendedor |
| 503 <input type="checkbox"/> anúncio de jornal ou revista | 507 <input type="checkbox"/> folheto ou literatura obtida na loja. |
| 504 <input type="checkbox"/> artigos na imprensa | 508 <input type="checkbox"/> outras : _____ |

ISR-40-0574/87
UP-Ag.Central
DR/São Paulo

Cartão - Resposta

Não é necessário selar

O selo será pago pela

06454 Barueri SP

EDISA
INFORMÁTICA

Comentários sobre o Manual do Proprietário da HP-32S

Agradecemos antecipadamente o envio de sua avaliação. Seus comentários e sugestões serão de grande valia no aprimoramento de nossas publicações futuras.

Manual do Proprietário da HP-32S

Título e data de impressão do manual (constantes à página do título):

Solicitamos a gentileza de fazer um círculo em torno do conceito que melhor expressa sua opinião. Use o espaço denominado **Comentários** para acrescentar opiniões adicionais, se desejar.

- 1 = Concordo plenamente 4 = Não concordo
2 = Concordo 5 = Desaprovo fortemente
3 = Neutro

■ O manual está bem organizado	1	2	3	4	5
■ Consigo encontrar a informação que desejo	1	2	3	4	5
■ A informação do manual é precisa	1	2	3	4	5
■ Consigo compreender as instruções com facilidade	1	2	3	4	5
■ O manual contém exemplos suficientes	1	2	3	4	5
■ Os exemplos são úteis e apropriados	1	2	3	4	5
■ O layout e o formato do manual são úteis e atraentes	1	2	3	4	5
■ As ilustrações são claras e elucidativas	1	2	3	4	5

O conteúdo do manual é: () longo () adequado () insuficiente

Quais capítulos do Manual do Proprietário você utiliza com maior freqüência?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 A B C D

Mensagens Índice de Funções Índice por Assunto

Comentários: _____

Nome: _____

Endereço: _____

CEP/Cidade/Estado: _____

Profissão: _____

Mande as respostas à:

EDISA Informática SA

Alameda Rio Negro, 750 - Alphaville

06454 - Barueri - S.Paulo

ISR-40-0574/87
UP-Ag.Central
DR/São Paulo

Cartão - Resposta

Não é necessário selar

O selo será pago pela

06454 Barueri SP

EDISA
INFORMÁTICA

HP-32S

Calculadora Científica RPN

Manual do Proprietário

Calculadoras
 **HEWLETT
PACKARD**

Edição 1 Janeiro 1989

Número do Manual para Pedidos Avulsos: 00032-90051

AVISO

Para informações sobre garantia e normas de segurança para esta calculadora, veja páginas 248 e 252.

Este manual e os programas aqui contidos são fornecidos na forma em que se encontram e estão sujeitos a modificações sem aviso prévio. A Tesis e a Hewlett-Packard Company não oferecem nenhum tipo de garantia com respeito a este manual ou aos programas aqui contidos. As empresas acima não poderão ser responsabilizadas pelos erros nem por danos decorrentes da utilização do material descrito.

© Hewlett-Packard Co. 1988. Este manual possui informações de propriedade das empresas acima, protegidas por direitos autorais. Todos os direitos estão reservados. Este documento e os programas nele contidos não podem ser copiados, adaptados ou traduzidos para outra língua, no seu todo ou em parte, sem autorização prévia, por escrito, das empresas acima.

O direitos sobre os programas que controlam sua calculadora também são reservados pela Tesis e Hewlett-Packard Company. Não é permitida a reprodução, a adaptação ou a tradução desses programas sem autorização prévia, por escrito, das empresas mencionadas.

Histórico da Tiragem

Edição 1

Janeiro 1989

Nº de fabr: 00032-90052

Benvindo à HP-32S

A sua HP-32S reflete a qualidade superior e a atenção ao detalhe de engenharia e fabricação que têm distinguido os produtos Hewlett-Packard por mais de 40 anos. A Hewlett-Packard está na retaguarda desta calculadora oferecendo o seu conhecimento e seus especialistas para dar total suporte a sua utilização (veja a parte interna da contracapa) e assistência técnica a nível mundial.

A Qualidade Hewlett-Packard

Nossas calculadoras são feitas para serem excelentes, duradouras e de fácil utilização.

- Esta calculadora é projetada para resistir a quedas, vibrações, poluentes (concentração de poluentes urbanos, ozônio), temperaturas extremas e variações de umidade, fatores quase que inevitáveis no trabalho diário.
- A calculadora e seu manual foram projetados e testados para facilitar seu uso. Escolhemos a encadernação em espiral a fim de permitir que o manual permaneça aberto em qualquer página. Adicionamos muitos exemplos para destacar os variados usos desta calculadora.
- Materiais avançados e letras injetadas nas teclas proporcionam longa vida para o teclado e uma sensação positiva ao toque das teclas.
- Circuitos eletrônicos CMOS (baixa potência) e um visor de cristal líquido permitem que os dados sejam mantidos indefinidamente e as baterias durem longo tempo.
- O microprocessador foi otimizado para cálculos rápidos e confiáveis utilizando 15 dígitos internamente para obter-se resultados precisos.
- Através de extensa pesquisa, criou-se um projeto que minimizou os efeitos adversos da eletricidade estática, causa potencial de erros e perda de dados em calculadoras.

Recursos

Os recursos desta calculadora refletem as necessidades e desejos de nossos clientes. A HP-32S apresenta os seguintes recursos:

- todas as funções disponíveis no teclado ou em menus: não é necessário digitar seus nomes.
- as mensagens de linhas de programas alfanuméricas e auto-explicativas, tais como: DIVIDE BY 0 (DIVISÃO POR 0) ao invés de ERR 21. Armazenamento de dados em variáveis A até Z.
- nossa tradicional lógica RPN, que economiza passos.
- 390 bytes de memória para armazenar dados e programas.
- capacidade avançada para estatística, conversões de base, aritmética com números complexos, integração e resolução de qualquer incógnita em uma equação.
- capacidade extensiva da programação HP, incluindo edição, entradas e saídas rotuladas, sub-rotinas, "loops", instruções condicionais, "flags" e endereçamento indireto.

ÍNDICE

Parte 1: Operação Básica

1	Para Iniciar
14	Informações Preliminares Importantes
14	Ligando e Desligando a Calculadora
14	Ajustando o Contraste do Visor
15	Detalhes do Teclado e Visor
15	Teclas Prefixadas
15	Teclas Alfabéticas
15	Voltando um Espaço e Apagando
16	Utilizando Menus
19	Saindo de Menus
20	Anúncios
21	Digitando Números
21	Tornando Números Negativos
22	Exponentes de Dez
23	Entendendo a Entrada de Dígitos
24	Intervalo de Números e OVERFLOW (Números muito grandes)
24	Cálculos Aritméticos
24	Funções de um Número
25	Funções de dois Números
26	Cálculos Encadeados
29	Exercícios
29	Controlando o Formato do Visor
29	Pontos e Vírgulas em Números
30	Número de Casas Decimais (■ [DISP])
31	Mostrando a Precisão Total de 12 Dígitos
32	Mensagens
33	Memória da Calculadora
33	Verificando a Memória Disponível
34	Apagando Toda a Memória

2	35 A Pilha Automática de Memória 35 O Que É a Pilha 36 Revendo a Pilha () 37 Intercambiando os Registradores X e Y na Pilha () 38 Aritmética — Como a Pilha Efetua Cálculos 39 Como Funciona ENTER 40 Como Funciona CLEAR x 41 O Registrador LAST X 42 Corrigindo Erros com LASTx 43 Reutilizando Números com LASTx 44 Cálculos Encadeados 45 Ordem de Cálculo 46 Exercícios
3	47 Armazenando Dados em Variáveis 48 Armazenando e Recuperando Números 49 Revendo Variáveis no Catálogo VAR 50 Apagando Variáveis 50 Cálculos Aritméticos com Variáveis Armazenadas 50 Cálculos Aritméticos com Armazenamento 51 Cálculos Aritméticos com Recuperação 53 A Variável "i"
4	54 Funções de Número Real 55 Funções Exponenciais e Logarítmicas 56 A Função de Potência (y^x) 56 Trigonometria Entrando π 56 Estabelecendo o Modo Angular 57 Funções Trigonométricas 59 Funções Hiperbólicas 59 Funções de Percentagem (%, %CHG) 60 Funções de Conversão Conversões de Coordenadas (P↔RECT) 63 Conversões Fracionárias (H↔HMS) 64 Conversões Angulares (D↔RAD) 65 Funções de Probabilidade 67 Partes de Números 67 Nomes de Funções

Parte 2: Programação

5	Programação Simples
70	Criando um Programa
71	Limites de Programas (LBL e RTN)
72	Entrada de Programas (PRGM)
75	Executando um Programa
75	Executando um Programa (XEQ)
76	Testanto um Programa
77	Entrada e Saída de Dados
77	Entrando Dados em Variáveis (INPUT)
79	Apresentando Dados em Variáveis (VIEW)
82	Parando ou Interrompendo um Programa
82	Programando uma Parada ou Pausa (STOP, PSE)
82	Interrompendo um Programa em Execução
82	Paradas por Erro
83	Editando um Programa
84	Memória de Programa
84	Vendo a Memória de Programa
84	Utilização da Memória
85	O Catálogo de Programas (MEM)
85	Apagando Um ou Mais Programas
86	A Soma de Verificação (“Checksum”)
87	Funções Não Programáveis
87	Expressões Polinomiais e o Método de Horner
6	Técnicas de Programação
90	Rotinas em Programas
91	Chamando Sub-rotinas (XEQ, RTN)
92	Sub-rotinas Embutidas
93	Desviando (GTO)
95	Instruções Condicionais
96	Testes de Comparação (TESTS)
97	Flags
99	Loops (GTO, LOOP)
100	Loops Condicionais (GTO)
101	Loops com Contadores (DSE, ISG)
103	Endereçando Indiretamente Variáveis e Rótulos
103	A Variável “ <i>i</i> ”
104	O Endereço Indireto, (<i>i</i>)
105	Controle de Programa com (<i>i</i>)

Parte 3: Operação Avançada

7	110	Resolvendo uma Incógnita em uma Equação
	111	Utilizando o SOLVE
	112	Escrevendo Programas para o SOLVE
	113	Exemplos Utilizando o SOLVE
	118	Entendendo e Controlando o SOLVE
	119	Verificando o Resultado
	119	Interrompendo o Cálculo do SOLVE
	120	Escolhendo Estimativas Iniciais para o SOLVE
	124	Utilizando o SOLVE em um Programa
	125	Para Mais Informações
8	126	Integração Numérica
	127	Utilizando a Integração (JFN)
	128	Escrevendo Programas para JFN
	128	Exemplos Utilizando JFN
	131	Exatidão da Integração
	132	Especificando a Exatidão
	132	Interpretando a Exatidão
	134	Utilizando a Integração em um Programa
	136	Para Mais Informações
9	137	Operações com Números Complexos
	138	A Pilha Complexa
	139	Operações Complexas
	142	Utilizando Números em Notação Polar
10	144	Aritmética em Bases Diferentes e Conversões de Base
	146	Aritmética nas Bases 2, 8 e 16
	147	A Representação de Números
	148	Números Negativos
	149	Intervalo de Números
	149	Janelas para os Números Binários Longos
	150	Mostrando os Números Parcialmente Escondidos
	151	Programando com BASE
	151	Selecionando um Modo de Base em um Programa
	151	Números Entrados em Linhas de Programas

11

- 153 Operações Estatísticas**
153 Entrando Dados Estatísticos ($\Sigma+$, $\Sigma-$)
154 Entrando Dados para uma Variável
154 Entrando Dados para Duas Variáveis
155 Corrigindo Erros na Entrada de Dados
156 Cálculos Estatísticos
156 Média e Desvio-Padrão
158 Regressão Linear
160 Limitações na Precisão dos Dados
161 Valores de Somatórios e os Registradores Estatísticos
161 Estatísticas com Somatórios
162 Os Registradores Estatísticos na Memória da Calculadora.

Parte 4: Programas de Aplicação

12

- 164 Programas de Matemática**
164 Operações com Vetores
175 Soluções de Equações Simultâneas—Método do Determinante
183 Soluções de Equações Simultâneas—Método da Inversão de Matrizes
191 Equação Quadrática
198 Transformações de Coordenadas

13

- 204 Programas de Estatística**
204 Ajuste de Curvas
215 Distribuições Normal e Normal-Inversa

14

- 222 Programas Diversos**
222 Valor do Dinheiro no Tempo
229 Conversões de Unidades
235 Gerador de Números Primos

Parte 5: Apêndices e Referências

- A** **240 Atendimento ao Usuário, Baterias, Garantia e Assistência Técnica**
- 240** Obtendo Ajuda na Operação da Calculadora
 240 Respostas a Perguntas Freqüentes
 242 Baterias
 242 Indicações de Bateria Fraca
 243 Instalando as Baterias
 245 Limites Ambientais
 245 Como Constatar que a Calculadora Precisa de Reparos
 246 Confirmndo o Bom Funcionamento da Calculadora: O Auto-Teste
 248 Garantia Integral por Um Ano
 248 O Que Está Coberto
 248 O Que Não Está Coberto
 249 Se a Calculadora Necessitar de Reparos
 250 Assistência Técnica no Brasil
 250 Instruções para Remeter a Calculadora para Reparos
 251 Custo e Prazo dos Reparos
 251 Depois de Expirar a Garantia — Contrato de Manutenção
 251 Garantia de Reparos
 252 Informações sobre Assistência Técnica Internacional
 252 Informações sobre Normas de Segurança Aérea (E.U.A.)
- B** **253 Memória do Usuário e a Pilha**
- 253** Administrando a Memória da Calculadora
 254 Inicializando a Calculadora
 255 Apagando a Memória
 256 O Estado do Elevador da Pilha
 257 Operações que Desativam
 257 Operações Neutras
 258 O Estado do Registrador LAST X
- C** **259 Mais Sobre a Resolução de uma Equação**
- 259** Como o SOLVE Encontra uma Raiz
 261 Interpretando Resultados
 267 Quando o SOLVE Não Pode Encontrar uma Raiz
 272 Erro de Arredondamentos e “Underflow” (Muito Pequeno)

D

- 273 Mais sobre Integração**
Como a Integral é Calculada
- 274 Condições que Podem Causar Resultados Incorretos**
Condições que Prolongam o Tempo de Cálculo
- 281 Mensagens**
- 286 Índice de Funções**
- 299 Índice por Assunto**

Parte 1

Operação Básica

Página 14 1: Para Iniciar

35 2: A Pilha Automática de Memória

47 3: Armazenando Dados em Variáveis

54 4: Funções de Número Real

Para Iniciar

Informações Preliminares Importantes

Ligando e Desligando a Calculadora

Para ligar a calculadora, pressione **[C]**. Note ON impresso abaixo da tecla.

Para desligar a calculadora, pressione **[■ OFF]**, isto é, pressione e solte a tecla de prefixo (**■**) e, então, pressione **[C]** (que tem OFF impressa acima dela). Uma vez que a calculadora tem *memória contínua*, desligá-la não afeta nenhuma informação que você armazenou.

Para conservar as baterias, a calculadora se desliga automaticamente após dez minutos sem utilização.

Na maior parte dos casos, as baterias da calculadora duram bem mais de um ano. Se o indicador de bateria fraca () aparecer no visor, substitua as baterias assim que possível. Veja o apêndice A para maiores detalhes e instruções.

Ajustando o Contraste do Visor

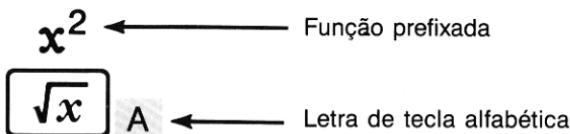
O brilho do visor depende da iluminação, do ângulo de visão e do ajuste do contraste. Para escurecer ou clarear o visor, mantenha pressionada a tecla **[C]** e pressione **[+]** ou **[-]**.

Detalhes do Teclado e Visor

Teclas Prefixadas

Cada tecla tem duas funções: uma impressa em sua face e uma função *prefixada* impressa em cor acima da tecla. Pressione a tecla colorida de prefixo (**■**) antes dessas funções. Por exemplo, para desligar a calculadora, pressione e solte **■** e, então, pressione **C**. Esta é escrita como **■ OFF**.

Pressionando **■**, liga o anúncio de prefixo (\nearrow), que permanece até que você pressione a próxima tecla. Para cancelar \nearrow , simplesmente pressione **■** outra vez.



As Teclas Alfabéticas

A maioria das teclas tem uma letra escrita próxima a ela, como mostrado acima. Sempre que for necessário digitar uma letra—que é utilizada para identificar uma variável ou um rótulo—o anúncio **A..Z** aparece no visor indicando que as teclas alfabéticas estão “ativas”. (As variáveis são descritas no capítulo 3.)

Voltando um Espaço e Apagando

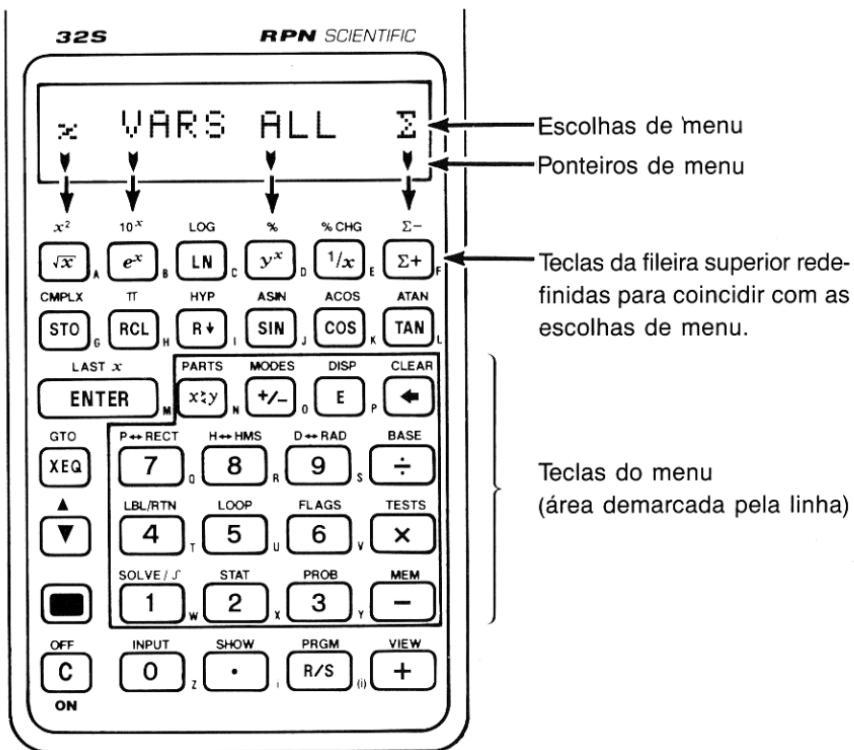
Uma das primeiras coisas que você precisa saber é como *apagar*: corrigir números, apagar o visor e, em geral, reiniciar o que estava fazendo.

Teclas para Apagar

Tecla	Descrição
◀	<i>Voltando um espaço.</i> Apaga o último caractere antes do cursor (—) ou sai do menu corrente. Para um número (não há cursor), ▶ apaga o número inteiro. Também apaga as mensagens de erro.
C	Durante a entrada de programas: elimina a linha de programa. <i>Apaga ou Cancela.</i> Apaga o número apresentado (zera-o) ou cancela a situação corrente (tal como um menu, uma mensagem, uma solicitação de entrada, um catálogo ou entrada de programa).
■ [CLEAR]	<i>O menu CLEAR.</i> Oferece-lhe opções para apagar dados: (x), (VARS), (ALL) e (Σ). Esses comandos apagam o número corrente (denominado “x”), todas as variáveis, toda a memória e os dados estatísticos. Durante a entrada de programas, o menu inclui o menu (PGM) que apaga toda a memória do programa.

Utilizando Menus

Existe muito mais potência na HP-32S do que você vê impressa no teclado. Isto porque quase metade das teclas prefixadas são *teclas de menu* que, quando pressionadas, oferecem-lhe diversas funções adicionais—ou mais opções para funções adicionais. Essa capacidade extra é mais facilmente encontrada da maneira que está apresentada do que se cada função tivesse sua própria tecla.



Essas funções prefixadas impressas com fundo mais claro na calculadora (tais como `CLEAR`) são *teclas do menu*. Pressionar uma tecla do menu faz com que seja apresentado no visor um *menu*—uma série de escolhas.

Menus da HP-32S

Menu	Descrição	No Capítulo
Funções Numéricas		
PARTS	Funções de alteração de número (parte inteira, valor absoluto, etc.).	4
P↔RECT	Conversões entre coordenadas polares e retangulares.	4
H↔HMS	Conversões entre horas e horas-minutos-segundos.	4
D↔RAD	Conversões entre graus e radianos.	4
BASE	Conversões de base.	10
SOLVE/[Funções para encontrar raízes e integração.	7, 8
STAT	Funções estatísticas.	11
PROB	Funções de probabilidade.	4
Instruções de Programação		
LBL/RTN	Rótulo, retorno (fim) e pausa.	5
LOOP	“Loop” condicional e funções contadoras.	6
FLAGS	Funções para definir, apagar e testar flags.	6
TESTS	Testes condicionais.	
Outras Funções		
MODES	Modos angulares e convenção de ponto decimal.	4, 1
DISP	Formatos do visor.	1
CLEAR	Funções para apagar dados.	1, 3, 5
MEM	Estado da memória: memória utilizada para variáveis individuais e programas. Catálogos para variáveis e programas.	1

Por exemplo, para encontrar o fatorial de 25:

Teclas:	Visor:	Descrição:
25	25.	Apresenta o número.
PROB	Cn,r Pn,r ×! R	Apresenta o menu de Probabilidade.
(×!) (a tecla)	1.5511E25	25! é 1,5511 × 10 ²⁵ .

Desta forma, os menus o auxiliam a executar dezenas de funções guiando-o através deles com escolhas de menu. Não é necessário lembrar-se dos nomes exatos das muitas funções disponíveis na HP-32S nem buscar através de muitos nomes impressos no teclado.

Saindo de Menus

Sempre que você executar uma função em um menu, ele desaparece automaticamente, como no exemplo acima. Se você deseja sair de um menu *sem* executar uma função, existem três opções:

- pressionar **sai do menu**, um passo de cada vez.

123	123.
PROB	Cn,r Pn,r ×! R
(R)	RANDOM SEED
	Cn,r Pn,r ×! R
	123.0000

- pressionar **cancela o menu**.

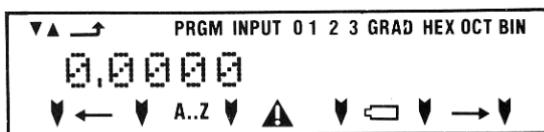
123	123.
PROB	Cn,r Pn,r ×! R
(R)	RANDOM SEED
C	123.0000

- **pressionar qualquer outra tecla de menu** substitui o menu anterior pelo novo.

I23	123.
[PROB]	Cn,r Pn,r ×! R
(R)	RANDOM SEED
[CLEAR]	× VARS ALL Z

Anúncios

Os símbolos mostrados abaixo são denominados *anúncios*. Cada um deles tem um significado especial quando aparece no visor.



Anúncio	Significado
▼▲ →	▼ e □▲ estão ativos para mover-se passo a passo através de um programa ou de uma lista (páginas 33, 76).
←→	A tecla de prefixo (□) está ativa (página 15).
PRGM	Entrada de programa está ativa (páginas 72, 75).
INPUT	O programa está esperando por uma entrada; entre o número e pressione [R/S] para continuar o programa (página 77).
0 1 2 3	Especifica quais flags estão ativos (página 98).
RAD GRAD	O modo angular Radianos ou Grados está ativo (página 57).
HEX OCT BIN	Especifica que base numérica está ativa (página 144).
▼	As teclas da linha superior estão redefinidas de acordo com os rótulos de menu acima dos ponteiros de menu (página 17).

Anúncio	Significado
← →	Existem mais dígitos à esquerda ou à direita. Utilize [■ SHOW] para ver o restante de um número decimal; utilize as teclas para rolar para a esquerda e para a direita ([√x] , [Σ+]) para ver o restante de um número binário (página 150).
A..Z	As teclas alfabéticas estão ativas (148).
▲	Atenção! Indica uma condição especial ou um erro (páginas 21, 32).
■	A bateria está fraca (página 242).

Digitando Números

Você pode digitar um número que tenha até 12 dígitos, mais um expoente de 3 dígitos até ± 499 . Se você tentar digitar um número maior do que esse, a entrada de dígitos é interrompida e o anúncio **▲** aparece brevemente.

Se você cometer um erro enquanto estiver digitando um número, pressione **[◀]** para voltar um espaço e eliminar o último dígito ou pressione **[C]** para apagar o número todo.

Tornando Números Negativos

A tecla **[+/-]** altera o sinal de um número.

- Para digitar um número negativo, digite o número e, então, pressione **[+/-]**.
- Para alterar o sinal de um número que foi entrado anteriormente, simplesmente pressione **[+/-]**. (Se o número tem um expoente, **[+/-]** afeta somente a *mantissa* — a parte que *não* é o expoente.)

Exponentes de Dez

Exponentes no Visor. Números com expoentes de dez (como $4,2 \times 10^{-5}$) são mostrados no visor com um E antecedido o expoente (tal como 4.2000E-5). Um número cuja magnitude é muito grande ou muito pequena para o formato do visor será, automaticamente, apresentado na forma exponencial. Por exemplo, no formato FIX 4 para quatro casas decimais, observe o efeito das seguintes teclas:

Teclas:	Visor:	Descrição:
.000062	0.000062-	Mostra o número sendo entrado.
<input type="button" value="ENTER"/>	0.0001	Arredonda o número para ajustar-se ao formato do visor.
.000042 <input type="button" value="ENTER"/>	4.2000E-5	Automaticamente utiliza notação científica porque de outra forma os dígitos significativos não apareceriam.

Digitando Exponentes de Dez. Utilize (expoente) para digitar números multiplicados por potência de dez. Por exemplo, considere a constante de Planck $6,6262 \times 10^{-34}$.

1. Digite a *mantissa* (a parte que não é o expoente) do número. Se essa parte for negativa, pressione .

6.6262

2. Pressione . Note que o cursor se move para trás do E.

6.6262E-

3. Digite o expoente. (O maior expoente possível é ± 499 .) Se for negativo, pressione .

34 6.6262E-34.

Para uma potência de dez sem um multiplicador tal como 10^{34} , simplesmente pressione 34. A calculadora apresenta no visor 1E34.

Outras Funções de Exponente. Para especificar um expoente de dez enquanto estiver entrando um número, utilize **[E]**. Para calcular um expoente de dez (antilogaritmo na base 10), utilize **[10^x]** (capítulo 4). Para calcular o resultado de qualquer número elevado a uma potência (potenciação), utilize **[y^x]** (capítulo 4).

Entendendo a Entrada de Dígitos

À medida que você digita um número, o *cursor* (**_**) aparece no visor. O cursor lhe mostra onde entrar o próximo dígito. Portanto, ele indica que esse número não está completo ainda. Em linguagem técnica, dizemos que a *entrada de dígitos não está terminada*.

Teclas:	Visor:	Descrição:
123	123_	A entrada de dígitos não está terminada: o número não está completo.

Se você executar uma função para calcular o resultado, o cursor desaparece porque o número está completo. A entrada de dígitos foi terminada.

[\sqrt{x}]	11.0905	A entrada de dígitos está terminada.
--------------------------------	---------	--------------------------------------

Pressionar **[ENTER]** também termina a entrada de dígitos. Esta é a razão pela qual você precisa separar dois números com **[ENTER]** para terminar um antes de começar a digitar o segundo.

123 [ENTER]	123.0000	Um número completo.
5 [+]	128.0000	Outro número completo.

Se uma entrada de dígitos não está terminada (o cursor está presente), então **[◀]** volta um caractere para apagar o último dígito. Se uma entrada de dígitos está terminada (não há cursor), então **[◀]** atua como **[C]** e apaga o número inteiro. Tente fazê-lo!

Intervalo de Números e OVERFLOW (Números muito grandes)

O menor número disponível na calculadora, em magnitude, é 1×10^{-499} . O maior número em magnitude é $9,99999999999 \times 10^{499}$ (apresentado como 1.000E500 por causa do arredondamento).

- Se um cálculo produz um resultado que excede o maior número possível em magnitude, então o número $9.99999999999 \times 10^{499}$ é fornecido no lugar. A mensagem de advertência OVERFLOW aparece.
- Se um cálculo produz um resultado menor que o menor número possível em magnitude, então zero é fornecido no lugar. Não há advertência.

Cálculos Aritméticos

Quando você pressiona uma tecla de função, a calculadora imediatamente executa a função escrita naquela tecla. Portanto, todos os operandos (números) precisam estar presentes *antes* de pressionar a tecla de função.

Todos os cálculos podem ser divididos em funções de um e de dois números.

Funções de um Número

Para utilizar uma função de um número (tal como $\boxed{1/x}$, $\boxed{\sqrt{x}}$, $\boxed{|x|}$, $\boxed{x^2}$ e $\boxed{+/-}$):

1. digite o número. (Você não necessita pressionar \boxed{ENTER} .)
2. pressione a tecla da função. (Para uma função prefixada, pressione a tecla de prefixo primeiro.)

Por exemplo, calcule $1/32$ e $\sqrt{148,84}$. A seguir, eleve ao quadrado o último resultado e altere o seu sinal.

Teclas:	Visor:	Descrição:
32	32_	Operando.
$\boxed{1/x}$	0.0313	Inverso.
148.84 $\boxed{\sqrt{x}}$	12.2000	Raiz quadrada.

[x²]	148.8400	Quadrado de 12,2.
[+/-]	- 148.8400	Torna 148,84 negativo.

As funções de um número também incluem funções trigonométricas, logarítmicas, hiperbólicas e as funções de partes de números, todas discutidas no capítulo 4.

Funções de dois Números

Para utilizar uma função de dois números (tal como **[+]**, **[-]**, **[×]** e **[÷]**):

1. digite o primeiro número.
2. pressione **[ENTER]** para separar o primeiro número do segundo.
3. digite o segundo número. (*Não pressione [ENTER].*)
4. pressione a tecla da função. (Para uma função prefixada, pressione a tecla de prefixo primeiro.)

Lembre-se de entrar os dois números antes de executar a função.

Por exemplo:

Para calcular:	Pressione:	O visor é:
12 + 3	12 [ENTER] 3 [+]	15.0000
12 - 3	12 [ENTER] 3 [-]	9.0000
12 × 3	12 [ENTER] 3 [×	36.0000
12 ÷ 3	12 [ENTER] 3 [÷]	4.0000

A ordem de entrada é, evidentemente, essencial para funções não comutativas tais como **[-]** e **[÷]**. Se os números foram entrados na ordem errada, ainda é possível obter as respostas corretas sem reentrá-los pressionando **[x↔y]** para *trocá a ordem dos números e, então, executar a função desejada*. (Isto é explicado em detalhes no capítulo 2 sob o título “Manipulações da Pilha”.)

Cálculos Encadeados

A velocidade e a simplicidade de calcular-se com a HP-32S são evidentes durante *cálculos encadeados* (isto é, cálculos com mais de uma operação). Mesmo durante os cálculos mais longos, você ainda trabalhará com somente um ou dois números por vez—a pilha automática de memória armazena resultados intermediários até que você necessite deles e, então, insere-os no cálculo.*

- Esse método requer menos teclas do que outra lógica em calculadora e adapta-se naturalmente à programação.
- O processo de resolver-se um problema é o mesmo que com papel e lápis, mas a calculadora faz a parte árdua.

Por exemplo, resolva $(12 + 3) \times 7$.

Trabalhando dos Parênteses para Fora. Se você estivesse resolvendo esse problema com papel e lápis, você primeiro calcularia o resultado intermediário de $(12 + 3)$...

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

... e, então, você multiplicaria o resultado intermediário por 7.

$$15 \times 7 = 105$$

Resolva o problema da mesma forma na HP-32S, iniciando dentro dos parênteses.

Teclas:	Visor:	Descrição:
12 ENTER 3 +	15.0000	Primeiro calcula o resultado intermediário.

Você não precisa pressionar **ENTER** para salvar esse resultado intermediário antes de prosseguir. Uma vez que ele é um resultado calculado, é preservado automaticamente.

* Não se preocupe agora com a *pilha automática de memória (RPN)* e como ela funciona. A pilha é explicada no capítulo 2.

7

105.0000

Pressionar a tecla de função produz a resposta. Este resultado pode ser utilizado em outros cálculos.

Agora estude estes exemplos. Note que você somente pressiona **ENTER** para separar números *entrados seqüencialmente*, tais como no início de um problema. As operações em si (**+**, **-** etc.) separam os números subsequentes e preservam os resultados intermediários. O último resultado preservado é o primeiro recuperado, quando necessário, para executar o cálculo.

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

Teclas:**Visor:****Descrição:**2 **ENTER** 3 **+** 10 **+** 0.5000 $(2 + 3) \div 10$.

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

Teclas:**Visor:****Descrição:**3 **ENTER** 10 **+** 13.0000Primeiro calcula $(3 + 10)$.2 **x \geq y** **+**

0.1538

Coloca 2 *antes* do 13 de forma que a divisão seja correta: $2 \div 13$.

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

Teclas:**Visor:****Descrição:**14 **ENTER** 7 **+** 3
+ 2 **-** 22.0000Primeiro calcula $(14 + 7 + 3 - 2)$.4 **÷**

5.5000

 $22 \div 4$.

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

7 [ENTER] 3 [x] 21.0000

Calcula (7×3) .

14 [+] 2 [-] 33.0000

A seguir calcula os números entre colchetes.

4 [x \geq y] 33.0000

Coloca o 4 *antes* do 33 em preparação para a divisão.

[\div] 0.1212

Calcula a resposta $4 \div 33$.

Problemas que têm múltiplos parênteses podem ser resolvidos da mesma maneira simples, utilizando-se o armazenamento automático dos resultados intermediários. Por exemplo, para resolver $(3 + 4) \times (5 + 6)$ no papel, você

primeiro calcularia a quantidade dentro destes parênteses...

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

...e, então, a quantidade dentro destes parênteses...

...e, então, você multiplicaria as duas respostas intermediárias.

Você resolveria o problema da mesma forma com a HP-32S , exceto que você não necessita escrever as respostas intermediárias—a calculadora se lembra delas por você.

Teclas:

3 [ENTER] 4 [+]

Visor:

7.0000

Descrição:

Primeiro adiciona $(3 + 4)$.

5 [ENTER] 6 [+]

11.0000

A seguir adiciona $(5 + 6)$.

[\times]

77.0000

Finalmente, multiplica as respostas intermediárias para obter a resposta final.

Lembre-se. Este método de entrar números, chamado Notação Polonesa Reversa (RPN = Reverse Polish Notation), não deixa margem a dúvidas, portanto não necessita de parênteses.

- Você nunca trabalha com mais de dois números de cada vez.
- Utilize **ENTER** para separar dois números digitados em seqüência.
- Pressionar uma tecla de função executa imediatamente essa função.
- Resultados intermediários aparecem à medida que são calculados, assim é possível verificar cada passo do cálculo.
- Resultados intermediários são armazenados automaticamente. Eles reaparecem automaticamente à medida que forem necessários para o cálculo—o último resultado armazenado é o primeiro a retornar.
- Você pode calcular na mesma ordem que faria com papel e lápis.

Exercícios

Calcule: $\frac{\sqrt{(16,3805 \times 5)}}{0,05} = 181,000$

Solução: 16.3805 **ENTER** 5 **[x]** **[\sqrt{x}]** .05 **[÷]**

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

Solução: 2 **ENTER** 3 **[+]** 4 **ENTER** 5 **[+]** **[x]** **[\sqrt{x}]** 6 **ENTER** 7 **[+]** 8
ENTER 9 **[+]** **[x]** **[\sqrt{x}]** **[+]**

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

Solução: 17 **ENTER** 12 **[−]** 4 **[x]** 10 **ENTER** 5 **[−]** **[$x \gtrless y$]** **[÷]**

ou

10 **ENTER** 5 **[−]** 17 **ENTER** 12 **[−]** 4 **[x]** **[+]**

Controlando o Formato do Visor

Pontos e Vírgulas em Números

Para intercambiar os pontos e as vírgulas utilizados, respectivamente, como ponto decimal (marca de raiz) e separadores de dígitos em um número:

1. pressione **[MODES]** para apresentar o menu MODES.

2. especifique o ponto decimal pressionando $\langle . \rangle$ ou \langle , \rangle . Por exemplo, o número um milhão tem a seguinte aparência:

- 1,000,000.0000 se você pressionar $\langle . \rangle$, ou
- 1.000.000,0000 se você pressionar \langle , \rangle .

Número de Casas Decimais (DISP)

Todos os números são *armazenados* com precisão de 12 dígitos *, mas você pode selecionar o número de casas decimais a serem *apresentadas no visor* utilizando a função  DISP ("display"). O número apresentado é *arredondado* de acordo com o formato do visor. O menu DISP lhe oferece quatro opções:

FIX SC EN ALL

Formato Decimal Fixo ((FX)). O formato FIX apresenta um número com até 11 casas decimais (se elas couberem). Após a solicitação FIX_, especifique o número de casas decimais a serem apresentadas. Para 10 ou 11 casas, pressione $\boxed{\cdot} 0$ ou $\boxed{\cdot} 1$.

Casas decimais

123,456.⁰⁰⁰⁰

Qualquer número que for muito grande ou muito pequeno para ser apresentado no formato corrente, automaticamente será apresentado em formato científico.

Formato Científico ((SCI)). O formato SCI apresenta um número em notação científica (um número antes do ponto decimal) com até 11 casas decimais (se elas couberem) e até três dígitos nos expoentes. Após a solicitação, SCI_, especifique o número de casas decimais. (A parte inteira será sempre menor do que 10.) Para 10 ou 11 casas, pressione $\boxed{\cdot} 0$ ou $\boxed{\cdot} 1$.

Casas decimais Potência de 10

1.²³⁴⁶E5

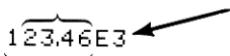
Mantissa

* Durante alguns cálculos internos complicados, a calculadora utiliza 15 dígitos de precisão para os resultados intermediários.

Formato de Engenharia ((ENG)). O formato ENG apresenta o número de maneira similar à notação científica, mas o expoente é um múltiplo de três (e, portanto, pode haver um, dois ou três dígitos antes do ponto ou da vírgula decimal). Este formato é mais útil para cálculos científicos e de engenharia que utilizam unidades especificadas em múltiplos de três (tais como micro, milí e quilô).

Após a solicitação, ENG –, especifique o número de dígitos que você deseja *após* o primeiro dígito significativo. (A parte inteira será sempre menor do que 1.000.) Para 10 ou 11 dígitos, pressione $\boxed{.}$ 0 ou $\boxed{.}$ 1.

Dígitos após o primeiro dígito significativo Potência de 10 (múltiplo de 3)

1 $\overbrace{23,46}$ E 3 

Mantissa

Formato ALL ((ALL)). O formato ALL apresenta um número de forma tão precisa quanto possível (12 dígitos no máximo). Se nem todos os dígitos couberem no visor, o número é automaticamente apresentado em notação científica.

123,456

Mostrando a Precisão Total de 12 Dígitos

Alterar o número de casas decimais afeta o que você vê mas não afeta a representação interna dos números. O número armazenado internamente sempre tem 12 dígitos.

14.8745632019

Você vê somente estes
dígitos em (FIX) 2...

...mas estes dígitos também
estão presentes internamente.

Para apresentar um número temporariamente com sua precisão total, pressione $\boxed{■}$ SHOW que lhe mostra *somente a mantissa* (sem expoente) do número, enquanto você a mantiver pressionada.

Teclas:	Visor:	Descrição:
■ [DISP] (FIX) 4		Apresenta quatro casas decimais.
45 [ENTER] 1.3 [x]	58.5000	Apresenta quatro casas decimais.
■ [DISP] (SC) 2	5.85E1	Notação científica: duas casas decimais e um expoente.
■ [DISP] (ALL)	58.5	Todos os dígitos significativos; zeros à direita são abandonados.
■ [DISP] (FX) 4	58.5000	Quatro casas decimais, sem expoente.
[1/x]	0.0171	
■ [SHOW] (manter pressionada)	170940170940	Mostra temporariamente a precisão total

Mensagens

A calculadora responde a certas condições ou ao pressionar das teclas apresentando uma mensagem. O símbolo **▲** aparece para chamar sua atenção para a mensagem.

- Para apagar a mensagem, pressione [C] ou [◀].
- Para apagar a mensagem e executar outra função, pressione qualquer outra tecla.

Se não aparecer nenhuma mensagem mas aparecer **▲**, você pressionou uma *tecla inativa* (uma tecla que não tem significado na situação corrente, tal como a tecla [3] em modo Binário).

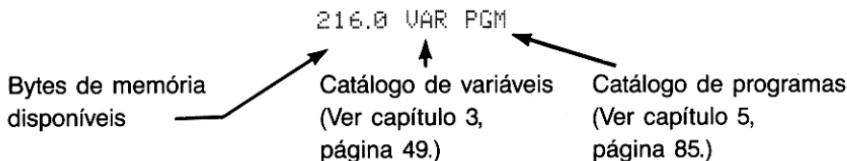
Todas as mensagens apresentadas no visor são explicadas na relação de mensagens à página 281.

Memória da Calculadora

Existem 390 bytes de memória do usuário na HP-32S disponíveis para qualquer combinação de dados armazenados (variáveis ou linhas de programas). Os requisitos de memória de cada atividade específica são fornecidos sob o título "Administrando a Memória da Calculadora" no apêndice B.

Verificando a Memória Disponível

Pressionar **[MEM]** mostra-lhe a quantidade de memória ainda disponível:



1. para entrar no catálogo de variáveis, pressione **(VAR)**. Para entrar no catálogo de programas, pressione **(PGM)**.
2. para rever os catálogos, pressione **[▼]** ou **[▲]**.
3. para eliminar uma variável ou um programa, pressione **[CLEAR]** enquanto vê um deles no seu catálogo.
4. para sair do catálogo, pressione **[C]**.

Apagando Toda a Memória

Apagar toda a memória, apaga todos os números e linhas de programas que você armazenou. O processo não afeta modos e formatos estabelecidos. (Para apagar os modos e formatos, bem como dados, veja “Apagando a Memória” no apêndice B.)

Para apagar toda a memória:

- 1.** pressione  CLEAR (ALL). Aparecerá a solicitação de confirmação CLR ALL? Y N (apagar tudo? s n) que previne o apagar accidental da memória.
- 2.** pressione **(Y)** (*sim*).

A Pilha Automática de Memória

Este capítulo explica como os cálculos ocorrem na pilha automática de memória e a razão pela qual este método minimiza o número de teclas pressionadas em cálculos complexos. *Não é necessário ler e entender este material para utilizar a calculadora.* Entretanto, você descobrirá que o entendimento deste material melhorará substancialmente sua utilização da calculadora, especialmente quando estiver programando.

Na parte 2, "Programação", você verá que a pilha auxilia a manipulação e organização de dados para programas.

O Que É a Pilha

O armazenamento automático de resultados intermediários é a razão pela qual a HP-32S processa facilmente os cálculos mais complexos e o faz sem utilizar parênteses. A chave para o armazenamento automático é a *pilha automática de memória RPN*.*

A pilha de memória consiste de quatro posições de armazenamento, denominadas *registradores*, que são "empilhados" um sobre o outro. É uma área de trabalho para cálculos. Esses registradores—rotulados X, Y, Z e T—armazenam e manipulam quatro números correntes. O número "mais antigo" é aquele que está no registrador T (*topo*).

* A lógica de operação da HP é baseada em uma lógica matemática livre de parênteses, isenta de ambigüidades, conhecida como "notação polonesa", desenvolvida pelo matemático polonês Jan Lukasiewicz (1878-1956). Enquanto a notação algébrica convencional coloca os operadores *entre* os números relevantes ou variáveis, a notação de Lukasiewicz os coloca *antes* dos números ou variáveis. Para eficiência ótima da pilha, modificamos a notação especificando os operadores *após* os números. Daí resulta o termo RPN (*Reverse Polish Notation* = Notação Polonesa Reversa).

T	0.0000
Z	0.0000
Y	0.0000
X	0.0000

Número “mais antigo”

Apresentado no visor

O número mais “recente” está no registrador X: *este é o número que você vê no visor.*

Na programação, a pilha é utilizada para executar cálculos, para armazenar temporariamente resultados intermediários, para passar dados armazenados (variáveis) entre programas e sub-rotinas, para aceitar entradas e para colocar as saídas.

O Registrador X está no Visor. O registrador X é o que você vê *exceto* quando um menu, uma mensagem ou uma linha de programa estiver sendo apresentada. Você pode ter notado que diversos nomes de funções incluem um x ou y. Isto não é coincidência, essas letras se referem aos registradores X e Y. Por exemplo, $\blacksquare \blacksquare 10^X$ eleva 10 à potência do número no registrador X (o número apresentado no visor).

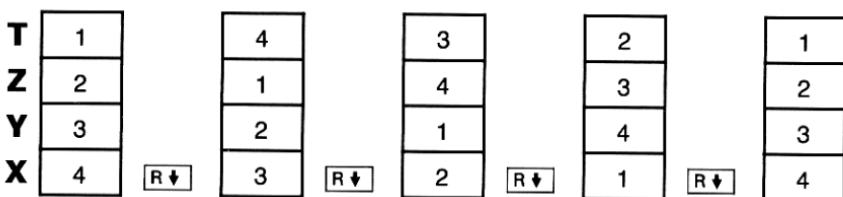
$\blacksquare \blacksquare \text{CLEAR} \langle \times \rangle$ **versus** $\blacksquare \blacksquare \text{C}$. Pressionar $\blacksquare \blacksquare \text{CLEAR} \langle \times \rangle$ sempre apaga o registrador X (zera-o); ele também é utilizado para programar essa instrução. A tecla $\blacksquare \blacksquare \text{C}$, em contraste, depende do contexto. Ela ou apaga ou cancela o visor corrente, dependendo da situação; ela atua como $\blacksquare \blacksquare \text{CLEAR} \langle \times \rangle$ somente quando o registrador X é apresentado no visor.* Ela cancela outras informações apresentadas no visor: menus, números rotulados, mensagens e entrada de programa.

Revendo a Pilha ($\blacksquare \text{R}\downarrow$)

A tecla $\blacksquare \text{R}\downarrow$ (*rola para baixo*) permite que você reveja toda a pilha “rolando” seu conteúdo para baixo, um registrador de cada vez. Você pode ver cada número quando ele entra no registrador X.

* $\blacksquare \blacksquare$ também atua como $\blacksquare \blacksquare \text{CLEAR} \langle \times \rangle$ quando o registrador X é apresentado no visor e a entrada de dígitos está terminada (cursor não está presente).

Suponha que a pilha esteja preenchida com 1, 2, 3, 4 (pressione 1 **ENTER** 2 **ENTER** 3 **ENTER** 4). Pressionar **R↓** quatro vezes, rola os números a volta completa e pára onde estava inicialmente:



O número que estava no registrador X gira ao redor e entra no registrador T. Note que os *conteúdos* dos registradores são rolados. Os registradores mantêm suas posições, e o registrador X é sempre apresentado no visor.

Intercambiando os Registradores X e Y na Pilha (**x↔y**)

Outra tecla que manipula o conteúdo da pilha é **x↔y** (*x troca com y*). Ela troca o conteúdo dos registradores X e Y sem afetar o restante da pilha. É claro que pressionar **x↔y** duas vezes, restabelece a ordem original dos conteúdos.

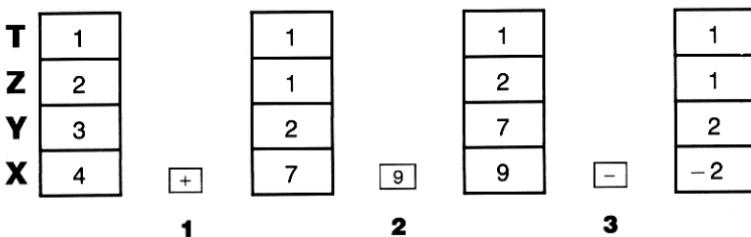
A função **x↔y** é utilizada fundamentalmente com dois propósitos:

- para ver *y* e, então, retorná-lo ao registrador Y (pressione **x↔y** duas vezes). Algumas funções fornecem dois resultados: um no registrador X e um no registrador Y. Um exemplo é **(x,x↔θ,r)** que converte coordenadas retangulares nos registradores X e Y em coordenadas polares nos registradores X e Y.
- para trocar a ordem dos números em um cálculo. Por exemplo, uma forma fácil de calcular-se $9 \div (13 \times 8)$ é pressionar 13 **ENTER** 8 **×** 9 **x↔y** **÷**.

Aritmética—Como a Pilha Efetua Cálculos

O conteúdo da pilha se move para cima e para baixo automaticamente à medida que novos números entram no registrador X (*levantando a pilha*) e quando operadores combinam dois números para produzir um único número (*deixando cair a pilha*) no registrador X. Suponha que a pilha esteja ainda preenchida com os números 1, 2, 3, 4. Veja como a pilha cai e eleva seu conteúdo enquanto está calculando

$$3 + 4 - 9:$$



1 A pilha “deixa cair” seu conteúdo. (O registrador do topo duplica seu conteúdo.)

2 A pilha “levanta” seu conteúdo. (O conteúdo do topo é “perdido”.)

3 A pilha deixa cair seu conteúdo.

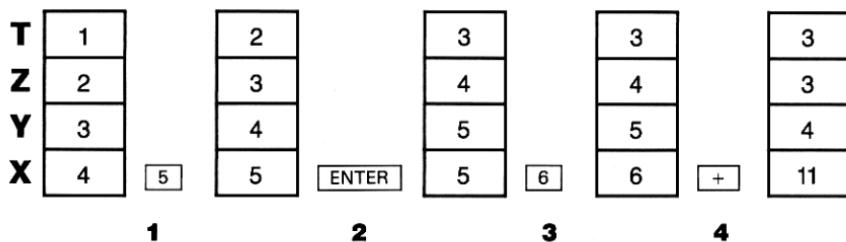
- Quando a pilha levanta, ela empurra o conteúdo do topo para fora do registrador T e aquele número é perdido. Portanto, você vê que a memória da pilha, para cálculos, é limitada a quatro números.
- Quando a pilha deixa cair seu conteúdo, ela duplica o conteúdo do registrador T.
- Em virtude do movimento automático da pilha, você *não* necessita apagar o visor antes de iniciar um novo cálculo.
- A maioria das funções prepara a pilha para levantar seu conteúdo *quando o próximo número entrar no registrador X*. Veja o apêndice B para listas de funções que afetam a elevação da pilha.

Como Funciona ENTER

Você sabe que **ENTER** separa dois números digitados um após o outro. Em termos da pilha, como ela faz isso? Suponha que a pilha esteja novamente preenchida com 1, 2, 3 e 4. Agora entre e adicione dois novos números:

$$5 + 6:$$

1 perdido 2 perdido



- 1 Levanta a pilha.
- 2 Levanta a pilha e duplica o registrador X.
- 3 Não levanta a pilha.
- 4 Deixa cair a pilha e duplica o registrador T.

ENTER duplica o conteúdo do registrador X no registrador Y. O próximo número que você digitar (ou recuperar) *substitui* a cópia do primeiro número deixado no registrador X. O efeito é simplesmente separar dois números entrados seqüencialmente.

Você pode utilizar o efeito de duplicação de **ENTER** para apagar a pilha rapidamente: pressione 0 **ENTER** **ENTER** **ENTER**. Todos os registradores agora contêm zero. Note, entretanto, que você não *necessita* apagar a pilha antes de efetuar os cálculos.

Utilizando um Número Duas Vezes em Seguida. Você pode utilizar a característica de duplicação do **ENTER** como outras vantagens. Para adicionar um número a ele mesmo, pressione **ENTER** **+**.

Preenchendo a Pilha com Uma Constante. O efeito de duplicação de **ENTER**, juntamente com o efeito de duplicação (de T para Z) quando a pilha cai, permite que você preencha a pilha com uma constante numérica para cálculos.

Exemplo: Crescimento Cumulativo, Constante. Dada uma cultura de bactérias com uma taxa constante de crescimento de 50%, qual seria o tamanho da população de 100 ao fim de 3 dias?

duplica o registrador T

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

1 Preenche a pilha com a taxa de crescimento.

2 Digita a população inicial.

3 Calcula a população após um dia.

4 Calcula a população após dois dias.

5 Calcula a população após três dias.

Como Funciona CLEAR x

Apagar o visor (registrador X) coloca um zero no registrador X. O próximo número que você digitar (ou recuperar) *será escrito sobre este zero*.

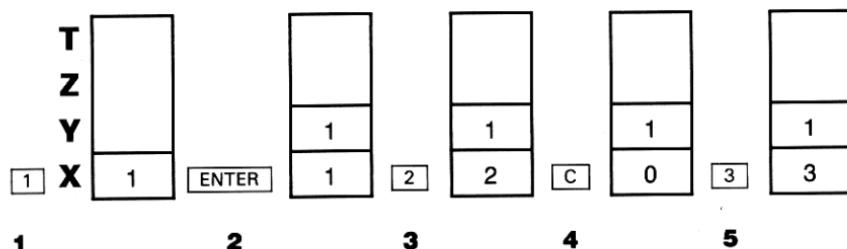
Existem três maneiras de apagar um número no registrador X, isto é, *apagar x (clear x)*:

- pressionar **C** .
- pressionar **◀** .
- pressionar **CLEAR** (**x**). (Esta seqüência de teclas é utilizada principalmente na entrada de programas.)

Note estas exceções:

- durante a entrada de programa, \leftarrow elimina linhas de programa e $[C]$ cancela o modo de entrada de programa.
- durante a entrada de dígitos, \leftarrow volta uma posição sobre o número.
- se o visor mostra um número rotulado (tal como $A=2.0000$), pressionar $[C]$ ou \leftarrow cancela aquela apresentação no visor e mostra o registrador X.

Por exemplo, se você quisesse entrar 1 e 3, mas por engano entrou 1 e 2, você faria o seguinte para corrigir:



- 1 Levanta a pilha.
- 2 Levanta e duplica o registrador X.
- 3 Escreve sobre o registrador X.
- 4 Apaga x escrevendo sobre ele um zero.
- 5 Escreve sobre x (substitui o zero).

O Registrador LAST X

O registrador LAST X está associada à pilha: ele mantém o último número que estava no registrador X antes da última função numérica ser executada. (Uma função numérica é um operador que produz um resultado de outro número ou números, tal como \sqrt{x} .) Pressionar \blacksquare LASTX devolve esse valor ao registrador X. Esta capacidade de manter o “último x” tem dois usos principais: corrigir erros e reutilizar um número em um cálculo.

Veja o apêndice B para uma lista completa das funções que salvam x no registrador LAST X.

Corrigindo Erros com ■ LASTx

Função Errada de Um Número. Se você executar uma função errada de um número, utilize ■ LASTx para recuperar o número de forma que você possa executar a função correta. (Primeiro pressione C se deseja apagar o resultado incorreto da pilha.)

Uma vez que ■ % e ■ %CHG não causam uma queda na pilha, você pode recuperar um erro na execução dessas funções da mesma maneira que nas funções de um número.

Exemplo. Suponha que você acabou de calcular $4,7839 \times (3,879 \times 10^5)$ e deseje encontrar sua raiz quadrada, mas pressionou ■ ex por engano. Você não precisa reiniciar todo o cálculo. Para encontrar o resultado correto, simplesmente pressione ■ LASTx ■ \sqrt{x} .

