

HP 48SX Scientific Expandable Calculator

Gebruikershandleiding deel I



HP 48SX Scientific Expandable Calculator

Gebruikershandleiding deel I



Editie 1 August 1990 Nabestelling onder nummer 00048-90009

Opmerking

Zie pagina 719 en 722 voor informatie over garantie en voorschriften.

De informatie in dit document kan zonder kennisgeving gewijzigd worden. Hewlett-Packard biedt ten aanzien van dit materiaal geen garanties, noch expliciet, noch impliciet. Hewlett-Packard garandeert met name niet dat het materiaal geschikt is voor bepaalde doeleinden. Hewlett-Packard is niet aansprakelijk voor fouten in het materiaal of voor enige directe of indirecte schade van welke aard dan ook, ontstaan uit of verband houdende met de levering, het functioneren of het gebruik van dit materiaal.

Dit document bevat informatie die door copyright beschermd wordt. Alle rechten zijn voorbehouden. Geen enkel onderdeel van dit document mag worden gekopieerd, gereproduceerd of worden vertaald zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Hewlett-Packard Company.

De programma's die de calculator besturen zijn door copyright beschermd. Kopiëren, reproduceren of vertalen van deze programma's zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Hewlett-Packard Company is verboden.

• Trustees of Columbia University in the City of New York, 1989. Het is personen en/of instellingen toegestaan om Kermit software te gebruiken, kopiëren, of distribueren onder het voorbehoud dat de software niet op commerciële basis verhandeld wordt en dat deze "copyright notice" nageleefd wordt.

Hewlett Packard S.A. Calculator Division 150 Route du Nant d'Avril 1217 Meyrin 2 - Genève Switzerland

Printing History

Editie 1

August 1990

Mfg. No. 00048-90018

Inhoud

- 20 Het gebruik van deze handleiding
- 20 De delen van deze handleiding
- 21 De in deze handleiding gebruikte conventies
- 21 Voor meer informatie

Deel 1: Bouwstenen

1

24 Beginnen met de HP 48

- **25** De calculator aan- en uitzetten
- 25 Het contrast van de display bijstellen
- 26 Het toetsenbord
- **28** De krachtige eigenschappen van de HP 48
- 42 De tijd en de datum instellen
- 44 Indeling van bewerkingen met de HP 48
- 46 Hoe gaat u verder

- 47 Het toetsenbord en de display
- **47** Indeling van de display
- 48 Het stapelgeheugen
- 48 De commandoregel
- **49** Getallen intoetsen
- 50 Het statusgebied, de indicators en de meldingen
- **52** Indeling van het toetsenbord
- **55** De shift-toetsen
- 56 Het alfa-toetsenbord

- **57** Geaccentueerde tekens genereren
- **58** De attentietoets
- 58 Scheidingstekens intoetsen
- 59 Menu's
- 59 Menu's tonen
- 61 Naar het laatste menu gaan
- 61 Display modus

64 Het stapelgeheugen en de commandoregel

- 65 Het stapelgeheugen gebruiken voor berekeningen
- 65 Een overzicht
- 65 Commando's met één argument
- 66 Commando's met twee argumenten
- **67** Vorige resultaten gebruiken (kettingberekeningen)
- 68 Niveau 1 en 2 omwisselen
- 68 Het stapelgeheugen wissen
- **68** De laatste argumenten herstellen
- 70 Niveau 1 kopiëren
- 70 Objecten tonen voor bekijken of bewerken
- 71 Objecten bekijken en bewerken
- 72 De inhoud van een variabele bekijken en bewerken
- 72 Het EDIT menu
- 75 Het Interactief Stapelgeheugen
- 81 Het gebruik van de commandoregel
- 81 Gegevens verzamelen op de commandoregel
- 82 Invoermodi
- 83 Vorige commandoregels terughalen
- 84 Andere commando's voor het stapelgeheugen

86 Objecten

- 87 Reële getallen
- 87 Complexe getallen
- 88 Binaire gehele getallen
- 89 Matrices/Vectoren
- 90 Namen
- 91 Algebraïsche uitdrukkingen
- 92 Programma's
- 92 Reeksen

- 93 Lijsten
- **93** Grafische objecten
- 93 Gemarkeerde objecten
- 94 Eenheidsobjecten
- 95 Inhoudsopgave-objecten
- **96** Overige objecttypes
- 96 Commando's voor het bewerken van objecten
- 104 Objecttypes
- 104 Objecttypes bepalen
- **105** Namen van variabelen scheiden op grond van het objecttype
- 105 Objecten berekenen

108 Geheugen van de calculator

108 Geheugentypes

5

- 109 Commando's voor het gebruik van het geheugen
- 110 Het gehele geheugen wissen
- 111 Werken met weinig geheugenruimte
- 114 Variabelen en het VAR menu
- **116** Een variabele maken
- **116** Het STO commando
- **117** Het DEFINE commando
- **117** Namen van variabelen
- **118** De inhoud van een variabele gebruiken
- **119** De naam van een variabele evalueren
- 120 De inhoud van variabelen opvragen
- **121** De inhoud van variabelen veranderen
- 121 Het gebruik van variabelen met en zonder aanhalingstekens
- 122 Het VAR menu en de REVIEW catalogus
- **123** Het VAR menu opnieuw ordenen
- 123 Variabelen verwijderen
- 123 Afzonderlijke variabelen verwijderen
- 124 Meer dan één variabele verwijderen
- 124 Alle variabelen verwijderen
- **125** Fouten herstellen
- **125** Berekeningen met variabelen

7	129	Inhoudsopgaven
	129	Basisprincipes van inhoudsopgaven
	131	Subinhoudsopgaven maken
	132	Variabelen in inhoudsopgaven maken en benaderen
	132	Variabelen maken
	133	Variabelen opvragen
	133	Naar een andere inhoudsopgave gaan
	133	Naar een andere subinhoudsopgave gaan
	134	Naar de hoofdinhoudsopgave of naar HOME
	134	Variabelen en inhoudsopgaven verwijderen
	134	De inhoud van een inhoudsopgave verwijderen
	134	Een inhoudsopgave verwijderen
	135	Inhoudsopgave-objecten gebruiken
8	137	Meer over algebraïsche obiecten
-	137	Het berekenen van algebraïsche uitdrukkingen
	139	Symbolische en numerieke oplossingen
	140	Automatische vereenvoudiging
	141	De regels van algebraïsche prioriteit

- 142 Uitdrukkingen en vergelijkingen
- 142 Aanverwante onderwerpen

Deel 2: Standaard eigenschappen

9

144 Standaard wiskundige functies

- 145 Het MTH (MATH) menu
- 145 Rekenkundige en standaard wiskundige functies
- **148** Functies voor breukconversie
- 149 Exponentiële, logaritmische en hyperbolische functies
- 150 Procentfuncties
- 151 Hoekmodus, trigonometrische functies en π
- 151 De hoekmodus kiezen
- **152** Trigonometrische functies
- **152** Het gebruik van π
- 154 Functies voor hoekconversie
- **156** Symbolische constanten

- 156 Het gebruik van symbolische constanten
- 156 Het gebruik van waarden voor symbolische constanten
- **157** Het gebruik van vlaggen voor het interpreteren van symbolische constanten
- 159 Faculteit, waarschijnlijkheid en willekeurige getallen
- 160 Overige functies voor reële getallen
- 162 Het gebruik van symbolische argumenten met standaard wiskundige functies

163 Door de gebruiker gedefinieerde functies

- 165 Het creëren van een gebruikersfunctie
- 165 Het uitvoeren van een gebruikersfunctie
- **166** Het nesten van gebruikersfuncties
- **167** De structuur van een gebruikersfunctie

11 169 Complexe getallen

- Het invoeren en de weergave van complexe getallen
 Hoe complexe getallen worden weergegeven
 Het invoeren van complexe getallen
- 173 Het samenstellen en ontbinden van complexe getallen
- 175 Het uitvoeren van berekeningen met complexe getallen
- 175 Vergelijking met berekeningen met reële getallen
- 177 Reële bewerkingen met een complexe uitkomst
- 177 Complexe getallen in algebraïsche uitdrukkingen
- 177 Algebraïsche uitdrukkingen met complexe getallen
- 178 Het gebruik van de symbolische constante i
- **179** Extra commando's voor complexe getallen
- **181** Complexe getallen of vectoren?
- 12

10

Vectoren

- **185** De weergave van 2D en 3D vectoren
- 185 Hoe 2D vectoren worden weergegeven
- **186** Hoe 3D vectoren worden weergegeven
- 187 Het invoeren van 2D en 3D vectoren
- 188 Het samenstellen en ontbinden van 2D en 3D vectoren
- **191** Berekeningen met 2D en 3D vectoren

- **198** Extra commando's voor vectoren
- **199** Complexe getallen of vectoren?

13

200 Het werken met eenheden

- 202 Hoe de Units toepassing is ingedeeld
- 202 Definitie van termen
- 203 Het UNITS catalogusmenu
- 204 Het creëren van een eenheidsobject
- 205 Het creëren van een eenheidsobject op de commandoregel
- **206** Een overzicht van eenheidsnamen
- 207 Eenheidsobjecten in algebraïsche uitdrukkingen
- 207 Voorvoegsels van eenheden
- 209 Het converteren van eenheidsobjecten
- 209 Het converteren van eenheidsobjecten in het UNITS catalogusmenu
- 210 Het converteren van eenheidsobjecten met CONVERT
- 211 Het converteren van eenheidsobjecten in het CST menu
- 212 Converteren naar SI standaardeenheden
- **213** Temperatuurconversie
- 214 Dimensieloze hoekeenheden
- 215 Het afsplitsen van factoren van eenheidsuitdrukkingen
- **216** Rekenkundige bewerkingen met eenheidsobjecten
- 220 Het creëren van eenheidsobjecten met de EquationWriter
- 221 Door de gebruiker gedefinieerde eenheden
- **223** Extra commando's voor eenheidsobjecten

14

224 Binaire berekeningen

- 225 Het instellen van de woordgrootte
- 225 Het kiezen van het grondtal
- **226** Het invoeren van binaire gehele getallen
- **226** Berekeningen met binaire gehele getallen
- 227 Extra commando's voor binaire gehele getallen

De calculator aan uw eigen wensen aanpassen
Individuele (CST) menu's
Het creëren van een individueel menu
De werking van een individueel menu
Het verfijnen van individuele menu's
Het creëren van een tijdelijk menu
Het gebruikerstoetsenbord
Gebruikersmodi
Het definiëren van toetsen
Het wissen van toetsdefinities
Het opnieuw activeren van één standaard toets
Het opvragen en wijzigen van definities van
gebruikerstoetsen
Overige aanpassingen
Het MODES menu
Systeemvlaggen

Deel 3: Geavanceerde eigenschappen

16	244	De EquationWriter
	246	De structuur van de EquationWriter
	248	Een vergelijking maken
	255	Impliciete haakjes uitschakelen
	256	Voorbeelden van bewerkingen in de EquationWriter
	259	Algebraïsche uitdrukkingen en eenheidsobjecten
		bekijken in de EquationWriter
	259	Vergelijkingen bewerken
	259	Bewerken met de backspace-toets
	260	Wijzigen met behulp van de commandoregel
	265	Een object uit het stapelgeheugen invoegen
	266	Een deeluitdrukking vervangen door een
		algebraïsche uitdrukking uit het stapelgeheugen
	267	Introductie van de Rules toepassing
17	269	Het HP Solve programma
	273	De structuur van HP Solve

- 274 Vergelijkingen, uitdrukkingen en programma's
- Het SOLVE menu de huidige vergelijking aangeven
- 277 Een nieuwe huidige vergelijking invoeren
- 278 De Vergelijkingencatalogus kiezen en beheren van bestaande vergelijkingen
- Het SOLVR menu de huidige vergelijking oplossen
 EXPR = gebruiken
- 287 Schattingen kiezen
- 287 Vergelijkingen oplossen met de Plot toepassing
- 288 Het gebruik van eenheidsobjecten in HP Solve
- 290 Het SOLVR menu aanpassen
- Twee of meer vergelijkingen koppelen
- EQ + gebruiken om twee of meer vergelijkingen te koppelen
- Een lijst met twee of meer vergelijkingen opslaan
- HP Solve gebruiken om oplossingen van programma's te berekenen
- Werken met HP Solve
- Het gebruik van initiële schattingen door de root-finder
- De root-finder onderbreken
- Tussentijdse schattingen tonen
- Het menu met variabelen maken
- Resultaten interpreteren
- Als een oplossing gevonden is
- Als er geen oplossing gevonden is

304 Fundamentele plotfuncties en functie-analyse

- De structuur van de Plot toepassing
- Vergelijkingen, uitdrukkingen en programma's
- **310** Het PLOT Menu de huidige vergelijking en het plottype aangeven
- Het PLOTR menu plotparameters instellen en de grafiek tekenen
- De onafhankelijke variabele aangeven
- Displaybereik en schaalverdeling
- Grafieken tekenen
- Twee of meer vergelijkingen plotten

323	De grafische omgeving - zoom-bewerkingen en
	functie-analyse

- 327 Zoom-bewerkingen
- Functies analyseren

340 Meer informatie over plotten en grafische objecten

- Gedetailleerde plotbewerkingen
- 343 Plotbereik en displaybereik
- Assen en labels aangeven
- De resolutie aangeven
- **345** De variabele voor plotparameters (PPAR)
- 346 Coördinaten van grafieken
- De grootte van PICT veranderen
- Plottypes
- Functiegrafieken
- 353 Konische delen
- Polaire grafieken
- Parametrische grafieken
- Relationele grafieken
- Programma's en door de gebruiker gedefinieerde functies plotten
- 359 Plotten met eenheden
- Het plotten van statistische gegevens
- Grafische elementen toevoegen aan (HIPICTR
- Bewerkingen in de grafische omgeving voor het toevoegen van grafische elementen aan PICT
- Programmeerbare commando's voor het toevoegen van grafische elementen aan PICT
- 365 Werken met grafische objecten in het stapelgeheugen
- Bewerkingen met betrekking tot stapelgeheugen in de grafische omgeving
- Het PICT commando werken met PICT in het stapelgeheugen
- Stapelgeheugen-commando's voor grafische objecten

••		
20	371	Matrices
	372	Matrices invoeren
	372	De MatrixWriter
	375	Matrices invoeren met de commandoregel
	376	Het tonen van vectoren
	376	Matrices bewerken
	379	Rekenkundige bewerkingen met matrices
	379	Rekenkundige bewerkingen met vectoren uitvoeren
	380	Rekenkundige bewerkingen met matrices uitvoeren
	381	Rekenkundige bewerkingen uitvoeren met een matrix en een vector
	382	Een stelsel van lineaire vergelijkingen oplossen
	383	Complexe matrices
	383	Rekenkundige bewerkingen met complexe matrices
	383	Extra commando's voor complexe matrices
	385	Extra matrixcommando's
	387	Geavanceerde matrixbewerkingen
21	390	Statistiek
	393	Statistics starten
	395	De huidige statistische matrix definiëren
	395	Nieuwe statistische gegevens invoeren (Σ + en NEW)
	396	Gegevens wijzigen
	397	De STAT catalogus gebruiken
	400	De catalogus verlaten
	400	Statistieken met enkelvoudige variabelen berekenen
	400	Statistieken met steekproeven
	401	Populatiestatistieken
	402	Statistieken met gepaarde steekproeven
	405	Plotten
	407	Staafdiagrammen plotten
	409	Histogrammen plotten
	410	Sommatiestatistieken
	411	Test-statistieken
22	415	Algebra
	418	Symbolische oplossingen
	418	Een variabele isoleren

- 420 Kwadratische vergelijkingen oplossen
- 422 Algemene en hoofdoplossingen
- 424 Verborgen variabelen tonen
- 424 Termen opnieuw rangschikken
- 425 Termen verzamelen
- 426 Produkten en machten uitwerken
- 427 De Regeltransformaties
- 428 De Selectie-omgeving een deeluitdrukking aangeven
- 429 De Regeltransformaties kiezen
- 430 Een Regeltransformatie uitvoeren
- 430 Een RULES menu verlaten
- 430 RULES voorbeelden
- 440 Samenvatting met voorbeelden
- 445 Door de gebruiker gedefinieerde transformaties
- 447 De | (substitutie) functie

448 Calculus

- 449 Differentiatie
- 450 Stapsgewijze differentiatie
- 452 Volledige differentiatie
- 452 Differentiatie van gebruikersfuncties
- 452 Geavanceerde calculus: door de gebruiker gedefinieerde afgeleiden
- 453 Sommaties
- 456 Benaderingen van Taylorpolynomen
- 458 Integratie
- 458 Symbolische integratie
- 461 De integrand benaderen door een Taylor polynoom
- 462 Numerieke integratie
- 467 Het stapelgeheugen gebruiken voor integratie

24

- 468 Tijd, signalen en berekeningen met datums
- **470** De structuur van TIME
- 471 Datum en tijd instellen
- 472 De datum instellen
- 473 De tijd instellen
- 473 Aanduiding van datum en tijd veranderen

- 474 De tijd gelijkzetten
- 474 Signalen instellen
- 476 Afspraaksignalen
- 476 Een signaal herhalen
- 478 Een afspraaksignaal bevestigen
- 478 Niet bevestigde afspraaksignalen
- 479 Een besturingssignaal instellen
- 480 Signalen met een korte herhalingsinterval corrigeren
- 481 Signalen bekijken en wijzigen
- 484 Signalen gebruiken in een programma
- 485 Datumberekeningen
- 487 Tijdsberekening

Deel 4: Programmeren

25

498 Basis voor het programmeren

- 500 Het invoeren en uitvoeren van een programma500 Een programma invoeren
- 502 Het uitvoeren van een programma.
- 503 Het wijzigen van een programma
- 504 Het gebruik van lokale variabelen.
- 510 Programma's die gegevens in het stapelgeheugen manipuleren
- 512 Het gebruik van subroutines
- 515 Een programma stap voor stap uitvoeren
- **516** Stap voor stap uitvoeren vanaf het begin van het programma
- **518** Een programma halverwege stap voor stap uitvoeren
- **518** Subroutines stap voor stap uitvoeren

26

520 Tests en voorwaardelijke structuren

- 522 Programmatests
- 523 Vergelijkingsfuncties
- 525 Logische functies
- 526 Het testen van objecttypes
- 526 Voorwaardelijke structuren

526	De IFTHENEND structuur
-----	------------------------

- **528** De IF...THEN...ELSE...END structuur
- **530** De CASE...END structuur
- 532 Commando's voor voorwaardelijke structuren
- 532 Het commando IFT (If-Then-End)
- **533** De functie IFTE

27

534 Lusstructuren

- **534** Eindige lusstructuren
- **535** De START...NEXT structuur
- **537** De START...STEP structuur
- **539** De FOR...NEXT structuur
- 541 De FOR...STEP structuur
- 543 Onbepaalde lusstructuren
- 543 De DO...UNTIL...END structuur
- 545 De WHILE...REPEAT...END structuur
- 547 Tellers (INCR en DECR)

28

Vlaggen

549

- **549** Soorten vlaggen
- 550 Het activeren, deactiveren en testen van vlaggen
- 552 De status van vlaggen opvragen en opslaan
- **552** De status van de vlaggen opvragen
- **553** De status van vlaggen opslaan

29

554 Interactieve programma's

- 555 Het programma tijdelijk stoppen om gegevens in te voeren
- 556 Het PROMPT commando
- **558** Het BEEP commando
- 559 De commando's DISP, HALT en FREEZE
- 560 Het commando INPUT
- **568** Programma-uitvoer van een label voorzien
- 568 Het gebruik van gemarkeerde objecten als gegevensuitvoer
- 569 Commando's voor strings om gegevensuitvoer een label te geven

	571	Onderbreken om gegevensuitvoer te tonen
	571	Het gebruik van menu's in programma's
	571	Het weergeven van een ingebouwd menu
	572	Individuele menu's in programma's
	576	Het samenstellen van tijdelijke menu's
	576	Commando's voor plaatsnummers van toetsen
	576	Het commando WAIT met 0 als argument
	577	Het commando WAIT met -1 als argument
	577	Het commando KEY
	578	De HP 48 uitzetten in een programma
30	579	Fouten onderscheppen
	581	De IFERRTHENEND structuur
	582	De IFERRTHENELSEEND structuur
	584	Door de gebruiker gedefinieerde fouten
31	586	Extra programmeervoorbeelden
	587	Fibonacci getallen
	587	FIB1 (Fibonacci getallen, recursieve versie)
	589	FIB2 (Fibonacci getallen, lusversie)
	590	FIBT (de uitvoeringsduur van programma's
		vergelijken)
	593	Het weergeven van een binair geheel getal
	593	PAD (Pad met voorafgaande spaties)
	594	PRESERVE (Vorige status bewaren en opnieuw
		aanroepen)
	596	BDISP (Binaire display)
	600	Mediaan van statistische gegevens
	600	SORT (Een lijst sorteren)
	603	LMED (Mediaan van een lijst)
	605	MEDIAN (Mediaan van statistische gegevens)
	609	Volledig uitwerken en ordenen
	609	MULTI (Herhaalde uitvoering)
	611	EXCO (Volledig uitwerken en ordenen)
	613	Het kleinste of grootste element in een matrix vinden
	613	MNX (Het kleinste of grootste element in een
		matrix vinden — werkwijze 1)

617 MNX2 (Het kleinste of grootste element in een

matrix vinden – werkwijze 2)

620 Verificatie van programma-argumenten

- 621 NAMES (Staan er precies twee namen in de lijst?)
- 623 VFY (Programma-argument verifiëren)
- 626 Bessel functies
- 629 Animatie van opvolgende Taylor polynomen
- 629 Een sinuscurve tekenen en naar een grafisch object converteren
- 630 Superpositie van opvolgende Taylor polynomen
- 632 Animatie van Taylor polynomen
- 634 Statistieken gebruiken en plotten binnen een programma
- 639 Animatie van een grafisch beeld

Deel 5: Printen, gegevensoverdracht en insteekkaarten

32 644 Printen

- 644 Printen met een HP 82240B Printer
- 646 Opmaak bij printen
- **647** Fundamentele printcommando's
- 649 Een tekst-string printen
- **649** Grafische objecten printen
- 649 Printen met dubbele regelafstand
- 650 De vertraging instellen
- 650 De HP 48 tekenset
- 651 Het sturen van "escape sequences" en besturingscodes
- **651** Gegevens verzamelen in de printer buffer
- 652 Printen met een HP 82240A Infrared Printer
- 653 Printen naar de seriële poort
- 654 De PRTPAR variabele

33 655 Gegevens versturen van en naar de HP 48

- 656 Soorten van gegevens die u kunt overbrengen
- 657 Het I/O menu
- 660 Lokale modus en Server modus

- De I/O parameters instellen 660
- Het SETUP menu 660
- De IOPAR variabele 662
- 663 Gegevensoverdracht tussen twee HP 48 calculators
- 665 Gegevensoverdracht tussen een computer en de HP 48
- 665 Kabelverbinding
- 666 Gegevensoverdracht
- Een reservekopie maken van het gehele geheugen 668 van de HP 48
- 670 Vertaling van tekens (TRANSIO)
- 672 Bestandsnamen
- 673 Fouten
- 673 ASCII en Binaire Transmissiemodi
- 675 Commando's naar een server sturen (PKT)
- 676 Seriële commando's

679 Het gebruik van insteekkaarten en bibliotheken

- 679 Types geheugen
- Het installeren en verwijderen van insteekkaarten 680
- 683 **RAM** kaarten
- 684 Voorbereiding op het installeren van de kaart 687 De toepassingen van RAM kaarten
- 688 RAM kaarten gebruiken voor uitbreiding van het gebruikersgeheugen (samengevoegd geheugen)
- RAM kaarten gebruiken voor reservekopieën 689 (onafhankelijk geheugen)
- 690 Objecten naar het onafhankelijke geheugen kopiëren
- 691 Toegang krijgen tot Backup-objecten
- 692 Objecten naar het gebruikersgeheugen kopiëren (poort 0)
- 693 Het gehele geheugen kopiëren
- 694 Samengevoegd geheugen vrijmaken
- 696 Het gebruik van toepassingskaarten en bibliotheken
- 696 Een bibliotheek aan een inhoudsopgave koppelen
- 697 Toegang krijgen tot bewerkingen in bibliotheken (het LIBRARY menu)
- Extra commando's voor het toegang krijgen tot 698 bibliotheken

Deel 6: Appendices en indexen

- 702 Ondersteuning, batterijen en service
 - 702 Ondersteuning voor de calculator
 - 702 Antwoorden op de meest voorkomende vragen
 - 706 Omgevingsfactoren
 - 706 Wanneer batterijen vervangen?
 - 707 Batterijen vervangen
 - **707** Soorten batterijen
 - 707 Calculator batterijen vervangen
 - 709 Een RAM kaart batterij vervangen
 - 711 De werking van de calculator testen
 - 713 Zelf-test

Δ

F

- 713 Toetsenbord-test
- 715 RAM poort test
- 716 IR kringlooptest
- 717 Seriële kringlooptest
- 719 Beperkte garantie van één jaar
- 720 Als de calculator service nodig heeft
- 722 Voorschriften
- B 723 Meldingen
- C 742 HP 48 tekencodes
- D 745 Menunummers
 - 747 De HP 48 systeemvlaggen
 - 756 Bewerkingsindex
 - 871 Index

Het gebruik van deze handleiding

Deze uit twee banden bestaande handleiding bij de HP 48SX Scientific Expandable calculator kunt u het beste op de volgende manier gebruiken:

- 1. Lees hoofdstuk 1, "Beginnen met de HP48" om de functies, de mogelijkheden en het gebruiksgemak van de HP 48 te leren kennen.
- 2. Lees de overige hoofdstukken uit deel 1, "Bouwstenen" om vertrouwd te raken met de bewerkingen van de HP 48.
- **3.** Kijk daarna in de inhoudsopgave waar u de onderwerpen die u interesseren, kunt vinden.

De delen van deze handleiding

Deze handleiding bestaat uit vijf delen:

- In *deel 1: Bouwstenen*, vindt u informatie die fundamenteel is voor een juiste bediening van de HP 48.
- In deel 2: Standaard eigenschappen, vindt u hoofdstukken over de mogelijkheden van de HP 48 voor het werken met standaard wiskundige berekeningen, complexe getallen, vectoren en het aan uw behoeften aanpassen van de calculator.
- Deel 3: Geavanceerde eigenschappen, gaat over de ingebouwde toepassingen die de HP 48 zo krachtig maken, zoals de EquationWriter, HP Solve en de Plot toepassingen.
- In *deel 4: Programmeren*, worden alle aspecten van het programmeren met de HP 48 behandeld.
- In deel 5: Printen, gegevensoverdracht en insteekkaarten, wordt het afdrukken van gegevens, het versturen van gegevens van en naar een Personal Computer of een andere HP 48 en het gebruik van RAM kaarten en toepassingskaarten besproken.

De in deze handleiding gebruikte conventies

Bij het lezen van deze handleiding, moet u weten welke regels hierin zijn gehanteerd.

- De toetsen van het toetsenbord zijn altijd afgebeeld in een speciaal lettertype met een rechthoek eromheen. Bijvoorbeeld, de Enter toets wordt weergegeven als ENTER en de toets voor het opslaan als STO.
- De menulabels, die onderaan de display staan en betrekking hebben op de bovenste rij toetsen op het toetsenbord, worden ook op een speciale manier aangeduid. Bijvoorbeeld, PARTS, PROB en HYP.
- Variabelen staan cursief, bijvoorbeeld naam.
- Tekst die in de display staat, wordt weergegeven in een dot matrix lettertype, bijvoorbeeld de melding Memory Clear.
- Programmeerbare commando's staan in hoofdletters, bijvoorbeeld DUP, EVAL, SIN.

Voor meer informatie

De bewerkingen van de HP 48 kunt u opzoeken in de alfabetisch gerangschikte "Bewerkingsindex" achterin de tweede band. U vindt daar van iedere bewerking de naam, een beschrijving van de werking, de toetsaanslagen waarmee de bewerking wordt uitgevoerd en een verwijzing naar een pagina met meer informatie.

Verder staat achterin de tweede band een uitgebreide index die u de weg wijst naar informatie over alle onderwerpen in deze handleiding.

Voor wie van plan is uitgebreide programma's te maken met de HP 48, is bij de Hewlett-Packard dealer een *Programmer's Reference Manual* beschikbaar (bestelnummer 00048-90054).

Deel 1

Bouwstenen

Beginnen met de HP 48



In hoofdstuk 1 vindt u een interessant voorbeeld aan de hand waarvan u kunt gaan werken met de HP 48 calculator. Als u het voorbeeld doorwerkt, zult u merken dat de HP 48 een krachtige calculator is, die u gemakkelijk kunt bedienen.

In dit hoofdstuk maakt u kennis met enkele van de voornaamste eigenschappen:

- De *EquationWriter* is een toepassingsprogramma waarmee u vergelijkingen kunt invoeren en bekijken in de gangbare notatie.
- Symbolische wiskunde, waarmee u een algemene oplossing voor een vraagstuk kunt krijgen en specifieke oplossingen voor bepaalde punten.
- De *Plot-applicatie* is een toepassingsprogramma waarmee u wiskundige functies en gegevens in grafische vorm kunt bekijken en vervolgens tijdens het bekijken van een grafiek de wortels, snijpunten, lokale extreme waarden, afgeleiden, hellingen en oppervlaktes onder de kromme berekent.
- *HP Solve* is een toepassingsprogramma waarmee u numerieke oplossingen voor vraagstukken kunt berekenen zonder de vergelijking apart op te lossen.
- *Het werken met eenheden*, waardoor bij berekeningen met compatibele eenheden automatisch eenheden worden geconverteerd.

Ook vindt u in dit hoofdstuk bij verschillende onderdelen van het voorbeeld een korte uitleg van de begrippen en termen die bij de HP 48 worden gebruikt. Met behulp van deze uitleg kunt u zich de basisbegrippen eigen maken die nodig zijn voor het begrijpen van de calculator.

Tenslotte staan aan het eind van het hoofdstuk instructies voor het instellen van de tijd en de datum en aanvullende informatie over de calculator die nodig is om de rest van de handleiding te kunnen gebruiken.

De calculator aan- en uitzetten

De HP 48 wordt geleverd met drie alkalinebatterijen, die reeds in het apparaat geplaatst zijn. Als u de calculator uit de doos neemt, is hij klaar voor gebruik.

Drukt u op ON om de calculator aan te zetten. (ON bevindt zich in de linker benedenhoek van het toetsenbord.) Om de calculator uit te zetten drukt u eerst op re en vervolgens op ON. Omdat de HP 48 een *permanent geheugen* heeft, wordt de informatie die u hebt ingevoerd niet beïnvloed als u het apparaat uitzet. Om energie te besparen, schakelt de calculator zichzelf 10 minuten nadat hij voor het laatst gebruikt werd, uit.

Als de calculator aan is, functioneert ON als ATTN attentietoets; deze toets wist alle onverwerkte informatie die u hebt ingetypt, zodat u weer opnieuw kunt beginnen.

Het contrast van de display bijstellen

U kunt op elk gewenst moment het contrast van de display bijstellen door de \boxed{ON} toets ingedrukt te houden en op + (donkerder) of $_$ (lichter) te drukken. Kijk welke instelling u het best bevalt.

Het toetsenbord

Het toetsenbord van de HP 48 heeft verschillende "niveaus". Iedere toets heeft een primaire functie die op de toets zelf is aangegeven —, zoals bij ENTER, +, 7 en →. Er zijn drie primaire toetsen waarmee u de toetsenbordfuncties kunt wijzigen. Het zijn de volgende drie toetsen:

- (de *linker shift* toets), waarmee u de oranje toetsdefinities aan de linker- en bovenzijde van de iedere toets in werking kunt stellen.
- → (de rechter shift toets), waarmee u de blauwe toetsdefinities aan de rechter- en bovenzijde van iedere toets in werking kunt stellen.
- a (de alfatoets), waarmee u de witte alfabetische toetsdefinities aan de rechter benedenzijde van de meeste toetsen in werking kunt stellen.

In de volgende afbeelding van het toetsenbord is een groot aantal toetsen aangegeven die u in het voorbeeld in dit hoofdstuk gebruikt.



Hieronder volgt een beschrijving van de toetsen die in de vorige afbeelding zijn genummerd:

- 1. **EVAL** evalueert een uitdrukking.
- 2. **STO** slaat een object op in een variabele.
- 3. **(EQUATION)** stelt de EquationWriter in werking.
- 4. **SOLVE** stelt HP Solve in werking.
- 5. a stelt het alfa-toetsenbord in werking.
- 6. 🕤 stelt de oranje toetsfuncties in werking.
- 7. 🕞 stelt de blauwe toetsfuncties in werking.
- 8. ON functioneert als ATTN toets als de calculator aan staat.
- 9. (UNITS) stelt Units in werking.
- **10. (PLOT)** stelt Plot in werking.

- 11. (•) (EDIT) kopieert een object naar de commandoregel voor bewerkingen.
- De vier cursortoetsen (▲,[(♥,► en ◄) verplaatsen de cursor in de display.

De krachtige eigenschappen van de HP 48

Neem het volgende voorbeeld door om een indruk te krijgen van de mogelijkheden van de HP 48. Lees de instructies, druk op de juiste toetsen en kijk wat er gebeurt op de display.

Voorbeeld: Recycling B.V. Het bedrijf waar u voor werkt, Recycling B.V. heeft onderzoek gedaan naar een nieuw proces om plastic afval te verwerken tot ruwe olie. Na maanden werk geeft het onderzoeksteam u het volgende model voor de opbrengstsnelheid:

$$R = \frac{G^2(1 + \sin(PT))}{1.4}$$

waarbij:

- R de hoeveelheid geproduceerde olie in gallons per uur (ratio) is .
- G en P procesvariabelen zijn.
- T de tijd in uren is.

Analyseer dit model met behulp van de HP 48. Bereken als onderdeel van de analyse hoe lang het zal duren om een tank van 1.000 gallons te vullen met de geproduceerde olie, als P 4,2 en G 12 is.

Stap 1: Zet de calculator aan. (Het is niet voldoende de ON — toets even licht aan te raken, zoals bij andere toetsen; u moet de toets stevig indrukken.)

ON

{
4:
3:
2:
1:
PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE



Bij dit voorbeeld wordt er van uitgegaan dat u nog geen gegevens hebt ingevoerd in de calculator. Als één of enkele van de variabelen R, G, P, T, RATIO of VOLUME reeds bestaan, kan het voorbeeld niet uitgevoerd worden. U kunt

deze variabelen verwijderen (zie pagina 123) of de namen van de variabelen in het voorbeeld veranderen en daarna het voorbeeld doornemen.

Als de variabelen nog niet bestaan, maar wel andere gegevens zijn ingevoerd in het stapelgeheugen, kunnen enkele schermen afwijken van de schermen die in de handleiding zijn weergegeven. Als u de display wilt wissen, zodat u dezelfde schermen ziet als in de handleiding, drukt u op **CLR** (de blauwe functie van de • toets na het indrukken van de rechter shift-toets).

Stap 2: Stel de EquationWriter in werking. U gebruikt deze toepassing om het model in te voeren in de gangbare notatie. Onthoud daarbij dat de functies met de linker shift-toets () op het toetsenbord in oranje zijn aangegeven, en functies met de rechter shift-toets () in blauw. Bij de volgende toetsenvolgorde wordt door het indrukken van () EQUATION toegewezen aan de ENTER toets. Als u dus () EQUATION wilt uitvoeren, drukt u op de () toets en vervolgens op de toets waar ENTER op staat.

٥	
PARTS PROB HYP MATR VECTR BA	SE

Stap 3: Voer de rechterzijde van de vergelijking in. Gebruik voor alfabetische invoer de @ toets om het alfa-toetsenbord in werking te stellen. In deze handleiding wordt er van uitgegaan dat u voor een letter eerst op @ drukt. Dit wordt niet afzonderlijk weergegeven bij de toetsaanslagen. Als u dus bij de onderstaande toetsaanslagen G wilt invoeren, drukt u op @ en vervolgens op de MTH toets, waarnaast aan de rechterkant in wit een G staat. Als u een fout maakt, gebruikt u \blacklozenge om de foutieve tekens te wissen of ATTN om de EquationWriter toepassing te verlaten en opnieuw te beginnen.



PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Stap 4: Voer de uitdrukking in het stapelgeheugen in. Als u vanuit de EquationWriter een wiskundige uitdrukking invoert in het stapelgeheugen, gaat de gangbare notatie verloren en wordt deze vervangen door de notatie die gebruikelijk is voor computers.

ENTER



Het stapelgeheugen is niets meer dan een reeks genummerde (1:, 2:, 3:, ...) geheugenplaatsen. Er kunnen maximaal vier niveaus van het stapelgeheugen tegelijkertijd worden getoond, maar het bevat veel meer niveaus. Als u een object — d.w.z. een hoeveelheid data — in het stapelgeheugen invoert, wordt het op niveau 1 geplaatst en schuiven alle andere objecten één niveau omhoog. Als objecten gewist worden of gebruikt worden in een berekening, worden ze uit het stapelgeheugen verwijderd en krijgen de andere objecten een lager niveau. De uitdrukking die u zojuist hebt ingevoerd, staat nu op niveau 1 van het stapelgeheugen.

Stap 5: Noem de algebraïsche uitdrukking RATE.

BATE STO

(но	ME }				
4:					
3:					
Ž:					
1:					
Pha	S PROB	HYP	MATR	VECTR	BASE

Als u een object (in dit geval een algebraïsche uitdrukking) een naam geeft, slaat u het object op in een variabele. U kunt nu de naam gebruiken als plaatsvervanging voor het object zelf.

Stap 6: Omdat het model van het voorbeeld een goniometrische functie bevat, moet u een *hoek* modus kiezen. Stel de radiaalmodus in. De **RAD** functie is de oranje functie boven de 1 toets.

(
RAD)

RAD { Home }	
4: 2:	
Ž:	
1 : Parts P ro	B HYP MATR VECTR BASE

Als u op \bigcirc [RAD] drukt, verschijnt het woord RAD linksboven in de display. Dit is één van de indicators die boven in de display verschijnen als op de HP 48 een bepaalde modus wordt ingesteld. Een andere indicator, α , verschijnt als u op α drukt. Dit geeft aan dat op de calculator de invoermodus voor alfabetische tekens is ingesteld.

De RAD indicator geeft aan dat bij goniometrische functies radialen worden gebruikt. (Stel deze modus nu niet in; maar wanneer u de radiaalmodus wilt verlaten en terugkeren naar de gradenmodus, drukt u opnieuw op () RAD en de indicator verdwijnt.)

Stap 7: Kies het VAR menu.

VAR

RAD { Home }		
4:		
3:		
1:		
RATE		

Als u op VAR drukt, verschijnt het VAR menu onderaan de display. Een menu is een tijdelijke definitie voor de zes witte toetsen bovenaan het toetsenbord.

Stap 8: Roep de variabele *RATE* weer op in het stapelgeheugen. <u>RATE</u> is de eerste menulabel in het VAR menu. Als u **PRATE** wilt uitvoeren, drukt u op **P** en vervolgens op de eerste witte toets op het toetsenbord (de toets waar de letter A naast staat).

RATE



Gebruik nu de EquationWriter om de integraal op te bouwen.

Stap 9: Stel de EquationWriter toepassing in werking.



Stap 10: Stel de grenzen van de integratie op 0 (nul) en T. De \int functie is de blauwe functie van de \boxed{COS} toets.

▶ / 0 ▶ T ▶



Stap 11: Plaats de integrand in de integraal. → RCL staat boven de <u>STO</u> toets en roept in dit geval het object vanuit niveau 1 op in de EquationWriter. (Het duurt een paar seconden voor u de integraal ziet.)

₽ RCL

$$\begin{bmatrix} T \\ G^2 \cdot (1 + SIN(P \cdot T)) \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1, 4 \end{bmatrix}$$

Stap 12: Voeg de integratievariabele T toe.

• T

∫ ^T ∫ø	(1-	-SIN 1,4	(P·T))) Tb	0
RATE					

Stap 13: Integreer. De **EVAL** evalueert een uitdrukking; dit is in dit geval een integraal.

EVAL

RAC { HC) JME }
1:	'G^2*(1*T+-COS(P*T)
	-(G^2*(1*T+-COS(P*T
BAT]/3 (P*))/1,4 (=0

Stap 14: Ga verder met de berekening door de grenswaarden in te voeren in de uitkomst.

EVAL

RAC { HC) IME }				
2: 1:	'G^2 /1,4	*(T- -G^2	COS(*(-)	(P*T (ZP))/P) /1,4
861	E				

Stap 15: Kies het ALGEBRA menu en vereenvoudig daarna de vergelijking door gelijksoortige termen bij elkaar te voegen. De **ALGEBRA** toets is de oranje functie van de **9** toets; **COLCT** is de eerste menulabel in het ALGEBRA menu.

(ALGEBRA) COLCT

RAD (HD	IME }
1:	',714285714286*(-(COS(P*T)/P)+T)*G^2+ ,714285714286/P*G^2
COLO	T EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR

Stap 16: Geef de uitdrukking de naam *VOLUME*. Als u straks op SOLVE drukt, verschijnt er een menu met NEW onder in de display. NEW is de derde menulabel; om deze functie uit te voeren moet u dus op de derde witte toets van het toetsenbord drukken.

Let erop dat de letters V, O, L, U, M en E in de onderstaande toetsenvolgorde alfabetische tekens zijn — u hoeft echter voor het invoeren niet op de @ toets te drukken, omdat de calculator door <u>NEW</u> automatisch op de alfamodus wordt ingesteld.

SOLVE NEW VOLUME ENTER

Current VOLUME:	equation: ',71428571428
3:	
2• 1:	
SOLVA ROOT	NEW [EDER STER CHT

Stap 17: Sla de aangegeven waarden voor G(12) en P(4,2) op.

12	ENTER	[] G	STO
4,2	(ENTER)	() P	(STO)

RAD { HOME }	
4:	
3:	
2 :	
<u>1</u> :	
SOLVR ROOT NEW EDER STER	CAT

Zag u wat er gebeurde in het stapelgeheugen toen u de eerste toets van de bovenstaande toetsenvolgorde indrukte? De gegevens in het stapelgeheugen schoven omhoog en de tekst die u invoerde verscheen op de regel onder niveau 1. Deze regel wordt de **commandoregel** genoemd.

Stap 18: Kies de optie Equation Catalog. De **Equation Catalog** (catalogus van vergelijkingen) bevat alle algebraïsch objecten die u gemaakt en benoemd hebt (d.w.z. opgeslagen in een variabele). Bij het benoemen van de uitdrukkingen rate en volume werden ze automatisch toegevoegd aan de Equation Catalog. In deze catalogus kunt u kiezen welke vergelijking(en) u wilt plotten, oplossen of bewerken.

CAT

RAD { Home }
▶EQ: 'VOLUME' VOLUME: ',7142857142 DEBIT: 'G^2*(1+SIN(P
PLOTRISOLVRI EQ+ EDIT I >STKI VIEW
Eén van de vergelijkingen in de Equation Catalog is EQ. EQ is de naam die het apparaat automatisch geeft aan de huidige vergelijking — de vergelijking die gebruikt wordt in de toepassingen Plot of HP Solve. Omdat de calculator deze naam gebruikt voor een speciaal doel, wordt dit een gereserveerde variabelenaam genoemd.

Stap 19: Maak een lijst met de rate- en volume-vergelijkingen, zodat u de beide vergelijkingen tegelijkertijd kunt plotten.

▼ EQ+ ▼ EQ+

۲	YOL	UME	DEB	IT	}	
Ę	Q: /OLU	'YOL MÉ:	UME	1428	3571	42
Þ	EBI	T: '	G^2:	*(1·	+SIN	KP
PL	OTR SO	LVR E	2+ E	DIT	•STK	VIEW

Boven in de display staat de lijst die u zojuist gemaakt hebt met behulp van de EQ+ toets; deze lijst bevat de namen van de uitdrukkingen volume en rate. Een lijst is ook een HP 48 objecttype en wordt tussen $\langle \rangle$ gezet. Als u de catalogus verlaat door een toepassing uit het menu, wordt deze lijst de huidige vergelijking. (U kunt een catalogus ook verlaten door op ATTN te drukken.)

Stap 20: Kies de Plot-applicatie.

PLOTR

Plot	type: FUN(CTION
EQ: (YOLUME DE	BIT >
x:	-6,5	6,5
y:	-3,1	3,2
ERASE	RAW AUTO XRNG	YRNG INDEP

Let op de status informatie over het huidige plottype, de huidige vergelijking (EQ), de onafhankelijke variabele en de punten op de x- en y-as waartussen de grafiek wordt getoond. Als u een toepassing kiest, toont de HP 48 gewoonlijk status informatie over de huidige waarden en instellingen voor de betreffende toepassing.

Stap 21: Stel de x-as in op 0 tot 10 uur.

0 (SPC) 10 XRNG

Plot EQ: Inde	type: FUNC { VOLUME DE p:'X'	TION BIT >
x: y:	-3,1	10 3,2
ERASE	DRAW AUTO XRNG	YRNG INDEP

Stap 22: Stel T in als de onafhankelijke variabele.

TINDEP



Stap 23: Plot de twee vergelijkingen met een automatisch ingestelde y-as.

AUTO



Als de grafiek verschijnt, bent u in de **Grafische omgeving**. De term omgeving wordt in deze handleiding gebruikt om een speciale status van de calculator aan te geven, waarin het toetsenbord opnieuw gedefinieerd is en alleen een beperkt aantal speciale functies kan worden uitgevoerd.

Kijk eens naar de grafiek. Let op de regelmatige cyclus van de produktiesnelheid en de cumulatieve groei van het geproduceerde volume.

Haal voordat u de oplossing van T berekent, eerst nog andere informatie uit deze grafieken. Bereken bijvoorbeeld het volume bij 6 produktie-uren.

Stap 24: Laat de cursorcoördinaten op de display verschijnen. De twee getallen die tussen haakjes verschijnen op de plaats van de menulabels, geven de x-, resp. de y-coördinaten van de cursor aan.

COORD



De twee getallen die verschijnen zijn 5 (de x-coördinaat) en 442,013455883 (de y-coördinaat).

Stap 25: Druk verschillende malen op de \blacktriangleright toets tot de linker cursorcoördinaat de exacte waarde 6 heeft bereikt. Telkens als u op \blacktriangleright drukt, wordt de cursor in de grafiek verplaatst en verandert de waarde van de *x*-coördinaat. Tenslotte verschijnt de exacte waarde 6. Als u de cursor in de grafiek te ver verplaatst, kunt u met \triangleleft teruggaan.

▶ **▶** . . .



De \blacktriangleright toets is één van de vier cursortoetsen (\blacktriangleright , \bigtriangledown , \triangleleft , en \blacktriangle) op het toetsenbord.

Stap 26: Laat de menulabels weer terugkeren op de display en kies het FCN menu. Met de mogelijkheden van het GRAPHICS FCN menu kunt u het wiskundig gedrag van de geplotte functie analyseren.

+ FCN



Stap 27: Bereken het volume bij 6 produktie-uren. Sommige menu's hebben meer dan zes opties, zoals ook in dit geval. Met de [NXT] toets komt u in de volgende pagina van een menu dat uit meer dan één pagina bestaat. Met F(X) op pagina 2 van het FCN menu, kunt u de waarde berekenen van de functie bij de x-coördinaat die wordt bepaald door de plaats van de cursor.

NXT F(X)



Na 6 produktie-uren bedraagt de totaal geproduceerde hoeveelheid ongeveer 617 gallons.

Stap 28: Ga terug naar het FCN menu, verlaat de grafische omgeving en kies het VAR menu.

ATTN ATTN VAR

RAD { Home }					
4: 3:					
2: 1: F(x):	61	7,1	.982	22	9027
T PPAR	P	G	E	2	YOLU

Meestal wordt (ATTN) ((ON)) gebruikt voor het verlaten van een speciale display of omgeving.

Stap 29: Toon de uitdrukking voor het volume op de display zodat u deze kunt bewerken. Met de **EDIT** toets kopieert u een object naar de commandoregel voor bewerkingen.

RAD { Home }	ALG PRG
	(2+ ^2
(€SKIP SKIP→] €DEL DEL→ INS	■ •STK

Stap 30: Maak van de uitdrukking een vergelijking door de linkerkant van de variabele V voor Volume toe te voegen (dit kunt u later gebruiken voor het berekenen van T als V 1000 is). \equiv is de oranje functie van de \bigcirc toets.



Stap 31: Sla de bewerkte vergelijking weer op in VOLUME.

ᠳ VOLU

RAD { Home }	
4:	
2:	
1: F(x):	617,198229027

Als u op drukt voordat u een VAR menutoets indrukt, wordt het object op niveau 1 in deze variabele opgeslagen en wordt de vorige inhoud overschreven. Als u op r drukt voordat u een VAR menutoets indrukt, wordt de inhoud van deze variabele weer opgeroepen in het stapelgeheugen.

Stap 32: Kies het SOLVR menu in HP Solve. Met HP Solve kunt u een onbekende variabele in een vergelijking berekenen.

SOLVE SOLVR

<u>617,198229027</u>

Let erop dat aan de bovenkant van de display de volume-vergelijking wordt getoond. Als u HP Solve oproept, wordt de huidige vergelijking getoond.

Stap 33: Omdat de waarden van P en G reeds bekend zijn, hoeft u alleen maar een waarde voor V aan te geven om T op te lossen. Voer als waarde voor V 1000 in.