Erros com Funções de Dois Números. Se você cometeu um erro com uma operação de dois números (+, -, \times , \div ou y^x), você pode corrigi-lo utilizando ■ LASTx e a função inversa da função de dois números (- ou +, \div ou \times , $1/x$ ou y^x):

1. pressione ■ LASTx para recuperar o segundo número (x imediatamente antes da operação).
2. execute a operação inversa. Isso devolve o último número que era originalmente o primeiro. O segundo número está ainda no registrador LAST X. Então:
 - se você utilizou a *função errada*, pressione ■ LASTx novamente para restabelecer o conteúdo original da pilha. A seguir execute a função correta.
 - se você utilizou o *segundo número errado*, digite o número correto e execute a função.

Se você utilizou o *primeiro número errado*, digite o primeiro número correto, pressione ■ LASTx para recuperar o segundo número e execute a função novamente. (Primeiro pressione C se você deseja apagar o resultado incorreto da pilha.)

Exemplo. Suponha que você cometeu um erro enquanto calculava

$$16 \times 19 = 304$$

Existem três tipos de erros que você pode ter cometido:

Cálculo**Errado****Erro****Correção**

16 [ENTER]	19 [-]	Função errada.	[] LASTx [+] [] LASTx [x]
15 [ENTER]	19 [x]	Primeiro número errado.	16 [] LASTx [x]
16 [ENTER]	18 [x]	Segundo número errado.	[] LASTx [+] 19 [x]

Reutilizando Números com [] LASTx

Você pode utilizar [] LASTx para reutilizar um número (tal como uma constante) em um cálculo. Lembre-se de entrar a constante em segundo lugar, imediatamente antes de executar a operação aritmética, de forma que a constante seja o último número no registrador X e, portanto, possa ser salva e recuperada com [] LASTx .

Exemplo. Calcule $\frac{96,704 + 52,3947}{52,3947}$.

T	t	t	t
Z	z	z	z
96.704 Y	96.704	96.704	96.704
ENTER X	96.704	52.3947	52.3947
		[+]	149.0987

LAST X	I	I	52.3947
---------------	---	---	---------

T	t	t	t
Z	z	t	z
Y	149.0987	z	2.8457
[] LASTx X	52.3947	[+]	

LAST X	52.3947	52.3947
---------------	---------	---------

Teclas:	Visor:	Descrição:
96.704 [ENTER]	96.7040	
52.3947 [+]	149.0987	Resultado intermediário.
[] LASTx	52.3947	Traz de volta o visor anterior a [+].
[]	2.8457	Resultado final.

Exemplo. Centaurus (4,3 anos luz de distância) e Sirius (8,7 anos luz de distância) são duas estrelas próximas e vizinhas da Terra. Utilize c , a velocidade da luz ($9,5 \times 10^{15}$ metros por ano) para converter em metros as distâncias da Terra até essas estrelas.

$$\text{para Centaurus} = 4,3 \text{ anos} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m/ano})$$

$$\text{para Sirius} = 8,7 \text{ anos} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m/ano.})$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
4.3 [ENTER]	4.3000	Anos luz para Centaurus.
9.5 [E] 15	9.5E15_	Velocidade da luz, c .
[x]	4.085E16	Distância até Centaurus.
8.7 [] LASTx	9.5000E15	Recupera c .
[x]	8.2650E16	Distância até Sirius.

Cálculos Encadeados

O levantar e deixar cair automático do conteúdo da pilha permitem que você mantenha resultados intermediários sem armazená-los ou reentrá-los e sem utilizar parênteses. Esta é uma vantagem que a pilha RPN tem sobre os outros métodos de manipulação de dados.

Ordem de Cálculo

No capítulo 1, recomendamos resolver cálculos encadeados trabalhando-se a partir dos parênteses mais internos para fora. Entretanto, você pode decidir trabalhar os problemas da esquerda para a direita.

Por exemplo, no capítulo 1 você calculou:

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

iniciando pelos parênteses mais internos (7×3) e trabalhando para fora—da mesma forma que faria com papel e lápis. A sequência de teclas era:

7 **ENTER** 3 **x** 14 **+** 2 **-** 4 **x \geq y** **+** .

Para resolver o problema da esquerda para a direita a solução seria:

4 **ENTER** 14 **ENTER** 7 **ENTER** 3 **x** **+** 2 **-** **+** ,

que acarreta um passo adicional. Note que o primeiro resultado intermediário ainda vem dos parênteses mais internos: (7×3). A vantagem de resolver-se um problema da esquerda para a direita é não utilizar **x \geq y** para reposicionar operandos de funções não comutativas (**-** e **+**).

O primeiro método (iniciar com os parênteses mais internos) é preferido na maioria dos casos porque:

- requer uma menor sequência de teclas.
- requer menos registradores na pilha.

Quando estiver utilizando um método da esquerda para a direita, assegure-se de que não necessitará mais do que quatro números (ou resultados) intermediários de cada vez, já que a pilha pode manter no máximo quatro números de cada vez. Este exemplo quando resolvido da esquerda para a direita, necessitou de todos os registradores na pilha num determinado ponto.

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

Teclas:	Visor:	Descrição:
4 [ENTER] 14 [ENTER]	14.0000	Salva 4 e 14 como números intermediários na pilha.
7 [ENTER] 3	3.	Nesse ponto a pilha está cheia com números para esse cálculo.
[x]	21.0000	Resultado intermediário.
[+]	35.0000	Resultado intermediário.
2 [-]	33.0000	Resultado intermediário.
[+]	0.1212	Resultado final.

Exercícios

Aqui estão alguns problemas extras para você praticar o uso de RPN.

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

Uma Solução: 14 [ENTER] 12 [+][ENTER] 18 [ENTER] 12 [-][ENTER] 9 [ENTER] 7 [-][+]

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

Uma Solução: 23 [x²][ENTER] 13 [ENTER] 9 [x][−][1/x][+]

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

Uma Solução: 5.4 [ENTER] .8 [x][.7][ENTER] 3 [y^x] 12.5 [x≥y][−][+][√x]

ou

5.4 [ENTER] 8 [x][12.5][ENTER] 7 [ENTER] 3 [y^x][−][+][√x]

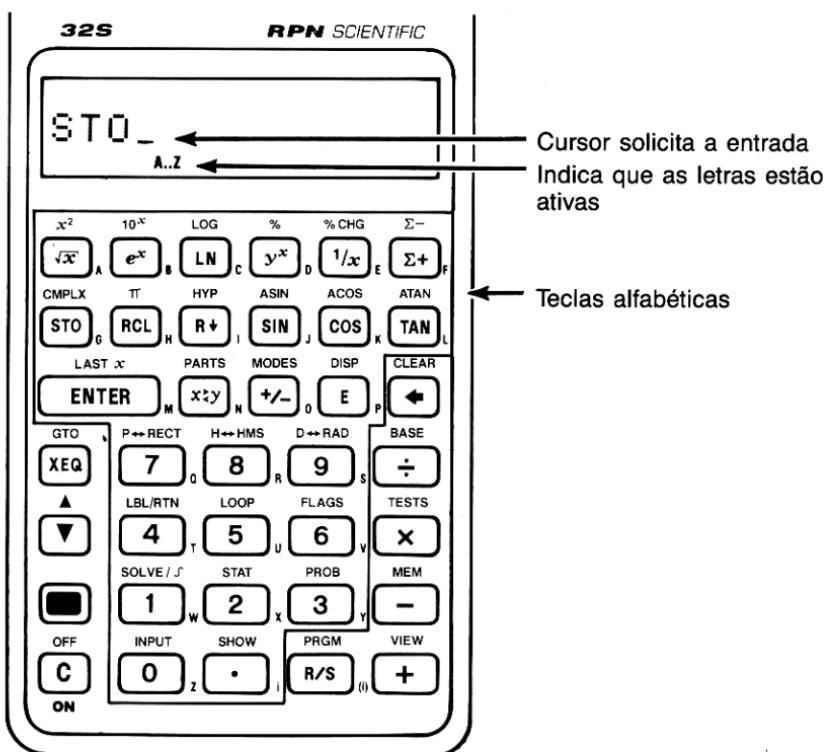
Calcule: $\sqrt{\frac{8,33 \times (4 - 5,2) \div [(8,33 - 7,46) \times 0,32]}{4,3 \times (3,15 - 2,75) - (1,71 \times 2,01)}} = 4,5728$

Uma Solução: 4 [ENTER] 5.2 [−] 8.33 [x][LASTx] 7.46 [−] 0.32 [x][+][√x]
3.15 [ENTER] 2.75 [−] 4.3 [x] 1.71 [ENTER] 2.01 [x][−][+][√x]

3

Armazenando Dados em Variáveis

A HP-32S tem 390 bytes de *memória do usuário*: espaço de memória que você pode utilizar para armazenar números ou linhas de programa. Os números são armazenados em posições denominadas *variáveis*, cada uma denominada com uma letra de *A* até *Z*. (Você pode escolher a letra, associando-se à informação que está sendo armazenada.)*



* Note que as variáveis *X*, *Y*, *Z* e *T* são posições de armazenamento *diferentes* dos registradores *X*, *Y*, *Z* e *T* na pilha.

Cada letra gravada em branco está associada a uma tecla e a uma variável única. As teclas alfabéticas estão automaticamente ativas quando necessárias. (O anúncio **A..Z** no visor confirma este fato.)

Armazenando e Recuperando Números

Os números são armazenados e recuperados das variáveis com nomes de letras através das funções **STO** (*store = armazenar*) e **RCL** (*recall = recuperar*).

Para armazenar uma cópia de um número que está no visor (registrator X) para uma variável: pressione **STO** tecla alfabética.

Para recuperar a cópia de um número de uma variável para o visor: pressione **RCL** tecla alfabética.

Exemplo: Armazenando Números. Armazene o número de Avogadro (aproximadamente $6,0225 \times 10^{23}$) em A.

Teclas:	Visor:	Descrição:
6.0225 E 23	6.0225E23_	
STO	STO_	Solicita a variável.
A (tecla [\sqrt{x}])	STO A	Apresenta a função no visor enquanto a tecla é mantida pressionada.
	6.0225E23	Armazena uma cópia do número de Avogadro em A. Também termina a entrada de dígitos (não há cursor presente).
C	0.000	Apaga o número no visor.
RCL	RCL_	Solicita que você entre o nome da variável.
A	6.0225E23	Copia o número de Avogadro de A para o visor.

Vendo uma Variável Sem Recuperá-la. A função **[VIEW]** lhe mostra o conteúdo de uma variável sem colocar aquele número no registrador X. O valor apresentado é rotulado com o nome da variável, por exemplo:

A=1234.5678

Se o número é muito grande para caber completamente no visor com seu rótulo, ele é arredondado e os dígitos mais à direita são abandonados. (Um expoente é apresentado no visor completo.) Para ver a mantissa completa, pressione **[SHOW]**.

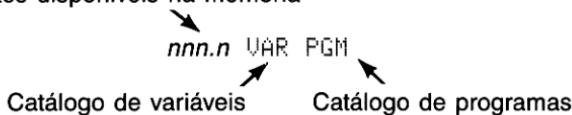
[VIEW] é mais freqüentemente utilizado em programação, mas é útil em qualquer momento que você deseje ver o valor de uma variável sem afetar o conteúdo da pilha.

Para cancelar a apresentação através de **VIEW**, pressione **[◀]** ou **[C]** uma vez.

Revendo Variáveis no Catálogo VAR

A função **[MEM]** (*memória*) fornece informações sobre a memória:

Número de bytes disponíveis na memória



Para rever os valores em quaisquer variáveis não nulas:

1. pressione **[MEM]** (VAR).
2. pressione **[▼]** ou **[▲]** para mover a lista e reapresentar no visor a variável desejada. (Note o anúncio **▼▲** indicando que as teclas de seta estão ativas.)
Para ver todos os dígitos significativos de um número apresentado no catálogo (VAR), pressione **[SHOW]**. (Se for um número binário com mais de 12 dígitos, use as teclas **[√x]** e **[Σ+]** para ver o restante).
3. para copiar uma variável apresentada no visor do catálogo para o registrador X, pressione **[ENTER]**.
4. para apagar uma variável (zerá-la), pressione **[CLEAR]** enquanto ela estiver apresentada no catálogo.
5. pressione **[C]** para cancelar o catálogo (ou **[◀]** para voltar para o menu).

Apagando Variáveis

Os valores de variáveis são mantidos pela memória contínua até que você os substitua ou apague. Apagar uma variável armazena um zero em seu lugar; um valor zero não consome memória.

Para apagar uma única variável: armazene um zero nela.

Para apagar variáveis selecionadas:

1. pressione **[MEM] (VAR)** e utilize **[▼]** ou **[▲]** para apresentar a variável.
2. pressione **[CLEAR]**.
3. pressione **[C]** para cancelar o catálogo ou **[◀]** para sair dele.

Para apagar todas as variáveis de uma só vez: pressione **[CLEAR] (VARS)**.

Cálculos Aritméticos com Variáveis Armazenadas

A aritmética de armazenamento e a aritmética de recuperação permitem que você efetue cálculos com o número armazenado em uma variável *sem recuperar a variável para a pilha*. Um cálculo utiliza um número do registrador X e um número da variável especificada.

Cálculos Aritméticos com Armazenamento

A aritmética de armazenamento utiliza **[STO] [+]**, **[STO] [-]**, **[STO] [x]** ou **[STO] [÷]** para efetuar cálculos aritméticos na própria variável e para nela armazenar o resultado. Ela utiliza o valor no registrador X e não afeta a pilha.

Novo valor da variável = Valor anterior da variável $\{+, -, \times, \div\} x$

Por exemplo, suponha que você deseje diminuir o valor em A (15) pelo número no registrador X (3, apresentado no visor). Pressione **[STO] [-] A**. Agora A = 12, enquanto 3 está ainda no visor.

A 15

A 12

Resultado: 15—3,
isto é, A—x.

T	t
Z	z
Y	y
X	3

STO - A

T	t
T	z
Y	y
X	3

Cálculos Aritméticos com Recuperação

A aritmética de recuperação utiliza RCL +, RCL -, RCL × ou RCL ÷ para efetuar aritmética no registrador X utilizando um número recuperado e para deixar o resultado no visor. Somente o resultado do registrador X é afetado; todos os outros registradores da pilha não são afetados.

Novo $x = x$ anterior $\{+, -, \times, \div\}$ variável

Por exemplo, suponha que você deseja dividir o número no registrador X (3, apresentado no visor) pelo valor em A (12). Pressione RCL ÷ A. Agora $x = 0,25$, enquanto 12 ainda está em A.*

A 12

A 12

Resultado: $15 \div 12$,
isto é, $x \div A$.

T	t
Z	z
Y	y
X	3

RCL ÷ A

T	t
T	z
Y	y
X	0.25

* A aritmética de recuperação economiza espaço de memória de programa. Utilizar RCL + A (uma instrução) usa metade da memória que RCL A, + (duas instruções).

Mais Exemplos. Suponha que as variáveis *D*, *E* e *F* que contenham os valores 1, 2 e 3. Utilize aritmética de armazenamento para adicionar 1 a cada uma dessas variáveis.

Teclas:	Visor:	Descrição:
1 [STO] D		Armazena os valores admitidos nas variáveis.
2 [STO] E		
3 [STO] F	3.0000	
1 [STO] + D		Adiciona 1 a <i>D</i> , <i>E</i> e <i>F</i> .
[STO] + E		
[STO] + F	1.0000	
[VIEW] D	D=2.0000	Apresenta o valor corrente de <i>D</i> .
[VIEW] E	E=3.0000	
[VIEW] F	F=4.0000	
[◀]	1.0000	Apaga o valor apresentado por VIEW; apresenta o registrador X novamente.

Suponha que as variáveis *D*, *E* e *F* contenham os valores 2, 3 e 4 do último exemplo. Divida 3 por *D*, multiplique-o por *E* e adicione *F* ao resultado.

Teclas:	Visor:	Descrição:
3 [RCL] + D	1.5000	Calcula $3 \div D$.
[RCL] × E	4.5000	$3 \div D \times E$.
[RCL] + F	8.5000	$3 \div D \times E + F$.

A Variável “i”

Existe uma 27^a variável—a variável *i*. (A tecla `i` está situada junto à tecla `.`.) Embora ela armazene números como outras variáveis, ela é especial porque pode ser utilizada (via função `(i)`) para referir-se a *outras* variáveis—uma técnica denominada *endereçamento indireto*. Como essa é uma técnica de programação, ela é descrita no capítulo 6 sob o título “Endereçando Indiretamente Variáveis e Rótulos”.

4

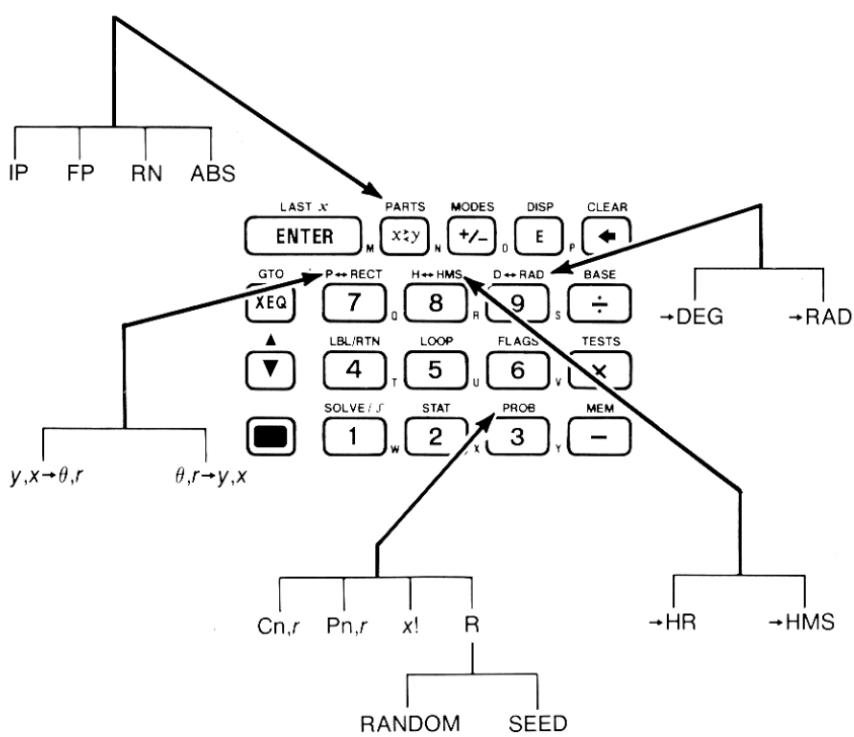
Funções de Número Real

Este capítulo descreve a maior parte das funções da calculadora que efetua cálculos com números reais, incluindo algumas funções numéricas para utilização em programas (tal como a função valor absoluto):

- funções exponenciais e logarítmicas.
- funções trigonométricas.
- funções hiperbólicas.
- funções de percentagem.
- funções para conversão de coordenadas, ângulos e frações.
- funções de probabilidade.
- partes de números (funções de alteração de números).

As funções e os cálculos aritméticos foram abordados nos capítulos 1 e 2. As operações numéricas avançadas (cálculo de raízes, integração, números complexos, conversões de base e estatística) estão na parte 3 deste manual.

Muitas das funções numéricas aparecem nas teclas das duas fileiras superiores do teclado. As demais aparecem em um destes menus:



Funções Exponenciais e Logarítmicas

Primeiro coloque o número no visor e a seguir execute a função. Não existe a necessidade de pressionar **ENTER**.

Para calcular:	Pressione:
logaritmo natural (base e)	LN
logaritmo comum (base 10)	LOG
exponencial natural	e^X
exponencial comum (antilogaritmo)	10^X

A Função de Potência (y^x)

Para calcular um número y , elevado a uma potência, x , digite y **ENTER** x **y^x** .

Para $y > 0$, x pode ser qualquer número racional. Para $y < 0$, x precisa ser um inteiro. Para $y = 0$, x precisa ser positivo.

Por exemplo:

Para Calcular:	Pressione:	Resultado:
15^2	15 $\boxed{x^2}$	225,0000
$2^{-1,4}$	2 ENTER 1,4 $+/_\square$ y^x	0,3789
$(-1,4)^3$	1,4 $+/_\square$ ENTER 3 y^x	-2,7440
$\sqrt[3]{2}$ ou $2^{1/3}$	2 ENTER 3 $1/x$ y^x	1,2599

Trigonometria

Entrando π

Pressione **$\boxed{\pi}$** para colocar os primeiros 12 dígitos de π no registrador X. (O número apresentado depende do formato do visor.) Como esta é uma função, π não necessita ser separada de outro número por **ENTER**.

Note que a calculadora não pode representar exatamente π , uma vez que π é um número irracional.

Estabelecendo o Modo Angular

O modo angular especifica que unidade de medida tomar para ângulos utilizados em funções trigonométricas. O modo *não* converte números já presentes (veja “Funções de Conversão” neste capítulo).

$$360 \text{ graus} = 2\pi \text{ radianos} = 400 \text{ grados}$$

Para estabelecer o modo angular, pressione **MODES**. A seguir, selecione uma opção.

Opção	Descrição	Anúncio
(DG)	Estabelece o modo Graus (DEG). Utiliza frações frações decimais e não minutos e segundos.	nenhum
(RD)	Estabelece o modo Radianos (RAD).	RAD
(GR)	Estabelece o modo Grados (GRAD).	GRAD

Funções Trigonométricas

Com x no visor:

Para calcular:	Pressione:
Seno de x .	SIN
Co-seno de x .	COS
Tangente de x .	TAN
Arco seno de x .	ASIN
Arco co-seno de x .	ACOS
Arco tangente de x .	ATAN



Cálculos com o número irracional π não podem ser expressos *exatamente* com a precisão interna de 12 dígitos da calculadora. Isto é particularmente passível de ser notado em trigonometria; por exemplo, o sen π calculado não é zero, mas $-2,0676 \times 10^{-13}$, um número muito pequeno e próximo de zero.

Nota

Exemplo. Mostre que o co-seno de $(5/7)\pi$ radianos e o co-seno de $128,57^\circ$ são os mesmos.*

Teclas:

Visor:

Descrição:

[MODES] { RAD }

Estabelece modo Radianos; o anúncio RAD está ligado.

5 [ENTER] 7 [÷] [π]
[x] [COS] - 0.6235

Co-seno $(5/7)\pi$.

[MODES] { DG }
128.57 [COS]

- 0.6235

Muda para modo Graus (não há anúncio) e calcula cos $128,57^\circ$, que é o mesmo que cos $(5/7)\pi$.

Nota Sobre Programação. Equações utilizando funções trigonométricas inversas para determinar um ângulo, θ , muitas vezes têm a seguinte aparência:

$$\theta = \text{arcotan} (y/x)$$

Se $x = 0$, então y/x não é definida, resultando no erro DIVIDE BY 0 (DIVISÃO POR 0). Para um programa, seria mais confiável determinar θ por uma conversão de coordenadas retangulares em polares que converte x, y em r, θ . Veja "Conversões de Coordenadas" mais adiante neste capítulo.

* Na realidade, esses resultados calculados são os mesmos somente até quatro dígitos significativos em função da representação inexata de π . (Pressione [SHOW] para ver mais dígitos.)

Funções Hiperbólicas

Com x no visor:

Para calcular:	Pressione:
seno hiperbólico de x (SINH).	$\boxed{\text{HYP}}$ $\boxed{\text{SIN}}$
co-seno hiperbólico de x (COSH).	$\boxed{\text{HYP}}$ $\boxed{\text{COS}}$
tangente hiperbólica de x (TANH).	$\boxed{\text{HYP}}$ $\boxed{\text{TAN}}$
arco seno hiperbólico de x (ASINH).	$\boxed{\text{HYP}}$ $\boxed{\text{ASIN}}$
arco co-seno hiperbólico de x (ACOSH).	$\boxed{\text{HYP}}$ $\boxed{\text{ACOS}}$
arco tangente hiperbólica de x (ATANH).	$\boxed{\text{HYP}}$ $\boxed{\text{ATAN}}$

Funções de Percentagem (% , %CHG)

As funções de percentagem são especiais (comparadas com $\boxed{\times}$ e $\boxed{+}$) porque elas preservam o valor do número base (no registrador Y) quando devolvem um resultado de um cálculo de percentagem (no registrador X). Você pode, então, executar cálculos subsequentes utilizando tanto a base como o resultado sem reentrar o número base.

Para calcular:	Digite:
$x\%$ de y	y $\boxed{\text{ENTER}}$ x $\boxed{\text{}}$ $\boxed{\%}$
variação percentual de y para x . ($y \neq 0$)	y $\boxed{\text{ENTER}}$ x $\boxed{\text{}}$ $\boxed{\% \text{CHG}}$

Exemplo. Calcule o imposto sobre as vendas a uma alíquota de 6% e o custo total de um produto de \$15,76. Utilize o formato do visor FIX 2 de forma que os custos sejam arredondados adequadamente.

Teclas:	Visor:	Descrição:
$\boxed{\text{DISP}}$ $\langle \text{FX} \rangle$ 2		Arredonda o visor para duas casas decimais.

15.76	[ENTER]	6	[%]	0.95	Calcula 6% de imposto.
[+]				16.71	Custo total (preço base + imposto).

Suponha que o produto de \$15,76 custasse \$16,12 no ano passado. Qual é a variação percentual do preço do ano passado para o deste ano?

Teclas:	Visor:	Descrição:
16.12 [ENTER] 15.76 [%CHG]	15.76 -2.23	O preço deste ano caiu cerca de 2,2% comparado ao preço do ano passado.
[DISP] (FX) 4	-2.2333	Restabelece formato FIX 4.

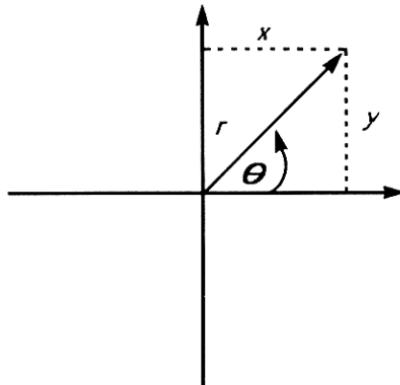
Note que a ordem dos dois números é importante para a função %CHG. A ordem afeta se a variação percentual for considerada positiva ou negativa.

Funções de Conversão

Existem três tipos de conversões: coordenadas (polar/retangular), angular (graus/radianos) e fracionária (decimal/minutos-segundos).

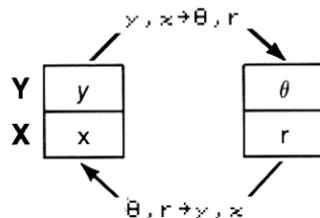
Conversões de Coordenadas (**P↔RECT**)

Coordenadas retangulares (x, y) e coordenadas polares (r, θ) são medidas como na ilustração. As funções no menu **P↔RECT** (*de polar em retangular e vice-versa*) convertem entre as duas. O ângulo θ utiliza as unidades estabelecidas pelo modo angular corrente. Um resultado calculado para θ estará entre -180° e 180° , entre $-\pi$ e π radianos ou entre -200 e 200 grados.

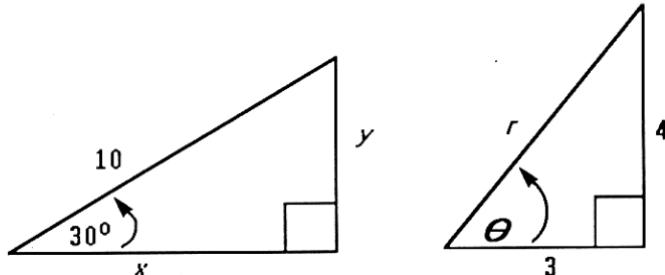


Para converter entre coordenadas retangulares (x,y) e coordenadas polares (r, θ):

1. primeiro entre as coordenadas (em forma retangular ou polar) que deseja converter. A ordem é y [ENTER] x ou θ [ENTER] r .
2. pressione $\boxed{\text{MENÚ}} \rightarrow \text{RECT}$.
3. execute a conversão que você deseja: $\langle y,x \rightarrow \theta,r \rangle$ (retangular em polar) ou $\langle \theta,r \rightarrow y,x \rangle$ (polar em retangular). As coordenadas convertidas ocupam os registradores X e Y.
4. o visor resultante mostra r (resultado em coordenadas polares) ou x (resultado em coordenadas retangulares). Pressione $\boxed{x \leq y}$ para ver θ ou y .



Exemplo: Conversão de Coordenadas Polares em Retangulares. Encontra x e y no triângulo retângulo à esquerda. Encontre r e θ no triângulo retângulo à direita.



Teclas:

Modes (DG)

30 **ENTER** 10

P↔RECT ($\theta, r \rightarrow y, x$) 8.6603

x≤y

5.0000

4 **ENTER** 3

P↔RECT ($y, x \rightarrow \theta, r$) 5.0000

x≤y

53.1301

Visor:

Descrição:

Estabelece modo Graus.

Calcula x .

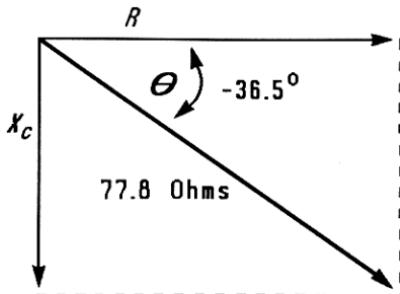
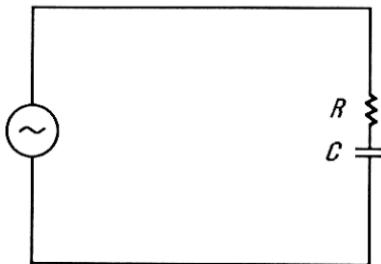
Apresenta no visor y .

Calcula a hipotenusa (r).

Apresenta no visor θ .

Exemplo: Conversão Com Vetores. Determinou-se através de medições que o circuito RC mostrado na próxima página à esquerda tem impedância total de 77,8 ohms e a tensão está defasada de $-36,5^\circ$ em relação à corrente. Quais são os valores da resistência, R , e da reatância capacitiva, X_C , no circuito?

Utilize um diagrama de vetores como o mostrado com impedância igual à magnitude polar, r , e a defasagem da tensão igual ao ângulo, θ , em graus. Quando os valores forem convertidos em coordenadas polares, o valor x resulta em R , em ohms, enquanto que o valor y resulta em X_C , em ohms.



Teclas:

MODES (DG)

36.5 [+/-] ENTER -36.5000

77.8 77.8_-

P \leftrightarrow RECT (θ,r \rightarrow y,x) 62.5401

x \geq y -46.2772

Visor:

θ

Xc

r

Descrição:

Estabelece o modo Graus.

Entra θ , medida em graus da defasagem da tensão.

Entra r , valor em ohms da impedância total.

Calcula x , valor em ohms da resistência, R .

Apresenta y , reatância em ohms, X_c .

Para operações mais sofisticadas com vetores (adição, subtração, produto vetorial e produto escalar), veja o programa “Operações com Vetores” no capítulo 12 (“Programas de Matemática”).

Conversões Fracionárias (H \leftrightarrow HMS)

Valores para hora (em horas, H) ou ângulos (em graus, D) podem ser convertidos de uma forma de fração decimal ($H.h$ ou $D.d$) na forma minutos-segundos ($H.MMSSss$ ou $D.MMSSss$) utilizando o menu H \leftrightarrow HMS (de horas em horas-minutos-segundos e vice-versa).

Para converter entre frações decimais e minutos-segundos:

1. digite a hora ou o ângulo (em forma decimal ou minutos-segundos) que você deseja converter.
2. pressione **H↔HMS**.
3. selecione (\rightarrow HR) (horas-minutos-segundos em horas) ou (\rightarrow HMS) (horas em horas-minutos-segundos). O resultado é apresentado no visor.

Exemplo: Convertendo Formatos de Horas. Quantos minutos-segundos existem em 1/7 de uma hora? Utilize o formato do visor FIX 6.

Teclas:	Visor:	Descrição:
DISP (FX) 6		
7 $1/x$	0.142857	Um sétimo como uma fração decimal.
H↔HMS (\rightarrow HMS)	0.083429	É igual a 8 minutos e 34,29 segundos.
DISP (FX) 4		Restabelece o formato FIX 4.

Conversões Angulares (D↔RAD)

O menu D↔RAD (de graus em radianos e vice-versa) opera independentemente do modo angular. Quando estiver convertendo em radianos, o número no registrador X é considerado como sendo em graus. Da mesma forma, quando convertendo em graus, o número no registrador X é considerado como sendo radianos.

Para converter um ângulo de graus em radianos:

1. digite o ângulo (em graus decimais ou radianos) que você deseja converter.
2. pressione **D↔RAD**.
3. selecione (\rightarrow DEG) (radianos em graus) ou (\rightarrow RAD) (graus em radianos). O resultado é apresentado no visor.

Funções de Probabilidade

O menu PROB (*probabilidade*) possui funções para calcular fatoriais, combinações e permutações, e para obter números aleatórios.

O Menu PROB

Rótulo do Menu	Descrição
(Cn,r)	<i>Combinações.</i> Entre primeiro n e, então, r . (Somente inteiros não negativos.) Calcula o número de conjuntos possíveis de n elementos tomados r de cada vez. Nenhum elemento ocorre mais de uma vez em um conjunto e diferentes ordens dos mesmos elementos r não são contados separadamente.
(Pn,r)	<i>Permutações.</i> Primeiro entre n e, então, r . (Somente inteiros não negativos.) Calcula o número de possíveis arranjos de n elementos tomados r de cada vez. Nenhum item ocorre mais de uma vez em um arranjo e diferentes ordens dos mesmos elementos r são contados separadamente.
(x!)	<i>Fatorial e Gama.</i> Calcula o fatorial do número inteiro positivo apresentado no visor ($0 \leq x \leq 253$). Para calcular a função gama de a , $\Gamma(a)$, digite $(a - 1)$ e pressione $\boxed{\text{PROB}}$ $(x!)$. A função $(x!)$ calcula $\Gamma(x + 1)$. O valor de x não pode ser um inteiro negativo.)
(R)	<i>Gerador de Números Aleatórios.</i> Existem duas opções. Pressionar (RANDOM) gera um número aleatório no intervalo $0 \leq x < 1$.* Pressionar (SEED) inicia uma nova seqüência de números aleatórios com o número que está no registrador X.

* O gerador de números aleatórios na HP-32S, na realidade, devolve o número que é parte de uma seqüência de números pseudo-aleatórios uniformemente distribuída. Ela passa no teste espectral (*D. Knuth, Seminumerical Algorithms*, vol.2. London: Addison Wesley, 1981).

(RANDOM) utiliza uma semente para gerar um número aleatório. Cada número aleatório gerado torna-se a semente para o próximo número aleatório. Portanto, uma seqüência de números aleatórios pode ser repetida iniciando-se com a mesma semente. Você pode armazenar uma nova semente com a função (SEED) . Se a memória for apagada, a semente será inicializada em zero.

Exemplo: Combinações de Pessoas. Uma companhia empregando 14 mulheres e 10 homens está formando uma comissão de segurança de 6 pessoas. Quantas combinações diferentes de pessoas são possíveis?

Teclas:	Visor:	Descrição:
24 [ENTER] 6	6_	As 24 pessoas são agrupadas 6 de cada vez.
[PROB]	Cn,r Pn,r ×! R	Menu de probabilidade.
{ Cn,r }	134,596.0000	Número total de combinações possíveis.

Se os empregados forem escolhidos ao acaso, qual é a probabilidade de que a comissão contenha 6 mulheres? Para encontrar a *probabilidade* de um evento, divida o número de combinações *para aquele evento* pelo número *total* de combinações.

Teclas:	Visor:	Descrição:
14 [ENTER] 6	6_	14 mulheres agrupadas 6 de cada vez.
[PROB] { Cn,r }	3,003.0000	Número de combinações de 6 mulheres na comissão.
[x≤y]	134,596.0000	Traz de volta ao registador X o número total de combinações.
[+]	0,0223	Divide as combinações de mulheres pelo total de combinações, para encontrar a probabilidade de uma combinação qualquer consistir somente de mulheres.

Partes de Números

As funções no menu PARTS alteram um número no registrador X de maneira simples. Essas funções são utilizadas em programação.

O Menu PARTS

Rótulo do Menu	Descrição
{IP}	<i>Parte Inteira.</i> Remove a parte fracionária de x e substitui-a por zeros. (Por exemplo, a parte inteira de 14,2300 é 14,0000.)
{FP}	<i>Parte fracionária.</i> Remove a parte inteira de x e substitui-a por zeros. (Por exemplo, a parte fracionária de 14,2300 é 0,2300.)
{RN}	<i>Arredondamento (RND).</i> Arredonda x <i>internamente</i> para o número de dígitos especificados pelo formato do visor. (Se não for arredondado internamente o número é representado por 12 dígitos.)
{ABS}	<i>Valor Absoluto.</i> Substitui x por seu valor absoluto.

Nomes de Funções

Você deve ter notado que o nome de uma função aparece no visor quando você pressiona e mantém pressionada a tecla para executá-la. (O nome permanece no visor enquanto você mantiver a tecla pressionada.) Por exemplo, enquanto você pressiona $\boxed{\sqrt{x}}$, o visor mostra SQRT. “SQRT” é o nome da função como ela aparecerá nas linhas de programa, é também o nome pelo qual a função é colocada em ordem alfabética no índice de funções.

Parte 2

Programação

Página 70 5: Programação Simples

90 6: Técnicas de Programação

5

Programação Simples

A parte 1 deste manual apresentou funções e operações que você pode utilizar *manualmente*, isto é, pelo pressionar de uma tecla para cada operação individual. Um *programa* permite que você repita operações ou cálculos sem repetir a seqüência de teclas. Neste capítulo, você aprenderá como programar uma série de operações para ocorrer automaticamente. No próximo capítulo, "Técnicas de Programação", você aprenderá sobre sub-rotinas e instruções condicionais.

Introdução: Um Exemplo Simples de Programação. Para encontrar a área de um círculo com raio 5, você utilizaria a fórmula $A = \pi r^2$ e pressionaria

5

para obter o resultado para esse círculo, 78,5398.

Mas e se você desejasse encontrar a área de muitos círculos diferentes? Ao invés de repetir a seqüência de teclas acima a cada vez (variando somente o "5" para os diferentes raios), você pode colocar a seqüência de teclas repetidas em um programa:

001
002
003

Esse programa muito simples admite que o valor para o raio está no registrador X (do visor) quando o programa inicia sua execução. Ele calcula a área e deixa-a no registrador X.

Para entrar esse programa na memória de programas, faça o seguinte:

Teclas:	Visor:	Descrição:
	PRGM TOP	Estes passos inicializam o ponteiro de programa.
. .	001 x^2 002 π 003 x	

Agora tente executar esse programa para encontrar a área de um círculo com raio de 5.

Teclas:	Visor:	Descrição:
. .		Estes passos colocam o programa em seu início.
5	78.5398	A resposta!

Criando um Programa

Continuaremos a utilizar o programa acima para o cálculo da área de um círculo para ilustrar conceitos e métodos de programação.

Limites de Programas (LBL e RTN)

Se você deseja mais do que um programa armazenado na memória de programa, é necessário marcar o início do programa com um “label”, ou seja, rótulo (tal como A01 LBL A) e marcar seu fim com um “return”, ou seja, retorno (tal como A05 RTN). Note que os números de linha adquirem um A para coincidirem com seu rótulo.

Rótulos de Programas. Programas e segmentos de programas (denominados rotinas) devem começar com um rótulo. Para registrar um rótulo, pressione:

(LBL) tecla alfabética

O rótulo é utilizado como uma identificação para executar-se um programa ou uma rotina específica. O rótulo é uma única letra de A até Z. As teclas alfabéticas são utilizadas como para variáveis (conforme discutido no capítulo 3). Você não pode atribuir o mesmo rótulo mais de uma vez (isto causa a mensagem DUPLICAT LBL - RÓTULO DUPLICADO), mas um rótulo pode utilizar a mesma letra utilizada por uma variável.

É possível ter um programa (o primeiro) na memória sem qualquer rótulo. Entretanto programas adjacentes necessitam de rótulos entre eles para manterem-se distintos.

Números de Linha de Programa. Números de linha são precedidos pela letra para o rótulo, tal como A01. Se uma rotina de um rótulo particular tem mais de 99 linhas, o número de linha aparece com um ponto decimal ao invés do dígito mais à esquerda, tal como A.01 indicando a linha 101 no programa A. Para mais de 199 linhas, o número de linha utiliza uma vírgula, tal como A,01 para a linha 201.

Retornos de Programa. Programas e sub-rotinas devem terminar com uma instrução de retorno. As teclas são:

■ [LBL/RTN] (RTN)

Quando um programa termina sua execução, a última instrução RTN volta o ponteiro do programa para PRGM TOP, o topo da memória de programas.

Entrada de Programas (PRGM)

Pressionar ■ [PRGM] alternadamente ativa e desativa o modo de entrada de programas (anúncio **PRGM**). As teclas pressionadas durante a entrada de programas são armazenadas como linhas de programa na memória. Cada instrução ou número ocupa uma linha de programa e não existe limite (além da memória disponível) para o número de linhas de um programa.

Para entrar um programa na memória:

1. pressione ■ [PRGM] para entrada de programa.

2. pressione **[GTO]** para apresentar no visor PRGM TOP. Esta sequência coloca o ponteiro de programa em um lugar conhecido, antes de quaisquer outros programas. À medida que você entra linhas de programa elas são inseridas *antes* de todas as outras linhas de programa.

Se você não necessitar quaisquer outros programas que estejam na memória, apague a memória de programas pressionando **[CLEAR] (PGM)**. Para confirmar que você deseja eliminar *todos* os programas, pressione **Y** após a mensagem CL PGMS? **Y N**.

3. atribua ao programa um *rótulo*—uma única letra, de A a Z. Pressione **[LBL/RTN] {LBL}** *letra*. Escolha uma letra que o faça lembrar-se do programa, tal como "A" para "área".
4. para registrar as operações da calculadora como instruções de programa, pressione as mesmas teclas que usaria para executar uma operação manualmente. Lembre-se de que muitas funções não aparecem no teclado mas tem-se acesso a elas utilizando-se menus.
5. termine o programa com uma instrução *return*, que coloca o ponteiro de programa de volta ao PRGM TOP após a execução do programa. Pressione **[LBL/RTN] (RTN)**.
6. pressione **C** (ou **[PRGM]**) para cancelar a entrada de programas.

Números em linhas de programas são apresentados no visor tão precisamente quanto você os entrou, utilizando os formatos ALL ou SCI. (Se houver dígitos escondidos pelo número de linha ou por um expoente em um número longo, pressione **[SHOW]** para vê-los.)

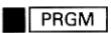
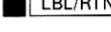
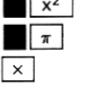
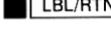
Entrada e Saída de Dados. Para programas que necessitam mais de uma entrada ou devolvem mais de uma saída, existem instruções de programa que solicitam uma variável específica (INPUT) e apresentam no visor uma variável rotulada (VIEW). Esses comandos são descritos mais adiante, neste manual, no capítulo denominado "Entrada e Saída de Dados".

C , **[◀]** e **[CLEAR] (x)** em Entrada de Programas. Note as seguintes condições especiais durante a entrada de programa:

- **C** sempre cancela entrada de programa. Ela nunca zera um número.
- **[◀]** elimina a linha de programa corrente. Ela volta um espaço se um dígito estiver sendo entrado (cursor presente).
- para *programar* uma função para apagar o registrador X, utilize **[CLEAR] (x)**.

Nomes de Funções em Programas. O nome de uma função que é utilizada em uma linha de programa, não é necessariamente o mesmo que o nome da função em sua tecla ou em seu menu. O nome que é utilizado em um programa é usualmente uma abreviação maior do que aquela que caberia em uma tecla ou em um menu. Esse nome mais completo aparece brevemente no visor sempre que você executa uma função—enquanto você mantiver pressionada a tecla, o nome é apresentado no visor.

Exemplo: Entrando um Programa Rotulado. A seqüência de teclas a seguir elimina o programa anterior para o cálculo da área do círculo e entra um novo programa que inclui um rótulo e uma instrução de retorno. Se você cometer um erro durante a entrada, pressione \blacktriangleleft para eliminar a linha corrente do programa e, então, reentrá-la corretamente.

Teclas:	Visor:	Descrição:
 PRGM		Ativa a entrada de programa (PRGM ligado).
 CLEAR (PGM) (Y) PRGM TOP		Apaga toda a memória de programas.
 LBL/RTN (LBL) A A01 LBL A		Rotula este programa como rotina A (de área).*
 x ² π x	A02 x ² A03 π A04 x	Entrá as três linhas de programa.
 LBL/RTN (RTN)	A05 RTN	Termina o programa.
 C		Cancela a entrada de programa (anúncio PRGM desligado).

* Se essa instrução causar a mensagem DUPLICAT. LBL (RÓTULO DUPLICADO), utilize uma letra diferente ou apague o programa A existente.

Executando um Programa

Para *executar* um programa, a entrada de programa não pode estar ativa (não há números de linha de programa apresentados; **PRGM** desligado). Pressionar **C** cancelará a entrada de programa.

Executando um Programa (XEQ)

Pressione **XEQ** *rótulo* para executar o programa com aquela letra.* O anúncio **PRGM** acende e apaga alternadamente enquanto o programa está em execução.

Se necessário, entre os dados antes de executar o programa.

Exemplo. Execute o programa rotulado A para encontrar as áreas de três círculos diferentes com raios de 5, 2,5 e 2π . Lembre-se de entrar o raio antes de executar A.

Teclas:	Visor:	Descrição:
5 XEQ A	78.5398	Entra o raio, a seguir inicia o programa A. A área resultante é apresentada no visor.
2.5 XEQ A	19.6350	Calcula a área do segundo círculo.
2 [π] XEQ A	124.0251	Calcula a área do terceiro círculo.

* Se existir somente um programa na memória, você também pode executá-lo pressionando **[** **]** **R/S** (*run/stop—executa/interrompe*).

Testando um Programa

Se você sabe que existe um erro em um programa, mas não está certo de onde ele está, uma boa forma para testá-lo é a execução passo-a-passo. Também é uma boa idéia testar um programa longo e complicado antes de confiar nele. Executando um programa passo-a-passo, uma linha de cada vez, você pode ver o resultado depois de cada linha de programa ser executada, de forma que você pode verificar o progresso dos dados conhecidos cujos resultados são também conhecidos.

1. Da mesma forma que para a execução regular, assegure-se de que a entrada de programa não está ativa. (anúncio **PRGM** desligado).
2. Pressione **[GTO]** rótulo para colocar o ponteiro do programa no início (isto é, na sua instrução LBL). A instrução *go to* move o ponteiro do programa sem iniciar a execução. (Se o programa for o primeiro ou o único, você pode pressionar **[GTO] . .** para mover-se para o seu início.)
3. Pressione e mantenha pressionada **[▼]**. Este procedimento apresenta a linha corrente de programa no visor. Quando você soltar **[▼]**, a linha é executada. O resultado desta execução é então apresentado no visor (está no registrador X).

Para mover-se para a linha *precedente*, você pode pressionar **[▲]**.
Não há nenhuma execução.

4. O ponteiro do programa se move para a próxima linha. Repita o passo 3 até que você encontre um erro (ocorre um resultado incorreto) ou alcance o fim do programa.

Se a entrada de programa está ativa, então **[▼]** (ou **[▲]**) simplesmente altera o ponteiro do programa, sem executar linhas. Manter pressionada uma tecla de seta enquanto em modo de entrada de programa faz com que as linhas rolem automaticamente para o fim do programa.

Exemplo: Testando um Programa. Execute passo-a-passo o programa rotulado A. Utilize um raio de 5 como dado de teste. Verifique se a entrada de programa não está ativa antes de iniciar.

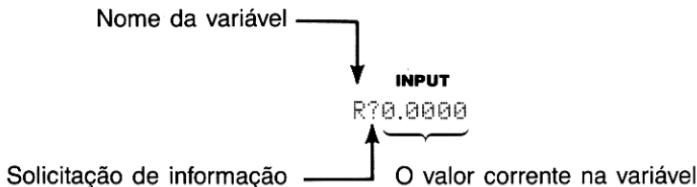
Teclas:	Visor:	Descrição:
5	5.	
[GTO A	5.0000	Move o ponteiro do programa para o rótulo A.
[▼ (mantenha pressionada) (solte)	A01 LBL A 5.0000	
[▼ (mantenha pressionada) (solte)	A02 \times^2 25.0000	Eleva a entrada ao quadrado.
[▼ (mantenha pressionada) (solte)	A03 π 3.1416	Valor de π .
[▼ (mantenha pressionada) (solte)	A04 X 78.5398	25π .
[▼ (mantenha pressionada) (solte)	A05 RTN 78.5398	Fim do programa. O resultado está correto.

Entrada e Saída de Dados

As variáveis da calculadora são utilizadas para armazenar entradas de dados, resultados intermediários e resultados finais. (Variáveis, conforme explicado no capítulo 3, são identificadas por uma letra de A até Z, mas os nomes das variáveis não têm nenhuma relação com os rótulos dos programas.)

Entrando Dados em Variáveis (INPUT)

A instrução INPUT (**[INPUT] variável**) interrompe um programa em execução e apresenta no visor uma solicitação para a variável mencionada. Esta solicitação no visor inclui o valor existente para a variável, tal como



Pressione **R/S** (*run/stop—executar/interromper*) ou **▼** para continuar a execução do programa. O valor que você digitou é escrito sobre o conteúdo do registrador X e é armazenado na variável mencionada. Se você não alterou o valor apresentado, então aquele valor é mantido no registrador X.

O programa da área de um círculo com a instrução INPUT tem a seguinte aparência:

```
A01 LBL A  
A02 INPUT R  
A03 ×²  
A04 π  
A05 ×  
A06 RTN
```

Utilizando INPUT em um Programa.

1. Decida quais valores você necessitará e atribua nomes a eles. (No exemplo da área de um círculo, a única entrada necessária é o raio à qual nós podemos atribuir a variável *R*.)
2. No início do programa, insira uma instrução INPUT para cada variável de cujo valor você necessitará. Mais tarde no programa, quando você escrever a parte do cálculo que necessita de um dado valor, insira uma instrução **RCL** *variável* para trazer aquele valor de volta à pilha.*

Por Exemplo: veja o programa “Valor do Dinheiro no Tempo” à página 222, na parte 4. A primeira coisa que a rotina T faz é coletar todas as entradas necessárias para as variáveis *N*, *I*, *B*, *P* e *F* (linhas T02 até T06).

* Uma vez que a instrução INPUT também deixa o valor que você acabou de entrar no registrador X, você não *precisa* recuperar a variável mais tarde—você poderia entrá-la (INPUT) e utilizá-la quando necessitasse. Economizaria assim algum espaço de memória. Entretanto em um programa longo é mais simples entrar todos os seus dados logo de início e, então, recuperar as variáveis individuais à medida que você necessite.

Lembre-se também de que o usuário de um programa pode efetuar cálculos enquanto o programa está interrompido, esperando por entradas. Isto pode alterar o conteúdo da pilha, o que poderia afetar o próximo cálculo a ser efetuado pelo programa. Assim o programa não deveria admitir que os conteúdos dos registradores X, Y e Z serão os mesmos antes e após a instrução INPUT. Se você juntar todos os dados do início ou então recuperá-los quando necessário para o cálculo, evitará que o conteúdo da pilha seja alterado imediatamente antes de um cálculo.

Quando o Programa é Executado. Quando você executar o programa, ele será interrompido a cada INPUT, o anúncio **INPUT** será ligado e ele lhe solicitará a variável, tal como **R?0.0000**. O valor apresentado (e no registrador X) será o valor corrente de R.

- **Para alterar o número,** digite o novo número e pressione **[R/S]** *. Se você necessita calcular o número, pode fazê-lo antes de pressionar **[R/S]**.
- **Para deixar o número inalterado,** simplesmente pressione **[R/S]**.
- **Para efetuar um cálculo com o número apresentado,** pressione **[ENTER]** antes de digitar o outro número.
- **Para cancelar a solicitação de entrada do INPUT,** pressione **[C]** **. O valor corrente da variável permanece no registrador X. Se você pressionar **[R/S]** para continuar o programa, a solicitação INPUT cancelada é repetida.
- **Para apresentar dígitos escondidos pela solicitação,** pressione **[SHOW]**. (Se for um número binário com mais de 12 dígitos, utilize as teclas **[\sqrt{x}]** e **[$\Sigma+$]** para ver o restante.)

Apresentando Dados em Variáveis (VIEW)

A instrução programada VIEW (**[VIEW] variável**) interrompe um programa em execução, apresenta e identifica o conteúdo de uma dada variável, por exemplo:

$$A=78.5398$$

Isto é uma *apresentação no visor apenas* e não copia o número para o registrador X.

- Pressionar **[ENTER]** copia o número no registrador X.
- Se o número tiver mais de 10 dígitos, ao pressionar **[SHOW]** o número completo é apresentado. (Se for um número binário com mais de 12 dígitos, utilize as teclas **[\sqrt{x}]** **[$\Sigma+$]** para ver o restante.)
- Pressionar **[C]** (ou **[\blacktriangleleft]**) apaga o visor VIEW e mostra o registrador X.

* Esse novo número é escrito sobre o valor antigo e no registrador X.

** Se você pressionar **[C]** durante a entrada de dígitos, zera o número. Pressione novamente para cancelar a solicitação INPUT.

■ Pressionar apaga o conteúdo da variável apresentada no visor.

Pressione para continuar o programa.

Por Exemplo: veja o programa “Solução de Equações Simultâneas—Método do Determinante”, à página 175 na parte 4. As linhas S24 até S29 no fim da rotina S apresentam os resultados para X , Y e Z . Note também que cada instrução VIEW neste programa—como em todos os programas aplicativos—é precedida pela instrução RCL. A instrução RCL não é necessária, mas é conveniente porque ela traz a variável apresentada com VIEW para o registrador X, tornando-a disponível para cálculos manuais. (Pressionar enquanto vendo uma variável apresentada por VIEW tem o mesmo efeito.)

Exemplo: Entrando (INPUTting) e Vendo (VIEWing) Variáveis em um Programa.

Programa. Escreva uma equação para encontrar a área da superfície e o volume de um cilindro dados seu raio e altura. Rotule o programa C (de *cilindro*), e utilize as variáveis S (área da superfície), V (volume), R (raio) e H (altura). Utilize estas fórmulas:

$$V = \pi R^2 H$$
$$S = 2\pi R^2 + 2\pi RH = 2(\pi R^2 + \pi RH).$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
PRGM GTO	PRGM TOP	Entrada de programa, coloca o ponteiro no topo da memória.
(LBL) C (C é a tecla)	C01 LBL C	Rotula o programa.
R H R H V	C02 INPUT R C03 INPUT H C04 RCL R C05 \times^2 C06 RCL \times H C07 π C08 x C09 STO V	Instruções para solicitar o raio e a altura, para calcular o volume e armazená-lo em V .
H	C10 RCL \div H	Converte $\pi R^2 H$ em πR^2 .

RCL R	C11 RCL R	
RCL H	C12 RCLx H	
π	C13 π	
x	C14 x	Calcula πRH .
+	C15 +	Calcula $(\pi R^2 + \pi RH)$.
2	C16 2-	Calcula $2(\pi R^2 + \pi RH)$ e
x	C17 x	e armazena o resultado da
STO S	C18 STO S	área em S .
VIEW V	C19 VIEW V	Apresentará o volume
VIEW S	C20 VIEW S	e a área da superfície.
LBL/RTN (RTN)	C21 RTN	Termina o programa.
C		Cancela a entrada de pro-
		grama.
MEM (PGM)	LBL C 031.5	Verifica a utilização de
SHOW (mantenha <i>pressionada</i>)	CHKSUM=4602	memória e soma de verifi-
		ciação (checksum). Uma so-
		ma de verificação diferen-
		te significa que o programa
		não foi entrado exatamen-
		te como foi dado aqui.