1000 V

4: 3: 2: 1. E(). (17 10022002	
3" 2: 1: E(): (17 19922902	_
11. E(). (17 10022002	
1 F(X) 017,19822902	7

Stap 34: Bereken nu de tijd T die nodig is om 1.000 gallons geraffineerd produkt te produceren. Als u in HP Solve op drukt voordat u een menutoets indrukt, wordt deze variabele berekend met de gegeven waarden die in de andere variabelen zijn opgeslagen.

f

Zero	
4: 3: 2: F(x): 1: T:	617, 198229027 9, 41750334381

Met de gegeven waarden voor de procesvariabelen duurt het ongeveer 9,4 uur om 1.000 gallons olie te produceren. (De melding Zero bovenaan de display geeft aan dat er een rationale wortel is gevonden.) **Stap 35:** Wat waren de waarden van de procesvariabelen? Bekijk de vergelijking en de variabelen om hier achter te komen.

Als het proces verbeterd wordt, zodat de procesvariabele G de waarde 13,7 krijgt, wat is dan de nieuwe tijd die nodig is om 1.000 gallons olie te produren?

Stap 36: Voer de nieuwe waarde voor G in.

13.7 G

Stap 37: Bereken de nieuwe tijd.

Als het proces is verbeterd zoals aangegeven, zou het ongeveer 7,46 uur duren om 1.000 gallons te produceren — een tijdsbesparing van bijna 2 uur.

Voor het laatste gedeelte van dit voorbeeld nemen we aan dat de tank van 1.000 (US) gallons vol is en u de inhoud (volume) van deze tank wilt toevoegen aan een grotere tank die reeds 2500 liter olie bevat. Wat is totale volume van de olie in US gallons als u het volume van de twee tanks samenvoegt?

G:	13,7	
4: 2: 1: 2:	F(x): T:	617,198229027 9,41750334381 T G BHARE

YOL Y :	UME: 1000	'V=,714285714
P: T: G:	4,2 9,417 12	250334381
Γv		त् । विश्व स्वराह्य स्वय

Zero						
4: 3: F 2: 1:	(x): T: T:	61 9, 7,	7,1 417 458	98 50 10	229 334 356	027 381 588

Stap 38: Kies het UNITS VOL menu. Units bestaat uit submenu's (zoals het VOL menu) waarin verschillende soorten eenheden staan. Deze eenheid-menu's kunnen gebruikt worden om eenheden te koppelen aan getallen (en zo eenheid-objecten te maken) en om wiskundige bewerkingen met verschillende eenheden gemakkelijk te kunnen uitvoeren.

RAC { HC) IME }					
4: 3:	F(x)	: 61	7,1	9822	2902	7
2:	Ŧ	9, 7	417	5033 1035	1438 1658	1
Ma	a st	CMPE	YD^3	FT	IN*	

Stap 39: Ga naar pagina 2 van het menu waar de labels voor liters (L) en gallons (GAL) staan.

[NXT]

RAD { Ho	IME }				
4: 3: 2:	F(x)	: <u>6</u> 1	7,19	9822	9027
1:	T Ghuu	7, 5110	458) GAL	1035) 1035)	6588 PT

Stap 40: Voer het volume in met de eenheden die geconverteerd moeten worden.

2500 L

{ нс	IME }			
4: 3: 2: 1:	F(X): T: T:	617,1 9,417 7,458	9822 5033 1035 25	9027 4381 6588 00_1
L	GALU G	IALC GAL	01	PT

Stap 41: Voer het volume in met de eenheden die u in de definitieve uitkomst wilt zien.

1000 GAL

RAD { Hom	1E }				
4:	Ţ:	<u>9</u> ,	4175	<u>1033</u>	<u>4381</u>
2:	1.	٢,	JOI	25	00_1
1:			1	.000	_9al
L	GALU G	HLC	GAL	-01	PT

Stap 42: Tel de waarden op. Let erop dat de eenheidconversie automatisch plaats vindt.

+

RAD { Home }						
4: 3: 2:	(x) ⁼ 	61	4175	9822 933 935	9027 1381 6588	
1:	l Gmlu	660,	130. GAL	. 309. Bi	-981 PT	

Het totale volume van de beide olietanks is ongeveer 1.660,43 US gallons.

Op dit punt in de berekening is de radiaalmodus niet langer meer nodig; u kunt dus op **AD** drukken om de RAD indicator uit te schakelen en de gradenmodus (de standaardinstelling) weer in te stellen op de calculator. U kunt ook het stapelgeheugen wissen door op **CLR** te drukken.

De tijd en de datum instellen

Stel voor u verder gaat eerst de systeemtijd en de datum in:

Kies het TIME SET menu.

{ HOME }	01/04/90 10:45:15P
4:	
3:	
1:	
DAT DIM R	/PM 12/24 M/D

Stel voor de tijd een 24-uur formaat en voor de datum het formaat DD.MMJJJJ in.

12/24 M/D

{ HOME }	04.01.90	22:46:45
4:		
1 2.		
7.		
<u> </u>		
1:		
→DAT →TIM	A/PM 12/24 M	170

Voer de huidige tijd in uren/minuten/seconden (UU.MMSS) in met een 24-uur-formaat. (In dit voorbeeld wordt als tijd 17:35 gebruikt. Stel op uw apparaat de werkelijke tijd in.)

17.3500 → T I M

{ HOME }	04.01.90	17:35:13
4:		
3:		
1:		
ƏDAT ƏTIM A	/PM 12/24 M	1/0

Voer de huidige datum in het dag/maand/jaar (DD.MMJJJJ) formaat in. (In dit voorbeeld wordt de datum 30 juni 1990 gebruikt. Stel op uw apparaat de werkelijke datum in.)

30.061990 →DAT

{ HOME }	30.06.90	17:36:38
4:		
3		
1:		
JOAT JTIM A	/PM 12/24 M	70

De datum en de tijd die u zojuist hebt ingesteld staan in de rechter bovenhoek van de display.

Ga na het instellen van de tijd en datum naar het MTH menu. (Ook als de klok verdwijnt, worden de tijd en de datum door de calculator bijgehouden.)

(MTH)

{ HOME	3		
4:			
3: 2:			
1:			
PHRTS P	ROB HYP	MATR VECT	8 BASE

Meer informatie over de systeemtijd, de datum en de verschillende signalen vindt u in hoofdstuk 24, "Tijd, signalen en berekeningen met datums".

U bent nu aan het einde gekomen van een korte kennismaking met de eigenschappen van de HP 48 en u hebt de systeemtijd en de datum ingesteld. De calculator heeft nog vele andere krachtige eigenschappen, die u in de loop van de handleiding zult ontdekken, maar u hebt nu al een goede indruk gekregen van de mogelijkheden. Met de nu volgende informatie in dit hoofdstuk kunt u andere hoofdstukken gemakkelijker begrijpen. Lees het laatste gedeelte van dit hoofdstuk voor u verder gaat naar hoofdstuk 2.

Indeling van bewerkingen met de HP 48

Iedere handeling die met de HP 48 verricht kan worden, wordt een bewerking genoemd. In het voorbeeld in dit hoofdstuk hebt u vele bewerkingen uitgevoerd. (Iedere keer als u op een toets drukt, voert u een bewerking uit). Later kan het nuttig zijn te weten of een bewerking opgenomen kan worden in een programma of een algebraïsch object en of het een inverse of afgeleide heeft. Daarom zijn de bewerkingen in deze handleiding ingedeeld in categorieën:

- Bewerking: een handeling die in de calculator is ingebouwd en aangegeven wordt door een naam of een toets.
- Commando: een programmeerbare bewerking.
- Functie: een commando dat opgenomen kan worden in algebraïsche objecten.
- Analytische functie: een functie waarvoor de HP 48 een inverse of afgeleide heeft.

Analytische functies vormen een subcategorie van functies; functies vormen een subcategorie van commando's; commando's vormen een subcategorie van bewerkingen.



SIN is bijvoorbeeld een analytische functie — het heeft een omgekeerde en een afgeleide, kan opgenomen worden in een algebraïsch object en is programmeerbaar. SWAP (het commando voor het wisselen van niveau 1 en 2 van het stapelgeheugen) is alleen een commando — het kan opgenomen worden in een programma, maar niet in een algebraïsch object en het heeft geen afgeleide of inverse.

Achter in deel II vindt u een handige bewerkingsindex, waarin u kunt zien tot welke categorie de bewerkingen behoren. Ook worden handelingen met de HP 48 in de gehele handleiding benoemd als bewerking, commando, functie of analytische functie.

Hoe gaat u verder

Nu u hoofdstuk 1 hebt doorgenomen, kunt u meer gedetailleerde informatie over de HP 48 gaan lezen. Om het geheel overzichtelijk te maken zijn de twee boeken van de handleiding ingedeeld in vijf delen. Lees eerst de rest van deel 1: Bouwstenen om de basisprincipes van de HP 48 goed te leren begrijpen. Raadpleeg dan aan de hand van de aard van de problemen die u met de HP 48 wilt oplossen, de juiste hoofdstukken in deel 2: Standaard eigenschappen, deel 3: Geavanceerde eigenschappen, deel 4: Programmeren of deel 5: Afdrukken, gegevensoverdracht en insteekkaarten. In de inhoudsopgave aan het begin van deze handleiding staat een lijst van alle hoofdstukken met de voornaamste onderwerpen.

Als u specifieke informatie wilt hebben over een bewerking met de calculator, kunt u de bewerkingsindex achter in deel II raadplegen. Daar vindt u een beschrijving van de bewerking en een paginaverwijzing voor meer informatie. Ook is er een omvangrijke trefwoordenindex achterin deel II met behulp waarvan u bepaalde onderwerpen kunt terugvinden.

Het toetsenbord en de display



In hoofdstuk 2 staat gedetailleerde informatie over het toetsenbord en de display. De informatie in dit hoofdstuk is een onderdeel van de basiskennis waarover u moet beschikken om de HP 48 effectief te kunnen gebruiken.

Indeling van de display

Bij de meeste bewerkingen bestaat de display uit drie gedeelten. Deze instelling wordt *stapelgeheugen display* genoemd.



• In het bovenste gedeelte worden meldingen en de statusinformatie getoond.

- In het middelste gedeelte worden het *stapelgeheugen* en de *commandoregel* getoond.
- In het onderste gedeelte staan de *menulabels* die de huidige functies van de zes menutoetsen bovenaan het toetsenbord aangeven.

Het stapelgeheugen

Het stapelgeheugen is een serie geheugenplaatsen voor het bekijken en bewerken van gegevens. Het is in ingedeeld in niveaus — niveau 1, 2, 3 etc. Meestal voert u gegevens in het stapelgeheugen in en voert u vervolgens commando's uit om de gegevens te bewerken.

In de stapelgeheugen display ziet u niveau 1 en de daaropvolgende niveaus die getoond kunnen worden. Als u gegevens invoert, wordt het stapelgeheugen groter om meer informatie te kunnen verwerken. Het aantal niveaus wordt alleen beperkt door de hoeveelheid beschikbare geheugenruimte.

De commandoregel

De commandoregel wordt gebruikt om tekst in te typen en te bewerken. Als u meer dan 21 tekens invoert, verschuift de informatie aan de linkerkant van de display. Door . . . wordt aangegeven dat er "aan de linkerkant" nog meer informatie staat.

Voorbeeld: het gebruik van het stapelgeheugen en de

commandoregel. De volgende toetsaanslagen laten zien hoe het stapelgeheugen en de commandoregel gebruikt worden om $\sqrt{15+23}$ te berekenen.

Wis het stapelgeheugen.

ł	HOME }
4	:
ğ	
Ż	
1	Авта Бала Гуур, Карта Дерта Базан

Type 15 op de commandoregel.

15

15+		
PARTS PROB	HYP	MATR VECTR BASE

Voer de inhoud van de commandoregel in op niveau 1.

ENTER

Voer 23 in het stapelgeheugen in. Als u een tweede getal invoert, wordt het getal 15 "omhoog geschoven" naar niveau 2.

23 ENTER

Tel de twee getallen op. De twee getallen verdwijnen uit het stapelgeheugen en de som komt op niveau 1 te staan.

+

Bereken nu de wortel van de waarde op niveau 1.

 \sqrt{x}

11:	6,16441400297
PARTS PROB	HYP MATR VECTR BASE

PHATE PADE AVE. MATE VEATS SHEET

Getallen intoetsen

Getallen worden ingetoetst op de commandoregel. Als u een fout maakt bij het intoetsen, kunt u deze wissen met de backspace toets • en vervolgens het goede cijfer intoetsen.

Voor het intoetsen van een negatief getal typt u eerst de cijfers van het getal en drukt u daarna op +-.

Voor het intoetsen van een getal als een mantisse en exponent:

- 1. Toets de mantisse in. Als het een negatief getal is, voert u het minteken in door op +/- te drukken.
- 2. Druk op EEX.
- 3. Toets de exponent in. Als deze negatief is, drukt u op +/-.

Bereken 10^{-2,3}.

Voer -2,3 in.

2.3 +/_

1: 6, 16441400297 -2, 34 Phats Pros Ave. Tanta Vectra Sase

2: 15 1: 23 Phans Pros Hype Minta Weatra Brise

1: 15 Phats Pros hyp Mints Vector Sase Sluit de berekening af.

• 10^x

Bereken $\frac{-8,09 \times 10^{12}}{4.81 \times 10^{-6}}$.

Toets de twee getallen in.

8.09 +/- EEX 12 ENTER 4.81 EEX 6 +/- ENTER

2: -8,09E12 1: ,00000481 Mars Paus Rype Rana Viscus Rass

Deel de twee getallen.

÷

1: -1,68191268191E18 Phats Page Hype (Ants Vietra Base

Het statusgebied, de indicators en de meldingen

In het statusgebied staan:

- Indicators die de huidige status van de calculator aangeven.
- De route voor de huidige inhoudsopgave. Als u de calculator voor het eerst aanzet, is de route voor de huidige inhoudsopgave HOME. De inhoudsopgaven vormen een onderverdeling van het geheugen, zoals archieven in een archiefkast; ze worden behandeld in hoofdstuk 7.
- Meldingen die aangeven of er een fout is opgetreden of andere informatie geven met behulp waarvan u de calculator op effectievere wijze kunt gebruiken.

De eerste zes indicators in de volgende tabel verschijnen helemaal aan de bovenkant van de display. De andere indicators en de route van de inhoudsopgave staan in hetzelfde gedeelte als de meldingen. Als u een melding wist, verschijnen de route van de inhoudsopgave en eventuele andere indicators weer.



Symbool	Betekenis
G	De linker shift-toets is actief (u hebt op 🕤 gedrukt).
	De rechter shift-toets is actief (u hebt op 🕞 gedrukt).
α	Het alfa-toetsenbord is actief (de toetsen hebben een letterfunctie).
((*))	Waarschuwing; het is tijd voor een afspraak of de batterijen zijn bijna leeg. In de melding in het statusgebied staat meer informatie. (Als er geen melding getoond wordt, zet u de calculator uit en weer aan. Nu moet er een melding verschijnen die de reden voor de waarschuwing aangeeft.)
x	De calculator is actief en kan geen nieuwe invoer verwerken. De calculator kan maximaal 15 toetsaanslagen in een wachtrij zetten als hij actief is en deze verwerken als hij weer ruimte heeft.
*	De calculator verstuurt gegevens naar een extern apparaat.

Symbool	Betekenis
RAD	De radiaalmodus voor hoeken is actief.
GRAD	De gradsmodus voor hoeken is actief.
R∡Z	De polaire/cilindrische coördinaatmodus is actief.
RZZ	De polaire/sferische coördinaatmodus is actief.
HALT	De uitvoering van een programma is onderbroken.
12345	De aangegeven gebruikersvlaggen zijn ingesteld.
1USR	Het door de gebruiker gedefinieerde toetsenbord is actief gedurende één bewerking.
USER	Het door de gebruiker gedefinieerde toetsenbord is actief tot u op IUSR drukt.
ALG	De algebraïsche invoermodus is actief.
PRG	De programma invoermodus is actief.

Indeling van het toetsenbord

Het HP 48 toetsenbord heeft zes niveaus, met zes verschillende toetsfuncties:

- *Het primaire toetsenbord*, dat wordt aangegeven door de opschriften op de toetsen zelf. (+), (7), (ENTER), (TAN), en (▲ zijn bijvoorbeeld allemaal toetsen van het primaire toetsenbord.
- Het toetsenbord met oranje functies, dat in werking gesteld wordt door op de
 toets van het primaire toetsenbord te drukken. De functies met de linker shift-toets zijn aan de linkerzijde van de daarbij behorende primaire toets in oranje aangegeven. Als u bijvoorbeeld ASIN wilt uitvoeren, drukt u op de
 toets en daarna op de bijbehorende SIN toets.
- Het toetsenbord met oranje functies, dat in werking gesteld wordt door op de rechter shift-toets zijn aan de rechterzijde van de daarbij behorende primaire toets in blauw weergegeven. Als u bijvoorbeeld

 \rightarrow NUM wilt uitvoeren, drukt u eerst op de regimenter betreen daarna op de bijbehorende EVAL toets.

- Het alfa-toetsenbord, dat in werking wordt gesteld door op de a toets van het primaire toetsenbord te drukken. De alfa-tekens zijn in wit aangegeven aan de rechterzijde van de bijbehorende toets. Alle alfatekens zijn hoofdletters. Als u bijvoorbeeld N wilt invoeren, drukt u eerst op a en daarna op de bijbehorende STO toets. Als het alfa-toetsenbord actief is, behoudt het numerieke toetsenblok zijn numerieke functie.
- Het alfa-toetsenbord met de linker shift-toets, dat in werking gesteld wordt door eerst op a te drukken en daarna op van het primaire toetsenbord. De meeste alfa-tekens met de linker shift-toets zijn kleine letters; daarnaast zijn er enkele speciale tekens. Als u bijvoorbeeld n wilt typen, drukt u eerst op a, dan op en vervolgens op STO. (Deze tekens zijn niet aangegeven op het toetsenbord.)
- Het alfa-toetsenbord met de rechter shift-toets, dat in werking gesteld wordt door eerst op α te drukken en daarna op row van het primaire toetsenbord. De alfa-tekens met de rechter shift-toets zijn Griekse letters en andere speciale tekens. Als u bijvoorbeeld λ wilt invoeren, drukt u eerst op α, dan op row en vervolgens op NXT. (Deze tekens zijn niet aangegeven op het toetsenbord.)



Om te voorkomen dat het toetsenbord van de HP 48 onoverzichtelijk wordt, zijn de meeste alfa-tekens met de linker en rechter shift-toets niet op het toetsenbord aangegeven. In de volgende afbeelding kunt u zien waar deze tekens staan.



De shift-toetsen

Als u op (linker shift-toets) of op (rechter shift-toets) drukt om de oranje of blauwe functies boven de primaire toetsen in werking te stellen, verschijnt de of regional indicator om aan te geven dat de linker of rechter shift-toets actief is.

Als u de shift-toetsen wilt annuleren, drukt u ze opnieuw in. Als u op een andere shift-toets drukt, wordt de eerste toetsaanslag geannuleerd en vervangen door de tweede.

Het alfa-toetsenbord

Als u het *alfa-toetsenbord* in werking wilt stellen en de α indicator wilt inschakelen, drukt u op α . Hierdoor wordt de alfa modus ingesteld voor één teken. Als u bijvoorbeeld eerst op α drukt en daarna op SIN, verschijnt S.

U kunt a ingedrukt houden en tegelijkertijd een reeks letters typen.

De primaire alfa-functies (zonder gebruik van de shift-toets) zijn op het toetsenbord aan de rechterzijde van iedere toets aangegeven. Daarnaast heeft een groot aantal toetsen extra alfa-functies die met de rechter en linker shift-toets worden geactiveerd. (Alle hoofdletters worden zonder de shift-toets getypt; voor de kleine wordt de linker shift-toets gebruikt.)

Alpha lock. Druk tweemaal achter elkaar op α om de alfa modus te vergrendelen. De alfa invoermodus blijft actief tot u weer op α of ENTER drukt.

Alpha lock voor kleine letters. U kunt de alfa modus voor kleine letters vergrendelen door op a fa te drukken. Als u vervolgens op a (of a a) drukt, krijgt u kleine letters en moet u fgebruiken om hoofdletters te krijgen. Probeer dit een paar keer, zodat u een idee krijgt hoe het werkt. (Met fDROP worden alle speciale tekens die u gegenereerd hebt uit de display gewist.)



Opmerking

Bij de voorbeelden in deze handleiding wordt voor de alfatekens niet expliciet de a toets vermeld. De toetsaanslagen voor het invoeren van HELL0 in het stapelgeheugen worden bijvoorbeeld als volgt aangegeven:

HELLO ENTER. Ook als het niet is aangegeven bij de toetsaanslagen, moet de alfa modus op één van de bovenstaande manieren in werking gesteld worden voordat u de alfa tekens invoert.

Geaccentueerde tekens genereren

Gebruik voor het invoeren van geaccentueerde tekens één van de vijf accenttekens (`, ´, ~, ^, en ") of de <u>etc</u> toets in combinatie met een letter. Deze accenttekens zijn de alfa tekens met gebruik van de linker en rechter shift-toets die bij de primaire toetsen [7], [8] en [9] horen (zie de afbeelding van het toetsenbord op pagina 55).

Als u bij het invoeren van tekst een geaccentueerd teken wilt genereren, typt u eerst de letter en vervolgens het accent. Plaats daarbij de cursor rechts van de letter en type dan het accent. Steeds wordt de letter die direct links van de cursor staat, geaccentueerd.

Voorbeeld: geaccentueerde tekens typen. Toets het geaccentueerde teken b2 in.

Toets de kleine letter \neg in. (Dit is het alfa teken met de linker shift-toets bij $\boxed{+/-}$.)

у



Toets het ' accentteken in. (Dit is het alfa teken met de rechter shifttoets bij 7.)

ý**4** (Deg •) Radi (grad) XV2 •) R42 | R44

Let erop dat het accentteken eigenlijk niet afzonderlijk in de display verschijnt. De originele letter wordt veranderd in een speciaal geaccentueerd teken. Druk op <u>ATTN</u> om de commandoregel te wissen.

De **etc** toets en de accenttekens kunnen ook gebruikt worden om bepaalde speciale tekens te genereren. In de onderstaande tabel staan de speciale tekens die met deze toetsen gegenereerd kunnen worden.

Gebruik van: (α 🗗 etc	Ander acce	ntteken
Verandert:	In:	Verandert:	In:
A	A	С	Ç
а	3	с	ç
E	Æ	D	Ð
e	æ	d	đ
0	ø	Р	P
0	¢	Р	Þ

De attentietoets

Als de HP 48 aan staat, functioneert ON als ATTN (attentietoets). ATTN wordt meestal gebruikt om de huidige activiteit te onderbreken:

- Als de commandoregel in de display staat, wordt deze door **ATTN** geannuleerd.
- Als een speciale omgeving actief is, wordt deze door <u>ATTN</u> geannuleerd en de stapelgeheugen display weer hersteld.
- Als een programma actief is, onderbreekt ATTN het programma.

Scheidingstekens intoetsen

Het toetsenbord bevat een aantal "interpunctietekens", die scheidingstekens worden genoemd. Deze tekens geven de verschillende soorten informatie aan die u kunt invoeren. Een hoeveelheid informatie wordt een *object* genoemd. Het reële getal 46, 3, de eenheidswaarde 14,7_P5i (afgebakend door_), de algebraïsche uitdrukking 'A+B+C' (afgebakend door twee ' tekens), en de vector [2,3,4] (afgebakend door []) zijn voorbeelden van verschillende soorten objecten. Als zowel aan het begin als aan het einde van een object een scheidingsteken staat (bijvoorbeeld de vierkante haken om een vector), verschijnen door het indrukken van de scheidingstoets eerst de twee scheidingstekens. Vervolgens wordt de cursor tussen de twee tekens gezet, zodat u het object ertussen kunt typen.

De objecten en scheidingstekens worden behandeld in hoofdstuk 4.

Menu's

Een menu bestaat uit een aantal tijdelijke definities voor de zes blanco menutoetsen bovenaan het toetsenbord. De huidige definities van de toetsen worden aangegeven door de zes menulabels onderaan de display.



Sommige menu's hebben meerdere sets met labels of *pagina's*. U kunt de opeenvolgende menupagina's doorlopen met behulp van de **NXT** toets.

Als aan de linkerzijde boven een menulabel een balk staat, kunt u hiermee een ander menu kiezen.

Menu's tonen

Bij veel toetsen van het HP 48 toetsenbord worden menu's getoond. Sommige van deze menu's bevatten meer dan zes opties. Druk op NXT als u de volgende "pagina" met labels wilt zien, en op PREV om terug te gaan naar de vorige pagina. Als u meerdere malen na elkaar op NXT drukt, ziet u uiteindelijk weer de eerste pagina. Als u direct vanuit een willekeurige pagina naar de eerste pagina wilt gaan, drukt u op PREV. Let er in het volgende voorbeeld van het MTH PROB menu op, hoe de NXT en de PREV toetsen werken:



Voorbeeld: een menu met menu's. Het MTH menu is een menu dat andere menu's bevat.

Druk op MTH en u ziet dat aan de linker bovenzijde van elke menutoets in het MTH menu een balk staat. Deze toetsen roepen dus een ander menu op.

(MTH)

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Druk op één van de MTH menutoetsen en oefen in het gebruik van NXT en (PREV).

Er zijn een paar uitzonderingen, waarbij u gewoon op de toetsen van het gewenste menu kunt drukken als u naar een ander menu wilt gaan — u gaat niet uit een menu om naar het volgende te gaan, u komt gewoon direct in het nieuwe menu. (De speciale menu's die anders functioneren worden in latere hoofdstukken uitgelegd.)

Voorbeeld: menu's gebruiken. Bereken 7!. De faculteitsfunctie (!) staat in het MTH PROB menu (math probability, waarschijnlijkheidsrekening).

Toets 7 in en voer de functie uit.

7 (MTH) PROB ! 1: 5040 [Come perm] : [Rand Roz

Naar het laatste menu gaan

Het kan voorkomen dat u voornamelijk met één bepaald menu werkt, maar soms commando's uit een ander menu moet gebruiken. Het kan bijvoorbeeld nodig zijn de derde pagina van het STAT menu even te verlaten om een commando van de tweede pagina van het MTH PROB menu te gebruiken.

Als u wisselt tussen twee menu's, wordt de naam en het paginanummer van het laatste menu waar u in werkte, door de HP 48 opgeslagen. Als u op (LAST MENU) (boven de 3 toets) drukt, komt u weer terug in dat menu. Menu's uit een ander menu (zoals het MTH menu) worden niet als laatste menu opgeslagen.

Display modus

De display modus bestuurt het formaat dat de HP 48 gebruikt voor het weergeven van getallen. (Ongeacht de huidige display modus worden getallen altijd opgeslagen als een mantisse van 12 cijfers, voorzien van een teken, met een exponent van drie cijfers, die eveneens voorzien is van een teken). De toetsen voor het instellen van de display modus staan in het MODES menu (MODES). Een blokje in de menulabel geeft aan dat een modus actief is — STD betekent bijvoorbeeld dat de Standaardmodus actief is.

Display modus

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	S (pagina 1 en 4)	:
STD	STD	<i>Standaardmodus</i> ; toont getallen met de meest volledige nauwkeurigheid. Alle significante cijfers rechts van de decimale komma tot maximaal 12 cijfers worden getoond.
FIX	FIX	<i>Fix modus</i> ; toont afgeronde getallen met een gespecificeerd aantal decimalen. Reëele getallen in het stapelgeheugen worden getoond met een komma als scheidingsteken (als het breukteken een punt is) of met een punt als scheidingsteken (als het breukteken een komma is).
SCI	SCI	<i>Wetenschappelijke modus</i> ; toont een getal als een mantisse (met één cijfer links van de decimale komma) en een exponent.
ENG	ENG	<i>Engineering modus</i> ; toont een getal als een mantisse gevolgd door een exponent die een veelvoud is van 3.
FM,		Wijzigt het breukteken (het teken dat het gehele getal scheidt van het decimale getal) van punt in komma of andersom. Als er blokje in de label staat, wordt de komma gebruikt als breukteken.

Bij FIX, SCI en ENG moet een numeriek argument aangegeven worden:

- Bij de Fix modus moet het aantal decimalen aangegeven worden.
- Bij de Wetenschappelijke modus moet het aantal decimalen in de mantisse aangegeven worden.
- Bij de Engineering modus moet aangegeven worden hoeveel mantisse cijfers na het eerste significante cijfer getoond worden.

Voorbeeld: de display modus veranderen.

Toon het getal 12345,6789 afgerond op twee decimalen.

12345.6789 ENTER (MODES) 2

Ga over op de wetenschappelijke notatie met een mantisse van 5 decimalen.

5 SCI

Ga over op technische notatie met een mantisse van 4 cijfers (3 cijfers achter het eerste cijfer).

11:

11:

3 ENG

Herstel de Standaard display modus.

STD

•				,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
STD -	FIX	SCL	ENG	SYM BEEPS

STD FIX SCI ENG SYM B

1: 12.345,68 Sto Fix S SCI ENG SYMD(8999)

1: 1,23457E4 STO FIX SCI ENG SYMD/848P

12,35E3

12345-6789

Het stapelgeheugen en de commandoregel



Het stapelgeheugen bestaat uit een aantal niveaus die dienen als geheugenplaatsen voor gegevensopslag. Als nieuwe gegevens worden ingevoerd, worden de oude gegevens in het stapelgeheugen een niveau omhoog geschoven. In de display worden maximaal vier niveaus tegelijkertijd getoond, maar het stapelgeheugen bevat veel meer niveaus. Het aantal niveaus in het stapelgeheugen wordt alleen beperkt door de hoeveelheid beschikbare geheugenruimte.

De commandoregel staat direct in verbinding met het stapelgeheugen. Deze regel wordt gebruikt om tekst in te toetsen (of te wijzigen) en vervolgens te verwerken door de resultaten over te brengen in het stapelgeheugen. In dit hoofdstuk worden de volgende onderwerpen behandeld:

- Het stapelgeheugen gebruiken voor berekeningen
- De inhoud van het stapelgeheugen bekijken en bewerken.
- Het gebruik van de commandoregel.

Het stapelgeheugen gebruiken voor berekeningen

Een overzicht

U kunt standaard bewerkingen uitvoeren door objecten in te voeren in het stapelgeheugen en vervolgens de gewenste functies en commando's uit te voeren. Bewerkingen met het stapelgeheugen zijn gebaseerd op de volgende principes:

- Commando's waarbij argumenten nodig zijn (objecten die door het commando worden beïnvloed) gebruiken argumenten uit het stapelgeheugen. (Daarom moeten de argumenten in het stapelgeheugen staan voordat u het commando uitvoert.)
- De argumenten van een commando worden uit het stapelgeheugen verwijderd als het commando wordt uitgevoerd.
- De resultaten worden teruggezet in het stapelgeheugen, zodat u ze kunt gebruiken in andere bewerkingen.

Commando's met één argument

Commando's met één argument worden uitgevoerd op het object in niveau 1 en zetten ook het resultaat weer terug in niveau 1.

Voorbeeld. Gebruik de commando's LN ($rac{1/x}$) en INV (1/x) om $\frac{1}{\ln 3.7}$ te berekenen.

Bereken eerst ln 3,7. U hoeft niet op ENTER te drukken voor u het commando uitvoert.

3.7 🗗 LN

1: 1,30833281965 Chars Pade Hype Canas General Scheme

Bereken de inverse van het resultaat.

1/x

1: ,764331510286 Phats Pros Hype Panta Weith Base

Commando's met twee argumenten

Commando's met twee argumenten worden uitgevoerd op de argumenten (objecten) van niveau 1 en 2 en zetten het resultaat weer terug in niveau 1. De andere gegevens in het stapelgeheugen *zakken* één niveau; zo komt de vorige inhoud van niveau 3 in niveau 2. De rekenkundige functies $-, \times, /$, en ^) en procentberekeningen (%, %CH, en %T) zijn voorbeelden van commando's met twee argumenten.

Voorbeelden. De volgende toetsaanslagen geven een voorbeeld van commando's met twee argumenten.

Bereken 85 – 31.	
85 <u>Enter</u>) 31 –	1: 54 Phats Prob Hyp Matri Vectri Base
Bereken $\sqrt{45} \times 12$.	
45 (<u>x</u>) 12 🗙	1: 80, 49844719 Chars Paus Ryp Kana Weens Sase
Bereken $\frac{5+9i}{4}$. (Haakjes zijn de scheidin	gstekens voor complexe
getallen.)	
()) 5 (SPC) 9 (ENTER) 4 ÷	1: (1,25;2,25) Phats Pros Hype Mattrivectra Base
Bereken 4.7 ^{2.1}	
4.7 ENTER 2.1 y [*]	1: 25,7872779682 Phats Pads Hype (Anta Vietta Base)
Bereken $\sqrt[4]{2401}$.	
2401 ENTER 4 ┏ ஏ	1: Phists Prob Hyp (Matri Vectri Base)

Vorige resultaten gebruiken (kettingberekeningen)

Bij kettingberekeningen worden meerdere bewerkingen uitgevoerd. Het stapelgeheugen is bij uitstek geschikt voor kettingberekeningen, omdat tussentijdse resultaten worden opgeslagen.

Voorbeelden. De volgende voorbeelden laten zien hoe het stapelgeheugen gebruikt wordt voor kettingberekeningen.

Bereken (12 + 3) × (7 + 9). 12 2: 15 ENTER 3 + 16 7 ENTER 9 + 16 Charge Parts From Weights Gauge

U ziet dat de twee tussentijdse resultaten in het stapelgeheugen blijven staan. Vermenigvuldig de resultaten nu.

×

1: 240 Phats Prof. Hyp. Matr Weath Base

PHATS PROS TYPE MATTER VECTS

Bereken nu 23² - $(13 \times 9) + \frac{5}{7}$.

Bereken eerst 23^2 en het produkt van 13×9 .

23	(x ²)		
13	ENTER)	9	X

Trek dan de tussentijdse resultaten van elkaar af en bereken 5/7.

—	2:	412
5 ENTER 7 ÷	11:	,714285714286
	PARTS PROB	HYP MATR VECTR BASE

Tel de twee resultaten op.

+

11.	412 714205714

11:	412,714285	114
PARTS PROB	HYP MATE VECTE	BASE

Niveau 1 en 2 omwisselen

Met het SWAP commando (\P SWAP) kunt u de inhoud van niveau 1 en niveau 2 verwisselen. (Als er geen commandoregel is, wordt SWAP met \blacktriangleright uitgevoerd.) SWAP kan gebruikt worden bij commando's waarbij de volgorde belangrijk is, zoals - (\Box), / (\div) en ^ (y^{\star}).

Voorbeeld. Gebruik SWAP om $\frac{9}{\sqrt{13+8}}$ te berekenen.Bereken $\sqrt{13+8}$:13 ENTER 8 Tx11:4,58257569496CHATE PADEHYPE CHATE WEETTE ENDEVoer 9 in en verwissel niveau 1 en 2.9 SWAP2:1:4,58257569496CHATE PADE1:4,58257569496CHATE PADE1:4,58257569496CHATE PADE1:1:1,96396101212CHATE PADE1:1:1,96396101212

Het stapelgeheugen wissen

Met het DROP commando (DROP) wordt het object in niveau 1 verwijderd. (Als er geen commandoregel is, wordt het DROP commando uitgevoerd met ().) De overige gegevens schuiven één niveau omlaag.

Met het CLEAR commando (CLR) wordt het gehele stapelgeheugen gewist.

De laatste argumenten herstellen

Als u LASTARG ([LAST ARG]) uitvoert, worden de argumenten van het laatst uitgevoerde commando in het stapelgeheugen gezet, zodat u ze opnieuw kunt gebruiken. **Voorbeeld.** Gebruik **I LAST ARG** om ln 2.3031 + 2.3031 te berekenen.

Bereken eerst ln 2.3031.

2.3031 🗗 LN

1: ,83425604152 Phans Paus Hyp: Mana Venia Same

Vraag het argument van LN op. (LAST ARG) is de blauwe functie met de rechter shift toets boven de [2] toets.)

LAST ARG

2:	,83425604152
1:	2,3031
PARTS P	ROB HYP MATR VECTR BASE

Tel de twee getallen op.

+

1: 3, 13735604152 Phans Paus Rype Rents Vector Base

Voorbeeld. LASTARG is vooral geschikt voor berekeningen met gecompliceerde argumenten. Met de volgende toetsaanslagen berekent u:

[1	1	1]	×	[1	2	1]
[1	1	1		1	2	1]

Voer de twee vectoren in en bereken het uitwendig produkt. Het CROSS commando staat in het VECTR menu (van het MTH menu).

[] 1 SPC 1 SPC 1 ENTER	1:	[-101]
[] 1 SPC 2 SPC 1	8YZ • 842	RZZ CROSS DOT ABS
MTH VECTR CROSS		

Vraag de twee vectoren weer op.

LAST ARG

3: 2: 1: XYZ ■ R4Z F	[-1 0 [1 1 [1 2 22 08055 001	1] 1] 135
2:	[-10]	ןנ ז

XYZ - RZZ RZZ CROSS DOT ABS

Bereken het inwendig produkt.

DOT

Deel het uitwendig produkt door het inwendig produkt.

÷

(4, 29; 6. 78)

Niveau 1 kopiëren

Het DUP commando (PRG STK NXT DUP) kopieert de inhoud van niveau 1 en schuift de overige inhoud van het stapelgeheugen één niveau omhoog. (Als er geen commandoregel is, wordt DUP met ENTER uitgevoerd.)

1:

Voorbeeld. Bereken $(4,29,6,78i) + (4,29,6,78i)^4$.

Voer het eerste complexe getal in.

() 4.29 SPC 6.78 ENTER

Kopieer het getal.

ENTER)

Verhef het complexe getal tot de 4de macht.

4 [<u>y</u>*

Tel het resultaat op bij het oorspronkelijke complexe getal.

+



XYZ - RZZ RZZ CROSS DOT

XYZ 🖬 RZZ 🕺 RZZ 🕨

Objecten tonen voor bekijken of bewerken

Zoals in hoofdstuk 1 werd uitgelegd, zijn objecten de basiseenheden met informatie waar de HP 48 mee werkt. U kunt niet altijd alle objecten in het stapelgeheugen zien — u kunt alleen het begin van omvangrijke objecten zien en u kunt ook de gegevens uit het stapelgeheugen die naar een ander niveau en daardoor van de display geschoven zijn, niet zien.
Er zijn drie manieren om objecten te bekijken of te bewerken:

- Met behulp van de van toets. Hiermee kunt u het object in niveau 1 in de meest geschikte omgeving bekijken en bewerken. (Met van u een object dat in een variabele is opgeslagen, bekijken en bewerken.)
- Met behulp van de EDIT toets. Hiermee kunt u een object uit het stapelgeheugen op de commandoregel bekijken en bewerken. (Met
 VISIT kunt u een object bewerken dat in een variabele is opgeslagen.)
- Met behulp van het Interactief Stapelgeheugen. Hiermee kunt u alle niveaus van het stapelgeheugen bekijken en bewerken.

Telkens als een object naar de commandoregel wordt gekopieerd om het te bekijken of te bewerken, gebeurt het volgende:

- Het EDIT menu wordt getoond, waarmee u bewerkingen kunt uitvoeren die het wijzigen van omvangrijke objecten gemakkelijker maken.
- Reële en complexe getallen worden met volledige nauwkeurigheid getoond (standaard formaat), ongeacht de huidige display modus.
- Programma's, lijsten, algebraïsche uitdrukkingen, eenheden, inhoudsopgaven en matrices worden op meerdere regels weergegeven.
- Verder worden alle cijfers van binaire getallen, alle tekens van tekstreeksen en volledige algebraïsche uitdrukkingen getoond.

Objecten bekijken en bewerken

- Als u op EDIT drukt, wordt het object in niveau 1 gekopieerd naar de commandoregel, waar u het gehele object kunt zien en eventueel bewerken.
- Theeft dezelfde functie als EDIT, alleen worden niet alle objecten gekopieerd naar de commandoregel — matrices worden gekopieerd naar de MatrixWriter omgeving en algebraïsche uitdrukkingen en eenheden worden gekopieerd naar de EquationWriter omgeving.
- Als u op → VISIT drukt en het nummer van een niveau van het stapelgeheugen als argument gebruikt, wordt het object in dat niveau gekopieerd naar de commandoregel voor bewerkingen. Met 3

► VISIT wordt bijvoorbeeld het object in niveau 3 gekopieerd naar de commandoregel.

■ Als u regebruikt met het nummer van een niveau als argument, heeft dit dezelfde functie als regebruikt, alleen worden niet alle objecten gekopieerd naar de commandoregel — matrices worden gekopieerd naar de MatrixWriter omgeving en algebraïsche uitdrukkingen en eenheden worden gekopieerd naar de EquationWriter omgeving.

Druk op ENTER om het bewerken te beëindigen en het bewerkte object terug te zetten op zijn oorspronkelijke plaats. Druk op ATTN om het bewerken te beëindigen zonder de wijzigingen op te slaan.

De inhoud van een variabele bekijken en bewerken

- Als u op → VISIT drukt en de naam van een variabele als argument gebruikt, kunt u de *inhoud* van die variabele bewerken in de commandoregel. Met 'EX1' → VISIT wordt bijvoorbeeld de inhoud van de variabele *EX1* naar de commandoregel gekopieerd.
- To met een naam van een variabele als argument heeft dezelfde functie, alleen worden niet alle objecten gekopieerd naar de commandoregel — matrices worden gekopieerd naar de MatrixWriter omgeving en algebraïsche uitdrukkingen en eenheden worden gekopieerd naar de EquationWriter omgeving.

Druk op ENTER om het bewerken te beëindigen en het bewerkte object terug te zetten op zijn oorspronkelijke plaats. Druk op ATTN om het bewerken te beëindigen zonder de wijzigingen op te slaan.

Het EDIT menu

Als er een commandoregel is, wordt het EDIT menu getoond als u op () [EDIT] drukt. Ook als u een object bekijkt of bewerkt, zoals in de vorige paragraaf werd beschreven, wordt het EDIT menu getoond.

Sommige bewerkingen in het EDIT menu zijn gebaseerd op het begrip woord — een reeks tekens tussen spaties of "nieuwe regel" tekens. Als u bijvoorbeeld op $\overleftarrow{\mathsf{SKIP}}$ drukt, gaat de cursor naar het begin van een woord.

Bewerkingen met het EDIT menu

+ SKIP	Verplaatst de cursor naar het begin van het huidige woord.
SKIP→	Verplaatst de cursor naar het begin van het volgende woord.
+DEL	Verwijdert de tekens tussen het begin van het woord en de cursor.
DEL+	Verwijdert tekens vanaf de cursor tot het einde van het woord.
P +DEL	Verwijdert de tekens vanaf het begin van de regel tot de cursor.
	Verwijdert alle tekens vanaf de cursor tot het einde van de regel.
INS	Wisselt de invoermodus voor de commandoregel tussen <i>Invoegmodus</i> (+ cursor) en <i>Overschrijfmodus</i> (I cursor). Een blokje in de menulabel geeft aan dat de Invoegmodus actief is.
↑STK	Stelt het Interactief Stapelgeheugen in werking (zie pagina 75).

Voorbeeld: objecten bekijken en bewerken. Voer verschillende objecten in het stapelgeheugen in en bekijk en bewerk ze vervolgens zoals wordt beschreven.

Sla de vector [123] op in de variabele A en vraag A vervolgens weer op in het stapelgeheugen.

•]] 1	SPC 2 SPC 3 ENTER	
[A [STO]	VAR I A ENTER	



Voer een reëel getal in het stapelgeheugen in.

52 ENTER

2:			'A' 52
Ĥ			

Voer een algebraïsch object in het stapelgeheugen in.

EQUATION A + B ÷ C y^x 2 ENTER



Wijzig C^2 van het algebraïsch object in C^3 .

(►) (EDIT) SKIP→ [DEL] 3 [ENTER]

Bekijk de bewerkte vergelijking in de EquationWriter omgeving.

Keer terug naar het stapelgeheugen.

(ATTN)

Bewerk de inhoud van de variabele A met behulp van de MatrixWriter.

Ů A (→ ▼ ▶ ▶ ▶ 4 ENTER EDIT | VEC = +WID | WID+ | GD+ = | GD+

Sla de gewijzigde vector op en keer terug naar het stapelgeheugen.

[ENTER]

3:	'A'
2:	52
1:	'A+B/C^3'
Ĥ	

Gebruik nu het stapelgeheugen van dit voorbeeld om voor uzelf te oefenen. Probeert u te oefenen met alle eigenschappen die eerder in deze paragraaf beschreven zijn.







Het Interactief Stapelgeheugen

Het normale stapelgeheugen is een "venster" waarin u niveau 1 en de andere niveaus die in de display passen, kunt zien. Met het *Interactief Stapelgeheugen* kunt u:

- Het venster verplaatsen om de rest van het stapelgeheugen te bekijken.
- Objecten naar andere niveaus verplaatsen en kopiëren.
- De inhoud van een willekeurig niveau van het stapelgeheugen kopiëren naar de commandoregel.
- Objecten uit het stapelgeheugen verwijderen.
- Objecten van het stapelgeheugen bewerken.
- Objecten van het stapelgeheugen in de geschikte omgeving bekijken

Het Interactief Stapelgeheugen is een speciale omgeving in de HP 48 waarbij het toetsenbord opnieuw gedefinieerd is voor een beperkt aantal bewerkingen van het stapelgeheugen. U moet het Interactief Stapelgeheugen verlaten voordat u andere bewerkingen met de calculator kunt uitvoeren (zie "Het Interactief Stapelgeheugen verlaten" op pagina 79).

Druk op ▲ of ★STK (in het EDIT menu) om het Interactief Stapelgeheugen in werking te stellen. Hierdoor verschijnt de geheugenwijzer, die het huidige niveau van het stapelgeheugen aanwijst, en het Interactive-Stack menu toont. Gebruik ▲ en ▼ om de geheugenwijzer omhoog en omlaag te bewegen in het stapelgeheugen.



Bewerkingen met het Interactief Stapelgeheugen. Als u het Interactief Stapelgeheugen kiest, wordt het toetsenbord van de HP 48 opnieuw gedefinieerd en verschijnt er een speciaal menu. Als er een commandoregel is als u het Interactief Stapelgeheugen kiest, verschijnt alleen de ECHO toets in het menu.

De meeste bewerkingen in het menu hebben bijbehorende programmeerbare commando's, die aan het eind van dit hoofdstuk worden beschreven.

ECHO Kopieert de inhoud van het huidige niveau van het stapelgeheugen op de cursorpositie van de commandoregel. Om het object in het huidige niveau te bekijken (zie VIEW "Objecten bekijken" na deze tabel). Om een object te bekijken dat gespecificeerd wordt door de naam of het niveau (zie "Objecten bekijken", na deze tabel). Kopieert de inhoud van het huidige niveau naar PICK niveau 1 (gelijk aan n PICK). Verplaatst de inhoud van het huidige niveau naar ROLL niveau 1 en schuift het gedeelte van het stapelgeheugen dat zich onder het huidige niveau bevindt, omhoog (gelijk aan n ROLL). ROLLD Verplaatst de inhoud van niveau 1 naar het huidige niveau en schuift het gedeelte van het stapelgeheugen dat zich onder het huidige niveau bevindt, omlaag (gelijk aan n ROLLD). →LIST Maakt een lijst die alle objecten bevat van niveau 1 tot en met het huidige niveau van het stapelgeheugen (gelijk aan $n \rightarrow \text{LIST}$). DUPN Kopieert niveau 1 tot en met het huidige niveau (gelijk aan n DUPN). Als de geheugenwijzer bijvoorbeeld op niveau 3 staat, worden de niveaus 1,2 en 3 gekopieerd naar niveau 4, 5 en 6.

Bewerkingen met het Interactief Stapelgeheugen

Bewerkingen met het Interactief Stapelgeheugen (vervolg)

DRPN	Schuift niveau 1 tot en met het huidige niveau omlaag (<i>n</i> DROPN).
KEEP	Wist alle niveaus boven het huidige niveau.
LEVEL	Voert op niveau 1 het nummer in het huidige niveau van het stapelgeheugen in.
	Verplaatst de geheugenwijzer één niveau omhoog. Als u eerst op f drukt, schuift de geheugenwijzer vier niveaus omhoog (PgUp in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u hiervoor op r drukt, wordt de geheugenwijzer verplaatst naar de bovenste geheugenplaats van het stapelgeheugen (r () in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
	Schuift de geheugenwijzer één niveau omlaag. Als u eerst op f drukt, schuift de geheugenwijzer vier niveaus omlaag (PgDn in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u eerst op f drukt, wordt de geheugenwijzer verplaatst naar de onderste geheugenplaats van het stapelgeheugen (f I in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
(F) (EDIT)	Kopieert het object in het huidige niveau naar de commandoregel voor bewerkingen. Druk op ENTER als u klaar bent met bewerken (of op ATTN) om het bewerken af te breken).
	Als het object in het huidige niveau een reëel getal is, wordt het object op het niveau dat wordt aangegeven door het gehele deel van het getal, gekopieerd naar de commandoregel voor bewerkingen. Als het object in het huidige niveau een variabele is, wordt de inhoud van die variabele gekopieerd naar de commandoregel. Druk op <u>ENTER</u> als u klaar bent met bewerken (of op <u>ATTN</u> om het bewerken af te breken).

Bewerkingen met het Interactief Stapelgeheugen (vervolg)

۲	Verwijdert het object in het huidige niveau.
(NXT)	Kiest de volgende pagina met bewerkingen in het Interactief Stapelgeheugen.
ENTER	Verlaat het Interactief Stapelgeheugen.
ATTN	Verlaat het Interactief Stapelgeheugen.