Agora encontre o volume e a área da superfície de um cilindro com raio de 2,5 cm e uma altura de 8,0 cm.

Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ C (C é a tecla LN)	R?0.0000	Inicia a execução de C. Solicita R . (Qualquer valor que esteja em R é apresen- tado.)
2.5 R/S	H?0.0000	Solicita H . (Qualquer valor que estiver em H é apre- sentado.)
8 R/S	V=157.0796	Volume resultante em cm^3 .
R/S	S=164.9336	Área resultante em cm^2 .

Parando ou Interrompendo um Programa

Programando uma Parada ou Pausa (STOP, PSE)

- Pressionar **R/S** (*run/stop—executa/interrompe*) durante a entrada do programa insere uma instrução STOP. Essa instrução interromperá a execução de um programa até que você a reinicie pressionando **R/S** do teclado. Você pode utilizar STOP ao invés de RTN para terminar um programa sem voltar o ponteiro de programas ao topo da memória.
- Pressionar **LBL/RTN** {PSE} durante a entrada de programas insere uma instrução PSE (*pausa*). Essa suspenderá um programa em execução por cerca de um segundo e apresentará o conteúdo no registrador X.

Interrompendo um Programa em Execução

Você pode interromper um programa em execução a qualquer tempo pressionando **C** ou **R/S**. O programa completa a execução corrente antes de parar. Pressione **R/S** (*run/stop*) para continuar a execução do programa.

Se você interromper um programa e, então, pressionar **XEQ**, **GTO** ou {**RTN**}, você *não pode* continuar o programa com a instrução **R/S**. Ao invés disso, reinicie o programa do princípio (**XEQ rótulo**).

Paradas por Erro

Se um erro ocorrer durante a execução de um programa, a execução será interrompida e uma mensagem de erro aparecerá no visor. (Existe uma lista de mensagens e condições antes do índice de funções.)

Para ver a linha do programa que contém a instrução causadora do erro, pressione **PRGM**. O programa terá interrompido naquele ponto. (Por exemplo, poderia ser uma instrução **÷**, que causou uma divisão por zero).

Editando um Programa

Você pode modificar um programa na memória de programas inserindo e eliminando linhas de programa. Mesmo que uma linha de programa requeira somente uma pequena alteração, você precisa eliminar a linha antiga e inserir uma nova.

Para eliminar uma linha de programa:

1. selecione o programa ou rotina pertinente (**[■ GTO rótulo]**), ative a entrada de programa (**[■ PRGM]**) e pressione **▼** ou **▲** para localizar a linha de programa que precisa ser alterada. Mantenha pressionada a tecla para continuar rolando. (Se você sabe o número da linha que deseja, pressionar **[■ GTO] . rótulo nn** move o ponteiro de programa para esse ponto.)
2. elimine a linha que deseja alterar pressionando **◀**. O ponteiro se move então para a linha *anterior*. (Se você estiver eliminando mais de uma linha de programa consecutiva, inicie com a *última* linha no grupo.)
3. digite a nova instrução, se houver. Esta substituirá a que você eliminou.
4. saia do modo de entrada de programa (**[C]** ou **[■ PRGM]**).

Para inserir uma linha de programa: localize e apresente no visor a linha de programa que está *antes* do ponto onde você deseja inserir uma linha. Digite a nova instrução, ela é inserida *após* a linha correntemente apresentada no visor.

Por exemplo, se você deseja inserir uma nova linha entre as linhas A04 e A05 de um programa, você deve primeiramente apresentar a linha A04, a seguir digitar a instrução ou instruções. Linhas subsequentes de programa, iniciando com a linha original A05 são movidas *para baixo* e renumeradas de acordo com sua nova posição.

Memória de Programa

Vendo a Memória de Programa

Pressionar **[PRGM]** alterna os modos de entrada de programas e a execução (anúncio **PRGM** ligado, linhas de programa apresentadas). Quando a entrada de programas está ativa, o conteúdo da memória de programas é apresentado.

A memória de programas se inicia em **PRGM TOP**. A lista de linhas de programa é circular, de forma que você pode rolar o ponteiro do fim da lista para o início e vice-versa. Enquanto a entrada de programas está ativa, existem três maneiras para alterar o ponteiro de programa (a linha apresentada):

- utilize as teclas de seta, **[▼]** e **[▲]**. Pressionar **[▼]** na última linha rola o ponteiro de volta para **PRGM TOP**, enquanto que pressionar **[▲]** em **PRGM TOP** rola o ponteiro para a última linha de programa.

Para mover mais de uma linha por vez (“scrolling”—fazer passar o programa pelo visor), *mantenha pressionada* a tecla **[▼]** ou **[▲]**.

- pressione **[GTO]** **[.]** **[.]** para mover o ponteiro do programa para **PRGM TOP**.
- pressione **[GTO]** **[.]** *rótulo nn* para mover-se para uma linha rotulada de número < que 100.

Se a entrada de programa não está ativa (não há linhas apresentadas no visor) você também pode mover o ponteiro de programa pressionando **[GTO]** *rótulo*.

Cancelar a entrada de programas *não* altera a posição do ponteiro de programa.

Utilização da Memória

Cada linha de programa utiliza ou 1,5 ou 9,5 bytes.

- Números utilizam 9,5 bytes, *exceto* números inteiros de 0 a 99, que utilizam somente 1,5 bytes.
- Todas as outras instruções utilizam 1,5 bytes.

Se durante a entrada de programas você encontrar a mensagem MEMORY FULL (MEMÓRIA CHEIA) é porque não existe espaço suficiente na memória de programas para a linha que você tentou entrar. Você pode abrir espaço apagando programas ou outros dados. Veja "Apagando Um ou Mais Programas" abaixo ou "Administrando a Memória da Calculadora" no apêndice B.

O Catálogo de Programas (MEM)

O catálogo de programas é uma lista de todos os rótulos de programas com o número de bytes de memória utilizados em cada um e as linhas associadas a eles. Pressione **[MEM] (PGM)** para apresentar o catálogo e pressione **[▼]** ou **[▲]** para mover-se dentro da lista. Você pode utilizar esse catálogo para:

- rever os rótulos na memória de programas e a utilização de memória de cada programa ou rotina rotulada.
- executar um programa rotulado. (Pressione **[XEQ]** ou **[R/S]** enquanto o rótulo estiver sendo apresentado no visor.)
- apresentar um programa rotulado. (Pressione **[PRGM]** enquanto o rótulo estiver sendo apresentado no visor.)
- eliminar programas específicos. (Pressione **[CLEAR]** enquanto o rótulo estiver sendo apresentado no visor.)
- verificar a soma de verificação (checksum) associada a um dado segmento de programa. (Pressione **[SHOW]**.)

O catálogo lhe mostra quantos bytes de memória cada segmento de programa rotulado utiliza. Os programas são identificados pelo rótulo de programa:

LBL C 031.5
↑
Número de bytes utilizados pelo programa C.

Apagando Um ou Mais Programas

Para apagar (eliminar da memória) um programa específico:

1. pressione **[MEM] (PGM)** e apresente o rótulo do programa (utilizando **[▼]** e **[▲]**).

2. pressione **[CLEAR]**.

3. pressione **C** para cancelar o catálogo ou **◀** para retroceder.

Para apagar todos os programas na memória:

- 1.** pressione **[PRGM]** para apresentar as linhas de programa (anúncio **PRGM** ligado).
- 2.** pressione **[CLEAR] (PGM)** para apagar a memória de programas.
- 3.** a mensagem **CL PGMS? Y N** solicita-lhe a confirmação. Pressione **(Y)**.
- 4.** pressione **[PRGM]** para cancelar a entrada de programas.

Apagar toda a memória (**[CLEAR] (ALL)**) também apaga todos os programas.

A Soma de Verificação (“Checksum”)

A *soma de verificação (checksum)* é um valor hexadecimal único dado a cada rótulo de programa e está associado a suas linhas (até o próximo rótulo). Este número é útil para comparação com uma soma de verificação conhecida para um programa existente que você digitou na memória de programa. Se a soma de verificação conhecida e aquela mostrada pela sua calculadora são as mesmas, você entrou corretamente todas as linhas do programa. Para ver a sua soma de verificação:

- 1.** pressione **[MEM] (PGM)** para o catálogo de rótulos de programa.
- 2.** apresente no visor o rótulo apropriado utilizando as teclas de seta, se necessário.
- 3.** pressione e mantenha pressionada **[SHOW]** para apresentar no visor **CHKSUM=valor**.

Por exemplo, para ver a soma de verificação para o programa corrente (o programa do “cilindro”):

Teclas:	Visor:	Descrição:
[MEM] (PGM)	LBL C 031.5	Apresenta o rótulo C, que toma 31,5 bytes.
[SHOW] (mantenha pressionada)	CHKSUM=4602	Se a sua soma de verificação <i>não</i> é igual a este número, você <i>não</i> entrou esse programa corretamente.

Você verá que todos os programas aplicativos fornecidos na parte 4 incluem valores da soma de verificação (CHKSUM) com cada rotina rotulada de forma que você possa verificar a exatidão da entrada do programa.

Funções Não Programáveis

As seguintes funções da HP-32S não são programáveis:

■ [CLEAR] (PGM)

■ [GTO] . .

■ [CLEAR] (ALL)

■ [GTO] . rótulo nn

◀

■ [MEM]

▼ , ▲

■ [SHOW]

■ [PRGM]

Expressões Polinomiais e o Método de Horner

Algumas expressões, tais como os polinômios, utilizam a mesma variável diversas vezes para sua solução. Por exemplo, a expressão

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

utiliza a variável x quatro vezes. Um programa para resolver tal equação poderia recuperar repetidamente uma cópia armazenada de x de uma variável. Um método mais curto de programação entretanto, seria utilizar uma pilha que foi preenchida com a constante (ver “Preenchendo a Pilha com uma Constante”, à página 39, no capítulo 2).

O método de Horner é um meio útil de rearranjar-se uma expressão polinomial para reduzir os passos e o tempo de cálculo. É especialmente útil com o SOLVE e ∫FN, duas operações relativamente complexas que utilizam subrotinas.

Esse método consiste em reescrever-se uma expressão polinomial em uma forma embutida para eliminar expoentes maiores do que 1:

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

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

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

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

Exemplo. Escreva um programa para $5x^4 + 2x^3$ como $((5x + 2)x)x$ e, então, calcule-o para $x = 7$.

Teclas:

[■ PRGM]
[■ GTO] [.] [.]

Visor:

PRGM TOP

Descrição:

Você pode saltar o [GTO] se o visor já apresenta PRGM TOP.

[■ LBL/RTN] (LBL) P P01 LBL P

[■ INPUT] X
ENTER
ENTER
ENTER
5
[×]

P02 INPUT X
P03 ENTER
P04 ENTER
P05 ENTER
P06 5
P07 ×

Preenche a pilha com x , e, então, calcula $5x$.

2
[+]
[×]
P08 2
P09 +
P10 ×
(5x + 2)x.

[×]
[×]
P11 ×
P12 ×
(5x + 2)x³.

[■ LBL/RTN] (RTN) P13 RTN

[C]

Cancela a entrada de programa.

Agora calcule este polinômio para $x = 7$.

XEQ P	X?valor	Solicita x.
7 R/S	12,691.0000	Resultado.

Uma forma mais geral deste programa para qualquer equação $((Ax + B)x + C)x + D)x + E$ seria:

```
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× A
P12 RCL+ B
P13 ×
P14 RCL+ C
P15 ×
P16 RCL+ D
P17 ×
P18 RCL+ E
P19 RTN
```

6

Técnicas de Programação

O capítulo 5 descreveu as técnicas básicas de programação. Este capítulo aprofunda-se em técnicas mais sofisticadas porém úteis:

- a utilização de sub-rotinas para simplificar programas separando e rotulando partes do programa que são dedicadas a tarefas particulares. A utilização de sub-rotinas também encurta programas que precisam executar uma série de passos mais de uma vez.
- a utilização de instruções condicionais (comparações e flags) para determinar quais instruções ou sub-rotinas devem ser utilizadas em um caso particular.
- a utilização de “loops” com contadores para executar um conjunto de instruções um certo número de vezes.
- a utilização de endereçamento indireto para ter acesso a variáveis diferentes utilizando a mesma instrução do programa.

Rotinas em Programas

Um programa é composto de uma ou mais *rotinas*. Uma rotina é uma unidade funcional que realiza algo específico. Programas complicados necessitam de rotinas para agrupar e separar tarefas. Isto torna um programa mais fácil de escrever, ler, entender e alterar.

Por exemplo, examine o programa para “Distribuições Normal e Normal Inversa”, à página 215 na parte 4. Esse programa tem quatro rotinas, rotuladas S, D, N e F. A rotina S “inicializa” o programa coletando as entradas para média e desvio-padrão. A rotina D estabelece um limite de integração, executa a rotina N e apresenta o resultado. A rotina N integra a função definida na rotina F e termina o cálculo de probabilidade de $Q(x)$.

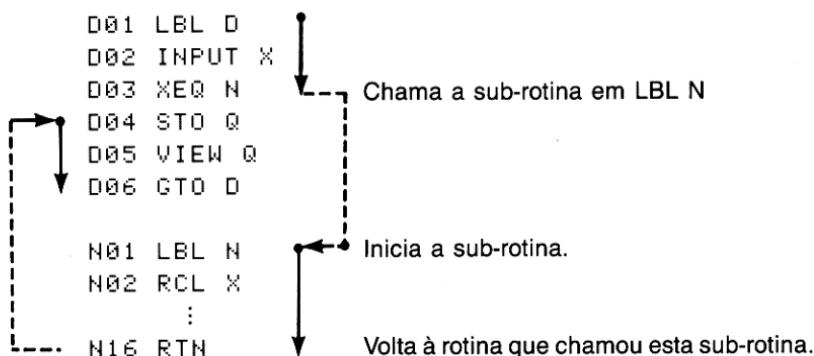
Uma rotina se inicia tipicamente com um rótulo (LBL) e termina com uma instrução que altera ou pára a execução do programa, tal como RTN, GTO ou STOP, ou talvez um outro rótulo.

Chamando Sub-rotinas (XEQ, RTN)

Uma *sub-rotina* é uma rotina que é *chamada de* (executada por) outra rotina e *retorna* à mesma rotina quando a sub-rotina é terminada. A sub-rotina *precisa* iniciar-se com um LBL e terminar com um RTN. Uma sub-rotina em si é uma rotina e pode chamar outras sub-rotinas.

- XEQ precisa desviar-se para um rótulo (LBL) para a sub-rotina. (Não pode fazer um desvio para um número de linha.)
- Na próxima instrução RTN encontrada, a execução do programa retorna à linha após aquela que originou XEQ.

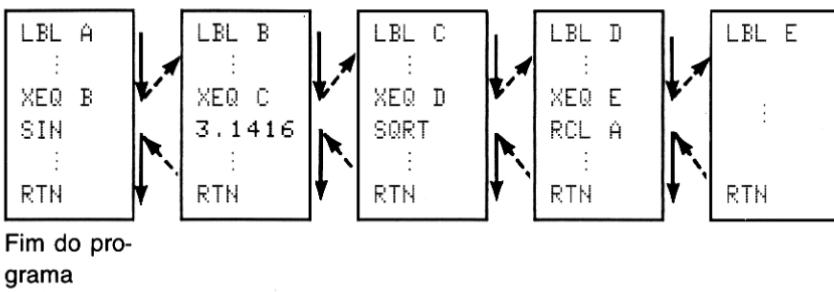
Por exemplo, a rotina N no programa “Distribuições Normal e Normal Inversa” é uma sub-rotina (para calcular $Q(x)$) que é chamada pela rotina D na linha D03 XEQ N. A rotina N termina com uma instrução RTN que envia a execução do programa de volta à rotina D (para armazenar e apresentar o resultado) à linha D04.



Sub-rotinas Embutidas

Uma sub-rotina pode chamar outra e aquela sub-rotina pode ainda chamar outra. Este “embutir” de sub-rotinas — o chamar de uma sub-rotina dentro de outra sub-rotina — é limitado a uma pilha de sub-rotinas com sete níveis de profundidade (não contando o programa principal no topo). A operação de sub-rotinas embutidas é mostrada abaixo:

Programa principal
(nível superior)



Fim do pro-
grama

Se tentarmos executar uma sub-rotina embutida mais do que sete níveis de profundidade causaremos um erro XEQ OVERFLOW.

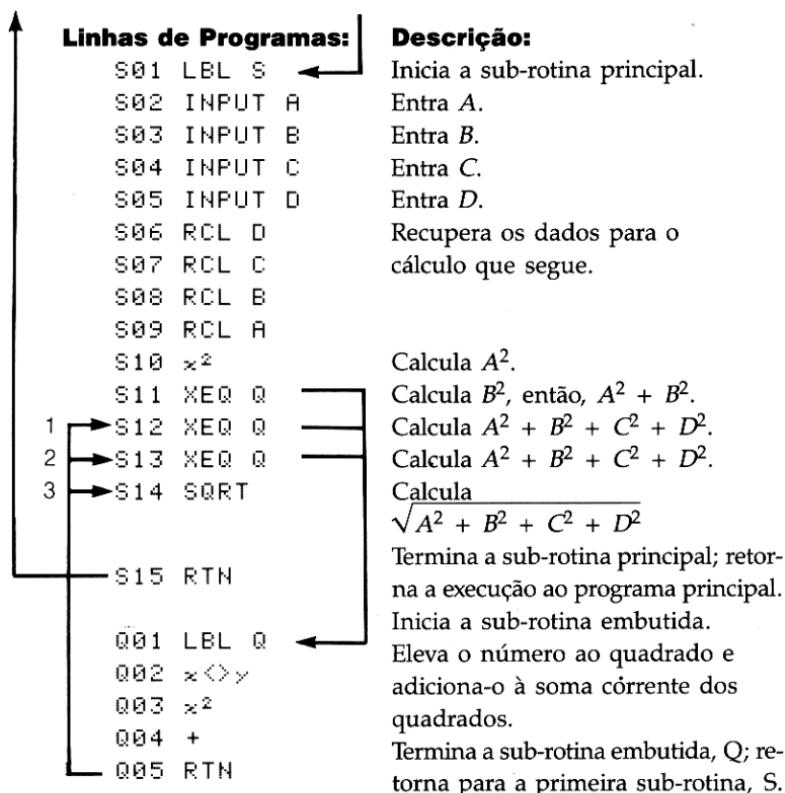
Exemplo: Uma Sub-rotina Embutida. A sub-rotina a seguir, rotulada S, calcula o valor da expressão

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

como parte de um cálculo mais amplo num programa maior. A sub-rotina chama *outra* sub-rotina (uma sub-rotina embutida), rotulada Q para efetuar as operações repetitivas de elevar ao quadrado e adicionar. Isto mantém o programa mais curto do que ele seria sem a sub-rotina.

Volta ao
programa principal

Do programa principal,
XEQ S



Desviando (GTO)

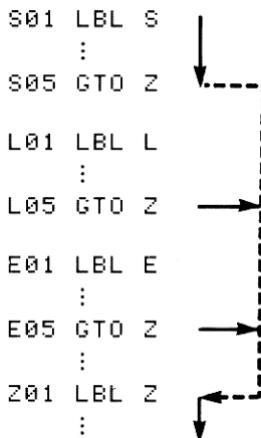
Como vimos com sub-rotinas, muitas vezes é desejável transferir a execução para uma parte do programa que não a próxima linha. Isto é chamado *desvio*.

Desvio incondicional utiliza a instrução GTO (*go to*) para desviar para um *rótulo* de programa. Não é possível desviar para um número de linha específico durante o programa.

■ [GTO] *rótulo*

Uma Instrução Programada GTO. A instrução GTO *rótulo* transfere a execução de um programa para a linha de programa contendo aquele rótulo, onde quer que ele esteja. O programa continua a execução a partir da nova localização e *não* retorna jamais automaticamente ao seu ponto de origem, de forma que GTO não é utilizado para sub-rotinas.

Por exemplo, considere o programa "Ajuste de Curvas" à página 204, na parte 4. A instrução GTO Z desvia a execução de qualquer uma das três rotinas independentes de inicialização para LBL Z, a rotina que é o ponto de entrada comum para o núcleo do programa:



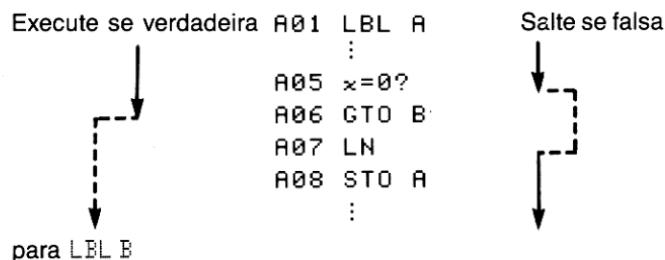
Utilizando ■ [GTO] do Teclado. Se a entrada de programa *não* está ativa (não há linhas de programa apresentadas no visor; PRGM desligado), você pode utilizar ■ [GTO] para mover o ponteiro para um rótulo específico ou para um número de linha *sem* iniciar a execução do programa.

- Para um rótulo: ■ [GTO] *rótulo* (Exemplo: ■ [GTO] A.)
- Para um número de linha: ■ [GTO] [] *rótulo nn* (*nn* < 100. Exemplo: ■ [GTO] [] A05.)
- Para PRGM TOP: ■ [GTO] [] [].

Instruções Condicionais

Outra forma de alterar-se a seqüência de execução de um programa é através de um *teste condicional*, um teste verdadeiro/falso que compara dois números e salta a próxima instrução do programa se a proposição for falsa.

Por exemplo, se uma instrução condicional na linha A05 é $x = 0?$ (isto é, x é igual a zero?), o programa compara o conteúdo do registrador X com zero. Se o registrador X contém zero, o programa vai para a próxima linha. Se o registrador X não contém zero, o programa salta a próxima linha, desviando portanto para a linha A07. Esta regra é comumente conhecida como “execute se verdadeira”.



O exemplo acima demonstra uma técnica comum utilizada com testes condicionais: a linha imediatamente após o teste (que é a única executada no caso “verdadeiro”) é um *desvio* para outro rótulo. Dessa forma, o resultado do teste é desviar para uma rotina diferente dentro de determinadas circunstâncias.

Existem três categorias de instruções condicionais:

- testes de comparação. Estes comparam o registrador X e Y ou o registrador X com zero.
 - testes de flag. Estes verificam o estado dos flags que podem estar ativados ou desativados.
 - contadores de “loop”. Estes são usualmente utilizados para executar o “loop” um número determinado de vezes.

Testes de Comparação (TESTS)

Existem oito comparações disponíveis para programas no menu TESTS. Presionar TESTS apresenta as duas categorias de testes:

$x?y$

Para testes comparando x e y .

$x?0$

Para teste comparando x e 0.

Lembre-se de que x refere-se ao número no registrador X e y refere-se ao número no registrador Y. Estes *não* comparam as variáveis X e Y .

Selecione a categoria de comparação e, então, pressione a tecla do menu para a instrução condicional que você deseja:

As Teclas do Menu 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 $x = 0?$

Embora você possa apresentar esses menus fora da entrada de programa, essas funções não têm qualquer finalidade fora de programas.

Por Exemplo: o programa para a “Equação Quadrática” à página 191, na parte 4, utiliza os testes condicionais $x=0?$ e $x<0?$ na rotina Q.

```
001 LBL Q  
002 INPUT A  
003 x=0?  
004 GTO Q  
005 INPUT B  
    :
```

Verifica a validade de A que não pode ser zero.
Se $A = 0$, então o programa se inicia novamente.

Se $A \neq 0$, então o programa continua.

As linhas Q14 até Q19 calculam $B^2 - 4AC$. As linhas seguintes testam um valor negativo (que poderia produzir uma raiz imaginária).

:	
Q20 $x < 0?$	O resultado é negativo?
Q21 GTO I	Se sim, desvie para uma rotina diferente.
Q22 SQRT	Se positivo, calcule a raiz quadrada.
:	

Flags

Um flag é um indicador de estado. Ele está ou *ligado* (*verdadeiro*) ou *desligado* (*falso*). Testar um flag é outro teste condicional que segue a regra “Faça se verdadeiro”: a execução do programa procede diretamente se o flag está ligado e salta uma linha se o flag está desligado.

Significado dos Flags. A HP-32S possui sete flags, numerados de 0 a 6. Todos esses flags podem ser ligados, desligados e testados por uma instrução programa. Você também pode ligar e desligar flags do teclado.*

- Os flags 0, 1, 2, 3 e 4 não têm significados pré-determinados. Isto é, seu estado significará o que você definir que quer que ele signifique em um dado programa. (Veja o exemplo abaixo.)
- O flag 5, quando ligado, interromperá um programa quando um número muito grande ocorrer dentro dele, apresentando no visor OVERFLOW e ▲.** Se o flag 5 está desligado, um programa com um número muito grande não é interrompido, embora OVERFLOW seja brevemente apresentado no visor quando o programa eventualmente parar.
- O flag 6 é *automaticamente* ligado pela calculadora sempre que um número muito grande (overflow) ocorrer (embora você também possa ligar o flag 6). Ele não tem efeito, mas pode ser testado.

* A única outra ação, que desliga os flags é a operação de apagar a memória através das três teclas, descrita no apêndice B.

** Um *número muito grande* (*overflow*) ocorre quando um resultado excede o maior número que a calculadora pode manipular. O maior número possível substitui o resultado do “overflow”.

Os flags 5 e 6 permitem que você controle as condições de número muito grande (overflow) que ocorrem durante um programa. Ligar o flag 5 interrompe um programa na linha imediatamente após aquela que causou o número muito grande (overflow). Testando o flag 6 em um programa, você pode alterar o fluxo do programa ou alterar um resultado sempre que ocorrer um overflow.

Anúncios de Flags Ligados. Os flags 0, 1, 2 e 3 possuem anúncios no visor que são ligados quando o flag correspondente está ligado. A presença ou ausência de **0**, **1**, **2** ou **3** permite que você saiba, a qualquer tempo, se qualquer um dos quatro flags está ligado ou não. Entretanto não existe tal indicação para o estado dos flags 4, 5 e 6. O estado desses flags pode ser determinado somente pela instrução programada FS? (Veja “Testando Flags (FS?)” abaixo.)

Funções para os Flags. Pressionar **■ FLAGS** apresenta o menu FLAGS:

SF CF FS?

Após selecionar a função que você deseja, será solicitado o número do flag de 0 a 6. Por exemplo, para ligar o flag 0, pressione **■ FLAGS** (SF) 0.

O Menu FLAGS

Tecla do Menu	Descrição
(SF) n	Liga o flag. Liga o flag n.
(CF) n	Desliga o flag. Desliga o flag n.
(FS?) n	O flag está ligado? Testa o estado do flag n.

Testando Flags (FS?). Um teste de flag é um teste condicional que afeta a execução de um programa da mesma forma que os testes de comparação. A instrução FS? n testa se o dado flag está ligado. Se estiver, a próxima linha no programa é executada. Se não, a próxima linha é saltada. Isto é a regra “Faça se verdadeiro” ilustrada à página 95 sob o título “Instruções Condicionais”.

Embora você possa executar (FS?) fora do modo de entrada de programa, testar flag não tem finalidade fora de programas.

É de boa prática em um programa assegurar-se de que quaisquer condições que você estará testando iniciam-se em um estado conhecido. A situação corrente dos flags depende de como eles foram deixados por um programa que foi executado anteriormente. Você não deve *pressupor* que qualquer flag está desligado , por exemplo, e que ele será ligado somente se alguma coisa no programa ligá-lo. Você deve *assegurar-se* disso desligando o flag antes que a condição que possa ligá-lo aconteça. Veja os exemplos abaixo.

Exemplo: Utilizando Flags. O programa “Equação Quadrática” à página 191, na parte 4, utiliza o flag 0 em conjunto com a comparação $x < 0?$ para lembrar o sinal de B . Note que a linha Q11 desliga o flag 0 para assegurar-se de que ele será ligado *somente* pela condição desejada.

Q11 CF 0	Assegura-se de que o flag 0 está desligado.
Q12 x < 0?	B (no registrador X) é negativo?
Q13 SF 0	Liga flag 0 se B for negativo.
:	
Q23 FS? 0	Flag 0 está ligado (B é negativo)?
Q24 +/-	Se sim, troque o sinal.
Q25 +	Em qualquer caso, adicione.
:	

Outros programas na parte 4 que fazem uso de flags são “Ajuste de Curvas” e “Conversões de Unidades”. Ambos utilizam flags para lembrar a condição que o usuário deseja resolver (que tipo de curva, que tipo de conversão), portanto afetando quais opções ou cálculos são escolhidos.

Loops (GTO, LOOP)

Desviar-se para trás — isto é, para um rótulo em uma linha anterior — torna possível executar parte de um programa mais de uma vez. Isto é chamado *executar um loop*.

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

Esta rotina (tirada do programa “Transformações de Coordenadas” à página 198, na parte 4) é um exemplo de um *loop infinito*. Ele é utilizado para coletar os dados iniciais antes da transformação de coordenadas. Após entrar os três valores, fica a cargo do usuário interromper manualmente este loop selecionando a transformação a ser executada (pressionando **XEQ N** para transformação do antigo para o novo sistema ou **XEQ O** para transformação do sistema novo para o antigo).

Loops Condicionais (GTO)

Quando você deseja executar uma operação até que uma certa condição seja alcançada, mas não sabe quantas vezes o loop necessita ser repetido, você pode de criar um loop com um teste condicional e uma instrução GTO.

Por exemplo, a rotina a seguir utiliza um loop para diminuir um valor *A* por um valor constante *B* até que o resultado *A* seja menor ou igual a *B*.

Linhas de Programa: Descrição

A01 LBL A	
A02 INPUT A	
A03 INPUT B	
S01 LBL S	
S02 RCL A	É mais fácil recuperar <i>A</i> do que lembrar onde está na pilha.
S03 RCL- B	Calcula <i>A</i> — <i>B</i> .
S04 STO A	Substitui o valor antigo de <i>A</i> pelo novo resultado.
S05 RCL B	Recupera a constante para comparação.
S06 x<y?	<i>B</i> é < o novo <i>A</i> ?
S07 GTO S	Sim: continua o loop para repetir a subtração.
S08 VIEW A	Não: apresenta o novo <i>A</i> .
S09 RTN	

Loops com Contadores (DSE, ISG)

Quando você deseja executar um loop um número específico de vezes, utilize as funções condicionais DSE (*decrement; skip if less than or equal to = decremente; salte se for menor do que ou igual a*) ou ISG(*increment; skip if greater than = incremento; salte se for maior que*) no menu LOOP (■ [LOOP]). Cada vez que uma função LOOP é executada em um programa, ela automaticamente *decrementa* ou *incrementa* o valor de um contador armazenado na variável. Ela compara o valor corrente do contador a um valor final e, então, continua ou sai do loop dependendo do resultado.

Para um loop que conte de forma decrescente, utilize:

■ [LOOP] {DSE} variável

Para um loop com contagem crescente, utilize:

■ [LOOP] {ISG} variável

Essas funções realizam o mesmo que um loop FOR-NEXT em BASIC:

FOR variável = valor inicial TO valor final STEP incremento

:

NEXT variável

Uma instrução DSE é como um loop FOR-NEXT com um incremento negativo.

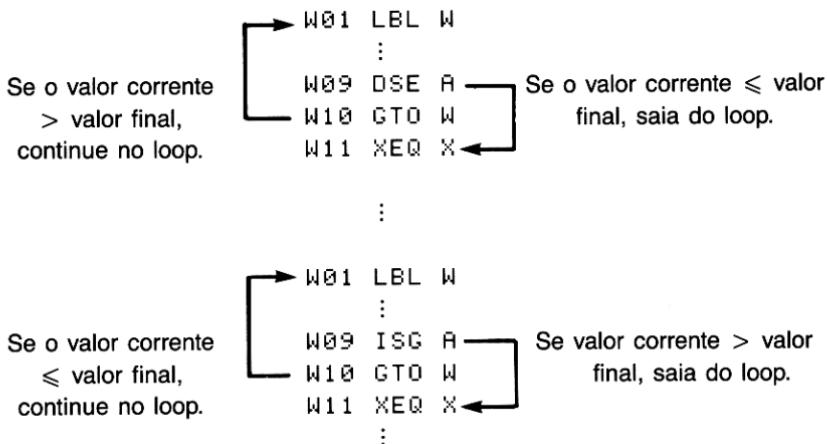
Após pressionar a tecla do menu para {DSE} ou {ISG}, será solicitada uma variável que conterá o *número de controle do loop* (descrito abaixo).

O Número de Controle do Loop. A variável especificada deve conter um número de controle do loop $\pm ccccccc.ffffi$, onde:

- $\pm ccccccc$ é o valor corrente do contador (1 a 12 dígitos). Esse valor *se altera* com a execução do loop.
- fff é o valor final do contador (precisa ser três dígitos). Esse valor *não* se altera com a execução do loop.
- ii é o intervalo para incrementar e decrementar (precisa ser de dois dígitos ou não especificado). Esse valor *não* se altera. Um valor não especificado para ii é admitido como sendo 01 (incremento/decremento de 1).

Dado o número de controle do loop *cccccc.ffffi*, DSE decrementa *cccccc* para *cccccc - ii*, compara o novo *cccccc* com *fff* e faz com que a execução do programa salte a próxima linha de programa se *cccccc* \leq *fff*.

Dado o número de controle de loop *cccccc.ffffii*, ISG incrementa *cccccc* para *cccccc + ii*, compara o novo *cccccc* com *fff* e faz com que a execução do programa salte a próxima linha do programa se *cccccc* $>$ *fff*.



Por exemplo, o número de controle de loop 0,050 para ISG significa: inicie contando em zero, conte até 50 e incremente o número de 1 a cada loop.

O programa a seguir utiliza ISG para executar um loop 10 vezes. O contador do loop (0000001.01000) é armazenado na variável Z. Zeros à direita e à esquerda podem ser abandonados.

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

Pressione **[VIEW]** Z para ver que o número de controle do loop agora é 11.0100.

Endereçando Indiretamente Variáveis e Rótulos

O endereçamento indireto é uma técnica utilizada em programação avançada para especificar uma variável ou um rótulo *sem antecipadamente especificar exatamente qual*. Isso é determinado quando o programa é executado, assim ela depende dos resultados intermediários (ou das entradas) do programa.

O endereçamento indireto utiliza duas teclas diferentes: `i` (com `.`) e `(i)` (com `R/S`). * Essas teclas estão ativas para muitas funções que tomam de *A* até *Z* como variáveis ou rótulos.

- *i* é uma variável cujo conteúdo pode referir-se a *outra* variável ou rótulo. Ela mantém um número da mesma forma que qualquer outra variável (de *A* a *Z*).
- `(i)` é uma função de programação que determina, “Utilize um número em *i* para determinar qual variável ou rótulo endereçar”. Isto é um *endereço indireto*. (de *A* a *Z* são *endereços diretos*.)

Tanto `i` como `(i)` são utilizados juntos para criar um endereço indireto. (Veja os exemplos abaixo). Por si só, *i* é somente outra variável; por si só `(i)` é ou indefinido (nenhum número em *i*) ou não controlado (utilizando qualquer número que tenha sido deixado em *i*).

A Variável “*i*”

Você pode armazenar, recuperar e manipular o conteúdo de *i* do mesmo modo que você faz com o conteúdo de outra variável. Você pode até mesmo resolver uma expressão em *i* e integrar utilizando *i*.

Funções que Utilizam *i* Diretamente

STO <i>i</i>	INPUT <i>i</i>	DSE <i>i</i>
RCL <i>i</i>	VIEW <i>i</i>	ISG <i>i</i>
STO <code>+, -, ×, ÷</code> <i>i</i>	FN <i>i</i>	
RCL <code>+, -, ×, ÷</code> <i>i</i>	SOLVE <i>i</i>	

* A variável *I* não tem nenhuma relação com `(i)` ou a variável *i*.

O Endereço Indireto, (i)

Muitas funções que utilizam de A a Z (como variáveis ou rótulos) podem utilizar **(i)** para referir-se de A a Z (variáveis ou rótulos) *indirectamente*. A função **(i)** utiliza o valor na variável *i* para determinar qual variável ou rótulo endereçar. Esta tabela mostra como:

Endereçamento Indireto

Se <i>i</i> contém:	Então (i) endereçará:
± 1	variável A ou rótulo A
:	:
± 26	variável Z ou rótulo Z
≥ 27 ou ≤ -27 ou 0	erro: INVALID(i)

Somente o valor absoluto da parte inteira do número em *i* é utilizado para endereçamento.

A seguir estão as funções que utilizam **(i)** como endereço. Para GTO, XEQ e FN =, **(i)** refere-se a um rótulo; para todas as outras funções refere-se a uma variável.

Funções que Utilizam **(i)** para Endereçamento Indireto

STO (i)	INPUT(i)
RCL(i)	VIEW(i)
STO+, −, ×, ÷ (i)	DSE(i)
RCL+, −, ×, ÷ (i)	ISG(i)
XEQ(i)	SOLVE(i)
GTO(i)	fFN(i)
	FN=(i)

Controle de Programa com (*i*)

Uma vez que o conteúdo de *i* pode alterar-se cada vez que o programa é executado—ou até mesmo em partes diferentes do mesmo programa—uma instrução de programa tal como GTO (*i*) pode desviar-se para um rótulo diferente em ocasiões diferentes. Isto mantém a flexibilidade deixando em aberto (até que o programa seja executado) exatamente a variável ou rótulo de programa que for necessário. (Veja o primeiro exemplo abaixo.)

Endereçamento indireto é muito útil para contagem e controle de loops. A variável *i* serve como um *índice*, mantendo o endereço da variável que contém o número de controle do loop para as funções DSE e ISG. (Veja o segundo exemplo abaixo.)

Exemplo: Escolhendo Sub-rotinas com (*i*). O programa “Ajuste de Curvas” à página 204, na parte 4, utiliza endereçamento indireto para determinar que modelo se utiliza para calcular os valores destinados para *x* e *y*. (Sub-rotinas diferentes calculam *x* e *y* para os modelos diferentes.) Note que *i* é armazenado e, então, é endereçado indiretamente em partes amplamente separadas do programa.

As primeiras quatro rotinas (S, L, E, P) do programa especificam o modelo de ajuste de curvas que será utilizado e atribuem um número (1, 2, 3, 4) para cada um desses modelos. Esse número é então armazenado durante a rotina Z, o ponto de entrada comum para todos os modelos:

Z03 STO i

A rotina Y utiliza *i* para chamar a sub-rotina apropriada (por modelo) para calcular as estimativas *x* e *y*. A linha Y03 chama a sub-rotina para calcular *y*:

Y03 XEQ(*i*)

e a linha Y08 chama uma sub-rotina diferente para calcular *x* após *i* ter sido incrementado por 6:

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

Se <i>i</i> contém:	Então XEQ(<i>i</i>) chama:	Para:
1	LBL A	Calcular <i>y</i> para o modelo linear.
2	LBL B	Calcular <i>y</i> para o modelo logarítmico.
3	LBL C	Calcular <i>y</i> para o modelo exponencial.
4	LBL D	Calcular <i>y</i> para o modelo de potência.
7	LBL G	Calcular <i>x</i> para o modelo linear.
8	LBL H	Calcular <i>x</i> para o modelo logarítmico.
9	LBL I	Calcular <i>x</i> para o modelo exponencial.
10	LBL J	Calcular <i>x</i> para o modelo de potência.

Exemplo: Controle de Loop com (*i*). Um valor de um índice em *i* é utilizado pelo programa “Soluções de Equações Simultâneas—Método do Determinante” à página 175, na parte 4. Este programa utiliza as instruções de loop ISG i e DSE i em conjunto com as instruções indiretas RCL (*i*) e STO (*i*) para preencher e manipular uma matriz.

A primeira parte desse programa é a rotina A, que coloca o número de controle de loop inicial em *i*.

Linhas de Programas: **Descrição:**

A01 LBL A	O ponto de início para a entrada de dados.
A02 1.012	Número de controle de loop: executa o loop de 1 a 12 em intervalos de 1.
A03 STO i	Armazena o número de controle de loop em <i>i</i> .

A próxima rotina é L, um loop para dar entrada a todos os 12 valores conhecidos para uma matriz de coeficientes de 3×3 (variáveis *A*–*I*) e as três constantes (*J*–*L*) para as equações.

Linhas de Programa: Descrição:

L01 LBL L	Esta rotina dá entrada a todos os valores conhecidos em três equações.
L02 INPUT (i)	Solicita e armazena um número na variável endereçada por <i>i</i> .
L03 ISG i	Adiciona 1 a <i>i</i> e repete o loop até <i>i</i> atingir 13,012.
L04 GTO L	
L05 GTO A	Quando <i>i</i> excede o valor final do contador, a execução desvia de volta para A.

Parte 3

Operação Avançada

- | | | |
|---------------|------------|---|
| Página | 110 | 7: Resolvendo uma Incógnita em uma Equação |
| | 126 | 8: Integração Numérica |
| | 137 | 9: Operações com Números Complexos |
| | 144 | 10: Aritmética em Bases e Conversões de Base |
| | 153 | 11: Operações Estatísticas |

Resolvendo uma Incógnita em uma Equação

A operação SOLVE pode calcular qualquer variável em uma equação. Por exemplo, considere a função

$$x^2 - 3y.$$

Esta função pode ser igualada a zero para criar a equação:

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

Se você conhece o valor de y nesta equação, o SOLVE pode calcular a incógnita x . Se você conhece o valor de x , o SOLVE pode calcular a incógnita y . Isto é válido para problemas onde os nomes das variáveis são palavras:

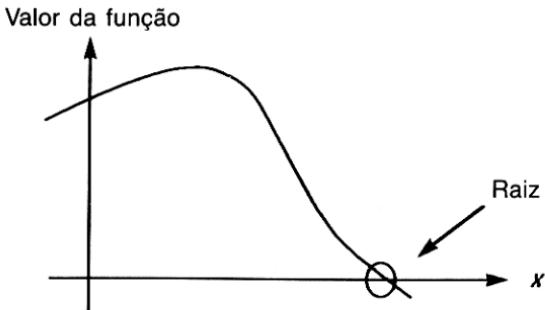
$$\text{Markup} \times \text{Custo} = \text{Preço}$$

$$\text{Markup} \times \text{Custo} - \text{Preço} = 0.$$

Se você conhece duas quaisquer dessas variáveis, o SOLVE pode calcular o valor da terceira.

Quando a equação tem somente uma variável ou quando os valores conhecidos são fornecidos para todas as variáveis, exceto uma, resolver em x é encontrar a(s) raiz(es) da equação. Uma raiz de uma equação ocorre onde o gráfico da função cruza o eixo x , porque naquele ponto o valor da função é igual a zero.

* Na realidade, você pode fazer a função igual a qualquer valor real, tal como $x^2 - y = 10$. Esta equação pode então ser expressa como $x^2 - y - 10 = 0$ para utilizar o SOLVE.



Utilizando o SOLVE

Para resolver uma incógnita em uma equação:

1. entre um programa que defina a função. (Veja “Escrevendo Programas para o SOLVE” abaixo.)
2. selecione o programa que define a função a ser resolvida: pressione **[SOLVE/f] (FN) rótulo.**
3. resolva a equação na incógnita: pressione **[SOLVE/f] (SOLVE) variável.**

Você pode interromper um programa em execução pressionando **[C]** ou **[R/S]**.

Estimativas Iniciais. Para certas funções, ajuda se você fornecer uma ou duas *estimativas iniciais* (na variável e no registrador X) para a incógnita antes de iniciar o cálculo (passo 3). Isso pode acelerar o cálculo, dirigir a resposta a uma solução realista e encontrar mais de uma solução se for o caso. Veja “Escolhendo Estimativas Iniciais para o SOLVE” à página 120.

Resultados. O registrador X e a variável em si contêm a estimativa final da raiz; o registrador Y contém a estimativa anterior e o registrador Z contém o valor da função na última estimativa da raiz (que deveria ser zero).

Para algumas condições matemáticas complicadas, uma solução final pode não ser encontrada. Veja “Interpretando Resultados” e “Quando o SOLVE não Pode Encontrar uma Raiz” no apêndice C.

Para resolver uma incógnita diferente em uma mesma equação:

Simplesmente especifique a incógnita: **[SOLVE/*j*] {SOLVE} variável.** O mesmo programa que foi especificado por último ($FN =$ rótulo) será utilizado novamente.

Escrevendo Programas para o SOLVE

Antes que você possa resolver uma incógnita em uma equação, você precisa escrever um programa ou sub-rotina que processe a função.*

Escrevendo uma Função a Partir de uma Equação. Primeiramente simplifique a equação combinando os termos semelhantes e as constantes. A seguir, mova todos os termos para um dos membros da equação deixando zero no outro membro.

Por exemplo, a equação para o volume de uma caixa é dada por

$$\text{Comprimento} \times \text{Largura} \times \text{Altura} = \text{Volume}.$$

Rearranjando os termos para fazer com que um dos membros seja igual a zero resulta em:

$$\text{Comprimento} \times \text{Largura} \times \text{Altura} - \text{Volume} = 0, \text{ ou}$$

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

Para escrever um programa processando uma função:

1. inicie com um rótulo de forma que o programa possa ser chamado pelo SOLVE.
2. inclua a instrução INPUT para cada variável, incluindo a incógnita. (Se existir somente uma variável na função, omita a instrução INPUT uma vez que ela é ignorada para a incógnita.)*

* O SOLVE funciona somente para números reais. Entretanto, se você tiver uma função com valores complexos que possa ser escrita de forma a isolar as partes real e imaginária, o SOLVE pode resolver para essas partes separadamente.

** As instruções INPUT são úteis para funções com múltiplas variáveis. Uma vez que INPUT para a incógnita é ignorada, você necessita escrever somente *um* programa que contém instruções INPUT para *todas* as variáveis. Você pode utilizar o mesmo programa não importando qual variável é a incógnita.

- entre as instruções para processar a função. Utilize uma instrução RCL em qualquer lugar onde o valor de uma variável seja necessário para o cálculo.
- termine o programa com um RTN. O programa deve terminar com o valor da função no registrador X.

Cada vez que o SOLVE executa o programa (o que pode ser muitas vezes), o valor da incógnita se altera, bem como o valor que seu programa produz. Quando seu programa devolver um zero, a solução foi encontrada, tendo sido determinado o valor da incógnita.

Exemplos Utilizando o SOLVE

Exemplo: Calculando as Dimensões de uma Caixa. Utilize o programa a seguir para calcular as dimensões de uma caixa ($C \times L \times A = V$). Note que o programa utiliza *aritmética de recuperação* que toma menos memória do que recuperar uma variável e efetuar os cálculos aritméticos como operações separadas.

```
B01 LBL B  
B02 INPUT C  
B03 INPUT L  
B04 INPUT A  
B05 INPUT V  
B06 RCL C  
B07 RCLX L  
B08 RCLX A  
B09 RCL- V  
B10 RTN
```

Primeiro entre o programa rotulado B:

Teclas:	Visor:	Descrição:
PRGM		Inicia a entrada do programa.
GTO . .	PRGM TOP	Vai para o topo da memória (se necessário).

LBL/RTN	(LBL) B	B01 LBL B	Entra as linhas de programa.
INPUT	C	B02 INPUT C	
INPUT	L	B03 INPUT L	
INPUT	A	B04 INPUT A	
INPUT	V	B05 INPUT V	
RCL	C	B06 RCL C	
RCL	\times L	B07 RCL \times L	
RCL	\times A	B08 RCL \times A	
RCL	$-$ V	B09 RCL- V	
LBL/RTN	(RTN)	B10 RTN	

Nesse ponto, o registrador X conterá o valor da função $C \times L \times A - V$.

C

Termina a entrada de programa. Apresenta no visor o que estiver no registrador X.

Calcule o volume de uma caixa que tem 8,5 cm de altura \times 10 cm de largura \times 25 cm de comprimento. Mais adiante utilizaremos a mesma função para calcular uma variável diferente.

SOLVE/J	(FN)	FN= _	Solicita o rótulo do programa que define a função.
B			Especifica o programa B.
SOLVE/J	(SOLVE)	SOLVE _	Solicita a incógnita.
V		C?valor	Inicia o programa B
25 R/S		L?valor	solicita todos os dados
10 R/S		A?valor	exceto V, a incógnita
8.5			foi resolvida.
R/S		SOLVING V=2,125.0000	O volume é 2.125 cm ³ .

Agora calcule o comprimento dessa caixa se você alterar o volume (para 3.000 cm³), mantendo a mesma largura e altura. Lembre-se de que você não necessita especificar o rótulo de programa novamente, uma vez que utilizaremos o mesmo.

[SOLVE/J] (SOLVE)

C

C?10.0000

Inicia o programa B para calcular C. Solicita as variáveis conhecidas.

[R/S]

[R/S]

3000 [R/S]

A?8.5000

V?2,125.0000

C=35.2941

Para manter o mesmo valor, simplesmente pressione [R/S]. Calcula o comprimento.

Exemplo: A Equação do Movimento Linear. A equação do movimento para um objeto em queda livre é:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

onde d é a distância, v_0 é a velocidade inicial, t é o tempo e g é a aceleração da gravidade. Fazendo a equação igual a zero e simplificando resulta em:

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

O programa a seguir calcula essa função:

```

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

```

A aceleração da gravidade, g é incluída como uma variável para permitir que você a altere para trabalhar com unidades diferentes:

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

Entre o programa acima (LBL M). Calcule quanto um objeto cai em 5 segundos, partindo do repouso.

Tecclas:	Visor:	Descrição:
[SOLVE/f] (FN) M	FN= M (brevemente)	Especifica LBL M como sendo a função.
[SOLVE/f] (SOLVE) D	V?3,000.0000	Especifica D como a incógnita. Solicita o valor de V e mostra seu valor corrente (utilizado no último exemplo).
0 [R/S] 5 [R/S] 9.8 [R/S]	T?valor G?valor D=122.5000	Distância resultante em metros.

Tente outro cálculo utilizando a mesma equação: quanto tempo leva para um objeto cair 500 metros? Uma vez que v_0 e g já estão armazenados, não há necessidade de reentrá-los.

[SOLVE/f] (SOLVE) T	V?0.0000	Especifica uma incógnita diferente solicita V.
[R/S] [R/S] 500 [R/S]	G?9.8000 D?122.5000 T=10.1015	Resultado em segundos.

Exemplo: Encontrando as Raízes de uma Equação. Considere a equação de uma única variável.

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

Rearranjando a equação de forma que um membro seja igual a zero resulta em

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

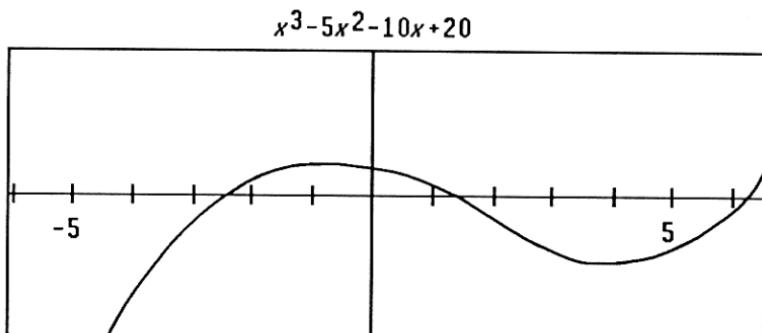
O método de Horner (veja capítulo 5) simplifica esta equação para utilizar menos memória:

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

O programa a seguir processa essa função:

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

O gráfico desta função é



O gráfico indica que existem três raízes porque a curva cruza o eixo x três vezes. A calculadora pode encontrar as três raízes se você executar o SOLVE três vezes e suprir estimativas iniciais diferentes a cada vez. (Para mais informações, ver “Escolhendo Estimativas Iniciais para o SOLVE”.)

Entre o programa acima (LBL R). O gráfico mostra que a primeira raiz está em algum ponto entre $x = -3$ e $x = -2$, a segunda raiz está entre 1 e 2 e a terceira entre 6 e 7. Coloque cada conjunto de estimativas na variável X e no registrador X e, então, resolva em X .

Teclas:	Visor:	Descrição:
[■] [SOLVE/f] (FN) R		Seleciona o programa LBL R.
3 [+/-] [STO] X 2 [+/-]	-3.0000 -2.	Primeiras estimativas iniciais.
[■] [SOLVE/f] (SOLVE) X	X=-2.4433	Especifica a incógnita devolve a primeira raiz.
1 [STO] X 2	1.0000 2.	O segundo par de estimativas iniciais.
[■] [SOLVE/f] (SOLVE) X	X=1.3416	A segunda raiz.
6 [STO] X 7	6.0000 7.	O terceiro par de estimativas iniciais.
[■] [SOLVE/f] (SOLVE)	X=6.1017	A terceira raiz.

Se você *não* entrar as estimativas iniciais, você obterá somente *uma* dessas raízes dependendo do valor que esteja na variável X e no registrador X, uma vez que a calculadora utiliza esses valores como estimativas iniciais, mesmo que não seja sua intenção.

Entendendo e Controlando o SOLVE

O SOLVE utiliza um procedimento iterativo (repetitivo) para resolver uma incógnita em uma equação. O procedimento se inicia pela substituição de duas estimativas iniciais da incógnita na função definida no programa. Baseado no resultado com estas duas estimativas, o SOLVE gera outra estimativa melhor. Através de iterações sucessivas, o SOLVE encontra um valor que torna a função igual a zero.

Algumas equações são mais difíceis de resolver do que outras. Em alguns casos, você necessita entrar estimativas iniciais a fim de encontrar uma solução. (Veja “Escolhendo Estimativas Iniciais para o SOLVE” à página 120.) Se o SOLVE não pode encontrar uma solução real, a calculadora apresenta no visor NO ROOT FND (= NENHUMA RAIZ ENCONTRADA).

Veja o apêndice C para mais informações sobre como funciona o SOLVE.

Verificando o Resultado

Após o término do cálculo do SOLVE, você pode verificar que o resultado é de fato uma raiz de $f(x)$ revendo os valores deixados na pilha:

- o visor (o registrador X) e a variável em si contêm a solução (raiz) para a incógnita, isto é, o valor que torna $f(x) = 0$.
- O registrador Y (pressione **R↓** para ver Y) contém a estimativa anterior para a raiz. Esse número deve ser o mesmo que estiver no registrador X. Se não for, então a raiz fornecida será apenas uma *aproximação* para a raiz e o intervalo definido por X e Y contém a raiz. Estes números que definem esse intervalo devem ser próximos.
- O registrador Z (pressione **R↓** novamente para ver Z) contém o valor de $f(x)$ para o valor dado no registrador X. Para uma raiz exata, este deveria ser zero. Se não for zero, então a raiz fornecida era somente uma *aproximação* e este número deve ser próximo de zero.

Se um cálculo terminar com NO ROOT FND (NENHUMA RAIZ ENCONTRADA) significa que o cálculo não pôde convergir para uma raiz, assim os valores de X e Y provavelmente não são próximos. (Você pode ver o valor no registrador X—a estimativa final para a raiz—pressionando **C** ou **◀** para apagar a mensagem.) Esses dois valores delimitam o intervalo no qual a raiz foi pesquisada por último. O registrador Z contém o valor de $f(x)$ na estimativa final da raiz. Esse valor não deve ser próximo de zero.

Interrompendo o Cálculo do SOLVE

Para interromper o cálculo, pressione **C** ou **R/S**. A melhor estimativa corrente da raiz está na incógnita; utilize **◀** **VIEW** para vê-la sem alterar o conteúdo da pilha. Para continuar o cálculo, pressione **R/S**.*

* Pressionar **XEQ**, **GTO** ou **RTN** cancela a operação do SOLVE. Neste caso, inicie o programa novamente ao invés de continuá-lo.

Escolhendo Estimativas Iniciais para o SOLVE

As duas estimativas iniciais vêm de:

- o número correntemente armazenado na incógnita.
- o número no registrador X (o visor).

Essas fontes são utilizadas como estimativas *quer você as entre ou não*. Se você entrar somente uma estimativa e armazená-la na variável, a segunda estimativa será o mesmo valor uma vez que o visor também contém o número que você acabou de armazenar na variável. Entrar suas próprias estimativas tem as seguintes vantagens:

- estreitando o intervalo de buscas, as estimativas podem reduzir o tempo necessário para encontrar-se uma solução.
- se existe mais de uma solução matemática, as estimativas podem direcionar o procedimento do SOLVE para a resposta desejada ou faixa de respostas. Por exemplo, a equação do movimento

$$d = d_0 = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

pode haver duas soluções para t . Você pode direcionar a resposta para a única significativa ($t > 0$) entrando estimativas apropriadas.*

- se uma equação não permite certos valores para a incógnita, estimativas podem evitar que esses valores ocorram. Por exemplo, a equação

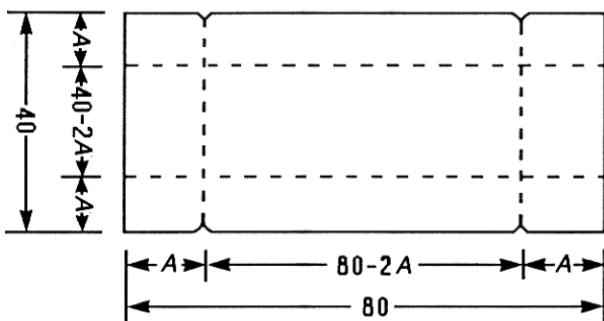
$$y = t + \log x$$

resulta em um erro se $x \leq 0$ ($\text{LOG}(0)$, $\text{LOG}(\text{NEG})$).

O exemplo na seção anterior (“Encontrando as Raízes de uma Equação”) utilizou estimativas para encontrar três soluções para uma equação. Este é outro exemplo que examina as dimensões de uma caixa (como o exemplo à página 113 faz) mas com mais restrições.

* O exemplo utilizando esta equação à página 116 não necessitou entrar estimativas antes de resolver em t porque na primeira parte do exemplo armazenamos um valor para T e calculamos D . O valor que foi deixado em T era uma estimativa boa (realística) e foi utilizado como uma estimativa quando resolvendo em T .

Exemplo: Dobrando uma Caixa. Utilizando uma pedaço retangular de folha de metal de 40 cm por 80 cm, forme uma caixa aberta na sua parte superior tendo um volume de 7500 cm³. Você necessita encontrar a altura da caixa (isto é, a distância a ser dobrada para cima ao longo dos quatro lados) que dá o volume especificado. *Uma caixa mais alta tem preferência sobre uma caixa mais baixa.*



Se A é a altura, o comprimento é $(80 - 2A)$ e a largura é $(40 - 2A)$. O volume V é:

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

e a função igualada a zero é:

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

Um programa para definir esta função seria:

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

É razoável considerar que uma caixa alta e estreita ou uma chata e larga poderia ser formada tendo o volume desejado. Uma vez que a caixa mais alta tem preferência, é melhor iniciar-se com valores mais altos para a altura. Entretanto, alturas maiores do que 20 cm não são fisicamente possíveis porque a folha de metal tem somente 40 cm de largura. As estimativas iniciais de 10 cm e 20 cm são, portanto, apropriadas.

Teclas:	Visor:	Descrição:
■ [SOLVE/f] (FN) V		Seleciona o programa V como a função a ser calculada.
10 [STO] A 20	10.0000 20.	Armazena os limites superior e inferior.
■ [SOLVE/f] (SOLVE) A	V?valor	Solicita o volume.
7500 [R/S]	SOLVING A=15.0000	Esta é a altura desejada.

Agora verifique a qualidade desta solução—isto é, se ela forneceu uma raiz exata—examinando os valores da estimativa anterior (no registrador Y) e $f(x)$ na raiz (no registrador Z).

R ↓

15.0000

Este valor do registrador Y é a estimativa efetuada imediatamente antes do resultado final. Uma vez que é o mesmo valor da solução, esta é uma raiz exata...

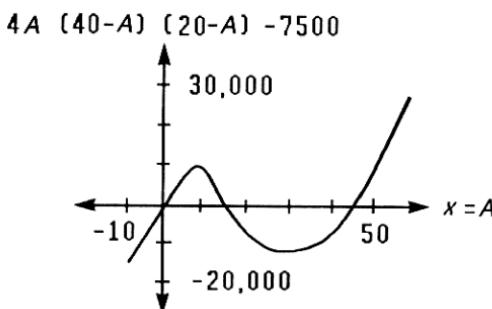
R ↓

0.0000

...e, como este valor do registrador Z mostra, $f(x) = 0$ na raiz.

As dimensões da caixa desejada são 50 cm \times 10 cm \times 15 cm. Se você ignorar o limite superior da altura (20 cm) e utilizar estimativas iniciais de 30 cm e 40 cm, você obtém a altura de 42.0256 cm—uma raiz que é fisicamente sem significado. Se utilizar estimativas iniciais pequenas tais como 0 cm e 10 cm, você obtém uma altura de 2,9744 cm—produzindo uma caixa chata e indesejavelmente larga.

Utilizando Gráficos para Selecionar Estimativas Iniciais. Como auxílio para entender o comportamento de uma função particular, você pode traçar seu gráfico. Utilize a sua rotina de programa para calcular a função para diversos valores da incógnita. Para cada ponto no gráfico, armazene o valor para a coordenada x na variável e, então, obtenha o correspondente valor para a coordenada y pressionando **XEQ rótulo**. Para o programa acima, você sempre coloca $V = 7.500$ e varia o valor de A para produzir valores diferentes para a função. O gráfico desta função tem a aparência abaixo:



Utilizando o SOLVE em um Programa

Você pode utilizar a operação do SOLVE como parte de um programa. Se for apropriado, inclua ou solicite estimativas iniciais (na incógnita e no registrador X) antes de executar a instrução **SOLVE variável**. As duas instruções para resolver uma equação em uma incógnita aparecem em um programa como:

`FN= rótulo`

`SOLVE variável`

Rotulando a Saída. A instrução **SOLVE programada** não fornece um visor rotulado (*variável=valor*) uma vez que isso poderia não ser a saída significativa para seu programa (isto é, você pode desejar outros cálculos com esse número antes de apresentá-lo). Se você *deseja* esse resultado apresentado no visor, adicione uma instrução **VIEW variável** após a instrução **SOLVE**.

Execução Condicional se Não Houver Solução. Se nenhuma solução for encontrada para a incógnita, então a próxima linha de programa é saltada (de acordo com a regra do “Faça se verdadeiro”, explicada no capítulo 6). O programa deve então levar em conta o fato de não se encontrar uma raiz, por exemplo, escolhendo novas estimativas iniciais ou alterando um valor de entrada.

Exemplo: Valor do Dinheiro no Tempo. O programa “Valor do Dinheiro no Tempo”, no capítulo 14, resolve problemas de empréstimos e poupança calculando a incógnita na equação TVM dada. Esta equação é definida como uma função na rotina T, que relaciona as variáveis valor presente, valor futuro, pagamento, taxa de juro e número de pagamentos.

Dadas quatro quaisquer dessas variáveis, a instrução SOLVE (linha L04) encontra a solução para a quinta:

L01 LBL L

L02 STO i

Armazena um valor de índice que indica qual variável foi especificada como incógnita.

L03 FN= T

Seleciona a função definida no programa T.

L04 SOLVE (i)

Resolve, no programa T, a incógnita indicada.

L05 VIEW(i)

Apresenta a solução resultante.

L06 GTO (i)

Devolve o controle à sub-rotina de inicialização em preparação para outro cálculo.

Esta operação do SOLVE funciona muito bem sem estimativas iniciais.

Limitações. A instrução SOLVE não pode chamar uma rotina que contenha outra instrução SOLVE; isto é, ela não pode ser utilizada recursivamente (erro SOLVE(SOLVE)). O SOLVE também não pode chamar uma rotina que contenha uma instrução FN= *rótulo* (erro SOLVE ACTIVE = SOLVE ATIVO). O SOLVE não pode chamar uma rotina que contenha uma instrução fFN (erro SOLVE (fFN)) da mesma forma que fFN não pode chamar uma rotina que contenha instrução SOLVE (erro f(SOLVE)).

A instrução SOLVE *variável* em um programa utiliza um dos sete retornos de sub-rotinas pendentes na calculadora. (Veja “Sub-rotinas Embutidas” no capítulo 6.)

Para Mais Informações

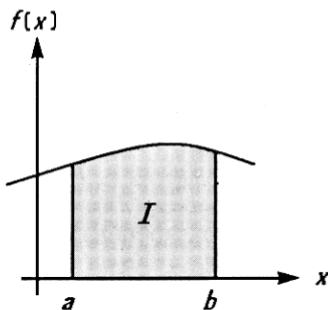
Este capítulo lhe dá instruções para encontrar incógnitas ou raízes em uma ampla gama de aplicações. O apêndice C contém informações mais detalhadas sobre como funciona o algoritmo do SOLVE, como interpretar os resultados, o que acontece quando nenhuma solução é encontrada e condições que podem causar resultados incorretos.

8

Integração Numérica

Muitos problemas em Matemática, Ciências e Engenharia requerem o cálculo da integral definida de uma função. Se a função é representada por $f(x)$ e o intervalo de integração é a a b , a integral pode ser expressa matematicamente como:

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



A quantidade I pode ser interpretada geometricamente como a área de uma região limitada pelo gráfico da função $f(x)$, o eixo x e os limites $x = a$ e $x = b$ (desde que $f(x)$ seja positiva ao longo do intervalo de integração).

A operação JFN integra uma função especificada com respeito à variável especificada.* A função precisa ser definida antecipadamente em um programa rotulado e pode ter mais de uma variável.

* JFN funciona somente com números reais.

Utilizando a Integração (JFN)

Para integrar uma função:

1. entre um programa que defina a função integrando. (Veja "Escrevendo Programas para JFN" na página seguinte.)
2. selecione o programa que define a função a integrar: pressione **SOLVE/J (JFN) rótulo.**
3. entre os limites de integração: digite o *limite inferior* e pressione **ENTER** e, então, digite o *limite superior*.
4. selecione a variável de integração: pressione **SOLVE/J (JFN) variável.**

Isto inicia o cálculo.

Esta operação utiliza muito mais memória do que qualquer outra na calculadora. Se a execução de **(JFN)** causar uma mensagem MEMORY FULL , veja o apêndice B.

Você pode interromper um cálculo de integração em execução, pressionando **C** ou **R/S** . (Entretanto, nenhuma informação estará disponível até que o cálculo termine normalmente.) Para retomar o cálculo, pressione **R/S** .*

Precisão. O formato do visor afeta o nível de precisão admitido para sua função e utilizado para o resultado. A integração é mais precisa, mas toma *muito* mais tempo em **(ALL)** e com maior número de casas decimais em **(FX)**, **(SC)** e **(EN)**. A *incerteza* do resultado fica no registrador Y, empurrando os limites de integração para os registradores T e Z. Para mais informações, veja "Precisão da Integração" à página 131.

Resultados. O registrador X contém a integral, o registrador Y a incerteza, o registrador Z o limite superior e o registrador T o limite inferior. (A variável de integração contém um valor irrelevante.)

* Pressionar **XEQ** , **GTO** ou **(RTN)** cancela a operação JFN. Neste caso, inicie a operação novamente ao invés de retomá-la.

Para Integrar a mesma função com informações diferentes. Salte os dois primeiros passos acima. Se estiver utilizando os mesmos limites de integração, pressione **R** **▼** **R** **▼** para trazê-los de volta aos registradores X e Y. (Se *não* for utilizar os mesmos limites, repita o passo 3.) A seguir execute **[SOLVE/f]** (**JFN**) **variável**. (Para resolver outro problema utilizando uma função *diferente*, inicie novamente com um programa diferente para a função.)

Escrevendo Programas para **JFN**

Para escrever um programa definindo a função integrando:

1. inicie com um rótulo de forma que o programa possa ser chamado por **JFN**.
2. inclua uma instrução INPUT inicial para cada variável, incluindo a variável de integração. (Se houver somente uma variável e uma função, você pode omitir a instrução INPUT.)*
3. entre as instruções para definir a função. Utilize a instrução RCL em qualquer ponto onde o valor de uma variável seja necessário para um cálculo.
4. termine o programa com um RTN. O programa deve terminar com o valor da função no registrador X.

Exemplos Utilizando **JFN**

Exemplo: Função de Bessel. A função de Bessel de primeira espécie de ordem 0 pode ser expressa como:

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

Calcule a função de Bessel para $x=2$ e $x=3$.

* As instruções INPUT são úteis para funções de múltiplas variáveis. Uma vez que INPUT é ignorado para a variável de integração (integrando), você pode escrever *um* programa que contenha instruções INPUT para *todas* as variáveis, que você pode utilizar sem importar-se em especificar qual a variável de integração.

Este programa calcula a função $f(x) = \cos(x \text{ sent})$:

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

Esta seqüência de teclas entra o programa:

Teclas:	Visor:	Descrição:
	PRGM	Inicia a entrada de programa; coloca o ponteiro de programa no topo de memória.
[.] [.]	PRGM TOP	
(LBL) J	J01 LBL J	Entra o programa.
(RD)	J02 RAD	
X	J03 INPUT X	
T	J04 INPUT T	
T	J06 SIN	
X	J08 COS	Nesse ponto, o registrador X conterá o valor da função.
(RTN)	J09 RTN	
		Termina a entrada do programa.

Agora integre essa função com relação a t de zero a π ; $x = 2$.

(FN)	FN= _	Seleciona a rotina J para a função.
J		
0	3.1416	Entra os limites de integração (primeiro o inferior).
((FN))	f FN d _	Especifica T como a variável de integração. Solicita o valor de x.
T	X?valor	

2 [R/S]

 $\int = 0 \dots 7.034$ $x = 2$. Inicia a integração e produz o resultado para $\int_0^{\pi} f(t) dt$.

Para completar o cálculo, lembre-se de multiplicar o valor da integral pela constante ($1/\pi$) fora da integral. (Você poderia também incluir essa multiplicação como parte do programa.)

[] [π] [+]

0.2239

Resultado final para $J_0(2)$.

Agora calcule $J_0(3)$ com os mesmos limites de integração. Você não precisa especificar novamente a função (rotina J), mas você precisa repetir os limites de integração (0, π) uma vez que eles foram empurrados para fora da pilha pela divisão subsequente por π .

0 [ENTER] [] [π]

3.1416

Apresenta o limite superior.

[] [SOLVE/f] < (f FN) T

X?2.0000

Inicia a integração; solicita x.

3 [R/S]

 $\int = -0.8170$ Integral de $f(x)$.

[] [π] [+]

-0.2601

Resultado para $J_0(3)$.

Exemplo: Integral de Sen x/x. Certos programas na teoria de comunicações (por exemplo, a transmissão de pulsos através de redes ideais) requerem o cálculo de uma integral da forma

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

Encontre $Si(2)$.

Digite o programa a seguir para calcular a função $f(x) = (\sin x) / x$.*

- Se a calculadora tentar processar essa função em $x = 0$, o limite inferior da integração, um erro (DIVIDE BY 0) resultará. No entanto, o algoritmo de integral normalmente *não* processa funções em quaisquer dos limites de integração, a menos que os pontos extremos do intervalo de integração estejam extremamente próximos ou o número de pontos amostrados seja muito grande.

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

Agora integre essa função com relação a x (isto é, X) de zero a 2 ($t = 2$).

Teclas:	Visor:	Descrição:
[SOLVE/f] (FN) S		Seleciona a rotina S para a função.
0 [ENTER] 2	2_	Entra os limites de integração (primeiro o inferior).
[SOLVE/f] (JFN) X	$f=1.6054$	Resultado para $S_i(2)$.

Exatidão da Integração

Uma vez que a calculadora não pode calcular o valor de uma integral exatamente, ela a *aproxima*. A precisão dessa aproximação depende da precisão da função integral em si, como calculada pelo seu programa.* Isto é afetado pelos erros de arredondamento na calculadora e pela precisão das constantes empíricas.

* Integrais de funções com certas características, tais como picos ou oscilações muito rápidas, têm a *possibilidade* de serem calculadas sem precisão, mas a probabilidade é muito pequena. As características gerais de funções que podem causar problemas bem como as técnicas para tratá-las são discutidas no apêndice D.

Especificando a Exatidão

A especificação do formato do visor determina a *precisão* do cálculo de integração: quanto maior for o número de dígitos apresentados, maior a precisão da integral calculada (e maior o tempo necessário para calculá-la). Quanto menor o número de dígitos apresentados, tanto mais rápido o cálculo, mas a calculadora irá presumir que a função é precisa somente até o número de dígitos especificados no formato do visor.

Para especificar a *precisão* da integração, estabeleça o formato do visor de forma que ele mostre *não mais do que* o número de dígitos que você considera preciso nos valores do *integrando*. Esse mesmo nível de exatidão e precisão será refletido no resultado da integração.

Interpretando a Exatidão

Após calcular a integral, a calculadora coloca a *incerteza* estimada do resultado da integral no registrador Y. Pressione $\boxed{x \leq y}$ para ver o valor da incerteza.

Por exemplo, se a integral $\text{Si}(2)$ é $1,6054 \pm 0,0001$, então, 0,0001 é sua incerteza.

Exemplo: Especificando a Precisão. Com o formato do visor em SCI2, calcule a integral da expressão para $\text{Si}(2)$ (do exemplo anterior).

Teclas:	Visor:	Descrição:
DISP (SC) 2	1.61E0	Estabelece a notação científica com duas casas decimais, especificando que a função é precisa até duas casas decimais.
0 ENTER 2	2_-	Limites da integração.
SOLVE/f (FN) S	2.00E0	Seleciona a rotina S para a função.
SOLVE/f (fFN) X	f=1.61E0	A integral é aproximada para duas casas decimais.

x≤y

1.00E-3

A incerteza da aproximação da integral.

A integral é $1,61 \pm 0,00100$. Uma vez que a incerteza não afeta a aproximação até a sua terceira casa decimal, você pode considerar todos os dígitos apresentados nessa aproximação como sendo exatos.

Se a incerteza de uma aproximação é maior do que aquela que você deseja tolerar, você pode aumentar o número de dígitos no formato do visor e repetir a integração (desde que $f(x)$ ainda seja calculada exatamente para o número de dígitos mostrado no visor). Em geral, a incerteza de um cálculo de integração diminui por um fator de 10 a cada dígito adicional especificado no formato do visor.

Exemplo: Alterando a Precisão. Para a integral de $\text{Si}(2)$ que acabamos de calcular, especifique que o resultado seja preciso até quatro casas decimais ao invés de duas.

Teclas:	Visor:	Descrição:
[DISP] (SC) 4	1.0000E-3	Especifica a precisão até quatro casas decimais. A incerteza do último exemplo está ainda no visor.
R ↓ R ↓	2.0000E0	Rola os limites de integração dos registradores Z e T para os registradores X e Y.
[SOLVE/] (f(FN) X	$\int=1.6054E0$	Resultado.
x≤y	1.0000E-5	Note que a incerteza é cerca de 1/100 do valor da incerteza do resultado calculado anteriormente com o formato do visor sendo SCI 2.
[DISP] (FX) 4		Restabelece o formato FIX 4.

Essa incerteza indica que o resultado *poderia* estar correto até somente quatro casas decimais. Na realidade, esse resultado é preciso até *sete* casas decimais quando comparado com o valor real dessa integral. Uma vez que a incerteza de um resultado é calculado de forma conservadora, a *aproximação da calculadora na maioria dos casos é mais precisa do que a incerteza indica*.

Para mais informação, veja o apêndice D.

Utilizando a Integração em um Programa

A integração pode ser executada em um programa. Lembre-se de incluir ou solicitar os limites de integração antes de executá-la e lembre-se de que a precisão e o tempo de execução são controlados pelo formato do visor, no momento em que o programa for executado. As duas instruções de integração aparecem no programa como:

$\text{FN} = \text{rótulo}$
 $\int \text{FN} \text{ d } \text{variável}$

Rotulando as Saídas. A instrução $\int \text{FN}$ programada não produz uma saída rotulada no visor ($\int = \text{valor}$), uma vez que esse resultado pode não ser significativo para o seu programa (você pode desejar efetuar outros cálculos com esse número). Se você *deseja* que este resultado seja apresentado no visor, adicione uma instrução PSE ($\boxed{\text{P}} \boxed{\text{LBL/RTN}} \langle \text{PSE} \rangle$) ou STOP ($\boxed{\text{R/S}}$) para apresentar o resultado no registrador X após a instrução $\int \text{FN}$.

Exemplo: Distribuição Normal. O programa “Distribuição Normal e Normal Inversa” à página 215, na parte 4, inclui uma integração da equação da função de densidade normal,

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

Esta função é definida na rotina F:

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

Outras rotinas solicitam os valores conhecidos e efetuam os outros cálculos para calcular $Q(D)$, a área do segmento superior de uma curva normal. A integração em si é preparada e executada a partir da rotina Q:

Q01 LBL Q	
Q02 RCL M	Recupera o limite inferior de integração.
Q03 RCL X	Recupera o limite superior de integração. (X = D.)
Q04 FN= F	Especifica a função definida por LBL F para a integração.
Q05 ∫FN d D	Integra a função normal na variável D.
⋮	

Limitações. A instrução $\int FN$ *variável* não pode chamar uma rotina que contenha outra instrução $\int FN$; isto é, ela não pode ser utilizada recursivamente, de forma que você não pode calcular integrais múltiplas (erro $\int(FN)$). $\int FN$ também não pode chamar uma rotina que contenha uma instrução $FN= rótulo$ (erro $\int F ACTIVE$). A instrução $\int FN$ não pode chamar uma rotina que contenha uma instrução $SOLVE$ (erro $\int(SOLVE)$) da mesma forma que $SOLVE$ não pode chamar uma rotina que contenha uma instrução de integração (erro $SOLVE(\int FN)$).

A instrução $\int FN d$ *variável* em um programa utiliza um dos sete retornos (returns) de sub-rotinas pendentes na calculadora. (Veja “Sub-rotinas Embutidas” no capítulo 6).

Para Mais Informações

Este capítulo lhe fornece instruções para utilizar a integração na HP-32S em uma ampla gama de aplicações. O apêndice D contém informações mais detalhadas sobre como o algoritmo para integração funciona, as condições que poderiam causar resultados incorretos, as condições que prolongam o tempo de cálculo e a obtenção da aproximação corrente para uma integral.

Operações com Números Complexos

A HP-32S pode utilizar números complexos na forma

$$x + iy.$$

Elá possui operações para aritmética com números complexos (+, -, ×, ÷), trigonometria com números complexos (sen, cos, tg) e as funções matemáticas $-z$, $1/z$, $z_1^{z_2}$, $\ln z$ e e^z (onde z_1 e z_2 são números complexos).

Números complexos na HP-32S são manipulados entrando-se cada parte (imaginária e real) do número como uma entrada separada. Para entrar dois números complexos, você entra quatro números separados. Para efetuar uma operação complexa, pressione **[CMPLX]** antes do operador. Por exemplo, para efetuar

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

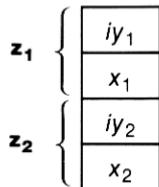
pressione 4 **[ENTER]** 2 **[ENTER]** 5 **[ENTER]** 3 **[CMPLX]** **+** . O resultado é $5 + i9$. (Pressione **[x≤y]** para ver a parte imaginária.)

A Pilha Complexa

A pilha complexa é na realidade a pilha de memória regular dividida entre dois registradores duplos para conter dois números complexos, $z_{1x} + iz_{1y}$ e $z_{2x} + iz_{2y}$:

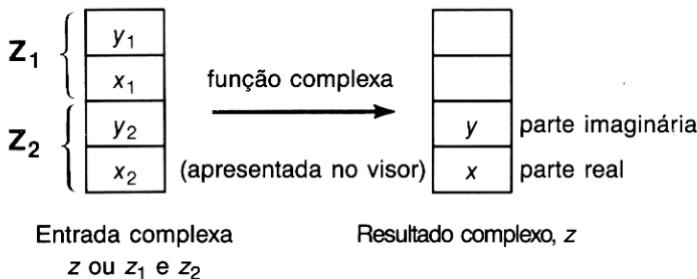


Pilha Real



Pilha Complexa

Uma vez que as partes real e imaginária de um número complexo são entradas e armazenadas separadamente, você pode facilmente trabalhar com uma ou outra parte (ou alterá-las) independentemente.



Sempre entre a parte imaginária (a parte y) de um número primeiro. A parte real do resultado (z_x) é apresentada; pressione $[x \leq y]$ para ver a parte imaginária (z_y).

Operações Complexas

Utilize as operações complexas como você faz com as operações reais, mas preceda o operador com **CMPLX**.

Para executar uma operação com um número complexo:

- entre o número complexo z , composto de $x + iy$, digitando y **ENTER** x .
- selecione a função complexa:

Funções para um Número Complexo, z

Para Calcular:	Pressione:
Troca sinal, $-z$	CMPLX +/-
Inversa, $1/z$	CMPLX 1/x
Logaritmo natural, $\ln z$	CMPLX LN
Antilogaritmo natural, e^z	CMPLX e^X
Sen z	CMPLX SIN
Cos z	CMPLX COS
Tg z	CMPLX TAN

Para efetuar uma operação aritmética com dois números complexos:

- entre o primeiro número complexo z_1 (composto de $x_1 + iy_1$), digitando y_1 **ENTER** x_1 **ENTER** (para $z_1^{z_2}$, digite primeiro a parte referente à base, z_1 .)
- entre o segundo número complexo, z_2 , digitando y_2 **ENTER** x_2 . (Para $z_1^{z_2}$, digite o expoente, z_2 , em segundo lugar.)
- selecione a operação aritmética.

Cálculos Aritméticos com Dois Números Complexos, z_1 e z_2

Para Calcular:	Pressione:
Adição, $z_1 + z_2$	[CMPLX] [+]
Subtração, $z_1 - z_2$	[CMPLX] [-]
Multiplicação, $z_1 \times z_2$	[CMPLX] [x]
Divisão, $z_1 \div z_2$	[CMPLX] [/]
Função de Potência, $z_1^{z_2}$	[CMPLX] [y^x]

Exemplo. Abaixo estão alguns exemplos de trigonometria e cálculos aritméticos com números complexos:

Calcule $\sin(2 + i3)$.

Teclas:	Visor:	Descrição:
3 [ENTER] 2 [CMPLX] [SIN]	9.1545	Parte real do resultado.
[$x \leq y$]	-4.1689	O resultado é $9,1545 - i4,1689$.

Calcule a expressão

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

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

Uma vez que a pilha pode manter somente dois números complexos de cada vez, execute o cálculo como

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

Teclas:	Visor:	Descrição:
1 [ENTER] 2 [+/-] [ENTER] 3 [+/-] [ENTER] 4 [CMPLX] +	2.0000	Adiciona $z_2 + z_3$; apresenta a parte real.
[CMPLX] 1/x	0.2500	$1 \div (z_2 + z_3)$.
13 [ENTER] 23 [CMPLX] x	2.5000	$z_1 \div (z_2 + z_3)$.
x≤y	9.0000	O resultado é $2,5 + i9$.

Calcule $(4 - i2/5)(3 - i2/3)$. Não utilize operações complexas quando estiver calculando somente uma parte de um número complexo.

Teclas:	Visor:	Descrição:
2 [ENTER] 5 [+/-]	-0.4000	Calcula a parte imaginária utilizando operações reais.
4 [ENTER]	4.0000	Entra a parte real do primeiro número complexo.
2 [ENTER] 3 [+/-]	-0.6667	Calcula a parte imaginária do segundo número complexo.
3 [CMPLX] x	11.7333	Completa a entrada do segundo número e a seguir multiplica os dois números complexos.
x≤y	-3.8667	O resultado é $11.7333 - i3,8667$.

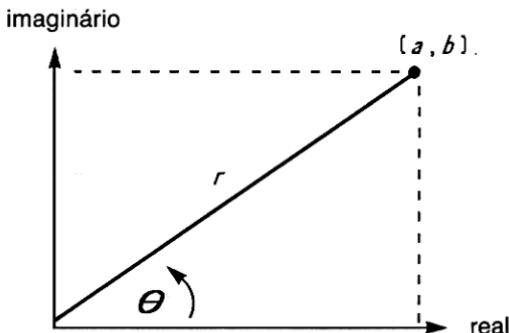
Calcule $e^{z^{-2}}$, onde $z = (1 + i)$. Utilize [CMPLX] y^x para calcular z^{-2} ; entre -2 como $-2 + i0$.

Teclas:	Visor:	Descrição:
1 [ENTER] 1 [ENTER] 0 [ENTER] 2 [+/-] [CMPLX] [y ^x]	0.0000	Resultado intermediário de $(1 + i)^{-2}$
[CMPLX] [e ^x]	0.8776	Parte real do resultado final.
[y ^x]	-0.4794	O resultado final é 0,8776 – i0,4794.

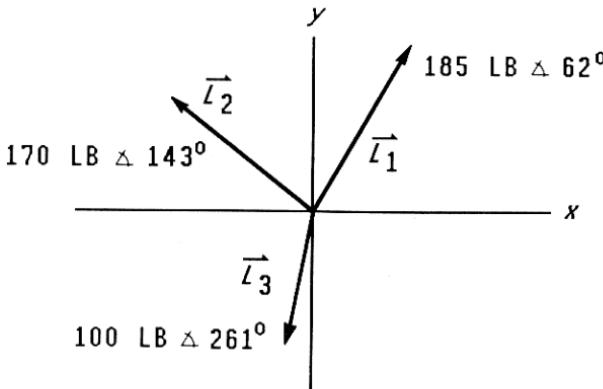
Utilizando Números em Notação Polar

Muitos aplicativos utilizam números reais em forma *polar* ou em notação de *fasores*. Estas formas utilizam pares de números, da mesma forma que números complexos, assim você pode efetuar aritmética com eles utilizando as operações complexas. Uma vez que as operações complexas da HP-32S operam em números em formas *retangular*, converta a forma de polar em retangular (utilizando [P \leftrightarrow RECT]) antes de executar a operação complexa. A seguir converta o resultado de volta em forma polar.

$$a + ib = r(\cos \theta + i \sin \theta) = re^{i\theta} \\ = r \angle \theta \text{ Forma polar ou fator}$$



Exemplo: Adição de Vetores. Adicione as três cargas seguintes. Você necessitará converter as coordenadas de polares em coordenadas retangulares.



Teclas:	Visor:	Descrição:
[MODES] (DG)		Estabelece o modo Graus.
62 [ENTER] 185 [P→RECT] (θ,r→y,x) 86.8522		Entra L₁ e converte-o em forma retangular.
143 [ENTER] 170 [P→RECT] (θ,r→y,x) -135.7680		Entra e converte L₂ .
[CMPLX] +	-48.9158	Adiciona os vetores.
261 [ENTER] 100 [P→RECT] (θ,r→y,x) -15.6434		Entra e converte L₃ .
[CMPLX] +	-64.5592	Adiciona L₁ + L₂ + L₃ .
[P→RECT] (x,y→θ,r) 178.9372		Converte o vetor de volta em forma polar; apresenta no visor r .
[x≤y]	11.1489	Apresenta θ .

10

Aritmética em Bases Diferentes e Conversões de Base

O menu BASE (■ [BASE]) permite que você altere a base de números utilizada para entrar-se números e outras operações (incluindo programação). Alterar as bases também converte um número *apresentado* para a nova base.

O Menu BASE

Rótulo do Menu	Descrição
(DEC)	<i>Modo Decimal.</i> Não há anúncio. Converte números para base 10. Os números têm parte inteira e fracionária.
(HX)	<i>Modo Hexadecimal.</i> O anúncio HEX ligado. Converte números para a base 16; utiliza somente inteiros. A linha superior de teclas se torna os dígitos de [A] até [F].
(OC)	<i>Modo Octal.</i> O anúncio OCT ligado. Converte números para a base 8; utiliza somente inteiros. As teclas [8], [9] e as teclas não prefixadas da parte superior do teclado são desativadas.
(BN)	<i>Modo Binário.</i> O anúncio BIN ligado. Converte números para a base 2; utiliza somente inteiros. Teclas e dígitos exceto [0] e [1] e as teclas da parte superior do teclado não prefixadas são desativadas. Se um número tem mais de 12 dígitos, as teclas superiores externas do teclado ([\sqrt{x}] e [$\Sigma+$]) são ativas para ver-se janelas. (Veja “Janelas para Números Binários Longos” neste capítulo.)

Exemplos: Convertendo a Base de um Número. A seqüência de teclas a seguir efetua várias conversões de base.

Converta 125,99₁₀ em números nas bases hexadecimal, octal e binária.

Teclas:	Visor:	Descrição:
125.99 [BASE] (HX)		70 Converte somente a parte inteira (125) do número decimal na base 16 e apresenta este valor.
[BASE] (OC)	175	Base 8.
[BASE] (BN)	1111101	Base 2.
[BASE] (DEC)	125.99900	Restabelece a base 10; o valor decimal original foi preservado, incluindo sua parte fracionária.
[BASE] (HX) 24FF	24FF_	Utilize a tecla [Σ+] para digitar "F".
[BASE] (BN)	010011111111	O número binário não cabe inteiro no visor. O anúncio ← indica que o número continua à esquerda; o anúncio ↓ aponta para [√x] .
[√x]	10	Apresenta o restante do número. O número completo é 10010011111112.
[Σ+]	010011111111	Apresenta os primeiros 12 dígitos novamente.
[BASE] (DEC)	9,471.0000	De volta à base 10.

Aritmética nas Bases 2, 8 e 16

Você pode efetuar operações aritméticas utilizando $[+]$, $[-]$, \times e \div em qualquer base.* Aritmética nas bases 2, 8 e 16 é na forma de complemento de 2 e utiliza inteiros somente:

- se o número tem uma parte fracionária, somente a parte inteira é utilizada para cálculo aritmético.
- o resultado de uma operação é sempre um inteiro (qualquer parte fracionária é truncada).

Enquanto as conversões alteram somente o número apresentado e não o número no registrador X, *aritmética altera* o número no registrador X.

Se o resultado de uma operação não pode ser representado em 36 bits, o visor apresenta OVERFLOW (MUITO GRANDE) e, a seguir, o maior número positivo ou negativo possível.

Exemplos. Abaixo seguem alguns exemplos de cálculos aritméticos nos modos Hexadecimal, Octal e Binário:

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

Teclas:

Visor:

Descrição:

■ **BASE** (HX)

Estabelece a base 16; o anúncio **HEX** é ligado.

12F **ENTER** E9A **+**

F09 Resultado.

* As únicas teclas de função que são realmente desativadas fora do modo Decimal são \sqrt{x} , e^x , \ln , y^x , $1/x$, $\Sigma+$. Entretanto, você deve entender que a maioria das operações além das aritméticas não irá produzir resultados significativos uma vez que as partes fracionárias dos números são truncadas.

$$7760_8 - 4326_8 = ?$$

<input checked="" type="checkbox"/> BASE (OC)	7711	Estabelece a base 8; o anúncio OCT é ligado. Converte os números apresentados em base octal.
7760 <input type="button" value="ENTER"/> 4326 <input type="button" value="-"/>	3432	Resultado.
	100 ₈ ÷ 5 ₈ = ?	
100 <input type="button" value="ENTER"/> 5 <input type="button" value="+"/>	14	Parte inteira do resultado.
	5A0 ₁₆ + 1001100 ₂ = ?	
<input checked="" type="checkbox"/> BASE (HX) 5A0	5A0_	Estabelece a base 16; o anúncio HEX é ligado.
<input checked="" type="checkbox"/> BASE (BN) 1001100	1001100_	Altera para a base 2; o anúncio BIN é ligado. Isto termina a entrada dos dígitos, assim não é necessário <input type="button" value="ENTER"/> entre os números.
<input type="button" value="+"/>	10111101100	Resultado na base binária.
<input checked="" type="checkbox"/> BASE (HX)	SEC	Resultado na base hexadecimal.
<input checked="" type="checkbox"/> BASE (DC)	1,516.0000	Restabelece a base decimal.

A Representação de Números

Embora a *apresentação no visor* de um número seja convertida quando a base é alterada, a sua forma armazenada não é modificada, de forma que números decimais não são truncados—até que eles sejam utilizados em cálculos aritméticos.

Quando um número é apresentado na base hexadecimal, octal ou binária, ele é mostrado como um inteiro alinhado à direita com até 36 bits (12 dígitos octais ou 9 hexadecimais). Zeros à esquerda não são apresentados, mas eles são importantes porque indicam número positivo. Por exemplo, a representação binária de 125_{10} é apresentada como:

1111101

que é o mesmo que estes 36 dígitos:

000000000000000000000000000000001111101

Números Negativos

O bit mais à esquerda (o mais significativo ou “maior”) da representação de um número binário é o bit de sinal; ele está ativo (1) para números negativos. Se existem zeros à esquerda (não apresentados), então o bit de sinal é 0 (positivo). Um número negativo é o complemento de 2 do seu positivo binário.

Teclas:	Visor:	Descrição:
546 BASE (HX)	222	Entra um número positivo, decimal; a seguir converte-o em hexadecimal.
BASE (BN)	FFFFFFFFFFDE	Complemento de 2 (sinal alterado).
BASE (DEC)	1101111011110	Versão binária; ← indica mais dígitos.
	111111111111	Apresenta a janela mais à esquerda; o número é negativo uma vez que o bit mais significativo é 1.
	-546.0000	Número decimal negativo.

Intervalo de Números

O tamanho de palavra de 36 bits determina o intervalo de números que pode ser representado na base hexadecimal (9 dígitos), octal (12 dígitos) e binária (36 dígitos) e o intervalo de números decimais (11 dígitos) que podem ser convertidos nestas outras bases.

Intervalos de Números para Conversões de Base

Base	Inteiro Positivo de Maior Magnitude	Inteiro Negativo de Maior Magnitude
Hexadecimal	7FFFFFFF	800000000
Octal	377777777777	400000000000
Binário	0111111111111111 1111111111111111	10000000000000000000 00000000000000000000
Decimal	34.359.738.367	-34.359.738.368

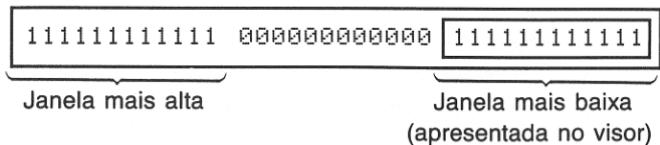
Quando você digita números, a calculadora não aceita mais do que o número máximo de dígitos para cada base. Por exemplo, se você tentar digitar um número hexadecimal de 10 dígitos, a entrada de dígitos é interrompida e o anúncio  aparece.

Se um número entrado na base decimal está fora do intervalo dado acima, ele produz a mensagem **TOO BIG** (MUITO GRANDE) em outras bases. Qualquer operação utilizando **TOO BIG** causa uma condição de número muito grande (overflow), a qual substitui o número muito grande pelo maior número positivo ou negativo possível de ser representado.

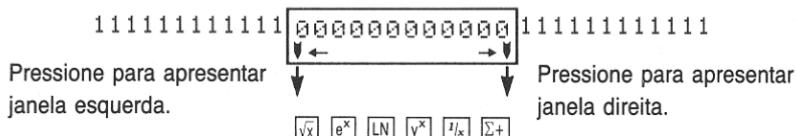
Janelas para os Números Binários Longos

O número binário mais longo pode ter 36 dígitos—três vezes mais dígitos do que cabe no visor. Cada apresentação no visor de 12 dígitos de um número longo é denominada uma *janela*.

Número de 36 bits



Quando um número binário tem mais de 12 dígitos, o anúncio \leftarrow ou \rightarrow (ou ambos) aparece, indicando em qual direção os dígitos adicionais estão. Pressione a tecla indicada ($\boxed{\sqrt{x}}$ ou $\boxed{\Sigma+}$) para ver a janela que não está visível.



Mostrando os Números Parcialmente Escondidos

As funções **VIEW** e **INPUT** funcionam com números não decimais da mesma forma que com números decimais. Entretanto, se o número completo, octal ou binário, não cabe no visor, os dígitos *mais à esquerda* são substituídos com reticências (...). Pressione **SHOW** para ver os dígitos escondidos pelos rótulos $\wedge=...$ ou $\wedge^=...$.

Teclas:	Visor:	Descrição:
BASE (OC) 123456712345	23456712345_	Entra um número octal grande.
STO A	123456712345	

 **VIEW**

A=...456712345

Elimina os três dígitos mais à esquerda.

 **SHOW** (mantenha pressionada)

123456712345

Mostra todos os dígitos.

Programando com BASE

Você pode programar instruções para alterar o modo da base utilizando  **BASE**. Essas mudanças funcionam em programas da mesma forma que as funções utilizadas do teclado. Isto permite que você escreva programas que aceitem números em quaisquer das quatro bases, efetuem cálculos aritméticos e apresentem os resultados em qualquer base.

Quando estiver escrevendo programas que utilizem números em uma base diferente de 10, estabeleça-a tanto como *a base corrente* para a calculadora e *no programa* (como uma instrução).

Selecionando um Modo de Base em um Programa

Insira uma instrução BIN, OCT ou HEX no início do programa. Você deve incluir uma instrução DEC ao fim do programa de forma que a calculadora reverta para base decimal quando o programa terminar.

Uma instrução em um programa para alterar o modo de base determinará como a entrada é interpretada e a aparência da saída *durante e após a execução do programa*, mas *não* afeta as linhas de programa à medida que você as entra.

As operações SOLVE e ∫FN automaticamente estabelecem modo DEC.

Números Entrados em Linhas de Programa

Antes de iniciar a entrada de programa, estabeleça o modo de base. A base corrente determinará a base dos números que são entrados em linhas de programas. A apresentação desses números é alterada quando você altera a base.

O número de linhas de programa sempre aparece na base 10.

Um anúncio lhe diz qual base está correntemente estabelecida. Por exemplo, compare as linhas de programa abaixo nas colunas da esquerda e direita. Note que o número hexadecimal, tal como todos os números não decimais, está alinhado à direita.

Modo decimal estabelecido Modo hexadecimal estabelecido

PRGM	PRGM	HEX
A09 HEX	A09 HEX	←
PRGM	PRGM	HEX
A10 23	A10	←
⋮	⋮	17

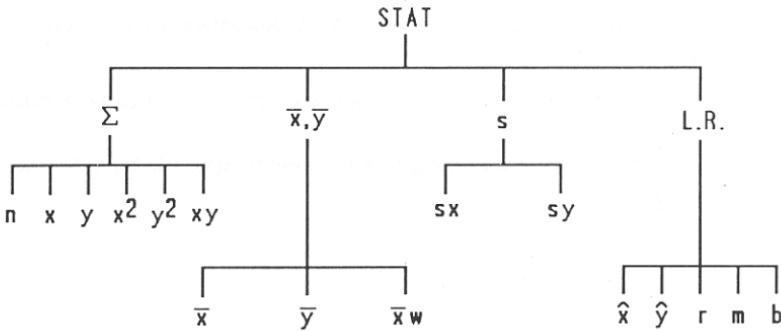
Números de linha de programa
são sempre decimais.

Modo da base corrente estabelecida.

Operações Estatísticas

O menu STAT (*estatística*) fornece funções para analisar estatisticamente um conjunto de dados com uma ou duas variáveis.

- Dados com uma variável: média e desvio-padrão.
- Dados com duas variáveis (x, y): regressão linear e estimativa linear (\hat{x} e \hat{y}).
- Média ponderada (x ponderado por y).
- Estatística com somatório: $n, \Sigma x, \Sigma y, \Sigma x^2, \Sigma y^2$ e Σxy .



Entrando Dados Estatísticos ($\boxed{\Sigma+}$, $\boxed{\Sigma-}$)

Dados estatísticos com uma ou duas variáveis são entrados de maneira semelhante. Os valores dos dados são acumulados com somatórios estatísticos em seis *registradores estatísticos*, cujos valores são apresentados no visor por $\boxed{\text{STAT}} (\Sigma)$.

Entrando Dados para uma Variável

1. Pressione  **CLEAR** (Σ) para apagar dados estatísticos anteriores.
2. Digite cada valor x e pressione **$\Sigma+$** .
3. O visor apresenta n , o número de valores estatísticos acumulados até o momento.*

Para recuperar um valor para o visor, imediatamente após ele ter sido entrado, pressione  **LAST x** .

Entrando Dados para Duas Variáveis

Quando seus dados consistem de duas variáveis, x é a *variável independente* e y é a *variável dependente*. Lembre-se de entrar um par (x, y) em ordem inversa de forma que y fique no registrador Y e x no registrador X.

1. Pressione  **CLEAR** (Σ) para apagar os dados estatísticos anteriores.
2. Digite *primeiro* o valor y e pressione **ENTER**.
3. Digite o valor x correspondente e pressione **$\Sigma+$** .
4. O visor apresenta n , o número de pares de dados estatísticos acumulados até o momento.
5. Continue entrando os pares x,y . O valor n é atualizado a cada entrada.

Para recuperar um valor x para o visor, imediatamente após ele ter sido entrado, pressione  **LAST x** .

* Este procedimento na realidade entra duas variáveis nos registradores estatísticos porque o valor que já está no registrador Y é acumulado como valor y . Por esta razão, a calculadora executará uma regressão linear e mostrar-lhe-á valores baseados em y mesmo que você tenha entrado somente x — mesmo que você tenha entrado um número desigual de valores x e y . Não ocorre erro, mas obviamente os resultados não têm significado.

Corrigindo Erros na Entrada de Dados

Se você cometer um erro durante a entrada de dados estatísticos, elimine os dados incorretos e adicione os dados corretos. Mesmo que somente uma variável do par x, y estiver incorreta, você precisa eliminar e, então, reentrar ambos os valores.

Para corrigir dados estatísticos:

1. reentre os dados incorretos, mas ao invés de pressionar $\Sigma+$, pressione $\Sigma-$. Isto elimina o(s) valor(es) e decrementa n .
2. entre o(s) valor(es) correto(s) utilizando $\Sigma+$.

Se os valores incorretos forem os que você acabou de entrar, simplesmente, pressione LASTx para recuperá-los, a seguir $\Sigma-$ para eliminá-los. (O valor y incorreto ainda estava no registrador Y e seu valor x foi recuperado do registrador LASTx.)

Exemplo. Digite os valores x, y à esquerda e, então, efetue as correções mostradas à direita.

x, y Iniciais	x, y Corrigidos
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Teclas:	Visor:	Descrição:
$\text{CLEAR } (\Sigma)$		Apaga dados estatísticos anteriores e, a seguir, entra dois pares de dados. O visor apresenta n , o número de pares de dados entrados.
4 ENTER 20 $\Sigma+$	1.0000	
6 ENTER 400 $\Sigma+$	2.0000	
LASTx	400.0000	Traz de volta o último valor x . O último valor y ainda está no registrador Y. (Pressione $x \leq y$ duas vezes para verificar y .)
$\Sigma-$	1.0000	Elimina e substitui o último par de dados (400, 6 por 40, 6).
6 ENTER 40 $\Sigma+$	2.0000	

4 [ENTER] 20 [Σ-] 1.0000
 5 [ENTER] 20 [Σ+] 2.0000

Elimina e substitui o primeiro par, (20, 4 por 20, 5). O total ainda de dois pares.

Cálculos Estatísticos

Uma vez que você entrou seus dados estatísticos, pode utilizar as funções no menu STAT. Pressione [STAT] para apresentar o menu STAT.

O menu STAT

Rótulo do Menu	Descrição
(Σ)	O menu somatório: n , Σx , Σy , Σx^2 , Σy^2 , Σxy . Veja “Estatísticas com Somatórios.”
(\bar{x} , \bar{y})	O menu média: \bar{x} , \bar{y} e \bar{x} ponderado ($\bar{x}w$). Veja “Média e Desvio-Padrão.”
(s)	O menu do desvio-padrão: s_x e s_y . Veja “Média e Desvio-Padrão.”
(L.R.)	O menu regressão linear: ajuste de curvas (r , m , b) e estimativa linear (\hat{x} , \hat{y}). Veja “Regressão Linear.”)

Média e Desvio-Padrão

O Menu Média (\bar{x} , \bar{y}).

- Pressione [STAT] (\bar{x} , \bar{y}) (\bar{x}) para a média aritmética dos valores x .
- Pressione [STAT] (\bar{x} , \bar{y}) (\bar{y}) para a média aritmética dos valores y .

- Pressione **[CLEAR]** **[STAT]** (\bar{x}, \bar{y}) ($\bar{x}w$) para a média ponderada dos valores x utilizando os valores y como pesos ou freqüências. Os pesos podem ser inteiros ou não inteiros.

O Menu Desvio-Padrão. O desvio-padrão é uma medida da dispersão dos dados em torno da média.

- Pressione **[CLEAR]** **[STAT]** (s) (s_x) para o desvio-padrão dos dados x .*
- Pressione **[CLEAR]** **[STAT]** (s) (s_y) para o desvio-padrão dos valores y .*

Exemplo: Média e Desvio-Padrão com Uma Variável. Uma supervisora de produção deseja determinar quanto tempo leva um determinado processo. Ela toma ao acaso dez pessoas, observa cada uma à medida que ela executa o processo e registra o número de minutos necessários:

$$\begin{array}{ccc} 15,5 & 9,25 & 10,0 \\ 12,5 & 12,0 & 8,5 \end{array}$$

Calcule a média e o desvio-padrão dos tempos. (Trate todos esses dados como valores x .)

Teclas:	Visor:	Descrição:
[CLEAR] (Σ)		Apaga os registradores estatísticos.
15.5 [Σ+]	1.0000	Entra o primeiro tempo.
9.25 [Σ+] 10 [Σ+]	3.0000	Entra os dados restantes.
12.5 [Σ+] 12 [Σ+]	5.0000	
8.5 [Σ+]	6.0000	
[STAT] (\bar{x}, \bar{y}) (\bar{x})	11.2917	Calcula a média.

- Esse passo calcula o *desvio-padrão da amostra* (utilizando $n - 1$ como um divisor), que admite que os dados são uma amostra de um conjunto maior e mais completo de dados. Se seus dados constituem a população inteira dos dados, o *desvio-padrão verdadeiro da população* pode ser encontrado calculando-se a média dos dados originais, adicionando-se a média aos dados estatísticos utilizando **[Σ+]** e, então, calculando-se o desvio-padrão.

[STAT] (s) (sx) 2.5808

Calcula o desvio-padrão.

Exemplo: Média Ponderada. Um fabricante adquire uma certa peça quatro vezes por ano. As compras do último ano foram:

Preço por peça (x)	\$4,25	\$4,60	\$4,70	\$4,10
Número de peças (y)	250	800	900	1000

Encontre o preço médio pago por essa peça. Lembre-se de entrar y , o peso (frequência), antes de x , o preço.

Teclas:

Visor:

Descrição:

[CLEAR] (Σ)

Apaga os registradores estatísticos.

250	[ENTER]	4.25	[$\Sigma+$]	1.0000
800	[ENTER]	4.6	[$\Sigma+$]	2.0000
900	[ENTER]	4.7	[$\Sigma+$]	3.0000
1000	[ENTER]	4.1	[$\Sigma+$]	4.0000

Entra os dados e seus pesos.

[STAT] (\bar{x}, \bar{y}) ($\bar{x}w$) 4.4314

Calcula o preço médio ponderado para a quantidade adquirida.

Regressão Linear

A regressão linear (também chamada *estimativa linear*) é um método estatístico para encontrar-se uma linha reta que melhor se ajuste a um conjunto de dados x, y . Assegure-se de entrar os seus dados antes de utilizar estas funções.

- Para encontrar um valor x (ou y) estimado, *primeiro* digite um valor hipotético para y (ou x) e, *então*, pressione **[STAT] (L.R.) (\hat{x})** (ou **(\hat{y})**).
- Para encontrar os valores que definem a reta que melhor se ajuste a seus dados, pressione **[STAT] (L.R.)** seguido por **(r)**, **(m)**, ou **(b)**.

O Menu Regressão Linear (L.R.)

Rótulo do Menu	Descrição
(\hat{x})	Estima (prevê) x para um dado valor hipotético de y , baseado na reta calculada para ajustar os dados.
(\hat{y})	Estima (prevê) y para um dado valor hipotético de x , baseado na reta calculada para ajustar os dados.
(r)	Coeficiente de correlação para os dados (x,y). O coeficiente de correlação é um número no intervalo de -1 a +1 que mede quão bem a reta calculada ajusta os dados.
(m)	Inclinação da reta calculada.
(b)	Coeficiente linear da reta.

Exemplo: Ajuste de Curvas. O rendimento da safra de uma variedade de arroz depende de sua taxa de fertilização com nitrogênio. Para os dados a seguir, determine a relação linear: coeficiente de correlação, a inclinação e o coeficiente linear.

X, Nitrogênio Aplicado (kg por hectare) 0,00 20,00 40,00 60,00 80,00

Y, Quantidade colhida (toneladas por hectare) 4,63 5,78 6,61 7,21 7,78

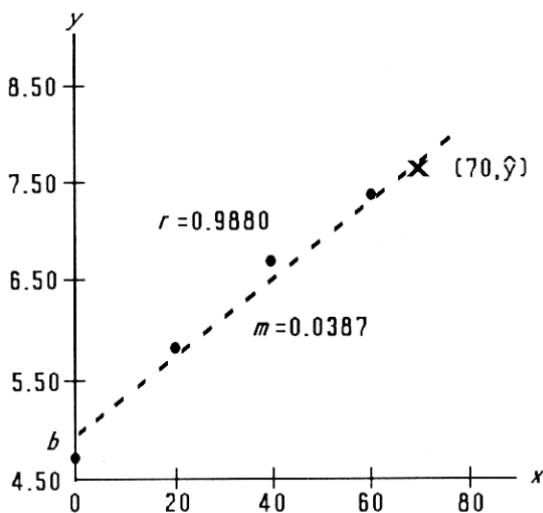
Teclas:	Visor:	Descrição:
[CLEAR] (Σ)		Apaga quaisquer dados estatísticos anteriores.
4.63 ENTER 0 $\Sigma+$		Entra os dados; apresenta $n=5$ pares de dados entrados.
5.78 ENTER 20 $\Sigma+$		
6.61 ENTER 40 $\Sigma+$		
7.21 ENTER 60 $\Sigma+$		
7.78 ENTER 80 $\Sigma+$	5.0000	
[STAT] (L.R.)	\hat{x} \hat{y} r m b	Apresenta o menu para regressão linear.
(r)	0.9880	Coeficiente de correlação; os dados estão muito próximos de uma reta.

[STAT] (L.R.) (m) 0.0387

Inclinação da reta.

[STAT] (L.R.) (b) 4.8560

Coeficiente linear.



E se 70 kg de fertilizante com nitrogênio fossem aplicados ao arroz? Efetue a previsão do rendimento de grãos baseado nas estatísticas acima.

Teclas:

70

Visor:

70.

Descrição:

Entra o valor hipotético de x.

[STAT] (L.R.) (\hat{y}) 7.5615

O rendimento previsto em toneladas por hectare.