Het opnieuw gedefinieerde toetsenbord ziet er als volgt uit:



Objecten bekijken. In het Interactief Stapelgeheugen kunt u met de VIEW toets objecten bekijken in de meest geschikte omgeving. Als u voor andere objecttypes dan matrices, algebraïsche uitdrukkingen en eenheden op VIEW drukt, heeft dit dezelfde functie als filleDIT; hiermee kopieert u een object in het huidige niveau van het stapelgeheugen naar de commandoregel en stelt u het EDIT menu in werking. Druk op ENTER om het bewerkte object terug te zetten in het oorspronkelijke niveau of op ATTN als u de veranderingen niet wilt bewaren.

Als het object dat u wilt bekijken een algebraïsch object of een eenheid is, wordt door het indrukken van VIEW automatisch de EquationWriter in werking gesteld en het object naar deze toepassing gekopieerd. Als het object een matrix is, wordt door het indrukken van VIEW de MatrixWriter in werking gesteld en het object naar deze toepassing gekopieerd.

Ook kunt u objecten met PVIEW in de meest geschikte omgeving bekijken. Maar evenals bij PV in de standaardomgeving moet u bij VIEW wel als argument het nummer van een niveau of een naam aangeven. Als in het huidige niveau van het Interactief Stapelgeheugen een getal staat, wordt door op VIEW te drukken het object op dat niveau in de omgeving gezet die het meest geschikt is voor het bekijken van het object; als in het huidige niveau een naam staat, wordt door op VIEW te drukken de inhoud van de daarbij behorende variabele in de omgeving gezet die het meest geschikt is voor het bekijken van deze variabele.

Het Interactief Stapelgeheugen verlaten. Als u klaar bent, drukt u op ENTER of ATTN om het Interactief Stapelgeheugen te verlaten. Daarna wordt het gewijzigde stapelgeheugen weergegeven.

Na het verlaten van het Interactief Stapelgeheugen kunt u de aangebrachte veranderingen annuleren door op (LAST STACK) te drukken.

Voorbeeld: het Interactief Stapelgeheugen gebruiken. Gebruik het Interactief Stapelgeheugen om de inhoud van de commandoregel te bewerken en ga daarbij als volgt te werk:

- 1. Zet de cursor op de plaats in de commandoregel waar de tekst moet komen.
- 2. Druk op EDIT STK. (Als de commandoregel uit één regel bestaat, kunt u ook op drukken.) De commandoregel en het

EDIT menu verdwijnen tijdelijk van de display. In plaats daarvan ziet u het stapelgeheugen met de *geheugenwijzer* (\blacktriangleright) bij niveau 1 en de ECHO toets.

 Gebruik ▲ en ▼ om de geheugenwijzer te verplaatsen naar het gewenste niveau en druk op ECHO om het object te kopiëren (echo) naar de commandoregel.

Zet deze objecten in het stapelgeheugen.

1,2345	ENTER
2,3456	ENTER
3,4567	ENTER



Maak nu de lijst (A 1,2345). Begin met het opstellen van een lijst.

← { } A

3: 2:	1,2345 2,3456
]: /ol	3,4567
PARTS PROB HYP	NINTS VENTS SASE

Kies het Interactief Stapelgeheugen.

3:	1,2345
2:	2,3456
11	5, TJON
ECHO	

PARTS PROB HYP MATR

Verplaats de aanwijzer naar niveau 3 en voer het commando ECHO uit.

ECHO ENTER	3: 2: 1: (A 1,2345 Chans Paos	1,2345 2,3456 3,4567 ••
Voer de lijst in.		
(ENTER)	4: 3:	1,2345 2,3456

Het gebruik van de commandoregel

De commandoregel verschijnt als u tekst invoert of bewerkt (dit geldt niet als u de EquationWriter of de MatrixWriter gebruikt).

Gegevens verzamelen op de commandoregel

U kunt een willekeurig aantal tekens intoetsen op de commandoregel tot de helft van de beschikbare geheugenruimte in gebruik is. Gebruik spaties, "nieuwe regel" tekens () of scheidingstekens om afzonderlijke tekst die bij andere objecten hoort, af te bakenen. U kunt bijvoorbeeld 12 [SPC] 34 intoetsen en vervolgens op [ENTER] drukken om de getallen in het stapelgeheugen in te voeren, of op + om ze in te voeren en op te tellen.

Als de commandoregel in de display staat:

- Worden de tekens gewoonlijk *ingevoegd* op de huidige positie van de cusor.
- wordt met het teken links van de cursor gewist.
- wordt met DEL het teken op de huidige positie van de cursor verwijderd.
- wordt met < EDIT het EDIT menu getoond, waarin extra mogelijkheden voor het bewerken staan. (Als de commandoregel slechts één regel beslaat, wordt ook met
 het EDIT menu getoond.)
- wordt met het Interactief Stapelgeheugen gekozen als de commandoregel slechts één regel beslaat.
- verwerkt u met ENTER de tekst in de commandoregel, waarbij de gegevens worden verplaatst naar het stapelgeheugen en de commando's worden uitgevoerd.

Zoals u in het onderstaande voorbeeld kunt zien, is het mogelijk in de commandoregel commando's in te typen die na elkaar uitgevoerd moeten worden. **Voorbeeld.** Bereken $12 - \log(100)$ door het LOG commando op te nemen in de commandoregel.

Toets de volgende commandoregel in:

	12 100 LOG (*skipskip) (*del (del) ins (*stri
Sluit de berekening af.	
ENTER –	1: *SKIPSKIP+ *OEL DEL+ INS • +STR

Invoermodi

Door verschillende invoermodi is het gemakkelijker verschillende objecttypes in te toetsen. Er zijn vier invoermodi.

De directe invoermodus. De directe invoermodus is de standaard modus. In de directe invoermodus kan de inhoud van de commandoregel direct ingevoerd worden als u op een functietoets of commandotoets drukt (zoals +, SIN), of STO).

Algebraïsche invoermodus. (Aangeven door de $\exists LG$ indicator.) De algebraïsche invoermodus wordt voornamelijk gebruikt om namen en algebraïsche uitdrukkingen in te toetsen die u direct wilt gebruiken. U stelt deze modus in werking door op [] te drukken. In de algebraïsche invoermodus functioneren de commandotoetsen als hulp bij het typen (met <u>SIN</u> verschijnt bijvoorbeeld +SINO in de display). Andere commando's worden *wel* onmiddellijk uitgevoerd — bijvoorbeeld <u>STO</u> of <u>PURGE</u>).

Programma-invoermodus. (Aangegeven door de PRG indicator.) De programma-invoer modus wordt voornamelijk gebruikt om programma's en lijsten in te voeren en wordt in werking gesteld door op $\textcircledleft()$ te drukken. Deze modus wordt ook gebruikt voor het bewerken van de commandoregel ($\textcircledleft()$ en $\textcircledleft()$). In de programma-invoermodus functioneren de functietoetsen en commandotoetsen als hulp bij het typen (met SIN verschijnt bijvoorbeeld SIN in de display, en met STO krijgt u STO). Als u op een toets drukt, worden alleen niet te programmeren bewerkingen uitgevoerd — bijvoorbeeld ENTER, $\textcircledleft()$, of $\textcircledleft()$.

Algebraïsche/programma-invoermodus. (Aangeven door de ALG en PRG indicators.) De algebraïsche/programma-invoermodus wordt gebruikt om algebraïsche uitdrukkingen in programma's in te toetsen. Deze modus wordt automatisch in werking gesteld als u in de programma-invoermodus op [] drukt. In de algebraïsche/programmainvoermodus hebben de functie- en commandotoetsen dezelfde functie als bij de algebraïsche invoermodus (met SIN verschijnt bijvoorbeeld SIN() in de display). Als u op een commandotoets drukt (bijvoorbeeld STO), wordt de programma-invoermodus hersteld.

Handmatig de invoermodus wisselen. Als u op (ENTRY) drukt, wisselt u van de directe invoermodus naar de programma-invoermodus, en van de programma-invoermodus naar de algebraïsche/programma-invoermodus.



Met \bigcirc [ENTRY] kunt u in de commandoregel verschillende commando's achter elkaar typen. U kunt bijvoorbeeld handmatig de programmainvoermodus oproepen om 45 + 5 in te voeren in de commandoregel en vervolgens op [ENTER] drukken om $\sqrt{9}$ te berekenen. Deze toets maakt het bewerken van algebraïsche uitdrukkingen in programma's gemakkelijker.

Vorige commandoregels terughalen

De HP 48 slaat automatisch een kopie van de vier laatst uitgevoerde commandoregels op. Druk op (LAST CMD) (boven de 3 toets) om het laatste commando terug te halen. Druk verschillende malen na elkaar op (LAST CMD) om de andere opgeslagen commandoregels te herstellen.

Andere commando's voor het stapelgeheugen

In de volgende tabel staan extra commando's uit het PRG STK menu die programmeerbaar zijn en het stapelgeheugen bewerken.

Commando/beschrijving		Voorbeeld			
		Invoer		Resultaat	
DEPTH Geeft het aantal	3:		3:	16	
objecten in het	2:	16	2:	'X1'	
stapelgeheugen aan.	1:	'X1'	1:	2	
DROP2 Verwijdert de	3:	12	3:		
objecten in niveau 1 en 2.	2:	10	2:		
	1:	8	1:	12	
DROPN Verwijdert de eerste	4:	123	4:		
n + 1 objecten uit het	3:	456	3:		
stapelgeheugen (n staat in	2:	789	2:		
niveau 1).	1:	2	1:	123	
DUP Kopieert het object in	3:		3:	232	
niveau 1.	2:	232	2:	543	
	1:	543	1:	543	
DUP2 Kopieert de objecten	4:		4:	'A'	
in niveau 1 en 2.	3:		3:	(2,3)	
	2:	'A'	2:	'A'	
	1:	(2,3)	1:	(2,3)	

Commando /basobriiving		Voorbeeld			
Commando/beschrijving		Invoer		Resultaat	
DUPN Kopieert n objecten in	6:		6:	123	
het stapelgeheugen, te	5:		5:	456	
beginnen bij niveau 2 (n staat	4:	123	4:	789	
in niveau 1).	3:	456	3:	123	
	2:	789	2:	456	
	1:	3	1:	789	
OVER Zet een kopie van het	3:		3:	'AB'	
object in niveau 2.	2:	'AB'	2:	1234	
	1:	1234	1:	'AB'	
PICK Zet een kopie van het	4:	123	4:	123	
object uit niveau $n + 1$ in	3:	456	3:	456	
niveau 1 (n staat in niveau 1).	2:	789	2:	789	
	1:	3	1:	123	
ROLL Verplaatst het object	5:	555	5:		
in niveau <i>n</i> + 1 naar niveau 1	4:	444	4:	444	
(<i>n</i> voert u in niveau 1 in).	3:	333	3:	333	
	2:	222	2:	222	
	1:	4	1:	555	
ROLLD Schuift het gedeelte	6:	12	6:		
van het stapelgeheugen	5:	34	5:	12	
tussen niveau 2 en niveau n +	4:	56	4:	90	
1 omlaag (<i>n</i> voert u in niveau	3:	78	3:	34	
1 in). Niveau 2 komt dan in	2:	90	2:	56	
niveau n en het verschoven	1:	4	1:	78	
gedeelte komt daaronder.					
ROT Schuift de eerste drie	3:	12	з:	34	
objecten in het	2:	34	2:	56	
stapelgeheugen door (gelijk aan 3 R0LL).	1:	56	1:	12	

Objecten



De basiseenheden met informatie waar de HP 48 mee werkt, worden objecten genoemd. De HP 48 kan verschillende objecttypes opslaan en bewerken. U kunt bijvoorbeeld een reëel getal, een matrix of een programma in het stapelgeheugen invoeren als een enkelvoudig object. De HP 48 werk met de volgende objecttypes:

Reële getallen	Programma's
Inhoudsopgave-objecten	Complexe getallen
Reeksen	Backup-objecten
Binaire gehele getallen	Lijsten
Bibliotheek-objecten	Matrices
Grafische objecten	XLIB namen
Namen	Gemarkeerde objecten
Ingebouwde functies	Algebraïsche uitdrukkingen
Eenheidsobjecten	Ingebouwde commando's

Veel HP 48 bewerkingen zijn voor alle objecttypes hetzelfde; u gebruikt bijvoorbeeld dezelfde procedure voor het opslaan van reële getallen, matrices en programma's. Sommige bewerkingen kunnen alleen op bepaalde objecttypes worden uitgevoerd — u kunt bijvoorbeeld niet de wortel van een programma berekenen. In dit hoofdstuk worden de objecttypen van de HP 48 geïntroduceerd met voorbeelden van de manier waarop ze gebruikt worden, en worden enkele commando's voor het bewerken van objecten behandeld. Meer gedetailleerde informatie over de afzonderlijke objecttypes vindt u in andere hoofdstukken.

Reële getallen

De getallen 12, $-3,6 \in 4,7E10$ zijn voorbeelden van reële getallen. In de volgende afbeelding ziet u het bereik van reële getallen dat de HP 48 kan opslaan.



Complexe getallen

Een complex getal bestaat uit een tweetal reële getallen en wordt afgebakend door haakjes. Complexe getallen kunnen in rechthoekige of polaire vorm worden ingevoerd en weergegeven:

- Rechthoekige vorm: x + iy, weergegeven als $\langle x; y \rangle$.
- Polaire vorm: $(re^{i\theta})$, we erge geven als $(r; \Delta \theta)$.

Complexe getallen worden ook gebruikt om de coördinaten van een punt in een tweedimensionaal stelsel weer te geven. **Voorbeeld.** Tel de complexe getallen 14 + 9i en 8 - 12i op.

Als de R \measuredangle Z of R \measuredangle A indicator in de display staat, kunt u op POLAR drukken om de rechthoekige coördinatenmodus in te stellen.

Voer de complexe getallen in niveau 1 en 2 in. Gebruik een spatie om het reële en het imaginaire deel te scheiden.

(→) 14 SPC 9 ENTER
(→) 8 SPC 12 +/- ENTER

2: (14;9) 1: (8;-12) Chars Pros Hype Kimth Wenth Case

Tel de twee waarden op.

+

1: (22;-3) Parts Pros hype Matrix Vector Rase

De complexe getallen worden behandeld in hoofdstuk 11.

Binaire gehele getallen

De binaire gehele getallen waar de HP 48 mee werkt, zijn gehele getallen zonder teken die een reeks bits weergeven. Ze worden gescheiden door het teken # voor het getal en een optionele kleine letter (h, d, o, of b) die het huidige grondtal aangeeft. U kunt binaire gehele getallen met een hexadecimaal, decimaal, octaal of binair grondtal invoeren. De binaire grondtalmodus, die wordt ingesteld in het BASE menu (dit wordt getoond door op MTH BASE te drukken), bepaalt welk grondtal actief is.

Voorbeeld. Bereken $B17_{16} + 47_8$. Toon het resultaat als een hexadecimaal getal.

Kies in het BASE menu het hexadecimale grondtal en voer de twee waarden in. Voeg de kleine letter \circ (α \frown O) toe aan de octale waarde om het grondtal aan te geven.

MTH	BAS	E HEX
┣ #	B17	ENTER
┣ #] 47 0	ENTER

2:			# B17h
1:			# 27h
HEX - DEC	OCT	BIN	STMS RCMS

Tel de twee waarden bij elkaar op.

+

Druk op DEC om terug te keren naar het decimale grondtal.

De binaire gehele getallen worden behandeld in hoofdstuk 14.-

Matrices/Vectoren

Matrices kunnen ééndimensionaal of tweedimensionaal zijn. Vierkante haken ([]) vormen het scheidingsteken voor een matrix of vector. Met behulp van de HP 48 MatrixWriter kunt u matrices invoeren en bewerken.

Voorbeeld. Vermenigvuldig de volgende matrix en vector met elkaar.

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 4 & 5 & -3 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

Voer de vector [211] in. Gebruik spaties om de componenten van elkaar te scheiden.

() 2 SPC 1 SPC 2 ENTER

1: [2 1 2] Phats Paus Hyp Physics Vector Sinse

Gebruik nu de MatrixWriter om de matrix in te voeren. Kies eerst de MatrixWriter.



Voer de eerste rij in.

1 ENTER 2 +/-- ENTER 0 ENTER

1.3		2	3	Ч
1	1	-2	0	
2				
E				
4				
1-4				
1-1				
EDIT	VEC • +	MID MID:	• 50+	GD++

Begin een nieuwe rij en voer de drie waarden in. U kunt ze één voor één invoeren of in één keer, en daarbij de waarden scheiden met spaties.

4 [SPC] 5 [SPC] 3 [+/-] [ENTER]

Voer nu de matrix in niveau 1 in.

ENTER

Om de vermenigvuldiging uit te kunnen voeren moet de matrix in niveau 2 en de vector in niveau 1 staan, zodat de niveaus verwisseld kunnen worden. (Als u op r drukt als er geen commandoregel is, heeft dit dezelfde functie als (SWAP].)

Vermenigvuldig de twee waarden met elkaar.

X

Matrices en vectoren worden besproken in hoofdstuk 20.

Namen

Namen worden gebruikt om variabelen te identificeren. Als u een naam in het stapelgeheugen wilt zetten, moet u deze tussen ' tekens zetten.

Voorbeeld. Voer de namen A1 en B1 in en vermenigvuldig ze.

Voer de namen in het stapelgeheugen in. Als u op [] drukt, verschijnt de ALG indicator.

Ľ	A1	ENTER
M	B1	ENTER

2:	' <u>81</u> '
11:	'B1'
PARTS PROB HYP N	INTR VECTR BASE

PARTS PROB NYP MATRIVED

1: [0 7] Phats Pros Ave Matri Pros Res



2:		'81'
1:		'BĪ'
PARTS PROB	HYP MAT	R VECTR BASE

Vermenigvuldig de twee namen.

×

1: 'A1*B1' Phats Pros Hype Matrix Weaths Base

Het resultaat is een algebraïsche uitdrukking die de twee namen bevat.

De namen van variabelen worden behandeld in hoofdstuk 6.

Algebraïsche uitdrukkingen

Evenals namen worden algebraïsche uitdrukkingen begrensd door twee ' tekens. Algebraïsche uitdrukkingen geven wiskundige uitdrukkingen weer en hebben in het stapelgeheugen het gebruikelijke "computer formaat", zoals deze voorbeelden laten zien:

> 'PERIOD=2*π*√(LENGTH/G)' '∂X(2*X^3+COS(X))'

Met behulp van de EquationWriter kunt u algebraïsche uitdrukkingen invoeren en bewerken; ze worden in de gangbare notatie weergegeven. Hieronder ziet u hoe de bovenstaande PERIODE vergelijking er in de EquationWriter omgeving uitziet:



Algebraïsche uitdrukkingen worden behandeld in hoofdstuk 8; de EquationWriter wordt behandeld in hoofdstuk 16.

Programma's

Een programma bestaat uit een opeenvolging van commando's en andere objecten en wordt begrensd door de scheidingstekens « en ». Als bijvoorbeeld in niveau 1 een reëel getal als argument gegeven is, dat de radius weergeeft, berekent het volgende programma de oppervlakte van een cirkel:

« SQ π →NUM * »

De scheidingstekens voorkomen dat de commando's direct worden uitgevoerd als u ze invoert. In plaats daarvan worden ze later uitgevoerd als u het programma-object berekent.

Het programmeren wordt behandeld in deel 4 (hoofdstuk 25 tot en met 31).

Reeksen

Een reeks bestaat uit een opeenvolging van tekens en wordt gewoonlijk gebruikt om tekst in programma's weer te geven. Een reeks wordt begrensd door aanhalingstekens. U kunt bijvoorbeeld de reeks "Kleine as van de matrix" in het stapelgeheugen invoeren en dit vervolgens printen.

Een getelde reeks is een speciaal soort reeks waarbij het aantal tekens vaststaat. Een getelde reeks wordt voorafgegaan door $C \ddagger n$, waarbij n een reëel geheel getal is. $C \ddagger$ geeft aan dat de reeks een getelde reeks is, en n geeft het aantal tekens aan dat in de reeks mag staan. Als u bijvoorbeeld $C \ddagger 7$ ABC DEF GHI vanuit de commandoregel invoert, krijgt u de reeks: "ABC DEF". De overgebleven tekens GHI worden ingevoerd als een naam, op dezelfde manier als ze afzonderlijk in het stapelgeheugen zouden worden ingevoerd.

U kunt een getelde reeks ook aangeven met C\$ \$. Deze vorm geeft aan dat alle overblijvende tekens in de commandoregel in de reeks worden gezet.

Lijsten

Een lijst is een opeenvolging van gegroepeerde objecten, die wordt begrensd door accolades — bijvoorbeeld $\{X \otimes I \}$. Met behulp van lijsten kunt u objecten combineren, zodat ze als één object bewerkt kunnen worden.

Grafische objecten

In grafische objecten staan de gegevens voor HP 48 "afbeeldingen", inclusief grafieken van wiskundige gegevens, door de gebruiker gemaakte grafische afbeeldingen en afbeeldingen van het stapelgeheugen zelf. Ze worden gemaakt met behulp van bepaalde plotcommando's en kunnen bekeken worden in de grafische omgeving.

U kunt afbeeldingen ook in het stapelgeheugen zetten en opslaan in variabelen. In het stapelgeheugen wordt een grafisch object als volgt weergegeven:

Graphic*n*×*m*

waarbij n en m de breedte en hoogte in *pixels* aangeven. (Een pixel is één punt in de display.)

Het maken en bewerken van grafische objecten wordt behandeld in hoofdstuk 18 en 19.

Gemarkeerde objecten

Een gemarkeerd object bestaat uit een object in combinatie met een markering die het object identificeert. Gemarkeerde objecten worden als volgt ingetoetst: De dubbele punten begrenzen de markering. Als een gemarkeerd object in het stapelgeheugen getoond wordt, verdwijnt de eerste dubbele punt, zodat het object gemakkelijker te lezen is.

Voorbeeld. Voer de complexe getallen (2,5) en (4,9) in met de markeringen B1 en B2 en bereken vervolgens het produkt.

Voer de gemarkeerde objecten in.

- ::	B1		() 2	•],	5	ENTER
- ::	B2	\blacktriangleright	() 4	-	9	ENTER

) 2: B1: () 1: B2: ((Phans Prof Thype (Phans Weens

Bereken het complexe produkt.

×

1: (-37; 38) Phats Page Hype (anta Qenta Base

De markeringen werden genegeerd door 🗵.

Gemarkeerde objecten zijn vooral geschikt om de inhoud van variabelen en de uitkomst van programma's van een label te voorzien (zie hoofdstuk 29).

Eenheidsobjecten

Een eenheidsobject bestaat uit een reëel getal, gecombineerd met een eenheid of uitdrukking van eenheid. Het _ teken scheidt de eenheid van het getal — bijvoorbeeld 2_m en $26,7_kg*m^2/s^2$.

Voorbeeld. Voer de volgende berekening uit:

$$\frac{50,8 \frac{\text{ft}}{\text{s}}}{2,5 \text{ s}}$$

Voer de eenheidsobjecten 50,8 ft/s en 2,5 s in.

50,8 ← UNITS LENG FT ← UNITS TIME ← S 2,5 S

2: 1:			50	,8 2	ft/s ,5_5
YB	D	Н	MIN	S	HZ

Voer de deling uit.

÷

1:		2	0,32	2_ft	⁄s^2
YR	0	H	MIN	S	HZ

Algebraïsche uitdrukkingen kunnen eenheidsobjecten bevatten. Hier ziet u een voorbeeld van zo'n algebraïsche uitdrukking:

Als eenheden worden opgenomen in algebraïsche uitdrukkingen, kunt u ze met behulp vam de EquationWriter invoeren, bewerken en manipuleren. Hieronder ziet u dezelfde uitdrukking in het formaat van de EquationWriter:

Eenheidsobjecten worden behandeld in hoofdstuk 13.

Inhoudsopgave-objecten

De HP 48 gebruikt inhoudsopgave-objecten voor het maken van hiërarchische inhoudsopgave-structuren voor de gegevens die u opslaat. Inhoudsopgave-objecten worden behandeld in hoofdstuk 7.

Overige objecttypes

Er zijn drie objecttypes waarbij bewerkingen met insteekkaarten worden uitgevoerd (behandeld in hoofdstuk 34):

- Backup-objecten. Deze worden gemaakt als u objecten op een aparte geheugenkaart opslaat.
- Bibliotheek-objecten. Een bibliotheek is een inhoudsopgave met commando's en bewerkingen die *niet* zijn ingebouwd in de calculator. Een bibliotheek kan op een toepassingskaart of een ingebouwde of aparte RAM-kaart staan.
- XLIB namen. Dit zijn objecten die op aparte toepassingskaarten staan.

Er zijn twee objecttypes die de ingebouwde commandoset van de HP 48 aanduiden. U kunt ze beschouwen als ingebouwde programma-objecten.

- Ingebouwde functies bijvoorbeeld SIN en LN.
- Ingebouwde commando's bijvoorbeeld DUP en DRAW.

Commando's voor het bewerken van objecten

De HP 48 bevat commando's voor het samenstellen, uit elkaar halen en bewerken van gedeelten van objecten. Deze commando's (behalve +) staan in het PRG OBJ (programma-object) menu (PRG OBJ).

Commando/beschrijving		Voorbeeld				
Commando/ beschinjving		Invoer	Resultaat			
+ (+) Combineert twee reeksen of lijsten, of voegt een object toe aan een reeks	2: 1:	'A' (23)	2: 1: (A 2 3)			
of lijst.	2: 1:	"ABC" "DE"	2: 1: "ABCDE"			
→ ARRY (\rightarrow BRR) Stapelgeheugen naar matrix; combineert reële of complexe getallen tot een rechthoekige vector met <i>n</i> elementen of een matrix met een dimensie <i>n</i> bij <i>m</i> . (<i>n</i> of $\langle n m \rangle$ staat in	3: 2: 1: 7: 6: 5:	8 9 2 1 2 3	3: 2: 1: [8 9] 5: 4: 3:			
niveau 1.)	4: 3: 2: 1:	4 5 6 (32)	2: 1: [[1 2] [3 4] [5 6]]			
CHR teken; geeft het teken dat overeenkomt met de tekencode. (Zie de tekenset in appendix C.)	1:	140	1: "α"			

Commanda /basabriiving		Voorbeeld			
Commanuo/ Descrinjving		Invoer	Resultaat		
C→R Complex naar reëel; verdeelt een complex getal (of een complexe matrix) in twee reële getallen (of reële matrices) die het reële deel en het imaginaire deel weergeven.	2: 1:	(2;3)	2: 2 1: 3		
DTAG Verwijder markering; verwijdert de markering van een gemarkeerd object.	2: 1:	(2;3)	2: 2 1: 3		
EQ→ Vergelijking naar stapelgeheugen; splitst een vergelijking in een linker- en rechterzijde.	2: 1: 2: 1:	'A=B+C' 'B+C'	2: 'A' 1: 'B+C' 2: 'B+C' 1: Ø		
GET Zoekt het <i>n</i> de element van een vector, een matrix of een lijst, of het (nm)	2: 1:	[4 5 6] 2	2: 1: 5		
staat in niveau 1).	1:		2: 1: 7		
	2: 1:	[[4 5 6] [7 8 9]] { 2 1 }	2: 1: 7		
	2: 1:	(A B C) 2	2: 1: 'B'		

Commando /boosbriiving	Voorbeeld				
Commando/ beschingving		Invoer		Resultaat	
GETI Hetzelfde als GET,	3:		3:	[4 5 6]	
maar zet de vector, matrix of	2:	[4 5 6]	2:	3	
lijst weer terug op niveau 3 en	1:	2	1:	5	
n + 1 op niveau 2, of de					
matrix op niveau 3 en het	3:		3:	[[4 5 6]	
eerstvolgende matrix element	2:	[[4 5 6]		[7 8 9]]	
aan de rechterzijde op niveau		[7 8 9]]	2:	5	
2.	1:	4	1:	7	
	3:		3:	[[4 5 6]	
	2:	[[4 5 6]		[7 8 9]]	
		[7 8 9]]	2:	(23)	
	1:	(22)	1:	8	
→LIST Stapelgeheugen naar	3:	'X+Z'	3:		
lijst; maakt een lijst met n (in	2:	'X'	2:		
niveau 1) objecten.	1:	2	1:	('X+Z' X)	
NUM Geeft de tekencode die bij het ingevoerde teken hoort.	1:	"A"	1:	65	

Commando /basobriiving	Voorbeeld			
Commando/ beschi ijving	Invoer	Resultaat		
OBJ→ Object naar	2:	2: 4		
stapelgeheugen; splitst een	1: (4;5)	1: 5		
complex getal, matrix of lijst				
in de verschillende elementen	3:	3: 8		
van het object (dezelfde	2:	2: 9		
functie als $C \rightarrow R$, ARRY \rightarrow en	1: [89]	1: (2)		
LIST→); zet bij matrices en				
lijsten ook het aantal	4:	5: 1		
elementen of dimensies in	3:	4: 2		
niveau 1. Bij reeksen worden	2:	3: 5		
de scheidingstekens van de	1: [[1 2]	2: 6		
reeks verwijderd en de inhoud	[56]]	1: (22)		
als een commandoregel				
uitgevoerd (dezelfde functie	4:	4: 1		
als STR→).	3:	3: 2		
	2:	2: 'Y'		
Bij algebraïsche uitdrukkingen worden de buitenste functie	1: (1 2 Y)	1: 3		
en de bijbehorende	1:"5 SQ 2 *"	1: 50		
argumenten gesplitst.				
	4:	4: 'A'		
Bij eenheden worden het	3:	3: 'B'		
getal en de uitdrukking van	2:	2: 2		
eenheid gescheiden.	1: 'A + B'	1: +		
Bij gemarkeerde objecten worden het object en de markering gescheiden.				

Commanda /haashriiving	Voorbeeld		
Commando/ beschingving	Invoer	Resultaat	
POS Positie van een object in een lijst, of de positie van een reeks binnen een andere	2:(A3C) 1:'C'	2: 1: 3	
reeks.	2: "ABCDEFG" 1: "DE"	2: 1: 4	
PUT Vervangt het <i>n</i> de element van een vector, matrix of lijst, of het $\{n m\}$ element van een matrix door de inhoud van niveau 1. (<i>n</i> of $\{n m\}$ staat in niveau 2.)	3: [4 5 6] 2: 2 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 4	3: 2: 1: [4 7 6] 3: 2: 1: [[4 5 6]	
	1. 2 3:(789) 2: 2 1: 'A'	3: 2: 1: (7 A 9)	
PUTI Hetzelfde als PUT, alleen wordt de lijst teruggezet in niveau 1 en n + 1 in niveau 1, of de matrix	3: [4 5 6] 2: 2 1: 7	3: 2: [4 7 6] 1: 3	
wordt teruggezet in niveau 2 en { <i>n m</i> } + 1 in niveau 1.	3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 4 1: 2	3: 2: [[4 5 6] [2 8 9]] 1: 5	
	3:(789) 2:2 1:'A'	3: 2: (7 A 9) 1: 3	

Commando /bosobriiving		Voorbeeld			
Commando/ beschi ijanig		Invoer		Resultaat	
REPL Vervangen; vervangt een gedeelte van een lijst of reeks in niveau 3. Neemt het vervangende object uit niveau 1 en de positie waar het vervangen moet beginnen uit niveau 2. (Hoe REPL werkt bij grafische objecten wordt beschreven in hoofdstuk 19).	3: 2: 1: 3: 2: 1: 3: 2:	(A B C D) 2 (F G) (A B C) 3 (F G) (A B) 10	3: 2: 1: 3: 2: 1: 3: 2:	(A F G D) (A B F G)	
R→C Reëel naar complex; voegt twee reële getallen of matrices samen tot een complex getal of een complexe matrix.	2:	-7 -2	2:	(-7,-2)	
SIZE Aantal elementen in een lijst, aantal tekens in een reeks, dimensie van een matrix en de grootte van een grafisch object.	1: 1: 1: 2: 1:	(UX 2 Y) "ABCDEFG" [[4 5 6] [7 8 9]] 92 × 64	1: 1: 1: 2: 1:	3 7 (23) #92d #64d	
→STR Object naar reeks; converteert een object naar een reeks.	1:	'A+B'	1:	"'A+B'"	

Commanda /basabriiving	Voorbeeld			
Commando/beschrijving		Invoer		Resultaat
SUB Deelverzameling van	3:	(АВС)	3:	
een lijst of reeks. De positie	2:	2	2:	
van het eerste en het laatste	1:	3	1:	(вс)
element staan in niveau 2 en				
1.	3:	"ABCDEFG"	3:	
	2:	3	2:	
	1:	5	1:	"CDE"
→TAG Stapelgeheugen naar	2:	123	2:	
markering; combineert twee	1:	'Waarde'	1:1	√aarde:123
objecten zodat ze samen een				
gemarkeerd object vormen.				
→UNIT Stapelgeheugen	2:	85	2:	
naar eenheid; voegt een	1:	17_m	1:	85_m
scalar van niveau 2 en een uitdrukking van eenheid van niveau 1 samen tot een eenheidsobject.				

Bij GET, GETI, PUT en PUTI is het toegestaan naamargumenten te gebruiken in plaats van het argument van de matrix. Als u bijvoorbeeld 'A1' 2 GET berekent, krijgt u het tweede element van A1; als u 'A2' 2 "ABC" PUT berekent, wordt het tweede element in A2 vervangen door "ABC".

Objecttypes

Objecttypes bepalen

De HP 48 gebruikt 20 objecttypes. Elk objecttype wordt aangegeven door een geheel getal.

Object	TYPE nummer	Object	TYPE nummer
Reëel getal	0	Binair geheel getal	10
Complex getal	1	Grafisch object	11
Reeks	2	Gemarkeerd object	12
Reële matrix	3	Eenheidsobject	13
Complexe matrix	4	XLIB naam	14
Lijst	5	Inhoudsopgave	15
Algemene naam	6	Bibliotheek	16
Lokale naam	7	Backup-object	17
Programma	8	Ingebouwde functie	18
Algebraïsche		Ingebouwde	
uitdrukking	9	commando's	19

Nummers van objecttypes

Het TYPE commando (PRG OBJ NXT TYPE) geeft een getal dat het objecttype in niveau 1 aangeeft.

Het VTYPE commando (PRG OBJ NXT VTYPE) geeft een getal dat het nummer van een in een variabele opgeslagen objecttype aangeeft. Het commando gebruikt de naam van een variabele als argument. VTYPE geeft -1 als de variabele niet bestaat.

Namen van variabelen scheiden op grond van het objecttype

Het TVARS commando ((MEMORY) NXT TYARS) accepteert het nummer van een objecttype als een argument en geeft een lijst met de namen van variabelen in de huidige inhoudsopgave die dat objecttype bevatten. Als u bijvoorbeeld op TVARS drukt met 8 in niveau 1, geeft het commando een lijst met alle namen van variabelen die een programma bevatten. Als geen van de variabelen dat objecttype bevatten, zet TVARS een lege lijst in het stapelgeheugen.

Objecten berekenen

Berekenen is de basisbewerking waarmee u objecten actief kunt maken. Het berekenen is vaak impliciet verwerkt in bewerkingen met de calculator — het gebeurt als een commando wordt uitgevoerd, een programma wordt gestart etc. Objecten in het stapelgeheugen kunnen apart berekend worden door het EVAL commando uit te voeren (aangegeven op het toetsenbord met EVAL).

Het resultaat van de berekening van een object kan bestaan uit een opeenvolging van de onderstaande handelingen, die ook andere berekeningen kunnen omvatten. In de volgende tabel wordt het resultaat van de berekening bij verschillende objecten beschreven.

Obj. type	Resultaat van berekening
Lokale naam	Vraagt de inhoud van de variabele op. Indien nodig kan de inhoud apart worden berekend met het EVAL commando.
Algemene naam	 Roept de inhoud van de variabele op: Een naam wordt geëvalueerd. Een programma wordt geëvalueerd. Een inhoudsopgave wordt de huidige inhoudsopgave. Andere object worden in het stapelgeheugen gezet. Als er geen variabele bestaat met de gegeven naam, wordt de naam na evaluatie tussen aanhalingstekens in het stapelgeheugen gezet.
Programma	 Voert een object in het programma in: Namen die niet begrensd worden door [] tekens, worden geëvalueerd. Commando's worden uitgevoerd. Andere object worden in het stapelgeheugen gezet.
Lijst	 Voert een object in de lijst in. Namen worden geëvalueerd. Programma's worden geëvalueerd. Commando's worden uitgevoerd. Andere objecten worden in het stapelgeheugen gezet.
Obj. Type	Resultaat van berekening
-----------------------------	---
Algebraïsche uitdrukking	Voert een object in een algebraïsche uitdrukking in:
	Namen worden geëvalueerd.
	Commando's worden uitgevoerd.
	 Andere objecten worden in het stapelgeheugen gezet.
Andere objecten	Het object wordt in het stapelgeheugen gezet.

Stel dat u twee algemene variabelen hebt gemaakt, TWOPI en CIRCUM:

- *TWOPI* bevat het reële getal 6,28318530718.
- CIRCUM bevat het programma « TWOPI * ».

De label CIRCU in het VAR menu staat voor CIRCUM. Als u op CIRCU drukt, gebeurt het volgende:

- 1. De naam CIRCUM wordt geëvalueerd.
- 2. Het programma dat is opgeslagen in de variabele CIRCUM wordt geëvalueerd.
- 3. De naam *TWOPI* (het eerste object in het programma) wordt geëvalueerd.
- 4. Het reële getal dat is opgeslagen in de variabele *TWOPI* wordt teruggezet in het stapelgeheugen.
- 5. Het commando * (vermenigvuldigen) wordt uitgevoerd.

Geheugen van de calculator



Voor elke bewerking die u met de HP 48 uitvoert, is geheugenruimte nodig. In dit hoofdstuk worden de volgende onderwerpen behandeld:

- Geheugentypes
- Commando's voor het gebruik van het geheugen.
- Werken met weinig geheugenruimte.

Geheugentypes

De HP 48 heeft twee soorten geheugens:

- Het Read-only memory, of ROM, is een geheugen dat bedoeld is voor specifieke bewerkingen en niet gewijzigd kan worden. De HP 48 heeft een ingebouwd ROM van 256K bytes, waar de commando's in staan. U kunt de ruimte van het ROM uitbreiden met externe toepassingskaarten. Deze worden beschreven in hoofdstuk 34, "Het gebruik van insteekkaarten en bibliotheken".
- Het Random-access memory, of RAM, is een geheugen dat u kunt wijzigen. In het RAM kunt u gegevens opslaan, de inhoud wijzigen en gegevens verwijderen. De HP 48 heeft een ingebouwd RAM van 32K bytes. U kunt het RAM uitbreiden door extra geheugenkaarten, die ook in hoofdstuk 34 beschreven worden.

RAM wordt ook wel het gebruikersgeheugen genoemd, omdat het geheugenruimte is waar u (als gebruiker) toegang toe hebt. U gebruikt of bewerkt het gebruikersgeheugen als u een object invoert in het stapelgeheugen, een object in een variabele opslaat, een vergelijking of matrix maakt, een programma uitvoert etc.

In de volgende twee hoofdstukken, "Variabelen" en "Inhoudsopgaven" worden de indeling en het beheer van het gebruikersgeheugen besproken.

Commando's voor het gebruik van het geheugen

Beschikbaar geheugen. Het MEM commando (MEMORY

MEM) geeft het aantal ongebruikte bytes van het gebruikersgeheugen aan.

Geheugeneisen en checksums van objecten. Het BYTES

commando (MEMORY BYTES) gebruikt een object als argument en:

- Zet op niveau 2: de checksum van het object. De checksum is een binair geheel getal dat kenmerkend is voor het object. U kunt checksums gebruiken om te controleren of u een groot object (bijvoorbeeld een programma of matrix) juist hebt ingetoetst, door de checksum van de lijst te vergelijken met de checksum die u krijgt na het intoetsen. (De programma's in deel 4 van deze handleiding hebben aan het einde van de lijst een checksum met behulp waarvan u kunt controleren of u het programma juist hebt ingetoetst.)
- Zet op niveau 1: de geheugenruimte in bytes die in beslag wordt genomen door het object. Als het object een naam van een variabele is, geeft het commando de geheugenruimte aan die de naam gebruikt, *evenals* de inhoud. Als het om een ingebouwd object gaat, worden 2,5 bytes aangegeven.

De overige geheugencommando's worden behandeld in hoofdstuk 6, "Variabelen en het VAR menu" en hoofdstuk 7 "Inhoudsopgaven".

Het gehele geheugen wissen

Als u het geheugen wist, wordt alle informatie die u hebt opgeslagen, gewist en wordt voor alle modi opnieuw de standaardinstelling geïnstalleerd. U zult dit waarschijnlijk niet zo vaak doen, in ieder geval niet zonder er eerst goed over na te denken.

Het gehele geheugen wissen:

1. Druk tegelijkertijd op de volgende drie toetsen en houd ze ingedrukt: ON, de meest linkse en de meest rechtse menutoets.



- 2. Laat eerst de twee menutoetsen los en dan de ON toets. De calculator geeft een waarschuwingssignaal en toont in de display de melding: Try To Recover Memory? (Proberen geheugen te herstellen?).
- **3.** Druk op NO . U hoort een pieptoon en de HP 48 toont Memory Clear (geheugen gewist).

Indien nodig kunt u het wissen annuleren voor u ON loslaat, als u ON ingedrukt houdt en tegelijkertijd op de tweede menutoets van links drukt. U kunt ook de vraag Try To Recover Memory? met YES beantwoorden. Het kan dan echter gebeuren, dat de calculator niet het gehele geheugen kan herstellen. U zou dan in ieder geval het stapelgeheugen, de alarmmeldingen en de gebruikerstoetsen kwijt raken.

Werken met weinig geheugenruimte

De bewerkingen van de HP 48 delen de geheugenruimte met de objecten die u maakt. Normale bewerkingen met de calculator worden langzaam of verkeerd uitgevoerd als het gebruikersgeheugen bijna vol is. Als dit gebeurt, geeft de HP 48 één van de meldingen die u waarschuwen dat het geheugen bijna vol is. Hieronder staat een lijst van mogelijke meldingen met toenemende urgentie:

No Room for Last Stack (Geen ruimte voor laatste

stapelgeheugen). Als er niet genoeg geheugenruimte is om een kopie van het huidige stapelgeheugen op te slaan, ziet u de melding No Room for Last Stack als u op ENTER drukt. Ook kunt u de bewerking LAST STACK (()[LAST STACK]) niet meer uitvoeren.

Deze toestand geeft aan dat het gebruikersgeheugen vol raakt. Maak meer ruimte door onnodige objecten te wissen uit het geheugen.

Insufficient Memory (Onvoldoende geheugen). Als er niet voldoende geheugenruimte is om een bewerking volledig uit te voeren, ziet u de melding Insufficient Memory. Als de bewerking LAST ARG (PLAST ARG) geactiveerd is (vlag -55 is niet actief), worden de originele argumenten teruggezet in het stapelgeheugen. Als LAST ARG onwerkzaam is (vlag -55 is actief), gaan de argumenten verloren.

Wis overbodige objecten uit het geheugen om deze situatie op te heffen.

No Room to Show Stack (Geen ruimte voor tonen

stapelgeheugen). Het kan voorkomen, dat de HP 48 alle bewerkingen volledig afwerkt en daarna niet genoeg geheugenruimte over heeft om het stapelgeheugen te tonen. In dit geval ziet u in de bovenste regel van de display de melding No Room To Show Stack (geen ruimte voor tonen van stapelgeheugen). In de regels van de display waar gewoonlijk de objecten van het stapelgeheugen getoond worden, ziet u nu alleen het objecttype, bijvoorbeeld Real Number (reëel getal) Algebraic (algebraïsche uitdrukking), enzovoort.

De geheugenruimte die nodig is om een object van het stapelgeheugen te tonen, is per objecttype verschillend. Als er geen ruimte meer is om het stapelgeheugen te tonen, wis dan één of meer objecten uit het geheugen of sla een object van het stapelgeheugen op in een variabele, zodat het niet getoond hoeft te worden. Out of Memory (Geen geheugenruimte meer). In het ernstigste geval heeft de calculator onvoldoende geheugenruimte om welke bewerking dan ook uit te voeren - het stapelgeheugen of de menulabels tonen, een commando uitvoeren etc. In deze situatie *moet* u eerst een gedeelte van het geheugen wissen voor u verder gaat. Er wordt een speciale Out of Memory procedure in werking gesteld, die begint met de volgende melding:



De calculator vraagt u om met YES of NO aan te geven of u het object in niveau 1 (gespecificeerd door het objecttype) wel of niet wilt verwijderen; in het bovenstaande voorbeeld is dit een reële matrix. Als u op YES drukt, wordt het object verwijderd en kunt u opnieuw kiezen voor het nieuwe object in niveau 1. Deze opeenvolging van objecten gaat door tot het stapelgeheugen leeg is of tot u op NO drukt. Vervolgens ziet u in de display de vraag of de inhoud van LAST CMD ((LAST CMD)) verwijderd mag worden. Hierna volgen nog een aantal andere vragen. In de volgende lijst ziet u voor welke elementen gevraagd

wordt of ze gewist kunnen worden:

- 1. Niveau 1 van het stapelgeheugen.
- 2. De inhoud van LAST CMD.
- 3. De inhoud van LAST STACK (indien actief).
- 4. De inhoud van LAST ARG (indien actief).
- 5. De variabele PICT (indien aanwezig).
- 6. Alle gebruikerstoetsen.
- 7. Alle alarmmeldingen.
- 8. Het gehele stapelgeheugen (als dit nog niet leeg is).
- 9. De namen van alle algemene variabelen.
- 10. De namen van de markeringen van de poort 0 objecten.

Opmerking

De procedure kunt u ook laten beginnen bij de commandoregel en *daarna* verder gaan met het stapelgeheugen, de inhoud van LAST CMD etc. Als u met NO antwoordt op de vraag of de commandoregel

verwijderd moet worden, komt u weer terug in de commandoregel als u de Out of Memory procedure beëindigt.

De vraag voor de variabelen (nr. 9 in de lijst) begint met het nieuwste object in de *HOME* inhoudsopgave en gaat dan verder voor de objecten die daarop volgen. Als de variabele die verwijderd moet worden een lege inhoudsopgave is, wordt deze met YES verwijderd. Als de inhoudsopgave niet leeg is en u met YES antwoordt, gaat de procedure door met de variabelen in deze inhoudsopgave (vanaf de nieuwste variabele tot de oudste).

U kunt op elk gewenst moment proberen de Out of Memory procedure te onderbreken door op ATTN te drukken. Als er voldoende geheugenruimte beschikbaar is, ziet u weer de normale display van de calculator. Is dit niet het geval, dan hoort u een pieptoon en gaat de calculator verder met de procedure. Als de hele lijst afgewerkt is, probeert de HP 48 terug te keren naar de normale werking. Als er nog steeds niet genoeg geheugenruimte vrij is, begint de procedure weer opnieuw met de bovenstaande lijst.

Variabelen en het VAR menu



Een variabele is een geheugenplaats met een naam waar een object in staat. De HP 48 gebruikt variabelen (in plaats van numerieke opslagregisters), omdat u op deze manier informatie kunt opslaan en opvragen met namen die iets betekenen. U kunt bijvoorbeeld de zwaartekracht, 9,81 m/s², opslaan in een variabele met de naam G en dan de naam gebruiken om de inhoud van de variabele aan te geven. Er zijn twee soorten variabelen:

- Algemene variabelen zijn gewone variabelen die in het geheugen blijven tot u ze verwijdert.
- Lokale variabelen zijn tijdelijke variabelen die door een programma gemaakt worden. Zij bestaan alleen terwijl het programma uitgevoerd wordt en kunnen niet buiten het programma gebruikt worden.

In dit hoofdstuk worden de algemene variabelen behandeld. De lokale variabelen worden besproken in hoofdstuk 25.

Voorbeeld: het gebruik van variabelen.

Toon het VAR menu. Als u dit voor het eerst oproept, staan er lege labels in voor de algemene variabelen die u maakt en de gereserveerde variabelen die de HP 48 zelf maakt. (Het VAR menu is niet altijd leeg.)

VAR

Als u de variabele G wilt maken, voert u eerst de waarde en de naam van de variabele in.

9.81 (UNITS SPEED M/S S [] G [ENTER]

Voer STO (opslaan) uit om de variabele te maken en de waarde in de variabele op te slaan. Toon vervolgens opnieuw het VAR menu om de menulabel voor de variabele te bekijken.

STO VAR

De waarde en de naam worden uit het stapelgeheugen verwijderd en in het VAR menu staat nu een label voor de variabele G.

Maak de variabele M met de waarde 7. Er verschijnt een label voor de variabele M.

7 [ENTER] M ENTER STO

Vraag nu de inhoud van G op met behulp van het VAR menu.

U kunt ook de inhoud van een variabele berekenen zonder het VAR menu te gebruiken. Vraag nu de waarde van M op.

M [ENTER]

2: 1:		9,8	31_m	∕s^2 7
M	G			

9,81_m

MG

Plaats de naam 'M' in het stapelgeheugen.



3:		9,8	31_m	∕s^2
1:				ישי
M	G			

G

MG

D H MIN S

Nu staat de naam op niveau 1 in het stapelgeheugen en kunt u M verwijderen.



Een variabele maken

Het STO commando

Het STO commando neemt een object en een naam uit het stapelgeheugen en slaat het object op in een variabele met die naam. Als de variabele niet bestaat, wordt deze gemaakt in de huidige inhoudsopgave. (De inhoudsopgaven worden behandeld in hoofdstuk 7. Als u geen inhoudsopgaven hebt gemaakt, worden alle variabelen in de HOME inhoudsopgave gemaakt.) Als de variabele reeds bestaat, wordt de oude waarde door het object in het stapelgeheugen vervangen.