Limitações na Precisão dos Dados

Uma vez que a calculadora utiliza uma precisão finita (12 a 15 dígitos), é evidente que existem limitações a cálculos devido a arredondamento. Eis aqui dois exemplos:

Normalizando Números Grandes e Próximos. A calculadora poderia não conseguir calcular corretamente o desvio-padrão e a regressão linear para uma variável cujos valores dos dados diferissem por um valor relativamente pequeno. Para evitar isso, normalize os dados entrando cada valor como uma diferença de um valor central (tal como a média). Para valores x normalizados, essa diferença deve então ser adicionada ao cálculo de \bar{x} e \hat{x} , e \bar{y} e b também precisam ser ajustados. Por exemplo, se os valores x fossem 7776999, 7777000 e 7777001 você deveria entrar os dados como $-1, 0$ e 1 ; a seguir adicionar 7777000 a \bar{x} e \hat{x} . Para b , adicione $7777000 \times m$. Para calcular \hat{y} , assegure-se de fornecer um valor x que seja inferior a 7777000.

Se os valores x e y têm ordens de grandeza muito diferentes, podem resultar imprecisões similares. Novamente, ajustando a escala dos dados esse problema pode evitado.

Efeito de Dados Eliminados. A execução de $\blacksquare \Sigma -$ não elimina quaisquer erros de arredondamento que possam ter sido gerados nos registradores estatísticos pelos valores originais dos dados. Esta diferença não é séria a menos que os dados incorretos tenham uma ordem de grandeza muito grande comparada aos dados corretos; nesse caso, seria prudente apagar e reentrar todos os dados.

Valores de Somatórios e os Registradores Estatísticos

Os registradores estatísticos são seis localizações únicas na memória que armazenam a acumulação dos seis valores de somatórios.

Estatísticas com Somatórios

Pressionar $\blacksquare \text{STAT } (\Sigma)$ dá-lhe acesso ao conteúdo dos registradores estatísticos:

- pressione (n) para ver o número de conjuntos de dados acumulados.
- pressione (Σ) para ver o somatório dos valores x .
- pressione (Σ') para ver o somatório dos valores y .

- pressione $\langle x^2 \rangle$, $\langle y^2 \rangle$ e $\langle xy \rangle$ para ver as somas dos quadrados e a soma dos produtos, valores que são de interesse para executar outros cálculos estatísticos além daqueles fornecidos pela calculadora.

Os Registradores Estatísticos na Memória da Calculadora

O espaço de memória (48 bytes) para os registradores estatísticos é automaticamente alocado (se ele não existir ainda) quando você pressiona $\boxed{\Sigma+}$ ou $\boxed{\Sigma-}$. Os registradores são eliminados e a memória desalocada quando você executa $\blacksquare \boxed{\text{CLEAR}} \langle \Sigma \rangle$.

Se não houver memória suficiente na calculadora para conter os registradores estatísticos quando você pressionar pela primeira vez $\boxed{\Sigma+}$ (ou $\boxed{\Sigma-}$), a calculadora apresenta no visor MEMORY FULL (MEMÓRIA CHEIA). Você necessitará apagar variáveis ou programas (ou ambos) para abrir espaço para os registradores estatísticos antes que possa entrar os dados estatísticos. Veja "Administrando a Memória da Calculadora" no apêndice B.

Parte 4

Programas de Aplicação

- Página 164 12: Programas de Matemática**
- 204 13: Programas de Estatística**
- 222 14: Programas Diversos**

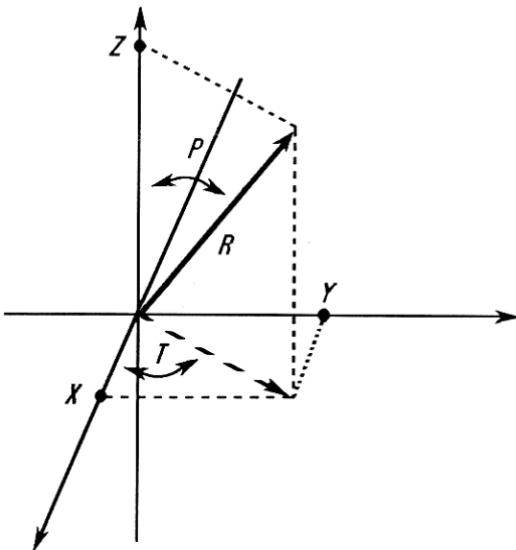
12

Programas de Matemática

A utilização de memória e da soma de verificação para cada rótulo de programa pode ser efetuada utilizando o catálogo de programas (página 85).

Operações com Vetores

Este programa executa as operações vetoriais básicas de adição, subtração, produto vetorial e produto escalar. O programa utiliza vetores tridimensionais e fornece entradas e saídas em coordenadas polares ou retangulares. Os ângulos entre os vetores também podem ser encontrados.



Sistemas de Coordenadas de Vetores

Este programa utiliza as seguintes equações.

Conversão de coordenadas:

$$X = R \operatorname{sen}(P) \cos(T) \quad R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$Y = R \operatorname{sen}(P) \operatorname{sen}(T) \quad T = \operatorname{arctg} \frac{Y}{X}$$

$$Z = R \cos(P) \quad P = \operatorname{arctg} \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$$

Adição e subtração de vetores:

$$\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 = (X + U)\mathbf{i} + (Y + V)\mathbf{j} + (Z + W)\mathbf{k}$$

$$\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 = (U - X)\mathbf{i} + (V - Y)\mathbf{j} + (W - Z)\mathbf{k}$$

Produto vetorial:

$$\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2 = (YW - ZV)\mathbf{i} + (ZU - XW)\mathbf{j} + (XV - YU)\mathbf{k}$$

Produto escalar:

$$D = XU + YV + ZW$$

Ângulo entre vetores (γ):

$$G = \arccos \frac{D}{R_1 \times R_2},$$

onde

$$\mathbf{v}_1 = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j} + Z\mathbf{k}$$

e

$$\mathbf{v}_2 = U\mathbf{i} + V\mathbf{j} + W\mathbf{k}$$

O vetor apresentado pelas rotinas de entradas (LBL P e LBL R) é V_1 .

Listagem do Programa:

Linhas de Programa: Descrição:

R01 LBL R	Define o início da rotina de entrada/apresentação de coordenadas polares.
R02 INPUT X	Apresenta ou aceita a entrada de X.
R03 INPUT Y	Apresenta ou aceita a entrada de Y.
R04 INPUT Z	Apresenta ou aceita a entrada de Z.
Número de bytes e soma de verificação: 006,0, 80FB	
Q01 LBL Q	Define o início da conversão de coordenadas retangulares em polares.
Q02 RCL Y	
Q03 RCL X	
Q04 $y,x \rightarrow \theta,r$	Calcula $\sqrt{X^2 + Y^2}$ e arctg(Y/X).
Q05 $x < > y$	
Q06 STO T	Salva $T = \text{arctg}(Y/X)$.
Q07 R+	Obtém $\sqrt{X^2 + Y^2}$ de volta.
Q08 RCL Z	
Q09 $y,x \rightarrow \theta,r$	Calcula $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ e P.
Q10 STO R	Salva R.
Q11 $x < > y$	
Q12 STO P	Salva P.
Número de bytes e soma de verificação: 018,0, D6D5	
P01 LBL P	Define o início da rotina de entrada para coordenadas polares.
P02 INPUT R	Apresenta ou aceita a entrada de R.
P03 INPUT T	Apresenta ou aceita a entrada de T.
P04 INPUT P	Apresenta ou aceita a entrada de P.
P05 RCL T	
P06 RCL P	
P07 RCL R	
P08 $\theta,r \rightarrow y,z$	Calcula $R \cos(P)$ e $R \sin(P)$.
P09 STO Z	Armazena $Z = R \cos(P)$.
P10 R+	
P11 $\theta,r \rightarrow y,z$	Calcula $R \sin(P) \cos(T)$ e $R \sin(P) \sin(T)$.
P12 STO X	Salva $X = R \sin(P) \cos(T)$.
P13 $x < > y$	

P14	STO Y	Salva $Y = R \operatorname{sen}(P) \operatorname{sen}(T)$.
P15	GTO P	Continua no loop e volta para outra apresentação na forma polar.
Número de bytes e soma de verificação: 022,5, AA98		
E01	LBL E	Define o início da rotina de entrada de vetores.
E02	RCL X	Copia valores em X , Y e Z para U , V e W respectivamente.
E03	STO U	
E04	RCL Y	
E05	STO V	
E06	RCL Z	
E07	STO W	
E08	GTO Q	Continua no loop e volta para conversão polar e apresentação/entrada.
Número de bytes e soma de verificação: 012,0, 7137		
X01	LBL X	Define início da rotina de troca de vetores.
X02	RCL X	Troca X , Y e Z com U , V e W respectivamente.
X03	RCL U	
X04	STO X	
X05	$\times < > y$	
X06	STO U	
X07	RCL Y	
X08	RCL V	
X09	STO Y	
X10	$\times < > y$	
X11	STO V	
X12	RCL Z	
X13	RCL W	
X14	STO Z	
X15	$\times < > y$	
X16	STO W	
X17	GTO Q	Continua no loop e volta para conversão polar e apresentação/entrada.
Número de bytes e soma de verificação: 025,5, EAD8		

A01	LBL A	Define o início da rotina de adição de vetores.
A02	RCL X	
A03	RCL+ U	
A04	STO X	Salva $X + U$ em X .
A05	RCL V	
A06	RCL+ Y	
A07	STO Y	Salva $V + Y$ em Y
A08	RCL Z	
A09	RCL+ W	
A10	STO Z	Salva $Z + W$ em Z .
A11	GTO Q	Continua no loop e volta para conversão polar e apresentação/entrada.

Número de bytes e soma de verificação: 016,5, F888

S01	LBL S	Define o início da rotina de subtração de vetores.
S02	-1	Multiplica X, Y e Z por (-1) para alterar o sinal.
S03	STO _X X	
S04	STO _X Y	
S05	STO _X Z	
S06	GTO A	Vai para a rotina de adição de vetores.

Número de bytes e soma de verificação: 017,0, 250B

C01	LBL C	Define o início da rotina de produto vetorial.
C02	RCL Y	
C03	RCL _X W	
C04	RCL Z	
C05	RCL _X V	
C06	-	Calcula $(YW - ZV)$, que é o componente X .
C07	RCL Z	
C08	RCL _X U	
C09	RCL X	
C10	RCL _X W	
C11	-	Calcula $(ZU - WX)$, que é o componente Y .

C12 RCL X	
C13 RCLX V	
C14 RCL Y	
C15 RCLX U	
C16 -	
C17 STO Z	Armazena ($XV - YU$), que é a componente Z.
C18 R+	
C19 STO Y	Armazena componente Y.
C20 R+	
C21 STO X	Armazena o componente Y.
C22 GTO Q	Continua no loop e volta para conversão polar e apresentação/entrada.

Número de bytes e soma de verificação: 033,0, D74B

D01 LBL D	Define o início da rotina para produtos escalar e ângulo de vetores.
D02 RCL X	
D03 RCLX U	
D04 RCL Y	
D05 RCLX V	
D06 +	
D07 RCL Z	
D08 RCLX W	
D09 +	
D10 STO D	Armazena o produto escalar $XU + YV + ZW$.
D11 VIEW D	Apresenta o produto escalar.
D12 RCL D	
D13 RCL R	
D14 ÷	Divide o produto escalar pelo módulo do vetor $X-, Y-, Z$.
D15 RCL W	
D16 RCL V	
D17 RCL U	
D18 $y, \times \rightarrow \theta, r$	
D19 $x < \theta, y$	
D20 R+	
D21 $y, \times \rightarrow \theta, r$	Calcula o módulo do vetor U, V, W .
D22 $x < \theta, y$	
D23 R+	

D24 ÷	Divide o resultado anterior pelo módulo.
D25 ACOS	Calcula o ângulo.
D26 STO G	
D27 VIEW G	Apresenta o ângulo.
D28 GTO P	Continua no loop e volta para coordenada polar e entrada/apresentação.

Número de bytes e soma de verificação: 042,0, 739F

Flags Utilizados: Nenhum.

Memória Necessária: 280,5 bytes: 192,5 para programa, 88 para variáveis.

Notas: O comprimento da rotina S pode ser encurtado por 6,5 bytes. O valor -1 como mostrado utiliza 9,5 bytes. Se aparecer como 1 seguido por +/-, requerirá somente 3 bytes. Para fazer isso, você precisa digitar um passo fictício entre 1 e o +/- e, então, eliminar o passo fictício.

Os termos “polar” e “retangular”, que se referem a sistemas bidimensionais, são utilizados no lugar dos termos tridimensionais adequados “esféricas” e “cartesianas”. Essa “esticada” da terminologia permite que os rótulos sejam associados a sua função sem causar confusão. Por exemplo, se LBL C tivesse sido associado a coordenadas cartesianas na entrada, ele não estaria disponível para o produto vetorial (cross product).

Instruções do Programa:

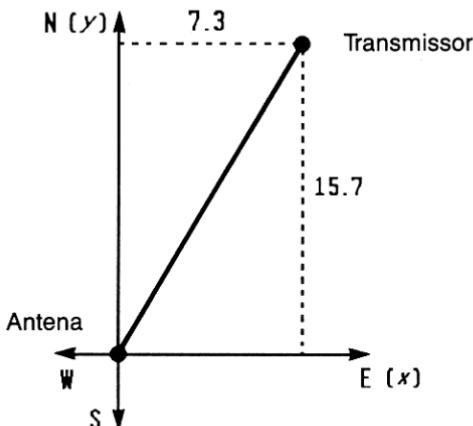
1. digite as rotinas; pressione **[C]** quando terminar.
2. se seu vetor está na forma retangular, pressione **[XEQ] R** e vá para o passo 4. Se o vetor estiver na forma polar, pressione **[XEQ] P** e continue com o passo 3.
3. digite **R** e pressione **[R/S]**, digite **T** e pressione **[R/S]** e digite **P** e pressione **[R/S]**. Continue no passo 5.
4. digite **X** e pressione **[R/S]**, digite **Y** e pressione **[R/S]** e digite **Z** e pressione **[R/S]**.
5. para digitar um segundo vetor, pressione **[XEQ] E** (para entrar) e vá para o passo 2.

- 6.** execute a operação vetorial desejada:
- adicone os vetores pressionando **[XEQ] A**;
 - subtraia o vetor 1 do vetor 2 pressionando **[XEQ] S**
 - calcule o produto vetorial pressionando **[XEQ] C**;
 - calcule o produto escalar pressionando **[XEQ] D** e o ângulo entre os vetores pressionando **[R/S]**.
- 7.** opcional: para rever \mathbf{v}_1 na forma polar, pressione **[XEQ] P**, a seguir pressione **[R/S]** repetidamente para ver os elementos individuais.
- 8.** opcional: para rever \mathbf{v}_1 na forma retangular, pressione **[XEQ] R**, a seguir pressione **[R/S]** repetidamente para ver os elementos individuais.
- 9.** se você adicionou, subtraiu ou calculou produto vetorial, **\mathbf{v}_1 foi substituído pelo resultado.** \mathbf{v}_2 não é alterado. Para continuar seus cálculos baseados no resultado, lembre-se de pressionar **[XEQ] E** antes de digitar um novo vetor.
- 10.** vá para o passo 2 para continuar cálculos com vetores.

Variáveis Utilizadas:

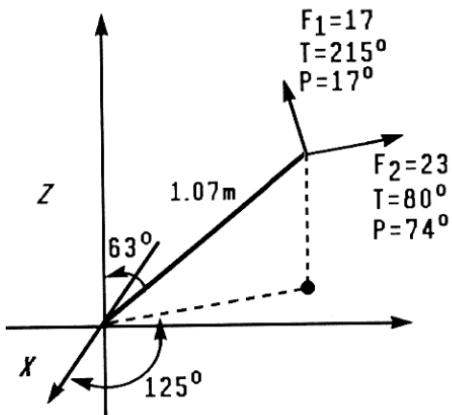
X, Y, Z	Os componentes retangulares de \mathbf{v}_1 .
U, V, W	Os componentes retangulares de \mathbf{v}_2 .
R, T, P	O raio, o ângulo no plano $x-y$ (θ) e o ângulo do eixo Z de $\mathbf{v}_1(\phi)$.
D	O produto escalar.
G	O ângulo entre os vetores (γ).

Exemplo 1. Uma antena de micro-ondas deverá ser direcionada a um transmissor que está a 15,7 km ao Norte, 7,3 km a Leste e 0,76 km abaixo. Utilize a capacidade de conversão de coordenadas retangulares em polares para encontrar a distância total e a direção para o transmissor.



Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ R	$X?valor$	Inicia a rotina para entrada/apresentação em coordenadas retangulares.
7.3 R/S	$Y?valor$	Faz X igual a 7,3.
15.7 R/S	$Z?valor$	Faz Y igual a 15,7.
.76 +/- R/S	$R=17.3308$	Faz Z igual a - 0,76 e calcula R , o raio.
R/S	$T=65.0631$	Calcula T , o ângulo no plano x/y .
R/S	$P=92.5134$	Calcula P , o ângulo do eixo z .

Exemplo 2. Qual é o momento na origem da alavanca mostrada abaixo? Qual é a componente da força na direção da alavanca? Qual é o ângulo entre a resultante dos vetores força e a alavanca?



Primeiro, adicione os vetores força.

Teclas:	Visor:	Descrição:
<input type="text"/> XEQ P	R?valor	Inicia a rotina para entrada em coordenadas polares.
17 <input type="text"/> R/S	T?valor	Faz o raio igual a 17.
215 <input type="text"/> R/S	P?valor	Faz T igual a 215.
17 <input type="text"/> R/S	R?17.0000	Faz P igual a 17.
<input type="text"/> XEQ E	R?17.0000	Entra o vetor copiando-o em \mathbf{v}_2 .
23 <input type="text"/> R/S	T?-145.0000	Faz o raio de \mathbf{v}_1 igual a 23.
80 <input type="text"/> R/S	P?17.0000	Faz T igual a 80.
74 <input type="text"/> R/S	R?23.0000	Faz P igual a 74.
<input type="text"/> XEQ A	R?29.4741	Adiciona os vetores e apresenta a resultante R .
<input type="text"/> R/S	T?90.7032	Apresenta T do vetor resultante.

R/S	R?39.9445	Apresenta P do vetor resultante.
XEQ E	R?29.4741	Entra o vetor resultante.
Uma vez que o momento é igual ao produto vetorial do vetor raio pelo vetor força ($\mathbf{r} \times \mathbf{F}$), digite o vetor representando a alavanca e calcule o produto vetorial.		
Teclas:	Visor:	Descrição:
1.07 R/S	T?90.7032	Faz R igual a 1,07.
125 R/S	P?39.9445	Faz T igual a 125.
63 R/S	R?1.0700	Faz P igual a 63.
XEQ C	R?18.0209	Calcula o produto vetorial e apresenta R do resultado.
R/S	T?55.3719	Apresenta T do produto vetorial.
R/S	P?124.3412	Apresenta P do produto vetorial.
XEQ R	X?8.4554	Apresenta a forma retangular do produto vetorial.
R/S	Y?12.2439	
R/S	Z?-10.1660	

O produto escalar pode ser utilizado para calcular a força (ainda em $\mathbf{v_2}$) na direção do eixo da alavanca.

Tecclas:	Visor:	Descrição:
<input type="checkbox"/> XEQ P	R?18.0209	Inicia a rotina de entrada das coordenadas polares.
1 <input type="checkbox"/> R/S	T?55.3719	Define o raio como um vetor de uma unidade.
125 <input type="checkbox"/> R/S	P?124.3412	Faz T igual a 125.
63 <input type="checkbox"/> R/S	R?1.0000	Faz P igual a 63.
<input type="checkbox"/> XEQ D	D=24.1882	Calcula o produto escalar.
<input type="checkbox"/> R/S	G=34.8490	Calcula o ângulo entre o vetor força resultante e a alavanca.
<input type="checkbox"/> R/S	R?1.0000	Volta para a rotina de entrada.

Soluções de Equações Simultâneas— Método do Determinante

Este programa resolve equações lineares simultâneas em duas ou três incógnitas. O programa utiliza o método de Cramer, também conhecido como o método dos determinantes.

Dado um sistema de três equações lineares

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

as três incógnitas X , Y e Z podem ser calculadas a partir de determinantes.

$$X = \frac{Det_x}{Det} \quad Y = \frac{Det_y}{Det} \quad Z = \frac{Det_z}{Det}$$

$$Det = \begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \quad Det_x = \begin{bmatrix} J & D & G \\ K & E & H \\ L & F & I \end{bmatrix}$$

$$Det_y = \begin{bmatrix} A & J & G \\ B & K & H \\ C & L & I \end{bmatrix} \quad Det_z = \begin{bmatrix} A & D & J \\ B & E & K \\ C & F & L \end{bmatrix}$$

Listagem do Programa:

Linhos de Programa: Descrição:

A01 LBL A	Ponto inicial para entrada de todos os valores conhecidos.
A02 1.012	Valor de controle do loop: fica no loop de 1 a 12, um de cada vez.
A03 STO i	Armazena valor de controle na variável índice. Número de bytes e soma de verificação: 012,5, 7878
L01 LBL L	Inicia o loop de entrada.
L02 INPUT(i)	Solicita e armazena a variável apontada por <i>i</i> .
L03 ISG i	Adiciona um a <i>i</i> .
L04 GT0,L	Se <i>i</i> for menor que 13, volta para LBL L e obtém o próximo valor.
L05 GT0 A	Volta para LBL A para rever valores. Número de bytes e soma de verificação: 007,5, C1DE
S01 LBL S	Ponto de partida para a solução de equações simultâneas.
S02 9	Valor índice de <i>I</i> para endereçamento indireto.
S03 STO i	Armazena o valor do índice.

S04 XEQ E	Efetua intercâmbio entre as colunas da solução e os coeficientes da coluna contendo I .
S05 XEQ D	Calcula o determinante.
S06 STO Z	Salva o determinante em Z .
S07 XEQ E	Restabelece o determinante à forma original.
S08 6	O valor índice de F para o endereçamento indireto.
S09 STO i	Armazena o valor do índice.
S10 XEQ E	Efetua o intercâmbio entre a coluna da solução e a coluna contendo F .
S11 XEQ D	Calcula o determinante.
S12 STO Y	Salva o determinante em Y .
S13 XEQ E	Restabelece o determinante à forma original.
S14 3	O valor índice de C para o endereçamento indireto.
S15 STO i	Armazena o valor do índice na variável índice.
S16 XEQ E	Efetua intercâmbio entre a coluna de solução e a coluna contendo F .
S17 XEQ D	Calcula o determinante.
S18 STO X	Salva o determinante X .
S19 XEQ E	Restabelece o determinante à forma original.
S20 XEQ D	Calcula o determinante dos coeficientes originais.
S21 STO \div X	Divide pelo determinante original.
S22 STO \div Y	
S23 STO \div Z	
S24 RCL X	Recupera e apresenta os resultados para X , Y e Z .
S25 VIEW X	
S26 RCL Y	
S27 VIEW Y	
S28 RCL Z	
S29 VIEW Z	
S30 RTN	Retorna ao programa que chamou a sub-rotina ou a PRGM TOP.

Número de bytes e soma de verificação: 045,0, 3971

E01 LBL E	Esta rotina intercambia as colunas pela regra de Cramer.
E02 RCL (i)	Obtém o último elemento da coluna do determinante de coeficientes.
E03 RCL L	Obtém o último elemento do vetor solução.
E04 STO (i)	Salva o elemento do vetor no determinante.

E05 $\times \langle \rangle \times$	Obtém novamente o elemento do coeficiente.
E06 STO L	Salva o elemento no vetor.
E07 DSE i	Estabelece o valor do índice para apontar para o elemento do meio na coluna do determinante.
E08 RCL (i)	Obtém o elemento do meio da coluna do determinante.
E09 RCL K	Obtém o elemento do meio do vetor.
E10 STO (i)	Salva o elemento do vetor no determinante.
E11 $\times \langle \rangle \times$	
E12 STO K	Obtém novamente o elemento do coeficiente.
E13 DSE i	Salva o elemento do coeficiente no vetor.
E14 RCL (i)	Estabelece o valor do índice para apontar para o elemento do topo na coluna do determinante.
E15 RCL J	Obtém o elemento do topo da coluna do determinante.
E16 STO (i)	Salva o elemento do topo do vetor.
E17 $\times \langle \rangle \times$	Obtém novamente o elemento do determinante.
E18 STO J	Salva o elemento do determinante no vetor.
E19 2	
E20 STO+ i	Restabelece i ao seu valor original quando a rotina iniciou.
E21 RTN	Volta ao programa que chamou a sub-rotina ou para PRGM TOP,

Número de bytes e soma de verificação: 031,5, 8420

D01 LBL D	Esta rotina calcula o determinante.
D02 RCL A	
D03 RCL X E	
D04 RCL X I	Calcula $A \times E \times I$.
D05 RCL D	
D06 RCL X H	
D07 RCL X C	
D08 +	Calcula $(A \times E \times I) + (D \times H \times C)$.
D09 RCL G	
D10 RCL X F	
D11 RCL X B	
D12 +	Calcula $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B)$.
D13 RCL G	
D14 RCL X E	

D15	RCL X	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 X	F	
D19	RCL X	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 X	B	
D23	RCL X	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		Volta ao programa que chamou a sub-rotina ou para PRGM TOP.

Número de bytes e soma de verificação: 037,5, 152E

Flags Utilizados: Nenhum.

Memória Necessária: 262 bytes: 134 para o programa, 128 para as variáveis.

Instruções de Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **C** quando terminar.
2. pressione **XEQ A** para a entrada dos coeficientes (isto é, de *A* até *L*) das equações lineares.
3. digite o coeficiente (de *A* até *L*) a cada solicitação e pressione **R/S**.
4. opcional: para calcular o determinante de um sistema 3×3 , **XEQ D**.
5. calcule a solução para o sistema de equações pressionando **XEQ S**.
6. veja o valor de *X* e pressione **R/S** para ver o valor *Y*.
7. pressione **R/S** para ver o valor de *Z*.
8. para um novo caso, volte ao passo 2.

Variáveis Utilizadas:

<i>A</i> até <i>I</i>	coeficiente das equações.
<i>J</i> até <i>L</i>	membro direito das equações.
<i>X</i> até <i>Z</i>	incógnitas.
<i>i</i>	valor de controle do loop (variável índice).

Observações: Este programa é para um sistema de duas ou três equações (isto é, uma matriz com $n \leq 3$).

Para as soluções com a matriz 2×2 utilize zero para os coeficientes C, F, G, H e L . Utilize 1 para o coeficiente I . Para as matrizes não quadradas, utilize zero para os coeficientes “faltantes”.

Nem todos os sistemas de equações têm solução. Em caso negativo eles causam o erro DIVIDE BY 0 (DIVIDIR POR 0) na linha S21.

Exemplo. Para o sistema abaixo, calcule o determinante e a solução do sistema. A seguir substitua valores na primeira equação para verificar que o membro esquerdo da equação é realmente igual ao membro direito (1).

$$23X + 15Y + 17Z = 1$$

$$8X + 11Y - 6Z = 1$$

$$4X + 15Y + 12Z = 1$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ A	A?valor	Inicia a rotina de entrada.
23 [R/S]	B?valor	Faz o primeiro coeficiente, A , igual a 23.
8 [R/S]	C?valor	Faz B igual a 8.
4 [R/S]	D?valor	Faz C igual a 4.
15 [R/S]	E?valor	Faz D igual a 15.
:	:	Continua a entrada de todos os valores (E até L).
1 [R/S]	A?23.0000	Volta ao primeiro coeficiente entrado.
XEQ D	4,598.0000	Calcula o determinante.

XEQ S

$X=0.0043$

Resolve o sistema de equações e apresenta no visor X.

R/S

$Y=0.0787$

Apresenta no visor Y.

R/S

$Z=-0.0165$

Apresenta no visor Z.

Agora, para verificar o resultado:

Tecclas:

23 **RCL** **x** X

0.1000

Descrição:

Multiplica X por 23.

15 **RCL** **x** Y

1.1809

Multiplica Y por 15.

+

1.2810

Adiciona os últimos dois resultados.

17 **RCL** **x** Z

-0.2810

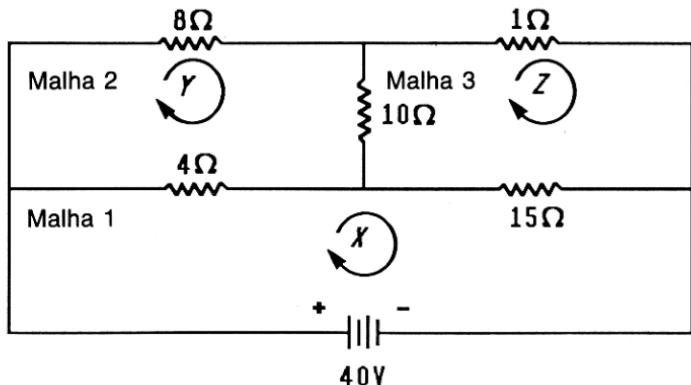
Multiplica Z por 17.

+

1.0000

Completa o membro esquerdo da equação. Uma vez que os membros direito e esquerdo da equação são ambos iguais a um (até 11 dígitos significativos), a solução está correta.

Exemplo 2. Calcule as correntes de malha no circuito abaixo:



Primeiro escreva as equações para a queda de tensão ao redor de cada malha.

Para a malha 1: $4X - 4Y + 15X - 15Z = 40 = 0$

Para a malha 2: $4Y - 4X + 8Y + 10Y - 10Z = 0$

Para a malha 3: $10Z - 10Y + Z + 15Z - 15X = 0$

Combinando os termos semelhantes dentro de cada equação resulta em

$$19X - 4Y - 15Z = 40$$

$$-4X + 22Y - 10Z = 0$$

$$-15X - 10Y + 26Z = 0$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ A	A?valor	Inicia a rotina de entrada.
19 R/S	B?valor	Faz o primeiro coeficiente, A , igual a 19.
4 [+/-] R/S	C?valor	Faz B igual a -4 .
15 [+/-] R/S	D?valor	Faz C igual a -15 .
⋮		Continua a entrada de D até L .
0 R/S	A?19.0000	Entra L e volta para o primeiro coeficiente entrado.
XEQ S	X=7.8601	Resolve o sistema de equações e apresenta X .
R/S	Y=4.2298	Apresenta no visor Y .
R/S	Z=6.1615	Apresenta no visor Z .

Soluções de Equações Simultâneas— Método da Inversão de Matrizes

Este programa resolve equações lineares simultâneas em duas ou três incógnitas, através de inversão e multiplicação de matrizes.

Um sistema de três equações lineares

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

pode ser representado pela equação matricial abaixo.

$$\begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix}$$

A equação matricial pode ser resolvida em X , Y e Z multiplicando-se a matriz resultado pela inversa da matriz de coeficiente.

$$\begin{bmatrix} A' & D' & G' \\ B' & E' & H' \\ C' & F' & I' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Detalhes a respeito do processo de inversão são fornecidos nos comentários da rotina de inversão, I.

Listagem do Programa:

Linhas de Programas: Descrição:

A01 LBL A	Ponto de partida para a entrada dos coeficientes.
A02 1.012	Valor do controle do loop: executa o loop de 1 a 12, com incrementos de um a cada vez.
A03 STO i	Armazena o valor de controle na variável índice.
Número de bytes e soma de verificação: 012,5, 7878	
L01 LBL L	Inicia o loop de entrada.
L02 INPUT(i)	Solicita e armazena a variável endereçada por <i>i</i> .
L03 ISG i	Adiciona 1 a <i>i</i> .
L04 GTO L	Se <i>i</i> for menor do que 13, volta a LBL L e obtém o próximo valor.
L05 GTO A	Volta a LBL A para rever os valores.
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, C1DE	
I01 LBL I	Esta rotina inverte uma matriz 3×3 .
I02 XEQ D	Calcula o determinante e salva o valor para o loop de divisão, J.
I03 STO W	
I04 RCL A	
I05 RCLX I	
I06 RCL C	
I07 RCLX G	
I08 -	
I09 STO X	Calcula $E' \times \text{determinante} = AI - CG$.
I10 RCL C	
I11 RCLX D	
I12 RCL A	
I13 RCLX F	
I14 -	
I15 STO Y	Calcula $F' \times \text{determinante} = CD - AF$.
I16 RCL B	
I17 RCLX G	
I18 RCL A	
I19 RCLX H	
I20 -	
I21 STO Z	Calcula $H' \times \text{determinante} = BG - AH$.
I22 RCL A	

```

I23 RCLx E
I24 RCL B
I25 RCLx D
I26 -
I27 STO i
I28 RCL E
I29 RCLx I
I30 RCL F
I31 RCLx H
I32 -
I33 STO A
I34 RCL C
I35 RCLx H
I36 RCL B
I37 RCLx I
I38 -
I39 RCL B
I40 RCLx F
I41 RCL C
I42 RCLx E
I43 -
I44 STO C
I45 R+
I46 STO B
I47 RCL F
I48 RCLx G
I49 RCL D
I50 RCLx I
I51 -
I52 RCL F
I53 RCLx H
I54 RCL E
I55 RCLx G
I56 -
I57 STO G
I58 R+
I59 STO D
I60 RCL i
I61 STO I
I62 RCL X
I63 STO E

```

Calcula $I' \times$ determinante = $AE - BD.$

Calcula $A' \times$ determinante = $EI - FH.$

Calcula $B' \times$ determinante = $CH - BI.$

Calcule $C' \times$ determinante = $BF - CE.$

Armazena $B'.$

Calcula $D' \times$ determinante = $FG - DI.$

Calcula $G' \times$ determinante = $DE - EG.$

Armazena $D'.$

Armazena $I'.$

Armazena $E'.$

I64 RCL Y	
I65 STO F	Armazena F' .
I66 RCL Z	
I67 STO H	Armazena H' .
I68 9	
I69 STO i	Estabelece o valor do índice para apontar para o último elemento da matriz.
I70 RCL W	Recupera valor do determinante.
Número de bytes e soma de verificação: 105,0, E5C1	
J01 LBL J	Esta rotina completa a inversão dividindo pelo determinante.
J02 STO÷(i)	Divide o elemento.
J03 DSE i	Decrementa o valor do índice de forma que ele aponte ao elemento anterior.
J04 GTO J	Continua o loop para o próximo valor.
J05 RTN	Volta ao programa que chamou a sub-rotina ou a PRGM TOP.
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, A354	
M01 LBL M	Esta rotina multiplica uma matriz coluna por uma matriz 3×3 .
M02 7	Estabelece o valor do índice para apontar para o último elemento na primeira linha.
M03 XEQ N	
M04 8	Estabelece o valor do índice para voltar para o último elemento na segunda linha.
M05 XEQ N	
M06 9	Estabelece o valor do índice para voltar para o último elemento na terceira linha.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, A85	
N01 LBL N	Esta rotina calcula o produto do vetor coluna e da linha apontada pelo valor índice.
N02 STO i	Salva o valor do índice em i .
N03 RCL J	Recupera J da matriz coluna.
N04 RCL K	Recupera K da matriz coluna.
N05 RCL L	Recupera L do vetor da coluna.
N06 RCLX(i)	Multiplica pelo último elemento na linha.
N07 XEQ P	Multiplica pelo segundo elemento na linha e adiciona.

N08 XEQ P	Multiplica pelo terceiro elemento na linha e adiciona.
N09 23	Estabelece o valor do índice para apresentar X, Y ou Z baseado na linha de entrada.
N10 STO+ i	Obtém o resultado de volta.
N11 R+	Armazena o resultado.
N12 STO(i)	Apresenta o resultado.
N13 VIEW(i)	
N14 RTN	Volta para o programa que chamou a sub-rotina ou a PRGM TOP.

Número de bytes e soma de verificação: 021,0, BBBF

P01 LBL P	Esta rotina multiplica e adiciona valores dentro de uma linha.
P02 ×<>y	Obtém o próximo valor da coluna.
P03 DSE i	Estabelece o valor do índice para apontar para o próximo valor da linha.
P04 DSE i	
P05 DSE i	
P06 RCL×(i)	Multiplica o valor da coluna pelo valor da linha.
P07 +	Adiciona o produto à soma anterior.
P08 RTN	Volta ao programa que chamou a sub-rotina.

Número de bytes e soma de verificação: 012,0, 520E

D01 LBL D	Esta rotina calcula o 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	RCLX F	
D19	RCLX 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	RCLX B	
D23	RCLX 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	Volta para o programa que chamou a sub-rotina ou a PRGM TOP.

Número de bytes e soma de verificação: 037,5, 152E

Flags Utilizados: Nenhum.

Memória Necessária: 348 bytes: 212 para o programa, 136 para as variáveis.

Instruções de programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **C** quando terminar.
2. pressione **[XEQ] A** para entrar os coeficientes da matriz e do vetor coluna.
3. digite o valor dos coeficientes ou vetores (*A* até *L*) a cada solicitação e pressione **[R/S]**.
4. opcional: pressione **[XEQ] D** para calcular o determinante do sistema 3×3 .
5. pressione **[XEQ] I** para calcular a inversa da matriz de 3×3 .
6. opcional: pressione **[XEQ] A** e repetidamente pressione **[R/S]** para rever os valores da matriz invertida.
7. pressione **[XEQ] M** para multiplicar a matriz invertida pelo vetor coluna e ver o valor de *X*. Pressione **[R/S]** para ver o valor de *Y* e, então, pressione **[R/S]** novamente para ver o valor de *Z*.
8. para um novo caso, volte ao passo 2.

Variáveis Utilizadas:

A até I	Coeficientes da matriz.
J até L	Valores do vetor coluna.
W	Variável temporária utilizada para armazenar o determinante.
X até Z	Valores do vetor de saída; também utilizados para armazenamento temporário.
i	Valor do controle do loop (variável índice); também utilizada como variável temporária.

Observações: para soluções de uma matriz 2×2 utilize zero para os coeficientes C, F, H, G e L . Utilize 1 para o coeficiente I .

Nem todos os sistemas de equações têm solução.

Note que as rotinas A, L e D são comuns a este programa e ao de “Solução de Equações Simultâneas—Método do Determinante”.

Exemplo. Para o sistema abaixo, calcule a inversa e a solução do sistema. Reveja a matriz invertida. Inverta a matriz novamente e reveja o resultado para assegurar-se que volta à matriz original.

$$23X + 15Y + 17Z = 31$$

$$8X + 11Y - 6Z = 17$$

$$4X + 15Y + 12Z = 14$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
<input type="checkbox"/> XEQ A	A?valor	Inicia a rotina de entrada.
23 <input type="checkbox"/> R/S	B?valor	Primeiro faz o coeficiente, A , igual a 23
8 <input type="checkbox"/> R/S	C?valor	Faz B igual a 8.
4 <input type="checkbox"/> R/S	D?valor	Faz C igual a 4.
15 <input type="checkbox"/> R/S	E?valor	Faz D igual a 15.
:	:	Continua a entrada para D até L .

14	R/S	A?23.0000	Volta ao primeiro coeficiente entrado.
XEQ	I	4,598.0000	Calcula a matriz inversa e apresenta o determinante.
XEQ	M	X=0.9306	Multiplica pelo vetor coluna para calcular X.
R/S		Y=0.7943	Calcula e apresenta Y.
R/S		Z=-0,1364	Calcula e apresenta Z.
XEQ	A	A?0.0483	Inicia a revisão da matriz invertida.
R/S		B?-0.0261	Apresenta o próximo valor.
R/S		C?0.0165	Apresenta o próximo valor.
R/S		D?0.0163	Apresenta o próximo valor.
R/S		E?0.0452	Apresenta o próximo valor.
R/S		F?-0.0620	Apresenta o próximo valor.
R/S		G?-0.0602	Apresenta o próximo valor.
R/S		H?0.0596	Apresenta o próximo valor.
R/S		I?0.0289	Apresenta o próximo valor.
XEQ	I	0.0002	Inverte a inversa para produzir a matriz original.
R/S	A	A?23.0000	Inicia a revisão da invertida da matriz invertida.
R/S		B?8.0000	Apresenta o próximo valor...
:		:	...e assim por diante.

Equação Quadrática

Este programa utiliza a fórmula quadrática para encontrar as raízes reais e complexas de um polinômio do segundo grau.

Um polinômio de grau dois

$$ax^2 + bx + c = 0$$

pode ser resolvido em x utilizando-se a fórmula quadrática

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

onde $b^2 - 4ac$ é o discriminante. No caso de raízes complexas (onde o discriminante é negativo), a parte real é

$$R = \frac{-b}{2a}$$

enquanto a parte imaginária é

$$I = \pm \frac{i\sqrt{|b^2 - 4ac|}}{2a}$$

Para raízes reais o programa sempre calcula a raiz de maior valor absoluto primeiro. Ele faz isso para minimizar imprecisões que podem ser entradas se a raiz quadrada do discriminante for quase igual a b . Uma vez que a primeira raiz, x_1 , é encontrada, a segunda raiz, x_2 , é calculada utilizando a relação

$$x_2 = \frac{c}{ax_1}$$

Erros numéricos, tais como o evitado por este programa, são comuns em programas de computador. Qualquer computador que utilize um número finito de dígitos para o cálculo falhará numericamente a menos que sejam tomados cuidados na seleção e implementação do método de solução.

Resultados imprecisos produzidos pelo computador são muitas vezes evitáveis através de um projeto cuidadoso dos programas. O exemplo 4 ilustra o problema numérico que é evitado por este programa da fórmula quadrática.

Listagem do Programa:

Linhas de programa:	Descrição:
Q01 LBL Q	Define o início da rotina para equação quadrática.
Q02 INPUT A	Solicita e armazena o valor de A.
Q03 x=0?	Se A for zero, volta e solicita A novamente.
Q04 GTO Q	
Q05 INPUT B	Solicita e armazena o valor de B.
Q06 INPUT C	Solicita e armazena o valor de C.
Q07 x=0?	Se C for zero, volta e solicita todas as entradas novamente.
Q08 GTO Q	
Q09 RCL B	Recupera B.
Q10 +/-	$-B$.
Q11 CF 0	Apaga o flag 0. (Admite que $-B$ é positivo.)
Q12 x<0?	$(-B)$ é negativo?
Q13 SF 0	Ativa flag 0 se for.
Q14 RCL B	
Q15 x^2	Calcula B^2 .
Q16 4	
Q17 RCLX A	
Q18 RCLX C	
Q19 -	Calcula $B^2 - 4AC$.
Q20 x<0?	Testa para verificar se as raízes são imaginárias.
Q21 GTO I	Desvia para rotina imaginária se eles forem.
Q22 SQRT	$\sqrt{B^2 - 4AC}$.
Q23 FS? 0	Testa para verificar se $(-B)$ é negativo.
Q24 +/-	Seleciona a raiz de maior valor absoluto.
Q25 +	$-B - \sqrt{B^2 - 4AC}$ ou $-B + \sqrt{B^2 - 4AC}$.
Q26 2	
Q27 ÷	
Q28 RCL÷ A	Calcula X de maior valor absoluto.
Q29 STO X	Armazena o valor de X com maior valor absoluto.

Q30	VIEW X	Apresenta X .
Q31	RCL C	Calcula o segundo valor de X .
Q32	RCL÷ A	
Q33	RCL÷ X	Calcula $X = C \div AX$.
Q34	STO X	Armazena o segundo valor de X .
Q35	VIEW X	Apresenta X .
Q36	GTO Q	Volta para o novo caso.

Número de bytes e soma de verificação: 054,0, A04D

I01	LBL I	Define o início da rotina para o cálculo imaginário.
I02	ABS	
I03	SQRT	
I04	2	
I05	RCL× A	
I06	÷	Calcula o valor absoluto de $\sqrt{B^2 - 4AC} \div 2A$.
I07	STO I	Armazena a parte imaginária.
I08	RCL B	
I09	+/-	
I10	LAST×	Recupera $2A$.
I11	÷	
I12	STO R	Armazena a parte real em R .
I13	RCL I	Recupera a parte imaginária de X .
I14	RCL R	Recupera a parte real de X .
I15	VIEW R	Apresenta a parte real.
I16	VIEW I	Apresenta a parte imaginária.
I17	GTO Q	Volta para o novo caso.

Número de bytes e soma de verificação: 025,5, DA3B

Flags Utilizados: O flag 0 é utilizado para lembrar o sinal de $(-B)$. Se $(-B)$ for negativo, o flag 0 é ligado. O flag 0 é testado mais tarde no programa para assegurar que a primeira raiz real calculada é a de maior valor absoluto. Se $(-B)$ for negativo (flag 0 ligado), a sub-rotina subtrai a raiz quadrada do discriminante de $(-B)$. Se $(-B)$ for positivo (flag 0 desligado), a rotina adiciona a raiz quadrada.

Memória Necessária: 127,5 bytes: 79,5 para o programa, 48 para as variáveis.

Observações: Expandir esse programa para resolver equações cúbicas seria bastante fácil. Uma vez que uma equação cúbica sempre tem pelo menos uma raiz real, a função SOLVE poderia ser utilizada para encontrar a raiz. A seguir, uma divisão sintética poderia reduzir a equação cúbica a uma equação quadrática que seria resolvida por esse programa.

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **C** quando terminar.
2. pressione **XEQ Q** para iniciar a rotina da equação quadrática.
3. digite *A* e pressione **R/S**.
4. digite *B* e pressione **R/S**.
5. digite *C* e pressione **R/S**.
6. veja o primeiro valor de *X*, se as raízes forem reais, ou veja a parte real, *R*, se as raízes forem imaginárias.
7. pressione **R/S** para ver o segundo valor de *X*, ou para ver a parte imaginária, *I*, se as raízes forem imaginárias.
8. para um novo caso, pressione **R/S** e volte ao passo 3.

Variáveis Utilizadas:

- A* coeficiente de x^2 .
B coeficiente de *x*.
C constante.
X o primeiro ou segundo valor real de *x*.
R a parte real da raiz complexa.
I a parte imaginária, positiva da raiz complexa.

Exemplo. Encontre as raízes de $3x^2 + 5x - 3 = 0$.

Teclas:	Visor:	Descrição:
[XEQ] Q	A? valor	Inicia o programa da equação quadrática.
3 [R/S]	B? valor	Armazena 3 em A.
5 [R/S]	C? valor	Armazena 5 em B.
3 [+/-] [R/S]	X=-2.1350	Armazena -3 em C e calcula o primeiro valor de X.
[R/S]	X=0.4684	Calcula o segundo valor de X.

Exemplo 2. Encontre as raízes de $3x^2 + 5x + 3 = 0$. Note que a única diferença entre este problema e o exemplo 1 é o sinal de C. Se você já executou o exemplo 1, tudo o que você tem a fazer é alterar o sinal de C:

Teclas:	Visor:	Descrição:
[R/S]	A?3.0000	Continua o programa.
[R/S]	B?5.0000	Conserva A.
[R/S]	C?-3.0000	Conserva B.
[+/-] [R/S]	R=-0.8333	Altera o sinal de C e calcula a parte real da raiz complexa.
[R/S]	I=0.5528	Calcula o valor positivo da raiz imaginária.

Exemplo 3. Um bola é atirada diretamente para cima a uma velocidade de 20 metros por segundo, de uma altura de 2 metros. Desprezando a resistência do ar, quanto tempo ela levará para atingir o solo? A aceleração da gravidade é 9,81 metros por segundo².

De acordo com a mecânica Newtoniana, este problema pode ser expresso como um polinômio do segundo grau, onde T é o tempo em segundos.

$$f(T) = (-9,81 \div 2)T^2 + 20T + 2$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ Q	A?valor	Inicia o programa da equação quadrática.
9.81 [+/-] ENTER 2 [+] R/S	B?valor	Armazena $(-9,81/2)$ em A.
20 [R/S]	C?valor	Armazena 20 em B.
2 [R/S]	X=4.1751	Armazena 2 em C e calcula X (que neste caso é também conhecido como T).
[R/S]	X=-0.0977	Calcula a outra raiz.

Note que uma vez que um tempo negativo não tem significado no contexto desse problema, o primeiro resultado, 4,1751 segundos é a resposta correta.

Exemplo 4. Encontre as raízes do polinômio do segundo grau a seguir, utilizando o programa como está listado. Em seguida altere o sentido da comparação na linha Q12 de forma que a segunda raiz seja computada primeiro e, a seguir, os resultados sejam comparados. Lembre-se de restaurar a linha original ou apagar o programa quando você terminar este exemplo.

$$x^2 + (3 \times 10^6)x + 1 = 0$$

Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ Q	A?valor	Inicia o programa.
1 [R/S]	B?valor	Armazena 1 em A,
3 [E] 6 [R/S]	C?valor	Armazena 3×10^6 em B.
1 [R/S]	X=-3,000,000.00	Armazena 1 em C e calcula a primeira raiz.

R/S	X=-3.3333E-7	Calcula a segunda raiz.
[] PRGM	036 GTO 0	Muda para entrada de programa.
[] GTO [] Q12	012 x<0?	Move o ponteiro de programa para a linha Q12.
[]	011 CF 0	Elimina a linha Q12.
[] TESTS (x?0) (>0)	012 x>0?	Adiciona o teste condicional $x > 0$.
[C]	-3.3333E-7	Cancela a entrada de programa.
[XEQ] Q	A?1.0000	Inicia o programa.
[R/S] [R/S]		Pula a entrada de dados uma vez que os valores já estão armazenados.
[R/S]	X=0.0000	Calcula a primeira raiz utilizando resultado anterior.
[R/S]	DIVIDE BY 0	Tenta calcular a segunda raiz.

Como você pode ver, os resultados de uma simples alteração de uma ordem de cálculos podem ser bastante significativos.

Se você substituir os primeiros valores calculados de volta na equação, você irá descobrir que o membro esquerdo da equação é zero para a raiz de menor valor absoluto (como deveria ser teoricamente) e 1 para a raiz de maior valor absoluto. Isto significa que o resultado de $-3,000,000.0000$ está incorreto? A resposta a essa pergunta é um não qualificado. Se você incrementar ou decrementar esse valor por um ponto no último dígito significativo e substituí-lo de volta na equação original, o membro esquerdo da equação será 31 ou -29. Assim, $-3,000,000.0000$, enquanto não sendo exatamente correto, é o *melhor resultado possível com 12 dígitos* que poderia ser gerado.

Transformações de Coordenadas

Esse programa fornece a translação e a rotação de coordenadas bidimensionais.

As fórmulas a seguir são utilizadas para converter um ponto P de um par de coordenadas cartesianas (x,y) no sistema anterior para o par (u,v) no sistema novo que sofreu a rotação.

$$u = (x - m) \cos\theta + (y - n) \sin\theta$$

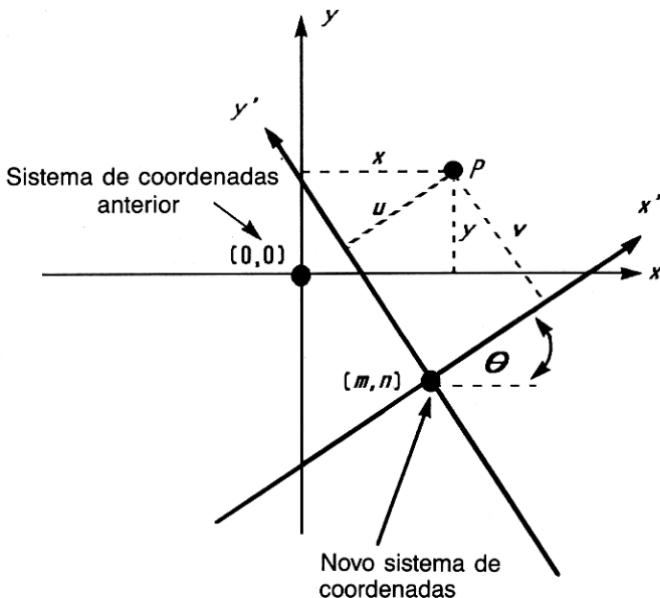
$$v = (y - n) \cos\theta - (x - m) \sin\theta$$

A transformação inversa é obtida com as fórmulas abaixo.

$$x = u \cos\theta - v \sin\theta + m$$

$$y = u \sin\theta + v \cos\theta + n$$

As funções complexas e a conversão de coordenadas polares em retangulares da HP-32S tornam esses cálculos diretos.



Uma Rotação Bidimensional em Torno dos Eixos

Listagem do Programa:

Linhas de Programa: Descrição:

D01 LBL D	Esta rotina define um novo sistema de coordenadas.
D02 INPUT M	Solicita e armazena M , a nova coordenada x da origem.
D03 INPUT N	Solicita e armazena N , a nova coordenada y .
D04 INPUT T	Solicita e armazena T , o ângulo θ .
D05 GTO D	Continua no loop para rever as entradas.
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, 1CD9	
N01 LBL N	Esta rotina converte do sistema anterior ao sistema novo.
N02 INPUT X	Solicita e armazena X , a coordenada x anterior.
N03 INPUT Y	Solicita e armazena Y , a coordenada y anterior.
N04 RCL X	Empurra Y para cima e recupera X no registrador X.
N05 RCL N	Empurra X e Y para cima e recupera N para o registrador X.
N06 RCL M	Empurra N , X e Y para cima e recupera M .
N07 CMPLX-	Calcula $(X - M)$ e $(Y - N)$.
N08 RCL T	Empurra $(X - M)$ e $(Y - N)$ para cima e recupera T .
N09 +/-	Altera o sinal de T porque $\sin(-T)$ é igual a $-\sin(T)$.
N10 1	Estabelece raio 1 para o cálculo de $\cos(T)$ e $-\sin(T)$.
N11 8,r \rightarrow y,z	Calcula $\cos(T)$ e $-\sin(T)$ nos registradores X e Y.
N12 CMPLXX	Calcula $(X - M) \cos(T) + (Y - N) \sin(T)$ e $(Y - N) \cos(T) - (X - M) \sin(T)$.
N13 STO U	Armazena a coordenada x na variável U .
N14 x \leftrightarrow y	Troca a posição das coordenadas.
N15 STO V	Armazena a coordenada y na variável V .
N16 x \leftrightarrow y	Troca novamente a posição das coordenadas.
N17 VIEW U	Interrompe o programa para apresentar U .
N18 VIEW V	Interrompe o programa para apresentar V .
N19 GTO N	Volta para outro cálculo.
Número de bytes e soma de verificação: 0028,5, 6078	

001	LBL 0	Esta rotina converte do sistema novo ao sistema anterior.
002	INPUT U	Solicita e armazena U .
003	INPUT V	Solicita e armazena V .
004	RCL U	Empurra V para cima e recupera U .
005	RCL T	Empurra U e V para cima e recupera T .
006	1	Estabelece o raio igual a 1 para o cálculo de $\sin(T)$ e $\cos(T)$.
007	$\theta, r \rightarrow y, z$	Calcula $\cos(T)$ e $\sin(T)$.
008	CMPLXX	Calcula $U \cos(T) - V \sin(T)$ e $U \sin(T) + V \cos(T)$.
009	RCL N	Empurra o resultado anterior para cima e recupera N .
010	RCL M	Empurra o resultado anterior para cima e recupera M .
011	CMPLX+	Completa o cálculo adicionando M e N aos resultados anteriores.
012	STO X	Armazena a coordenada x na variável X .
013	$x \leftrightarrow y$	Troca a posição das coordenadas.
014	STO Y	Armazena a coordenada y na variável Y .
015	$x \leftrightarrow y$	Troca a posição das coordenadas novamente.
016	VIEW X	Interrompe o programa para apresentar X .
017	VIEW Y	Interrompe o programa para apresentar Y .
018	GTO 0	Volta para outro cálculo.

Número de bytes e soma de verificação: 0270, 9AE6

Flags Utilizados: nenhum.

Memória Necessária: 119 bytes : 63 para o programa, 56 para as variáveis.