U kunt alle objecttypes opslaan in een variabele.

Voorbeeld: een variabele maken. Maak de variabele VCT1 met als inhoud de vector [1 2 3].

Voer de vector [1 2 3] in.

▲ 1 SPC 2 SPC 3 ENTER

1: [1 2 3] Phats Paus Hype Tamas Vector Same

Toets de naam van de variabele in en druk op <u>STO</u>. Toon het VAR menu als dit nog niet in de display staat, zodat u de nieuwe variabele kunt zien.

UVCT1 STO VAR VCT1 G

Het DEFINE commando

Het DEFINE commando kan gebruikt worden om variabelen te maken van algebraïsche vergelijkingen. Als in niveau 1 een vergelijking staat met een geldige naam als linkerzijde, wordt de uitdrukking aan de rechterzijde van de vergelijking door het uitvoeren van DEFINE in de naam van de linkerzijde opgeslagen. Bij de toetsaanslagen 'A=6' DEF wordt 6 bijvoorbeeld opgeslagen in de variabele A.

Als vlag -3 actief is, wordt de uitdrukking die opgeslagen moet worden, indien mogelijk berekend tot een getal voor het wordt opgeslagen. Als vlag -3 niet actief is, wordt de uitdrukking zonder berekening opgeslagen. Met de toetsaanslagen 'R=10+10' (DEF) wordt bijvoorbeeld de variabele *A* gemaakt en daarin 10+10 opgeslagen als vlag -3 niet actief is (de standaardinstelling), en wordt 20 opgeslagen als vlag -3 actief is.

Namen van variabelen

Een naam kan maximaal 127 tekens bevatten. Dit kunnen letters, cijfers en de meeste andere tekens zijn.

In een menulabel kunnen maximaal 12 tekens getoond worden. Als een naam te lang is voor een label, wordt het begin van de naam getoond.

De volgende tekens kunnen niet in een naam worden opgenomen:

- Tekens die objecten van elkaar scheiden: scheidingstekens (# [] " ' { } () « » : _), spatie, punt, komma of @.
- Wiskundige functiesymbolen (+ * $\land \land \land = \langle \rangle \leq \geq \neq \partial \land$!).

Namen kunnen niet met een cijfer beginnen. De namen van commando's (bijvoorbeeld SIN *i* of π) kunnen niet gebruikt worden als naam van een variabele. Bovendien is PICT een speciale naam die de HP 48 gebruikt voor het huidige grafisch object. Deze naam kan niet gebruikt worden als naam van een variabele.

Sommige namen zijn wel geldig, maar worden al door de HP 48 gebruikt voor een specifiek doel. Deze namen worden gereserveerde variabelen genoemd.

• EQ geeft de huidige vergelijking aan die gebruikt wordt door HP Solve en Plot.

- In CST staan gegevens voor individuele menu's.
- In ΣDAT staat de huidige statistische matrix.
- In ALRMDAT staan de gegevens voor een waarschuwingssignaal dat gemaakt of gewijzigd wordt.
- In ΣPAR staat een lijst met parameters die gebruikt worden door de STAT commando's.
- In *PPAR* staat een lijst met parameters die gebruikt worden door de PLOT commando's.
- In PRTPAR staat een lijst met parameters die gebruikt worden door de PRINT commando's.
- In *IOPAR* staat een lijst met parameters die gebruikt worden door de IO commando's.
- s1, s2, ... worden gemaakt door ISOL en QUAD om willekeurige tekens aan te geven die deel uitmaken van een symbolische oplossing.
- n1, n2, ..., worden gemaakt door ISOL om een willekeurig geheel getal aan te geven dat deel uitmaakt van een symbolische oplossing.
- Namen die met "der" beginnen, geven door de gebruiker gedefinieerde afgeleiden aan.

U kunt deze namen gebruiken, maar vergeet niet dat ze door bepaalde commando's als impliciet argument worden gebruikt. Als u de inhoud van deze variabelen wijzigt, worden de commando's misschien niet goed uitgevoerd.

De inhoud van een variabele gebruiken

Als u een variabele hebt gemaakt, zijn er twee manieren om de inhoud terug te krijgen:

- De naam van de variabele evalueren. (Dit is de meest gebruikelijke manier om met variabelen te werken.)
- De inhoud van de variabele opvragen.

De naam van een variabele evalueren

Als u de naam van een variabele evalueert, wordt het object berekend dat in die variabele is opgeslagen. Bij objecten die niet bestaan uit een programma, een inhoudsopgave of een naam, wordt de inhoud van het object teruggeplaatst in het stapelgeheugen. De naam van een variabele wordt geëvalueerd als:

- U op de bijbehorende toets in het VAR menu drukt. Als u bijvoorbeeld op G drukt, wordt G berekend en de inhoud getoond.
- U de naam intoetst (zonder aanhalingstekens) en op ENTER drukt. Als u bijvoorbeeld G ENTER intoetst, wordt G berekend.

Voorbeeld: de naam van een variabele evalueren vanuit het VAR menu. Maak drie variabelen — A met als inhoud 2, B met als inhoud 5 en ALG met als inhoud de algebraïsche uitdrukking 'A+B'. Bereken deze vervolgens vanuit het VAR menu.

Laat het VAR menu verschijnen en maak de variabelen.

VAR 2 ENTER () A STO 5 ENTER () B STO () A + B ENTER () ALG STO

Evalueer ALG, B en A.

ALG	3:	'A+B <u>'</u>
B	2:	Ş
A	1.	2
	MLG B M L	

De inhoud van de drie variabelen staat nu in het stapelgeheugen.

Variabelen waar een programma in staat. Als u de naam evalueert van een variabele waar een programma in staat, *start* u het programma.

Voorbeeld: een variabele met een programma evalueren. Maak de variabele *ADD2* met als inhoud het programma « + + » en start dan het programma om 3, 4 en 5 op te tellen.

Maak de variabele.

ADD2 ALG B A VCT1 G

ALG B A VCT1 G

Plaats nu 3, 4 en 5 in het stapelgeheugen en evalueer ADD2. Het programma voert twee optellingen na elkaar uit.

3 (SPC) 4 (SPC) 5 RDD2 1: 12 HDD2 HLG B A VCT1 G

Variabelen die een inhoudsopgave of een naam bevatten. Als in een variabele een inhoudsopgave staat, gaat de calculator na evaluatie van de naam naar die inhoudsopgave. (De inhoudsopgaven worden behandeld in hoofdstuk 7.)

Als in een variabele een naam staat, wordt na het evalueren van de variabele de daarin opgeslagen naam geëvalueerd. Als bijvoorbeeld in de variabele D de naam ALG staat, en de inhoud van ALG 'A + B' is, wordt na het indrukken van D 'A + B' in het stapelgeheugen geplaatst.

De inhoud van variabelen opvragen

Als u een variabele oproept, wordt de inhoud zonder evaluatie in het stapelgeheugen geplaatst. Er zijn twee manieren om een variabele op te vragen:

- Druk in het VAR menu op per gevolgd door een menutoets. Als u bijvoorbeeld op P ADD2 drukt, wordt de inhoud van ADD2 opgevraagd.
- Plaats de naam van de variabele in het stapelgeheugen en voer RCL uit (RCL).

Omdat voor het opvragen meer toetsaanslagen nodig zijn dan voor het evalueren van de naam, wordt deze mogelijkheid voornamelijk gebruikt om een kopie te maken van een opgeslagen variabele met als inhoud een programma, een inhoudsopgave of een naam. (Bij andere objecttypes hoeft u alleen maar de naam te evalueren.)

Voorbeeld: de inhoud van een variabele opvragen

Roep het programma op dat opgeslagen is in ADD2

1 ADD2 ENTER	1:	« + •	+ »
▶ RCL	ADD2 ALG B A	VCT1	G

De inhoud van variabelen veranderen

Er zijn drie manieren om de inhoud van een variabele te veranderen:

- Plaats de nieuwe inhoud in niveau 2 en de naam van de variabele in niveau 1 en voer daarna STO uit.
- Plaats de nieuwe inhoud op niveau 1, druk eerst op en vervolgens op de menulabel voor de variabele.
- Plaats de naam van de variabele in niveau 1, druk op VISIT, wijzig de inhoud en druk vervolgens op ENTER.

Voorbeeld: de inhoud van een variabele veranderen. Verander de inhoud van ADD2 van $\ll + + \gg$ in $\ll 2 + \gg$.

Voer de nieuwe inhoud in.

1: < 2 + » NOO2 ALG B A VCT1 G

Sla de nieuwe inhoud op in ADD2.

ADD2

ADD2 ALG B A VCT1 G

Het gebruik van variabelen met en zonder aanhalingstekens

In de vorige voorbeelden werden de namen van variabelen zowel met ('ADD2') als zonder aanhalingstekens (ADD2) gebruikt. Het scheidingsteken ' is heel belangrijk.

- Als u een naam begrenst met [] wordt nadat u op ENTER drukt, de naam van de variabele in het stapelgeheugen geplaatst. De aanhalingstekens voorkomen dat de HP 48 de naam direct evalueert. Gebruik de aanhalingstekens als de naam het argument van een commando is, zoals bij STO, RCL en PURGE, of wanneer de naam gebruikt wordt voor een symbolische berekening.
- Voer een naam zonder aanhalingstekens in, als u de naam direct wilt evalueren. Wat er daarna gebeurt, is afhankelijk van het objecttype van de inhoud. (Zie het vorige onderwerp, "De naam van een variabele evalueren".)

Als u een naam zonder aanhalingstekens uitvoert die niet bestaat (er is geen variabele met die naam gemaakt), wordt de naam tussen aanhalingstekens in het stapelgeheugen geplaatst. Door de mogelijkheid om namen te gebruiken zonder variabelen te maken, kunt u met de HP 48 symbolische bewerkingen uitvoeren.

Het VAR menu en de REVIEW catalogus

In het VAR menu VAR staat een label voor elke algemene variabele die u in de huidige inhoudsopgave hebt gemaakt. Hiermee kunt u:

- De naam van een variabele evalueren druk op de menutoets.
- De inhoud van een variabele opvragen druk eerst op ren vervolgens op de menutoets.
- De inhoud van een variabele veranderen voer de nieuwe inhoud in het stapelgeheugen in en druk vervolgens op , gevolgd door de menutoets. (Zie voor een volledige beschrijving van deze eigenschap "De inhoud van variabelen veranderen" op pagina 121.)
- De naam van de variabelen gemakkelijker typen. Wanneer de commandoregel in de algebraïsche of programma invoermodus staat, functioneren de menutoetsen als hulp bij het typen.
- Een REVIEW catalogus van de variabelen gebruiken. Als u op
 REVIEW drukt, verschijnt de naam en de inhoud van alle variabelen op de huidige pagina van het VAR menu.

Als er meer dan zes labels in het menu staan, kunt u met NXT en PREV naar een andere pagina gaan.

Voorbeeld: het VAR menu en de REVIEW catalogus gebruiken.

Maak een variabele met de naam OPTION waar 6,011991 in staat, en toon het VAR menu.

OPTIO ADD2 ALG B A VCT1

6.011991 [ENTER]
OPTION STO
VAR

Vraag de waarde van de variabele op.

▶ OPTIO

1: 6,011991 Optio Adde Alg B A Vett

Voer de naam van de variabele in.

OPTIO ENTER

2:	É	5,01	1991
1:		OPT	ION'
OPTIO ADD2 ALG	B	Ĥ	VCT1

Toon een catalogus van de variabelen.

OPTION: ADD2: ≮ ALG: 'A+ B: 5	6,0 2 + B'	1199 *	91	
A: 2 VCT1: [12	3]		
OPTIO MOD2	ĤL/G	8	Ĥ	VCD

Bij de volgende toetsaanslag wordt eerst het overzicht geannuleerd, daarna verschijnt het stapelgeheugen weer en vervolgens wordt de toetsaanslag zelf uitgevoerd.

Het VAR menu opnieuw ordenen

U kunt de inhoud van het VAR als volgt opnieuw ordenen:

- 1. Maak een lijst met de namen van de variabelen in de volgorde waarin ze in het VAR menu moeten komen. Niet alle namen hoeven in de lijst te staan. De namen die u weglaat komen achter de namen van de lijst.
- 2. Voer het ORDER commando uit (MEMORY ORDER).

Het VARS commando (MEMORY VARS) is één van de manieren om de lijst te maken (stap 1). VARS geeft een lijst met alle variabelen in de huidige inhoudsopgave. U kunt de lijst vervolgens bewerken.

Variabelen verwijderen

Afzonderlijke variabelen verwijderen

Als u een variabele wilt verwijderen, voert u de naam in en drukt u op PURGE.

Voorbeeld: een variabele verwijderen.

Verwijder de variabele *OPTION* die u in het vorige voorbeeld hebt gemaakt (u kunt de naam intoetsen of de menutoets van de variabele gebruiken om de naam te typen):

OPTION
PURGE
of
OPTIO
FURGE

Meer dan één variabele verwijderen

Als u meer dan één variabele tegelijkertijd wilt verwijderen, maakt u een lijst met de namen van de variabelen die u wilt verwijderen.

Voorbeeld: meerdere variabelen tegelijkertijd verwijderen. Stel dat u een aantal variabelen hebt gemaakt, zodat het VAR menu er als volgt uitziet:

A B C D E

ADD2 ALG B A VCT1 G

Als u nu A, B and C wilt verwijderen, maakt u een lijst met de namen van deze variabelen. (U ziet dat door $\{ \}$ de commandoregel in de programma invoermodus komt.)

 Image: A mathematical strength
 A mathematical strength

 C
 ENTER

1: {ABC} A B C D E

Voer het PURGE commando uit.



Alle variabelen verwijderen

Met het CLVAR (Clear Variables, variabelen wissen) worden alle variabelen in de huidige inhoudsopgave gewist. Omdat dit commando een groot aantal gegevens kan wissen, is er geen toets om het direct uit te voeren. Met behulp van PURGE verschijnt CLVAR in de commandoregel. Druk op ENTER om het commando uit te voeren.

Fouten herstellen

Als u een variabele per ongeluk overschrijft of verwijdert door op STO of PURGE te drukken, kunt u de vergissing herstellen door op LAST ARG te drukken voor u een andere bewerking uitvoert. Hierdoor komt de inhoud en de naam van de variabele die u door de fout hebt gewist, weer in het stapelgeheugen. Druk vervolgens op STO om de variabele te herstellen.

Berekeningen met variabelen

De rekenkundige commando's voor variabelen voeren rekenkundige bewerkingen uit op de inhoud van een variabele, zonder de inhoud op te vragen in het stapelgeheugen. De commando's staan in het MEMORY rekenkundig menu (MEMORY).

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	DRY):	
STO+	STO+	Telt twee objecten op waarbij het ene object uit het stapelgeheugen komt en het andere object de inhoud is van een variabele die gespecificeerd wordt door een naam in het stapelgeheugen. Het nieuwe object wordt opgeslagen in de variabele.

Rekenkundige commando's voor variabelen

Rekenkundige commando's voor variabelen (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
STO-	STO-	Trekt twee objecten uit het stapelgeheugen van elkaar af, waarbij één object uit het stapelgeheugen gebruikt wordt en het andere object de inhoud van een benoemde variabele is. Het nieuwe object is het verschil tussen het object in niveau 2 en het object in niveau 1.
STO¥	STO*	Vermenigvuldigt twee objecten, waarbij één object uit het stapelgeheugen gebruikt wordt en het andere object bestaat uit de inhoud van een variabele die is gespecificeerd door een naam in het stapelgeheugen. Het product wordt de nieuwe waarde van de variabele.
STOZ	STO/	Deelt twee objecten uit het stapelgeheugen waarbij één object uit het stapelgeheugen gebruikt wordt en het andere de inhoud van een benoemde variabele is. De nieuwe waarde van de variabele is het quotiënt van het object in niveau 2, en het object in niveau 1.
SINV	SINV	Berekent de inverse van de inhoud van de variabele waarvan de naam in het stapelgeheugen staat; het resultaat vervangt de oorspronkelijke inhoud van de variabele.

Rekenkundige commando's voor variabelen (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
SNEG	SNEG	Maakt de inhoud van de variabele in het stapelgeheugen negatief; het resultaat vervangt de oorspronkelijke inhoud van de variabele.
SCON	SCONJ	Conjugeert de inhoud van de variabele in het stapelgeheugen; het resultaat vervangt de oorspronkelijke inhoud van de variabele.

Voorbeelden van rekenkundige bewerkingen met variabelen

Commando	Vorige inhoud van ABC	Inhoud stapel- geheugen		Definitieve inhoud van ABC
STO+	10	2: 1:	'ABC' 6	16
	10	2: 1:	6 'ABC'	16
STO-	10	2: 1:	'ABC' 3	7
	10	2: 1:	3 'ABC'	-7

Voorbeelden van rekenkundige bewerkingen met variabelen

Commando	Vorige inhoud van ABC	Inhoud stapel- geheugen		Definitieve inhoud van ABC	
STO*	10	2: 1:	'ABC' 5	50	
	10	2: 1:	5 'ABC'	50	
STO/	20	2: 1:	'ABC' 2	10	
	20	2: 1:	5 'ABC'	0,25	
SINV	10	1:	'ABC'	0,1	
SNEG	10	1:	'ABC'	- 10	
SCONJ	(-2,-3)	1:	'ABC'	(-2,3)	

Twee andere commando's, INCR en DECR, worden voornamelijk gebruikt bij het programmeren. Deze commando's worden behandeld in hoofdstuk 27, "Lusstructuren".

Inhoudsopgaven



Met behulp van *inhoudsopgaven* kunt u variabelen op een zinvolle manier rangschikken. Ook kunt u informatie die u niet zo vaak gebruikt, "begraven" en gegevens beschermen die niet per ongeluk door een programma (of een andere gebruiker) veranderd mogen worden.

In dit hoofdstuk worden de volgende onderwerpen behandeld:

- De basisprincipes van inhoudsopgaven in de HP 48.
- Subinhoudsopgaven maken.
- Variabelen in inhoudsopgaven maken en benaderen.
- Inhoudsopgaven wisselen, verwijderen en bewerken.

Basisprincipes van inhoudsopgaven

Om inhoudsopgaven te kunnen gebruiken, moet u verschillende basisprincipes begrijpen:

Inhoudsopgaven worden opgeslagen in variabelen met een naam en staan in het VAR menu. Om ze van andere variabelen in het VAR menu te onderscheiden, staat er een tab aan de linker bovenzijde van het menulabel van de inhoudsopgave.

- HOME is de inhoudsopgave van het hoogste niveau. Het is de enige inhoudsopgave die aanwezig is als u de calculator voor het eerst aanzet.
- Er is altijd één inhoudsopgave die de huidige inhoudsopgave is. Als u op [VAR] drukt, verschijnt een menu met de variabelen in deze inhoudsopgave. (Als u de HP 48 voor het eerst aanzet, is HOME de huidige inhoudsopgave.)
- Als in inhoudsopgave A de naam van inhoudsopgave B staat, is A de hoofdinhoudsopgave van B en B een subinhoudsopgave van A.
- De opeenvolging van inhoudsopgaven, die begint met HOME en tot inhoudsopgave B gaat, is de route van B. Als B de huidige inhoudsopgave is, is de route van deze inhoudsopgave de huidige route. De huidige route wordt getoond in het statusgebied.



In de volgende afbeelding ziet u een voorbeeld van een inhoudsopgavestructuur.



HOME bestaat uit vier onderdelen: twee daarvan (PROG en EQUN) zijn namen van subinhoudsopgaven. HOME is de hoofdinhoudsopgave van PROG en EQUN. Verder naar beneden is PROG de hoofdinhoudsopgave van MATH, en MATH de hoofdinhoudsopgave van ARAY. Ook kan men zeggen dat PROG een subinhoudsopgave van HOME is, dat MATH een subinhoudsopgave van PROG is en dat ARAY een subinhoudsopgave van MATH is.

De route van EQUN is { HOME EQUN }; de route van ARAY is { HOME PROG MATH ARAY }.

Het PATH commando ((MEMORY PATH) geeft de route naar de huidige inhoudsopgave in de vorm van een lijst met namen van inhoudsopgaven. Als bijvoorbeeld ARAY de huidige inhoudsopgave is, en u PATH uitvoert, komt de lijst < HOME PROG MATH ARAY 3 in niveau 1 te staan. (Door een inhoudsopgavenlijst te evalueren, kunt u naar de inhoudsopgave gaan die door de route wordt aangegeven.)

Subinhoudsopgaven maken

Als u een subinhoudsopgave wilt maken, voert u de naam van de subinhoudsopgave in en drukt u op <u>CRDIR</u>. De nieuwe naam wordt toegevoegd aan het VAR menu. Een tab aan de linker bovenzijde van de menulabel geeft aan dat het een inhoudsopgave is.

Voorbeeld: subinhoudsopgaven maken en gebruiken. Maak twee subinhoudsopgaven in de *HOME* inhoudsopgave. Noem ze *EQUN* en *PROG*.

Druk eventueel op HOME om HOME de huidige inhoudsopgave te maken. (In het statusgebied ziet u $\langle HOME \rangle$.) Roep vervolgens het VAR menu op.

VAR

G

In de bovenstaande display ziet u dat het stapelgeheugen leeg is en in HOME de variabele G staat. (Het stapelgeheugen en de HOME inhoudsopgave kunnen verschillend zijn.)

Gebruik het CRDIR commando (Create directory, maak inhoudsopgave) om de subinhoudsopgaven te maken.

EQUN () MEMORY CRDIR
 PROG CRDIR VAR

PROG EQUN G

(HOME EQUN)

De namen van de nieuwe inhoudsopgaven zijn toegevoegd aan het VAR menu. Een tab aan de linker bovenzijde van de labels geeft aan, dat het om inhoudsopgaven gaat. Ga nu naar de EQUN inhoudsopgave. In eerste instantie is deze inhoudsopgave leeg.

EQUN

Sla 'Y=SIN(X)' op in een variabele die u *WAVE* noemt. De label wordt in het VAR menu gezet.

 Y
 SIN
 X

 WAVE
 STO

Ga naar de HOME inhoudsopgave. (Met **MUP** komt u in een hogere inhoudsopgave.)

← HOME of PROG EQUNI G

MAVE

Variabelen in inhoudsopgaven maken en benaderen

Variabelen maken

Als u een variabele maakt, wordt deze toegevoegd aan de huidige inhoudsopgave. Als de naam van de variabele al bestaat in die inhoudsopgave, overschrijft de nieuwe variabele de vorige inhoud.

Variabelen opvragen

Als u een naam evalueert, zoekt de HP 48 deze naam in de huidige inhoudsopgave. Als de naam daar niet in staat, zoekt de HP 48 in de hoofdinhoudsopgave en volgende hogere hoofdinhoudsopgaven tot in de *HOME* inhoudsopgave als dat nodig is. Deze procedure biedt verschillende mogelijkheden:

- U kunt een variabele in de *HOME* inhoudsopgave vanuit elke andere inhoudsopgave opvragen, als er geen andere variabele met dezelfde naam in de huidige route staat. De variabelen *M* en *G* in de afbeelding op pagina 130 kunnen bijvoorbeeld vanuit elke inhoudsopgave worden opgevraagd. Als in de *PROG* inhoudsopgave een andere variabele *M* staat, wordt deze variabele gebruikt als *PROG*, *MATH*, of *ARAY* de huidige inhoudsopgave is.
- Variabelen in een inhoudsopgave in een lager niveau dan de huidige inhoudsopgave kunnen niet worden benaderd. Als u weer naar het voorbeeld op pagina 130 kijkt, waarbij EQUN de huidige inhoudsopgave is, kunt u geen variabele uit de PSIC inhoudsopgave benaderen.
- U kunt de naam van een variabele tweemaal gebruiken. De twee variabelen A in de afbeelding op pagina 130 staan niet met elkaar in verbinding; de ene kan opgevraagd worden vanuit *MATH* en de andere vanuit *PSIC*.

Naar een andere inhoudsopgave gaan

Naar een andere subinhoudsopgave gaan

Als u naar een andere subinhoudsopgave wilt gaan, evalueert u de naam van die inhoudsopgave. Ga bijvoorbeeld als volgt te werk:

- Druk op de menutoets voor de gewenste inhoudsopgave in het VAR menu.
- Toets de naam van de inhoudsopgave zonder aanhalingstekens in en druk op ENTER.
- Voer een lijst in met de route naar de gewenste subinhoudsopgave en druk op EVAL.

Naar de hoofdinhoudsopgave of naar HOME

U kunt met twee commando's naar een hogere inhoudsopgave gaan:

- Met UPDIR () komt u één niveau hoger in de hoofdinhoudsopgave.
- Met HOME (→ HOME) komt u in de HOME inhoudsopgave.

Ook kunt u naar een willekeurige inhoudsopgave gaan door de naam van die inhoudsopgave in de huidige route te evalueren.

Variabelen en inhoudsopgaven verwijderen

De inhoud van een inhoudsopgave verwijderen

Afzonderlijke variabelen verwijderen. Als u een bepaalde variabele wilt verwijderen, zet u de naam in het stapelgeheugen en voert u PURGE () PURGE) uit.

Alle variabelen in een inhoudsopgave verwijderen. Met het CLVAR commando kunt u alle variabelen in de huidige inhoudsopgave verwijderen. (CLVAR heeft geen menutoets, maar met behulp van PURGE kunt u CLVAR typen.) Als de huidige inhoudsopgave een subinhoudsopgave bevat die niet leeg is, wordt CLVAR niet uitgevoerd en komt de subinhoudsopgave als eerste label in het VAR menu te staan.

Variabelen verwijderen met het VAR commando. Het VAR commando (() MEMORY VARS) geeft een lijst met alle variabelen en subinhoudsopgaven in de huidige inhoudsopgave. Deze lijst, of een gewijzigde versie van de lijst, kan gebruikt worden als argument voor PURGE.

Een inhoudsopgave verwijderen

Een inhoudsopgave moet leeg zijn voor hij verwijderd kan worden met PURGE. Er mogen dus geen variabelen meer in staan. Als een inhoudsopgave leeg is, kan deze op dezelfde manier als andere variabelen verwijderd worden — zet de naam in het stapelgeheugen en voer PURGE uit. Lege subinhoudsopgaven kunt u ook verwijderen met het CLVAR commando. Een inhoudsopgave die niet leeg is, kan verwijderd worden door de naam in het stapelgeheugen te zetten en PGDIR (<u>MEMORY</u> <u>NXT</u> <u>NXT</u> <u>PGDIR</u>) uit te voeren. (Wees voorzichtig als u dit commando gebruikt controleer wat u verwijdert voordat u het commando uitvoert!)

Inhoudsopgave-objecten gebruiken

Een subinhoudsopgave is een variabele waar een *inhoudsopgave-object* in staat. Het maken van een subinhoudsopgave met CRDIR (Create Directory, inhoudsopgave maken) lijkt op het maken van ander variabelen met STO, alleen wordt bij CRDIR een variabele gemaakt waar een leeg inhoudsopgave-object in staat. Met [] EQUN <u>CRDIR</u>maakt u bijvoorbeeld de inhoudsopgave *EQUN* door een leeg inhoudsopgave-object op te slaan in een variabele met de naam *EQUN*.

U kunt een inhoudsopgave op twee manieren opvragen in het stapelgeheugen:

- Druk eerst op en vervolgens op de menutoets voor de inhoudsopgave in het VAR menu.
- Toets de naam van de inhoudsopgave tussen aanhalingstekens in en druk op → RCL.

Inhoudsopgave-objecten worden als volgt getoond:

DIR	
naam ₁	object ₁
naam ₂	object ₂
:	
END	

waarbij $naam_n$ de naam van een variabele in de inhoudsopgave is, en object_n de inhoud van de variabele. De woorden DIR en END begrenzen het inhoudsopgave-object. (U kunt ook een inhoudsopgave in deze vorm maken of bewerken in de commandoregel).

Omdat subinhoudsopgaven variabelen met een speciaal objecttype zijn, kunnen ze op dezelfde manier als andere variabelen bewerkt worden. Ze kunnen bijvoorbeeld opgevraagd worden in het stapelgeheugen en vervolgens teruggezet worden in een andere inhoudsopgave. Op deze manier kunt u subinhoudsopgaven kopiëren of verplaatsen. *HOME* is een speciale inhoudsopgave en *geen* variabele. Daarom kan de inhoud van deze inhoudsopgave niet op dezelfde manier bewerkt worden als die van inhoudsopgave-objecten.

Voorbeeld: een inhoudsopgave opvragen in het stapelgeheugen. Verander de naam van de inhoudsopgave EQUN in BIO.

Roep de inhoudsopgave in het stapelgeheugen op.

□ EQUN PRCL

1:	DIR WAVE END	'Y=	SINC	(X)	
PRO	G EQUN	G			

Sla de inhoudsopgave onder een andere naam op.

BIO STO

BID PROG EQUN G

EQUN (MEMORY) (NXT) (NXT) PGDIR BID PROG G



Als u een inhoudsopgave in het stapelgeheugen opvraagt en deze vervolgens bewerkt, wordt ook het eigenlijke inhoudsopgave-object gewijzigd.

Meer over algebraïsche objecten



Algebraïsche objecten worden in de HP 48 gebruikt voor symbolische wiskunde. In dit hoofdstuk komen onderwerpen aan de orde met behulp waarvan u het gedrag van algebraïsche uitdrukkingen beter kunt leren begrijpen:

- Het berekenen van algebraïsche uitdrukkingen.
- Regels van algebraïsche prioriteit.
- Uitdrukkingen en vergelijkingen

Het berekenen van algebraïsche uitdrukkingen

Door *berekenen* wordt een algebraïsche uitdrukking omgezet in zijn numerieke waarde. Als u een algebraïsche uitdrukking wilt berekenen, zet u de uitdrukking op de commandoregel of op niveau 1 en voert u EVAL uit (druk op <u>EVAL</u>).

Om te weten wat u kunt verwachten als u een algebraïsche uitdrukking berekent, moet u onthouden dat een algebraïsche uitdrukking gelijk is aan een *programma* (behandeld in hoofdstuk 4). Een programma is niets meer dan een opeenvolging van objecten die begrensd wordt door de scheidingstekens « ». Een programma evalueren betekent: "Zet elk object van het programma in het stapelgeheugen en evalueer het object als het om een commando of een naam zonder aanhalingstekens gaat". Dezelfde procedure wordt gevolgd als een algebraïsche uitdrukking wordt berekend. (Het enige verschil is dat de namen in algebraïsche uitdrukkingen niet tussen aanhalingstekens gezet kunnen worden.)

Stel dat de variabele X de waarde 3 bevat en Y de waarde 4. Als u'X+Y'EVAL uitvoert, wordt 7 in het stapelgeheugen gezet. Daarbij gebeurt het volgende:

- 1. De naam X wordt geëvalueerd, zodat 3 in niveau 1 van het stapelgeheugen komt.
- 2. Y wordt geëvalueerd, zodat 4 op niveau 1 komt en 3 naar niveau 2 schuift.
- **3.** + wordt geëvalueerd, zodat de argumenten 3 en 4 uit het stapelgeheugen genomen worden en het resultaat 7 berekend wordt.

Stel nu dat de variabele X de waarde 3 bevat en de variabele T een formele variabele is (geen waarde bevat). Als u 'X-T' EVAL uitvoert, komt '3-T' in het stapelgeheugen te staan. Daarbij gebeurt het volgende:

- 1. X wordt geëvalueerd, zodat 3 in niveau 1 komt.
- **2.** T wordt geëvalueerd. Omdat T geen waarde bevat, komt alleen T in niveau 1 en schuift 3 door naar niveau 2.
- 3. In dit geval gebruikt de argumenten 3 en ⊤uit het stapelgeheugen. Omdat ⊤een formele variabele is, zet – de algebraïsche uitdrukking '3-⊺' in niveau 1.

Stapsgewijze evaluatie. Evaluatie is een stapsgewijs proces. Stel dat 'B+5' in A staat, 'X/2' in B staat en 3 in X staat.

() B + 5 ENTER () A STO () X ÷ 2 ENTER () B STO 3 () X STO (VAR)



Bereken ' \Bar{A} 'B+5' op en de evaluatie van A 'B+5' op en de evaluatie van B 'X/2'.

Ů <u>(</u>x A x B EVAL 1: '√(B+5)*(X/2)' ∺ ⊮ Evalueer de algebraïsche uitdrukking opnieuw. Ook in dit geval levert de evaluatie van B steeds $\frac{1}{2}$ op. Verder levert de evaluatie van X steeds 3 op.

EVAL

Voer nog eens een evaluatie uit ter afsluiting van de procedure.

EVAL

1:		3,8242646352		
X	ŀ	Ĥ		

1: 'J(X/2+5)*1,5

Symbolische en numerieke oplossingen

In het vorige voorbeeld was de HP 48 in de Symbolische oplossingsmodus - herhaaldelijke evaluatie had een opeenvolgende berekening van symbolische termen tot gevolg, tot een numerieke oplossing werd bereikt. Dit is de standaardinstelling van de calculator. Als u de Numerieke oplossingsmodus kiest, wordt bij evaluatie van een algebraïsche uitdrukking in één stap direct een getal berekend. De Numerieke oplossingsmodus wordt geactiveerd door op (MODES) SYM te drukken (of vlag -3 actief te maken). Let erop dat deze modus de uitvoering van *functies* bestuurt — algebraïsche uitdrukkingen worden indirect beïnvloed.

Evalueer de algebraïsche uitdrukking van het vorige voorbeeld in de Numerieke oplossingsmodus.

3,824264635 (MODES) SYM■ STD - FIX SCI ENG SYN [] $\int x$ A \times B **EVAL**

Evaluatie van de algebraïsche uitdrukking levert direct een getal op.

Let erop dat bij evaluatie van een algebraïsche uitdrukking met een formele variabele (een variabele waarin geen object is opgeslagen) in de Numerieke oplossingsmodus een fout ontstaat, omdat met deze variabele geen numerieke oplossing berekend kan worden. Als u bijvoorbeeld 'X-T' evalueert, waarbij X de waarde 3 heeft, en T een formele variabele is, wordt 3 in niveau 2 en 'T' in niveau 1 geplaatst en ziet u de melding:

Het \rightarrow NUM commando. Als u na de evaluatie van een algebraïsche uitdrukking direct een numerieke oplossing oplossing wilt zien en de HP 48 staat in de Symbolische oplossingsmodus, voert u het \rightarrow NUM commando uit met de algebraïsche uitdrukking als argument. \rightarrow NUM:

- 1. Zet de HP 48 in de Numerieke oplossingsmodus (als de Symbolische oplossingsmodus actief is).
- 2. Voert EVAL uit.
- 3. Herstelt de Symbolische oplossingsmodus (als deze was ingeschakeld voor →NUM werd uitgevoerd).

Automatische vereenvoudiging

Bij evaluatie van bepaalde functies worden bepaalde symbolische argumenten of combinaties van argumenten vervangen door argumenten met een vereenvoudigde vorm. Als u bijvoorbeeld '1*X' evalueert, merkt de * functie dat één van de argumenten 1 is, en wordt de uitdrukking vervangen door 'X'. Hieronder staan enkele voorbeelden van automatische vereenvoudiging:

Oorspronkelijke uitdrukking	Vereenvoudigde uitdrukking
'SQ(1X)'	'X'
'X-X'	0
'X*INV(Y)'	'XZY'
'X^(-1)'	'INV(X)'
'COS(-X)'	'COS(X)'
'ABS(-X)'	'ABS(X)'
'EXP(LN(X))'	יאי
'CONJ(RE(X))'	'RE(X)'

De regels van algebraïsche prioriteit

De prioriteit van operanden in een algebraïsche uitdrukking bepaalt de volgorde voor de berekening van termen. Bewerkingen met een hogere prioriteit worden het eerst uitgevoerd. Algebraïsche uitdrukkingen worden van links naar rechts uitgevoerd voor operanden met dezelfde prioriteit. In de volgende lijst staan de functies van de HP 48 in volgorde van prioriteit gerangschikt, van de hoogste (1) tot de laagste prioriteit (11):

- 1. Uitdrukkingen tussen haakjes. Uitdrukkingen tussen geneste haakjes worden van binnen naar buiten geëvalueerd.
- 2. Functies zoals SIN of LOG, waarbij argumenten tussen haakjes vereist zijn.
- **3.** ! (factor).
- 4. Machten (^) en wortels (\mathcal{I}).
- 5. De termen negatief maken (-), vermenigvuldigen (*) en delen (<).
- 6. Optellen (+) en aftrekken (-).
- 7. Vergelijkende operanden (== $\neq \langle \rangle \leq \geq$).
- 8. De logische operanden AND en NOT.
- 9. De logische operanden OR en XOR.
- 10. Het linker argument voor | (waarbij).
- 11. Is-gelijk teken (=).

Hieronder staan enkele voorbeelden:

- 'A^3+B' verheft eerst A tot de derdemacht, en telt daarna B bij dit getal op, omdat ^ een hogere prioriteit heeft dan +
- 'A^(3+B)' verheft eerst A tot de macht 3+B, omdat een uitdrukking tussen haakjes een hogere prioriteit heeft dan ^.

Uitdrukkingen en vergelijkingen

Een uitdrukking is een algebraïsche expressie waarin geen = functie staat. SIN(X)-ATAN(2*X)+6*X' is een voorbeeld van een uitdrukking. Een vergelijking is een algebraïsche uitdrukking waar wel een = functie in staat. SIN(X)=ATAN(2*X)+6*X' is een voorbeeld van een vergelijking.

Als een vergelijking het argument van een functie is, is het resultaat ook een vergelijking waarbij de functie aan beide zijden is toegepast. 'X=Y' SIN geeft bijvoorbeeld 'SIN(X)=SIN(Y)'.

Bij de HP 48 geeft het = teken meestal aan dat twee uitdrukkingen gelijkgesteld worden. Het DEFINE commando (DEF) interpreteert = op een andere manier — de uitdrukking aan de rechterzijde van het = teken wordt *opgeslagen* in de naam aan de linkerzijde.

Aanverwante onderwerpen

In dit hoofdstuk worden niet alle aspecten van algebraïsche objecten objecten behandeld — deze objecten worden op vele verschillende manieren gebruikt in de HP 48. In de volgende paragrafen van de handleiding kunt u aanverwante onderwerpen vinden:

- "Symbolische constanten" op pagina 156 in hoofdstuk 9.
- "Het gebruik van symbolische argumenten met standaard wiskundige functies" op pagina 162 van hoofdstuk 9.
- "Complexe getallen in algebraïsche uitdrukkingen" op pagina 177 in hoofdstuk 11.
- "Eenheidsobjecten in algebraïsche uitdrukkingen" op pagina 191 in hoofdstuk 13.

Bovendien kunt u in hoofdstuk 17-19, 22, 23 en 25-31 zien hoe algebraïsche uitdrukkingen intensief worden gebruikt bij HP Solve, plotten, algebraïsche bewerkingen, calculus en programmeren.
Deel 2

Standaard eigenschappen

Standaard wiskundige functies



Zoals beschreven op pagina 44, is een functie een deelverzameling van commando's. Het verschil tussen functies en andere commando's is dat functies in algebraïsche objecten kunnen worden opgenomen. Dit betekent dat functies niet alleen argumenten uit het stapelgeheugen kunnen nemen; zij kunnen ook in algebraïsche notatie worden uitgevoerd, als onderdeel van een algebraïsche uitdrukking.

Voorbeeld: het uitvoeren van een standaard wiskundige functie met algebraïsche notatie en argumenten uit het stapelgeheugen. Bereken met een algebraïsche uitdrukking de sinus van 30°. Herhaal daarna de berekening met een argument uit het stapelgeheugen.

Zorg ervoor dat de calculator in Gradenmodus staat.

MODES NXT NXT DEG

DEG = RAD GRAD XYZ = RZZ RZZ

Stel de algebraïsche invoermodus in werking en voer de uitdrukking in. Geef het argument in algebraïsche notatie.

SIN 30 ENTER

1: 'SIN(30)' Deg Rad Grad Ryz Res Evalueer de algebraïsche uitdrukking.

EVAL

1: ,5 (065 - 840 (5840 872 - 842 844

Herhaal nu de berekening met een argument uit het stapelgeheugen.

Plaats het argument in het stapelgeheugen.

30 ENTER

2:					,5
1:					30
DEG 🗉	RAD	GRAD	XYZ 🗖	842	R44

Bereken de sinus van het argument.

SIN

2:					,5
11:					,5
DEG 🗆	RAD	GRAD	XYZ 🗆	R∠Z	R44

Vergeet niet dat de functies in de rest van dit hoofdstuk allemaal op beide bovengenoemde manieren kunnen worden uitgevoerd. Dit hoofdstuk behandelt:

- De verschillende functies voor het manipuleren van reële getallen.
 Veel van deze functies kunnen ook met andere objecttypes worden gebruikt.
- De ingebouwde symbolische constanten van de HP 48-π, e, i, MAXR (maximum reëel getal) en MINR (minimum reëel getal).

Het MTH (MATH) menu

Het MTH menu (MTH) bestaat uit een aantal specifieke wiskundige menu's. Veel van de in dit hoofdstuk beschreven functies kunt u vinden op het toetsenbord of in de PARTS, PROB, HYP en VECTR menu's. Dit zijn submenu's van het MTH menu. Druk op MTH om de menulabels voor deze submenu's te zien.

Rekenkundige en standaard wiskundige functies

Op het toetsenbord vindt u veel rekenkundige en algemene wiskundige functies:

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
Functies	met één argume	nt:
1/x	INV	Inverse.
\sqrt{x}	\checkmark	Vierkantswortel.
(1) (x ²)	SQ	Kwadraat.
/	NEG	Teken veranderen. Verandert het teken van het getal op de commandoregel. Als er geen commandoregel is, voert [/_] een NEG commando uit (het teken van het argument op niveau 1 verandert).
€] - 0	→Q	Converteert een decimale waarde naar de best mogelijke benadering door middel van een breuk.
Functies	met twee argume	enten:
+	+	Niveau 2 + niveau 1.
Ð	-	Niveau 2 - niveau 1.
×	*	Niveau 2 × niveau 1.
÷	/	Niveau 2 ÷ niveau 1.
*	^	Niveau 2 tot de macht van niveau 1. De algebraïsche notatie voor het $$ commando is ' y^x '.
<u>(1</u>	XROOT	De xde (in niveau 1) machtswortel van een waarde in niveau 2. De algebraïsche notatie voor het XROOT commando is 'XR00T(x,y)'.

Voorbeelden. Hierna volgen enige voorbeelden van wiskundige functies met één en twee argumenten.

Bereken 2,7^{1,1×1,6}. Voer eerst 2,7 in.

2.7 ENTER

Bereken vervolgens $1,1 \times 1,6$.

1.1 ENTER 1.6 🗙

Voer nu de machtsverheffing uit.

y*

Bereken $\sqrt[3]{28}$.

28 ENTER 3 🗗 🖅

Voer het complex getal (2;4) in en verander het teken van dit getal.

() 2 SPC 4 ENTER +/-

Vergelijk dit met wat er gebeurt als u meteen na het invoeren van de 4 op +/-- drukt.

() 2 SPC 4 +/- ENTER

De functie *naam* (niet geëvalueerd) wordt gebruikt in algebraïsche uitdrukkingen.

¹ Jx 5 ENTER

Evalueer de uitdrukking.

EVAL

PHATE PROS HYP MATE VECTS BASE

2: 2,7 1: 1,76 Chars Caus Five Cents Views Stars

1: 5,74381210967 Phats Page Hype Thats Vegits Base

1: 3,03658897188 Phats Page Rype Contr Vector Bose

1: (-2;-4) Phats Pade Hype Mate Vecto Base

2: (-2; -4) 1: (2; -4) Phats Page Two Mata Vector and

1: '55' PMATS PROS HVP MATA VECTA BASE

1: 2,2360679775 PRATE PROS HVP (ANTA MECTA BASE)

9: Standaard wiskundige functies 147

Functies voor breukconversie

 \rightarrow Q (\rightarrow Q) en \rightarrow Q π (\rightarrow ALGEBRA NXT \rightarrow Q π) geven de best mogelijke benadering door een breuk van een reëel getal. De breuk wordt weergegeven als een algebraïsche uitdrukking.

Voorbeeld: het converteren van een reëel getal naar een breuk met \rightarrow Q. Converteer 7,896 naar een breuk met behulp van \rightarrow Q.

Toets het getal in en voer $\rightarrow Q$ uit.

7.896 **(+)** +Q

1: '987/125' (Mats Pros Hyp Matri Vecta Base)

De nauwkeurigheid van de benadering hangt af van de display modus. Als de Standaard display modus (MODES STD) wordt gebruikt, is de benadering in 11 significante cijfers nauwkeurig. Als de *n* Fix display modus wordt gebruikt, is de benadering in *n* significante cijfers nauwkeurig.

 $\rightarrow Q\pi$ is vergelijkbaar met $\rightarrow Q$, behalve dat ook een factor π wordt uitgedeeld. $\rightarrow Q\pi$ geeft een benadering door een breuk van het oorspronkelijke getal *en* door een breuk van het oorspronkelijke getal gedeeld door π . Daarna worden de noemers vergeleken. Als de noemer door een benadering van de breuk van het oorspronkelijke getal de kleinste van de twee is, wordt die breuk in het stapelgeheugen gezet. Het resultaat is dan hetzelfde als met $\rightarrow Q$. Als de noemer van de breuk van het oorspronkelijke getal gedeeld door π de kleinste is, wordt die breuk, vermenigvuldigd met π , in het stapelgeheugen gezet.

Exponentiële, logaritmische en hyperbolische functies

Exponentiële en logaritmische functies

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
● 10 ^x ● LOG ● LOG ● LOG ● LN	ALOG LOG EXP LN	10-antilogaritme. Logaritme met grondtal 10. Natuurlijke antilogaritme (grondtal e). Natuurlijke logaritme (grondtal e).

Hyperbolische functies

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
МТН Н	?F :	
SINH	SINH	Sinus hyperbolicus: $(e^x - e^{-x})/2$.
ASINH	ASINH	Inverse sinus hyperbolicus: $\sinh^{-1} x$.
COSH	COSH	Cosinus hyperbolicus: $(e^x + e^{-x})/2$.
ACOSH	ACOSH	Inverse cosinus hyperbolicus: $\cosh^{-1} x$.
TANH	TANH	Tangens hyperbolicus: $\sinh x / \cosh x$.
ATAN	ATANH	Inverse tangens hyperbolicus: $\sinh^{-1}(x/\sqrt{1-x^2})$.
EXPM	EXPM	$e^x - 1$. Argument x bevindt zich in niveau 1. (EXPM is handig als het argument van e^x dicht bij 0 ligt.)

Hyperbolische functie (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
LNP1	LNP1	In $(x + 1)$. Argument x bevindt zich in niveau 1. (LNP1, In <i>plus</i> 1 is handig als het argument van In dicht bij 1 ligt.)

Voorbeeld. Bereken de sinus hyperbolicus van 5.

5 MTH HYP SINH

1: 74,2032105778 Sinh CSINH COSE COSE TENH BITEN

Procentfuncties

Procentfuncties

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
MTH PAI	RTS (pagina 2):	
×.	%	A procent van B (A bevindt zich in niveau 2, B in niveau 1): $(A \times B)/100$.
*CH	%СН	De procentuele verandering tussen A en B, als een percentage van A (A bevindt zich in niveau 2, B in niveau 1): ($(B - A)/A$) × 100.
<u>кт</u>	%Т	Percentage van het totaal (het totaal, A, bevindt zich in niveau 2 en de waarde B in niveau 1): $(B/A) \times 100$.

Voorbeelden. De volgende voorbeelden laten zien hoe de procentfuncties werken.

Bereken 12,5% van f650.

12.5 ENTER 650 MTH PARTS NXT % 1: 81,25 MIN MAX MOD 2 200 21

Bereken de procentuele verandering tussen 8 en 8,5.

 8 ENTER
 8.5 % CH
 1: 6,25

 Solution
 1: 6,25

 Solution
 1: 7

 Solution
 1: 7

 MIN
 MARK

 MIN
 MARK

 MIN
 MARK

Hoekmodus, trigonometrische functies en π

De hoekmodus kiezen

De hoekmodus bepaalt hoe de calculator hoekargumenten interpreteert en hoe in hoekeenheden uitgedrukte resultaten worden weergegeven.

Hoekmodi

Modus	Definitie	Indicator
Graden	¹ / ₃₆₀ van een cirkel.	Geen
Radialen	$^{1}/_{2\pi}$ van een cirkel.	RAD
Grads	¹ / ₄₀₀ van een cirkel.	GRAD

De hoekmodus kan met het toetsenbord op twee manieren worden veranderd:

- Druk op RAD om tussen Radiaalmodus en Gradenmodus te wisselen (of tussen Radiaalmodus en Grads modus als in het MODES menu de Grads modus is gekozen).
- Gebruik het MODES menu. Druk op (MODES NXT NXT), en dan op DEG, RAD of GRAD ; een blokje in het menulabel geeft aan welke modus in werking is gesteld.

Trigonometrische functies

Afhankelijk van de gebruikte hoekmodus, worden de hoekargumenten en uitkomsten geïnterpreteerd als graden, radialen of grads.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
SIN	SIN	Sinus.
	ASIN	Arcsinus.
COS	COS	Cosinus
ACOS	ACOS	Arccosinus.
TAN	TAN	Tangens.
	ATAN	Arctangens.

Trigonometrische functies

Voorbeeld. Bereken de sinus van 1,1 radiaal.

Stel de radiaalmodus in en voer de berekening uit.

MODES NXT NXT RAD

1:	,891207360061
DEG	RAD - GRAD XYZ - RZZ RZZ

Het gebruik van π

Het getal π kan niet exact worden weergegeven met een eindig getal met decimalen. De calculator geeft een benadering van π in 12 cijfers (3,14159265359).