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas no programa; pressione **C** quando terminar.
2. pressione **XEQ D** para iniciar a seqüência de solicitações que define a transformação de coordenadas.
3. digite M , a coordenada x da origem no novo sistema e pressione **R/S**.
4. digite N , a coordenada y da origem do novo sistema e pressione **R/S**.

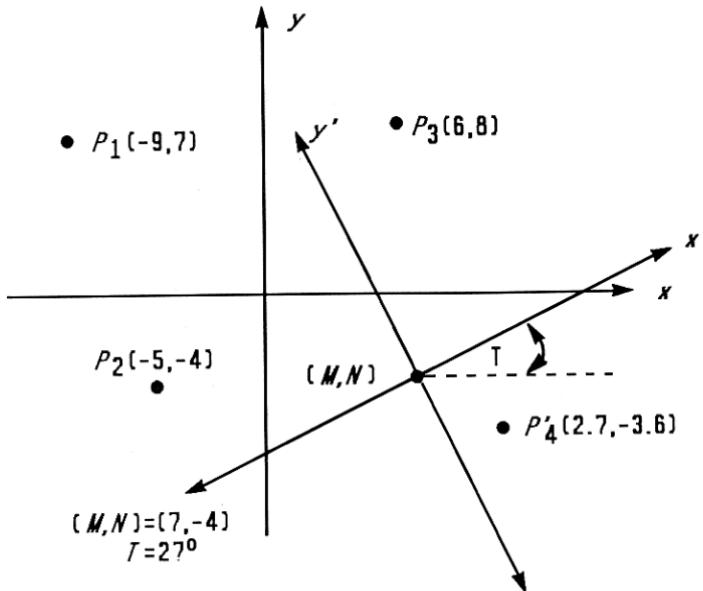
- 5.** digite o ângulo de rotação T e pressione **R/S**.
- 6.** para transladar do sistema anterior para o novo sistema, continue com as instruções do passo 7. Para transladar do novo sistema para o sistema anterior passe ao passo 12.
- 7.** pressione **XEQ N** para iniciar a rotina de transformação do anterior para o novo.
- 8.** digite X e pressione **R/S**.
- 9.** digite Y , pressione **R/S** e veja a coordenada x , U , no novo sistema.
- 10.** pressione **R/S** e veja a coordenada y , V , no novo sistema.
- 11.** para outra transformação do sistema anterior para o novo, pressione **R/S** e vá para o passo 8. Para uma transformação do sistema novo para o sistema anterior, continue com o passo 12.
- 12.** pressione **XEQ O** para iniciar uma rotina de transformação do novo para o anterior.
- 13.** digite U (a coordenada x no novo sistema) e pressione **R/S**.
- 14.** digite V (a coordenada y no novo sistema) e pressione **R/S** para ver X .
- 15.** pressione **R/S** para ver Y .
- 16.** para outra transformação do sistema novo para o sistema anterior, pressione **R/S** e vá para o passo 13. Para uma transformação do anterior para o novo, vá para o passo 7.

Variáveis Utilizadas:

- M a coordenada x da origem do novo sistema.
 N a coordenada y da origem do novo sistema.
 T o ângulo de rotação, θ , entre os sistemas novo e anterior.
 X a coordenada x de um ponto no sistema anterior
 Y a coordenada y de um ponto no sistema anterior.
 U a coordenada x de um ponto no sistema novo.
 V a coordenada y de um ponto no sistema novo.

Observações: para translação somente, digite um zero no lugar de T . Para rotação somente, digite um zero no lugar de M e N .

Exemplo: para os sistemas de coordenadas mostrados abaixo, converta os pontos P_1 , P_2 e P_3 que estão correntemente no sistema (X, Y) , para pontos no sistema $(X'Y')$. Converta o ponto P'_4 , que está no sistema (X', Y') , no sistema (X, Y) .



Teclas:

Modes (DG)

Visor:

M?valor

Descrição:

Estabelece o modo Graus uma vez que T é dado em graus.

XEQ D

Inicia a rotina que define a transformação.

7 **R/S**

Armazena 7 em M .

4 **+/- R/S**

Armazena -4 em N .

27 **R/S**

Armazena 27 em T .

XEQ N	X?valor	Inicia a rotina anterior-para-novo.
9 [+/-] R/S	Y?valor	Armazena - 9 em X.
7 R/S	U=-9.2622	Armazena 7 em Y e calcula U.
R/S	U?17.0649	Calcula V.
R/S	X?-9.0000	Retoma a rotina do anterior-para-novo para o próximo problema.
5 [+/-] R/S	Y?7.0000	Armazena - 5 em X.
4 [+/-] R/S	U=-10.6921	Armazena - 4 em Y.
R/S	V=5.4479	Calcula V.
R/S	X?-5.0000	Retoma a rotina do anterior-para-novo para o próximo problema.
6 R/S	Y?-4.0000	Armazena 6 em X.
8 R/S	U=4.5569	Armazena 8 em Y e calcula U.
R/S	V=11.1461	Calcula V.
XEQ O	U?4.5569	Inicia rotina novo-para-anterior.
2.7 R/S	U?11.1461	Armazena 2,7 em U.
3.6 [+/-] R/S	X=11.0401	Armazena - 3,6 em V e calcula X.
R/S	Y=-5.9818	Calcula Y.

13

Programas de Estatística

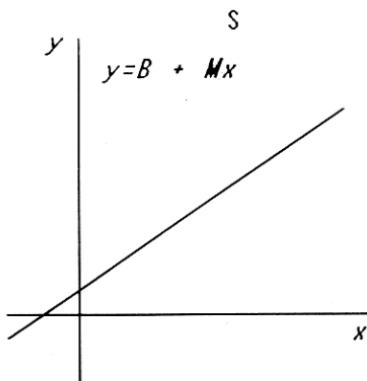
A utilização de memória e a soma de verificação para cada rótulo de programa podem ser verificadas utilizando-se o catálogo de programas (página 85).

Ajuste de Curvas

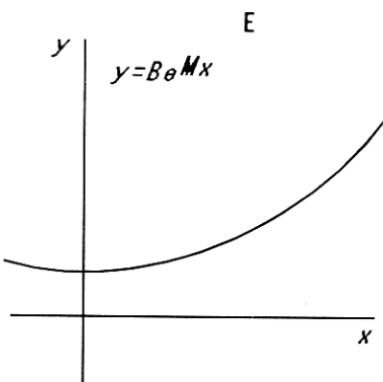
Este programa pode ser utilizado para ajustar um dos quatro modelos de equações aos seus dados. Esses modelos são a linha reta, a curva logarítmica, a curva exponencial e a curva de potência. O programa aceita dois ou mais pares de dados (x, y) e, então, calcula o coeficiente de correlação, r e os dois coeficientes da regressão, m e b . O programa inclui uma rotina para calcular as estimativas \hat{x} e \hat{y} . (Para definições desses valores, veja "Regressão Linear" no capítulo 11.)

As amostras das curvas e as equações pertinentes são mostradas abaixo. As funções internas de regressão da HP-32S são utilizadas para computar os coeficientes da regressão.

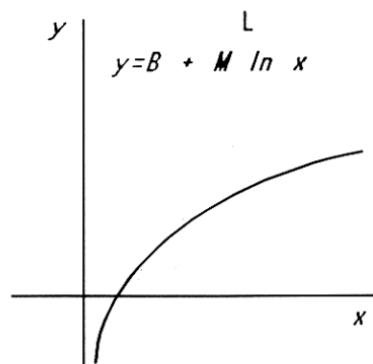
Ajuste Linear



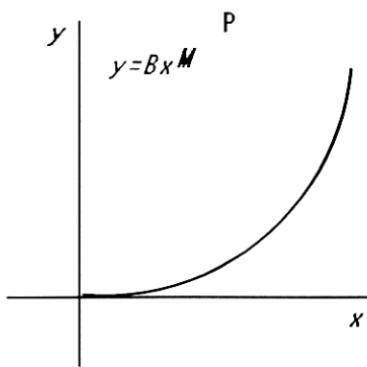
Ajuste de Curva Exponencial



Ajuste de Curva Logarítmica



Ajuste de Curva de Potência



Para ajustar curvas logarítmicas, os valores de x precisam ser positivos. Para ajustar curvas exponenciais, os valores de y precisam ser positivos. Para ajustar curvas de potência, tanto x como y precisam ser positivos. Um erro LOG (NEG) ocorrerá se um número negativo for entrado para esses casos.

Valores de dados de magnitudes grandes mas com diferenças relativamente pequenas podem originar problemas de precisão, da mesma forma que valores de dados de magnitudes muito diferentes. Veja "Limitações na Precisão dos Dados" no capítulo 11.

Listagem do Programa:

Linhas do Programa: Descrição:

S01 LBL S	Esta rotina estabelece a condição para o modelo de linha reta.
S02 1	Entra o valor do índice para posterior armazenamento em i (para endereçamento indireto).
S03 CF 0	Desliga flag 0, o indicador para $\ln X$.
S04 CF 1	Desliga o flag 1, o indicador para $\ln Y$.
S05 GTO Z	Desvia para o ponto de entrada comum Z .
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, 17CA	
L01 LBL L	Esta rotina estabelece a condição para o modelo logarítmico.
L02 2	Entra o valor do índice para posterior armazenamento em i (para endereçamento indireto).
L03 SF 0	Liga o flag 0, o indicador para $\ln X$.
L04 CF 1	Desliga o flag 1, o indicador para $\ln Y$.
L05 GTO Z	Desvia para o ponto de entrada comum Z .
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, 6047	
E01 LBL E	Esta rotina estabelece a condição para o modelo exponencial.
E02 3	Entra o valor do índice para posterior armazenamento em i (para endereçamento indireto).
E03 CF 0	Desliga flag 0, o indicador para $\ln X$.
E04 SF 1	Liga o flag 1, o indicador para $\ln Y$.
E05 GTO Z	Desvia para o ponto de entrada comum Z .
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, C0F1	
P01 LBL P	Esta rotina estabelece a condição para o modelo de potência.
P02 4	Entra o valor do índice para posterior armazenamento em i (para endereçamento indireto).
P03 SF 0	Liga o flag 0, o indicador para $\ln X$.
P04 SF 1	Liga o flag 1, o indicador para $\ln Y$.
Número de bytes e soma de verificação: 006,0, A26B	

Z01 LBL Z	Define o ponto de entrada comum para todos os modelos.
Z02 CLΣ	Apaga os registadores estatísticos.
Z03 STO i	Armazena o valor do índice em <i>i</i> para endereçamento indireto.
Z04 0	Coloca o contador do loop em zero para a primeira entrada.
Número de bytes e soma de verificação: 006,0, CC1B	
W01 LBL W	Define o início do loop de entrada.
W02 1	Ajusta o contador do loop por um para solicitar a entrada.
W03 +	
W04 STO X	Armazena o contador do loop <i>X</i> de forma que ele aparecerá com a solicitação para <i>X</i> .
W05 INPUT X	Apresenta o contador com a solicitação e armazena a entrada em <i>X</i> .
W06 FS? 0	Se o flag 0 estiver ligado...
W07 LN	...calcula o logaritmo natural da entrada.
W08 STO B	Armazena esse valor para a rotina de correção.
W09 INPUT Y	Solicita e armazena <i>Y</i> .
W10 FS? 1	Se o flag 1 estiver ligado...
W11 LN	...calcula o logaritmo natural da entrada.
W12 STO R	
W13 RCL B	
W14 Σ+	Acumula <i>B</i> e <i>R</i> como um par de dados <i>x,y</i> nos registradores estatísticos.
W15 GTO W	Continua no loop para outro par <i>X, Y</i> .
Número de bytes e soma de verificação: 022,5, 1A43	
U01 LBL U	Define o início da rotina para "desfazer".
U02 RCL R	Recupera o par de dados mais recente.
U03 RCL B	
U04 Σ-	Elimina este par da acumulação estatística.
U05 GTO W	Continua no loop para outro par <i>X, Y</i> .
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, 5D02	

R01 LBL R	Define o início da rotina de saída.
R02 r	Calcula o coeficiente de correlação.
R03 STO R	Armazena-o em <i>R</i> .
R04 VIEW R	Apresenta o coeficiente de correlação.
R05 b	Calcula o coeficiente <i>b</i> .
R06 FS? 1	Se o flag 1 estiver ligado, calcula o antilogaritmo natural de <i>b</i> .
R07 e ^x	
R08 STO B	Armazena <i>b</i> em <i>B</i> .
R09 VIEW B	Apresenta o valor.
R10 m	Calcula o coeficiente <i>m</i> .
R11 STO M	Armazena <i>m</i> em <i>M</i> .
R12 VIEW M	Apresenta o valor.
Número de bytes e soma de verificação: 018,0, 7492	
Y01 LBL Y	Define o início do loop de estimativa (projeção).
Y02 INPUT X	Apresenta, solicita e, se alterado, armazena o valor <i>x</i> em <i>X</i> .
Y03 XEQ (i)	Chama a sub-rotina para calcular \hat{y} .
Y04 STO Y	Armazena o valor \hat{y} em <i>Y</i> .
Y05 INPUT Y	Apresenta, solicita e, se alterado, armazena o valor <i>y</i> em <i>Y</i> .
Y06 6	
Y07 STO+ i	Ajusta o valor do índice para endereçar à sub-rotina apropriada.
Y08 XEQ (i)	Chama a sub-rotina para calcular \hat{x} .
Y09 STO X	Armazena \hat{x} em <i>X</i> para o próximo loop.
Y10 GTO Y	Procura outra estimativa.
Número de bytes e soma de verificação: 015,0, 9AEA	
A01 LBL A	Esta sub-rotina calcula \hat{y} para o modelo da linha reta.
A02 RCL M	
A03 RCLX X	
A04 RCL+ B	Calcula $\hat{y} = MX + B$.
A05 RTN	Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 007,5, 0E85	

G01 LBL G	Esta sub-rotina calcula \hat{x} para o modelo da linha reta.
G02 STO- i	Restabelece o valor do índice a seu valor original.
G03 RCL Y	
G04 RCL- B	
G05 RCL÷ M	Calcula $\hat{x} = (Y - B) \div M$.
G06 RTN	Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, FDF1	
B01 LBL B	Esta sub-rotina calcula \hat{y} para o modelo logarítmico.
B02 RCL X	
B03 LN	
B04 RCL× M	
B05 RCL+ B	Calcula $\hat{y} = M \ln X + B$.
B06 RTN	Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, 1B06	
H01 LBL H	Esta sub-rotina calcula \hat{x} para o modelo logarítmico.
H02 STO- i	Restabelece o valor do índice para o valor original.
H03 RCL Y	
H04 RCL- B	
H05 RCL÷ M	
H06 e ^X	Calcula $\hat{x} = e^{(Y - B) \div M}$.
H07 RTN	Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 010,5, C783	
C01 LBL C	Esta sub-rotina calcula \hat{y} para o modelo exponencial.
C02 RCL M	
C03 RCL× X	
C04 e ^X	
C05 RCL× B	Calcula $\hat{y} = Be^{MX}$.
C06 RTN	Volta à sub-rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, B411	

I01 LBL I Esta sub-rotina calcula \hat{x} para o modelo exponencial.
I02 STO- i Restabelece o valor do índice a seu valor original.
I03 RCL Y
I04 RCL \div B
I05 LN
I06 RCL \div M Calcula $\hat{x} = (\ln(Y \div B)) \div M$.
I07 RTN Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 010,5, 01D6

D01 LBL D Esta sub-rotina calcula \hat{y} para o modelo de potência.
D02 RCL X
D03 RCL M
D04 y^x
D05 RCL \times B Calcula $B = B(X^M)$.
D06 RTN Volta à sub-rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, B4D4

J01 LBL J Esta sub-rotina calcula \hat{x} para o modelo de potência.
J02 STO- i Restabelece o valor do índice a seu valor original.
J03 RCL Y
J04 RCL \div B
J05 RCL M
J06 $1/x$
J07 y^x Calcula $\hat{x} = (Y/B)^{1/M}$.
J08 RTN Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 012,0, FAA4

Flag Utilizado: o flag 0 é ligado se o logaritmo natural da entrada X for necessário. O flag 1 é ligado se o logaritmo natural da entrada Y for necessário.

Memória Necessária: 270 bytes: 174 para o programa, 96 para os dados (48 para registradores estatísticos).

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **[C]** quando terminar.
2. pressione **[XEQ]** e selecione o tipo de curva que você deseja pressionar:
 - S para uma linha reta
 - L para uma curva logarítmica
 - E para uma curva exponencial; ou
 - P para uma curva de potência.
3. digite o valor x e pressione **[R/S]**.
4. digite o valor y e pressione **[R/S]**.
5. repita os passos 3 e 4 para cada par de dados. Se você descobrir que cometeu um erro após ter pressionado **[R/S]** no passo três (com a solicitação $Y?valor$ ainda visível), pressione **[R/S]** novamente (apresentando a solicitação $X?valor$) e pressione **[XEQ]** U para *desfazer* (remover) o último par de dados. Se você descobrir que cometeu um erro após o passo 4, pressione **[XEQ]** U. Em qualquer caso continue no passo 3.
6. após todos os dados terem sido digitados, pressione **[XEQ]** R para ver o coeficiente de correlação R .
7. pressione **[R/S]** para ver o coeficiente B da regressão.
8. pressione **[R/S]** para ver o coeficiente M da regressão.
9. pressione **[R/S]** para ver a solicitação $X?valor$ para rotina de estimativa de \hat{x} , \hat{y} .
10. se você deseja estimar \hat{y} baseado em x , digite x à solicitação $X?valor$, a seguir pressione **[R/S]** para ver \hat{y} ($Y?$).
11. se você deseja estimar \hat{x} baseado em x , pressione **[R/S]** até que você veja a solicitação $Y?valor$, digite y e, então, pressione **[R/S]** para ver \hat{x} ($X?$).
12. para mais estimativas, vá para os passos 10 ou 11.
13. para um novo caso, vá para o passo 2.

Variáveis Utilizadas:

<i>B</i>	Coefficiente de regressão (coeficiente linear de uma reta); também utilizado para armazenamento temporário.
<i>M</i>	Coefficiente de regressão (inclinação da reta).
<i>R</i>	Coefficiente de correlação; também utilizado para armazenamento temporário.
<i>X</i>	O valor <i>x</i> do par de dados quando entrando dados; o <i>x</i> hipotético quando efetuando a projeção de \hat{y} ; ou \hat{x} (estimativa <i>x</i>) quando for dado um <i>y</i> hipotético.
<i>Y</i>	O valor <i>y</i> do par de dados quando entrando dados; o <i>y</i> hipotético quando projetando \hat{x} ; ou \hat{y} (estimativa <i>y</i>) quando for dado um <i>x</i> hipotético.
<i>i</i>	Variável índice utilizada para endereçar indiretamente a equação da projeção \hat{x} , \hat{y} correta.
Registradores estatísticos	Acumulação e cálculos estatísticos.

Exemplo 1. Ajuste uma reta aos dados abaixo. Cometa um erro intencional quando estiver digitando o terceiro par de dados e corrija-o com a rotina “undo” (desfazer). Estime também *y* para o valor de *x* de 37. Estime *x* para o valor de *y* de 101.

X	40,5	38,6	37,9	36,2	35,1	34,6
Y	104,5	102	100	97,5	95,5	94

Teclas:	Visor:	Descrição:
[XEQ] S	X?1.0000	Inicia a rotina para a reta.
40.5 [R/S]	Y?valor	Entra o valor <i>x</i> do par de dados.
104.5 [R/S]	X?2.0000	Entra o valor <i>y</i> do par de dados.

38.6	R/S	$Y?104.5000$	Entra o valor x do par de dados.
102	R/S	$X?3.0000$	Entra o valor y do par de dados.

Agora intencionalmente entre 379 no lugar de 37,9 de modo que você possa ver como corrigir entradas erradas.

379	R/S	$Y?102.0000$	Entra o valor x errado do par de dados.
	R/S	$X?4.0000$	Recupera a solicitação $X?$.
	XEQ U	$X?3.0000$	Elimina o último par.

Agora prossiga com a entrada dos dados corretos.

379	R/S	$Y?102.0000$	Entra o valor x correto do par de dados.
100	R/S	$X?4.0000$	Entra o valor y do par de dados.
36.2	R/S	$Y?100.0000$	Entra o valor x do par de dados.
97.5	R/S	$X?5.0000$	Entra o valor y do par de dados.
35.1	R/S	$Y?97.5000$	Entra o valor x do par de dados.
95.5	R/S	$X?6.0000$	Entra o valor y do par de dados.
34.6	R/S	$Y?95.5000$	Entra o valor x do par de dados.
94	R/S	$X?7.0000$	Entra o valor y do par de dados.
	XEQ R	$R=0.9955$	Calcula o coeficiente de correlação.

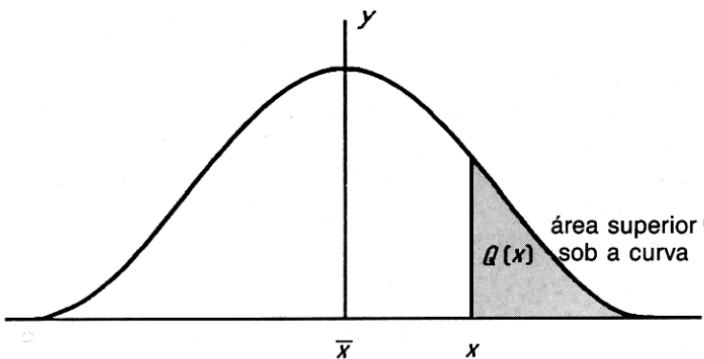
<input type="checkbox"/> R/S	B=33.5271	Calcula o coeficiente de regressão B .
<input type="checkbox"/> R/S	M=1.7601	Calcula o coeficiente de regressão M .
<input type="checkbox"/> R/S	X?7.0000	Solicita o valor hipotético de x .
37 <input type="checkbox"/> R/S	Y?98.6526	Armazena 37 em X e calcula \hat{y} .
101 <input type="checkbox"/> R/S	X?38.3336	Armazena 101 em Y e calcula \hat{x} .

Exemplo 2. Repita o exemplo 1 (utilizando os mesmos dados) para ajuste de curvas logarítmica, exponencial e de potência. A tabela abaixo lhe dá o rótulo de início de execução e os resultados (os coeficientes de correlação e de regressão e as estimativas x e y) para cada tipo de curva. Você necessitará entrar os valores dos dados a cada vez que executar o programa para um ajuste diferente de curvas.

	Logarítmico	Exponencial	De potência
Para iniciar:	<input type="checkbox"/> XEQ L	<input type="checkbox"/> XEQ E	<input type="checkbox"/> XEQ P
<i>R</i>	0,9965	0,9945	0,9959
<i>B</i>	-139,0088	51,1312	8,9730
<i>M</i>	65,8446	0,0177	0,6640
<i>Y</i> (\hat{y} quando $X=37$)	98,7508	98,5870	98,6845
<i>X</i> (\hat{x} quando $Y=101$)	38,2857	38,3628	38,3151

Distribuições Normal e Normal-Inversa

A distribuição normal é freqüentemente utilizada para modelar o comportamento de variações aleatórias em torno de uma média. Esse modelo admite que a distribuição da amostra é simétrica em torno da média, M , com um desvio-padrão, S , e aproxima da forma da curva em forma de sino mostrada abaixo. Dado um valor x , este programa calcula a probabilidade que a seleção aleatória de um elemento da amostra tenha um valor maior. Isso é conhecido como a área $Q(x)$ superior. Este programa também fornece o inverso: dado um valor $Q(x)$, ele calcula o valor correspondente de x .



$$Q(x) = 0,5 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-((x - \bar{x}) / \sigma)^2 / 2} dx.$$

Esse programa utiliza a capacidade interna de integração da HP-32S para integrar a equação da curva de freqüência normal. A inversa é obtida utilizando-se o método de Newton para iterativamente buscar o valor de x que resulte na probabilidade dada $Q(x)$.

Listagem do Programa:

Linhos do Programa: Descrição:

S01 LBL S	Esta rotina inicializa o programa do desvio-padrão.
S02 0	Armazena o valor prefixado para a média.
S03 STO M	
S04 INPUT M	Solicita e armazena a média, M .

S05 1 Armazena o valor prefixado pelo desvio-padrão.
S06 STO S
S07 INPUT S Solicita e armazena o desvio-padrão, S .
S08 RTN Interrompe a apresentação do valor do desvio-padrão.
Número de bytes e soma de verificação: 012,0, 1F60

D01 LBL D Esta rotina calcula $Q(X)$ dado X .
D02 INPUT X Solicita e armazena X .
D03 XEQ Q Calcula a área superior sob a curva.
D04 STO Q Armazena o valor em Q de forma que a função VIEW possa apresentá-lo.
D05 VIEW Q Apresenta $Q(X)$.
D06 GTO D Continua no loop para calcular $Q(X)$.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, 002C

I01 LBL I Esta rotina calcula X dado $Q(X)$.
I02 INPUT Q Solicita e armazena $Q(X)$.
I03 RCL M Recupera a média.
I04 STO X Armazena a média como a estimativa para X , denominada $X_{estimativa}$.
Número de bytes e soma de verificação: 006,0, ED6E

T01 LBL T Este rótulo define o ínicio do loop iterativo.
T02 XEQ Q Calcula $(Q(X_{estimativa}) - Q(X))$.
T03 RCL- Q
T04 RCL X
T05 STO D
T06 R+
T07 XEQ F Calcula a derivada em $X_{estimativa}$.
T08 RCL+ T
T09 ÷ Calcula a correção para $X_{estimativa}$.
T10 STO+ X Adiciona a correção para gerar um novo $X_{estimativa}$.
T11 ABS
T12 0.0001
T13 x< y? Testa para verificar se a correção é significativa.
T14 GTO T Volta para iniciar o loop se a correção for significativa; continua se não o for.
T15 RCL X

T16	VIEW X	Apresenta o valor calculado de X.
T17	GTO I	Continua no loop para calcular outro X.
Número de bytes e soma de verificação: 033,5, 4355		
001	LBL Q	Esta sub-rotina calcula a área superior sob a curva $Q(x)$.
002	RCL M	Recupera o limite inferior da integração.
003	RCL X	Recupera o limite superior da integração.
004	FN= F	Seleciona a função definida por LBL F para a integração.
005	JFN d D	Integra a função normal utilizando a variável fictícia D.
006	2	
007	π	
008	×	
009	SQRT	
010	RCL S	
011	×	Calcula $S \times \sqrt{2\pi}$.
012	STO T	Armazena o resultado temporariamente para a rotina inversa.
013	÷	
014	+/-	
015	0.5	
016	+	Adiciona metade da área sob a curva uma vez que nós integrados utilizando a média como limite inferior.
017	RTN	Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 033,5, 4B20		
F01	LBL F	Esta sub-rotina calcula o integrando para a função normal $e^{-((X-M)/S)^2/2}$.
F02	RCL D	
F03	RCL- M	
F04	RCL+ S	
F05	×²	
F06	2	
F07	÷	
F08	+/-	
F09	e ^x	
F10	RTN	Volta à rotina que chamou.
Número de bytes e soma de verificação: 015,0, 034D		

Flags Utilizados: nenhum.

Memória Necessária: 157 bytes: 109 para o programa, 48 para as variáveis.

Observações: a precisão desse programa depende do número de casas apresentadas no visor. Para entradas no intervalo entre ± 3 desvios-padrão, o número de casas no visor de quatro ou mais dígitos significativos é adequado para a maior parte das aplicações. Com a precisão total, o limite de entrada se torna ± 5 desvios-padrão. O tempo de cálculo é significativamente menor com um número mais baixo de dígitos apresentados.

Na rotina N, a constante 0,5 pode ser substituída por 2 e $\boxed{1/x}$. Isto economizará 6,5 bytes em detrimento da clareza.

Você não necessita digitar a rotina inversa (as rotinas I e T) se não estiver interessado em calcular a capacidade inversa.

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione \boxed{C} quando terminar.
2. pressione $\boxed{\text{XEQ}} \text{ S.}$
3. após a solicitação para M , digite a média da população e pressione $\boxed{R/S}$. (Se a média for zero, simplesmente pressione $\boxed{R/S}$.)
4. após a solicitação para S , digite o desvio-padrão para a população e pressione $\boxed{R/S}$. (Se o desvio-padrão for 1, simplesmente pressione $\boxed{R/S}$.)
5. para calcular X dado $Q(X)$, salte para o passo 9 destas instruções.
6. para calcular $Q(X)$ dado X , $\boxed{\text{XEQ}} \text{ D.}$
7. após a solicitação, digite o valor de X e pressione $\boxed{R/S}$. O resultado $Q(X)$ é apresentado.
8. para calcular $Q(X)$ com a mesma média e desvio-padrão, pressione $\boxed{R/S}$ e vá para o passo 7.
9. para calcular X dado $Q(X)$, pressione $\boxed{\text{XEQ}} \text{ I.}$
10. após a solicitação, digite o valor de $Q(X)$ e pressione $\boxed{R/S}$. O resultado, X , é apresentado.
11. para calcular X para um novo $Q(X)$, com a mesma média e desvio-padrão, pressione $\boxed{R/S}$ e vá para o passo 10.

Variáveis Utilizadas:

- D* variável fictícia de integração.
- M* média da população, na ausência de entrada o valor prefixado é zero.
- Q* probabilidade correspondente à área superior sob a curva.
- S* desvio-padrão da população, na ausência de entrada o valor prefixado é 1.
- T* variável utilizada temporariamente para passar o valor $S\sqrt{2\pi}$ para o programa da inversa.
- X* valor de entrada que define o limite esquerdo da área superior sob a curva.

Exemplo 1. Você descobre que sua inteligência é “ 3σ ”. Você interpreta que isso significa que você é mais inteligente que a população local, exceto aquelas pessoas que estão a mais de três desvios-padrão acima da média. A população com a qual você deseja comparar-se contém 10.000 indivíduos. Quantas pessoas caem na faixa “ 3σ ”? Uma vez que esse problema é enunciado em termos de desvios-padrão, utilize os valores de zero para *M* e 1 para *S*.

Teclas:	Visor:	Descrição:
[XEQ] S	M?0.0000	Inicia a rotina de inicialização.
[R/S]	S?1.0000	Aceita o valor prefixado de zero para <i>M</i> .
[R/S]	1.0000	Aceita o valor prefixado de 1 para <i>S</i> .
[XEQ] D	X?valor	Inicia o programa de distribuição e solicita <i>X</i> .
3 [R/S]	Q=0.0014	Entra 3 para <i>X</i> e inicia o cálculo $Q(X)$. Apresenta a relação da população que é mais inteligente do que quaisquer outros dentro de 3 desvios-padrão da média.

10000 <input type="checkbox"/>	13.5049	Multiplica pela população. Apresenta o número aproximado de pessoas na população local cuja inteligência está acima de 3 desvios-padrão.
--------------------------------	---------	--

Descubra agora quantas pessoas existem com inteligência acima de “ 2σ ”. Note que o programa pode ser reexecutado simplesmente pressionando R/S .

Tecas:	Visor:	Descrição:
<input type="checkbox"/> R/S	X?3.0000	Reinicia o program.
2 <input type="checkbox"/> R/S	Q=0.0227	Entra o valor de X de 2 e calcula $Q(X)$.
10000 <input type="checkbox"/>	227.4937	Multiplica a população para a estimativa com o novo valor.

Exemplo 2. A média de um conjunto de notas de testes é 55. O desvio-padrão é 15,3. Admitindo que a curva normal padrão é um modelo adequado para a distribuição, qual é a probabilidade de um estudante selecionado ao acaso ter nota 90? Qual é a nota que se poderia esperar que somente 10% dos estudantes seriam capazes de exceder? Qual seria a nota que somente 20% dos estudantes não conseguiram obter?

Teclas:	Visor:	Descrição:
[XEQ] S	M?0.0000	Inicia a rotina de inicialização.
55 [R/S]	S?1.0000	Armazena 55 para a média.
15.3 [R/S]	15.3000	Armazena 15,3 como o desvio-padrão.
[XEQ] D	X?valor	Inicia o programa de distribuição e solicita X.
90 [R/S]	Q=0.0111	Entra 90 como X e calcula Q(X).

Portanto, podemos esperar que somente 1% dos alunos terá nota melhor que 90.

Teclas:	Visor:	Descrição:
[XEQ] I	Q?0.0111	Inicia a rotina inversa.
.1 [R/S]	X=74.6078	Armazena 0,1 (10%) em Q(X) e calcula X.
[R/S]	Q?0.1000	Reinicia a rotina inversa.
.8 [R/S]	X=42.1232	Armazena 0,8 (100% menos 20%) em Q(X) e calcula X.

Programas Diversos

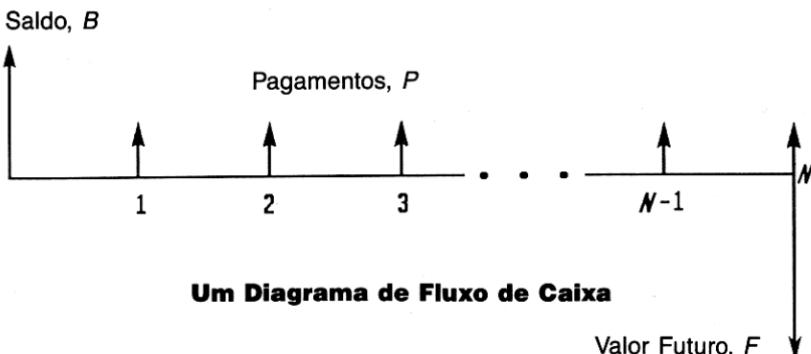
A utilização de memória e a soma de verificação para cada rótulo de programa podem ser verificadas utilizando-se o catálogo de programas (página 85).

Valor do Dinheiro no Tempo

Dados quatro dos cinco valores da equação do valor do dinheiro no tempo, esse programa calcula o quinto. Ele é útil em uma ampla variedade de aplicações financeiras tais como empréstimo ao consumidor, aquisição de imóveis e conta de poupança.

A equação utilizada para resolver os problemas de valor do dinheiro no tempo é:

$$P \left[\frac{1 - (1 + Z)^{-N}}{Z} \right] + F(1 + Z)^{-N} + B = 0.$$



Um Diagrama de Fluxo de Caixa

Os sinais dos valores dos fluxos (saldo, B ; pagamento, P ; e saldo futuro, F) correspondem à direção que o dinheiro flui. O dinheiro que você recebe tem um sinal positivo enquanto que o dinheiro que você paga tem um sinal negativo. Note que qualquer problema pode ser visto de duas perspectivas: o credor e o devedor vêm o mesmo problema com sinais invertidos.

Listagem do Programa:

Linhas do Programa: Descrição:

N01 LBL N	Esta rotina calcula o número de pagamentos, N .
N02 14	Entra o número que corresponde a N para endereçamento indireto.
N03 GTO L	Desvia para a rotina comum de controle, L . Número de bytes e soma de verificação: 004,5, 61E5
I01 LBL I	Esta rotina calcula a taxa de juros, I .
I02 9	Entra o número que corresponde a I para endereçamento indireto.
I03 GTO L	Desvia para a rotina comum de controle, L . Número de bytes e soma de verificação: 004,5, DA04
B01 LBL B	Esta rotina calcula o saldo inicial, B .
B02 2	Entra o número que corresponde a B para endereçamento indireto.
B03 GTO L	Desvia para a rotina comum de controle, L . Número de bytes e soma de verificação: 004,5, 98EB
P01 LBL P	Esta rotina calcula o pagamento periódico, P .
P02 16	Entra o número que corresponde a P para endereçamento indireto.
P03 GTO L	Desvia para a rotina comum de controle, L . Número de bytes e soma de verificação: 004,5, A556
F01 LBL F	Esta rotina calcula o valor futuro, F .
F02 6	Entra o número que corresponde a F para endereçamento indireto. Número de bytes e soma de verificação: 003,0, 6779

L01 LBL L Este rótulo controla o cálculo da variável selecionada.
L02 STO i Armazena o valor do índice (para endereçamento
 indireto) em *i*.
L03 FN= T Seleciona a rotina T, que contém a equação, para
 o SOLVE.
L04 SOLVE(i) Resolve na variável endereçada indiretamente por *i*.
L05 VIEW(i) Apresenta o resultado endereçado por *i*.
L06 GTO(i) Volta para outro cálculo.
Número de bytes e soma de verificação: 009,0, 7878

T01 LBL T	Esta rotina contém a equação definindo o valor do dinheiro no tempo.
T02 INPUT N	Solicita e armazena <i>N</i> .
T03 INPUT I	Solicita e armazena <i>I</i> .
T04 INPUT B	Solicita e armazena <i>D</i> .
T05 INPUT P	Solicita e armazena <i>P</i> .
T06 INPUT F	Solicita e armazena <i>F</i> .
T07 RCL I	Recupera a taxa de juros em percentagem.
T08 x=0?	Se <i>I</i> =0... ...então utilize a equação na rotina K.
T09 GTO K	
T10 100	
T11 ÷	
T12 STO Z	Converte <i>I</i> em forma decimal e armazena-o em <i>Z</i> .
T13 1	
T14 +	Calcula $(1 + Z)$.
T15 RCL N	
T16 +/-	Calcula $(1 + Z)^{-N}$.
T17 y ^x	Duplica a quantidade de forma que ela possa ser utilizada mais tarde.
T18 ENTER	
T19 +/-	
T20 1	
T21 +	Calcula $1 - (1 + Z)^{-N}$.
T22 RCL ÷ Z	Calcula $(1 - (1 + Z)^{-N}) \div Z$.

T23 RCL \times P	Calcula $P \times (1 - (1+Z)^{-N}) \div Z$.
T24 $\times\text{C}\text{Y}$	Troca a cópia duplicada de $(1 + Z)^{-N}$ (da linha T18) no registrador Z.
T25 RCL \times 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	Volta à rotina que chamou.

Número de bytes e soma de verificação: 050,0, 429C

K01 LBL K	Esta rotina é chamada se $I = 0$.
K02 RCL P	
K03 RCL \times N	
K04 RCL+ F	
K05 RCL+ B	Calcula $P \times N + F + B$.
K06 RTN	Volta à rotina que chamou.

Número de bytes e soma de verificação: 009,0, F2E0

Flags Utilizados: nenhum.

Memória Necessária: 145 bytes: 89 para o programa, 56 para as variáveis.

Observações: uma vez que todo o cálculo para o programa é efetuado nas rotinas T e K, é possível encurtar o programa eliminando-se as outras rotinas para interface com o usuário. Para executar o programa nesta forma abreviada, selecione a função definida por LBL T ($\boxed{\text{2}} \boxed{\text{SOLVE/f}}$ {FN=}) T) e, então, resolva na variável que você necessita ($\boxed{\text{2}} \boxed{\text{SOLVE/f}}$ {SOLVE} variável).

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **C** quando terminar.

2. selecione a rotina apropriada:

- **XEQ** N para calcular o número de períodos de composição
- **XEQ** I para calcular o juro periódico
- **XEQ** B para calcular o saldo inicial de um empréstimo ou conta de poupança;

- **XEQ P** para calcular o pagamento periódico;
 - **XEQ F** para calcular o valor futuro ou saldo de um empréstimo.
- 3.** digite os valores das outras quatro variáveis à medida que elas são solicitadas, pressione **R/S**, após cada valor.
- 4.** após o último **R/S** o resultado é apresentado.
- 5.** para recalcular as mesmas variáveis utilizando dados diferentes, pressione **R/S** e vá para o passo 3.
- 6.** para um caso totalmente novo vá para o passo 2.

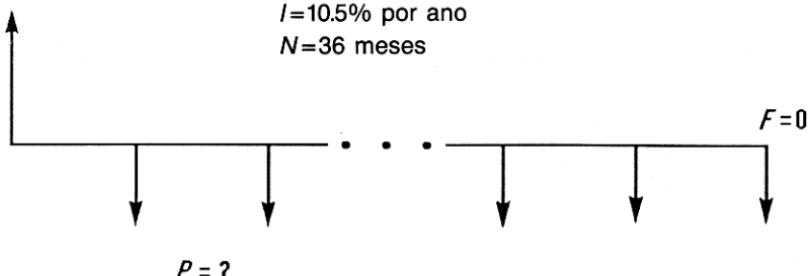
Variáveis Utilizadas:

- N* o número de períodos de composição.
- I* a taxa de juro *periódica* como uma taxa de percentagem.(Por exemplo, se a taxa *anual* de juro é 15%, mas existem 12 pagamentos por ano, então a taxa de juro *periódica* é $15 \div 12 = 1,25\%$.)
- Z* a taxa de juro *periódica* como uma decimal.
- B* o saldo inicial do empréstimo ou conta de poupança.
- P* a taxa de juro periódica.
- F* o valor futuro de uma conta de poupança ou saldo de um empréstimo.
- i* a variável índice, utilizada aqui para endereçamento indireto.

Exemplo: Parte 1. Você está financiando a compra de um automóvel com um empréstimo de 3 anos (36 meses) a uma taxa anual de juro de 10,5% compostos mensalmente. O preço de compra do carro é \$7.250,00. Sua entrada é de \$1.500,00. Quais são seus pagamentos mensais?

$$B = 7.250 - 1.500$$

$$\begin{array}{l} I = 10.5\% \text{ por ano} \\ N = 36 \text{ meses} \end{array}$$



Teclas:

visor:

Descrição:

visor: **DISP** (FX) 2
Estabelece o formato do visor como FIX 2.

visor: **XEQ** P

N?valor

Seleciona a rotina P, que calcula o pagamento periódico.

visor: 36 **R/S**

I?valor

Armazena 36 em N.

visor: 10.5 **ENTER** 12 **+**

I?0.88

Converte a taxa anual de juro em uma taxa mensal.

visor: **R/S**

B?valor

Armazena a taxa mensal de juro em I.

visor: 7250 **ENTER** 1500 **-**

B?5,750.00

Calcula o saldo inicial do empréstimo.

visor: **R/S**

F?valor

Estabelece B como saldo inicial.

visor: 0 **R/S**

P=-186.89

Armazena zero em F, o valor futuro ou o saldo final, e calcula o pagamento do empréstimo.

A resposta é negativa uma vez que o empréstimo foi visto da perspectiva do tomador (devedor). O dinheiro recebido pelo devedor (o saldo inicial) é positivo, enquanto que o dinheiro pago é negativo.

Parte 2. Que taxa de juro reduziria o pagamento mensal de \$10,00?

Teclas:	Visor:	Descrição:
[XEQ] I	N?36.00	Seleciona a rotina I, que calcula a taxa de juro periódica.
[R/S]	B?5,750.00	Aceita 36 como o número de pagamentos.
[R/S]	P?-186.89	Aceita \$5.750,00 como o saldo inicial.
[ENTER]	P?-186.89	Copia o pagamento na pilha de forma que você possa calcular com ele. (O próximo número entrado escreverá sobre o valor no registrador X.)
10 [+]	P?-176,89	Reduz o pagamento mensal de \$10,00.
[R/S]	F?0.00	Armazena o valor do pagamento modificado.
[R/S]	I=0.56	Aceita zero como saldo futuro e calcula I , a taxa mensal de juro.
12 [x]	6.75	Calcula a taxa anual de juro.

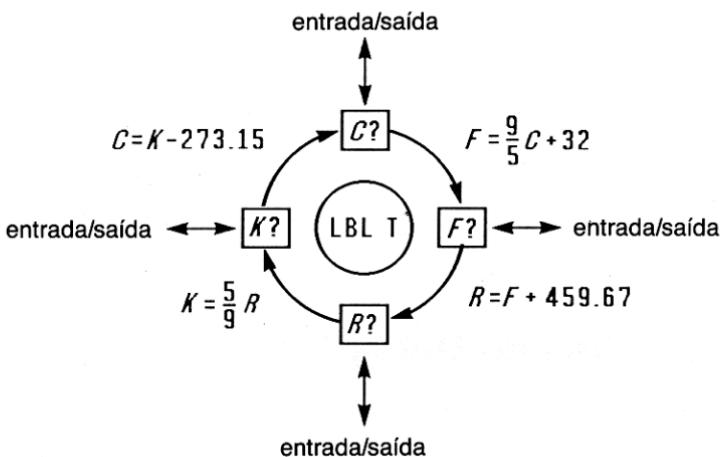
Parte 3. Utilizando a taxa de juro de 6,75%, admita que você venda o automóvel após 2 anos. Que saldo você ainda deve? Em outras palavras, qual é o saldo futuro em 2 anos?

Tecclas:	Visor:	Descrição:
XEQ F	N?36.00	Seleciona a rotina F, calcula o valor futuro.
24 R/S	I?0.56	Altera o número de pagamentos para 24 meses.
R/S	B?5,750.00	Aceita a taxa mensal de juro.
R/S	P?-176.89	Aceita \$5.750,00 como o saldo inicial.
R/S	F=-2,047.04	Aceita o valor do pagamento e calcula o saldo futuro. Novamente, o sinal é negativo indicando que você deve pagar essa quantia.

Conversões de Unidades

Este programa consiste de duas rotinas que convertem um tipo de unidade em outra. Uma rotina converte entre temperaturas e graus Celsius, Fahrenheit, Rankine e Kelvin. A outra rotina converte entre polegadas, pés e metros e entre polegadas quadradas, pés quadrados e metros quadrados. Os programas podem ser facilmente modificados para converter outros tipos de unidades.

Ambas as rotinas estão baseadas no “princípio da roda de Ferris”. O programa tem uma estrutura circular. Quando o programa é iniciado, ele executa um loop através de uma série de solicitações de entrada. Você ignora repetidamente as solicitações (pressionando **R/S**) até que a solicitação que corresponde às unidades de sua entrada aparecem. Por exemplo, se você desejasse entrar kelvins, iniciaria o programa de temperatura pressionando **XEQ T** e, então, pressionando **R/S** até que a solicitação **K?** aparecesse. Nessa solicitação você digitaria a temperatura em kelvins e pressionaria **R/S** até que você chegasse a solicitação indicando as unidades que você deseja (**F?** para Fahrenheit, por exemplo). O valor apresentado com a solicitação seria a temperatura em graus *Fahrenheit*. Para terminar o programa, pressione **C**.



Estrutura da Roda de Ferris para Conversão de Temperatura

Este programa foi projetado para minimizar a utilização da pilha. Quando o programa termina, os valores que estavam nos registradores X e Y são deixados nos registradores Y e Z respectivamente e o valor convertido é apresentado. Se o valor que você deseja converter está no registrador X (o visor) quando você iniciar o programa, pressione **R↓** para recuperá-lo quando você chegar à solicitação correta.

As rotinas para conversão de comprimento e área dão bons exemplos de utilização de flag. Note que o flag 2 foi selecionado de forma que o anúncio **2** no visor indicasse que a unidade está *elevada ao quadrado*.

Listagem do Programa:

Linhas do Programa: Descrição:

T01 LBL T	Inicia a rotina de conversão de temperatura.
T02 INPUT C	Apresenta a temperatura em °C, ou solicita e armazena a entrada em graus Celsius.
T03 9	
T04 X	
T05 5	
T06 ÷	
T07 32	
T08 +	Converte de graus Celsius em Fahrenheit.
T09 STO F	Armazena a temperatura Fahrenheit em F.
T10 R↓	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
T11 INPUT F	Apresenta a temperatura em °F, ou solicita e armazena a entrada em graus Fahrenheit.
T12 459.67	
T13 +	Converte de Fahrenheit em Rankine.
T14 STO R	Armazena a temperatura Rankine em R.
T15 R↓	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
T16 INPUT R	Apresenta a temperatura em °R, ou solicita e armazena a entrada em graus Rankine.
T17 9	
T18 ÷	
T19 5	
T20 X	Converte Rankine em Kelvin.
T21 STO K	Armazena a temperatura Kelvin em K.
T22 R↓	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
T23 INPUT K	Apresenta a temperatura em kelvins, ou solicita e armazena a entrada em graus Kelvin.
T24 273.15	
T25 -	Converte graus Kelvin em Celsius.
T26 STO C	Armazena a temperatura Celsius em C.
T27 R↓	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
T28 GTO T	Continua no loop para mais conversões.
Número de bytes e soma de verificação: 058,0, 9EF4	

A01 LBL A	Inicia a rotina de conversão de área.
A02 SF 2	Ativa o flag 2 para indicar conversão de área (comprimento <i>ao quadrado</i>).
A03 GTO Q	Desvia para a rotina de conversão.
Número de bytes e soma de verificação: 004,5, 2A52	
L01 LBL L	Inicia a rotina de conversão de comprimento.
L02 CF 2	Apaga o flag de conversão de área.
Número de bytes e soma de verificação: 003,0, 2C3C	
Q01 LBL Q	Inicia a rotina combinada de conversão de comprimento e área.
Q02 INPUT I	Apresenta polegadas ou polegadas quadradas, ou aceita entrada.
Q03 12	Entra fator de conversão de polegadas em pés.
Q04 FS? 2	Testa se é uma conversão de área.
Q05 \times^2	Caso positivo, eleva ao quadrado o fator de conversão.
Q06 \div	Calcula o resultado.
Q07 STO F	Armazena pés ou pés quadrados.
Q08 R+	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
Q09 INPUT F	Apresenta pés ou pés quadrados, ou aceita entrada.
Q10 0.3048	Entra o fator de conversão de pés em metros.
Q11 FS? 2	Testa se é uma conversão de área.
Q12 \times^2	Caso positivo, eleva o fator de conversão ao quadrado.
Q13 X	Calcula o resultado.
Q14 STO M	Armazena metros ou metros quadrados.
Q15 R+	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
Q16 INPUT M	Apresenta metros ou metros quadrados, ou aceita entrada.
Q17 0.0254	Entra o fator de conversão de metros em polegadas.
Q18 FS? 2	Testa se esta é uma conversão de área.
Q19 \times^2	Caso positivo, eleva o fator de conversão ao quadrado.
Q20 \div	Calcula o resultado.
Q21 STO I	Armazena polegadas ou polegadas quadradas.
Q22 R+	Deixa cair a pilha de forma que somente um nível seja utilizado.
Q23 GTO Q	Continua no loop para mais conversões.
Número de bytes e soma de verificação: 050,5, 2A15	

Flags Utilizados: flag 2

Memória Necessária: 164 bytes: 116 para o programa, 48 para as variáveis.

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **C** quando terminar.
2. pressione **XEQ** e o rótulo apropriado.
 - A para conversão de área, ou
 - L para conversão de comprimento, ou
 - T para conversão de temperatura.
3. pressione **R/S** até que a solicitação para a entrada apropriada apareça.
4. digite a entrada (ou pressione **R↓** para recuperar a entrada se estava no visor quando a rotina foi iniciada).
5. pressione **R/S** até que o rótulo com o resultado corresponda às unidades que você deseja encontrar.
6. vá para o passo 3 para outra conversão.
7. pressione **C** para apagar a solicitação e terminar o programa.

Variáveis Utilizadas:

- C* temperatura em graus Celsius.
F temperatura em graus Fahrenheit; ou pés.
R temperatura em graus Rankine.
K temperatura em kelvins.
I polegadas.
M metros.

Exemplo 1. Converta 212°F em kelvins.

Teclas:	Visor:	Descrição:
XEQ T	C?valor	Seleciona a rotina para a conversão de temperatura.
R/S	F?valor	Busca a solicitação para Fahrenheit.

212	R/S	R?671.6700	Entra a temperatura em Fahrenheit e converte em graus Rankine.
	R/S	K?373.1500	Converte em kelvins.

Exemplo 2. Um piso mede 108×127 polegadas. Quantos pés quadrados isso significa?

Teclas:	Visor:	Descrição:
108	ENTER	
127	\times	K?13,716.0000 Calcula a área em polegadas quadradas.
XEQ	A	I?valor Seleciona a rotina para conversão de área.
R↓	I?13,716.0000	Rola para baixo do registrador Y o valor que você calculou previamente em polegadas quadradas.
R/S	F?95.2500	Calcula os pés quadrados.
C	95.2500	Cancela a solicitação e termina o programa.

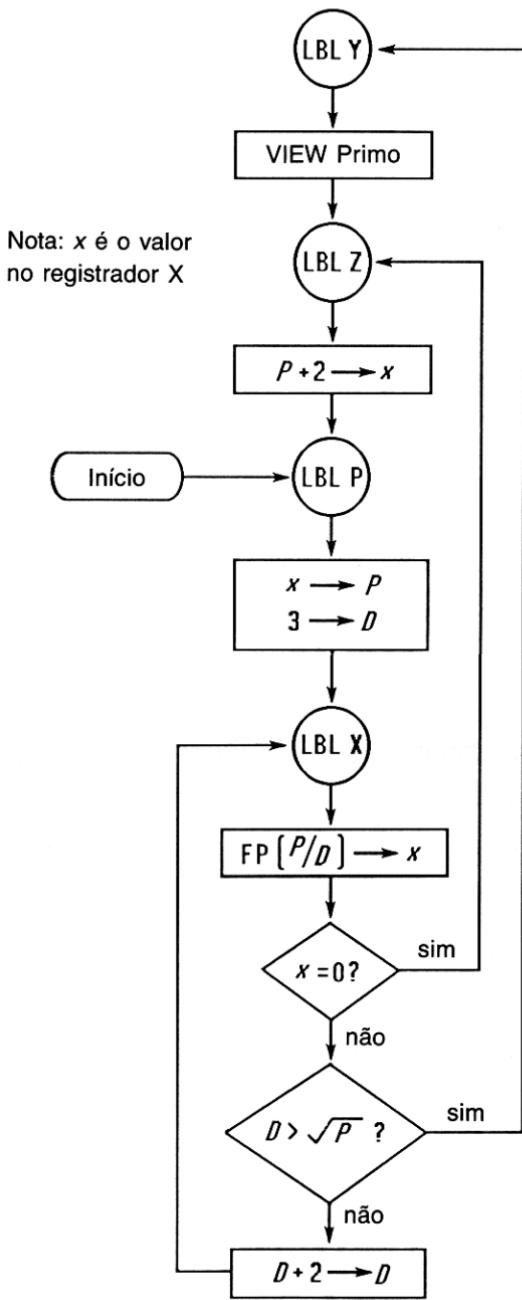
Exemplo 3. Admita que o resultado de um longo cálculo seja 3,787 e que correntemente esse valor está no visor de sua calculadora. Além disso, admita que esse valor precise ser dividido por um comprimento especificado em metros para completar o problema. Você sabe que o comprimento que necessita dividir é 25,73 pés. Calcule a resposta final.

Tecclas:	Visor:	Descrição:
3.787	3.787	Entra o resultado hipotético.
[XEQ] L	I?valor	Seleciona a rotina para conversão de comprimento.
[R/S]	F?valor	Move a solicitação para pés.
25.73 [R/S]	M?7.8425	Entra o divisor em pés e a seguir converte-o em metros.
[C]	7.8425	Cancela o valor apresentado e termina o programa.
[+]	0.4829	Calcula o resultado final.

Gerador de Números Primos

Este programa aceita qualquer número inteiro, ímpar, maior do que 3. Se o número é primo (não divisível exatamente por inteiros positivos além dele mesmo e 1), então o programa dá como resposta o valor de entrada. Se a entrada não for um número primo, o programa devolve o primeiro número primo maior do que a entrada.

O programa identifica números que não sejam primos esgotando, por tentativa, todos os possíveis fatores. Se um número não é primo, o programa adiciona 2 (assegurando que o valor ainda é ímpar) e testa para verificar se ele encontrou um número primo. Esse processo continua até que o número primo seja encontrado.