De HP 48 heeft ook een symbolische constante π die π exact weergeeft. Als u op π drukt, wordt ' π ' in het stapelgeheugen gezet (mits vlag -3 niet actief is). In *Radiaal* modus wordt de symbolische constante door de SIN, COS en TAN functies herkend, en wordt een exacte uitkomst gegeven. SIN en COS herkennen ook $\pi/2$.

Om π door de 12-cijferige waarde te vervangen, drukt u op \longrightarrow NUM (het commando *naar numeriek*; zie "Symbolische constanten" op pagina 156 voor meer informatie).

Voorbeeld. Bereken $\cos (\pi/2)$ en $\cos (\pi/4)$. (Bij dit voorbeeld wordt ervan uitgegaan dat de calculator in de Symbolische oplossingsmodus is — er staat dan een blokje in de SYM= label op pagina 3 van het MODES menu).

Ga zo nodig naar de Radiaalmodus. Zet π' in niveau 1 en deel door 2.

¶MODES NXT NXT RAD ¶ित्र 2 ÷	1: 'π/2' Deg rhd grhd xyz - raz raz
Bereken de cosinus.	
COS	1: 0 Deg rhd grhd xyz raz raz
Voer $\pi/4$ in.	
€ ¶፹ 4 ÷	2: 1: 'π/4' deg rhd grhd xyz raz rax
Bereken $\cos(\pi/4)$.	
COS	2: 8 1: 'COS(π/4)' [][]]] (COS(π/4))

De HP 48 bewaart de symbolische constante π en geeft een algebraïsche uitdrukking als uitkomst.

Bereken een numerieke oplossing met \rightarrow NUM.

2:	0
1:	,707106781186
DEG	RAD 🖷 GRAD XYZ 🖷 RZZ 🛛 RZZ

Ga terug naar Gradenmodus door op DEG te drukken.

Functies voor hoekconversie

In het MTH VECTR menu kunnen decimale graden naar radialen worden geconverteerd met twee verschillende commando's. In het TIME menu kunt u met vier andere commando's berekeningen uitvoeren met de uren(graden)-minuten-seconden (HMS) notatie.

In de Gradenmodus worden voor hoekargumenten en uitkomsten *decimale graden* gebruikt.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
MTH VE	CTR (pagina 2):	
D→R	D→R	Graden (degrees) naar radialen. Converteert een in decimale graden uitgedrukt getal naar de equivalente waarde in radialen.
R→D	R→D	Radialen naar graden. Converteert een in radialen uitgedrukt getal naar de equivalente waarde in decimalen.
	(pagina 3):	
→HMS	→HMS	Decimalen naar HMS. Converteert een in decimale graden uitgedrukt getal naar HMS notatie.
HMS→	HMS→	HMS naar decimalen. Converteert een getal van HMS notatie naar decimale graden.
HMS+	HMS+	Telt twee getallen in HMS notatie bij elkaar op.
HMS-	HMS-	Trekt twee getallen in HMS notatie van elkaar af.

Functies voor hoekconversie

Hierna wordt de conversie van en naar HMS notatie schematisch weergegeven.



Voorbeeld. Converteer $1,79\pi$ radiaal naar graden.

Voer 1,79 π in.

1.79 <u>ENTER</u>

Gebruik de $R \rightarrow D$ functie. (Deze functie werkt ongeacht de huidige hoekmodus.)

MTH VECTR NXT R+D

Druk op \rightarrow NUM voor een numerieke oplossing.

Voorbeeld. Tel 25,2589 graden op bij 34 graden, 5 minuten en 21,22 seconden.

11:

11:

Converteer 25,2589 graden naar HMS notatie.

25.2589 ← TIME NXT NXT → HMS

Tel hierbij 34 graden, 5 minuten en 21,22 seconden op.

34.052122 HMS+

11:	59,205326
€HMS	HMS+ HMS+ HMS-

11:		'R	→D(1	l.79 [.]	*π)'
	÷V2	÷₩3	D→R	R÷0	

÷V2 ÷V3 D÷R R÷

DEG . RAD GRAD XYZ . R4Z R

'1.79*π'

25,153204

HMS HMS HMS+ HMS-

156 9: Standaard wiskundige functies

Symbolische constanten

Het gebruik van symbolische constanten

De HP 48 heeft vijf ingebouwde numerieke constanten: π , e, i, MAXR (maximum reëel getal) en MINR (minimum reëel getal). Gebruik kleine letters voor i en e. De voorbeelden op pagina 153 en 158 laten zien hoe π gebruikt wordt; i wordt behandeld in hoofdstuk 11.

Voorbeeld. Hierna volgen twee manieren om $e^{2,5}$ te berekenen — met e^* en met e.

Gebruik eerst de toetsenbordfunctie.

2.5 🗲 e^x

Voer een algebraïsche uitdrukking voor de exponent in. (De letter e voert u in door achtereenvolgens te drukken op @, en de menutoets waar E naast staat.)

¹ e y^x 2.5 ENTER

Druk op \rightarrow NUM om de uitdrukking in een getal om te zetten.

2:	12,1824939607
1:	12,1824939607
PARTS PROB	HYP MATE VECTS BASE

Het gebruik van waarden voor symbolische constanten

Voor numerieke constanten kunt u de symbolische vorm gebruiken of een benadering van de waarde. Als er een blokje staat in de <u>SYM</u> label in het MODES menu (de standaardstand), geven functies die met symbolische constanten werken een symbolische oplossing. Dit heet de *Symbolische oplossingsmodus*. Als u op de <u>SYM</u> toets drukt, zodat het blokje uit de label verdwijnt, is de *Numerieke oplossingsmodus* in werking gesteld. Functies geven dan een numerieke oplossing.

2:	12,1824939607
1:	'e^2,5'l
PARTS PROB	HYP MATE VECTE BASE

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

12,1824939607

Voorbeeld. Aangenomen wordt dat de calculator in de Symbolische oplossingsmodus staat (er staat dan een blokje in het SYM label van het MODES menu). Voer π en e in, zowel in de Symbolische oplossingsmodus als in de Numerieke oplossingsmodus, en vergelijk het resultaat. (Om de letter e te krijgen, drukt u achtereenvolgens op α , \square en de menutoets waar E naast staat.)

Voer π en e in de Symbolische oplossingsmodus in.

2: 1:			'π' 'e'
STD - FIX	SCI	ENG	SYM BEEPS

Voer π en e in de Numerieke oplossingsmodus in.

•	MOD	ES	SYM
•	πе	(EN	TER

4: 3:					'π' 'ρ'
Ž: 1:		3, 2,	1415 7182	5926 818	5359 2846
STD .	FIX	SCL	ENG	SYM	BEEP

Het gebruik van vlaggen voor het interpreteren van symbolische constanten

De systeemvlaggen -2 (symbolische constanten) en -3 (numerieke oplossing) bepalen of het berekenen van symbolische constanten een symbolische of een numerieke oplossing geeft. De standaardinstelling voor beide vlaggen is "niet actief".

- Als in de standaardstand (waarbij beide vlaggen niet actief zijn) een symbolische constante wordt geëvalueerd, verandert deze niet. U kunt de constante door zijn numerieke waarde vervangen door op
 ►NUM te drukken.
- Als vlag -3 actief is, wordt de constante bij evaluatie door zijn numerieke waarde vervangen. (Als vlag -3 actief is, staat er geen blokje in de SYM label van het MODES menu.)
- Als vlag 3 niet actief is en vlag 2 wel, geeft evaluatie van een symbolische constante een numerieke oplossing. (Echter, als de constante wordt gebruikt als argument van een functie, wordt een symbolische oplossing gegeven. Als u op EVAL drukt, krijgt u een numerieke oplossing.)

Het \rightarrow NUM commando geeft een numerieke oplossing, ongeacht de vlaginstelling.

Voorbeeld.

Om de werking van de vlaggen te zien, maakt u beide vlaggen inactief en voert u π in.

2 */_ (P) (MODES) (NXT) CF 3 */_ CF (チ) (ア	1 : Timen Roum :	יז" Stof RCLF SF CF
Maak vlag −2 actief en druk op 🖛 🛪.		
2 */_ SF • /	2: 1: [[]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]	'π' 3,14159265359 ਬਾਹਵੀ ਸ਼ਿਆਵਾ ਸਿੰਘ ਸਿੰਘ

Het uitvoeren van π gaf een numerieke oplossing.

Voer nu de *uitdrukking* π in.

13:	ויהי
Ž:	3,14159265359
1:	ī ₁ ī
TMEN	CLM STOF RCLF SF CF

Deel de symbolische π door 2.

2 ÷

3:	ית' 3.14159265359
1:	TT21
Distantisco	M STOF RCLF SF CF

Omdat vlag -3 niet actief is, wordt een symbolische oplossing gegeven.

Met de huidige vlaginstelling geeft [EVAL] een numerieke oplossing.

EVAL

3:	יתי
2:	3,14159265359
1:	1,5707963268
TMEN RCLI	1 STOF RCLF SF CF

Maak vlag -2 inactief om terug te keren naar de standaardinstelling (druk op 2 + - CF).

Faculteit, waarschijnlijkheid en willekeurige getallen

Commando's voor faculteit, waarschijnlijkheid en willekeurige getallen vindt u in het MTH PROB menu (MTH PROB).

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
MTH PR	(OB :	
COMB	СОМВ	Aantal combinaties van <i>n</i> (in niveau 2) items, genomen met <i>m</i> (in niveau 1) tegelijk.
PERM	PERM	Aantal permutaties van n (in niveau 2) items, genomen met m (in niveau 1) tegelijk.
I	!	Faculteit van een positief geheel getal. Als het niet om een geheel getal gaat, geeft ! $\Gamma(x + 1)$.
RAND	RAND	Geeft het volgende reële getal n ($0 \le n$ < 1) in een pseudo-willekeurige getallenreeks. Ieder willekeurig getal wordt de kiem voor het volgende willekeurige getal.
RDZ	RDZ	Geeft een willekeurig getal met de waarde in niveau 1 als kiem. Een reeks willekeurige getallen kan worden herhaald door met dezelfde kiem te beginnen.

Commanuo 3 1001 waarschijniijkneusberekenniger
--

Voorbeeld. Bereken het aantal combinaties en permutaties van 10 objecten die met 4 tegelijk worden genomen.



Overige functies voor reële getallen

De functies uit de volgende tabel vindt u in het MTH PARTS menu (MTH PARTS).

Commando /heashriiving		Voorbeeld			
Commando/ beschrijving		Invoer	Resultaat		
ABS Absolute waarde.	1:	-12	1:	12	
CEIL Kleinste geheel getal groter dan of gelijk aan het		-3,5	1:	-3	
argument.	1:	3,5	1:	4	
FLOOR Grootste geheel getal kleiner dan of gelijk aan	1:	6,9	1:	6	
het argument.	1:	-6,9	1:	-7	
FP Decimale deel van het argument.	1:	5,234	1:	,234	
Ũ	1:	-5,234	1:	-,234	
IP Getal voor de komma van het argument.	1:	-5,234	1:	-5	
	1:	5,234	1:	5	

Commando/beschrijving		Voorbeeld			
		Invoer	Resultaat		
MANT Mantisse van het argument.	1:	1,23E12	1:	1,23	
MAX Maximum; grootste van twee argumenten.	2: 1:	5 -6	1:	5	
MIN Minimum; kleinste van twee argumenten.	2: 1:	5 -6	1:	-6	
MOD Modulo; rest van $^{A} /_{B}$. <i>A</i> MOD <i>B</i> = <i>A</i> - <i>B</i> FLOOR ($^{A} /_{B}$).	2: 1:	6 4	1:	2	
RND Rondt getal af op het aantal cijfers dat in het argument staat. 0 tot en met	2: 1:	1,2345678 5	1:	1,23457	
11 na <i>n</i> FIX; -1 tot en met -11 na <i>n</i> significante cijfers. 12 op het huidige display formaat.	2: 1:	1,2345678 -5	1:	1,2346	
SIGN Geeft +1 voor positieve argumenten, -1 voor negatieve argumenten en 0 voor argumenten die gelijk zijn aan 0.	1:	-2,7	1:	-1	
TRNC Breekt het getal af na in het argument vermelde aantal ciifers. 0 tot en met 11	2: 1:	1,2345678 5	1:	1,23456	
na n FIX; -1 tot en met -11 na n significante cijfers. 12 op het huidige display formaat.	2: 1:	1,2345678 -5	1:	1,2345	
XPON Exponent van het argument.	1:	1,23E45	1:	45	

Het gebruik van symbolische argumenten met standaard wiskundige functies

Functies die met reële getallen als argument werken, kunnen op dezelfde manier ook symbolische argumenten hebben. In de voorgaande tabel wordt bijvoorbeeld ABS uitgevoerd op het getal – 12. Als ABS nu wordt uitgevoerd met X als argument, wordt de uitdrukking ABS(X) in het stapelgeheugen gezet. Als de variabele X een waarde bevat, drukt u op EVAL om de uitdrukking voor die waarde te berekenen. *

^{*} Als vlag -3 actief is, worden functies die symbolische argumenten uit het stapelgeheugen nemen, zo mogelijk automatisch omgerekend naar getallen bij het uitvoeren van de functie.

10

Door de gebruiker gedefinieerde functies



De ingebouwde verzameling functies van de HP 48 kunt u uitbreiden met uw eigen *gebruikersfuncties*. Net als een ingebouwde functie, kan een gebruikersfunctie:

- Een argument uit het stapelgeheugen of in algebraïsche notatie gebruiken.
- Symbolische argumenten gebruiken.
- Gedifferentieerd worden.

Voorbeeld: Het differentiëren van een ingebouwde en een door de gebruiker gedefinieerde functie. Deel 1 Bereken

$$\frac{d}{dx} \tan x$$

(In dit voorbeeld wordt aangenomen dat de variabele X niet in de huidige inhoudsopgave staat.)

Kies eerst de Radiaalmodus. Voer dan de algebraïsche uitdrukking 'TAN(X)' in. De uitdrukking bevat de ingebouwde *functie* TAN, dat X als symbolisch argument in algebraïsche notatie gebruikt.

•		D (zo	nod	ig
M	TAN	X	EN	TER	

1: 'TAN(X)' Chats Paus Ave Mathawedia (Sase)

1: '1+TAN(X)^2' Phats Page Hype Mints Vegta Schem

Voer de variabele naam X in en differentieer de uitdrukking met betrekking tot X.

0	Х	ENTER)
ſ		ð

Deel 2. Bereken

$$\frac{d}{dx}\cot x$$

waarin

$$\cot x = \frac{1}{\tan x}$$

De HP 48 heeft geen ingebouwde cotangens functie. Maar u kunt wel zelf een functie voor de cotangens definiëren.

Voer de vergelijking in waarmee de cotangens functie wordt gedefinieerd.

[] CO	T 🖣 🤇) X 🕨	-
1/x	TAN X	(ENTER)	

Voer DEFINE uit om de g	ebruikersfunctie COT te creëren.	Differentieer
vervolgens de uitdrukking	'COT(X)'.	

← DEF VAR () COT ← () X ENTER () X ENTER ← ∂

1:	'-((1+TAN(X)^2)/TAN (X)^2)'
C01	

1: COT(X)=INV(TAN(X))

Als argument van COT kunt u iedere gewenste variabele gebruiken — in de definitie van COT wordt die variabele automatisch op de plaats van de vorige gezet.

Het creëren van een gebruikersfunctie

Met het DEFINE commando kunt u van een vergelijking direct een gebruikersfunctie maken:

- Voer een vergelijking in om de functie te definiëren. De vergelijking moet als volgt worden ingevoerd: 'naam(argumenten)=uitdrukking '. De linkerkant van de vergelijking bestaat uit de naam van de functie, plus tussen haakjes het symbolisch argument. De rechterkant van de vergelijking bestaat uit de uitdrukking die de functie definieert.
- 2. Druk op **DEF** om de gebruikersfunctie te creëren.

Voorbeeld: het creëren van een gebruikersfunctie. Met DEFINE creëert u CMB, een gebruikersfunctie voor het berekenen van het aantal combinaties C van n verschillende gegevens met 1, 2, 3, ... n tegelijk:

 $C = 2^n - 1$

Voer de vergelijking voor CMB in.

¹ CMB (→) n ► (→) = 2 (y[±]) n → 1 (ENTER) 1: 'CMB(n)=2^n-1'

Voer DEFINE uit. Kies het VAR menu. U ziet dat dit nu de functie CMB bevat.

CMB COT

Het uitvoeren van een gebruikersfunctie

Een gebruikersfunctie wordt op dezelfde manier uitgevoerd als een ingebouwde functie. Er kunnen numerieke of symbolische argumenten, uit het stapelgeheugen of in algebraïsche notatie worden gebruikt.

Voorbeeld: het uitvoeren van een gebruikersfunctie. Voer de gebruikersfunctie *CMB* uit voor de volgende berekeningen.

Bereken het totale aantal combinaties van één of meer gegevens (n = 4).

4 CMB

1: 15 CMB COT

Bereken voor dezelfde waarde van n het aantal combinaties in algebraïsche notatie.

CMB () 4 EVAL



Bereken CMB(Z) in algebraïsche notatie, waarbij Z een formele variabele is -d.w.z. een variabele zonder object.

0	Ζ	•	Pl	JRGE]	
0		CME	3	•	()	Ζ
E	VA	Ĺ				

1:		'2^Z-1'
CMB	COT	

Het nesten van gebruikersfuncties

Net als ingebouwde functies, kunnen gebruikersfuncties worden opgenomen in een uitdrukking waarmee een nieuwe gebruikersfunctie wordt gedefinieerd.

Voorbeeld: het nesten van een gebruikersfunctie. Maak een gebruikersfunctie voor het berekenen van de verhouding tussen oppervlakte en volume van een doos. De formule voor deze berekening is

$$\frac{A}{V} = \frac{2(hw + hl + wl)}{hwl}$$

waarin h, w, en l de hoogte, breedte en lengte van de doos zijn.

Deel 1. Creëer eerst de gebruikersfunctie *BOXS* om de oppervlakte van de doos te berekenen.

Met de EquationWriter toetst u de vergelijking voor de oppervlakte in.

3(h,w,l)=2·(h·w+h·l+w·l0 30X50 CTX18 COT Voer de vergelijking in en creëer de gebruikersfunctie.

BOXS CMB COT

Deel 2. Maak nu de gebruikersfunctie *BOXR* om de verhouding te berekenen tussen de oppervlakte en het volume.

Gebruik de EquationWriter om de vergelijking voor de verhouding in te toetsen.

(←) EQUATION BOXR (←)() × SPC y SPC z ► (←)= VAR BOXS (←)() × SPC y SPC z ► ÷ × × y × z



Voer de vergelijking in en creëer de gebruikersfunctie.

ENTER DEF

BOXR BOXS CMB COT

Deel 3. Bereken met *BOXR* de verhouding tussen de oppervlakte en het volume van een doos van 9 centimeter hoog, 18 centimeter breed en 21 centimeter lang.

Voer de hoogte, breedte en lengte in. Kies het VAR menu en voer BOXR uit.

9 ENTER 18 ENTER 21 VAR BOXR 1: ,428571428571 30#3 30#8 C318 C01

U ziet dat *BOXS* is gedefinieerd met h, w, en l als variabelen, en dat *BOXS* de argumenten x, y, en z gebruikt in de definitie van *BOXR*. Het maakt geen verschil als de variabelen in de twee definities overeenkomen — iedere groep variabelen is onafhankelijk van de andere.

De structuur van een gebruikersfunctie

Een gebruikersfunctie is eigenlijk een programma dat:

Alleen een structuur voor lokale variabelen kent en met een algebraische uitdrukking wordt gedefinieerd. De syntaxis is:

 $* \rightarrow naam_1 naam_2 \dots naam_n 'uitdrukking' *$

Een onbeperkt aantal argumenten kan gebruiken (een onbeperkt aantal lokale variabelen kan hebben), maar slechts één uitkomst in het stapelgeheugen plaatst.

Zie pagina 504 in hoofdstuk 25, "Basis voor het Programmeren", voor een beschrijving van lokale variabelen en structuren voor lokale variabelen.

Voorbeeld: de structuur van een gebruikersfunctie. Met VISIT kunt u de structuur van de gebruikersfunctie *CMB* bekijken.

Plaats CMB weer op de commandoregel en voer VISIT uit.

≪ → n '2^n-1' » €\$\$\$10\$\$\$10€\$\$664\$ (064€) INS =\$\$\$\$10\$

U ziet dat de reeks commando's:

'CMB(n)=2^n-1' DEFINE

eigenlijk dezelfde is als die bij het schrijven van het programma:

« → n '2^n-1' »

wordt gebruikt en in CMB opgeslagen.

Complexe getallen



In dit hoofdstuk wordt behandeld:

- Het invoeren van complexe getallen.
- Het interpreteren en veranderen van de notatie van complexe getallen op de display.
- Het samenstellen en ontbinden van complexe getallen.
- Het uitvoeren van berekeningen met complexe getallen.
- Het gebruik van complexe getallen in algebraïsche uitdrukkingen.
- Het kiezen tussen complexe getallen en vectoren.

De meeste functies voor reële getallen werken ook met complexe getallen. Als u dus geen moeite hebt met standaard wiskundige functies voor reële getallen, zullen ook de complexe getallen geen problemen opleveren.

Bij de voorbeelden in dit hoofdstuk wordt ervan uitgegaan dat de calculator in de Gradenmodus staat (MODES NXT NXT DEG).

Voorbeeld: rekenkundige bewerkingen met complexe getallen. Bereken:

$$\frac{(9+4i)+(-4+3i)}{(3+i)}$$

Als het blokje in de R \measuredangle Z of R \measuredangle label zichtbaar is, om aan te geven dat de Polaire modus actief is, drukt u op POLAR om de Rechthoekige modus te activeren. Voer vervolgens de eerste twee complexe getallen in.

() 9 (SPC) 4 (ENTER)	1:	(9;4)
() 4 +/_ SPC 3	(-43) Pita a Para Five	isimia Qenia Grae

U hoeft niet eerst op ENTER te drukken voordat u op + drukt.

•	1 : Phats Pros Hy	(5;7) המות עותים במות ב
Deel de uitkomst door $3 + i$.		

() 3 SPC 1 ÷

1: (2,2;1,6) Phats Paus Hype Emis Versions

Het invoeren en de weergave van complexe getallen

Hoe complexe getallen worden weergegeven

Complexe getallen kunnen in rechthoekige of polaire vorm worden weergegeven. Dit hangt ervan af of de HP 48 in rechthoekige coördinaatmodus of polaire coördinaatmodus staat. (Complexe getallen worden, ongeacht de manier waarop zij worden weergegeven, door de HP 48 intern opgeslagen in rechthoekige vorm.)

In rechthoekige notatie staan het reële en het imaginaire deel van een complex getal tussen haakjes, en worden zij gescheiden door een puntkomma. * In polaire notatie worden de grootte en de hoek van complexe getallen tussen haakjes gezet, gescheiden door een puntkomma en een hoeksymbool (∡). De weergave van de hoekwaarde hangt af van de gekozen hoekmodus (graden, radialen of grads).

^{*} Als het breukteken een punt is, worden complexe getallen gescheiden door een komma.

Het volgende diagram toont hoe complexe getallen in Rechthoekige en Polaire modus worden weergegeven:



Om te wisselen tussen de Rechthoekige en Polaire modus, drukt u op POLAR. De RZZ of RZZ indicator geeft aan dat de Polaire modus actief is. (Bij driedimensionale vectoren wordt met deze indicators onderscheid gemaakt tussen de Cilindrische en Sferische modus. Bij complexe getallen maakt het geen verschil of de Cilindrische of Sferische modus wordt gebruikt.)

Het feit dat complexe getallen intern rechthoekig worden weergegeven, heeft bepaalde gevolgen voor de weergave van polaire getallen:

- θ wordt genormaliseerd tot een bereik van $\pm 180^{\circ}$ ($\pm \pi$ radialen, ± 200 grads).
- Een negatieve r wordt positief gemaakt, en θ wordt met 180° vermeerderd en genormaliseerd.
- **Bij** een r van 0 wordt θ eveneens tot 0 gereduceerd.

Het invoeren van complexe getallen

Complexe getallen kunnen op twee manieren worden ingevoerd:

 Met haakjes. Deze methode komt overeen met de manier waarop complexe getallen worden weergegeven. Deze methode werkt zonder speciale vlaginstellingen en wordt gebruikt voor het invoeren van complexe getallen in de MatrixWriter. Het reële en imaginaire deel worden binnen de haakjes gescheiden door een spatie (SPC), een puntkomma (,) of, als het breukteken op een punt is ingesteld, een komma (,). Met (2D). Hierbij worden twee reële getallen uit het stapelgeheugen gecombineerd tot een complex getal. Vlag – 19 moet dan actief zijn. (Zie voor meer informatie over (2D), "Het samenstellen en ontbinden van complexe getallen" op pagina 173.)

Voorbeeld: het invoeren en de weergave van complexe getallen. Het volgende diagram definieert een complex getal in rechthoekige vorm (3,4) en een ander complex getal in polaire vorm $(5,39, \bigstar 158,2)$. Voer deze complexe getallen in en verander de coördinaatmodus.



Controleer of de hoekmodus is ingesteld op graden en de coördinaatmodus op rechthoekig.

MODES NXT NXT DEG RHO SAMO WZ RAZ RAZ

Voer het rechthoekige complexe getal in met haakjes en een puntkomma.

() 3 (), 4 ENTER	1:	(3;4)
	DEG 🗖 RAD	GRAD XYZ • RZZ RZZ

Toets het polaire complexe getal in met haakjes. (Bij het invoeren van polaire complexe getallen is geen puntkomma of spatie nodig om de delen te scheiden—het hoeksymbool dient als scheidingsteken.)

♠() 5.39 ₱₳ 158.2	1: (5,39∡158,2)	(3;4)
	DEG . RAD GRAD X	/2 = R42 R44

Plaats het polaire getal in het stapelgeheugen. Het wordt geconverteerd naar de huidige coördinaatmodus (in dit geval de Rechthoekige modus).

(ENTER)



Verander nu de coördinaatmodus en zie hoe de complexe getallen veranderen.

POLAR



Druk een aantal malen op POLAR om gewend te raken aan de manier waarop de weergave verandert. Meermaals drukken op POLAR heeft hetzelfde effect als drukken op de menutoetsen XYZ en $\Bbb{R} \measuredangle Z$ (of $\Bbb{R} \measuredangle \measuredangle$).

Het samenstellen en ontbinden van complexe getallen

Als u op **(12D)** drukt, wordt een complex getal overeenkomstig de coördinaatmodus samengesteld of ontbonden.

- Als in niveau 2 en 1 een reëel getal staat, en als vlag 19 actief is, wordt met
 2D een complex getal samengesteld. Als de Rechthoekige modus is ingesteld, wordt het reële deel uit niveau 2 genomen, en het imaginaire deel uit niveau 1. Als de Polaire modus is ingesteld, wordt de grootte genomen uit niveau 2 en de hoek uit niveau 1.
- Als in niveau 1 een complex getal staat, wordt dit door (2D) ontbonden. Het reële deel of de grootte wordt in niveau 2 gezet, en het imaginaire of hoekgedeelte in niveau 1.



Voorbeeld: Stel het complexe getal (3, -5) samen uit de componenten in het stapelgeheugen, en ontbind het vervolgens weer.

Maak vlag - 19 actief en zorg ervoor dat de hoekmodus is ingesteld op graden en de coördinaatmodus op rechthoekig.

19 ←_ (→ MODES NXT) SF ← MODES NXT NXT DEG XYZ	DEG • RAD GRAD XYZ • RZZ RZZ
Plaats de delen in het stapelgeheugen.	
3 [ENTER] 5 [+/_] [ENTER]	2: 3 1: -5 Deg RAD (GRAD RV2 R42 R44
Stel het complexe getal samen.	
 ■20 	1: (3;-5) Deg = RH0 (5RH0 RV2 = R42 R44
Ontbind het complexe getal.	
1 2D	2: 3 1: -5 1025 • RHD 15RHD XY2 • R42 R44

De commando's \rightarrow V2 en V \rightarrow zijn de programmeerbare equivalenten van [1]2D. (Zie "Extra commando's voor complexe getallen" op pagina 179.)

Het uitvoeren van berekeningen met complexe getallen

Vergelijking met berekeningen met reële getallen

Omdat een complex getal net als een reëel getal een enkelvoudig object is, zijn berekeningen met complexe getallen net zo gemakkelijk als met reële getallen. De meeste functies voor reële getallen werken ook met complexe getallen. Om bijvoorbeeld twee complexe getallen bij elkaar op te tellen, plaatst u ze in het stapelgeheugen en drukt u op +. Voor de sinus van een complexe getal voert u gewoon het complex getal in en drukt u op SIN.

Verder kunnen complexe getallen, net als reële getallen in algebraïsche uitdrukkingen worden gebruikt. U kunt bijvoorbeeld de sinus van (3,4) berekenen door 'SIN ((3;4))' in te voeren en op **EVAL** te drukken.

Voorbeeld: een elektrische schakeling. Deel 1 De wet van Ohm definieert de relatie tussen weerstand (R), spanning (V) en stroom (I) in de volgende schakeling als $R = V \div I$.



Bereken de weerstand, gegeven een spanning van 10 volt en een stroom van 2 Ampère.

10 ENTER 2 ÷



Deel 2. Als de weerstand in de vorige schakeling door een complexe impedantie Z wordt vervangen, en de spanning en de stroom door "phasors" (complexe getallen die sinusoïdale stroom of spanning weergeven), moet er met complexe getallen gerekend gaan worden.



De wet van Ohm wordt dan $Z = V \div I$. Bereken de complexe impedantie voor een spanning van $(10, \measuredangle 0)$ en een stroom van $(2, \measuredangle 30)$.

Controleer of de hoekmodus is ingesteld op graden en de coördinaatmodus op polair.

MODES NXT NXT

Deel de spanning door de stroom om de impedantie te krijgen.

() 10 → △ 0 ENTER	2:	5
	1:	(5;∡-30)
	DEG - RAD GRA	D XYZ R4Z • R44

Verander de coördinaatmodus naar rechthoekig.

POLAR]

2: 1:	(4,33012701892;-2,	55
DEG	• RAD GRAD XYZ • RZZ RZ.	4

In polaire vorm heeft de complexe impedantie een grootte van 5 en een faschoek van -30 graden. Als u dit complexe getal in rechthoekige vorm bekijkt, ziet u dat dit een weerstandscomponent van 4,33 Ohm en een reactantiecomponent van -2,5 Ohm betekent. Doordat de faschoek en de reactantiecomponent negatief zijn, weet een elektrotechnicus dat het gaat om een capacitieve impedantie, in plaats van een inductieve.

Reële bewerkingen met een complexe uitkomst

De mogelijkheden die de HP 48 heeft voor bewerkingen met complexe getallen, zijn ook belangrijk voor de uitkomst van bewerkingen met reële getallen. Bepaalde berekeningen die op de meeste calculators een foutmelding leveren, geven op de HP 48 een complexe oplossing. Voor de wortel van -4 geeft de HP 48 bijvoorbeeld een complex getal als uitkomst. Ook de arcsinus van 5 geeft een complexe oplossing.

Bij de meeste berekeningen geeft de HP 48 het soort uitkomst (reëel of complex) dat u verwacht. Als u echter een complexe uitkomst krijgt terwijl u een reële had verwacht, controleert u dan uw programma of toetsaanslagen op de volgende mogelijke oorzaken:

- De gegevens die u de calculator hebt verschaft, vallen buiten het bereik van de formule die u wilt berekenen.
- De formule (of de uitvoering daarvan) is onjuist.
- De berekening is ongeldig door een fout bij het afronden op een kritiek punt in de formule.
- Voor dit probleem is een complexe uitkomst toch de juiste.

Complexe getallen in algebraïsche uitdrukkingen

Algebraïsche uitdrukkingen met complexe getallen

De compomenten van een complex getal kunnen reële getallen zijn (zoals in de uitdrukking 'X+(1;2)') of formele variabelen (zoals in de uitdrukking 'X+(R;B)'). Deze tweede uitdrukking wordt bij invoer automatisch geconverteerd naar een equivalente notatie: 'X+(R+B*i)'.

Op algebraïsche uitdrukkingen met complexe getallen kunnen symbolische bewerkingen worden uitgevoerd, net als op uitdrukkingen met reële getallen.



Bij het invoeren van een complex getal als deel van een algebraïsche uitdrukking, gebruikt u (), om het reële en imaginaire deel te scheiden. (), geeft een puntkomma als scheidingsteken als het breukteken een komma is, en

een komma als het breukteken een punt is.

Voorbeeld: het gebruik van complexe getallen in algebraïsche uitdrukkingen. Bereken de twee wortels van het complexe getal 8-6i. Omdat de $\sqrt{}$ functie (\sqrt{x}) maar één wortel geeft, gebruikt u het ISOL commando (isoleren) om W op te lossen in de vergelijking $W^2 = 8-6i$.

Voer eerst de algebraïsche uitdrukking in.

[] ₩ [y⁺] 2 **€**]= (€]() 8 €], 6 ⁺/-ENTER 1: 'W^2=(8;-6)' Deg 800 grad gyz 842 844

Voer de naam in van de variabele die moet worden geïsoleerd (W) en voer het ISOL commando uit.

() W ENTER	1:		١W	=513	•(3 ; -	-1)'
ALGEBRA ISOL	COLCT E	XPA	ISOL	QUAD	SHOW	TAYLR

De variabele ≤ 1 staat voor \pm . De twee wortels zijn dus 3 - i en -3 + i. (Het ISOL commando wordt behandeld in hoofdstuk 22.)

Het gebruik van de symbolische constante i

Complexe getallen kunnen worden ingevoerd als uitdrukking die de ingebouwde symbolische constante *i* bevat.

Voorbeeld. Voer met de EquationWriter een uitdrukking in die staat voor het complexe getal $2 - 2i\sqrt{3}$. Evalueer de uitdrukking voor een complexe oplossing. (Er wordt van uitgegaan dat de HP 48 is ingesteld op de rechthoekige coördinaatmodus.)
Voer de uitdrukking in. (Voor de kleine letter i drukt u achtereenvolgens op (α) , ((CST).)

■ EQUATION 2 - 2i 3

2-2·i·<u>√3</u>0

COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR

Gebruik het \rightarrow NUM commando om de uitdrukking te berekenen en een complex getal als uitkomst te krijgen.

► +NUM

1: (2;-3,46410161514) COULT :: (2;-3,46410161514)

Extra commando's voor complexe getallen

De meeste commando's voor reële getallen, kunnen ook op complexe getallen uitgevoerd worden (bijvoorbeeld SIN, INV, ^, LN, \rightarrow Q etc.). In de volgende tabel staan de extra commando's die speciaal voor complexe getallen zijn bedoeld.

De in de tabel vermelde commando's V \rightarrow en \rightarrow V2 vindt u in het MTH VECTR menu (MTH VECTR); NEG wordt in de Programma-invoer modus uitgevoerd met $[+/_]$; C \rightarrow R, R \rightarrow C, en OBJ \rightarrow vindt u in het PRG OBJ menu (PRG OBJ); en de overige commando's staan in het MTH PARTS menu (MTH PARTS).

Commando/beschrijving		Voorbeeld			
		Invoer	Resultaat		
ABS Absolute waarde; $\sqrt{x^2 + y^2}$.	1:	(3;4)	1:	5	
ARG Argument van een complex getal.	1:	(1;1)	1:	45	
CONJ Complexe conjugatie van een complexe getal.	1:	(2;3)	1:	(2;-3)	
C → R Complex naar reëel; scheidt een complex getal in twee reële getallen, de rechthoekige coördinaten x en y .	1:	(2;3)	2: 1:	2 3	
IM Imaginaire deel (y) van een complex getal.	1:	(4;-3)	1:	-3	
NEG De negatieve van het argument.	1:	(2;-1)	1:	(-2;1)	
OBJ→ Object naar stapelgeheugen; scheidt een object (complex getal, matrix of lijst) in de elementen waaruit het is opgebouwd.	1:	(4;5)	2: 1:	4 5	
RE Reële deel (x) van een complex getal.	1:	(4;-3)	1:	4	
$\mathbf{R} \rightarrow \mathbf{C}$ Reëel naar complex; combineert twee reële getallen tot een complex getal (x,y).	2: 1:	-7 -2	1:	(-7;-2)	

Commando/beschrijving		Voorbeeld			
		Invoer	Resultaat		
SIGN Eenheidsvector in de richting van het argument van het complexe getal: $(\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}})$	1:	(3;4)	1:	(,6;,8)	
$V \rightarrow$ Scheidt een complex getal in twee reële getallen x en y of r en θ , afhankelijk van de huidige coördinaatmodus. Dit voorbeeld gaat uit van de Polaire en de Gradenmodus.	1:	(3;∡30)	2: 1:	3 30	
→ V2 Als vlag – 19 actief is, wordt uit twee reële getallen een complex getal samengesteld, (<i>x</i> , <i>y</i>) of (<i>r</i> , \angle , θ), afhankelijk van de huidige coördinaatmodus. Dit voorbeeld gaat uit van de Polaire en de Gradenmodus.	2: 1:	6 50	1:	(6;∡50)	

Complexe getallen of vectoren?

Complexe getallen en tweedimensionale vectoren lijken in vele opzichten op elkaar. Soms kan het moeilijk zijn om voor een gegeven vraagstuk het beste objecttype te kiezen (en soms werken beide even goed).

Het voordeel van complexe getallen is dat zij deel kunnen uitmaken van vectoren en matrices, en dat de meeste bewerkingen voor reële getallen erop toegepast kunnen worden. Het nadeel van complexe getallen is dat zij beperkt zijn tot twee dimensies en dat vectorbewerkingen als DOT en CROSS er niet op toegepast kunnen worden.

Als u bij het begin van de berekening een verkeerde keuze maakt, kunt u gemakkelijk het ene type naar het andere converteren.

- Als vlag 19 niet actief is en in niveau 1 een complex getal staat. drukt u op (4) 2D (4) 2D om dit uit te ontbinden en uit de delen een vector samen te stellen.
- Als vlag 19 actief is en in niveau 1 een uit twee elementen bestaande vector staat, drukt u op (4) [2D] (4) [2D] om de vector te ontbinden en uit de delen een complex getal samen te stellen.

Voorbeeld: het converteren van complexe getallen naar vectoren en omgekeerd. Deel 1 Converteer het complexe getal (3,4) met [4] [2D] naar een vector.

Activeer de Rechthoekige en Gradenmodus en voer het complexe getal in.

11:

2:

Maak vlag – 19 inactief om met [4] [2D] een vector te kunnen samenstellen.

		TMEN RCLM	STOF ROLF	SF

MODES NXT NXT DEG XYZ

() 3 (SPC) 4 (ENTER)

Ontbind het complexe getal.

Stel uit de delen van het complexe getal een vector samen.

4 2D

4 2D

Deel 2. Converteer de vector weer naar een complex getal.

Ontbind de vector.

19 [+/-] [+> [MODES]

[NXT] CF

(2D)

Activeer vlag – 19 om met (12D) een complex getal te kunnen samenstellen.

19 +/_ SF	
----------------------	--

GRAD 277 - 8/2

DEG = RAD |GRAD |XYZ = RZZ

TMEN ROLM STOP ROLF SP



TMENIRCLMI STOF I ROLF I





(3:4)

Stel uit de delen van de vector een complex getal samen.

	2D
--	----

1: (3;4) Timen Rolm Stof Rolf SF (F

Vectoren



De HP 48 heeft uitgebreide mogelijkheden voor het creëren en manipuleren van vectoren. Bijvoorbeeld een speciale gebruikers-interface voor tweedimensionale (2D) en driedimensionale (3D) vectoren. 2D en 3D vectoren worden vaak gebruikt om krachten, snelheid, versnelling, torsie en andere verschijnselen van de wereld om ons heen weer te geven.

Alle vectoren zijn matrices; algemeen wiskundige vectoren worden dan ook behandeld in hoofdstuk 20, "Matrices". Dit hoofdstuk gaat voornamelijk over 2D en 3D vectoren en behandelt de volgende onderwerpen:

- Het interpreteren en veranderen van de notatie van vectoren op de display.
- Het invoeren van vectoren.
- Het samenstellen en ontbinden van vectoren.
- Het uitvoeren van technische en natuurkundige berekeningen met vectoren.
- Het kiezen tussen complexe getallen en vectoren.

De weergave van 2D en 3D vectoren

Hoe 2D vectoren worden weergegeven

Tweedimensionale vectoren kunnen in rechthoekige vorm of polaire vorm worden weergegeven. Dit hangt ervan af of de HP 48 in de rechthoekige of polaire coördinaatmodus staat. De volgende afbeelding laat zien wat het verschil is tussen de twee modi voor tweedimensionale vectoren:



Om te wisselen tussen de Rechthoekige en Polaire modus, drukt u op \bigcirc POLAR. De R \measuredangle Z of R \measuredangle Z indicator geeft aan dat de Polaire modus actief is. (Bij driedimensionale vectoren wordt met deze indicators onderscheid gemaakt tussen de Cilindrische en Sferische modus. Bij tweedimensionale vectoren zijn de Cilindrische en Sferische modus uitwisselbaar.)

Hoe 3D vectoren worden weergegeven

Driedimensionale vectoren kunnen in rechthoekige ([XYZ]), cilindrische ($[R \measuredangle Z]$) of sferische vorm ($[R \measuredangle \measuredangle]$) worden weergegeven. De volgende afbeelding laat het verschil zien tussen deze drie vormen.



Rechthoekig	Cilindrisch	Sferisch
[a b c]	[r _{xy} ∡θ c]	[r ∡θ ∡ ¢]

In het MTH VECTR menu (MTH VECTR) kunt u op een andere coördinaatmodus overgaan:

- Rechthoekige modus (XYZ■, geen indicator).
- Cilindrische modus (RZZ■, RZZ indicator).
- Sferische modus (RZZ■, RZZ, indicator).

Een blokje in één van de menulabels geeft aan welke modus actief is.

Het feit dat alle vectoren intern rechthoekig worden weergegeven, heeft bepaalde gevolgen voor polair (cilindrisch of sferisch) weergegeven vectoren:

- θ en ϕ worden genormaliseerd tussen $\pm 180^{\circ}$ ($\pm \pi$ radiaal, ± 200 grads).
- Een negatieve r wordt positief gemaakt; vervolgens wordt θ met 180° vergroot en φ met 90° en tenslotte worden beide genormaliseerd.
- Als ϕ gelijk is aan 0 of 180°, wordt θ tot 0 gereduceerd.
- Met een r van 0 worden θ en ϕ tot 0 gereduceerd.

Ongeacht hoe vectoren worden ingevoerd of weergegeven, worden zij door de HP 48 intern in rechthoekige vorm opgeslagen.

Het invoeren van 2D en 3D vectoren

2D en 3D vectoren kunnen op twee manieren worden ingevoerd:

- Met vierkante haken als scheidingsteken ([]). Deze methode komt overeen met de manier waarop vectoren worden weergegeven.
 Hiervoor hoeft geen vlag te worden geactiveerd. Tussen de haakjes worden de elementen gescheiden door een spatie (SPC).
- Met (12D) of (2D). Deze methode combineert twee of drie reële getallen in het stapelgeheugen tot een vector. Voor het samenstellen van een tweedimensionale vector met (12D), moet vlag 19 inactief zijn. (Zie voor meer informatie over (12D) en (2D), "Het samenstellen en ontbinden van 2D en 3D vectoren" op pagina 188.)

Voorbeeld: het invoeren en weergeven van 2D vectoren. Het volgende diagram toont één vector in rechthoekige vorm ([3 4]) en één in polaire vorm ([5,39 \measuredangle 158,2]). Voer deze vectoren in en bekijk de weergave in beide display modi.



Stel de Rechthoekige modus en zo nodig de Gradenmodus in.

MTH VECTR XYZ

XYZ 🛛 RZZ | RZZ | CROSS| DOT | ABS

Voer de rechthoekige vector in.

←] [] 3 SPC 4 ENTER

Toets de polaire vector in. (Bij het invoeren van polaire vectoren worden de elementen niet door een spatie gescheiden, maar door het hoeksymbool.)

←] 5.39(→ △ 158.2

Plaats de polaire vector in het stapelgeheugen; hij wordt geconverteerd naar de huidige display modus (in dit geval de Rechthoekige modus).

ENTER

Verander de display modus en zie hoe de vectoren veranderen.

POLAR]

Druk een aantal malen op \longrightarrow POLAR om gewend te raken aan de manier waarop de weergave verandert. Meermaals drukken op \longrightarrow POLAR heeft hetzelfde effect als drukken op de menutoetsen \times YZ en R \leq Z (of R \leq \leq).

Het samenstellen en ontbinden van 2D en 3D vectoren

Met (12D) wordt een tweedimensionale vector volgens de huidige coördinaatmodus samengesteld of ontbonden:

- Als in niveaus 2 en 1 reële getallen staan en vlag 19 niet actief is, wordt hieruit met (12D) een tweedimensionale vector samengesteld.
- Als in niveau 1 een tweedimensionale vector staat, wordt deze met
 2D ontbonden.

De volgende figuur verduidelijkt het gebruik van 🔄 2D:





1: [3 4] XV2 R42 R44 CROSS OUT ASS



Met (P) 3D wordt volgens de huidige coördinaatmodus een driedimensionale vector samengesteld of ontbonden:

- Als in niveaus 3, 2 en 1 reële getallen staan, wordt hieruit met
 3D een driedimensionale vector samengesteld.
- Als in niveau 1 een vector van een willekeurig aantal elementen staat, wordt deze met (-)3D ontbonden.

De volgende figuur verduidelijkt het gebruik van 🗗 3D:



De programmeerbare equivalenten van P 3D zijn de commando's V \rightarrow en \rightarrow V3, en van P 2D zijn dit V \rightarrow en \rightarrow V2. Zie voor een beschrijving "Extra commando's voor vectoren" op pagina 198.

Voorbeeld: het samenstellen en ontbinden van een tweedimensionale vector. Gebruik (12D) om de tweedimensionale vector [3 5] samen te stellen en weer te ontbinden. (Hierbij wordt ervan uitgegaan dat vlag - 19 inactief is.)

|1:

Stel de rechthoekige coördinaatmodus in.

MTH VECTR XYZ

Voer de reële getallen in.

3 ENTER 5 ENTER

2: 3 1: 5 Xyz • raz raz cross dot abs

35]

XYZ 🖷 RZZ | RZZ | CROSS| DOT | ABS |

Stel de vector samen.

42D

Ontbind de vector in zijn compomenten.

42D

2:		3
1:		5
XYZ • 842	RZZ CROSS	DOT ABS

XYZ - RZZ RZZ CROSS DOT

Voorbeeld: het samenstellen en ontbinden van een driedimensionale vector. Gebruik () 3D om de volgende sferische vector samen te stellen en weer te ontbinden:

 $\begin{bmatrix} 10 \neq 240 \neq 20 \end{bmatrix}$

Denk eraan dat bij het samenstellen van een 2D of 3D vector de hoeken worden genormaliseerd zodat zij niet groter zijn dan 180 graden (π radiaal of 200 grads). Hierdoor wordt in dit voorbeeld 240 graden geconverteerd naar - 120 graden. Stel de sferische coördinaatmodus en zo nodig de Gradenmodus in.

MTH VECTR RZZ

XYZ RZZ RZZ=CROSS DOT ABS

Voer de reële getallen voor de vector in.

10 SPC 240 SPC 20 ENTER

3:				_10
2:				240
1:				20
872	RZZ	RZZ = CROSS	COT	ABS

Stel de vector samen. (U ziet dat 240° wordt geconverteerd naar - 120°.)

→3D

1:	[10	∡-120	∡20	ןנ
XYZ	R∠Z	R44.	CROSS D	OT ÁB	5

Ontbind de vector.

₽3D

3:				10
1:				-120 20
XYZ	RZZ	R⊿⊿ ■ CROSS	COT	ABS

Door de normalisering van de hoek is de oorspronkelijke inhoud van het stapelgeheugen veranderd.

Berekeningen met 2D en 3D vectoren

Omdat een vector net als een reëel getal een enkelvoudig object is, zijn standaard wiskundige functies gemakkelijk uit te voeren met vectoren als argument. U kunt vectoren optellen en aftrekken; vermenigvuldigen en delen door scalars; en u kunt er speciale vectorcommando's – DOT, CROSS en ABS – op uitvoeren. (De functie voor de absolute waarde, ABS, geeft de grootte van een vector.)

Bij het volgende voorbeeld wordt ervan uitgegaan dat de Gradenhoekmodus is geactiveerd. Voor zover van toepassing worden de toetsaanslagen voor de juiste coördinaatmodus gegeven.

Voorbeeld 1: het berekenen van de eenheidsvector. Een eenheidsvector die parallel is aan een gegeven vector wordt berekend door de vector door zijn grootte te delen. Bereken de eenheidsvector voor [345]. Stel de rechthoekige coördinaatmodus en zo nodig de Gradenmodus in.

11:

MTH VECTR XYZ zo nodig (+) [RAD]

Voer de vector in.

3 [ENTER] 4 [ENTER] 5 [+] [3D]

Dupliceer de vector en bereken de grootte.

ENTER ABS

Bereken de eenheidsvector door de vector door zijn grootte te delen.

(÷)

Voorbeeld 2: het berekenen van de hoek tussen twee vectoren. De hoek tussen twee vectoren wordt gegeven door

$back - cos^{-1}$	$\begin{bmatrix} V1 \cdot V2 \end{bmatrix}$
$noek - \cos \theta$	V1 V2

Bereken de hoek tussen de vectoren [345] en [20 \measuredangle 30 \measuredangle 60]. (Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de calculator oorspronkelijk in de Rechthoekige modus stond.)

Voer beide vectoren in. (Let op de overgang naar de Sferische modus voor het invoeren van de tweede vector.)

3 [ENTER] 4 [ENTER] 5 [+] 3D] MTH VECTR RZZ 20 [ENTER] 30 [ENTER] 60 [+] 3D]

Bereken het inwendig produkt.

DOT

Plaats de vectoren weer in het stapelgeheugen.

LAST ARG



XVZ - RZZ RZZ CROSS DOT ABS

[345]

XYZ - RZZ RZZ CROSS DOT ABS



|1**: [,424264068712**



Bereken de grootte van beide vectoren met de absolute waarde functie.

ABS ()SWAP ABS

3:		12	9,64	101	6151
2:		-	~~~~		. 20
1:		- (,	0710	678.	1187
XYZ	R22	R22 -	CROSS	COT	HBS

Vermenigvuldig de groottes en deel het inwendig produkt hierdoor.

×÷

1: ,916700416405

Bereken de hoek door de arccosinus te nemen.



Voorbeeld 3: het berekenen van een vectorcomponent in een bepaalde richting. Het volgende toont drie tweedimensionale vectoren. Bereken de som van de vectoren en ontbind deze met behulp van DOT langs de lijn die onder een hoek van 175° staat.



Activeer de Polaire modus (kan zowel Cilindrisch als Sferisch zijn) en voer de drie vectoren in.

MTH VECTR RZZ	3: [_170_∡143]
170 ENTER 143 🕤 2D	[2: [185 ∡62]
185 ENTER 62 🖛 2D	1: LIUU 4-99 J
100 [ENTER] 261 (+) [2D]	

Tel ze bij elkaar op.

++



Hier ziet u een illustratie van de som:



Voer de eenheidsvector van 175° in.

1 ENTER 175 4 2D



Hier ziet u een afbeelding van het punt waar u nu bent:



Bereken de scalar die de grootte van de kracht vertegenwoordigt, die onder een hoek van 175° staat.

DOT

1: 78,8585649505 XV2 R42 R44 (R058 OUT M85

Voorbeeld 4: beweging van een krukas. Deel 1. Hoe groot is voor de onderstaande krukas het moment bij de oorsprong en hoe groot is de kracht die langs de as van de krukas wordt overgebracht?



Het moment wordt berekend door het uitwendig vectorprodukt van de straalvector en de krachtvector te berekenen. (Voor het berekenen van een uitwendig produkt, voert u de vectoren in, volgens de volgorde van de formule voor het uitwendig produkt: $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$.)

Activeer de Polaire modus en voer de straal- en de krachtvector in.

MTH VECTR R44 5 ENTER 63 (120) 547 ENTER 200 (120)

12:		Γ	5	∡63	ונ
11:	Γ	547	٤-	-160	.]
XYZ R4Z	R44 -	CROSS	00	JT ĤI	S.

Bereken het uitwendig produkt. (U ziet dat de uitkomst een driedimensionale vector is.)

CROSS

11:	[1865,26551477 ∡	0
	∡0]	
87	Z RZZ RZZ•CROSS DOT AB	:5

Men zou verwachten dat deze driedimensionale vector positief is en parallel is aan de z as. Dit kan worden geverifieerd door controle en de kurketrekkerregel. Ga naar de Rechthoekige modus om dit gemakkelijker te kunnen controleren.

POLAR

1: [0 0 1865,26551477] HYYE RATE RATE CROSS OUT MISS

Plaats de oorspronkelijke vectoren nu weer in het stapelgeheugen en ga terug naar de Polaire modus.

► LAST ARG ► POLAR

3:	[1865,26551477 ∡0
2:	[5 ∡63]
1:	[547 ∡-160]
873	RZZ RZZ•CROSS DOT ABS

Deel de straal door zijn grootte om de eenheidsvector te berekenen.

SWAP ENTER ABS ÷

3:	[1865,26551477 ∡0
2:	[547 ∡-160]
11:	[1∡63]
872	Z RZZ RZZ•CROSS DOT ABS

2: [1865,26551477 ∡0 : −400,05047478 872 832 832 832 000 838 001 838

Bereken het inwendig produkt om zo de scalar te vinden die de grootte van de kracht langs de as vertegenwoordigt.

DOT

De negatieve waarde geeft aan dat de kracht tegengesteld is aan de
richting van de eenheidsvector van de krukas.

Deel 2. Om een andere wending te geven aan dit voorbeeld, gaan we ervan uit dat de krachtvector niet in hetzelfde vlak ligt als de krukas. Als de kracht [547 \angle 200 \angle 87] is (zodat de krachtvector met een bescheiden 3° uit het papier omhoog komt), wat is dan het moment, de kracht die langs de as van de krukas wordt overgebracht, en de stuwkracht langs de z as?

Voer de straal- en de krachtvector in. (Gebruik de Cilindrische modus met een z-waarde van 0 voor de straalvector, en de Sferische modus voor de kracht.)

R ∠ Z 5 ENTER 63 ENTER 0 (→ 3D) R ∠ ∠ 547 ENTER 200 ENTER 87 (→ 3D)



Bereken het uitwendig produkt.

CROSS



Het resulterend moment loopt nu niet precies langs de z as. Ga naar de Rechthoekige modus om de z as component te zien.

XYZ



Het nuttig moment langs de krukas heeft een grootte van bijna 1863.

Plaats nu de oorspronkelijke vectoren weer in het stapelgeheugen. U ziet dat het vraagstuk van de stuwkracht is opgelost door op de Rechthoekige modus over te gaan.

LAST ARG



De stuwkracht (de z-component van de vector) is ongeveer 28,6. U ziet dat deze vector positief is en net als de krachtvector uit het papier omhoog komt. (Dezelfde waarde kan worden berekend via de algemenere benadering van het berekenen van het inwendig produkt van de eenheidsvector behorend bij de z as ([001]) en de krachtvector.) Bereken tenslotte de kracht langs de krukas.

SWA	P (ENT	ER
ABS (÷	DO	T



Extra commando's voor vectoren

Bij de volgende commando's worden de argumenten geïnterpreteerd en worden de resultaten weergegeven volgens de huidige coördinaatmodus. Deze commando's vindt u op pagina 2 van het MTH VECTR menu (MTH VECTR NXT).

Commando/beschrijving		Voorbeeld			
		Invoer	Resultaat		
V→ Ontbindt een vector (of complex getal) in zijn verschillende coördinaten.	1:	[8 9]	2: 8 1: 9		
	1:	[5 ∡90]	2: 5 1: 90		
→V2 Creëert een vector van 2 elementen, als vlag – 19 inactief is.	2: 1:	2 20	Rechthoekige modus 1: [2 20] Polaire modus 1: [2 ∡20]		
→V3 Creëert een vector van 3 elementen.	3: 2: 1:	2 20 5	Rechthoekige modus 1: [2 20 5] Cilindrische modus 1: [2 420 5] Sferische modus 1: [2 420 45]		

Extra commando's voor het manipuleren van vectoren zijn \rightarrow ARRY, GET, GETI, OBJ \rightarrow , PUT en PUTI. Deze worden behandeld in de tabel die begint op pagina 97.

Complexe getallen of vectoren?

Complexe getallen en tweedimensionale vectoren lijken in vele opzichten op elkaar. Soms kan het moeilijk zijn om voor een gegeven vraagstuk het beste objecttype te kiezen (en soms werken beide even goed).

Het voordeel van complexe getallen is dat zij deel kunnen uitmaken van vectoren en matrices, en dat de meeste bewerkingen voor reële getallen erop toegepast kunnen worden. Het nadeel van complexe getallen is dat zij beperkt zijn tot twee dimensies en dat vectorbewerkingen als DOT en CROSS er niet op toegepast kunnen worden.

Als u bij het begin van de berekening een verkeerde keuze maakt, kunt u gemakkelijk het ene type naar het andere converteren.

- Als vlag 19 niet actief is en in niveau 1 een complex getal staat, drukt u op
 2D
 2
- Als vlag 19 actief is en in niveau 1 een uit twee elementen bestaande vector staat, drukt u op
 2D
 2D om de vector te ontbinden en uit de delen een complex getal samen te stellen.

Het werken met eenheden



In het Units programma staat een catalogus van 147 eenheden die u met reële getallen kunt combineren tot *eenheidsobjecten*. In de UNITS toepassing kunt u:

- Eenheidsconversies uitvoeren. U kunt bijvoorbeeld het eenheidsobject 10_ft converteren naar 120_in of 3,048_m.
- Een factor afsplitsen van een eenheid. U kunt bijvoorbeeld een factor 1_N afsplitsen van 20_W; de uitkomst is 20_N*m/s.
- Wiskundige bewerkingen uitvoeren op eenheidsobjecten. U kunt bijvoorbeeld 10_ft/s optellen bij 10_mph; de uitkomst is 24,67_ft/s.

Een voorbeeld van het werken met eenheden. De vergelijking van de toestand van het ideale gas is:

$$PV = nRT$$

waarin

P is de door het gas uitgeoefende druk (in atmosfeer).
V is het volume van het gas (in liters).
n is de hoeveelheid gas (in mol).
R is de ideale gasconstante (0,082057 liter-atmosfeer/Kelvin-mole).
T is de temperatuur van het gas (in Kelvin).

Bereken de druk die wordt uitgeoefend door 0,305 mol zuurstof in 0,950 liter bij 150 °C, uitgaande van een ideaal gedrag van het gas.

Deel 1. Converteer eerst de temperatuur naar Kelvin.

Kies het UNITS catalogusmenu en vervolgens het TEMP submenu. Creëer het eenheidsobject 150_°C.

(+)UNITS
(NXT) TEMP
150
C



Converteer naar Kelvin.

K K

	1:			4	23,	15_K	
1	۹C	٥F	K	۵ĥ			

Deel 2. Bereken P.

Vermenigvuldig T (staat reeds in niveau 1) met n.

	IS MAS	SS (NXT)	NXT
.305 M	OL		
×			

1:	129,06075_K*mol
U	MOL

Vermenigvuldig nT met R.

.082057 (
VOL (NXT
	S NXT PRESS ATM
	BINXTI TEMP 🗩 K
	5
MASS (NXT (NXT) (P MOL
×	

1:	10,59	0337	² 962	8_1÷	fatm
U	MOL				

Deel door V.

.95 ← UNITS VOL NXT L



De druk (in atmosfeer) wordt in niveau 1 geplaatst.

Deel 3. Druk de atmosfeer uit in SI standaardeenheden.

Kies het UNITS Commandomenu en converteer naar SI standaardeenheden.

Þ	UNITS
UBf	ASE

1: 1129543,15167_k9/(m *s^2) corw.usasej.uwat.ucaon.euxon

De druk, uitgedrukt in SI standaardeenheden, wordt in niveau 1 geplaatst.

Let erop dat in dit voorbeeld de temperatuurconversie van °C naar K wordt uitgevoerd *voordat* volgende bewerkingen extra eenheden aan het eenheidsobject toevoegen. De conversie naar SI standaardeenheden in deel 3 zou anders een foutief resultaat hebben opgeleverd. Zie pagina 212 voor meer informatie over temperatuurconversie.

Hoe de Units toepassing is ingedeeld

De Units toepassing bestaat uit twee menu's:

- Het UNITS catalogusmenu, dat alle eenheden van de HP 48 bevat, ingedeeld op onderwerp. Het UNITS catalogusmenu gebruikt u voor het creëren van eenheidsobjecten en voor het uitvoeren van eenheidsconversies tussen verwante eenheden in de catalogus.
- Het UNITS Commandomenu, dat de commando's bevat voor eenheidsconversies en andere vormen van werken met eenheidsobjecten.

Definitie van termen

De Units toepassing is gebaseerd op het Internationale Stelsel van Eenheden (SI). Dit Internationale Stelsel specificeert zeven standaardeenheden: m (meter), $k \in$ (kilogram), \equiv (seconde), \exists (Ampère), K (Kelvin), $\Box d$ (candela), and mol (mol). Het UNITS catalogusmenu bevat deze zeven standaardeenheden plus 141 daarvan afgeleide samengestelde eenheden. Bijvoorbeeld, $i \sqcap$ (inch) is ,0254 m, en Fdy (Faraday) is 96487 $\exists \pm \equiv$.

Een eenheidsobject bestaat uit twee delen: een getal (reëel getal) en een uitdrukking van eenheden (een enkelvoudige eenheid of produkt van eenheden). De twee delen worden verbonden met het _ teken. Bijvoorbeeld, 2_in (2 inches), $X*1_N$ (X Newtons), en $8,303_{931}h$ (8,303 US gallons per uur) zijn alle eenheidsobjecten. Net als andere objecttypes, kan een eenheidsobject in het stapelgeheugen worden geplaatst, opgeslagen in een variabele en gebruikt worden in algebraïsche uitdrukkingen en programma's.

Een *eenheidsconversie* vervangt een oude uitdrukking van eenheden door een nieuwe (door u gespecificeerd), en vermenigvuldigt het getal automatisch met de juiste conversiefactor.

Het UNITS catalogusmenu

Druk op UNITS om het UNITS catalogusmenu te selecteren. Er verschijnt een uit drie pagina's bestaand menu van "onderwerpen". Als u op de toets voor een bepaald onderwerp drukt, verschijnt een submenu van soortgelijke eenheden. Als u bijvoorbeeld op UNITS NXT PRESS drukt, verschijnt een uit twee pagina's bestaand menu met eenheden voor het weergeven van druk.

De toetsen van de submenu's werken anders dan standaard menutoetsen:

- Als u in de Directe invoermodus op een menutoets drukt zonder eerst een shift-toets te hebben ingedrukt, *creëert* de HP 48 een eenheidsobject dat met die toets overeenkomt. In de Algebraïsche en Programma invoermodus werkt het indrukken van menutoetsen zonder gebruik van shift-toetsen als hulp bij het typen: de eenheidsnaam die de submenutoets aangeeft, wordt op de commandoregel geplaatst.
- Als u in de Directe invoermodus op de linker shift-toets drukt en dan op een menutoets, *converteen* de HP 48 het eenheidsobject op de commandoregel of in stapelgeheugenniveau 1 naar de eenheid die de toets aangeeft.
- Als u in de Directe invoermodus op de rechter shift-toets drukt en dan op een menutoets, *deelt* de HP 48 door de eenheid die de toets aangeeft. Hierdoor kunnen gemakkelijker eenheidsuitdrukkingen met een noemer worden gecreëerd.

In de volgende paragrafen wordt het creëren en converteren van eenheidsobjecten behandeld. In iedere paragraaf komt het gebruik van het UNITS catalogusmenu uitgebreid aan de orde.

Het creëren van een eenheidsobject

Het UNITS catalogusmenu biedt een eenvoudige methode voor het creëren van een eenheidsobject. Ga als volgt te werk om een eenheidsobject te creëren met het UNITS catalogusmenu:

- 1. Toets het numerieke deel van het eenheidsobject in.
- 2. Kies het onderwerpmenu dat de gewenste eenheid bevat.
- **3.** Druk op de overeenkomstige menutoets.

Voorbeeld 1: het creëren van een eenheidsobject. Creëer het eenheidsobject 3,5_ft^3.

Kies in het UNITS catalogusmenu het submenu VOL.

Toets het getal in en voeg de eenheid daaraan toe.

3.5 FT^3

Voorbeeld 2: het creëren van een eenheidsobject. Creëer het eenheidsobject 32_kg*m^2/s^2.

11:

1:

Toets het getal in en voeg daaraan de eerste eenheid toe.

32 (-)UNITS MASS KG

Voeg de tweede eenheid toe.

(INITS) AREA M^2

Voeg de eenheden van de noemer toe.

(INITS) TIME 2 (**1**) 2 (**1**)

Hoe eenheidsobjecten in het UNITS catalogusmenu worden	
gecreëerd. Als u in het UNITS catalogusmenu op een menutoets druk	ct
zonder eerst op een shift-toets te drukken, gebeurt het volgende:	

1. De HP 48 plaatst een eenheidsobject van de eenheid die de toets aangeeft, en dat een numerieke waarde van 1 heeft in het stapelgeheugen.

11: 3.5_ft^3 MAB ST CMAB YDAB FTAB INAB

MAB ST CMAB VDAB FTAB INAB



KG G LB DZ SLUG

11: 32_k9*m^2/s^ YB MIN 0

M^2 CM^2 8 YD^2 FT^2 IN^2

32_k9*m^2

2. Vervolgens wordt * (vermenigvuldiging) uitgevoerd.

In voorbeeld 1, waar u 3,5 invoert en op **FT^3** drukt, voert de HP 48 eerst het eenheidsobject 1_{ft}^3 in en wordt 3,5 doorgeschoven naar niveau 2. Vervolgens wordt niveau 1 met niveau 2 vermenigvuldigd om $3,5_{ft}^3$ te krijgen.

Als u in het UNITS catalogusmenu op de rechter shift-toets plus een menutoets drukt, gebeurt het volgende:

- 1. De HP 48 plaatst een eenheidsobject van de eenheid die de toets aangeeft, en dat een numerieke waarde van 1 heeft in het stapelgeheugen.
- 2. Vervolgens wordt / (deling) uitgevoerd.

In voorbeeld 2 crëeert de HP 48 het eenheidsobject 32_k9 door 32 met 1_k9 te vermenigvuldigen. Als u op M^2 drukt, plaatst de HP 48 het eenheidsobject 1_m^2 in niveau 1 en wordt de vermenigvuldiging uitgevoerd om het eenheidsobject $32_k9 \pm m^2$ te creëren. Als u op S drukt, voert de HP 48 het eenheidsobject 1_s in wordt de *deling* uitgevoerd, om het eenheidsobject $32_k9 \pm m^2/s$ te creëren. U drukt nogmaals op S en de HP 48 deelt nogmaals door 1_s om het eindresultaat te verkrijgen.

Het creëren van een eenheidsobject op de commandoregel

Ga als volgt te werk om een eenheidsobject op de commandoregel te creëren:

- 1. Toets het getal in. (Dit moet een reëel getal zijn.)
- 2. Toets het _ teken in (druk op [→]]). Hierdoor wordt de Algebraïsche invoermodus geactiveerd.
- 3. Toets de eenheidsuitdrukking in zoals u algebraïsche uitdrukkingen invoert, en gebruik daarbij zo nodig de toetsen x, ÷, en . (). Om de eenheidsnaam in te toetsen, drukt u op de overeenkomstige menutoets of u typt de eenheidsnaam letter voor letter. Let op het gebruik van hoofdletters en kleine letters. Hz (hertz) moet bijvoorbeeld ingetoetst worden met een hoofdletter H en een kleine letter z. (Voor een betere leesbaarheid worden in de menulabels echter alleen hoofdletters gebruikt. Verwar deze aanduiding niet met de eigenlijke weergave van de eenheid.)

Voorbeeld: het creëren van een eenheidsobject op de commandoregel. Voer het eenheidsobject 8_Btu/(ft^2*h*"F) in.

Toets het getal en het _ teken in. Toets de eenheidsuitdrukking in. (Druk op $\alpha \rightarrow 6$ om ° te typen.) Voer het eenheidsobject in.

8 ┍ _ Btu ÷ ← () ft y* 2 × h × °F ENTER

Door een eenheidsnaam uit te typen, zoals in het vorige voorbeeld, kunt u een eenheidsobject creëren zonder op een ander submenu van het UNITS catalogusmenu te hoeven overgaan. Aan de andere kant hoeft u vaak minder toetsen aan te slaan als u naar de benodigde submenu's gaat en de toetsen gebruikt voor het weergeven van de eenheidsnaam. Bovendien voorkomt u op deze manier fouten als een onjuiste spelling of een onjuist gebruik van hoofdletters en kleine letters.

Een overzicht van eenheidsnamen

U kunt de spelling van een eenheid controleren door de betreffende pagina van het UNITS catalogusmenu te kiezen en op **REVIEW** te drukken. Op de display verschijnt tijdelijk een lijst van alle eenheden van die menupagina.

Voorbeeld: overzicht van eenheidsnamen. Controleer de spelling en het gebruik van hoofd- en kleine letters van de naam van de eenheid die hoort bij de toets FT*LB in het UNITS ENRG.

Kies het ENRG submenu en bekijk het overzicht van eenheidsnamen.

J erg Kcal cal Btu ft*]	bf				
J	ERG	KCAL	CAL	BTU	FTELB

Druk op **ATTN** om terug te keren naar de weergave van het stapelgeheugen.

Eenheidsobjecten in algebraïsche uitdrukkingen

Eenheidsobjecten mogen zonder meer in algebraïsche uitdrukkingen worden gebruikt. Bovendien kunnen symbolische getallen in plaats van reële getallen op de commandoregel worden geplaatst. Als bijvoorbeeld ' Y_ft' , in het stapelgeheugen wordt ingevoerd, wordt het geconverteerd naar $Y*1_ft$.

De prioriteit van functies in eenheidsobjecten is als volgt:

- 1. () (hoogste prioriteit)
- **2.** ^.
- 3. * en /.

 $7_m/s^2$ is dus 7 meter per seconde kwadraat; en $7_(m/s)^2$ is 7 vierkante meter per seconde kwadraat.

In het getal kan + of - worden gebruikt. Het _ teken heeft echter een hogere prioriteit dan + en -. '(4+5)_ft' EVAL geeft dus 9_ft, maar '4+5_ft' EVAL geeft + Error: Inconsistent Units (Fout: eenheden komen niet overeen).

Voorvoegsels van eenheden

Voorvoegsels zijn letters die u vóór een eenheidsnaam kunt typen om een macht van tien aan te geven. MA betekent bijvoorbeeld "milliamp" (amp $\times 10^{-3}$). In de volgende tabel staan alle toegestane voorvoegsels.

Voorvoegsel	Naam	Exponent
E	exa	+18
Р	peta	+15
Т	tera	+12
G	giga	+9
М	mega	+6
k of K	kilo	+3
h of H	hecto	+2
D	deca	+1
d	deci	-1
С	centi	-2
m	milli	-3
μ	micro	-6
n	nano	-9
р	pico	-12
f	femto	- 15
а	atto	- 18

Voorvoegsels van eenheden

(Druk op α \blacktriangleright STO om μ in te toetsen).

De meeste voorvoegsels die de HP 48 gebruikt, komen overeen met de standaard SI notatie. Er is echter één uitzondering: "deca" is "D" in de HP 48 notatie en "da" in de SI notatie.



U kunt geen voorvoegsel met een ingebouwde eenheid gebruiken als de eenheid die dan ontstaat reeds als ingebouwde eenheid aanwezig is. U kunt bijvoorbeeld niet min gebruiken om milli-inches mee te aan te duiden,

omdat min een ingebouwde eenheid is die "minuten" aangeeft. Andere mogelijke combinaties die overeenkomen met ingebouwde eenheden zijn Pa, da, cd, ph, flam, nmi, mph, kph, ct, pt, ft, au, en cu.

Het converteren van eenheidsobjecten

Het converteren van eenheidsobjecten in het UNITS catalogusmenu

In het UNITS catalogusmenu kunt u het eenheidsobject in niveau 1 converteren naar een andere eenheid in het menu van dezelfde soort, door gewoon op de *linker shift-toets* en de overeenkomstige menutoets te drukken.

Voorbeeld 1: het converteren van eenheidsobjecten in het UNITS catalogusmenu. Converteer 10_atm (atmosfeer) naar inHg (inches kwik).

Kies het UNITS catalogusmenu en druk op het submenu PRESS. Creëer het eenheidsobject 10_atm.

(+)UNITS (NXT) PRESS 10 ATM 1: 10_atm PA ATM BAR PSI TORS MMH

Converteer naar inches kwik.

NXT 🕤 INHG

1: 10,1325_bar PA ATM SAB PSI TOSE MINH

Het nieuwe eenheidsobject wordt in niveau 1 geplaatst.

Voorbeeld 2: het converteren van eenheidsobjecten in het UNITS catalogusmenu. Converteer 6_{ft*1bf} (voet-pound kracht per seconde) naar W (watt).

Voer het eenheidsobject in.

6 P. ()UNITS NXT ENRG FT*LB ()UNITS TIME P S

Kies het submenu POWER en converteer naar watt.

•	UNITS NXT	POWR
•	W	

1: 6_ft*1bf/					bf∕s∣
YR	D	H	MIN	S	HZ

1:	1	8,13	4907	'689'	99_W
М	HP				

Het nieuwe eenheidsobject wordt in niveau 1 geplaatst.

Het converteren van eenheidsobjecten met CONVERT

Met het CONVERT commando (UNITS CONY) kunt u alle soorten conversies uitvoeren tussen soortgelijke eenheidsuitdrukkingen. CONVERT gebruikt twee argumenten uit het stapelgeheugen: het argument in niveau 2 is het oorspronkelijke eenheidsobject; het argument in niveau 1 is een eenheidsobject dat de nieuwe eenheidsuitdrukking bevat. Het numerieke deel van het eenheidsobject in niveau 1 wordt genegeerd.

Voorbeeld: het converteren van een eenheidsobject in het

stapelgeheugen. Converteer 12_ft^3/min (kubieke voet per minuut) naar qt/h (quarts per uur). Omdat qt/h niet in het UNITS catalogusmenu staat, moet de conversie worden uitgevoerd met CONVERT.

Voer het eenheidsobject in.

12 - UNITS VOL FT^3 UNITS TIME - MIN



Plaats de nieuwe eenheidsuitdrukking in het stapelgeheugen, toegevoegd aan een willekeurig getal. (Dit numerieke deel wordt genegeerd.)

1 [→]LAS	T MENU	[NXT]	QT
	[LAST	MENU	•	

2:	12_f	°t^3∕	′min
11:		_1_<	qt∕h
YR D	H MIN	S	HZ

Voer de conversie uit.

PUNITS CONV

1: 21543,8961039_qt/h CONVIDENSE UVAL DESCRIPTION T

(Let op het gebruik van LAST MENU) om het vorige submenu rechtstreeks te kunnen kiezen, zonder terug te hoeven gaan naar het hoofdmenu.)

Het converteren van eenheidsobjecten in het CST menu

Als u een bepaalde eenheidsconversie vaak uitvoert, kan het handig zijn deze conversie vanuit het CST menu te doen, vooral als de eenheidsuitdrukkingen niet in het UNITS catalogusmenu staan. (In hoofdstuk 15, "De calculator aan uw eigen wensen aanpassen" wordt uitgelegd hoe u uw eigen (CST) menu kunt maken.) Om eenheidsconversies in het CST menu uit te voeren, plaatst u de eenheidsobjecten met de gewenste eenheidsuitdrukkingen in de CST menulijst. Het numerieke deel van de eenheidsobjecten wordt bij de conversies genegeerd. Als de eenheidsuitdrukkingen in het CST menu zijn geplaatst, kunt u eenheidsconversies uitvoeren op dezelfde manier als in het UNITS catalogusmenu:

- 1. Kies het CST menu (druk op CST).
- 2. Plaats het eenheidsobject in het stapelgeheugen.
- **3.** Druk op de linker shift-toets en de menutoets die overeenkomt met de gewenste eenheidsuitdrukking.

Het nieuwe eenheidsobject wordt in niveau 1 geplaatst.

Voorbeeld: het converteren van een eenheidsobject in het CST menu. Laten we aannemen dat u vaak kg/m^3 (kilogram per kubieke meter) converteert naar $1b/ft^3$ (pound per kubieke voet).

Deel 1. Plaats de eenheidsuitdrukking in het CST menu. (Er wordt van uitgegaan dat er nog niets in de CST menulijst staat.)

Maak een lijst van de twee eenheidsobjecten. Als u op \bigcirc drukt, gaat de HP 48 over op de Programma invoermodus. U moet de tekens _ en \checkmark dan zelf intoetsen.

(→)
1 (→) (→) (UNITS) MASS KG ÷)
(→) (UNITS) VOL M^3 (SPC)
1 (→) (→) (AST MENU) LB ÷)
(→) (AST MENU) FT^3 (ENTER)

Sla deze lijst op in de variabele *CST* en laat het CST menu op de display weergeven.

MODES MENU

KG/M[LB/FT]

10 LB/FT

Converteer naar kilogram per kubieke meter.

11:	160,3	18463	3374.	_k9⁄i	m^3
KG/	MLB/FT				

Converteren naar SI standaardeenheden

UBASE ([UNITS] UBASE) converteert een samengestelde eenheid in de equivalente SI standaardeenheid. UBASE gebruikt als argument een eenheidsobject in niveau 1 van het stapelgeheugen.

Voorbeeld 1: converteren naar SI standaardeenheden. Converteer 8, 3_Pa (Pascals) naar SI standaardeenheden.

Voer het eenheidsobject in, kies het UNITS Commandomenu en voer de conversie van het eenheidsobject uit.

(INITS) (NXT) PRESS 8.3 PA (-) UNITS UBASE

Voorbeeld 2: converteren naar SI standaardeenheden converteer 30_knot (knopen) naar SI standaardeenheden.

Voer het eenheidsobject in, kies het UNITS Commandomenu en voer de conversie van het eenheidsobject uit.

(INITS) SPEED 30 KNOT (INITS) UBASE 1: 15,43333333333_m/s

1: 10_16/ft^3 KG/MILE/FT

Deel 2. Converteer 10_1b/ft^3 naar kg/m^3.

Voer het eenheidsobject in.

Temperatuurconversie

Voor conversies tussen de vier temperatuurschalen (K, °C, °F, en °R) zijn toegevoegde constanten en vermenigvuldigingsfactoren nodig. Als beide eenheidsuitdrukkingen uit één eenheid van temperatuur zonder voorteken en zonder exponent bestaan, voert CONVERT een *absolute* temperatuurschaalconversie uit, inclusief de toegevoegde constante.

Als één van beide eenheidsuitdrukkingen een voorvoegsel, exponent of andere eenheid dan een eenheid van temperatuur bevat, voert CONVERT een *relatieve* temperatuurconversie uit, waarbij de toegevoegde constanten worden genegeerd. Dit geeft een foutieve oplossing.

Voorbeeld: temperatuurconversie. Deel 1. Converteer 25_°C naar °F.

Voer het eenheidsobject in en converteer het.

	NXT TEMP	
25 °C	●F	



Deel 2. Converteer 20_°C/min naar °F/s.

Creëer het eenheidsobject 20_°C/min

	NXT	TEMF	
20 °C			
	TIM	EP	MIN

1:		20_⁼C∕min			
YB	D	Н	MIN	S	HZ

Voer een eenheidsobject in dat bestaat uit de nieuwe eenheden en een willekeurig getal.

Þ	LAST	MENU	1 °F
Þ	LAST	MENU	P S

Voer de conversie uit.

HUNITS CONV

2:			- 26	3_¶C	/min
11:				1_	•F∕s
YR	Ũ	н	MIN	S	HZ

11: CONV UBASE UVAL UFACT +UN

Dimensieloze hoekeenheden

Hoeken in een vlak en ruimtehoeken zijn *dimensieloos*. U kunt de volgende dimensieloze eenheden gebruiken als constante in een eenheidsuitdrukking; de HP 48 kan bij dimensieloze eenheden echter niet controleren of er sprake is van een soortgelijke dimensie.

Dimensieloze eenheid	Naam	Waarde
Boogmin eenheidscirkel	arcmin	¹ / ₂₁₆₀₀
Boogsec eenheidscirkel	arcs	¹ / ₁₂₉₆₀₀₀
Graad eenheidscirkel		¹ / ₃₆₀
Grad eenheidscirkel	grad	¹ / ₄₀₀
Radiaal eenheidscirkel	r	$1/2\pi$
Steradiaal eenheidsbol	sr	¹ /4 π

Sommige fotometrische eenheden kunnen in steradialen worden gedefinieerd. Deze eenheden hebben een numerieke waarde met een factor $1/4_{\pi\tau}$ Omdat dit een dimensieloze factor is, kan de HP 48 niet controleren of deze aanwezig is. Om dus conversies te kunnen uitvoeren tussen fotometrische eenheden met en zonder die factor, moet de dimensieloze eenheid $\equiv r$ worden toegevoegd. In de volgende tabel vindt u welke fotometrische eenheden wel met steradialen worden gedefinieerd, en welke niet.
Wel steradialen	Geen steradialen
Lumen (1m)	Candela (⊂d)
Lux (1×)	Footlambert (f 1 am)
Phot (Ph)	Lambert (1 am)
Footcandle (f ⊂)	Stilb (s⊳)

Om te converteren tussen fotometrische eenheden in dezelfde kolom, is geen sr eenheid nodig. Om een fotometrische eenheid in de ene kolom te converteren naar een eenheid in de andere kolom, moet u de eenheid in de linkerkolom delen door sr of de eenheid in de rechterkolom hiermee vermenigvuldigen. Vergeet dit niet, omdat de HP 48 anders niet kan controleren of de eenheden met elkaar vergeleken kunnen worden. Voorbeelden van vergelijkbare fotometrische eenheden zijn:

- 1m is vergelijkbaar met cd*sr.
- fc/sr is vergelijkbaar met flam.
- 1m/sr*m^2 is vergelijkbaar met 1am.

Het afsplitsen van factoren van eenheidsuitdrukkingen

UFACT (UNITS) UFACT) splitst een bepaalde factor af van de eenheidsuitdrukking, en geeft als uitkomst een eenheidsobject waarvan de eenheidsuitdrukking bestaat uit de afgeplitste eenheid en overblijvende SI standaardeenheden. UFACT gebruikt twee argumenten uit het stapelgeheugen: een eenheidsobject in niveau 2 en één in niveau 1. Het eenheidsobject in niveau 1 bestaat uit een willekeurig getal en de eenheid die van het eenheidsobject in niveau 2 moet worden afgesplitst.

Voorbeeld: het afsplitsen van factoren van eenheidsuitdrukkingen. Splits een factor N (Newton) af van $3,5_kg*m^2/s^2$.

Voer het eenheidsobject in.



1:		3,5	j_k9*	•m^2·	∕s^2
YR	D	H	MIN	S	HZ

Toets de eenheid in die moet worden afgesplitst, toegevoegd aan een willekeurig getal.

1 (INTS) NXT FORCE N

2: 3,5_k9*m^2/s^2 1: 1_N N GYN GF XIP L8F POL

Splits de factor af van het eenheidsobject in niveau 2.

DIVITSUFACT

1: 3,5_N*m CONV. USING UMOU UEROT PUNIT

Rekenkundige bewerkingen met eenheidsobjecten

Met de HP 48 kunt u rekenkundige bewerkingen uitvoeren met eenheidsobjecten, net zoals met reële getallen. U kunt eenheidsobjecten:

- Optellen en aftrekken.
- Vermenigvuldigen en delen.
- Inverteren.
- Tot een macht verheffen.
- Gebruiken in percentageberekeningen.
- Met elkaar vergelijken.

Sommige andere wiskundige bewerkingen kunnen alleen op het numerieke deel van het eenheidsobject worden uitgevoerd.

Voorbeeld: het optellen van eenheidsobjecten. Bereken de som van 0, 4_lbf en 11, 9_dyne.

Voer de eenheidsobjecten in.

UNITS NXT FORCE
.4 LBF
11.9 DYN

2:				,4	_1bf
1:				11,9	_dyn
N	DYN	GF	KIP	LBF	POL

Tel de eenheidsobjecten bij elkaar op. De eenheden worden automatisch geconverteerd.

Ŧ

Voorbeeld: het aftrekken van eenheidsobjecten. Trek 39_{in} af van 4_{ft} .

Voer de eenheidsobjecten in en trek de één van de ander af. De eenheden worden automatisch geconverteerd.

1:				I	9_in
М	CM	MM	70	FT	IN

Het optellen en aftrekken van eenheden van temperatuur. De

eenheden van temperatuur worden eerst naar absolute temperatuur (Kelvin) geconverteerd voordat er wordt opgeteld of afgetrokken, en de som of het verschil wordt vervolgens naar de eenheid in niveau 1 geconverteerd. $32_$ "F $\emptyset_$ "C + geeft bijvoorbeeld $273, 15_$ "C.

Voorbeeld: eenheidsobjecten vermenigvuldigen met en delen door reële getallen. Vermenigvuldig 12_mph met 10, en deel dan door 6.

Voer het eenheidsobject in en vermenigvuldig het met 10.

•	UNITS	SPEED
12	MPH	
10	×	

11:				120	_mph
M/S	CM2S	FT/S	KPH	MPH	KNOT

Deel door 6.

6 ÷

1: 28_mph M/s CM/s ET/s KPH MPH KNOT

Voorbeeld: eenheidsobjecten vermenigvuldigen met en delen door eenheidsobjecten. Vermenigvuldig 50_{ft} met 45_{ft} , en deel het resultaat door $3, 2_d$ (dagen).

Voer het eerste eenheidsobject in. Voer het tweede eenheidsobject in en vermenigvuldig ze met elkaar.

		LENG
50	FT	
45	FT	
×		



Toets het derde eenheidsobject in en voer de deling uit.

← UNITS TIME
 3.2 D
 ÷

1: YB

0

Voer het eenheidsobject in en bereken de reciproke.

11.4 🗲 UN	ITS MASS G
	LENG CM
	TIME
► S	
1/x	



703,125_ft^2/d

Voorbeeld: een eenheidsobject tot een macht verheffen. Verhef $2_f t \neq s$ tot de zesde macht. Bereken de wortel van de uitkomst. Bereken vervolgens de derdemachtswortel daarvan.

Voer het eenheidsobject in en verhef het eenheidsobject tot de zesde macht.

2 • UNITS SPEED FT/S 6 y²

U ziet dat de exponenten van de eenheidsuitdrukking die de uitkomst vormt, zes maal de exponenten zijn van de eenheidsuitdrukking voor het oorspronkelijke eenheidsobject.

Bereken hiervan de wortel.

 \sqrt{x}

1: 8_ft^3/s^3 **** CMM/S F7/S SPH MPH (\$NOT

1: 64_ft^6/s^6 M/S CM/S FT/S SPH MPH ISNOT

Bereken hiervan de derdemachtswortel.

3 🗗 🖅

1:	2_ft∕s
M/S CM/S FT/S	KPH MPH KNOT

Voorbeeld: procentberekeningen met eenheidsobjecten. Hoeveel procent is 4,2 cm³ van 1_i n³?

Voer de eenheidsobjecten in de juiste volgorde in en voer de berekening uit.

UNITS YOL 1 IN^3
 4.2 CM^3
 MTH PARTS NXT %T

1: 25,6299725198

Uitdrukkingen van temperatuur worden met % naar absolute temperatuur geconverteerd, dan wordt de berekening uitgevoerd, en tenslotte wordt de uitkomst weer naar de oorspronkelijke eenheid geconverteerd. Ook met %CH en %T wordt de eenheid van temperatuur geconverteerd voordat de berekening wordt uitgevoerd.

Voorbeeld: het vergelijken van eenheidsobjecten. Bepaal of 12 °C groter is dan 52 °F.

Voer de eenheidsobjecten in de juiste volgorde in en voer de test uit.

	1:	1
12 °C	•C •F K •R	
52 • F		
PRG TEST NXT >		

In het stapelgeheugen staat 1, om aan te geven dat de bewering waar is. $(12 \degree C \text{ is } 53,6 \degree F.)$

Trigonometrische bewerkingen met eenheidsobjecten. U kunt de trigonometrische bewerkingen SIN, COS en TAN uitvoeren op eenheidsobjecten waarvan de eenheid een *hoekeenheid in het vlak* is. Hoekeenheden in het vlak zijn radialen (r), graden ("), grads (grad), boog-minuten (arcmin), en boog-seconden (arcs). Het resultaat is een dimensieloos reëel getal.

Voorbeeld: trigonometrische bewerkingen met eenheidsobjecten. Bereken de sinus van 45°.

Kies het UNITS ANGL menu, voer het eenheidsobject is en voer SIN uit.

•		NXT	NXT)	ANGL
45	•	(SIN)		

1:		,707106781	187
•	R	GRAD ARCMI ARCS	SR

Bereken de tangens van 40 grad, in algebraïsche notatie.

1 (TAN) 40	GRAD
EVAL	

2:	,707106781187
1	97207202000 88 830800000000
	к такиојикомијикозт зк

Rekenkundige bewerkingen op het numerieke deel van een eenheidsobject. De volgende functies, die uitgebreid worden behandeld in hoofdstuk 9 "Standaard wiskundige functies", kunnen op het numerieke deel van eenheidsobjecten worden uitgevoerd. Iedere functie geeft een eenheidsobject als uitkomst. Van het eenheidsobject dat als argument dient, blijft het gedeelte waarin de eenheid wordt uitgedrukt onveranderd.

ABS	IP
CEIL	NEG
FLOOR	RND
FP	TRNC

De SIGN functie, die ook in hoofdstuk 9 wordt besproken, geeft als uitkomst een *getal* waarmee het teken van het getal wordt aangeduid: +1voor een positief getal, -1 voor een negatief getal en 0 als het getal 0 is.

Het creëren van eenheidsobjecten met de EquationWriter

Met de EquationWriter kunt u algebraïsche uitdrukkingen schrijven die eenheidsobjecten bevatten. De uitdrukking van eenheid wordt weergegeven zoals u die op papier zou noteren: inverse eenheden worden als breuk weergegeven, en exponenten als superieur (zie pagina 253 in hoofdstuk 16).

Voorbeeld: het creëren van een eenheidsobject met de EquationWriter. Gebruik de EquationWriter om het volgende eenheidsobject te creëren:

Kies de EquationWriter. Toets het getal in en begin de uitdrukking van eenheden.

EQUATION 32

32_0
PARTS PROB HVP MATE VECTE BASE

Toets de teller van de eenheidsuitdrukking in.





Toets de noemer in.

ARE	A M.	`2	\blacktriangleright
NXT)	TEMI)	°C



Plaats het eenheidsobject in het stapelgeheugen.

ENTER

1: 32_W/(m^2*°C) Phats Paus Ryp (anta Venta Base

Het bekijken van een eenheidsobject in de EquationWriter. Als in niveau 1 een eenheidsobject staat, wordt dit met $\boxed{\mathbf{v}}$ in de EquationWriter-notatie getoond.

Door de gebruiker gedefinieerde eenheden

Stel dat u vaak "week" als eenheid van tijd gebruikt. De eenheid "week" staat niet in het UNITS catalogusmenu. U kunt echter voor "week" uw eigen gebruikerseenheid definiëren, die net als een ingebouwde eenheid werkt.

Het creëren van een gebruikerseenheid:

- 1. Voer een eenheidsobject in dat de waarde van de nieuwe eenheid aangeeft in ingebouwde of al eerder door de gebruiker gedefinieerde eenheden.
- 2. Sla dit eenheidsobject op in een variabele waarmee de nieuwe eenheid wordt benoemd.
- **3.** Creëer een eenheidsobject dat bestaat uit een willekeurig getal en de gebruikerseenheid.

Voorbeeld: het creëren en gebruiken van een gebruikerseenheid.

Deel 1. Gebruik de ingebouwde eenheid d (dag) om de gebruikerseenheid WEEK te creëren.

Voer het eenheidsobject 7_d in. Sla het eenheidsobject op in de variabele WEEK en voer een lijst met het eenheidsobject 1_WEEK in.

(→)UNITS TIME 7 D
() WEEK STO
(→) () VAR 1 (→) WEEK
ENTER



Sla de lijst op in het CST menu en bekijk dit menu op de display.

MODES MENU

SEM CONTRACTOR

Deel 2. Converteer 14 dagen naar weken.

Voer het eenheidsobject in. Kies het CST menu en voer de conversie uit.

	TIME 1	4 D	
CST 🖣	WEEK		

1:	2_SEM
SEM	

Gebruikerseenheden van een voorvoegsel voorzien. U kunt een gebruikerseenheid van een voorvoegsel voorzien. Als echter een gebruikerseenheid (met of zonder voorvoegsel) en een ingebouwde eenheid overlappen, krijgt de ingebouwde eenheid de voorkeur.

Extra commando's voor eenheidsobjecten

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
UVAL	UVAL	Plaatst het numerieke deel van het eenheidsobject in niveau 1, in niveau 1.
→UNIT	→UNIT	Combineert een getal in niveau 2 met een eenheidsobject in niveau 1 tot een nieuw eenheidsobject in niveau 1. Hierbij wordt het oorspronkelijke numerieke deel van het object in niveau 1 genegeerd.

Binaire berekeningen



Met de HP 48 kunt u binaire berekeningen uitvoeren. Dit hoofdstuk gaat over de commando's en methodes voor het manipuleren van binaire gehele getallen.

Binaire gehele getallen kunnen bestaan uit 1 tot en met 64 bits, afhankelijk van de huidige *woordgrootte*. Zij kunnen worden ingevoerd en weergegeven als decimaal (grondtal 10), hexadecimaal (grondtal 16), octaal (grondtal 8) of binair (grondtal 2) getal. Het *huidige grondtal* bepaalt welk grondtal wordt gebruikt voor het weergeven van binaire gehele getallen in het stapelgeheugen.

Binaire gehele getallen worden voorafgegaan door #. Met d, h, o of b achter het binaire gehele getal wordt het grondtal aangegeven bijvoorbeeld # 182d, # B6h, # 2660 of # 10110110b.

Het instellen van de woordgrootte

De woordgrootte is het aantal bits dat wordt gebruikt om binaire gehele getallen weer te geven. De woordgrootte kan variëren van 1 tot en met 64 bits; standaard is 64 bits. Toets een getal van 1 tot en met 64 in en voer STWS (MTH BASE STWS) uit om de woordgrootte in te stellen. (Breuken worden afgerond op een geheel getal.) Voer RCWS (MTH BASE RCWS) uit om de huidige woordgrootte op te vragen. Als u een binair geheel getal invoert dat de huidige woordgrootte overschrijdt, worden de meest significante bits niet getoond. Alle bits boven 64 gaan verloren; bits tussen de huidige woordgrootte en 64 worden "verborgen" en kunnen worden weergegeven door de woordgrootte te vergroten. Verborgen bits worden in berekeningen echter niet gebruikt en gaan verloren als op een binair geheel getal een commando wordt uitgevoerd.

Bovendien beïnvloed de woordgrootte de uitkomsten van rekenkundige bewerkingen en andere commando's. Als een argument de huidige woordgrootte overschrijdt, wordt het afgebroken (de meest significante bits gaan verloren) na de huidige woordgrootte voordat het commando wordt uitgevoerd. Zo nodig worden ook uitkomsten afgebroken.

Het kiezen van het grondtal

Binaire gehele getallen worden weergegeven met een decimaal, hexadecimaal, octaal, of binair grondtal. Standaard is het decimale grondtal. Om het huidige grondtal te veranderen, gaat u naar het MTH BASE menu (MTH BASE) en drukt u op HEX (hexadecimaal), DEC (decimaal), DCT (octaal) of BIN (binair). Het blokje in één van de menulabels geeft aan wat het huidige grondtal is.

Met HEX, DEC, OCT, en BIN kan geprogrammeerd worden. De instelling van de vlaggen -11 en -12 komt overeen met het huidige grondtal. (Zie appendix E voor meer informatie over de vlaggen -11 en -12.)

Het huidige grondtal heeft geen invloed op de interne weergave van binaire gehele getallen.

Het invoeren van binaire gehele getallen

Een binair geheel getal wordt aangegeven door het scheidingsteken # ervoor te plaatsen.

Voorbeeld: het invoeren en weergeven van binaire gehele getallen.

Voer het adres $24FF_{16}$ in.

(MTH) BASE HEX [] # 24FF [ENTER]

De grondtalaanduiding h geeft aan dat het binaire gehele getal als hexadecimaal getal wordt weergegeven. Als u een getal met het huidige grondtal invoert, hoeft u niet op de toets voor de grondtalaanduiding te drukken.

Geef nu $24FF_{16}$ als octaal getal weer.

OCT

Om een getal in te voeren dat niet het huidige grondtal heeft, typt u achter de cijfers de grondtalaanduiding.

11:

Voer 101101₂ in, terwijl het huidige grondtal octaal blijft.

Het getal wordt in het stapelgeheugen weergegeven als octaal getal.

Berekeningen met binaire gehele getallen

Voorbeeld: aftrekken. Bereken 46AF₁₆ - 33D₁₆.

HEX DEC OCT . BIN STWS RCWS

11: 24FFhl

HEX DEC OCT . BIN

ŧ 22377o

HEX DEC OCT BIN STWS RCWS

Ga over op het hexadecimale grondtal en voer de twee getallen in.

HEX		
┣ #	46AF	ENTER)
┣ #	33D [ENTER

2:				# 46AFh
1:				# 33Dh
HEX 🗖	DEC	DCT	BIN	STIMS REMS

Voert het commando 🗕 uit.

Ξ

1:				# 43	372h
HEX 🗆	DEC	DCT	BIN	STIMS	RCMS

Voorbeeld: delen. Als na deling een rest overblijft, blijft van de uitkomst alleen het gehele deel bewaard.

Deel 64d door 5d.

1:		#	12d
HEX DEC . OCT	BIN	STIMS	RCMS

DEC ▶ # 64 ▶ # 5 ÷

De rest, 4d, gaat verloren.

Extra commando's voor binaire gehele getallen

In de volgende tabel staan commando's uit het MTH BASE menu (MTH BASE) die handig zijn bij het manipuleren van binaire gehele getallen. Tenzij anders vermeld, wordt bij de voorbeelden uitgegaan van een woordgrootte van 24.