Fluxograma de Números Primos

Listagem do Programa:

Linhas do Programa: Descrição:

Y01 LBL Y	Esta rotina apresenta o número primo.
Y02 VIEW P	Apresenta o número primo P . Número de bytes e soma de verificação: 003,0, 9D08
Z01 LBL Z	Esta rotina adiciona 2 a P antes de testar para verificar se P é primo.
Z02 2	
Z03 RCL+ P	
Número de bytes e soma de verificação: 004,5, E455	
P01 LBL P	Esta rotina armazena o valor de entrada para P .
P02 STO P	
P03 3	Armazena 3 no divisor de teste, D .
P04 STO D	
Número de bytes e soma de verificação: 006,0, 9E38	
X01 LBL X	Esta rotina testa P para verificar se é primo.
X02 RCL P	
X03 RCL÷ D	
X04 FP	Encontra a parte fracionária de $P \div D$.
X05 x=0?	Testa para um resto zero (número não primo).
X06 GTO Z	Se o número não é primo, tenta a próxima possibilidade.
X07 RCL P	
X08 SQRT	
X09 RCL D	
X10 x>y?	Testa para verificar se todos os possíveis fatores foram tentados.
X11 GTO Y	Se todos os fatores foram tentados, desvia para a rotina de apresentação.
X12 2	
X13 STO+ D	Calcula o próximo fator possível, $D + 2$.

X14 GTO X

Desvia para testar o potencial número primo com
o novo fator.

Número de bytes e soma de verificação: 021,0, 43F2

Flags Utilizados: nenhum.

Memória Necessária: 50,5 bytes: 34,5 para o programa, 16 para as variáveis.

Instruções do Programa:

1. digite as rotinas do programa; pressione **C** quando terminar.
2. digite um inteiro ímpar.
3. pressione **XEQ P** para iniciar o programa. O número primo, P , será apresentado.
4. para ver o próximo número primo, pressione **R/S**.

Variáveis Utilizadas:

P valor primo e valores primos potenciais.

D divisor que está sendo utilizado para testar o valor corrente de P .

Observações: nenhum teste é feito para assegurar que o número seja um inteiro positivo, ímpar, maior do que 3.

Exemplo. Qual é o primeiro número primo após 789? Qual é o próximo número primo?

Tecas:	Visor:	Descrição:
789 XEQ P	P=797.0000	Digita 789 e inicia o programa; apresenta o primeiro número primo.
R/S	P=809.0000	Calcula o próximo número primo após 797.

Parte 5

Apêndices e Referências

Página 240 A: Atendimento ao Usuário, Baterias, Garantia e Assistência Técnica

253 B: Memória do Usuário e a Pilha

259 C: Mais Sobre a Resolução de uma Equação

273 D: Mais Sobre Integração

281 Mensagens

286 Índice de Funções

299 Índice por Assunto

Atendimento ao Usuário, Baterias, Garantia e Assistência Técnica

Obtendo Ajuda na Operação da Calculadora

A Hewlett-Packard está comprometida em oferecer aos proprietários de calculadoras HP atendimento permanente. Você pode obter respostas às suas perguntas sobre o uso da calculadora através de nosso Serviço de Atendimento ao Cliente (veja endereço e número do telefone na contracapa interna).

Sugerimos que você leia "Respostas a Perguntas Freqüentes" abaixo, antes de entrar em contato conosco. A experiência nos mostrou que muitos de nossos clientes têm perguntas semelhantes sobre os nossos produtos.

Respostas a Perguntas Freqüentes

P: Como determinar se a calculadora está operando corretamente?

R: Veja informações sobre o auto-teste diagnóstico, à página 246.

P: Como alterar o número de casas decimais apresentadas no visor?

R: Utilize a função  **DISP** (página 30).

P: Meus números contêm ponto como separador decimal ao invés de vírgulas. Como armazeno novamente a vírgula?

R: Utilize a função  **MODES** (página 29).

P: Como posso apagar toda a memória ou parte dela?

R:  **CLEAR** apresenta o menu CLEAR, que permite que você apague todas as variáveis, todos os programas (em entrada de programa somente), os registradores estatísticos ou toda a memória do usuário (exceto durante a entrada de programa).

P: O que significa "E" em um número (por exemplo, 2.51E – 13)?

R: Expoente de dez; que é, $2,51 \times 10^{-13}$

P: A calculadora apresentou a mensagem MEMORY FULL (MEMÓRIA CHEIA). O que devo fazer?

R: Você precisa apagar uma parte da memória antes de prosseguir. (Veja o apêndice B.)

P: Por que ao calcular-se o seno (ou tangente) de π radianos apresenta um número muito pequeno ao invés de zero?

R: π não pode ser representado *exatamente* com a precisão de 12 dígitos da calculadora.

P: Por que obtenho respostas incorretas quando utilizo as funções trigonométricas?

R: Assegure-se de que a calculadora está utilizando o modo angular correto ( **MODES**).

P: O que significa o símbolo no visor?

R: Isto é um *anúncio* e indica algo sobre o estado da calculadora. Veja "Anúncios" no capítulo 1

Baterias

A HP-32S é vendida com três baterias alcalinas. Um conjunto novo dessas baterias, normalmente, possibilita um ano de uso normal. Entretanto, a vida esperada da bateria depende de como a calculadora é utilizada. A calculadora requer o máximo de energia quando está tentando resolver um cálculo longo (tal como calcular SOLVE ou fFN). Para qualquer nível de utilização, baterias de mercúrio ou óxido de prata duram aproximadamente o dobro que baterias alcalinas.

Utilize somente baterias novas de célula, tipo botão. Não utilize baterias recarregáveis. Recomenda-se o uso das baterias abaixo. Nem todos os tipos de baterias estão disponíveis em todos os países.

Alcalina	Mercúrio	Óxido de Prata
Panasonic LR44	Panasonic NP675	Panasonic SR44W ou SP357
Eveready A76	Eveready EP675E	Eveready 357
Varta V13GA	Toshiba NR44 ou MR44	Varta V357
	Radio Shack NR44 ou MR44	Ray-O-Vac 357
Duracell LR44	Duracell MP675H	

Indicações de Bateria Fraca

Quando o anúncio de bateria fraca () é ligado, você deve substituí-las logo que possível.

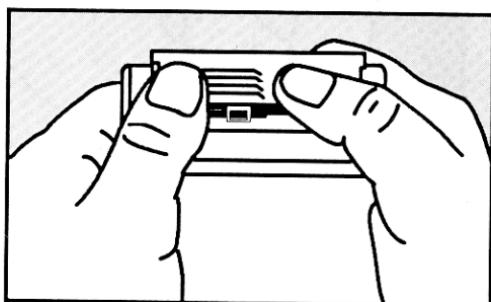
Se você continuar utilizando a calculadora após o anúncio ser ligado, a energia das baterias pode cair a um nível que a luminosidade do visor se torna fraca e os dados armazenados podem ser afetados. Se isto ocorrer, a calculadora necessita de baterias novas antes que ela possa operar corretamente. Se os dados armazenados não foram preservados devido a baterias extremamente fracas, a HP-32S apresenta MEMORY CLEAR (MEMÓRIA APAGADA).

Instalando as Baterias

Uma vez que o compartimento das baterias tenha sido aberto, você precisa substituir as baterias e fechá-lo dentro de um minuto para evitar a perda da memória contínua. Portanto, você deve ter as novas baterias à mão antes de abrir o compartimento das mesmas. Você deve também assegurar-se de que a calculadora está desligada durante todo o processo de substituição.

Para instalar as baterias:

1. tenha três baterias novas à mão.
2. assegure-se de que a calculadora está *desligada*. **Não pressione novamente até que todo o processo de substituição tenha sido completado. A troca de baterias com a calculadora ligada pode apagar o conteúdo da Memória Contínua.**
3. segure a calculadora como mostrado. Para remover a porta do compartimento das baterias, pressione para baixo e para fora na área ranhurada até que a porta deslize para fora.



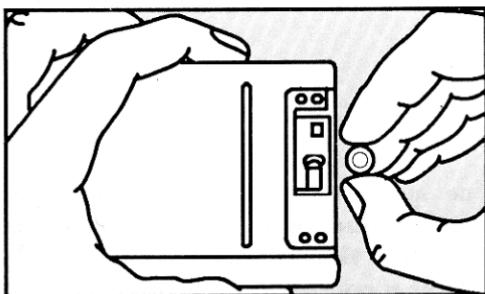
-
- 4.** Vire a calculadora e faça um movimento para que as baterias saiam.
-



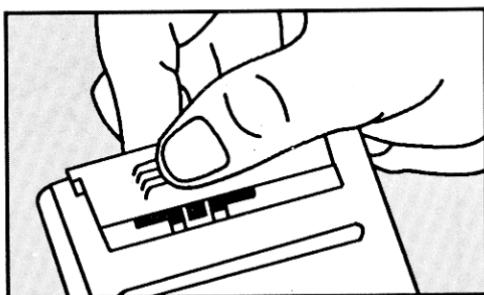
Advertência

Não fure ou jogue as baterias no fogo. Elas podem romper ou explodir liberando produtos químicos perigosos.

- 5.** segure a calculadora como mostrado e empilhe as baterias, uma por vez. Coloque as baterias conforme mostrado no diagrama dentro do compartimento de baterias. Assegure-se de que o lado com ressalto e o lado liso coincidem com o diagrama.



- 6.** deslize a porta do compartimento de baterias na ranhura existente na calculadora como mostrado.



Agora ligue a calculadora. Se não funcionar, verifique se a colocação das baterias está correta. Se a calculadora ainda não funcionar, é possível que você tenha demorado muito ou, inadvertidamente, ligado a calculadora enquanto as baterias estavam fora. *Remova as novas baterias* e faça uma leve pressão com uma moeda contra os dois contatos das baterias na calculadora por alguns segundos. Coloque as baterias de volta e ligue a calculadora; a mensagem MEMORY CLEAR (Memória Apagada) deve aparecer no visor.

Limites Ambientais

Para manter a confiabilidade do produto, procure observar os seguintes limites de temperatura e umidade:

- temperatura de operação: 0° a 45° C.
- temperatura quando guardada: -20° a 65°C.
- umidade relativa para operação e quando guardada: 90% ao máximo de 40° C.

Como Constatar que a Calculadora Precisa de Reparos

Siga os procedimentos abaixo para determinar se a calculadora precisa ser reparada ou não. Se tais procedimentos confirmarem que a calculadora não está funcionando adequadamente, leia "Se a Calculadora Necessitar de Reparos", à página 249.

■ Se a calculadora não liga (não há nada visível no visor):

1. tente inicializar a calculadora. (Mantenha pressionada a tecla **C** e pressione **LN**.)
2. se a calculadora não responder após o passo 1, substitua as baterias (veja página 242).

Se os passos 1 e 2 não restaurarem o funcionamento da calculadora, ela necessita de reparos.

■ Se a calculadora não responder às teclas que forem pressionadas (se nada acontecer quando você pressionar qualquer uma das teclas):

1. tente inicializar a calculadora. (Mantenha pressionada a tecla **C** e pressione **LN**.)
2. se a calculadora não responder após o passo 1, tente apagar a memória (mantenha pressionadas as teclas **C**, **√x** e **Σ+** como descrito à página 255). Isso fará com que tudo o que estava previamente armazenado seja apagado.
3. se a calculadora não responder aos passos 1 e 2, remova as baterias (veja página 243) e pressione levemente uma moeda contra os dois terminais da calculadora que fazem contato com as baterias, simultaneamente. Coloque as baterias de volta e ligue a calculadora. Ela deverá apresentar no visor a mensagem MEMORY CLEAR (Memória Apagada).

Se os passos 1 a 3 não restaurarem o funcionamento da calculadora, ela necessita de reparos.

■ Se a calculadora reagir às teclas que forem pressionadas, mas se você suspeitar que ela não está funcionando adequadamente:

1. realize o auto-teste (descrito abaixo). Se ela falhar neste teste, é porque precisa ser reparada.
2. se a calculadora passar no auto-teste, é quase certo que você cometeu um engano ao operá-la. Procure reler a parte do manual que descreve o que você estava tentando fazer e verifique "Respostas a Perguntas Freqüentes", no início deste capítulo.
3. se você não encontrar a resposta a sua questão neste manual, comunique-se com um especialista no uso da calculadora, telefonando ao nosso Serviço de Atendimento ao Cliente. O telefone e o endereço encontram-se no verso da segunda capa.

Confirmindo o Bom Funcionamento da Calculadora : O Auto-Teste

Se o visor puder ser ligado, mas parecer que a calculadora não funciona adequadamente, você pode executar um auto-teste diagnóstico.

Para iniciar o auto-teste:

1. para iniciar o auto-teste, mantenha pressionada a tecla **C** enquanto você pressiona a tecla **y^x**.*

* Manter pressionada a tecla **C** enquanto você pressiona **y^x**, inicia um teste contínuo que é utilizado na fábrica. Se você acidentalmente iniciar este auto-teste, poderá interrompê-lo pressionando qualquer tecla.

- 2.** pressione qualquer tecla oito vezes e observe o visor à medida que vários padrões são apresentados. Após ter pressionado a tecla oito vezes, a calculadora apresenta a mensagem de "copyright" COPR. HP 1987 e, então, a mensagem KED 01.
- 3.** iniciando no canto superior esquerdo ($\boxed{\sqrt{x}}$) e movendo-se da esquerda para a direita, pressione cada tecla na linha superior. A seguir, movendo-se da esquerda para a direita, pressione cada uma na segunda linha, terceira linha e assim por diante até que você tenha pressionado todas as teclas.
- Se você pressionar as teclas na ordem correta e elas funcionarem corretamente a calculadora apresenta no visor KED seguido por números de dois dígitos (a calculadora está contando as teclas utilizando números hexadecimais).
 - Se você pressionar uma tecla fora de ordem ou se uma tecla não estiver funcionando corretamente, a próxima tecla apresenta uma mensagem de erro (ver passo 4).
- 4.** O auto-teste produz um dos dois resultados seguintes:
- a calculadora apresenta no visor 32S - OK, se ela passou no auto-teste. Vá para o passo 5.
 - a calculadora apresenta no visor 32S - FAIL seguido por um número de um dígito se ela não passar no auto-teste. Se você receber a mensagem porque pressionou uma tecla fora de ordem, deve inicializar a calculadora (mantenha pressionada \boxed{C} e pressione \boxed{LN}) e, então, execute o auto-teste novamente. Se você pressionou as teclas em ordem, mas obteve a mensagem de falha, repita o teste acima para verificar os resultados. Se a calculadora falhar novamente necessitará de reparos (veja página 249). Inclua uma cópia da mensagem de falha com a calculadora quando enviá-la para reparo.
- 5.** para sair do auto-teste, inicialize a calculadora (mantenha pressionada \boxed{C} e pressione \boxed{LN}).

Garantia Integral por um Ano

O Que Está Coberto

A HP-32S é garantida pela Tesis (com exceção das baterias e do eventual dano por elas causado), contra defeitos de material e montagem por um ano, a partir da data da compra original. Se você a vender ou presenteá-la, a garantia será automaticamente transferida ao novo proprietário e permanecerá válida com relação ao período original de um ano. Durante o período de garantia a Tesis reparará, a seu critério, ou substituirá, sem quaisquer ônus, o produto comprovadamente defeituoso; quando for enviado, com porte pago, a um dos Postos de Assistência Técnica da Tesis. (A substituição poderá ser feita por um modelo mais novo ou de funcionalidade equivalente ou melhor.)

O Que Não Está Coberto

As baterias e o dano por elas causado não estão cobertos por esta garantia. Consulte o fabricante das baterias sobre as garantias contra vazamento das mesmas.

Esta garantia não se aplica se o produto foi danificado por acidente ou mau uso, ou como resultado de modificação executada por terceiros que não a Tesis Informática S/A ou centros de serviços autorizados. Nenhum outro tipo de garantia expressa será dado.

Os produtos são vendidos tendo por base as especificações aplicáveis por ocasião da fabricação. A Tesis não se obriga a modificar ou atualizar seus produtos, depois que estes são vendidos.

Se a Calculadora Necessitar de Reparos

A Hewlett-Packard mantém centros de serviço em muitos países. Estes centros repararão ou substituirão sua calculadora por uma de mesmo modelo, equivalente ou superior, esteja dentro do prazo de garantia ou não. Serviços executados após o término da garantia são cobrados.

Assistência Técnica no Brasil

Você poderá obter assistência técnica para sua calculadora sempre que ela necessitar de reparos, estando ou não no período de garantia; se fora do período de garantia haverá um custo de reparo. A Tesis Informática S/A é a única empresa autorizada a prestar assistência técnica às calculadoras Hewlett-Packard no Brasil. Há vários postos de recebimento das calculadoras distribuídos convenientemente pelas grandes capitais do país. Você pode enviar sua calculadora para reparos através deles ou diretamente à Tesis, conforme instruções a seguir.

Instruções para Remeter a Calculadora para Reparos

Se sua calculadora necessita de reparos, envie-a acompanhada do seguinte:

- breve descrição do problema observado.
- nota fiscal de compra (ou cópia) se ainda estiver no período de garantia.
- nota de remessa (para pessoas jurídicas).

A calculadora deve ser acondicionada na embalagem original ou em embalagem fornecida pela ECT. Recomendamos o uso do sistema SEDEX. As despesas de remessa correm por conta do cliente e as de retorno, por conta da Tesis.

Endereços da Assistência Técnica Hewlett-Packard:

São Paulo

Tesis Informática S/A
Al. Rio Negro, 750 -
Alphaville
06400 - Barueri - SP
Tel.: (011) 421-1444

Rio de Janeiro

Tesis Informática S/A
Praia de Botafogo, 228
6º andar - salas 611/614
22250 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (021) 552-0222

Use o telefone (011) 421-1444 para saber o endereço do posto de recebimento mais próximo caso não queira usar o sistema SEDEX.

Custo dos Reparos

Para agilizar os reparos feitos fora do período de garantia, a Tesis adota o sistema de preço fixo, eliminando a necessidade de orçamento e a demora por eles provocada. Entretanto, esse sistema não se aplica às calculadoras danificadas por acidente ou negligência, quando os custos são determinados pelas peças necessárias e mão-de-obra envolvida.

Garantia de Reparos

O material e a mão-de-obra utilizados nos reparos realizados fora do período de garantia são garantidos por 90 dias contados da data do reparo.

Informações Sobre a Assistência Técnica Internacional

Não são todos os Postos de Assistência Técnica de calculadoras Hewlett-Packard que oferecem assistência técnica para todos os modelos de calculadoras HP. Contudo, se você adquiriu sua calculadora de um revendedor autorizado, tenha certeza de que o serviço estará disponível no país onde se deu a aquisição.

Se acontecer de você estar fora do país onde se deu a aquisição, entre em contato com o Posto de Assistência Técnica local para verificar se a mesma pode ser nele reparada. Se não puder, faça a gentileza de remetê-la para o "United States Calculator Service Center" cujo endereço está no verso da contra-capa. Escrevendo para esse endereço você poderá obter a relação dos Postos de Assistência Técnica de outros países.

Todas as despesas para envio e retorno são de sua responsabilidade.

Informações sobre Normas de Segurança Aérea (E.U.A.)

A HP-32S atende às exigências da RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) Docket 160B, Section 21. Muitas companhias aéreas permitem o uso de calculadoras durante o vôo, baseadas em tal qualificação. Entretanto, antes de embarcar, certifique-se com o representante da companhia aérea sobre o uso da calculadora durante o vôo.

Memória do Usuário e a Pilha

Este apêndice descreve:

- a alocação e os requisitos da memória do usuário,
- como inicializar a calculadora sem afetar a memória,
- como apagar toda a memória do usuário e restabelecer os ajustes-padrão, e
- quais operações afetam o elevador da pilha.

Administrando a Memória da Calculadora

A HP-32S possui 390 bytes de memória do usuário disponíveis para serem utilizados em qualquer combinação de dados armazenados (variáveis ou linhas de programa). O SOLVE, \int FN e cálculos estatísticos também requerem memória do usuário. (A operação \int FN requer particularmente bastante memória.)

Todos os dados que você armazenou são preservados até que você explicitamente os apague. A mensagem MEMORY FULL (MEMÓRIA CHEIA) significa que correntemente não existe memória disponível suficiente para a operação que você acabou de tentar. Você precisa apagar uma parte (ou toda) a memória do usuário. Por exemplo, pode:

- apagar os conteúdos de quaisquer ou de todas as variáveis (ver página 50).
- apagar quaisquer ou todos os programas (ver página 85).
- apagar os registradores estatísticos (pressione $\boxed{\text{CLEAR}} \langle \Sigma \rangle$).
- apagar toda a memória do usuário (pressione $\boxed{\text{CLEAR}} \langle \text{ALL} \rangle$).

Requisitos de Memória

Dados ou Operação	Quantidade de Memória Utilizada
Variáveis	8 bytes por valor diferente de zero. (Nenhum byte para valores iguais a zero.)
Instruções em linhas de programa	1,5 bytes.
Números em linhas de programa	Inteiro de 0 a 99: 1,5 bytes. Todos os outros números: 9,5 bytes.
Dados estatísticos	48 bytes.
Cálculos do SOLVE	33,5 bytes.
JFN (cálculos de integração)	140 bytes.

Para ver os requisitos de memória em programas específicos, pressione **[MEM] {PGM}**. Pressione **[▼]** ou **[▲]** para ver os valores. (Para um exemplo, veja à página 86.)

Para manualmente desalocar a memória alocada para um cálculo de SOLVE ou JFN que tenha sido interrompido, pressione **[LBL/RTN] (RTN)**. Esta desalocação é efetuada automaticamente sempre que você executar um programa ou outro cálculo de SOLVE ou JFN.

Inicializando a Calculadora

Se a calculadora não responder ao pressionar de teclas ou se de outra forma estiver se comportando de maneira estranha, tente inicializá-la. Inicializar a calculadora interrompe o cálculo corrente e cancela a entrada de programa, entrada de dígitos, um programa em execução, um cálculo com o SOLVE, um cálculo com JFN, uma apresentação com VIEW ou uma apresentação de INPUT. Os dados armazenados usualmente permanecem inalterados.

Para inicializar a calculadora, mantenha pressionada a tecla **[C]** e pressione **[LN]**. Se você não conseguir inicializar a calculadora, tente instalar baterias novas. Se a calculadora não puder ser inicializada ou se ela ainda falhar em operar adequadamente, você deve tentar apagar a memória utilizando o procedimento especial descrito na próxima seção.

A calculadora pode inicializar-se se for derrubada ou se o fornecimento de energia for interrompido.

Apagando a Memória

A forma usual de apagar-se a memória do usuário é pressionar **[]** **CLEAR** **(ALL)**. Entretanto, existe um procedimento de apagar mais poderoso que inicializa informação adicional e é útil se o teclado não estiver funcionando adequadamente.

Se a calculadora falhar em responder ao pressionar de teclas e você não conseguir restabelecer a operação inicializando-a ou trocando as baterias, tente o procedimento descrito a seguir. Essa seqüência de teclas apaga toda a memória, inicializa a calculadora, e restabelece todos os formatos e modos ao seu *padrão* original (mostrado abaixo).

- 1.** Pressione e mantenha pressionada a tecla **[C]**.
- 2.** Pressione e mantenha pressionada **[\sqrt{x}]**.
- 3.** Pressione **[$\Sigma+$]**. (Você estará pressionando três teclas simultaneamente.) Quando você soltar todas as três teclas, o visor apresentará MEMORY CLEAR se a operação for bem sucedida.

Ajustes-Padrão

Categoría	Estado Padrão
Modo angular.	Graus.
Modo de base.	Decimal.
Ajuste de contraste.	Médio.
Separador decimal.	“.”
Formato do visor.	FIX 4.
Flags.	Desligados.
FN= (função corrente).	Nula.
Ponteiro de programa (linha corrente).	PRGM TOP.
Memória de programa.	Apagada.
Semente para números aleatórios.	Zero.
Elevador da pilha.	Ativo.
Registradores da pilha.	Apagados (zerados).
Variáveis.	Apagados (zerados).

A memória pode ser inadvertidamente apagada se a calculadora cair ou se a energia das baterias for interrompida.

O Estado do Elevador da Pilha

Os quatro registradores da pilha estão sempre presentes e a pilha sempre tem um *estado de elevador da pilha*, isto é, o elevador da pilha está sempre *ativo* ou *inativo* com respeito ao seu comportamento quando o próximo número for colocado no registrador X. (Veja o capítulo 2, “A Pilha Automática de Memória.”).

Qualquer função que não esteja em uma das duas listas a seguir, ativará o elevador da pilha.

Operações que Desativam

Existem quatro operações que desativam o operador da pilha. Um número digitado após uma dessas operações será escrito sobre o número correntemente no registrador X. Os registradores Y, Z e T permanecem inalterados.

ENTER $\Sigma +$ $\Sigma -$ CLx

Em adição, quando **C** e **◀** atuam como CLx, eles também desativam a pilha.

A função INPUT *desativa* o elevador da pilha quando ela interrompe um programa para solicitar entradas (de modo que qualquer número que você entrar nesse momento será escrito sobre o registrador X), mas ele *ativa* o elevador da pilha quando o programa retoma a execução.

Operações Neutras

As operações a seguir não alteram o estado anterior do elevador da pilha:

DEG,RAD, GRAD	FIX,SCI ENG,ALL	DEC,HEX, OCT,BIN	CLVARS
PSE	SHOW	RADIX.;RADIX,	CL Σ
OFF	R/S e STOP	▲ , ▼	C' , ◀ *
MEM (VAR) **	MEM (PGM) **	GTO [] []	GTO [] rótulo <i>nn</i>
Mudando janelas binárias	Entrada de dígitos	Erros	PRGM e entrada de programa.

* Exceto quando utilizada como CLx.

** Incluindo todas as operações executadas enquanto o catálogo é apresentado, exceto **(VAR)** **ENTER** e **(PGM)** **XEQ**, que ativam o elevador da pilha.

O Estado do Registrador LAST X

As operações a seguir preservam x no registrador 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

* Note que a seqüência de aritmética de recuperação x [RCL] [+] variável armazena um valor diferente no registrador LAST X do que a seqüência x [RCL] variável [+] faz. A primeira armazena x no registrador LAST X; a última armazena o número recuperado em LAST X.

Mais sobre a Resolução de uma Equação

Este apêndice fornece informações sobre a operação do SOLVE além daquelas dadas no capítulo 7.

Como o SOLVE Encontra uma Raiz

O SOLVE é uma operação *iterativa*; isto é, ele repetidamente executa a função especificada. Inicia com uma estimativa para a incógnita, x , e refina aquela estimativa a cada execução sucessiva da função, $f(x)$.*

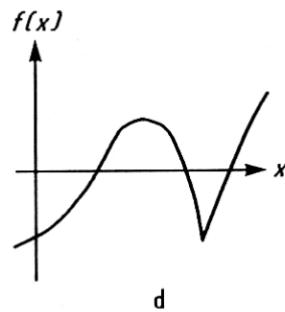
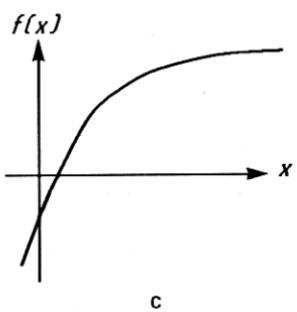
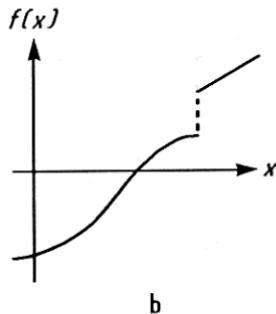
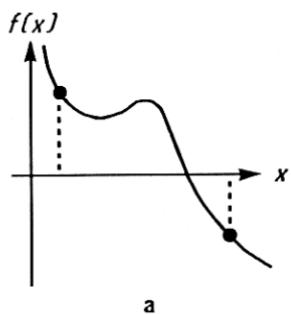
Se duas estimativas sucessivas quaisquer da função $f(x)$ tiverem sinais opostos, o SOLVE admite que a função $f(x)$ cruza o eixo x em pelo menos um ponto entre as duas estimativas. Esse intervalo é sistematicamente estreitado até que uma raiz seja encontrada.

Para o SOLVE encontrar uma raiz, ela precisa existir dentro do intervalo de números da calculadora e a função precisa ser matematicamente definida onde a busca iterativa ocorre. O SOLVE sempre encontra uma raiz, desde que ela exista (dentro do limite de números aceito pela calculadora), se uma ou mais das seguintes condições forem satisfeitas:

- duas estimativas resultam em valores de $f(x)$ com sinais opostos e o gráfico da função cruza o eixo x em pelo menos um ponto entre as duas estimativas (figura a, próxima página).

* $f(x)$ é uma abreviação matemática para uma função definida em termos da incógnita x .

- $f(x)$ sempre aumenta ou diminui à medida que x aumenta (figura b, abaixo).
- o gráfico de $f(x)$ é côncavo ou convexo em todos os pontos (figura c, abaixo).
- se $f(x)$ tem um ou mais mínimos ou máximos locais, cada um ocorre uma única vez entre as raízes adjacentes de $f(x)$ (figura d, abaixo).



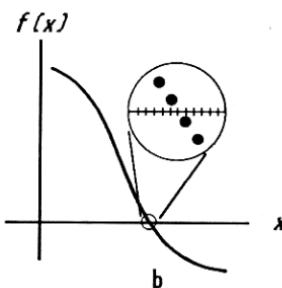
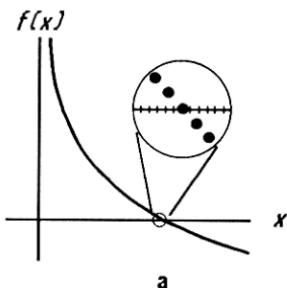
Funções cujas Raízes Podem Ser Encontradas

Na maioria das situações, a raiz calculada é uma estimativa precisa da raiz teórica, que é uma raiz com precisão infinita. Uma solução “ideal” é aquela para a qual $f(x)=0$. Entretanto, um valor diferente de zero muito pequeno para $f(x)$ é muitas vezes aceitável porque poderia resultar na aproximação de números com precisão limitada (12 dígitos).

Interpretando Resultados

A operação do SOLVE resultará em uma solução sob uma das seguintes condições:

- se ele encontrar uma estimativa para a qual $f(x)$ é igual a zero (veja figura a, abaixo).
- se ele encontrar uma estimativa onde $f(x)$ não é igual a zero, mas a raiz calculada é um número de 12 dígitos adjacente ao ponto onde o gráfico da função cruza o eixo x (veja figura b, abaixo). Isto ocorre quando as duas estimativas finais são vizinhas (isto é, elas diferem por 1 no 12º dígito) e o valor da função é positivo para uma estimativa e negativo para outra.* Na maioria dos casos $f(x)$ será relativamente próximo de zero.



Casos Onde uma Raiz é Encontrada

Para obter informações adicionais sobre resultados, pressione **R↓** para ver a estimativa anterior da raiz (x), que foi deixada no registrador Y. Pressione **R↓** novamente para ver o valor de $f(x)$ que foi deixado no registrador Z. Se $f(x)$ é igual a zero ou é relativamente pequeno, é muito provável que uma solução tenha sido encontrada. Entretanto, se $f(x)$ é relativamente grande, você precisa ter cuidado na interpretação dos resultados.

* Ou elas são $(0, 10^{-499})$ ou $(0, -10^{-499})$.

Exemplo: Uma Equação com uma Raiz. Encontre a raiz da equação:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0,$$

a qual, utilizando o método de Horner (capítulo 5), é simplificada para

$$x(x(-2x + 4) - 6) + 8 = 0.$$

Entre a função como o programa:

```
A01 LBL A
A02 -2
A03 RCLx X
A04 4
A05 +
A06 RCLx X
A07 6
A08 -
A09 RCLx X
A10 8
A11 +
A12 RTN
```

Teclas:	Visor:	Descrição:
[SOLVE/f] (FN) A 0 [STO] x 10		Calcula x utilizando as estimativas 0 e 10.
[SOLVE/f] (SOLVE) X	X=1.6506	
R↓	1.6506	As duas estimativas finais são as mesmas até quatro casas decimais.
R↓	-1.0000E-11	$f(x)$ é muito pequeno, de forma que a aproximação é boa como raiz.

Exemplo: Uma Equação com duas Raízes. Encontre as duas raízes da equação parabólica:

$$x^2 + x - 6 = 0.$$

Entre a função como o programa:

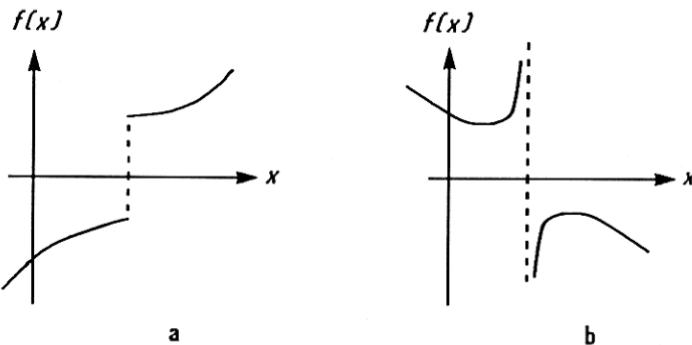
```
D01 LBL D  
D02 RCL X  
D03 x2  
D04 RCL + X  
D05 6  
D06 -  
D07 RTN
```

Teclas:	Visor:	Descrição:
■ [SOLVE/f] (FN) D 0 [STO] X 10 ■ [SOLVE/f] (SOLVE) X	X=2.0000	Calcula a raiz positiva utilizando as estimativas 0 e 10.
R ↓	2.0000	As duas estimativas finais são as mesmas.
R ↓ ■ [SHOW]	0.000000000000	$f(x) = 0.$
0 [STO] X 10 [+/-] ■ [SOLVE/f] (SOLVE) X	X=-3.0000	Calcula a raiz negativa utilizando as estimativas 0 e -10.
R ↓ R ↓ ■ [SHOW]	0.000000000000	$f(x) = 0.$

Certos casos requerem consideração especial:

- se o gráfico da função tem uma descontinuidade que cruza o eixo x , então a operação do SOLVE dá como resposta um valor adjacente à descontinuidade (veja figura a, na próxima página). Neste caso, $f(x)$ pode ser relativamente grande.

- valores de $f(x)$ podem tender ao infinito no ponto onde o gráfico muda de sinal (veja figura b, abaixo). Essa situação é denominada um *polo*. Uma vez que a operação do SOLVE determina que existe uma mudança de sinal entre os dois valores vizinhos de x , ela dá como resposta a possível raiz. Entretanto, o valor de $f(x)$ será relativamente grande. Se o polo ocorrer no valor de x que é exatamente representado com 12 dígitos, aquele valor causaria a interrupção do cálculo com uma mensagem de erro.



Casos Especiais: Uma Descontinuidade e um Polo

Exemplo: Uma Função Descontínua. Encontre a raiz da equação:

$$\text{IP}(x) - 1,5 = 0.$$

Entre a função como o programa:

E01 LBL E
E02 RCL X
E03 IP
E04 1.5
E05 -
E06 RTN

Teclas:	Visor:	Descrição:
SOLVE/J (FN) E 0 STO X 5		Encontra uma raiz com estimativas 0 e 5.
SOLVE/J (SOLVE) X	X=2.0000	
SHOW	1.99999999999	Mostra a raiz com 11 casas decimais.
R↓ SHOW	2.00000000000	A estimativa anterior é ligeiramente maior.
R↓	-0.5000	f(x) é relativamente grande.

Note a diferença entre as duas últimas estimativas, bem como o valor relativamente grande para f(x). O problema é que não existe valor de x para o qual f(x) é igual a zero. Entretanto, para $x = 1,99999999999$ existe um valor vizinho de x que resulta em um sinal oposto para f(x).

Exemplo: Um Polo. Encontre a raiz da equação

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0.$$

À medida que x se aproxima de $\sqrt{6}$, f(x) se torna um número muito grande, positivo ou negativo.

Entre a função como o programa:

```
F01 LBL F
F02 RCL X
F03 x2
F04 6
F05 -
F06 RCL X
F07 x<>y
F08 +
F09 1
F10 -
F11 RTN
```

Note que você pode encurtar os programas eliminando as linhas F06-F07 e adicionando uma segunda instrução RCL X após a linha F02.

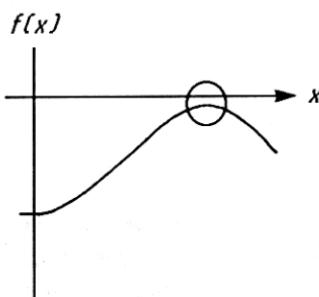
Teclas:	Visor:	Descrição:
[SOLVE/f] (FN) F		Calcula as raízes utilizando estimativas que delimitam um intervalo que contenha $\sqrt{6}$.
2.3 [STO] X 2.7 [SOLVE/f] (SOLVE) X	X=2.4495	
R↓ R↓	81,649,658,092.0	$f(x)$ é relativamente grande.

Existe um polo entre as duas estimativas finais. As estimativas iniciais resultaram em sinais opostos para $f(x)$ e o intervalo entre as estimativas sucessivas foi estreitando-se até que dois pontos vizinhos foram encontrados. Infelizmente, esses pontos vizinhos fizeram $f(x)$ aproximar-se de um polo ao invés do eixo x . A função possui raízes em -2 e 3 , que podem ser encontradas entrando-se estimativas melhores.

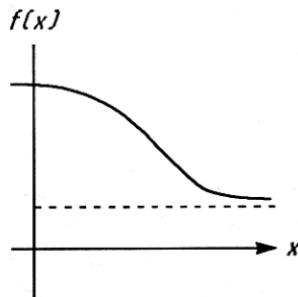
Quando o SOLVE Não Pode Encontrar uma Raiz

Algumas vezes o SOLVE não consegue encontrar uma raiz. As seguintes condições causam a mensagem NO ROOT FND (NENHUMA RAIZ ENCONTRADA):

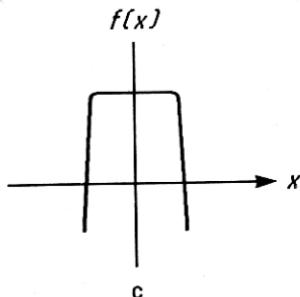
- a busca termina próximo a um mínimo ou máximo local (veja a figura a, abaixo). Se o valor final de $f(x)$ (armazenado no registrador Z) é relativamente próximo de zero, é possível que a raiz tenha sido encontrada; o número armazenado na incógnita pode ser um número de 12 dígitos muito próximo à raiz teórica.
- a busca é interrompida porque o SOLVE está trabalhando em uma assíntota horizontal—uma área onde $f(x)$ é essencialmente constante para um amplo intervalo de x (veja a figura b, abaixo). O valor final de $f(x)$ é o valor da assíntota em potencial.
- a busca é concentrada em uma região “achatada” da função (veja figura c, abaixo). O valor final de $f(x)$ é o valor da função nessa região.



a



b



c

Casos onde uma Raiz Não é Encontrada

A operação do SOLVE indica um erro matemático se uma estimativa produzir uma operação que não seja permitida—por exemplo, divisão por zero, raiz quadrada de um número negativo ou um logaritmo de zero. Tenha em mente que o SOLVE pode gerar estimativas sobre um amplo intervalo. Algumas vezes você pode evitar erros matemáticos utilizando boas estimativas. Se ocorrer um erro matemático, pressione **RCL** incógnita (ou **VIEW** variável) para ver o valor que produziu o erro.

Exemplo: Um Mínimo Relativo. Calcule a raiz desta equação parabólica:

$$x^2 - 6x + 13 = 0.$$

Ela tem um mínimo em $x = 3$.

Entre a função como programa:

```
G01 LBL G
G02 RCL X
G03 x2
G04 6
G05 RCL X X
G06 -
G07 13
G08 +
G09 RTN
```

Teclas:	Visor:	Descrição:
SOLVE/f (FN) G		A busca falha com
0 STO X 10		as estimativas 0 e 10.
SOLVE/f (SOLVE) X	NO ROOT FND	Nenhuma raiz encontrada.
⬅ SHOW	3.00000010001	Apresenta a estimativa final de x .
R ▼ SHOW	3.00000468443	A estimativa anterior não era a mesma.
R ▼	4.0000	O valor final de $f(x)$ é relativamente grande.

Exemplo: Uma Assíntota. Encontre a raiz da equação

$$10 - \frac{1}{x} = 0$$

Entre a função como o programa:

```
H01 LBL H  
H02 10  
H03 RCL X  
H04 1/x  
H05 -  
H06 RTN
```

Teclas:	Visor:	Descrição:
SOLVE/F (FN) H .005 STO X 5 SOLVE/F (SOLVE) X	X=0.1000	Calcula x utilizando as estimativas 0,005 e 5.
R↓	0.1000	A estimativa anterior é a mesma.
R↓ SHOW	999999999999	$f(x) = 0$.

Veja o que acontece quando você utiliza valores negativos para as estimativas:

Teclas:	Visor:	Descrição:
1 +/- STO X 2 +/- SOLVE/F (SOLVE) X	NO ROOT FND	Nenhuma raiz encontrada para $f(x)$.
◀	-46,666,666,692.1	Apresenta a última estimativa de x .
R↓	-5.7750E15	A estimativa anterior era muito maior em magnitude.
R↓	10.0000	$f(x)$ para a última estimativa é bem grande.

Examinando-se a equação é evidente que se x for um número negativo, o menor número que $f(x)$ pode ser é 10. $f(x)$ se aproxima de 10 à medida que x se torna um número negativo de magnitude grande.

Exemplo: Um Erro Matemático. Encontre a raiz da equação:

$$\sqrt{x \div (x + 0,3)} - 0,5 = 0.$$

Entre a função como o programa:

```
I01 LBL I
I02 RCL X
I03 0.3
I04 RCL+ X
I05 ÷
I06 SQRT
I07 0.5
I08 -
I09 RTN
```

Primeiro tente encontrar a raiz positiva.

Teclas:	Visor:	Descrição:
<input type="checkbox"/> [SOLVE/f] (FN) I		
0 [STO] X 10		
<input type="checkbox"/> [SOLVE/f] (SOLVE)		
X	X=0.1000	Calcula a raiz utilizando as estimativas 0 e 10.

Exemplo: Uma Região “Achatada” Local. Encontre a raiz da função

$$f(x) = \begin{cases} x + 2 & \text{se } x < -1 \\ 1 & \text{para } -1 \leq x \leq 1 \\ -x + 2 & \text{se } x > 1 \end{cases} \quad (\text{uma região achatada local})$$