Commanda /basabriiving	Voorbeeld			
Commando/ beschrijving	Invoer	Resultaat		
AND Logische AND (per bit) van twee argumenten.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1000b		
ASR Arithmetic Shift Right. Verschuift de bitrij één positie naar rechts. Het meest significante bit wordt opnieuw	1:# 1100010b 1: # 800000h	1: # 110001b 1: # C00000h		
gegenereerd. B→R Binair naar reëel. Converteert een binair geheel getal naar een reëel geheel getal.	1: # 755o	1: 493		
NOT Geeft het one's complement van het argument. leder bit van de uitkomst is het complement van het overeenkomstige bit van het argument.	1: # F0F0F0h	1: # F0F0Fh		
OR Logische OR (per bit) van twee argumenten.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1110b		
R → B Reëel naar binair. Converteert een reëel geheel getal naar een binair geheel getal.	1: 10	1: # 1010b		

Commanda /basabriiving	Voorbeeld			
Commando/beschrijving	Invoer	Resultaat		
RL Rotate Left. Een binair geheel getal wordt één bit linksom geroteerd. (Woordgrootte in dit voorbeeld:4)	1: # 1100b	1: # 1001b		
RLB Rotate Left Byte. Een binair geheel getal wordt één byte linksom geroteerd.	1: # FFFFh	1: # FFFF00h		
RR Rotate Right. Een binair geheel getal wordt één bit rechtsom geroteerd. (Woordgrootte in dit voorbeeld:4)	1: # 11016	1: # 1110b		
RRB Rotate Right Byte. Een binair geheel getal wordt één byte naar rechts geroteerd.	1: # A0B0C0h	1: # C0A0B0h		
SL Shift Left. Een binair geheel getal schuift één bit naar links.	1: # 1101b	1: # 11010b		
SLB Shift Left Byte. Een binair geheel getal schuift één byte naar links.	1: # A0B0h	1: # A0B000h		
SR Shift Right. Een binair geheel getal schuift één bit naar rechts.	1: # 11011b	1: # 1101b		
SRB Shift Right Byte. Een binair geheel getal schuift één byte naar rechts.	1: # A0B0C0h	1: # A0B0h		
XOR Logisch exclusive OR (per bit) van de argumenten.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 110b		

15

De calculator aan uw eigen wensen aanpassen



In dit hoofdstuk wordt behandeld:

- Het creëren en gebruiken van uw eigen individuele menu's.
- Het definiëren van een speciale werking van het toetsenbord (en het oproepen van dit gebruikerstoetsenbord).
- Het activeren en deactiveren van de systeemvlaggen. De systeemvlaggen besturen een groot aantal modi van de calculator.

Individuele (CST) menu's

Een individueel menu is een menu dat u zelf creëert. Er kunnen menulabels in staan voor bewerkingen, commando's en andere objecten die u creëert of groepeert naar uw eigen voorkeur. Als u op CST drukt, wordt dit menu weergegeven.

Het creëren van een individueel menu

Als u op CST drukt, gebruikt de HP 48 de inhoud van de gereserveerde variabele CST om het individuele menu weer te geven. (CST is voor de HP 48 gereserveerd omdat de inhoud van deze variabele de inhoud van het individuele menu bepaalt.) Als u dus uw eigen menu wilt creëren, maakt u een variabele CST met de objecten die u in het menu wilt plaatsen.

Net als bij andere variabelen, kan voor iedere inhoudsopgave in het geheugen de variabele *CST* met het daarbij behorende individuele menu worden gecreëerd.

Ga als volgt te werk om een individueel menu in de huidige inhoudsopgave te creëren en weer te geven:

- 1. Voer een lijst in met de objecten die u in het menu wilt plaatsen.
- 2. Voer MENU uit (MODES MENU). MENU slaat de inhoud van de lijst in CST op en geeft het individuele menu weer.

Als u een individueel menu wilt creëren, maar niet direct wilt bekijken, kunt u de lijst voor uw menu ook alleen in CST opslaan zoals u dat bij een gewonde variabele doet: door de lijst in het stapelgeheugen te plaatsen en op de linker shift-toets en de menutoets voor de variabele te drukken. In het MODES menu (waarmee u de calculator kunt aanpassen) staat permanent een menulabel voor CST (\longrightarrow MODES CST).

Bovendien kunt u de naam van een andere variabele waar de lijst met objecten in staat in *CST* opslaan, in plaats van de lijst zelf. Op deze manier is het mogelijk meerdere variabelen met verschillende lijsten voor individuele menu's in één inhoudsopgave te plaatsen. U kunt dan gemakkelijk van het ene individuele menu overgaan op het andere, door gewoon een andere naam in *CST* te plaatsen.

De werking van een individueel menu

Objecten werken in individuele menu's gewoonlijk op dezelfde wijze als in ingebouwde menu's. Bijvoorbeeld:

Namen werken op dezelfde wijze als de VAR menutoetsen. Als ABC een variabele naam is, wordt met ABC ABC berekend, wordt met
 ABC de inhoud opgevraagd, en wordt met
 ABC een nieuwe inhoud in ABC opgeslagen. Bovendien hebben menulabels die de naam van een inhoudsopgave aangeven, een tab aan de

linkerbovenkant; door op zo'n menutoets te drukken, gaat u over op een andere inhoudsopgave.

- Eenheidsobjecten hebben dezelfde werking als in de Units catalogus. In combinatie met de linker shift-toets kunnen er bijvoorbeeld conversies worden uitgevoerd.
- Reeksen worden weergegeven door op de betreffende toets te drukken.

U kunt Backup-objecten in een lijst voor een individueel menu opnemen door de naam van het Backup-object te koppelen aan de poort waar het zich bevindt. Als bijvoorbeeld :2: TOM in de lijst is opgenomen, geeft de menulabel TOM het Backup-object TOM in poort 2 weer.

Voorbeeld: het creëren en gebruiken van een individueel menu. Maak een individueel menu met het ingebouwde commando \rightarrow TAG, het eenheidsobject 1_m^3, een reeks om VOLUME te typen en de variabele naam CST.

Voer de lijst met objecten in.

(+) (FRG) OBJ → TAG 1 🗗 🗌 m 🖉 3 CST [ENTER]

Sla de lijst op in CST en geef het individuele menu weer.

MODES MENU	⇒TAG M^3 VOLU CST
Converteer 1075 cm ³ naar m ³ .	
1075 P. cm (y*) 3 ENTER M^3	2: 1: ,001075_m^: Examp xwe wolu cer
Voer de reeks VOLUME in.	
P. YOLU ENTER	1: "VOLUME Fating Mines Volu Cast
Maak een gemarkeerd object van de in	houd van niveau 1 en 2.

→TAG

1:	VOLU	ME:	,001	.075.	_m^3
÷Tñ	G M^3	VOLU	CST		

Geef de huidige inhoud van CST weer.

CST



Het verfijnen van individuele menu's

U kunt een individueel menu uitbreiden en verfijnen door:

- Menulabels te specificeren die afwijken van de onderliggende namen, commando's of reeksen.
- Een verschillende werking te specificeren voor de gewone toets en voor de toets plus linker of rechter shift-toets.

Afwijkende menulabels specificeren. U kunt een menulabel maken met een andere naam dan het object zelf, door in de lijst voor uw individuele menu een ingebedde lijst op te nemen:

Als u bijvoorbeeld:

(→TAG 1_m^3 ("VOL" "VOLUME") ("IND" CST))

opslaat in CST, hebt u een individueel menu dat op dezelfde wijze werkt als het menu in het vorige voorbeeld, maar nu met de labels \rightarrow TAG, M^3, VOL, en IND.

Extra functies met shift-toetsen creëren. U kunt de toetsen van uw individuele menu een speciale werking geven als zij met één van de shifttoetsen worden gebruikt. U doet dit door in de ingebedde lijst een andere lijst op te nemen, met de verschillende werkingen (objecten). De volgorde in deze extra ingebedde lijst is: eerst de werking zonder shift-toets, dan met de linker shift-toets en tenslotte met de rechter shift-toets. (U kunt geen werking met gebruik van een shift-toets specificeren, als niet eerst de gewone werking is gespecificeerd.) U wilt bijvoorbeeld dat in uw individuele menu onder de toets VOL de volgende drie bewerkingen staan:

■ Met ¥OL een programma uitvoeren dat de waarde in niveau 1 opslaat in de variabele *VBOX*.

- Met Subscription WOL een programma uitvoeren dat het produkt berekent van niveau 1, 2 en 3.
- Met 🔁 YOL het woord VOLUME typen.

Dit is de lijst die u als argument voor het MENU commando gebruikt:

{ { "VOL" { « 'VBOX' STO » « * * » "VOLUME" } } }

Het creëren van een tijdelijk menu

Het TMENU commando creëert een tijdelijk menu zonder de inhoud van de variabele *CST* te overschrijven. Tijdelijk menu's zijn heel handig bij het programmeren en worden in hoofdstuk 29 behandeld.

Het gebruikerstoetsenbord

U kunt aan alle toetsen van de HP 48, ook de combinaties met alfa- en shift-toetsen, een andere werking toekennen. Op deze manier kunt u het toetsenbord aan uw eigen wensen aanpassen. Zo'n aangepast toetsenbord heet gebruikerstoetsenbord, en is actief als de calculator in de Gebruikersmodus staat.

De commando's voor het creëren en veranderen van het gebruikerstoetsenbord vindt u in het MODES Aanpassingsmenu (MODES).

Gebruikersmodi

De toets **SUSR** werkt als een schakelaar met drie standen. Eén maal drukken activeert de 1-Gebruikersmodus; nogmaals drukken activeert de Gebruikersmodus; en een derde maal drukken deactiveert de Gebruikersmodus.



In de 1-Gebruikersmodus (de bijbehorende indicator is 1USR), kan het gebruikerstoetsenbord voor één bewerking worden gebruikt. In de Gebruikersmodus (met de indicator USER) blijft het gebruikerstoetsenbord geactiveerd tot u op **SR** drukt.

Als u vlag -61 activeert, kunt u met \bigcirc USR de Gebruikersmodus aanen uitzetten. Om vlag -61 te activeren, drukt u op 61 \bigcirc \bigcirc MODES SF.

Het definiëren van toetsen

Met de commando's ASN (assign) en STOKEYS (store keys) kunt u zelf de werking van het toetsenbord bepalen. Met ASN (MODES ASN) wordt één toets opnieuw gedefinieerd, en met STOKEYS (MODES STOK) meerdere toetsen.

Het opnieuw definiëren van één toets. ASN gebruikt twee argumenten:

- In niveau 2 het object dat aan de toets wordt toegewezen.
- In niveau 1 het uit drie cijfers bestaande nummer dat de plaats van de toets op het toetsenbord aangeeft. Dit nummer vindt u in het volgende diagram:



Als u bijvoorbeeld ASN uitvoert met DUP2 in niveau 2 en 36.2 in niveau 1, wordt DUP2 toegewezen aan SWAP zonder verder het gebruikerstoetsenbord te veranderen. (SWAP heeft plaatsnummer 36.2 omdat het te vinden is op de derde rij van boven, in de zesde kolom en werkt met de linker shift-toets.) Als de calculator in de 1-Gebruikersmodus of de Gebruikersmodus staat, wordt DUP2 uitgevoerd als u op SWAP drukt.

Het opnieuw definiëren van meerdere toetsen. Met STOKEYS kunt u meerdere toetsen tegelijk opnieuw definiëren. Het argument is een lijst met de volgende syntaxis:

 $\langle S definitie_1 plaatsnummer_1 definitie_2 plaatsnummer_2 \dots \rangle$

Uitleg:

- S (optioneel) geeft aan dat de overige toetsen hun standaard definitie behouden. Het S commando is alleen noodzakelijk als de niet opnieuw gedefinieerde toetsen eerder onwerkzaam zijn gemaakt met het DELKEYS commando.
- definitie is een willekeurig object. Als op de gebruikerstoets wordt gedrukt, wordt dat object uitgevoerd.
- plaatsnummer is het uit drie cijfers bestaande nummer dat de plaats van de toets op het toetsenbord aangeeft (zie het vorige diagram).

Als de gebruiker voor een toets een bepaalde werking heeft gedefinieerd, blijft dit van kracht totdat die toets een nieuwe werking krijgt met het ASN of STOKEYS commando, of totdat de definitie met het DELKEYS commando wordt gewist. Voorbeeld: het definiëren van het gebruikerstoetsenbord. U gebruikt het STOKEYS commando om:

- De variabele ABC waarin { A B C } staat, toe te kennen aan gebruikerstoets A.
- Het programma « OBJ→ DROP » toe te kennen aan gebruikerstoets [→].
- Het commando DROP2 toe te kennen aan gebruikerstoets
 DROP.
- De reeks "HEIGHT" (hoogte) toe te kennen aan gebruikerstoets h (om minder te hoeven typen).

Creëer de variabele ABC bestaande uit de lijst $\langle A B C \rangle$ en geef het VAR menu weer.

A SPC B SPC C ENTER ABC STO VAR

Voer het argument voor het STOKEYS commando in.

← () ABC SPC 11.4
← () PRG 0BJ 0BJ +
← DROP
← 75.3
PRG STK NXT DR0P2 55.2
← HEIGHT ► 22.5 ENTER

1:	{ ABC 11,4 ≪ OBJ→ DROP ≫ 75,3 DROP2 55,2 "HEIGHT" 22,5 }
DUP	DUP2 DUPN DROP2 DRPN

ABC CST

Voer STOKEYS uit en activeer het gebruikerstoetsenbord.

ASN STOK ROLK DELK MENU OST

Vraag nu de lijst $\{ A B C \}$ op en ontbind deze in aparte componenten.

Α	
Þ	

13:	'A'I
Ž:	'B'l
1:	١Ū١
ASN ISTOK ROLK DELK MENU	CST

Voer DROP2 uit en plaats de reeks "HEIGHT" in het stapelgeheugen.

	DΡ]
\mathbf{P}	h	ENTER

2:	'A'I
1:	"HEIGHT"
ASN	STOK RCLK DELK MENU CST

Druk nogmaals op **(USR)** om de normale werking van het toetsenbord te herstellen.

Het wissen van toetsdefinities

Het commando DELKEYS (MODES DELK) wist de definitie van één of meer gebruikerstoeten. Het gebruikt één van de volgende argumenten:

- Een uit drie cijfers bestaand plaatsnummer (beschreven op pagina 236). De definitie van die gebruikerstoets wordt gewist.
- Een lijst plaatsnummers. De definities van alle toetsen in de lijst worden gewist.
- Een S. De standaard toetsdefinities worden gewist.
- Een nul (0). Alle gebruikerstoetsen worden gewist. Toetsen zonder speciale gebruikersdefinitie die waren gedeactiveerd, zijn nu opnieuw geactiveerd.

Het opnieuw activeren van één standaard toets

Als DELKEYS is uitgevoerd met S als argument, zijn de standaard toetsten onwerkzaam zolang de HP 48 in de Gebruikersmodus staat, totdat zij door de gebruiker worden gedefinieerd, of totdat de definities van alle gebruikerstoetsen zijn gewist. Als de standaard toetsten onwerkzaam zijn, kunt u de toetsen afzonderlijk weer hun standaard definitie toekennen met het ASN commando en het speciale argument SKEY. Ga als volgt te werk om één standaard toets opnieuw te activeren:

- 1. Plaats 'SKEY' in het stapelgeheugen.
- 2. Voer het uit drie cijfers bestaande plaatsnummer in (beschreven op pagina 236) van de standaard toets die opnieuw geactiveerd moet worden.
- 3. Druk op [→ [MODES] ASN .

Met bijvoorbeeld 'SKEY' in niveau 2 en 16,1 in niveau 1, wordt door <u>ASN</u> de <u>NXT</u> toets opnieuw geactiveerd om deze in de Gebruikersmodus te kunnen gebruiken.

U kunt deze procedure voor iedere gewenste standaardtoets herhalen. U kunt dan in de Gebruikersmodus zowel de door u gedefinieerde gebruikerstoetsen, als de opnieuw geactiveerde standaard toetsen van de HP 48 gebruiken. Bovendien is het mogelijk SKEY in de lijst met definities voor het STOKEYS commando op te nemen.

Het opvragen en wijzigen van definities van gebruikerstoetsen

Een lijst met alle definities van gebruikerstoetsen (inclusief de letter S als in de Gebruikersmodus standaard toetsen actief zijn) wordt met het RCLKEYS commando (MODES) RCLK) in niveau 1 geplaatst.

Om definities te wijzigen, voert u RCLKEYS uit, wijzigt u de lijst en voert u STOKEYS uit.



Als "oude" definities worden verwijderd, blijven deze toch een kleine hoeveelheid geheugen in beslag nemen. Op den duur kunnen oude gebruikerstoetsen veel geheugen gaan innemen – voor iedere definitie is 2,5 tot 15 byte geheugen

nodig. U kunt geheugenruimte besparen door de definities van gebruikerstoetsen te *comprimeren*. U doet dit met de volgende reeks commando's: RCLKEYS Ø DELKEYS STOKEYS

Overige aanpassingen

Het MODES menu

In de pagina's van het MODES menu (MODES) staan nog veel meer functies waarmee u de werking van de calculator naar wens aanpast. (Er staat een blokje in de menulabel, bijvoorbeeld SYM, om aan te geven dat dit menu actief is.)

MODES menu

Toetsen	Beschrijving
MODES:	
SYM	Wisselt tussen symbolische (blokje in de label) en numerieke evaluatie.
BEEP	Wisselt tussen foutmeldingen mét (blokje in de label) en zonder pieptonen.
STK	Wisselt tussen wel (blokje in de label) en niet opslaan van het laatste stapelgeheugen. Verandert de werking van () LAST STACK).
ARG	Wisselt tussen wel (blokje in de label) en niet opslaan van de laatste argumenten. Verandert de werking van PLAST ARG.
CMD	Wisselt tussen wel (blokje in de label) en niet in het geheugen opslaan van de laatste commandoregel. Verandert de werking van () LAST_CMD.
CNCT	Wisselt tussen een doorlopende lijn voor het verbinden van geplotte punten (blokje in de label) en het weergeven van alleen de punten.
ML	Als niveau 1 meerdere regels heeft, wisselt u hiermee tussen het weergeven van niveau 1 als meerdere regels (blokje in de label) en als één regel met een ellipsis ().
CLK	Wisselt tussen het wel (blokje in de label) en niet weergeven van datum en tijd.
FM,	Wisselt tussen een decimale punt en een decimale komma (blokje in de label).

Systeemvlaggen

De HP 48 heeft nog een aantal andere modi waarmee u de werking van de calculator kunt aanpassen. De meeste modi worden bestuurd met systeemvlaggen. De HP 48 heeft 64 systeemvlaggen, met de nummers -1tot en met -64. Iedere vlag heeft twee instellingen — actief (waarde 1) en niet actief (waarde 0). De systeemvlaggen en de modi die zij besturen, worden beschreven in appendix E.

De commando's voor het activeren, deactiveren en testen van vlaggen vindt u in het MODES Aanpassingsmenu (MODES). (Dezelfde commando's vindt u bovendien in het PRG TEST menu.) Zij gebruiken vlagnummers als argument. Als u bijvoorbeeld op 20 + MODES NXT SF drukt, activeert u systeemvlag -20.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	S (pagina's 2 en 3	3) of [PRG] TEST (pagina 3):
SF	SF	Activeert de vlag.
CF	CF	Deactiveert de vlag.
FS?	FS?	Geeft als uitkomst waar (1) als de vlag actief is, en niet waar (0) als deze niet actief is.
FC?	FC?	Geeft als uitkomst waar (1) als de vlag niet actief is en niet waar (0) als deze actief is.
FS?C	FS?C	Test de vlag (geeft waar (1) als de vlag actief is en niet waar (0) als deze niet actief is) en deactiveert vervolgens de vlag.
FC?C	FC?C	Test de vlag (geeft waar (1) als de vlag niet actief is en niet waar (0) als deze actief is) en deactiveert deze vervolgens.

Het testen van vlaggen

Het activeren van de automatische alpha lock. Gewoonlijk wordt de Alfa-invoermodus vastgezet door twee maal op α te drukken. U kunt ook instellen dat door éénmaal op α te drukken, alpha lock automatisch

wordt geactiveerd. Activeer systeemvlag -60 voor de automatische alpha lock modus.

Het activeren van de Gebruikersmodus. Als u éénmaal op ◀ USR drukt, gaat de calculator gewoonlijk voor één toetsaanslag over op de Gebruikersmodus. Door twee maal hierop te drukken, blijft de Gebruikersmodus actief totdat u deze reeks voor een derde maal intoetst. Als u wilt dat de Gebruikersmodus al na éénmaal actief blijft, activeert u vlag -61.

Het evalueren van symbolische constanten. De symbolische constanten (e, i, π , MAXR en MINR) behouden bij het evalueren hun symbolische vorm. Als u wilt dat de HP 48 bij berekeningen automatisch de numerieke weergave van deze constanten gebruikt, activeert u vlag -2.

Overig gebruik van systeemvlaggen. De vorige voorbeelden tonen slechts enkele van de vele manieren om met de vlaggen de werking van de HP 48 aan uw eigen wensen aan te passen. Met de vlaggen kunt u ook de werking van de display, wiskundige berekeningen, het printen, de tijddatum- en alarminstelling en vele andere functies veranderen. Zie appendix E voor een volledige lijst van alle 64 systeemvlaggen en hun werking.

Deel 3

Geavanceerde eigenschappen

De EquationWriter



Met de EquationWriter kunt u algebraïsche uitdrukkingen en vergelijkingen invoeren in de vorm die u het beste kent — zoals ze in boeken en tijdschriften worden gedrukt en zoals u ze zelf opschrijft.

Hieronder staat een vergelijking uit een natuurkundige tekst:

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a \, dt$$

Deze vergelijking ziet er in het stapelgeheugen als volgt uit:

'v=v0+ʃ(t1;t2;a;t)'

Hieronder ziet u dezelfde vergelijking in de EquationWriter:

Voorbeeld: de EquationWriter. Gebruik de EquationWriter om de bovenstaande vergelijking in te toetsen.

Als u een vergissing maakt bij het intoetsen van de vergelijking, drukt u op • om de fout te herstellen. Let erop dat het enige seconden kan duren voor de HP 48 de vergelijking weer toont nadat u op • hebt gedrukt. Verder in dit hoofdstuk leert u hoe u een vergelijking kunt bewerken in de commandoregel.

Kies de EquationWriter en toets de vergelijking in tot het f teken.

V=V8+0 PRATS PROS | HYP. | MATA VECTS | SASE |

Toets het integraalteken in.

 \mathbf{P}



Toets de ondergrens in en verplaats de cursor naar de bovengrens.

t1 🕨

Toets de bovengrens in en verplaats de cursor naar het begin van de integrand.

t2 🕨

U=U0+∫t2 t1 CTATE PAUE HYPE MINTS WEATS BASE

Toets de integrand en de integratie-variabele in.

a ▶ t

Plaats de vergelijking in het stapelgeheugen.

(ENTER)

De structuur van de EquationWriter

De EquationWriter is een speciale omgeving, waarin het toetsenbord opnieuw gedefinieerd is en slechts een beperkt aantal speciale bewerkingen kunnen worden uitgevoerd. In de EquationWriter kunt u geen berekeningen in het stapelgeheugen uitvoeren. Met de toetsen die algebraïsche functies aangeven, kunt u de naam van de functie of het grafische functiesymbool in de vergelijking invoeren. Als u bijvoorbeeld op \overline{Ix} drukt, wordt het wortelteken getoond. U kunt alle menu's in de display tonen — u kunt echter alleen die toetsen gebruiken, die een algebraïsche functie aangeven. Evenals de functietoetsen op het toetsenbord voeren de menutoetsen de bijbehorende functie niet uit, maar wordt de functienaam in de vergelijking ingevoerd. Andere toetsen op het toetsenbord zijn als volgt gedefinieerd:

	Geeft het begin van een teller aan.
► of ▼	Beëindigt een deeluitdrukking. (Met re) of re beëindigt u alle niet afgesloten deeluitdrukkingen.)
	Roept in de EquationWriter de Selectie-omgeving op.
()	Voert ← in als begin van een term tussen haakjes. ▶ (of ▼) sluit de term tussen haakjes af.
(SPC)	Voert het huidige scheidingsteken (, of ;) in voor functies met meerdere argumenten tussen haakjes en voor de termen van complexe getallen.
(EVAL)	Evalueert de vergelijking en verlaat de Equation Writer.
(ENTER)	Plaatst de vergelijking terug in het stapelgeheugen en verlaat de EquationWriter.
(ATTN)	Verlaat de EquationWriter. De vergelijking wordt niet opgeslagen.
(GRAPH)	Roept de scrollmodus op. In deze modus worden de menutoetsen gewist; als de vergelijking groter is dan de display, verschuift u met de cursortoetsen het displayvenster over de vergelijking in de aangegeven richting. Als u opnieuw op () (GRAPH) (of op (ATTN)) drukt, verschijnen de menutoetsen weer en gaat de cursor naar het einde van de vergelijking.

Bewerkingen in de EquationWriter

Bewerkingen in de EquationWriter (vervolg)

(EDIT)	Plaatst de vergelijking in de commandoregel voor bewerkingen. (Zie "Vergelijkingen bewerken" op pagina 259.)
(STO)	Plaatst de vergelijking in het stapelgeheugen als een grafisch object. (Zie "De structuur van de Plot toepassing" in hoofdstuk 18 en "Werken met grafische objecten in het stapelgeheugen" in hoofdstuk 19 voor informatie over grafische objecten.)
	Wist de display zonder de EquationWriter te verlaten.
RCL	Voegt op de plaats van de cursor het object van niveau 1 in de vergelijking in. (Zie "Vergelijkingen bewerken" op pagina 259.)
• ()	Schakelt de <i>impliciete haakjes</i> modus uit. Als u nog eens op () () drukt, wordt deze modus weer ingeschakeld. (Zie "Impliciete haakjes uitschakelen" op pagina 255.)
₽	Plaatst de vergelijking als een string in het stapelgeheugen.

Een vergelijking maken

Getallen en namen. Getallen en namen worden op dezelfde manier als in de commandoregel ingetoetst. De menutoetsen in het VAR menu functioneren als hulp bij het typen van namen van variabelen.

Optellen, aftrekken en vermenigvuldigen.

- \blacksquare +, -, en \times voeren +, en \cdot in.
- In sommige gevallen kunt u *impliciet* vermenigvuldigen (zonder op x te drukken) een vermenigvuldigingsteken wordt automatisch ingevoegd tussen:

- Een getal, gevolgd door een alfa-teken, een haakje of een functie waarvan de argumenten achter de naam van de functie komen; bijvoorbeeld bij 6[SIN].
- Een alfa teken en een functie waarbij de argumenten achter de naam van de functie komen; bijvoorbeeld bij A (1)x².
- Een haakje als afsluiting en een haakje als begin.
- Een getal of alfa-teken en de deelstreep, het wortelteken of de x-de machtswortel; bijvoorbeeld bij B.



Delingen en breuken.

- Algemene methode:
 - 1. A geeft het begin van de teller aan.
 - 2. Des geeft het einde van de teller aan (kan ook met V).
 - 3. De geeft het einde van de noemer aan.
- Alternatieve methode voor breuken waarbij de teller uit één term bestaat, of uit een opeenvolging van termen met operanden waarvan de prioriteit hoger is dan of gelijk aan / (delen):
 - 1. Type de teller zonder 🔺 te gebruiken.
 - 2. \div geeft het begin van de noemer aan.
 - 3. De geeft het einde van de noemer aan (kan ook met V).



Exponenten.

- 1. y^{x} geeft het begin van de exponent aan.
- 2. \blacktriangleright geeft het einde van de exponent aan (kan ook met \bigtriangledown).



Vierkantswortel en x-de machtswortel.

- Vierkantswortel:
 - 1. \overline{x} toont het \sqrt{x} teken en geeft het begin van de term aan.
 - 2. Des geeft het einde van de vierkantswortel aan.
- *x*-de machtswortel:
 - Image: The second secon
- 2. ► toont het J teken en geeft het begin aan van de y term aan de rechterzijde van het J symbool.
- 3. Description geeft het einde aan van de x-de machtwortel.



Functies die argumenten tussen haakjes gebruiken.

- 1. Druk op de functietoets of type de naam en 🔄 💭.
- 2. Deëindigt het argument en geeft).



Termen tussen haakjes.

- **1. ᠳ**() geeft ⟨.
- **2.** ▶ geeft ⊃.

Machten van 10.

- 1. Druk op **EEX**, zodat E getoond wordt.
- 2. Druk voor een negatieve macht op +/-, zodat getoond wordt.
- 3. Toets de cijfers van de macht in.
- 4. De macht kan met een willekeurige functietoets beëindigd worden.

Afgeleiden. Een afgeleide in de vorm $\frac{\partial}{\partial x} f(x)$ toetst u als volgt in:

- **1.** Druk op \blacktriangleright ∂ , zodat $\frac{\partial}{\partial}$ getoond wordt.
- Toets de differentiatie-variabele in en druk op ▶. De EquationWriter beëindigt de noemer en toont een haakje openen.
- 3. Toets de uitdrukking in.
- 4. Druk op 🕨 om de uitdrukking te beëindigen.



Integralen. De integraal $\int_{onder}^{boven} f(x) dx$ toetst u als volgt in:

- 2. Toets de ondergrens in en druk op **•**.
- 3. Toets de bovengrens in en druk op **>**.
- 4. Toets de integrand in en druk op ▶. De EquationWriter toont d.
- 5. Toets de integratie-variabele in.
- 6. Druk op 🕨 om de integraal af te sluiten.



Sommaties. Sommaties als $\sum_{x=onder}^{boven} f(x)$ voert u als volgt in:

- 1. Druk op $\bowtie \Sigma$ voor het Σ symbool. De cursor komt onder Σ .
- 2. Toets de sommatie-index in.
- **3.** Druk op \blacktriangleright (of \frown) voor het = teken.
- 4. Toets de initiële waarde van de index in.
- **5.** Druk op **▶**.
- 6. Toets de laatste waarde van de index in en druk op **>**.
- 7. Toets de sommand in.
- 8. Druk op 🕨 om de sommatie te beëindigen.



Eenheden. Eenheidsobjecten (beschreven in hoofdstuk 13) maakt u in de EquationWriter als volgt:

- 1. Toets het numerieke deel van het eenheidsobject in.
- 2. Druk op [→]_] om het eenheidsdeel van de uitdrukking in het eenheidsobject te beginnen.
- 3. Toets de uitdrukking van eenheid in. Gecombineerde eenheden worden gemaakt als algebraïsche uitdrukkingen: begrens elke afzonderlijke eenheid in de uitdrukking door op 🗙 of ÷ te drukken. U kunt de namen van eenheden met één toetsaanslag invoeren als u op de menutoetsen in het UNITS catalogusmenu drukt.
- 4. Druk op 🕨 om de uitdrukking te beëindigen.



De | **(substitutie) functie.** De | (substitutie) functie (beschreven in hoofdstuk 22) voert u als volgt in:

- 1. Toets een uitdrukking in met symbolische argumenten tussen haakjes.
- 2. Druk op (ALGEBRA) NXT | zodat | getoond wordt. De cursor wordt aan de rechter benedenzijde van het symbool geplaatst.
- 3. Toets de vergelijking in die ieder argument definieert, en druk daarbij op ▶ of = om = in te toetsen, en op SPC om het scheidingsteken tussen de vergelijkingen in te toetsen.
- 4. Druk op 🕨 om de | (substitutie) deeluitdrukking te beëindigen.



Impliciete haakjes uitschakelen

De argumenten voor \vdots , \overline{x} en y^{\star} staan gewoonlijk tussen "onzichtbare" haakjes, zodat het argument alleen door \blacktriangleright (of \checkmark) wordt beëindigd. Als u op drukt, worden de impliciete haakjes uitgeschakeld (daarbij toont de calculator even een melding), zodat het argument door alle functietoetsen kan worden afgesloten. In deze modus wordt het argument niet afgesloten door op \blacktriangleright te drukken. (Als u de impliciete haakjes uitschakelt nadat u op \vdots , \overline{x} of $\overline{y^{\star}}$ gedrukt hebt, maar voordat u het argument invoert, worden de impliciete haakjes *niet* gebruikt voor deze argumenten.)

Het uitschakelen van de impliciete haakjes is vooral gemakkelijk bij het invoeren van polynomen, als bijvoorbeeld de exponenten worden afgesloten door op de functietoets te drukken die het begin van de volgende term aangeeft. Als u opnieuw op () drukt, worden de impliciete haakjes weer ingeschakeld. Als u de EquationWriter verlaat en vervolgens weer oproept, worden de impliciete haakjes ook weer ingeschakeld.

In voorbeeld 2 op pagina 256 (deze pagina) kunt u zien hoe het uitschakelen van impliciete haakjes verloopt.

Voorbeelden van bewerkingen in de EquationWriter

Onthoud bij het doornemen van de voorbeelden dat u met PCLR de display na een voorbeeld kunt wissen, zonder de EquationWriter te verlaten. Als u dit doet, negeer dan de instructie EQUATION aan het begin van elk voorbeeld.

Voorbeeld 1. Toets de volgende uitdrukking in:

$$X^3 + 2X^2 - \frac{1}{X}$$



Voorbeeld 2. Toets dezelfde uitdrukking in als bij Voorbeeld 1, maar ditmaal zonder impliciete haakjes.

Kies de EquationWriter en schakel de impliciete haakjes uit.

■EQUATION

-				
IMP.	11	Cit	- O	off

]

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Toets de uitdrukking in.

X (y^x) 3 + 2X (y^x) 2 - 1 ÷ X

Schakel de impliciete haakjes weer in door op () te drukken.

Voorbeeld 3. Toets de volgende vergelijking in:

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2+y}{3}}$$

Activeer de alpha lock voor kleine letters door op a fa te drukken. (Als u op a drukt en vervolgens op een toets met een alfa-teken, wordt het als een kleine letter ingevoerd.) Toets daarna de vergelijking in.



x ² x ³ +	y ² =	<u>2+y</u> 3 a	1 0		
Phane	PROB	HYP	MATR	N.C.C. I.S.	BASE

Schakel de alpha lock voor kleine letters weer uit door opnieuw op α $\square \alpha$ te drukken.

Voorbeeld 4. Toets de volgende uitdrukking in:

$$X^2 - 2XY\cos\frac{2\pi N}{2N+1} + Y^2$$

Voorbeeld 5. Toets de volgende uitdrukking in:

$$\sqrt[3]{Y} \frac{d}{dX} 2\cos^2(\pi X)$$





Voorbeeld 6. Toets de volgende uitdrukking in:

$$\int_{0}^{1} \frac{X^{P-1}}{X^{2M+1} - A^{2M+1}} dx$$





Voorbeeld 7. Toets de volgende uitdrukking in:

$$1,65 \times 10^{-12} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$





Algebraïsche uitdrukkingen en en en heidsobjecten bekijken in de EquationWriter

Een eerder ingevoerd(e) algebraïsche uitdrukking of eenheidsobject bekijkt u als volgt in de EquationWriter:

- 1. Plaats het object in niveau 1. (Als het object in een variabele is opgeslagen, plaatst u de naam van de variabele in niveau 1.)
- Druk op ♥. (Druk op ₱♥ ♥ als de naam van een variabele in niveau 1 staat.) De algebraïsche uitdrukking of het eenheidsobject wordt in de EquationWriter gezet met de cursor aan het einde van de uitdrukking. Als de uitdrukking groter is dan de display, drukt u op GRAPH en vervolgens op om het displayvenster te verschuiven over de rest van de uitdrukking.

U zult merken dat de HP 48 afhankelijk van de lengte en complexiteit van de uitdrukking één minuut of langer nodig heeft om de algebraïsche uitdrukking of het eenheidsobject in de EquationWriter te tonen.

Vergelijkingen bewerken

Er zijn verschillende mogelijkheden om vergelijkingen in de EquationWriter te wijzigen:

- Met de backspace-toets.
- Met de commandoregel.
- Een object van het stapelgeheugen invoegen in de vergelijking.
- Een deeluitdrukking vervangen door een algebraïsche uitdrukking uit het stapelgeheugen.

Bewerken met de backspace-toets

Als u bij het invoeren van een uitdrukking in de EquationWriter een vergissing maakt, kunt u altijd op ➡ drukken om de cursor terug te plaatsen op de vergissing, en de tussenliggende tekens te wissen. Als u echter een afgesloten deeluitdrukking (een uitdrukking die beëindigd wordt door op ▶ te drukken) of een hele functienaam met de backspace-toets wist, gaat dat erg langzaam. Gewoonlijk wordt deze toets alleen gebruikt om een verkeerd getypt teken of cijfer te corrigeren. Gebruik voor grotere wijzigingen de commandoregel, die in de volgende paragraaf beschreven wordt.

Voorbeeld: bewerken met de backspace-toets. Toets de volgende uitdrukking in:

Kies de EquationWriter en begin met het typen van de uitdrukking. Voer "per ongeluk" 170 in plaats van 180 in.

 $\sin\left(x + \sqrt{y + 180} + z\right)$

SIN X + √x y + 170

Wis 70 met de backspace-toets, toets het juiste getal in en beëindig de deeluitdrukking.

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

ARTS PROB | HYP | MATR VECTR BASE

Maak de uitdrukking verder af.

+ z 🕨

(+) (+) 80 🕨

Wijzigen met behulp van de commandoregel

U kunt een vergelijking of een deel daarvan wijzigen in de commandoregel en vervolgens de gewijzigde versie weer terugzetten in de EquationWriter.

SIN(x+Jy+1800

SIN(x+Jy+180+z)O



Een complete vergelijking wijzigen. Druk op ()EDIT) om de complete vergelijking in de commandoregel voor bewerkingen te plaatsen. Als de vergelijking eindigt met een deeluitdrukking waarvoor argumenten vereist zijn, moet u deze argumenten invoeren voordat u op ()EDIT drukt.

Voorbeeld: wijzigen met behulp van de commandoregel. Toets de volgende uitdrukking in:

 $\sum_{i=1}^{50} \sin(2\pi^i)$

Kies de EquationWriter en toets de uitdrukking in. Geef als index voor de reeks "per ongeluk" H in plaats van I aan.





Stel dat u nu ziet dat de H in een I veranderd moet worden. Probeer op EDIT te drukken.

► EDIT



U ziet even de melding Incomplete Subexpression, en de cursor blijft aan het einde van de vergelijking staan. Toets de index I in en druk vervolgens op . Druk nu op . (Het duurt een paar seconden voor de HP 48 de uitdrukking in de commandoregel plaatst).

{ HOME }	ALG PRG
'Σ(H=1,50,SI))♦ (59312)93155 (5050 (0	N(2*#^I ele ins destri

Wijzig de H in een I en plaats de uitdrukking weer terug in de EquationWriter. (De HP 48 heeft ongeveer 10 seconden nodig om de uitdrukking weer terug te plaatsen in de EquationWriter.)



$$\sum_{I=1}^{50} SIN(2 \cdot \pi^{I}) \square$$

De Selectie-omgeving. De Selectie-omgeving is een speciaal gedeelte van de EquationWriter dat wordt gebruikt om een deeluitdrukking in de vergelijking te specificeren. U krijgt toegang tot deze omgeving door in de EquationWriter op \blacksquare te drukken. In de volgende paragrafen leert u hoe de Selectie-omgeving gebruikt wordt om een bepaalde deeluitdrukking te bewerken. Een *deeluitdrukking* bestaat uit een functie met bijbehorende argumenten. De functie die een deeluitdrukking definieert, is de functie met het *hoogste niveau* voor die deeluitdrukking. Zo is bijvoorbeeld binnen de uitdrukking 'A+B*C/D', * de functie met het hoogste niveau in de deeluitdrukking 'B*C', / de functie met het hoogste niveau in de deeluitdrukking 'B*C/D' en + de functie met het hoogste niveau in de deeluitdrukking 'A+B*C/D'.

In de laatste paragraaf in dit hoofdstuk, "Introductie van de Rules toepassing", ziet u hoe de Selectie-omgeving gebruikt wordt om voor een bepaalde deeluitdrukking een nieuwe algebraïsche rangschikking te maken.

Een deeluitdrukking bewerken. In de Selectie-omgeving geeft u een deeluitdrukking van een vergelijking aan, die u in de commandoregel wilt bewerken.

- 1. Als de vergelijking eindigt met een deeluitdrukking waarvan de argumenten nog niet zijn ingetoetst, moet u deze eerst intoetsen.
- Druk op < . Hierdoor stelt u het Selectiemenu en de selectiecursor in werking. De cursor markeert eerst het laatste object in de vergelijking.
- 3. Gebruik de cursortoetsen om de selectiecursor te verplaatsen naar de functie met het hoogste niveau voor de deeluitdrukking die u wilt bewerken. U kunt op elk gewenst moment op EXPR drukken om de bijbehorende deeluitdrukking te markeren. (U kunt ook een afzonderlijk object, bijvoorbeeld een naam, aangeven als "deeluitdrukking".)

- 4. Als de selectiecursor de gewenste deeluitdrukking markeert, drukt u op <u>EDIT</u>. De deeluitdrukking wordt op de commandoregel geplaatst, zodat u deze kunt bewerken.
- **5.** Als u de wijzingen hebt aangebracht, drukt u op **ENTER** om de gecorrigeerde deeluitdrukking op de juiste plaats in de oorspronkelijke vergelijking terug te zetten.

Voorbeeld: een deeluitdrukking bewerken. Toets de volgende uitdrukking in:

$$\tan\frac{4}{x}\int_{0}^{1}x^{y}dx$$

Kies de EquationWriter en begin met het typen van de uitdrukking. Druk in het argument voor TAN "per ongeluk" op x in plaats van \div .



PARTS PROB HYP MATR VECTS BASE

Als u dit hebt ingetoetst, merkt u dat u zich vergist hebt. U moet echter eerst de overige argumenten voor de deeluitdrukking van de integraal invoeren voordat u het Selectiemenu en de selectiecursor kunt activeren.

X 🖉 Y 🕨 🕨 X

TAN (4·X) ·
$$\int_{0}^{1} X^{Y} dX D$$

Activeer nu het Selectiemenu en de selectiecursor. Ga dan met de cursor terug naar het per ongeluk ingevoerde • teken.

daarna 7 maal

TAN (40X) ·
$$\int_0^1 X^Y dX$$

Buues eat exit sus serve exit

Markeer de deeluitdrukking waarvan \cdot de functie met het hoogste niveau is.

EXPR

TAN (TAN (TAN) · JUT AN JUT

(U kunt nog eens op EXPR drukken als u de markering van de deeluitdrukking wilt uitschakelen.) Druk in dit voorbeeld nu op EDIT om de deeluitdrukking voor bewerkingen in de commandoregel te plaatsen. (Bij EDIT wordt altijd de *deeluitdrukking* in de commandoregel geplaatst; het is daarbij niet van belang of u alleen een object of de volledige deeluitdrukking hebt gemarkeerd.)

EDIT

{ HOME }	ALG PRG
'4*X∙ Essipsisip⇒ edel (0	EL→ INS ■ +STK

Vervang * door \checkmark en druk op ENTER om de gecorrigeerde deeluitdrukking terug te plaatsen in de vergelijking. (Het duurt ongeveer 15 seconden totdat de HP 48 de uitdrukking terugplaatst in de EquationWriter.)

∎• ÷ Enter



De selectiecursor staat nu op de deelstreep. Druk op **EXIT** om de Selectie-omgeving te verlaten. Na ongeveer 10 seconden verschijnt de gewone cursor weer aan het eind van de vergelijking en wordt het laatste menu opnieuw getoond.

EXIT

TRN(#)·/_x^Ydx o PARTS PROB HYP MATRIVECTRI BASE

Een object uit het stapelgeheugen invoegen

Naast de mogelijkheden voor bewerken met de backspace-toets en de commandoregel kunt u in de EquationWriter een object uit het stapelgeheugen op de huidige positie van de cursor in een vergelijking invoegen. U kunt de volgende objecten invoegen:

- Een naam.
- Een reëel getal.
- Een complex getal.
- Een algebraïsche uitdrukking.
- Een string.

Druk op **RCL** om een object van niveau 1 in een vergelijking in te voegen. Het object wordt op de positie van de cursor ingevoegd. De scheidingstekens van namen, algebraïsche uitdrukkingen en strings worden automatisch verwijderd.

Voorbeeld: een object van het stapelgeheugen invoegen. Deel 1. Voer de uitdrukking $'X^2-Y'$ eerst in en kopieer deze daarna door op de volgende toetsen te drukken:

Deel 2. Toets in de EquationWriter de volgende uitdrukking in:

$$\int_{0}^{10} x^2 - y \, dx + \frac{x^2 - y}{2}$$

Kies de EquationWriter en toets het integraalteken en de integratiegrenzen in.

∫10 ∫0
PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Druk op **FRCL** om de integrand in de uitdrukking in te voegen. Het duurt ongeveer 5 seconden voor HP 48 de integrand invoegt.

▶ RCL

10 X²−Y0 PMATS PROBER WP MMTR WEETR SASE

Sluit de deeluitdrukking af. Toets vervolgens het laatste deel van de uitdrukking in en gebruik daarbij **RCL** om de term voor de tweede maal in te voegen.

∫¹⁰ ∫₀ X²−YdX + <u>X²−Y</u> Ωπατε Paus Twe fints Øetts Bree

Een deeluitdrukking vervangen door een algebraïsche uitdrukking uit het stapelgeheugen

U kunt op de volgende manier een deeluitdrukking vervangen door een algebraïsche uitdrukking die in niveau 1 van het stapelgeheugen staat:

- 1. Als de vergelijking eindigt met een deeluitdrukking waarvan de argumenten nog niet zijn ingetoetst, moet u deze eerst intoetsen.
- 2. Druk op 🖪 om het Selectiemenu en de selectiecursor te activeren.
- 3. Gebruik de cursortoetsen om de selectiecursor te verplaatsen naar het object met het hoogste niveau in de deeluitdrukking die u wilt vervangen. U kunt op elk gewenst moment op <u>EXPR</u> drukken om de bijbehorende deeluitdrukking te markeren.
- **4.** Druk op REPL .De algebraïsche uitdrukking uit niveau 1 vervangt de aangegeven deeluitdrukking.

Introductie van de Rules toepassing

In hoofdstuk 22, "Algebra", vindt u gedetailleerde informatie over de Rules toepassing: een aantal bewerkingen waarmee u een algebraïsche uitdrukking of een vergelijking opnieuw kunt rangschikken *zonder de waarde te veranderen*. De Rules toepassing wordt geactiveerd vanuit de Selectie-omgeving in de EquationWriter.

Stel dat u de variabele x uit de volgende vergelijking wilt oplossen:

ax = bx + c

Met de Rules toepassing kunt u deze vergelijking opnieuw rangschikken, zodat x maar één keer voorkomt. Vervolgens kunt u het ISOL commando in het ALGEBRA menu uitvoeren, om de vergelijking uit te drukken als functie van x.

Kies de EquationWriter en toets de uitdrukking in.



A·X=B·X+CD	
PARTS PROB HYP MATR VECTR BR	ISE

Activeer het Selectiemenu en de selectiecursor. Verplaats vervolgens de selectiecursor naar het = teken.

◀daarna 5 maal ◀



Kies het RULES menu.

RULES

Verplaats de term $B \cdot X$ naar de linkerzijde van het = teken.

+T



Voeg nu de twee termen aan de linkerzijde van het = teken samen.

M→

(A-E	})∎X=	÷C			
÷ī	T÷	€M	M÷	÷D	0÷

÷÷

Nu x slechts eenmaal voorkomt in de vergelijking, kunt u de vergelijking in het stapelgeheugen plaatsen en het ALGEBRA menu kiezen. Bereken nu x.

ENTER	1:	'X=C∕(A-B)'
	COLCT EXPA ISOL	QUAD SHOW TAYLR
NX ISOL		

Het HP Solve programma



Met HP Solve kunt u vergelijkingen met een willekeurig aantal variabelen numeriek oplossen. U kunt deze procedure zo vaak u wilt herhalen en daarbij de waarde van één of meer variabelen in de vergelijking veranderen en naar andere variabelen oplossen. Bovendien kunt u op elk gewenst moment de huidige waarde van alle variabelen bekijken.

Voorbeeld: HP Solve. De bewegingsvergelijking van een versnellend lichaam is:

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Bereken de afstand (x) die een lichaam in 4 seconden (t) aflegt, als de beginsnelheid (v_0) 2 m/s is en de versnelling (a) 3 m/s² is.

(In dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabelen X, V0, T en A nog niet bestaan in de huidige inhoudsopgave.)

Toets de vergelijking in de EquationWriter.



Sla de vergelijking op als de huidige vergelijking.

{ HOME }	PRG
Name the equation, press ENTER	
+ 	

De HP 48 vraagt u met een melding een naam van een variabele in te voeren en activeert het alfa-toetsenbord. Voer de naam *MOTN* in.

MOTN ENTER

Current equation: MOTN: 'X=V0*T+A*T^2/2' 4.
7: 3: 2.
2: 1:
SOLVR ROOT NEW EDEQ STEQ CAT

Toon het SOLVR menu met variabelen. In het menu staan labels voor alle variabelen in de vergelijking, en het label $E \times PR =$ om de vergelijking op te lossen.

SOLVR

MOTN:	'X=V0*T+A*T^2/	
4: 3: 2:		
1: [x][Y		

Gebruik het SOLVR menu om 4 op te slaan in de variabele T.

4 T

Doordat T: 4 boven in de display getoond wordt, kunt u zien dat 4 opgeslagen is in T. Sla nu 2 in V0 op en 3 in A.

T: 4

A: 3

2	٧0
3	A

Druk eerst op fen pas daarna op de menutoets om de variabele op te lossen.

s X

Zero				
4:				
2				
<u>1</u> :			_ X:_	32
X YQ	I	Â	EXPR=	

De afgelegde afstand is 32. U ziet dat de naam van de variabele bij de numerieke oplossing staat. De melding ZERO in het statusgebied geeft aan dat er een wortel (oplossing) gevonden is.

Als het object nu 40 meter aflegt met dezelfde beginsnelheid en tijd, wat is dan de versnelling?