Entre a função como o 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
```

Calcule X utilizando estimativas iniciais de 10^{-8} e -10^{-8} .

Teclas:	Visor:	Descrição:
(FN) J E 8 +/- STO X 1 +/- E 8 +/- (SOLVE) X	NO ROOT FND	Nenhuma raiz encontrada utilizando estimativas muito pequenas próximas de zero (portanto restringindo a busca à região achadada da função).
 	1.0000E-8 0.0025 1.0000	As últimas duas estimativas estão distantes, e o valor final de $f(x)$ é grande.

Se você utilizar estimativas maiores, o SOLVE pode encontrar as raízes que estão fora da região achatada (em $x=2$ $x=-2$).

* Você pode subsequentemente eliminar a linha J03 para economizar memória.

Erro de Arredondamento e “Underflow” (Muito pequeno)

Erro de Arredondamento. A precisão limitada (12 dígitos) da calculadora pode causar erros devido a arredondamentos que afetam adversamente as soluções iterativas do SOLVE e integração. Por exemplo,

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

não possui raízes porque $f(x)$ é sempre positivo. Entretanto, dadas as estimativas iniciais de 1 e 2, o SOLVE devolve a resposta 1,0000 devido a erro de arredondamento.

O erro de arredondamento pode também fazer com que o SOLVE falhe em encontrar uma raiz. A equação

$$|x^2 - 7| = 0$$

possui uma raiz em $\sqrt{7}$. Entretanto, nenhum número de 12 dígitos é *exatamente* igual a $\sqrt{7}$ de forma que a calculadora nunca pode tornar a função igual a zero. Além disso, a função nunca muda de sinal. O SOLVE devolve uma mensagem NO ROOT FND (NENHUMA RAIZ ENCONTRADA). Entretanto, a estimativa final de $f(x)$ (pressione para vê-la) é a melhor aproximação possível de 12 dígitos da raiz quando a rotina termina.

“Muito Pequeno (Underflow)”. *Underflow* ocorre quando a magnitude de um número é menor do que a calculadora pode representar, assim ela o substitui por zero. Isto pode afetar resultados do SOLVE. Por exemplo, considere a equação

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

cuja raiz é infinita em valor. Em virtude do “número muito pequeno” (*underflow*), o SOLVE dá como resposta um valor muito grande como a raiz. (A calculadora não pode representar o infinito de qualquer forma.)

Mais sobre Integração

Este apêndice fornece informações sobre integração além das que foram dadas no capítulo 8.

Como a Integral é Calculada

O algoritmo utilizado pela operação de integração, $\int f(x) dx$, calcula a integral de uma função $f(x)$ computando a média ponderada dos valores da função em muitos pontos de x (conhecidos como pontos de amostragem) dentro do intervalo de integração. A precisão do resultado de qualquer processo de amostragem depende do número de amostras consideradas: geralmente, quanto mais pontos de amostragem maior a precisão. Se $f(x)$ pudesse ser calculada com um número infinito de pontos de amostragem, o algoritmo poderia—desprezando a limitação imposta pela imprecisão da função calculada $f(x)$ —sempre fornecer uma resposta exata.

Calcular a função com um número infinito de pontos de amostragem duraria para sempre. Entretanto, isso não é necessário uma vez que a máxima precisão da integral calculada é limitada pela precisão dos valores calculados da função. Utilizando somente um número finito de pontos de amostragem, o algoritmo pode calcular uma integral que é tão precisa quanto se justifica considerando-se a incerteza inerente a $f(x)$.

O algoritmo de integração primeiramente considera somente uns poucos pontos de amostragem, fornecendo aproximações relativamente imprecisas. Se essas aproximações não são ainda tão precisas quanto a precisão de $f(x)$ permitiria, o algoritmo é repetido com um número maior de pontos de amostragem. Estas iterações continuam, utilizando cerca de duas vezes o número de pontos de amostragem a cada vez, até que a aproximação resultante seja tão precisa quanto se justifica considerando a incerteza inerente em $f(x)$.

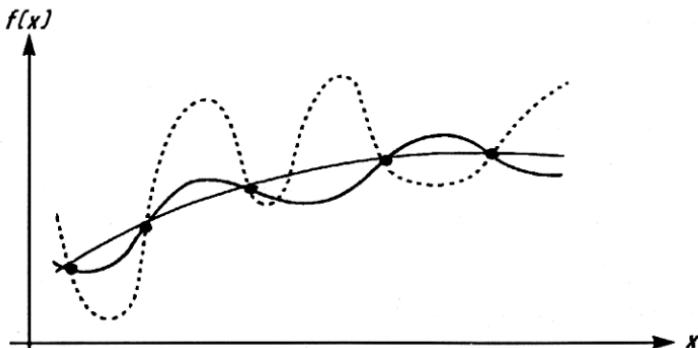
Conforme explicado no capítulo 8, a incerteza da aproximação final é um número que depende do formato do visor que especifica a incerteza para a função. Ao fim de cada iteração, o algoritmo compara a aproximação calculada durante aquela iteração com a aproximação calculada durante as duas iterações anteriores. Se a diferença entre quaisquer dessas três aproximações e as outras duas for menor do que a incerteza tolerável na aproximação final, o cálculo termina deixando a aproximação corrente no registrador X e a incerteza no registrador Y.

É extremamente improvável que os erros em cada uma das três aproximações sucessivas—isto é, as diferenças entre a integral real e as aproximações—sejam todos maiores que a disparidade entre as aproximações em si. Conseqüentemente o erro na aproximação final será menor que a sua incerteza (desde que $f(x)$ não varie rapidamente). Embora não possamos conhecer o erro na aproximação final, é extremamente improvável que ele exceda a incerteza apresentada da aproximação. Em outras palavras, a incerteza estimada no registrador Y é quase que certamente o “limite superior” da diferença entre a aproximação e a integral real.

Condições que Podem Causar Resultados Incorretos

Embora o algoritmo de integração na HP-32S seja um dos melhores disponíveis, em certas situações ele—como todos os algoritmos para integração numérica—poderia lhe dar uma resposta incorreta. A possibilidade disso ocorrer é extremamente remota. O algoritmo foi projetado para fornecer resultados precisos com qualquer função regular. Somente para funções que apresentam um comportamento extremamente errático existe um risco substancial de obter-se uma resposta imprecisa. Tais funções raramente ocorrem em problemas relacionados com situações físicas reais; quando elas ocorrem, podem, usualmente, ser reconhecidas e tratadas de uma maneira direta.

Infelizmente, uma vez que tudo que o algoritmo sabe sobre $f(x)$ é seu valor nos pontos de amostragem, ele não pode distinguir entre $f(x)$ e qualquer outra função que tenha o mesmo valor que $f(x)$ em todos os pontos de amostragem. Essa situação é detalhada abaixo mostrando (sobre uma parte do intervalo de integração) três funções cujos gráficos incluem muitos pontos de amostragem incomum.



Com este número de pontos de amostragem, o algoritmo calculará a mesma aproximação para a integral de quaisquer das funções mostradas. As integrais reais das funções mostradas com linha sólida e tracejada são aproximadamente as mesmas, de forma que a aproximação será razoavelmente precisa se $f(x)$ for uma dessas funções. Entretanto, a integral real da função, mostrada em linha pontilhada, é bastante diferente das outras, assim a aproximação corrente será bastante imprecisa se $f(x)$ for essa função.

O algoritmo vem a conhecer o comportamento geral da função através da amostragem de mais pontos. Se uma flutuação da função em uma região não for diferente do comportamento sobre o restante do intervalo de integração em alguma iteração é provável que o algoritmo detecte a flutuação. Quando isso acontece, o número de pontos de amostragem é aumentado até que iterações sucessivas resultem em aproximações que levam em conta a presença das flutuações mais rápidas, *porém características*.

Por exemplo considere a aproximação de

$$\int_0^{\infty} xe^{-x} dx.$$

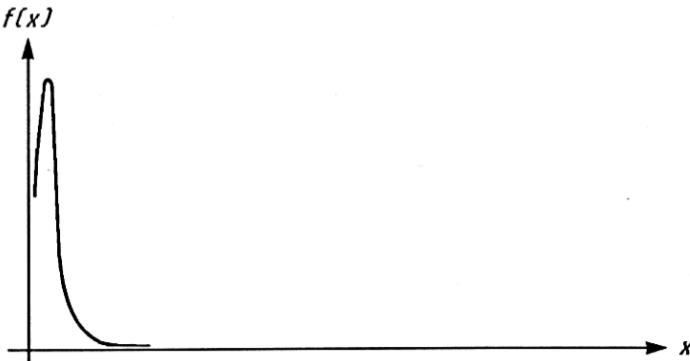
Uma vez que você está calculando essa integral numericamente você poderia pensar que deveria representar o intervalo superior de integração como 10^{499} que é, virtualmente, o maior número que você pode digitar na calculadora. Tente e veja o que ocorre. Entre esse programa que calcula a função $f(x) = xe^{-x}$.

F01 LBL F
F02 RCL X
F03 +/-
F04 e^x
F05 RCLX X
F06 RTN

Estabeleça o formato do visor como SCI 3, especifique os limites inferior e superior de integração como zero e 10^{499} e, então, inicie a integração.

Teclas:	Visor:	Descrição:
[DISP] (SCI) 3 [ENTER] [E] 499	1E499_-	Especifique o nível de precisão e os limites de integração.
[SOLVE/f] (FN) F [SOLVE/f] (fFN) X	f=0.000E0	Aproximação da integral

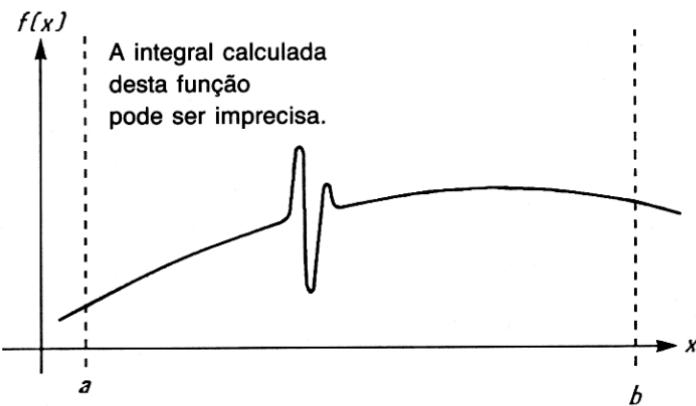
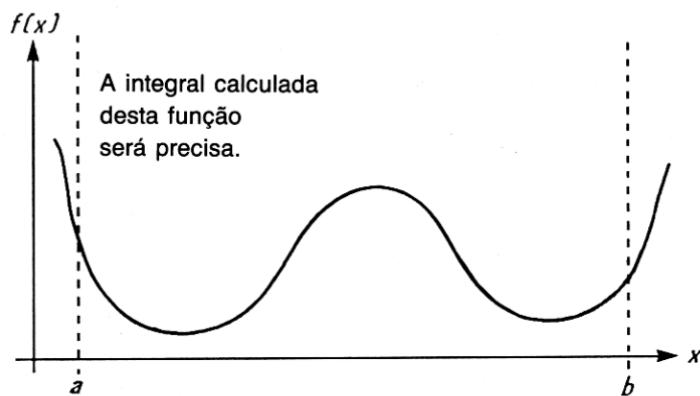
A resposta fornecida pela calculadora está claramente incorreta, uma vez que a integral real de $f(x) = xe^{-x}$ de zero a ∞ é exatamente 1. Mas o problema não é que ∞ foi representado por 10^{499} , uma vez que a integral desta função de zero a 10^{499} é muito próxima de 1. A razão para a resposta incorreta torna-se evidente no gráfico $f(x)$ sobre o intervalo de integração:



O gráfico é um pico muito próximo à origem. Como nenhum ponto de amostragem descobriu o pico, o algoritmo admitiu que $f(x)$ era identicamente igual a zero em todo o intervalo de integração. Mesmo que você aumentasse o número de pontos de amostragem calculando a integral no formato SCI 11 ou ALL, nenhum dos pontos adicionais de amostragem descobriria o pico quando esta função particular fosse integrada sobre este intervalo particular. (Para melhores métodos de ataque a problemas como este, veja o próximo tópico, "Condições que Prolongam o Tempo de Cálculo".)

Felizmente, funções exibindo tais aberrações (uma flutuação que não é característica do comportamento da função em outros pontos) são suficientemente incomuns, portanto é improvável que você tenha que integrar uma sem sabê-lo. Uma função que poderia levar a resultados incorretos pode ser identificada em termos simples por quão rapidamente ela e suas derivadas em primeira e segunda ordem variam ao longo do intervalo de integração. Basicamente, quanto mais rápida a variação na função ou suas derivadas e quanto menor a ordem de tais derivadas variando rapidamente, menos rapidamente o cálculo terminará, e menos confiável será a aproximação resultante.

Note que a rapidez da variação na função (ou suas derivadas de ordem baixa), precisa ser determinada com respeito à largura do intervalo de integração. Com um dado número de pontos de amostragem, uma função $f(x)$ que tem três flutuações pode ser melhor caracterizada por suas amostras quando essas variações são espalhadas sobre a maior parte do intervalo de integração do que se elas estiverem confinadas a somente uma pequena fração do intervalo. (Essas duas situações são mostradas nas duas ilustrações a seguir.) Considerando as variações ou flutuações como tipo de oscilação na função, o critério de interesse é a relação do período das oscilações com a amplitude do intervalo de integração: quanto maior esta relação, mais rapidamente o cálculo terminará e mais confiável será a aproximação resultante.



Em muito casos você estará suficientemente familiarizado com a função que você deseja integrar para saber se a função tem quaisquer oscilações rápidas relativamente ao intervalo de integração. Se você não estiver familiarizado com a função e suspeita que ela possa causar problemas, você pode rapidamente traçar o gráfico de alguns pontos calculando a função através da sub-rotina que você escreveu para aquele fim.

Se, por qualquer razão, após obter uma aproximação a uma integral, você suspeitar de sua validade, existe um procedimento simples para verificá-la: subdivida o intervalo de integração ou mais sub-intervalos adjacentes, integre a função sobre cada intervalo, e, então, adicione as aproximações resultantes. Isto faz com que a função seja amostrada em um conjunto completamente novo de pontos de amostragem, portanto mais provavelmente revogadores de quaisquer picos anteriormente escondidos. Se a aproximação inicial era válida, ela será igual à soma da aproximação sobre os intervalos.

Condições que Prolongam o Tempo de Cálculo

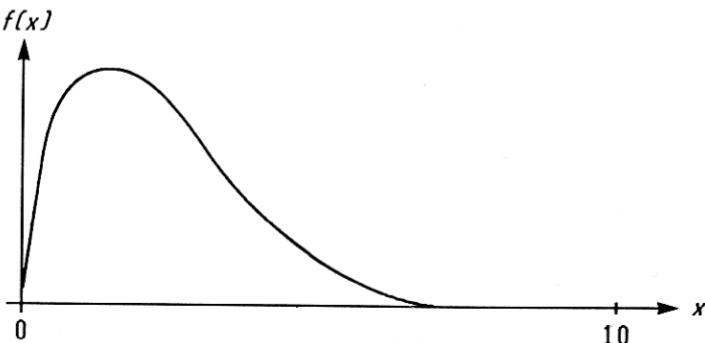
No exemplo precedente, o algoritmo forneceu uma resposta incorreta porque ele nunca detectou o pico na função. Isto ocorreu porque a variação na função era muito rápida relativamente à amplitude do intervalo de integração. Se a amplitude no intervalo fosse menor, você obteria a resposta correta; mas tomaria um longo tempo se o intervalo fosse muito amplo.

Considere uma integral onde o intervalo de integração fosse suficientemente amplo para requerer um tempo excessivo de cálculo, mas não tão amplo que ele fosse calculado incorretamente. Note que como $f(x) = xe^{-x}$ se aproxima de zero muito rapidamente à medida que x se aproxima de ∞ , a contribuição à integral da função para valores grandes de x é desprezível. Portanto, você pode calcular a integral substituindo ∞ , o limite superior de integração, por um número não tão grande quanto 10^{499} – por exemplo 10^3 .

Reexecute o problema de integração anterior com esse novo limite de integração. Se você não executou quaisquer outras integrações nesse meio tempo, você não tem que reespecificar FN=F.

Teclas:	Visor:	Descrição:
0 [ENTER] E 3	1E3_	Novo limite superior.
[SOLVE/f] (fFN)X	f=1.000E0	Integral. (O cálculo toma algum tempo.)
[x≥y]	1.824E-4	Incerteza da aproximação.

Essa é a resposta correta, mas tomou um tempo muito longo. Para entender a razão, compare o gráfico da função entre $x = 0$ e $x = 10^3$, que tem aparência semelhante àquele mostrado à página 276, com o gráfico da função entre $x = 0$ e $x = 10$:



Você pode ver que essa função é “interessante” somente para pequenos valores de x . Para valores maiores de x , a função não é interessante, uma vez que ela decresce suave e gradualmente de maneira previsível.

O algoritmo amostra a função com maior densidade de pontos de amostragem até que a disparidade entre aproximações sucessivas se torne suficientemente pequena. Para um intervalo mais estreito em uma área onde a função é interessante, toma menos tempo para atingir essa densidade crítica.

Para atingir a mesma densidade de ponto de amostragem, o número total de pontos de amostragem necessários sobre o intervalo muito amplo é muito maior do que o número necessário sobre o intervalo menor. Conseqüentemente, diversas iterações adicionais são necessárias sobre o intervalo maior para atingir uma aproximação com a mesma precisão e, portanto, o cálculo da integral requer um tempo consideravelmente maior.

Uma vez que o tempo de cálculo depende de quão breve uma certa densidade de pontos seja atingida na região onde a função é interessante, o cálculo da integral de qualquer função será prolongado se o intervalo de integração incluir principalmente regiões onde a função não seja interessante. Felizmente, se você precisa calcular uma integral desse tipo você pode modificar o problema de forma que o tempo de cálculo seja consideravelmente reduzido. Duas técnicas são a subdivisão do intervalo de integração e a transformação de variáveis. Esses métodos permitem que você altere a função ou limites de integração de tal forma que o integrando é mais bem comportado sobre o intervalo (ou intervalos) de integração.

Mensagens

A calculadora responde a certas condições ou seqüência de teclas apresentando uma mensagem no visor. O símbolo \blacktriangle aparece para chamar sua atenção para a mensagem. Para condições significativas, a mensagem permanece até que você a apague. Pressionar **C** ou \blacktriangleleft apaga a mensagem; pressionar qualquer outra tecla apaga a mensagem e executa a função daquela tecla.

$\int FN$ ACTIVE

Um programa em execução tentou selecionar um rótulo de programa ($FN=rótulo$) enquanto um cálculo de integração estava em execução.

$\int (\int FN)$

Um programa em execução tentou calcular uma integral ($\int FN$ d variável) enquanto outro cálculo de integração estava em execução.

$\int(SOLVE)$

Um programa em execução tentou uma operação do SOLVE enquanto um cálculo de integração estava sendo processado.

ALL VARS=0

O catálogo de variáveis (**2nd MEM** (VAR)) indica que não há valores armazenados.

CALCULATING

A calculadora está executando uma função que pode tomar algum tempo.

DIVIDE BY 0

Tentativa de dividir-se por zero. (Inclui **%CHG** se o registrador Y contém zero.)

DUPLICAT. LBL

Tentativa de entrar-se um rótulo de programa que já existe para outra rotina de programa.

INTEGRATING

A calculadora está calculando uma integral. Isto *pode* tomar algum tempo.

INVALID DATA

Erro de dados:

- tentativa de calcular-se combinações ou permutações com $r > n$, com r ou n não inteiros, ou com $n \geq 10^{12}$.
- tentativa de utilizar-se a função trigonométrica ou hiperbólica com um argumento ilegal: **TAN** com x sendo um múltiplo ímpar de 90° ; **ACOS** ou **ASIN** com $x < -1$ ou $x > 1$; **HYP** **ATAN** com $x \leq -1$ ou $x \geq 1$; **HYP ACOS** com $x < 1$.

INVALID $\times !$

Tentativa de executar-se uma operação de fatorial ou gama com x sendo um inteiro negativo.

INVALID y^x

Erro de exponenciação:

- tentativa de elevar-se 0 à potência 0 ou a uma potência negativa.
- tentativa de elevar-se um número negativo a uma potência não inteira.
- tentativa de elevar-se o número complexo $(0 + i0)$ a um número com uma parte real negativa.

INVALID (i)

Tentativa de executar-se uma operação com um endereço indireto, mas o número do registrador índice é inválido ($|i| \geq 27$ ou $0 \leq |i| < 1$).

LOG (0)

Tentativa de calcular-se o logaritmo de zero ou $(0 + i0)$.

LOG(NEG)

Tentativa de calcular-se um logaritmo de um número negativo.

MEMORY CLEAR

Toda a memória do usuário foi apagada (veja página 255).

MEMORY FULL

A calculadora tem memória insuficiente para executar a operação. Veja apêndice B.

NONEXISTENT

Tentativa de referir-se ao rótulo de programa não existente (ou número de linha) com **GTO**, **GTO** . **XEQ** ou **{FN}**. Note que o erro NONEXISTENT pode significar ou (1) você explicitamente (do teclado) chamou um rótulo de programa que não existe ; ou (2) o programa que você chamou referiu-se a *outro* rótulo que não existe.

NO LABELS

O catálogo de programas (**[CATALOG]** **MEM** **{PGM}**) indica que não há rótulos de programas armazenados.

NO ROOT FN1

O SOLVE não pode encontrar a raiz da equação utilizando as estimativas iniciais correntes (veja página 261 e página 267). Uma operação do SOLVE executada em um programa não produz esse erro; a mesma condição faz com que ao invés disso salte para a próxima linha de programa (a linha seguinte à instrução **SOLVE variável**).

NO STAT DATA

Tentativa de efetuar um cálculo estatístico sem cálculos estatísticos armazenados.

OVERFLOW

Advertência (apresentada momentaneamente); a magnitude do resultado é muito grande para ser manipulada pela calculadora. A calculadora dá como resposta $\pm 9,9999999999E499$ no formato corrente do visor. (Veja "Intervalo de Números e Números Muito Grandes" à página 24.) Esta condição liga o flag 6. Se o flag 5 está ligado, overflow tem o efeito adicional de interromper um programa em execução e deixar a mensagem no visor até que você pressione uma tecla.

PRGM TOP

Indica o "top" da memória de programa. A memória é circular, assim PRGM TOP é também a linha após a última linha da memória de programa.

RUNNING

A calculadora está executando um programa (que não uma rotina do SOLVE ou JFN).

SELECT FN

Tentativa de executar-se SOLVE *variável* ou $\int FN$ *variável* sem um rótulo de programa selecionado. Isto pode acontecer somente a primeira vez que você utiliza SOLVE ou $\int FN$ após a mensagem MEMORY CLEAR ou pode acontecer se o rótulo corrente não existe mais.

SOLVE ACTIVE

Um programa em execução tentou selecionar um rótulo de programa ($FN=rótulo$) enquanto uma operação do SOLVE estava em execução.

SOLVE (SOLVE)

Um programa em execução tentou uma operação do SOLVE enquanto outra operação do SOLVE estava em execução.

SOLVE($\int FN$)

Um programa em execução tentou calcular uma integral enquanto uma operação do SOLVE estava em execução.

SOLVING

A calculadora está calculando a raiz de uma equação. Isto *pode* tomar algum tempo.

SORT (NEG)

Tentativa de calcular-se a raiz quadrada de um número negativo.

STAT ERROR

Erro de estatística:

- tentativa de calcular-se s_x' , s_y' , \hat{x} , \hat{y} , m , r , ou b com $n = 1$.
- tentativa de calcular-se r , \hat{x} , ou \bar{x} somente com dados x (todos os valores de y iguais a zero).
- tentativa de calcular-se \hat{x} , \hat{y} , r , m , ou b com todos os valores de x iguais.
- tentativa de efetuar-se um cálculo estatístico após $\boxed{\Sigma -}$ ter reduzido n a zero.

TOO BIG

A magnitude do número é muito grande para ser convertida nas bases HEX, OCT ou BIN. O número precisa estar no intervalo
 $-34.359.738.368 \leq n \leq 34.359.738.367$.

XEQ OVERFLOW

Um programa em execução tentou embutir um oitavo nível XEQ *rótulo*. (Até sete sub-rotinas podem ser embutidas.) Uma vez que SOLVE e fFN utilizam um nível cada um um, eles também podem gerar esse erro.

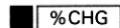
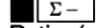
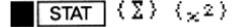
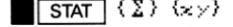
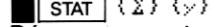
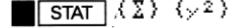
Índice de Funções

Esta seção é uma referência rápida a todas as funções e operações e, onde apropriado, as suas formulas. A relação está em ordem alfabética pelo nome da função. O nome é aquele utilizado nas linhas de programa. Por exemplo, a função FIX n é executada como DISP {FX} n.

As funções que não são programáveis têm seus nomes inseridos em retângulos como as teclas, tal como .

Caracteres não alfabéticos e letras gregas são colocados antes de todas as letras; nomes de funções precedidos por setas (por exemplo, →DEG) são colocados em ordem alfabética como se as setas não estivessem ali.

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
+/-	+/_ Altera o sinal de um número.	21
+	+ <i>Adição.</i> Dá como resposta $y + x$.	25
-	- <i>Subtração.</i> Dá como resposta $y - x$.	25
×	× <i>Multiplicação.</i> Dá como resposta $y \times x$.	25
÷	÷ <i>Divisão.</i> Dá como resposta $y \div x$.	25
	Elimina o último dígito entrado; apaga x; apaga o menu; elimina um passo do programa.	16, 19 32, 83
▲	Apresenta a entrada anterior no catálogo; move o ponteiro de programa para o passo anterior.	33, 76

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
\blacktriangleleft	Apresenta a próxima entrada no catálogo; move o ponteiro de programa para o próximo passo (durante a entrada de programa); executa a linha do programa corrente (não durante a entrada de programa).	33, 76
$1/x$	 <i>Inverso.</i>	24
10^x	 <i>Exponencial comum.</i> Dá como resposta 10 elevado à potência x .	55
$\%$	 <i>Percentagem.</i> Dá como resposta $(y \times x) \div 100$	59
$\%CHG$	 <i>Variação percentual.</i> Dá como resposta $(x - y)(100 \div y)$.	59
π	 Dá como resposta a aproximação $3,141592265359$.	56
$\Sigma +$	 Acumula (y, x) nos registradores estatísticos.	154
$\Sigma -$	 Retira (y, x) dos registradores estatísticos.	155
Σx	 Dá como resposta a soma dos valores x .	161
Σx^2	 Dá como resposta a soma dos quadrados dos valores x .	162
Σxy	 Dá como resposta a soma dos produtos dos valores de x e y .	162
Σy	 Dá como resposta a soma dos valores y .	161
Σy^2	 Dá como resposta a soma dos quadrados dos valores y .	162

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
$\theta, r \rightarrow y, x$	[P] [RECT] ($\theta, r \rightarrow y, x$) Polar em retangular. Converte ($r \theta$) em (x, y).	61
$\int f(x) dx$ d variável	[S] [SOLVE/ \int] ($\int f(x) dx$) variável Integra a função corrente com respeito à variável, utilizando o limite inferior no registrador Y e o limite superior no registrador X.	127
ABS	[PARTS] (ABS) Valor absoluto. Dá como resposta $ x $.	67
ACOS	[ACOS] Arco co-seno. Dá como resposta $\cos^{-1} x$.	57
ACOSH	[HYP] [ACOS] Arco co-seno hiperbólico. Dá como resposta $\cosh^{-1} x$.	59
ALL	[DISP] (ALL) Seleciona a apresentação de todos os dígitos significativos.	30
ASIN	[ASIN] Arco seno. Dá como resposta $\sin^{-1} x$.	57
ASINH	[HYP] [ASIN] Arco seno hiperbólico. Dá como resposta $\sinh^{-1} x$.	59
ATAN	[ATAN] Arco tangente. Dá como resposta $\tan^{-1} x$.	57
ATANH	[HYP] [ATAN] Arco tangente hiperbólica. Dá como resposta $\tanh^{-1} x$.	59
b	[STAT] (L.R.) (b) Dá como resposta o coeficiente linear da reta de regressão: $\bar{y} - m\bar{x}$.	159
[BASE]	Apresenta o menu para conversões de base.	144
BIN	[BASE] (BN) Seleciona o modo Binário (base 2).	144
[C]	Liga a calculadora; apaga x; apaga a mensagem e as solicitações; cancela os menus cancela os catálogos; cancela a entrada de programa; interrompe um programa em execução.	14, 16, 19, 32, 36, 73

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
CF n	[CLEAR] [FLAGS] {CF} n Desliga o flag n ($0 \leq n \leq 6$).	98
[CLEAR]	Apresenta o menu para apagar números ou parte da memória; ou apaga a variável ou programa indicado de um catálogo MEM.	16, 33
[CLEAR] (ALL)	Apaga todos os programas e dados armazenados.	34
[CLEAR] (PGM)	Apaga todos os programas.	86
CLΣ	[CLEAR] (Σ)	154
CLVARS	Apaga os registradores estatísticos.	50
CLx	[CLEAR] (x) Apaga x (zera-o).	36, 40 73
[CMPLX]	Apresenta o prefixo CMPLX para funções complexas.	139
CMPLX+/-	[CMPLX] [+/-] Troca o sinal de número complexo. Dá como resposta $-(z_x + iz_y)$.	139
CMPLX+	[CMPLX] [+] Adição complexa. Dá como resposta $(z_{1x} + iz_{1y}) + (z_{2x} + iz_{2y})$.	140
CMPLX-	[CMPLX] [-] Subtração complexa. Dá como resposta $(z_{1x} + iz_{1y}) - (z_{2x} + iz_{2y})$.	140
CMPLX×	[CMPLX] [x] Multiplicação complexa. Dá como resposta $(z_{1x} + iz_{1y}) \times (z_{2x} + iz_{2y})$.	140

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
CMPLX \div	CMPLX \div <i>Divisão complexa.</i> Dá como resposta $(z_{1x} + iz_{1y}) \div (z_{2x} + iz_{2y})$.	140
CMPLX $1/x$	CMPLX $1/x$ <i>Inverso de um número complexo.</i> Dá como resposta $1/(z_x + iz_y)$.	139
CMPLXCOS	CMPLX COS <i>Co-seno complexo.</i> Dá como resposta $\cos(z_x + iz_y)$.	139
CMPLX e^x	CMPLX e^x <i>Exponencial natural complexa.</i> Dá como resposta $e^{zx} + iz_y$.	139
CMPLXLN	CMPLX LN <i>Logaritmo natural complexo.</i> Dá como resposta $\log_e(z_x + iz_y)$.	139
CMPLXSIN	CMPLX SIN <i>Seno complexo.</i> Dá como resposta $\sin(z_x + iz_y)$.	139
CMPLXTAN	CMPLX TAN <i>Tangente complexa.</i> Dá como resposta $\operatorname{tg}(z_x + iz_y)$.	139
CMPLX y^x	CMPLX y^x <i>Potenciação complexa.</i> Dá como resposta $(z_{1x} + iz_{1y})^{(z_{2x} + iz_{2y})}$.	140
Cn,r	PROB { Cn,r }	65
COS	COS <i>Co-seno.</i> Dá como resposta $\cos x$.	57
COSH	HYP COS <i>Co-seno hiperbólico.</i> Dá como resposta $\cosh x$.	59
DEC	BASE { DEC } Seleciona modo decimal.	144
→DEG	D↔RAD { →DEG } <i>Radianos para graus.</i> Dá como resposta $(360/2\pi)x$.	64

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
DEG	■ MODE (DG) Seleciona modo angular graus.	57
■ DISP	Apresenta o menu para ajustar o formato do visor.	30
■ D↔RAD	Apresenta o menu para converter entre graus e radianos.	64
DSE variável	■ LOOP (DSE) variável <i>Decremente, salte se for igual ou menor.</i> Para o número de controle <i>ccccccc.ffffii</i> armazenado em uma variável, subtrai <i>ii</i> (valor incremental) de <i>ccccccc</i> (valor do contador) e se o resultado $\leq fff$ (valor final), salta a próxima linha do programa.	101
E	Inicia a entrada de expoentes e adiciona "E" a um número sendo entrado. Indica que o que vem a seguir é uma potência de dez.	22
e^x	■ e^x <i>Exponencial natural.</i> Dá como resposta e elevado à potência x .	55
ENG <i>n</i>	■ DISP (EN) <i>n</i> Seleciona modo de apresentação de engenharia com <i>n</i> dígitos após o primeiro dígito. $0 \leq n \leq 11$.	30
ENTER	■ ENTER Separa dois números digitados seqüencialmente; copia <i>x</i> no registrador Y, eleva <i>y</i> para o registrador Z, eleva <i>x</i> para o registrador T e perde <i>t</i> .	23, 39
FIX <i>n</i>	■ DISP (FX) <i>n</i> Seleciona formato do visor fixo com <i>n</i> casas decimais. $0 \leq n \leq 11$.	30
■ FLAGS	Apresenta o menu para ligar, apagar e testar flags.	98
FN= <i>rótulo</i>	■ SOLVE/ <i>f</i> (FN) <i>rótulo</i> Seleciona o programa rotulado como a função corrente (utilizado pelo SOLVE e JFN).	111, 127
FP	■ PARTS (FP) <i>Parte fracionária de x.</i>	67

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
FS? <i>n</i>	[■] FLAGS (FS?) <i>n</i> Se flag <i>n</i> ($0 \leq n \leq 6$) está ligado, executa a próxima linha do programa se o flag <i>n</i> está desligado, salta a próxima linha do programa.	98
GRAD	[■] MODES (GR) Estabelece modo angular Grados.	57
GTO <i>rótulo</i>	[■] GTO <i>rótulo</i> Coloca o ponteiro do programa no <i>rótulo</i> do programa, na memória de programa.	93, 100
[■] GTO [.] <i>rótulo nn</i>	Coloca o ponteiro de programa na linha de programa <i>rótulo nn</i> .	94
[■] GTO [.] [.]	Coloca o ponteiro do programa em PRGM TOP.	94
HEX	[■] BASE (HX) Seleciona o modo Hexadecimal (base 16).	144
[■] HYP	Apresenta o prefixo HYP__ para funções hiperbólicas.	59
[■] H↔HMS	Apresenta o menu para converter entre hora fracionária e horas-minutos-segundos.	63
→HMS	[■] H↔HMS (→HMS) <i>Horas para horas, minutos, segundos.</i> Converte <i>x</i> de uma fração decimal para o formato minutos-segundos.	64
→HR	[■] H↔HMS (→HR) <i>Horas, minutos, segundos para horas.</i> Converte <i>x</i> do formato minutos-segundos para uma fração decimal.	64
[■] (i)	O parâmetro indireto. Endereça (indiretamente) a variável ou rótulo cuja letra corresponde ao valor numérico na variável <i>i</i> .	103
INPUT variável	[■] INPUT variável Recupera a variável para o registrador X, apresenta o nome da variável juntamente com o conteúdo do registrador X e interrompe a execução do programa; pressione [R/S] (ou [▼]) armazena o número na variável. (Utilizada somente em programas.)	77
IP	[■] PARTS (IP) <i>Parte inteira de x.</i>	67

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
ISG variável	■ [LOOP] { ISG } variável <i>Incremente, salte se maior.</i> Para o número de controle <i>ccccccc.fffii</i> armazenado em uma variável, adicione <i>ii</i> (valor incremental) a <i>ccccccc</i> (valor do contador) e se o resultado > <i>fff</i> (valor final), salte a próxima linha de programa.	101
LASTx	■ [LASTx] Dá como resposta um número armazenado no registrador LAST X.	41
LBL <i>letra</i>	■ [LBL/RTN] { LBL } rótulo Rotula um programa com uma única letra para ser referenciado pelas operações XEQ, GTO ou FN. (Utilizadas somente em programas.)	71
■ [LBL/RTN]	Apresenta o menu para LBL, RTN e PSE.	71
LN	■ [LN] <i>Logaritmo natural</i> Dá como resposta $\log_e x$.	55
LOG	■ [LOG] <i>Logaritmo comum.</i> Dá como resposta $\log_{10} x$.	55
■ [LOOP] (L.R.)	Apresenta o menu para DSE e ISG.	99
■ [STAT] (L.R.)	Apresenta o menu para regressão linear.	158
m	■ [STAT] (L.R.) (m) Dá como resposta a inclinação da reta de regressão: $[\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] \div \sum(x_i - \bar{x})^2$.	159
■ [MEM]	Apresenta a quantidade de memória disponível e o menu catálogo.	33
■ [MEM] (PGM)	Inicia o catálogo de programas.	85
■ [MEM] (VAR)	Inicia o catálogo de variáveis.	49
■ [MODES]	Apresenta o menu para estabelecer modo angular e a marca de raiz (. ou ,).	29
n	■ [STAT] (Σ) (n) Dá como resposta o número de conjuntos de pontos de dados.	161
OCT	■ [BASE] (OC) Seleciona modo Octal (base 8).	144
■ [OFF]	Desliga a calculadora.	14
■ [P+RECT]	Apresenta o menu para converter entre coordenadas polares e retangulares.	60

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
[PARTS]	Apresenta o menu para selecionar partes de números	67
Pn,r	[PROB] (Pn,r) Permutações de n elementos tomados r de cada vez. Dá como resposta $n! \div (n - r)!$.	65
[PRGM]	Ativa ou cancela a entrada de programa (alterna).	72
[PROB]	Apresenta o menu para funções de probabilidade.	65
PSE	[LBL/RTN] (PSE) <i>Pausa.</i> Interrompe a execução do programa brevemente para apresentar x , então retoma a execução. (Utilizada somente em programas.)	82
r	[STAT] (L.R.) (r) Dá como resposta o coeficiente de correlação entre os valores x e y : $\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \div \sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} \times \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}$.	159
→RAD	[D↔RAD] (+RAD) <i>Graus em radianos.</i> Dá como resposta $(2\pi/360)x$.	64
(R)	[PROB] (R) Apresenta o menu para números aleatórios.	65
RAD	[MODES] (RD) Seleciona modo angular Radianos.	57
RADIX,	[MODES] (,) Seleciona a vírgula como a marca de raiz (separador decimal).	29
RADIX.	[MODES] (,) Seleciona o ponto como a marca de raiz (separador decimal).	29
RANDOM	[PROB] (R) (RANDOM) Dá como resposta um número aleatório no intervalo $0 \leq x < 1$.	65
RCL variável	RCL variável <i>Recupera.</i> Copia a variável no registrador X.	48
RCL + variável	RCL [+] variável Dá como resposta $x + \text{variável}$.	51
RCL – variável	RCL [–] variável. Dá como resposta $x - \text{variável}$	51

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
RCL \times variável	RCL \times variável Dá como resposta $x \times$ variável.	51
RCL \div variável	RCL \div variável Dá como resposta $x \div$ variável.	51
RND	PARTS (RN) Arredonda x para n casas decimais (na opção do visor FIX n) ou para $n + 1$ dígitos significativos (na opção de apresentação no visor SCI n ou ENG n).	67
RTN	LBL/RTN (RTN) <i>Return</i> (Retorno). Marca o fim de um programa; o ponteiro de programa volta para o topo ou para a rotina que chamou.	71, 91
R/S	<i>Run/stop</i> (Executa/pára). Inicia a execução do programa na linha de programa corrente ou interrompe a execução de um programa.	82
R↓	R↓	36
SCI n	<i>Roll down</i> (Rola para baixo). Move t para o registrador Z, z para o registrador Y, y para o registrador X e x para o registrador T.	
	DISP (SC) n Seleciona a apresentação científica do visor com n casas decimais, $0 \leq n \leq 11$.	30
SEED	PROB (R) {SEED}	65
	Reinicia a seqüência de números aleatórios com a semente.	
SF n	FLAGS (SF) n	98
	Liga flag n ($0 \leq n \leq 6$), indicando "verdadeiro."	
SHOW	Mostra a mantissa completa (todos os 12 dígitos) de x (ou o número na linha de programa corrente).	31
SIN	SIN	57
	Seno, Dá como resposta $\sin x$	
SINH	HYP SIN Seno hiperbólico. Dá como resposta $\sinh x$.	59
SOLVE/j	Apresenta o menu para resolver uma equação em uma incógnita e para integração.	111,127

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
SOLVE variável	SOLVE [f] (SOLVE) variável Resolve a função corrente na variável, utilizando estimativas iniciais na variável e x.	111
SQRT	√x Raiz quadrada de x.	24
STAT	Apresenta o menu para funções estatísticas.	156
STO variável	STO variável Armazena. Copia x na variável.	48
STO+ variável	STO [+] variável Armazena a variável + x na variável.	50
STO- variável	STO [-] variável Armazena a variável - x na variável.	50
STO× variável	STO [×] variável Armazena a variável × x na variável.	50
STO÷ variável	STO [/] variável Armazena a variável ÷ x na variável.	50
STOP	R/S Interrompe a execução do programa e apresenta o registrador X.	82
sx	STAT (s) (sx) Dá como resposta o desvio-padrão dos valores x: $\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)}$.	157
sy	STAT (s) (sy) Dá como resposta o desvio-padrão dos valores y: $\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2 / (n - 1)}$.	157
TAN	TAN Tangente. Dá como resposta tg x.	57
TANH	HYP TAN Tangente hiperbólica. Dá como resposta tgh x.	59
TESTS	Apresenta o menu de testes condicionais.	96
VIEW variável	VIEW variável Apresenta o conteúdo rotulado da variável sem recuperar o valor para a pilha.	79

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
XEQ rótulo	XEQ rótulo Executa o programa identificado por <i>rótulo</i> .	75, 91
x^2	■ x² <i>Quadrado de x.</i>	24
\bar{x}	■ STAT { $\bar{x}, \bar{y} $ } { $\bar{x} $ } Dá como resposta a média dos valores x : $\Sigma x_i / n$.	156
\hat{x}	■ STAT { L.R. } { $\hat{x} $ } Dado um valor y no registrador X, dá como resposta a estimativa x baseada na reta de regressão: $\hat{x} = (y - b) / m$.	159
$x!$	■ PROB { $x! $ } <i>Fatorial</i> (ou função gama). Dá como resposta $(x)(x - 1)...(2)(1)$, ou $\Gamma(x + 1)$.	65
\bar{x}_w	■ STAT { $\bar{x}, \bar{y} $ } { $\bar{x}_w $ } Dá como resposta a média ponderada dos valores x : $(\Sigma y x_i) / \Sigma y_i$.	157
$x < > y$	■ $x \gtrless y$ <i>x troca com y.</i> Move x para o registrador Y e y para o registrador X.	37
$x < 0?$	■ TESTS { $x < 0 $ } { $< 0 $ } Se $x < 0$, executa a próxima linha de programa; se $x \geq 0$, salta a próxima linha de programa.	96
$x < y?$	■ TESTS { $x < y $ } { $< y $ } Se $x < y$, executa a próxima linha de programa; se $x \geq y$, salta a próxima linha de programa.	96
$x = 0?$	■ TESTS { $x = 0 $ } { $= 0 $ } Se $x = 0$, executa a próxima linha de programa; se $x \neq 0$, salta a próxima linha de programa.	96
$x = y?$	■ TESTS { $x = y $ } { $= y $ } Se $x = y$, executa a próxima linha de programa; se $x \neq y$, salta a próxima linha de programa.	96
$x > 0?$	■ TESTS { $x > 0 $ } { $> 0 $ } Se $x > 0$, executa a próxima linha de programa; se $x \leq 0$, salta a próxima linha de programa.	96

Nome da Função	Teclas e Descrição	Página
$x > y?$	[TEST] ($x > y$) ($>y$) Se $x > y$, executa a próxima linha de programa; se $x \leq y$, salta a próxima linha de programa.	96
$x \neq 0?$	[TESTS] ($x \neq 0$) ($\neq 0$) Se $x \neq 0$ executa a próxima linha de programa; se $x = 0$, salta a próxima linha de programa.	96
$x \neq y?$	[TESTS] ($x \neq y$) ($\neq y$) Se $x \neq y, 0$, executa a próxima linha de programa; se $x = y$, salta a próxima linha de programa.	96
\bar{y}	[STAT] (\bar{x}, \bar{y}) (\bar{y}) Dá como resposta a <i>média</i> dos valores: $\Sigma y_i / n$.	156
\hat{y}	[STAT] ($L, R.$) (\hat{y}) Dado um valor x no registrador X, dá como resposta a <i>estimativa</i> y baseada na reta de regressão: $\hat{y} = mx + b$.	159
$y, x \rightarrow \theta, r$	[P ↔ RECT] ($y, x \rightarrow \theta, r$) <i>Retangular em polar.</i> Converte (x, y) em (r, θ) .	61
y^x	[y^x] <i>Potência.</i> Dá como resposta y elevado à potência x .	56

Índice por Assunto

Números de página em **negrito** indicam referências primárias. Para procurar funções pelo nome, utilize o índice de funções localizado antes deste índice.

Caracteres Especiais

- \nearrow , 15
- Δ , 32
- \square , 242
- ∇ , 17
- $\leftarrow \rightarrow$, 150
- $\nabla \Delta$, 49
- \leftarrow , Ver Retrocesso
- π , 56, 57
- 0 1 2 3**, 98

A

- A..Z**, 15, 48
 - Ajuste de curvas, **158-160**
 - não linear, **204-214**
 - Ajustes-padrão, restabelecendo, **255-256**
 - ALL, formato, **31**
 - Ângulos, convertendo entre graus e frações, **64**
 - vetor, **164**, 171
 - Anúncios, **20-21**
 - flag, **98**
 - Apagando, **15-16**
 - a memória, **34**, 253, **255-256**
 - dados estatísticos, 154
 - programas, **85-86**
 - variáveis do catálogo, **49**
 - Apresentando números em um programa, **79-80**
 - Arco co-seno, **57**
 - Arco seno, **57**
 - Arco tangente, **57**
- Área da superfície de um cilindro, **80-81**
 - Área de um círculo, 70, **74**, 78
 - Aritmética com números complexos, **139-140**
 - Aritmética de armazenamento, **50-51**
 - Aritmética de recuperação, **51-52**
 - Aritmética, **24-29**, 38-46
 - complexa, **139-140**
 - com variáveis armazenadas, **50-52**
 - com vetores, **164-175**
 - na pilha, **38**
 - não decimal. Ver Aritmética com Bases Diferentes
 - Armazenando números, **48**
 - Arredondamento, 24, 30 49, **67**
 - Assistência técnica, **249-251**
 - centro, **250**
 - contratos, **251**
 - custo, **250**
 - internacional, **250**
 - Atendimento, **240**
 - Auto-teste, calculadora, **246-247**

B

- Base
 - aritmética, **146-148**
 - conversões, **144-145**
 - modos, programando, **151-152**
- Bateria fraca, **242-243**
- Baterias,
 - danos resultantes das, **248**
 - instalando, **243-245**
 - tipos de, **242**

Bit de sinal, **148**
Bit mais alto, **148**
Bit, mais significativo, **148**
Brilho, do visor, **14**
Bytes em programas, **85**

C

C. Ver Tecla de cancelar
Caixa, calculando as dimensões da, **113**, 121
Cálculos de empréstimos. Ver Valor do Dinheiro no Tempo
Cálculos de poupança. Ver Valor do Dinheiro no Tempo
Cálculos encadeados, **26**, **44-46**
Cálculos estatísticos, **156-162**
limitações de, **160-162**
Cálculos financeiros. Ver Valor do Dinheiro no Tempo
Cancelando o visor, 36
Casas decimais, **30**
Catálogo
de programas, **85**
de variáveis, **49**
Celsius, conversão, **229-235**
Clear x , 36, **40-41**, 73
Co-seno, **57**
Coeficiente de correlação, **159**, 204, 211-212
Coeficiente linear, **159**, 204, 211-212
Combinações, **65-66**
Complemento de dois, **146**, 148
Comprimento, conversões, **229-235**
Constante, utilizando, **39-40**, 43
Contraste, **14**
Contador para decremento de loop, **101**
Contador para incremento de loop, **101**
Conversão para metros, **229-235**

Conversões de área, **229-235**
Conversões de unidades, **229-235**
Conversões,
angular, **64**
de coordenadas, **60-62**
fracionárias, **63-64**
Coordenadas cartesianas. Ver Coordenadas Retangulares
Coordenadas esféricas. Ver Coordenadas Polares
Coordenadas, convertendo, **60-62**
Copiando números. Ver Armazenando números
Copiando variáveis do catálogo, **49**
Corrigindo erros utilizando LAST X, 41, **42-43**
Crescimento constante, **40**
Cursor, **15-16**, 23
Curto-circuito, 246
Curva de freqüência, normal, **215**
Curvas, limitações, **205**

D

Dados armazenados, 253
Dados com duas variáveis, **154**
Dados de uma variável, **154**
Dados estatísticos,
acumulados, **161**
apagando, 154, **162**
conjuntos, número de, 154, **161**
corrigindo, **155**
eliminando, **154**, 161
entrando, **153-154**
normalizando, **161**
precisão dos, **160-161**
prevendo, **158-160**
Dados, apresentando, **79-80**
Danos, 250
Defeitos, **248**
DEG, **57**

- DSE, **101-102**
Descontinuidade, função utilizada com o SOLVE, **263-264**
Desvio, **93-94**, 95
 incondicional, **94**
 para trás, **92-102**
Desvio-padrão, **156-157**
 da amostra, **157**
 da população, 219
 verdadeiro, **157**
Dígito
 entrada, **23**
 entrada, terminando, **23**
 separador, **29**
Dígitos significativos, 22, **31**, 49
Dígitos, máximo número de, **21**
Dinheiro, cálculos. *Ver* Valor do Dinheiro no Tempo.
Dinheiro, sinal do, **223**
Distribuição normal inversa, **215-221**
Distribuição normal, **215-221**
- E**
- E, **22**
e, **55**
Elevador da pilha, **38**, 39
 ativando, 257
 desativando, **257**
 operações que afetam, **256-257**
 neutro, **257**
Elevando um número a uma potência, **56**
Eliminando linhas de programas, **82**
Endereçamento indireto, **103-106**
Endereço, indireto, **103-106**
Energia, consumo, **242**
ENTER, **23**, 25-27, **39**
Entrada de dados, em um programa, **78**
Entrada, programa, **78**
- Enviando a calculadora, **251**
Equação cúbica, **194**
Equação quadrática, **191-197**
Equações simultâneas,
 método do determinante, **175-182**
 método da inversão de matrizes, **183-190**
Erro de arredondamento com integração, **131**
Erro
 com uma função, corrigindo, **42**
 interrupções em um programa, **82**
 mensagem, **32**, 82, **281-285**
Erros, integração, 274
Erros, numéricos,
 em equações quadráticas, 191, 197
 em estatística, 161, 205
 em trigonometria, 57
 no SOLVE, 272
Estatística, **153-160**
Estimativa x , **158-159**, 212
Estimativa y , **158-159**, 212
Estimativas iniciais (SOLVE), 111, 118, **120**
 localizações das, **120**
 selecionando, **123**
Expoente, **22-23**, 30
 dígitos no, **21**
 digitando o, **22**
Exponencial,
 comum, **55**
 curva, **204-205**, 211
 natural, **55**
- F**
- $f(x)$, **126**
 na integração, 273
 no SOLVE, 259
Fahrenheit, conversão, **229-235**
Fatorial, 19, **65**

Flag
apagando, **98**
estado, **98-99**
ligando, **98**
números, **97**
testando, 95, 97, **98-99**
Flags
muito grande, **97-98**
tipos de **97-98**
FOR-NEXT, loop, 101
Forma de Phasor, complexo, **142**
Formato científico, **30**
Formato de engenharia, **30**
Formato decimal fixo, **30**
Formato ENG, **30**
Formato FIX, **30**
Frações, convertendo, **63-64**
Frequências, estatísticas, **157**
Função de Bessel, **128-130**
Função errada, corrigindo, **42**
Função,
de dois números, **25**
de um número, **24-25**
nomes, **67**
nomes em programas, **74**
processando (SOLVE), **112-113**
processando (JFN), **128**
tecla, **24**
Funções hiperbólicas, 25, **59**
Funções não comutativas, 25, **37**, 45
Funções não programáveis, **87**
Funções,
índice de, **286-298**
numéricas, **54-69**
SOLVE, **112**
solucionáveis pelo SOLVE, **259-260**

G-I

Garantia, **248-249**
Assistência técnica, **245**

Gerador de números primos,
235-238
Go to. Ver GTO
GRAD, **57**
Graus, convertendo, **64**
GTO, 76, 84, **93-94, 100**
(i), **103-106**
coordenadas de um vetor, **170**
forma, complexa, **142**
funções que utilizam, **104**
inversa, **183-190**
inversão, **183-190**
para controle de programa, **105**
resultado, **183**
i, **103-106**
a variável, 53
funções que utilizam, **103**
Identificando falhas, **245-247**
Inclinação, **159**, 204, 211-212
Inicializando a memória, **254-255**
INPUT, **77-79**
cancelando, **79**
com integração, 128
com números não decimais, **150**
com SOLVE, 112
efeitos na pilha, **257**
Inserindo linhas de programa, **82**
Instruções condicionais, **95-99, 100**
SOLVE, **124**
JFN, **134**
Integração, **126-136**
algoritmo, 130, **272-274**
amostrando, **274, 274**
anomalias, **275-277**
aproximações, **273-274**
com múltiplas variáveis de entrada, 128
como funciona, **273-280**
condicional, **134**
em programas, **134-135**
embutida, **135**
erros, 274
escrevendo programa para, **128**
função para, **128**

- incerteza da, 127, **132**, 274
 interrompendo, 127
 iterações, **274**
 limitações da, **135**
 limites, **127**, 130, 134
 métodos, **274**
 precisão de, 127, **131-134**
 resultados, **127**, 134, **274-278**
 resultados, verificando, **278**
 saída, **134**
 tempo de cálculo, **279-280**
 utilizando, **127**
 Integral definida, **126**
 Integral, aproximando, **131**
 Integrando, **127**, 131
 Interferência, rádio freqüência, **252**
 Intervalos de números, **24**, 149
 Inversa, matriz. Ver Matriz inversa
 Inversos, complexo, **139**
 ISG, **101-102**
 Janelas, **149-150**
- K-L**
- Kelvin, conversão, **229-235**
 LAST X, registrador, **41-44**
 operações que afetam, **258**
 LBL, **71-72**, 73. Ver também Rótulos de
 Programa
 Limites de umidade, **245**
 Linear
 estimativa. Ver Regressão Linear
 movimento, resolvendo, **115**
 regressão, 156, **158-160**
 Logaritmo,
 complexo, **139**
 comum, **53**
 natural, **55**
 Logarítmica
 Curva, **204-205**, 211
 funções, 25, **55**, 139
- LOOP, 99, **101**
 Loop, executando, **99-102**
 com (*i*), 106
 Loop,
 com contador, 96, **101-102**
 condicional, **100**
 corrente, **181**
 infinito, **100**
 número de controle, **101**
 Lukasiewicz, **35**
- M**
- Magnitude, 24
 Maiores números para conversão de
 base, **149**
 Mau funcionamento da calculadora,
245-247, 249-250
 Mantissa, **22**, 30-31, 49
 Marca de raiz, **29**
 Matriz
 coeficiente, **183**
 fórmulas, **175-176**, **183**
 Matrizes, resolvendo. Ver Equações
 Simultâneas
 Média, **156-157**
 da população, 219
 ponderada, **157-158**
 MEM, **33**, **49**, **85**
 Memória contínua, **14**
 Memória,
 administração, **253-254**
 apagando toda, **255-256**
 apagando, **34**, 50, 253
 armazenada, **253-254**
 desalocando, **254**
 disponível, **33**, **49**
 do usuário, 47
 economizando, 51
 espaço. Ver Memória, usuário
 MEMORY CLEAR, 243, 245, **255**

MEMORY FULL, 85, 162, **253**
para programa, 72, 78 , 84-87
para variáveis, **50**
perda após instalação da bateria,
245
perdida, bateria fraca, **243**
requisitos, **254**
utilização para estatística, **162**
utilização para programa, **84-85**
utilização, **254**
verificando, **33**
Mensagens, **32, 281-286**
Menu MODES, **29**
Menu PROB, **65**
Menu STAT, **156**
Menu, **17**
cancelando, **19**
saindo do, **19-20**
teclas, **16-19**
tipos de, **18**
utilizando um, **16-19**
Método de Cramer, **175**
Método de Horner, **262**
programando, **87-88**
Método de Newton, **215**
Método do determinante, **175-182**
Modelos de curvas, **204**, 211
Modo angular, **56-57**
Modo Grado, **57**
Modo Radianos, **57**
Modo, graus, **57**
Momento, 174
Muito pequeno (underflow), 24
SOLVE, **272**

N

Negativo
inteiro, o maior, **149**
números, **21**
números não decimais, **148**

NO ROOT FND, **119**, 267
Notação Polonesa Reversa. Ver RPN
Número aleatório,
gerador, **65**
semente, **65**
Número,
alinhado à direita, **148**
alterando funções de, **67**
apresentado no visor, **30**
arredondado, 30
complexos, **137-143**
corrigindo, **15-16**, 41
de duas funções, **25**
digitando, **21**
em linhas de programa, **73**, 151
intervalo, **24**, 272
magnitude de, 24, 272
muito grande, **21**, 22, 49
muito pequeno, 22
não decimal, **144-150**
não decimal, representação interna
de, **147-148**
negativos, **21**
parcialmente escondido, 150
primo, **235-238**
real, **54**
representação interna de, 147-148
rotulado, 41
separando, **23**, 27, **39**
tamanho de, **21**
utilizando duas vezes, **39**
Números binários, **144-150**
grandes, **49**
longos, **149**
positivos, **148**
Números complexos, **137-143**
com integração, 126
com SOLVE, 112
entrando, **137**, 138
Números de linha de programa,
movendo-se para, **84**, 94
linhas de programa, **72**
eliminando, 73, **82**

- inserindo, **82**
 modos não decimais, **151**
 renumerando, **82**
 Números de linha, programas, **72**
 Números errados, corrigindo, **42**
 Números hexadecimais, **144-149**
 Números imaginários, **137**
 Números octais, **144-149**
 Números reais, **74**
- O**
- Off, **14**
 On, **14**
 Operação,
 auxílio com, **240**
 verificando, **245-247**
 Operações, índice de, **286-298**
 Ordem,
 de cálculo, **26**, 45-46
 de entrada, 25
 de números, 37
 Overflow (muito grande), **24**
 indicada por flag, **97-98**
 em aritmética não decimal, **146**
 em programa, **98**
- P**
- P↔RECT, **60-62**
 Pagamento, **59-62**
 Parênteses, **26**, 28, 45
 Parte fracionária, **67**
 aritmética não decimal, **146**
 Parte inteira, **67**
 em aritmética não decimal, **146**
 Partes de números, funções, 25, **67**
 PARTS, menu, **67**
 Pausa, programada, **82**
 Percentagem, **59-60**
 Perguntas, **240-241**
 Períodos de composição, **226**
 Permutações, **65**
 Pés, conversão, **229-235**
 Pilha,
 automática de memória, **35-46**
 complexa, **138**
 deixa cair, **38**, 39
 preenchendo com uma constante, **39-40**
 revendo, **36**
 sub-rotina, **92**, 125, 135
 vendo sem afetar, **49**
 Polar
 coordenadas, convertendo, **60-62**
 coordenadas de vetor, **170**
 forma, complexa, **142**
 Polegada, conversão, **229-235**
 Polinomiais,
 do segundo grau, **191-197**
 expressões, programando, **87-88**
 inteiro positivo, o maior, **149**
 Polo, função do SOLVE, **264-265**
 Ponto decimal, **29**
 Pontos em números, **29**
 Pontos no visor, **150**
 Potência
 curva, **204-205**, 211
 função, **56**
 função, complexa, **140**
 Potenciação. Ver y^x
 Precisão interna, **30-31**
 Precisão, especificando para
 integração, **132**
 Precisão,
 de dados estatísticos, **160-161**
 integração, **132**
 numérica, **30-31**
 SOLVE, **272**
 total, **31**
 trigonométrico, **57**
 Prefixo, cancelando, **15**

- PRGM TOP, **72**, 73, 84
 movendo-se para, **84**, 94
PRGM, **72**, 73, 75
 Princípio da roda de Ferris, **230**
Probabilidade, **65-66**
 normal, **215-221**, 219
Produto escalar, vetor, **164**, 171
Produto vetorial, vetor, **164**, 171
Programa
 escrevendo um, **71-74**
 examinando passo a passo, **76**
 executando um, **75**, 76, 85
 interrompendo, **82**
 memória, 72, **84-87**
 nomes. Ver Rótulos de Programa
 ponteiro, 76, **84**, 94
 retomando, 78, **82**
 retorno, **72**, 73
 testando, **75-76**
Programando com modos de base,
151-152
Programando, **70-89**
Programas,
 apagando, **85-86**
 apresentando, via catálogo, **85**
 catálogo, **85**
 editando, **82**
 eliminando, via catálogo, **85**
 entrada, **72-73**
 executando passo a passo, **76**
 executando via catálogo, **85**
 executando, **75**
 interrompendo, **82**
 limites, **71-72**
 verificando um, **86**

Q-R
R †, 36-37
RAD, **57**
 Radianos, convertendo, **64**

Raiz cúbica, **56**
Raiz,
 aproximação de, 119, 197, **261**
 da equação, 110, **116-117**, 119
 encontrando, **56**
 função, **56**
 máximo, 267
 mínimo, 267-268
 não há, **267-271**
 quadrática **191-197**
Raízes complexas, quadráticas, **191**
Rankine, conversão, **229-235**
RCL, **48**
Recuperando números, **48**
 em um programa, 78
Recuperando números.
Referência, função, **286-298**
Registrador T, **35-36**m 38-40, 47
Registrador X, **35-340**, 47
 apagando, **40-41**
 apagando em um programa, 73
 com registrador Y, comparando,
95-96
 com SOLVE, **113, 120**
 com zero, comparando, **96**
 e integração, **70**
 em programação, **70**
 para dados estatísticos, **154**
 testando, **95-96**
 trocando com um registrador Y, **37**
Registrador Y, **35-37**, 47
 e integração, **132**
 para dados estatísticos, **154**
Registrador Z, **35-36**, 47
Registrador, LAST X, **41-44**
Registradores estatísticos, **161-162**
 alocando, **162**
 apagando, **162**
Registradores,
 armazenamento. Ver Variáveis
 pilha, **35-41**, 78
 trocando, **37**

Regressão.
coeficientes. Ver Inclinação e Coeficiente Linear
não linear, **204-214**
Reparo, 248. Ver também Assistência Técnica
Resolvendo equações, **110-125**
Resultados intermediários, 26, 28, **35**, 44-46
Retangular
coordenadas, convertendo, 58, **60-62**
Reticências no visor, **150**
Retcesso, **16**, 19, 23, 32, 40, 73
Reutilizando números com LAST X, 41, **43-44**
Rolando, **84**
Roll down (rola para baixo), **36-37**
Rotação, coordenada, **198-203**
Rotinas, programa, **90**
Rótulos de programa, **71-72**, 73, 77, 85, 86, 94, 95
desviando para, **94**
duplicado, **72**
indireto, 103, **104**
no catálogo, **85**
Rótulos. Ver Rótulos do Programa RPN (Reverse Polish Notation), 25-26, 28, **35**, 44-46
RTN, **72**, 73. Ver também Retornos de Programa
RTN, sub-rotina, **91**
Run/stop, (executa/interrompe) 78

S

Saída, programa, **78**
Saldo, **226**
SCI, formato, **30**
Seno, **57**
integral, **130-131**

SHOW, **31**, 49, 79
números não decimais, **150**
Solicitação para variável, **77-79**
Soluções. Ver Resultados do SOLVE
SOLVE, 259-272
assíntota, 267, **269**
buscas, **120**, **267-268**
cálculo, interrompendo, **119**
com função de duas raízes, 263
com função de uma raiz, 262
com função descontínua, **263-264**
como funciona, **259-260**
condicional, **124**
definindo funções para, **112-113**
em programas, **124**
embutidas, **125**
encontrando uma incógnita, **110-125**
entrada com múltiplas variáveis, 112
erro matemático, 270
estimativas, **261**
iterações, **118**, **259**
limitações do, **125**
máximo, 267
método, **259-260**
mínimo, 267-268
precisão, **272**
programas (funções), **112-113**
região plana, 267, **271**
restrições, **259-260**
resultados, 111, **119**, 120, 124, 268, 272
resultados, interpretando, **261**
resultados, nenhum, **267**
saída, **124**
underflow (número muito pequeno), **272**
utilizando, **111-113**
Soma de verificação, 85, **86-87**
Soma
de produtos, **162**
de quadrados, **162**
de valores, x , **161**

de valores, *y*, **161**
Somatórios, estatísticos, **156, 161-162**
STO, 48
Sub-rotinas, **91**
embutidas, **92**
Suporte, cliente, **240**

T

Tamanho de palavras, **149**
Tangente, 57
Taxa de juro, **226**
Tecla de apagar (CLEAR). Ver C
Tecla de cancelar, **16, 19, 32, 36, 40, 73**
Tecla de prefixo, **15**
Tecla inativa, **32**
Teclas de letras, **15, 48, 71**
Temperaturas,
convertendo, **229-235**
de operação, **245**
quando guardada, **245**
Tempo, convertendo entre minutos e frações, **63-64**
Teste verdadeiro/falso, **95-99**
Testes de comparação, **95-97**
Testes, condicionais, **95-99**
TESTS, 96
Traçando gráficos de funções do SOLVE, **123**
Transformações de coordenadas, **198-203**
Translação, de coordenadas, **198-203**
Trigonometria inversa, **57, 58**
Trigonometria, **25, 56**
complexa, **139**
Trocá sinal, **21**
Trocando números (registradores X e Y), **25, 37**
Truncamento em aritmética não decimal, **146, 147**

U-W

Underflow (muito pequeno), **24**
Valor absoluto, **67**
Valor do contador, **101**
Valor do dinheiro no tempo, **222-229**
Valor do índice, **105**
Valor futuro, **226**
Valores de dinheiro, positivo e negativo, **223**
Variação percentual, **59-60**
Variáveis, **47-53**
apagando, **49-50**
apresentando, **49**
catálogo de, **49**
copiando, **49**
em programas, **77**
em programas, apresentando, **79-80**
em programas, copiando, **79-80**
incógnita, **110-112, 120**
indireta, **103**
integração, **128**
listando, **49**
nomes de, **47-48, 87**
SOLVE, 112
valor corrente da, **77**
Variável dependente, **154**
Variável independente, **154**
Variável, vendendo uma, **49**
Vetor coluna, **189**
Vetor força, **174**
Vetor raio, **174**
Vetor
adição, **142**
componentes, **171**
convertendo em coordenadas retangulares, **62**
operações, **164-175**
VIEW, 49, 79-80
com números não decimais, **150**
Vírgulas em números, **29**
Visor

contraste, ajustando, **14**
da pilha, **326**, 40
formato, **29-31**
formato para integração, **127**
inoperante, **245-246**
temporário, **31**
Volume de um cilindro, **80-81**

X-Z

XEQ, **75**
sub-rotina, **91**
 y^x , **56**
Zero em uma variável, **50**
Zero, **40**

Para Obter Informações sobre a Utilização da Calculadora.

Se você tiver dúvidas sobre a utilização da calculadora, primeiro verifique o Índice, o Índice por Assunto e "Respostas a Perguntas Freqüentes" no apêndice A. Se você não puder encontrar uma resposta no manual, você pode consultar nosso Serviço de Atendimento ao Cliente:

EDISA Informática SA
Alameda Rio Negro, 750 - Alphaville
06454 - Barueri - S.Paulo
(011) 709-1444

Para Informações sobre Assistência Técnica. Se sua calculadora parece não estar operando corretamente, veja o apêndice A para determinar se ela requer manutenção. O apêndice A também contém informações importantes sobre como obter assistência técnica.

Se estiver fora do Brasil, consulte o escritório local da Hewlett-Packard ou envie-a para o:

■ Hewlett-Packard
Calculator Service Center
1030 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, U.S.A.
tel.: (503) 757-2002

Índice

Página 13 Parte 1: Operação Básica

Para Iniciar • A Pilha Automática de Memória • Armazenando Dados em Variáveis • Funções de Número Real

69 Parte 2: Programação

Programação Simples • Técnicas de Programação

109 Parte 3: Operação Avançada

Resolvendo uma Incógnita em uma Equação • Integração Numérica • Operações com Números Complexos • Aritmética em Bases Diferentes e Conversões de Base • Operações Estatísticas

163 Parte 4: Programas de Aplicação

Programas de Matemática • Programas de Estatística • Programas Diversos

239 Parte 5: Apêndices e Referência

Atendimento ao Usuário, Baterias, Garantia e Assistência Técnica • Memória do Usuário e a Pilha • Mais sobre a Resolução de uma Equação • Mais sobre Integração • Mensagens • Índice de Funções • Índice por Assunto

Calculadoras



HEWLETT
PACKARD

Impresso no Brasil

Número para pedido avulso

00032-90051

00032-90052 Português

Impresso no Brasil 4/90

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please do not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.