40		X	
•]	Ĥ	

2:				X٠	32
1:				A	: 4
X ا	L A O	I	Â		

U ziet dat de oplossing voor X van de vorige berekening in niveau 2 staat; dit is *niet* de huidige waarde van X. Druk op REVIEW als u alle huidige waarden wilt zien.

MOTN: X: 40 V0: 2 T: 4 A: 4	'X=V0*T+A*T^2/	

Voorbeeld: de Plot toepassing gebruiken bij HP Solve. Bereken T in de eerder opgeslagen vergelijking als X = 30, A = 4 en V0 = 2. Omdat de vergelijking kwadratisch in T is, kan er meer dan één oplossing zijn. Gebruik daarom de Plot toepassing om de functie grafisch weer te geven en de geschikte wortel te kiezen.

Sla de nieuwe waarde voor X op. Stel vlag -30 in om de beide zijden van de vergelijking in de grafiek te kunnen zien. Ga naar de Plot toepassing, kies de functiegrafiek FUNCTION en stel de plotparameters opnieuw in. Geef T aan als de onafhankelijke variabele.

30 🛛 👋	Plot type:	FUNCTION
30 🖅 🕞 (MODES) (NXT) SF	MOIN: 'X=V0: Lindep:'T'	*T+H*T^2/2
PLOT PTYPE FUNC	x: -6.5	6.5
PLOTR (NXT) RESET	ÿ: -3,1	3,2
(TINDEP		
	ERASE DRAW AUTO	XRNG YRNG INDEI

Plot de grafiek en gebruik daarbij de automatische schaalverdeling voor de vertikale as.

AUTO



De HP 48 plot het linker- en rechterlid van de vergelijking. Omdat het linkerlid van de vergelijking X is, en X = 30, is het linkerlid van de vergelijking weergegeven als een rechte lijn. Het rechterlid van de vergelijking varieert met T. De oplossing is daar waar het rechter- en linkerlid elkaar snijden (waar de beide leden aan elkaar gelijk zijn). Verplaats de grafische cursor in de richting van het snijpunt van de twee lijnen waar x positief is. (Zie onderstaande afbeelding.)

(ingedrukt houden)



Zoek het snijpunt (de waarde van T waarbij het linkerlid van de vergelijking gelijk is aan het rechterlid).

FCN ISECT



T is ongeveer 3,41 (seconden).

Ga weer terug naar de display met het stapelgeheugen. De coördinaten van het snijpunt staan in niveau 1.

ATTN ATTN



Maak vlag – 30 inactief door op 30 +/- MODES NXT CF te drukken.

De structuur van HP Solve

HP Solve bestaat uit twee menu's, het SOLVE menu en het SOLVR menu, en de gereserveerde variabele EQ waar de *huidige vergelijking* in staat — de vergelijking die u wilt oplossen. U gebruikt het SOLVE menu om de huidige vergelijking te bekijken of om een nieuwe vergelijking aan te geven. In het SOLVE hebt u toegang tot de *Vergelijkingencatalogus*, die gebruikt wordt voor het kiezen en beheren van bestaande vergelijkingen.

Het SOLVR menu toont de variabelen voor de huidige vergelijking en biedt de mogelijkheid om de numerieke waarde van elke variabele in de vergelijking op te slaan, op te lossen en te bekijken.



Vergelijkingen, uitdrukkingen en programma's

HP Solve kan de numerieke waarde van een variabele berekenen in:

- Algebraïsche uitdrukkingen (bijvoorbeeld 'A+B+C'). De oplossing is een wortel van de vergelijking — een waarde van de onbekende variabele waarvoor de uitdrukking de waarde 0 heeft.
- Vergelijkingen. Een vergelijking bestaat uit twee algebraïsche uitdrukkingen die gescheiden worden door een = teken (bijvoorbeeld 'A+B=C'). De oplossing is een waarde van de onbekende variabele waarvoor de beide zijden dezelfde numerieke waarde hebben.
- Programma's. De oplossing is een waarde van de onbekende variabele waarvoor het programma 0 oplevert.
- Lijsten met uitdrukkingen, vergelijkingen of programma's.

In dit hoofdstuk worden met de term *"vergelijking"* alle objecten aangeduid die gebruikt worden om een SOLVR menu te maken: algebraïsche uitdrukkingen en vergelijkingen, programma's en lijsten met uitdrukkingen, vergelijkingen of programma's.

Het SOLVE menu — de huidige vergelijking aangeven

Druk op (SOLVE), zodat het SOLVE menu en een melding van twee regels over de huidige vergelijking verschijnen. Er zijn twee mogelijkheden voor de inhoud van de melding:

- Er is geen huidige vergelijking. U krijgt instructies voor het invoeren van een nieuwe vergelijking.
- De huidige vergelijking en de naam van de vergelijking worden getoond.



SOLVE menu

Als u met de vergelijking wilt werken die in het statusgebied is aangegeven, kunt u onmiddellijk het SOLVR menu kiezen. Als u dit niet wilt, kunt u de bewerkingen in het SOLVE menu gebruiken om de huidige vergelijking te bewerken, een nieuwe vergelijking in te voeren of een vergelijking uit de Vergelijkingencatalogus te kiezen.

Het SOLVE Menu

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
SOLVE:		
SOLVR		Kiest het menu met variabelen voor de huidige vergelijking.
ROOT	ROOT	Lost een vergelijking (in niveau 3) voor een onbekende (in niveau 2) op, en gebruikt daarbij de benadering(en) in niveau 1. ROOT is het meest geschikt voor gebruik in programma's.

Het SOLVE Menu (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
NEW		Gebruikt de vergelijking uit niveau 1, vraagt om een naam van een variabele, slaat de vergelijking in deze variabele op en maakt van de vergelijking in de variabele de <i>huidige vergelijking</i> .
EDEQ		Plaatst de huidige vergelijking in de commandoregel voor wijzigingen. Met ENTER wordt de gewijzigde versie de huidige vergelijking en wordt de gewijzigde versie weer opgeslagen in de variabele. Met ATTN worden de wijzigingen in de vergelijking geannuleerd.
STEQ	STEQ	Slaat de vergelijking in niveau 1 als de huidige vergelijking op.
P STEQ	RCEQ	Roept de huidige vergelijking op in niveau 1.
CAT		Kiest de Vergelijkingencatalogus.
		Toont de statusmelding opnieuw.

In de volgende paragraaf, "Een nieuwe huidige vergelijking invoeren", wordt uitgelegd hoe u een *nieuwe* huidige vergelijking invoert. In de daaropvolgende paragraaf, "De Vergelijkingencatalogus — kiezen en beheren van bestaande vergelijkingen", wordt de Vergelijkingencatalogus beschreven, en leert u hoe u één van de vergelijkingen uit de lijst in de catalogus als de huidige vergelijking kunt aangeven.

Een nieuwe huidige vergelijking invoeren

U voert een nieuwe huidige vergelijking in met NEW of STEQ. Met NEW voert u een nieuwe vergelijking in en benoemt u deze aan de hand van instructies in de display. U gebruikt STEQ als u een vergelijking in EQ wilt opslaan zonder deze te benoemen.

Een huidige vergelijking invoeren met NEW.

- Toets de vergelijking in met behulp van de EquationWriter of de commandoregel. Als u de EquationWriter gebruikt, drukt u op ENTER om de vergelijking terug te plaatsen in niveau 1.
- 2. Druk op SOLVE NEW. Hierdoor wordt het alfatoetsenbord geactiveerd en vraagt de calculator om een naam van een variabele.
- 3. Toets een naam voor de vergelijking in en druk op ENTER. De naam van de variabele wordt opgeslagen in EQ en de vergelijking zelf wordt opgeslagen in de variabele. (Als u alleen op ENTER drukt zonder een naam in te voeren, wordt de vergelijking direct in EQ opgeslagen.)

Als de "vergelijking" een lijst of programma is, voegt <u>NEW</u> automatisch , EQ toe aan de aanroep. * Iedere variabele met een naam die eindigt op EQ wordt automatisch opgeslagen in de Vergelijkingencatalogus. (<u>NEW</u> geeft ook de "," weer, zodat dergelijke namen genakkelijker te lezen zijn.)

Voorbeeld: een huidige vergelijking invoeren met NEW. De

volgende vergelijking berekent de snelheid van het geluid in een gas:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Gebruik NEW om de vergelijking een naam te geven en tot huidige vergelijking te maken.

^{*} Als het breukteken "." is, voegt NEW .EQ toe.

Kies de EquationWriter en toets de vergelijking in. Druk op α (MTH) om γ in te toetsen.)



Voer de vergelijking in, kies het SOLVE menu en voer NEW uit.



Noem de vergelijking VSOUND en maak deze de huidige vergelijking. U hoeft niet op @ te drukken, omdat NEW de alfa-modus vastzet tot u op ENTER drukt.

VSOUND ENTER

Current VSOUND:	equation: 'v=√(~*R*T/M)'
4: 3:	
2: 1.	
SOLVA ROOT	NEW EDEQ STEQ CAT

Een huidige vergelijking invoeren met STEQ. Het STEQ commando slaat de vergelijking (of de naam van de vergelijking) uit niveau 1 van het stapelgeheugen direct op in EQ. Let erop dat een vergelijking die zonder naam is opgeslagen in EQ, verloren gaat als u een nieuwe vergelijking in EQ opslaat.

De Vergelijkingencatalogus — kiezen en beheren van bestaande vergelijkingen

De Vergelijkingencatalogus is een speciale omgeving die ontworpen is voor het beheren van bestaande vergelijkingen. In de Vergelijkingencatalogus wordt het stapelgeheugen vervangen door een lijst met alle namen van de vergelijkingen in de huidige inhoudsopgave, en wordt het toetsenbord opnieuw gedefinieerd, zodat u alleen specifieke bewerkingen met de Vergelijkingencatalogus kunt uitvoeren. Met deze bewerkingen kunt u de huidige vergelijking kiezen of bestaande vergelijkingen combineren, bewerken, opnieuw ordenen en verwijderen. Naast de namen van algebraïsche uitdrukkingen staan in de Vergelijkingencatalogus alle variabelen die op EQ eindigen en alle inhoudsopgaven waarvan de huidige inhoudsopgave de hoofdinhoudsopgave is.

De Vergelijkingencatalogus wordt niet alleen gebruikt bij HP Solve, maar ook bij de Plot toepassing, die in hoofdstuk 18 wordt beschreven. In deze paragraaf zal steeds verwezen worden naar de Plot toepassing.

Als u de Vergelijkingencatalogus wilt kiezen, drukt u op **SOLVE** CAT, **PLOT** CAT, of **ALGEBRA**.



Variabele waar geen vergelijking in staat

Verplaats de cursor met \blacktriangle en \bigtriangledown om de gewenste vergelijking of subinhoudsopgave te kiezen. Voor het gekozen onderdeel van de lijst kunt u de bewerkingen in de Vergelijkingencatalogus toepassen.

PLOTR	Maakt het gekozen onderdeel tot de huidige vergelijking en toont het PLOTR menu.	
SOLVR	Maakt het gekozen onderdeel tot de huidige vergelijking en toont het bijbehorende menu met variabelen.	

Bewerkingen in de Vergelijkingencatalogus

Bewerkingen in de Vergelijkingencatalogus (vervolg)

EQ+	Maakt een lijst met vergelijkingen of voegt een vergelijking toe (zie pagina 293). (Met 🕤 EQ+ verwijdert u het laatste onderdeel van de lijst.)
EDIT	Plaatst het gekozen onderdeel in de commandoregel voor wijzigingen. Druk op (ENTER) als u klaar bent met wijzigen. Druk op (ATTN) om de wijzigingen te annuleren.
⇒STK	Kopieert het gekozen onderdeel naar het stapelgeheugen.
VIEW	Wist de display en toont <i>alleen</i> het gekozen onderdeel, zonder de naam, totdat u de toets loslaat. Als het gekozen onderdeel een inhoudsopgave is, gaat VIEW naar deze inhoudsopgave.
ORDER	Maakt het gekozen onderdeel het eerste onderdeel van de lijst. Als u een lijst maakt van <i>n</i> vergelijkingen met <u>EQ+</u> , maakt <u>ORDER</u> deze vergelijkingen de eerste <i>n</i> onderdelen van de lijst.
PURG	Wist het gekozen onderdeel uit de catalogus (en uit de huidige inhoudsopgave).
FAST	Als u FRST activeert, worden de namen in de catalogus (en de statusmeldingen) zonder de bijbehorende inhoud getoond. (Als u FRST activeert, activeert u ook vlag – 59. Het tegenstelde is ook waar.) U kunt FRST gebruiken als er veel lange vergelijkingen in de catalogus staan, omdat het tonen van dergelijke vergelijkingen veel tijd in beslag neemt.

Bewerkingen in de Vergelijkingencatalogus (vervolg)

	Schuift de cataloguscursor één niveau omhoog. Als u eerst op f drukt, verplaatst u de cataloguscursor één pagina omhoog (PgUp in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u eerst op r drukt, verplaatst u de cataloguscursor naar de eerste vergelijking in de catalogus (r in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
	Schuift de cataloguscursor één niveau omlaag. Als u eerst op 🕤 drukt, verplaatst u de cataloguscursor één pagina omlaag (🌗 PgDn in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u eerst op 🗗 drukt, verplaatst u de cataloguscursor naar de laatste vergelijking in de catalogus (r) I in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
ATTN	Verlaat de Vergelijkingencatalogus.
(ENTER)	Voert STK uit (kopieert de gekozen vergelijking naar het stapelgeheugen). Als het gekozen onderdeel een inhoudsopgave is, gaat u naar de Vergelijkingencatalogus van deze inhoudsopgave.
	Gaat naar de Vergelijkingencatalogus van de hoofdinhoudsopgave.
(r) (HOME)	Gaat naar de Vergelijkingencatalogus van de <i>HOME</i> inhoudsopgave.



Voorbeeld: de Vergelijkingencatalogus gebruiken om de huidige vergelijking aan te geven. Gebruik de Vergelijkingencatalogus om MOTN als huidige vergelijking te kiezen en het bijbehorende menu met variabelen te tonen.

Kies HP Solve en vervolgens de Vergelijkingencatalogus.

SOLVE CAT

{ HOME }	
I₽VSOUND: 'V EQ: 'VSOUN MOTN 'V-V	ν=√(γ*R*T/M D' !Ω×T+0×T^2/
	/0*!+H*!`'2/
PLOTR SOLVR EQ+	EDIT () STK VIEW

Verplaats de cursor indien nodig naar *MOTN*. Maak de vergelijking vervolgens tot huidige vergelijking en toon het bijbehorende menu met variabelen.

(V zo nodig) SOLVR

MOTN:	'X=V0*T+A*T^2/	
4:		
2		
		_

Let erop dat het gekozen onderdeel pas de huidige vergelijking wordt als u op SOLVR of PLOTR drukt.

De catalogus verlaten. In het vorige voorbeeld zag u wat er gebeurt als u in de Vergelijkingencatalogus op SOLVR drukt: u verlaat de catalogus, het gekozen onderdeel wordt de huidige vergelijking en het SOLVR menu wordt getoond. Als u in de Vergelijkingencatalogus op PLOTR drukt, verlaat u de catalogus, wordt het gekozen onderdeel de huidige vergelijking en wordt het PLOTR menu getoond (beschreven in hoofdstuk 18).

Druk op $\boxed{\text{ATTN}}$ als u de catalogus wilt verlaten en terugkeren naar het SOLVE (of PLOT) menu zonder de inhoud van EQ te veranderen.

Het SOLVR menu — de huidige vergelijking oplossen

Op één van volgende manieren kunt u het SOLVR menu (het menu met variabelen voor de huidige vergelijking) tonen:

- Door op SOLVR te drukken in het SOLVE menu of in de Vergelijkingencatalogus.
- Door op ► SOLVE te drukken vanuit andere menu's.

In het SOLVR menu staan:

Menutoetsen voor alle variabelen van de huidige vergelijking. (Zie voor meer informatie de paragraaf "Het menu met variabelen maken" op pagina 300.) De labels hebben een witte achtergrond en zwarte letters; hierdoor onderscheidt u de HP Solve variabelen van de variabelen in het VAR menu. • De EXPR= toets, die verderop in deze paragraaf besproken wordt.

De menutoetsen voor de variabelen in de vergelijking functioneren anders dan de standaard menutoetsen in VAR of CST:

- Zonder gebruik van een shift-toets wordt de waarde uit de commandoregel of uit niveau 1 van het stapelgeheugen opgeslagen in de bijbehorende variabele.
- Met de linker shift-toets wordt de bijbehorende variabele opgelost en het resultaat met de naam van de variabele in niveau 1 gezet.
- Met de rechter shift-toets wordt de waarde van de bijbehorende variabele opgeroepen in niveau 1.

Het SOLVR menu blijft ongewijzigd tot een nieuwe huidige vergelijking wordt aangegeven.

Voorbeeld: fundamenteel gebruik van HP Solve. De vergelijking voor een eenvoudige weerstandsschakeling is:

$$V = IR$$

waarbij V de spanning, I de stroomsterkte en R de weerstand van de schakeling is. Gebruik het HP Solve programma om de waarde van I te berekenen als V 10 Volt en R 20 Ohm is.

(Bij dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabelen V, I en R nog niet in de huidige inhoudsopgave bestaan.)

Kies HP Solve en toets vervolgens de vergelijking in. Gebruik \mathbb{NEW} om de vergelijking de naam *ELEC* te geven en als huidige vergelijking aan te geven.

🖞 V 🖛 🖃 I 🗙 R
NEW ELEC ENTER

Current eguation: ELEC: 'V=I*R' 3: 2: 1: \$0LV8 ROOT NER E0E0 STE2 CAT Toon het menu met variabelen voor de huidige vergelijking.

SOLVR

ELEC:	'V=I*R'
4: 3:	
2	

Voer de bekende waarden in en los de onbekende op.

10	٧	
20	R	
•) I	1

Zero		
4: 3: 2:		
2. 1: 		,5

De melding ZERO in het statusgebied geeft aan dat een wortel gevonden is. (Zie "Resultaten interpreteren" op pagina 300 voor een beschrijving van de meldingen die het programma HP Solve geeft.)

Als R 30 Ohm is bij dezelfde waarde van I, wat is dan V?

Sla de nieuwe waarde van Rop en los vervolgens V op.

30	R	
•) V	

Zero		
4:		
2	Ĭ:	<u>,</u> 5
	:V 1	<u>15</u>

Bekijk nu de waarden van alle variabelen.

ELEC V: 1 I: , R: 3	: 'V=I* 5 0	R'
		EXPRE

EXPR = gebruiken

EXPR= geeft één of twee waarden, afhankelijk van de vorm van de huidige vergelijking:

- Bij een algebraïsche uitdrukking of een programma toont EXPR= het resultaat EXPR: waarde in niveau 1.
- Bij een vergelijking toont EXPR= twee resultaten: LEFT: de waarde aan de linkerkant van het = teken in niveau 2 en RIGHT: de waarde aan de rechterkant van het teken in niveau 1.

Oplossingen met EXPR= verifiëren. Als één van de belangrijkste toepassingen van EXPR= kunt u bepalen of HP Solve een werkelijke oplossing gevonden heeft (dit wordt een *wortel* genoemd). De mate van waarschijnlijkheid dat HP Solve een wortel vindt bij een uitdrukking, neemt toe naarmate het resultaat van EXPR= dichter bij nul ligt. De mate van waarschijnlijkheid dat HP Solve een wortel vindt bij een vergelijking, neemt toe naarmate de twee resultaten van EXPR= dichter bij ekaar liggen. Zie voor meer informatie "Resultaten interpreteren" op pagina 300.

Voorbeeld: EXPR = gebruiken om een resultaat te verifiëren.

Gebruik EXPR= om de beide leden van de huidige vergelijking in het vorige voorbeeld te evalueren.

Kies direct het SOLVR menu en evalueer de vergelijking; ga er van uit, dat *ELEC* nog steeds de huidige vergelijking is.

	► SOLVE EXPR=	2: 1: [].		15 15
--	------------------	-----------------	--	----------

Het linker- en rechterlid van de vergelijking zijn beide exact 15; dit geeft aan dat HP Solve een **wortel** gevonden heeft.
Schattingen kiezen

Voordat u een onbekende variabele oplost, kunt u één of meer schattingen invoeren. U slaat een schatting op door een waarde op te slaan in de onbekende (druk op de menutoets en gebruik geen shifttoets). Als u twee of drie schattingen wilt opslaan om een gewenste oplossing tussen haakjes te zetten, zet u de schattingen in een lijst en slaat u deze op. Met $\{0\ 10\}$ slaat u 0 en 10 op als schattingen voor de onbekende X.

Goede schattingen kunnen om de volgende redenen nuttig zijn:

- Als er meer dan één oplossing is, kunt u met een schatting bepalen welke oplossing gevonden wordt.
- Door goede schattingen is er minder tijd nodig voor het berekenen van een oplossing.

Zie voor meer informatie "Het gebruik van initiële schattingen door de root-finder" op pagina 298.

Vergelijkingen oplossen met de Plot toepassing

Met de Plot toepassing vindt u de oplossing(en) voor een vergeljking door direct met een afbeelding van de vergelijking te werken. Deze krachtige functie is van groot belang als u niet weet hoe de vergelijking er uitziet binnen een bepaald waardenbereik. Bij vergelijkingen kunnen de volgende gevallen zich voordoen:

- Meerdere oplossingen. HP Solve vindt slechts één oplossing, tenzij u extra schattingen invoert, zodat het programma de oplossing in een ander gebied van de vergelijking zoekt.
- Lokale minima of maxima. HP Solve geeft een lokaal minimum of maximum als oplossing, wanneer u met schattingen hebt aangegeven, dat het programma in dit gebied een oplossing moet zoeken. Deze oplossing wordt ook gegeven als de vergelijking in een ander gebied "ware" oplossingen (wortels) heeft.

Met de Plot toepassing geeft u een vergelijking grafisch weer en maakt u vervolgens een verantwoorde schatting door de speciale grafische cursor direct te verplaatsen naar het gebied van de vergelijking waar de gewenste oplossing staat. Zie "Functies analyseren" op pagina 329 voor meer informatie.

De meest bruikbare toepassing kiezen. HP Solve biedt de volgende voordelen:

- U kunt gemakkelijk waarden opslaan voor de bekende variabelen en de onbekende variabelen oplossen, en u verwisselt bekende en onbekende variabelen op gemakkelijke wijze. (In de Plot toepassing moet u het INDEP commando gebruiken om de onbekende variabele aan te geven, en bij elke nieuwe keuze voor de onafhankelijke variabele moet u de grafiek opnieuw tekenen.)
- U kunt de waarden voor de variabelen in de vergelijking bekijken.

De Plot toepassing biedt de volgende voordelen:

- U ziet of een vergelijking meerdere oplossingen heeft of lokale uiterste waarden.
- U kunt PLOT de oplossing in een bepaald gebied laten zoeken door de cursor te verplaatsen, zonder dat daarbij numerieke schattingen nodig zijn.

Het gebruik van eenheidsobjecten in HP Solve

In de huidige vergelijking en in alle variabelen kunnen eenheidsobjecten staan. Hiervoor gelden de volgende richtlijnen:

- Voor u de vergelijking oplost, moeten in alle variabelen overeenkomstige eenheden staan, ook in de onbekende variabele. Als de vergelijking bijvoorbeeld 'Y=X/T' is, en u 2_m in X en 3_s in T hebt opgeslagen, moet u bij de schatting voor Y de dimensies lengte/tijd aangeven. De oplossing wordt berekend in de eenheden die in de schatting zijn aangegeven. Op deze manier kunt u bijvoorbeeld als schatting 1_ft/yr invoeren, zodat het antwoord berekend wordt in ft/yr.
- Als er in een variabele een eenheidsobject staat, kunt u het numerieke deel veranderen zonder dat dit invloed heeft op de eenheid. Als in X bijvoorbeeld 2 m staat, wordt door de toetsaanslagen 6 6 m in X opgeslagen. Bij een lijst met twee of drie schattingen moet één van de schattingen de juiste dimensies hebben. (Als in meer dan één schatting eenheden staan, worden de eenheden van de laatste schatting en alleen het numerieke deel van de andere schattingen gebruikt.)



Omdat u met het menu van variabelen het numerieke deel van een eenheidsobject kunt veranderen zonder de eenheid te beïnvloeden, moet u variabelen waar eenheidsobjecten in staan, wissen voor u ze in een vergelijking gebruikt waar

alleen getallen nodig zijn.

Voorbeeld: het gebruik van eenheden in HP Solve. Gebruik de vergelijking:

$$C = \frac{Q}{V}$$

om de capaciteit C te berekenen als $Q = 8,9 \times 10^{-6}$ coulomb en V = 57 volt.

(In dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabelen C, Q en V niet bestaan in de huidige inhoudsopgave.)

Voer de vergelijking in en geef deze een naam en kies vervolgens het SOLVR menu.

CAP:	'C=Q/V'
4:	
3:	
1:	

Voer de bekende waarden in en sla deze vervolgens op.

← UNITS NXT ELEC 57 V 8.9 EEX 6 ← C ← SOLVE Q V /: 57_V

Sla een schatting op en los de onbekende op.



Zer	-0				
3: 2: 1:	C:	1,5	6140	03508	877E-7
	שבר			PR=	

Het antwoord wordt gegeven in farad.

Bereken nu V in millivolt als C = 22 picofarad en $Q = 1,7 \times 10^{-10}$ coulomb.

Sla de nieuwe waarde van Q op. U hoeft de eenheid niet aan te geven. Sla C op met de nieuwe eenheid.

1.7	EEX	10	+/_		Q	
22	P	pF	(ENT	ER)	C	

C:	22_pF	
----	-------	--

Sla een schatting voor V in millivolt op en los de onbekende op.

1] m\	/ EN	ITER)	V	
	ם	۷				

Zero	
4: 3: 2: C: 1,5614035087 1: V: 7727,2727272 CC Q V BX278	7E 6_mV

Het SOLVR menu aanpassen

U kunt de mogelijkheden van het *CST* menu integreren in het SOLVR menu, zodat u de volgende mogelijkheden hebt:

- Aangeven welke variabelen in de vergelijking in het SOLVR komen en in welke volgorde.
- In het SOLVR menu menutoetsen maken die verschillende objecten kunnen uitvoeren. Op deze manier lost u vergelijkingen op en voert u de daarbij behorende bewerkingen met de calculator uit zonder het SOLVR menu te verlaten.

Voor het maken van een aangepast SOLVR menu gaat u als volgt te werk:

- 1. Maak een oplossingenlijst in niveau 1 met daarin:
 - De vergelijking.
 - Een geneste lijst die de label en functie van iedere toets in het menu definieert.

De syntaxis van de oplossingenlijst is:

{ 'vergelijking' { toetsdefinities } }

De syntaxis van de deellijst met afzonderlijke toetsdefinities wordt beschreven in hoofdstuk 15, "De calculator aan uw eigen wensen aanpassen".

2. Voer NEW uit om de oplossingenlijst een naam te geven en tot huidige vergelijking te maken.

De oplossingenlijst een naam geven. Onthoud dat variabelen waar een algebraïsch object in staat, automatisch worden opgenomen in de Vergelijkingencatalogus. Als u een variabele waar *geen* algebraïsch object in staat, wilt opnemen in de catalogus, moet de naam van de variabele eindigen op EQ — iedere variabele waarvan de naam op EQ eindigt, wordt automatisch opgenomen in de Vergelijkingencatalogus.

Om te zorgen dat u dit niet vergeet, voegt [NEW] automatisch , EQ aan de naam toe als het object in niveau 1 een lijst of programma is.

Voorbeeld: de variabelen in het SOLVR menu aangeven. Met de vergelijking:

$$I = 2\pi^2 f^2 \rho v a^2$$

berekent u de intensiteit van een geluidsgolf. Stel dat u altijd de waarde van ρ berekent en opslaat in de bijbehorende variabele *voordat* u deze vergelijking gebruikt; daarom wilt u nu dat ρ niet in het SOLVR menu komt.

Als u de oplossingenlijst:

```
{ 'I=2*m^2*f^2*P*v*a^2' { I f v a } }
```

opslaat in EQ, krijgt u het volgende SOLVR menu:



voor de vergelijking en staat ρ niet in het menu. Als u deze oplossingenlijst wilt opslaan in de Vergelijkingencatalogus, slaat u de lijst op in een variabele die op EQ eindigt, bijvoorbeeld *I*,*EQ*.

Voorbeeld: een uitvoerbaar object opnemen in het SOLVR menu.

Stel dat u het commando IP wilt opnemen in het SOLVR menu, zodat u gehele waarden kunt opslaan in de variabelen van het SOLVR MENU. In de volgende oplossingenlijst zijn twee extra toetsen toegevoegd aan de oplossingenlijst van het vorige voorbeeld: een lege toets en een toets die IP uitvoert (Integer Part, geheel deel van een getal):

('I=2*π^2*f^2*P*v*a^2' (I f v a () IP))

Als u deze lijst opslaat in EQ, krijgt u een menu met variabelen en functies:

					T F.
	· ·		· H ·		
: 1 :		- Y			
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

Programma's opnemen in de oplossingenlijst. Een oplossingenlijst kan geen *programmanaam* gebruiken als uitvoerbaar object in de deellijst met toetsdefinities, omdat namen in de deellijst beschouwd worden als variabelen in een vergelijking. Op één van de volgende manieren neemt u een programma op in het SOLVR menu:

- Voer het programma-object zelf (zonder naam) in als onderdeel van de deellijst.
- Voer een lijst met de volgende syntaxis in als onderdeel van de deellijst:

< "label" « naam » >

waarbij *label* de label van de menutoets en *naam* de naam van het programma is.

Twee of meer vergelijkingen koppelen

Het komt vaak voor dat u met twee of meer vergelijkingen moet werken, bijvoorbeeld bij vergelijkingen met gewone variabelen. U kunt de SOLVR menu's voor een set vergelijkingen koppelen door een lijst te maken met de namen van deze vergelijkingen, en vervolgens deze lijst als huidige "vergelijking" aan te geven.

EQ+ gebruiken om twee of meer vergelijkingen te koppelen

Met de bewerking EQ+ in het menu van de Vergelijkingencatalogus koppelt u twee of meer vergelijkingen op de volgende wijze:

- 2. Druk op SOLVR.

De lijst wordt opgeslagen in EQ en het SOLVR menu voor de eerste vergelijking wordt getoond met de extra toets NXEQ. Als u op NXEQ drukt, schuiven de namen in de lijst door, waarbij de tweede naam aan het begin van de lijst komt, zodat de variabelen voor die vergelijking verschijnen.

Voorbeeld: twee vergelijkingen koppelen met EQ+. Deel 1. Maak de twee vergelijkingen 'L= $J(R^2+H^2)$ ' en 'V= $\pi * R^2 * H/3$ '. Gebruik NEW om ze de namen *LCONE* en *VCONE* te geven en ze op te slaan in de Vergelijkingencatalogus. (In dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabelen *L*, *R*, *H* en *V* niet in de huidige inhoudsopgave bestaan. Als u de variabele *V* in het eenheden-voorbeeld eerder in dit hoofdstuk hebt gebruikt en nu in dezelfde inhoudsopgave bent, moet u *V* eerst verwijderen.) Toets de eerste vergelijking in en sla deze op.

 $L = \sqrt{\pi} = \sqrt{\pi}$ R [y^x] 2 ▶ + H [y^x] 2 ENTER SOLVE NEW LCONE ENTER

Current LCONE:	equ L=1	atic (R^2)n: 2+H^2	2) '
4:				
2				
<u>1</u> :				
SOLVR ROOT	NEM	EDEQ	STER	CAT

Toets de tweede vergelijking in en sla deze op.

 $V = \pi x$ $R y^{x} \ge F x H ÷ 3$ ENTER NEW VCONE [ENTER]

Current equation: VCONE: 'Y=π*R^2*H/3'	
4:	
2:	
1:	_
SOLVR ROOT NEW EDEQ STEQ CAT	

Deel 2. Gebruik EQ+ om de twee vergelijkingen in een lijst te plaatsen. Voer vervolgens SOLVR uit om de twee vergelijkingen op te slaan in EQ en het gekoppelde menu met variabelen te tonen.

Gebruik eventueel de **()** of **()** toets om de cursor bij de vergelijking *VCONE* te plaatsen. Voer EQ+ uit om de vergelijking in een lijst te plaatsen.

CAT (eventueel ▲ of ▼) EQ+

VCONE: :J(~*R*T EQ+ EDIT +STK

Verplaats de cursor naar *LCONE* en voer EQ+ uit.

▼ EQ+

YCONE >

{ VCONE LCONE }
VCONE: 'V=π*R^2*H/3'
CAP: 'C=Q/V'
VSOUND: V=I(~+R+T/M
PLOTRISOLVRI EQ+ EDIT +STK VIEW

Kies het SOLVR menu. Druk op <u>NXEQ</u> om de menu's van de twee vergelijkingen te verwisselen.

SOLVR NXEQ NXEQ

VCONE:	'V=π*R^2*H/3'	•
4:		
2		
		0

Deel 3. Bereken de straal van een rechte kegel met een hoogte van 10 meter en en oppervlakte van 25 vierkante meter. Bereken vervolgens het volume.

Toon het menu met variabelen voor *LCONE*. Voer vervolgens de waarden in voor de bekende variabelen en los de onbekende variabele op.

N۶	(EQ 10	[]]	Н	
25	L			
•) R			

Zer	D		
4: 3:			
Ž: 1:	R:	22,912	3784748
Ċ_			

Ga naar het menu met variabelen voor VCONE. U kunt het volume direct berekenen, omdat de straal en hoogte reeds opgeslagen zijn in de bijbehorende variabelen.

NXEQ 🕤 V

Zero	
4:	
3:	R: 22,9128784748
1:	<u>V: 5</u> 497, <u>787</u> 1438
L Y L	R H EXERE NKEDS

Een lijst met twee of meer vergelijkingen opslaan

De lijst die u opslaat in EQ door EQ+ en <u>SOLVR</u> uit te voeren, heeft geen naam, en wordt dus niet opgeslagen als u EQ later wijzigt. U kunt de huidige lijst in EQ als volgt een naam geven:

- 1. Voer RCEQ uit (← SOLVE → STEQ) om de lijst op te roepen in niveau 1.
- 2. Voer <u>NEW</u> uit om de lijst een naam te geven die eindigt op EQ. Iedere variabele waarvan de naam eindigt op EQ wordt opgenomen in de Vergelijkingencatalogus.

Als u de lijst een naam wilt geven voor u deze opslaat in EQ, gaat u als volgt te werk:

- 1. Maak de lijst in de Vergelijkingencatalogus met **EQ+**.
- 2. Druk op **STK** om de lijst naar het stapelgeheugen te kopiëren.
- **3.** Verlaat de Vergelijkingencatalogus met **ATTN** en voer **NEW** uit om de lijst een naam te geven die eindigt op EQ.

HP Solve gebruiken om oplossingen van programma's te berekenen

HP Solve accepteert een programma als de huidige vergelijking. Het programma mag dan geen gegevens uit het stapelgeheugen gebruiken en slechts één resultaat geven. Het kan nuttig zijn een programma als huidige vergelijking te gebruiken, wanneer de relatie tussen variabelen niet algebraïsch weergegeven kan worden. In het MTH PROB menu staat bijvoorbeeld het commando UTPC (*upper tail chi-square distribution*, chikwadraat verdeling voor het boven-staartstuk) om de waarschijnlijheid te berekenen dat een chi-kwadraat variabele met *n vrijheidsgraden* groter is dan χ . De verhouding is:

 $UTP = UTPC(n,\chi^2)$

waarbij UTP de onbekende variabele is.

Het commando UTPC kan niet opgenomen worden in een algebraïsche uitdrukking. De relatie kan echter wel herschreven worden als een uitdrukking die gelijk is aan 0.

$$UTP - UTPC(n,\chi^2) = 0$$

Met het onderstaande programma berekent u de waarde van de uitdrukking:

Gebruik dit programma om de waarschijnlijkheid van het bovenstaartstuk (UTP, Upper Tail Probability) te berekenen voor χ^2 (CHI2) = 6,2 en (N) vrijheidsgraden = 5. Voer het programma in.

•	>> UTP N CH	12
MTH	PROB NXT	UTPC -
ENTE	R	

{ HOME	}
3:	
1: *	UTP N CHI2 UTPC -
`	
UTPC	TPF UTPN UTPT

Gebruik <u>NEW</u> om het programma een naam te geven en als huidige vergelijking aan te geven. U ziet dat <u>NEW</u> automatisch , EQ geeft, omdat het object een programma is.

SOLVE NEW CHI ENTER

Current CHI,EQ:	equati « UTP	ion: N CHI	(2
3.			
<u>1</u> :			
SOLVR ROOT	NEW EDE	Q STEQ	CAT

Toon het SOLVR menu en sla de bekende waarden op. Bereken vervolgens de waarschijnlijkheid van het boven-staartstuk.

SOLVR 5 N 6.2 CHI2 • UTP

Zero	2			
4: 3: 2:				
1:		,2872	41683	<u>3426</u>

Bereken nu χ^2 met een significantie van 0,1 en 5 vrijheidsgraden:

De significantie wordt opgeslagen in de variabele UTP.

.1		U	Т	P		
•	ם	С	H	I	2	

Zero	
4: 3: 2: UTP: ,287241683 1: CHI2: 9,23635689 [utp] N [CHI2] [3725]	1 26 977

Werken met HP Solve

Als u een menutoets met de linker shift-toets gebruikt in het SOLVR menu, stelt u de numerieke root-finder in werking, die iteratief een oplossing zoekt. De root-finder gaat uit van de schatting(en) die u in de variabele hebt opgeslagen of die de calculator zelf geeft, en genereert vervolgens paren van tussentijdse schattingen tot een oplossing is gevonden De HP 48 toont de melding Solving for var naam als de root-finder uitgevoerd wordt. Bij het berekenen van een oplossing zoekt de root-finder een waarde voor de onbekende waarbij de waarde van de uitdrukking gelijk is aan 0. (Vergelijkingen worden intern verwerkt als uitdrukking en in de vorm '*linkerlid-rechterlid*'.) Eerst zoekt de rootfinder twee punten waar de waarde van de uitdrukking tegengestelde tekens heeft. Als de root-finder een verandering van teken constateert, wordt het zoekgebied verkleind tot een punt gevonden wordt waarbij de waarde van de uitdrukking 0 is.

Het gebruik van initiële schattingen door de root-finder

U kunt één, twee of drie waarden invoeren als schattingen. Twee of drie waarden worden ingevoerd als een lijst.

- Eén waarde. Het getal wordt omgezet in twee waarden door het getal te kopiëren en aan één kopie een storing toe te voegen.
- Twee waarden. De getallen geven een gebied aan waar het zoeken begint. Als de twee schattingen waarden opleveren met tegengestelde tekens, vindt de root-finder gewoonlijk snel daarna een wortel tussen de twee getallen. Als de twee schattingen waarden met hetzelfde teken opleveren, duurt het vinden van een oplossing meestal langer.
- Drie waarden. Het eerste getal is bedoeld als de meest nauwkeurige schatting voor de wortel. Het tweede en derde getal worden gebruikt als de twee waarden hierboven.

De root-finder onderbreken

Druk op **ATTN** om de root-finder te onderbreken. HP Solve geeft nu een lijst met de volgende drie waarden: de beste waarde die tot nu toe gevonden is en twee waarden die aangeven in welk gebied gezocht werd. Als u de root-finder weer wilt opstarten op de plaats waar deze werd onderbroken, gaat u als volgt te werk:

- 1. Sla de lijst op in de onbekende variabele door op de bijbehorende menutoets te drukken.
- 2. Start de berekening door op eerst op 🖛 en daarna op de menutoets te drukken.

Als u in een ander gebied wilt gaan zoeken, slaat u een andere lijst op.

Tussentijdse schattingen tonen

Als u op een willekeurige toets behalve ATTN drukt terwijl de HP 48 de melding Solving for toont, worden paren van tussentijdse schattingen en het teken van de waarden van de huidige vergelijking voor elke schatting getoond. Als de huidige vergelijking bij de schatting niet gedefineerd is, wordt ? getoond.



De tussentijdse schattingen geven u informatie over de vooruitgang van de root-finder — u ziet of de root-finder een verandering van teken geconstateerd heeft (de schattingen hebben tegengestelde tekens), of de root-finder convergeert naar een lokaal minimum of maximum (de schattingen hebben hetzelfde teken), of helemaal niet convergeert. In het laatste geval wilt u misschien de root finder onderbreken en opnieuw starten met een nieuwe schatting.

Het menu met variabelen maken

In het menu met variabelen staan labels voor elke variabele in de huidige vergelijking. Als de variabele nog niet bestaat, wordt deze gemaakt en aan de huidige inhoudsopgave toegevoegd als u er een waarde in opslaat.

Als in een variabele van de huidige vergelijking een algebraïsch object (of een naam of programma) staat, wordt de variabele zelf niet opgenomen in het menu met variabelen. In plaats daarvan worden de variabelen in het algebraïsch object gebruikt.

Als de huidige vergelijking bijvoorbeeld 'A=B+C' is, en in *B* de uitdrukking 'D+TAN(E)' staat, is het menu met variabelen:



U ziet dat voor vergelijkingen waar een *substitutie* clausule (zie pagina 446 in hoofdstuk 22, "Algebra") een integraal, een sommatie of een afgeleide in staat, een *representatieve* variabele verschijnt in het SOLVR menu. Zo staat bijvoorbeeld in het SOLVR menu voor de vergelijking:

$$A + B - \int_{0}^{1} 2X \, dX = 0$$

een toets met de label X. Deze representatieve variabele kunt u echter *niet* oplossen.

Resultaten interpreteren

Als een oplossing gevonden is

Als er een wortel gevonden is, geeft HP Solve een melding waarin de wortel beschreven wordt:

 Zero. HP Solve heeft een punt gevonden waar de waarde van de uitdrukking 0 is met een machineprecisie van 12 cijfers. (Bij vergelijkingen is het linkerlid gelijk aan het rechterlid.)



- Sign Reversal. HP Solve heeft twee punten gevonden waar de waarden van de uitdrukking tegengestelde tekens hebben, maar kan geen tussenliggend punt vinden waar de waarde van de uitdrukking 0 is. Dit kan gebeuren als:
 - De twee punten naast elkaar liggen (een verschil van 1 in het twaalfde cijfer).
 - De uitdrukking geen reële waarde heeft tussen de twee punten. HP Solve geeft het punt waar de waarde van de uitdrukking 0 het meest benadert. Als de uitdrukking een continue reële functie is, is dit punt de beste benadering van de werkelijke nulwaarde.



- Extremum. Eén van de volgende gevallen heeft zich voorgedaan:
 - HP Solve heeft een punt gevonden waar de waarde van de uitdrukking een lokaal minimum (voor positieve waarden) of maximum (voor negatieve waarden) benadert.



Als u meer informatie wilt, kunt u:

- De vergelijking evalueren met EXPR=. Hoe dichter het resultaat van een uitdrukking of programma bij 0 ligt, of hoe dichter de twee resultaten van een vergelijking bij elkaar liggen, des te waarschijnlijker is het dat HP Solve een wortel gevonden heeft. De resultaten moeten logisch geïnterpreteerd worden.
- De uitdrukking of vergelijking in het gebied van de oplossing grafisch weergeven. De Plot toepassing toont alle lokale minima, maxima en discontinuïteiten.
- De systeemvlaggen controleren die wiskundige fouten opsporen (zie Appendix E.) Vlag – 25 geeft bijvoorbeeld aan, dat er sprake is van overflow.

Als er geen oplossing gevonden is

Als HP Solve geen oplossing kan geven, ziet u een melding waarin de reden wordt aangegeven:

- Bad Guess(es). Eén of meer van de initiële schattingen liggen buiten het domein van de vergelijking. Hierdoor heeft de vergelijking een fout gegenereerd toen deze op dit punt werd geëvalueerd.
- Constant?. De uitdrukking geeft op ieder testpunt dezelfde waarde.

18

Fundamentele plotfuncties en functie-analyse



Met de Plot toepassing kunt u:

- Grafieken tekenen van wiskundige uitdrukkingen en vergelijkingen.
- Grafieken gebruiken voor het berekenen van wortels, snijpunten, hellingen, uiterste waarden en gebieden.
- Twee of meer uitdrukkingen of vergelijkingen met één commando plotten.
- Puntgrafieken, staafdiagrammen en histogrammen voor statistische gegevens tekenen.
- Elementen zoals as-labels, punten, lijnen, cirkels en rechthoeken toevoegen aan een grafiek.

Een voorbeeld van de Plot-toepassing. Plot de uitdrukking:

 $x^3 - 2x^2 - 10x + 10$

Gebruik de EquationWriter om de uitdrukking in te toetsen.

■ EQUATION X y² 3 ■ -2X y² 2 ■ -10X + 10

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Sla de vergelijking op als de huidige PLOT vergelijking.

{ HOME }	PRG
Name the equation, press ENTER	
*	

De HP 48 vraagt u met een melding een naam van een variabele in te voeren en activeert het alfa-toetsenbord. Voer de naam P1 in. Stel de plotparameters opnieuw in en teken de grafiek met een automatische schaalverdeling voor de y-as.

P1 ENTER PLOTR NXT RESET PREV AUTO



De HP 48 tekent de grafiek en toont vervolgens een menu met bewerkingen die u kunt toepassen op de grafiek.

Gebruik de cursortoetsen om de grafische cursor (+) te verplaatsen naar de positie linksboven in de grafiek, zoals hieronder is aangegeven, en druk op $[\times]$.

gebruik ▲ en ◀ om de cursor naar linksboven te verplaatsen en druk vervolgens op ×



Verplaats de cursor nu naar de positie rechtsonder in de afbeelding.

gebruik ▶ en ▼ om de cursor naar rechts beneden te verplaatsen



U ziet dat een \times , het zogenaamde *markeringsteken* blijft staan op de positie waar u op \times hebt gedrukt. Het markeringsteken en de cursor geven de hoeken van een rechthoek aan. Zoom nu in op de rechthoek.

Z-BOX



Plaats de cursor bij de meest rechtse wortel (zie de positie van de cursor in de afbeelding hieronder).

(druk herhaaldelijk op **>**)



Bereken de wortel.

FCN ROOT



U ziet dat de cursor verplaatst wordt naar de wortel en dat de xcoördinaat van de wortel onder in de display getoond wordt.

Ga terug naar het stapelgeheugen en het PLOT menu. De wortel is in het stapelgeheugen geplaatst als een gemarkeerd object.

ATTN ATTN

1: Root: 3,90503017657

De structuur van de Plot toepassing

Als u een vergelijking niet automatisch laat plotten, gebruikt u de volgende algemene procedure:

- Schrijf de vergelijking die u wilt plotten op.
- Kies de onafhankelijke variabele in de vergelijking, bijvoorbeeld x. Bepaal dan het bereik waarin de onafhankelijke variabele gevonden moet worden, en bepaal het aantal testpunten (met gelijke afstand) dat in het bereik berekend moet worden. Teken aan de hand van deze informatie een x-as die van de juiste schaal is voorzien. Teken vervolgens een y-as die van de juiste schaal is voorzien, en gebaseerd is op schattingen van de waarde van de vergelijking binnen het zoekbereik.
- Bereken voor elke waarde van x de bijbehorende waarde van de vergelijking f(x) en plot het bijbehorende punt (x, f(x)).
- Teken een continue kromme door de punten.

In de Plot toepassing van de HP 48 staan speciale gegevenselementen die overeenkomen met de elementen van de bovenstaande procedure:

- In de gereserveerde variabele *EQ* staat de vergelijking die u wilt plotten. De vergelijking in *EQ* wordt de *huidige vergelijking* genoemd. Let erop dat *EQ* ook door HP Solve gebruikt wordt om het SOLVR menu samen te stellen.
- In de gereserveerde variabele PPAR staan specificaties voor de onafhankelijke variabele, de display, het plotbereik, het aantal testpunten in het plotbereik en de assen.
- Een gedeelte van het geheugen van de HP 48, dat *PICT* genoemd wordt, is vergelijkbaar met een blad papier waarop de grafiek getekend wordt.

Deze gegevenselementen zijn gekoppeld aan twee menu's en een speciale omgeving:

Het PLOT menu wordt gebruikt voor het kiezen of wijzigen van de huidige vergelijking. Het PLOT menu wordt ook gebruikt om het *plottype* aan te geven, waardoor bepaald wordt hoe de HP 48 de vergelijking interpreteert. De vergelijking kan bijvoorbeeld een konisch deel voorstellen — in dit geval is het bijbehorende plottype CONIC.

- Het PLOTR menu wordt gebruikt om de inhoud van PPAR aan te geven en de grafiek te tekenen.
- In de grafische omgeving kunt u de grafiek bekijken, een gebied van de grafiek in- en uitzoomen, het wiskundig gedrag van de grafiek analyseren en grafische elementen toevoegen. In deze omgeving functioneert de display als een venster waardoor u PICT ziet, en is het toetsenbord opnieuw gedefinieerd om grafische bewerkingen uit te voeren. Als de HP 48 een grafiek heeft getekend, komt u automatisch in de grafische omgeving. PICT blijft beschikbaar na het verlaten van de grafische omgeving u kunt op elk gewenst moment weer naar de grafische omgeving gaan om PICT te bekijken.

In de grafische omgeving hebt u geen toegang tot het stapelgeheugen. De resultaten van functie-analyses in de grafische omgeving worden echter wel in het stapelgeheugen geplaatst. Bovendien kan *PICT* geheel of gedeeltelijk naar het stapelgeheugen gekopieerd worden als een zogenaamd grafisch object. Met de commando's uit het PRG DSPL menu werkt u met grafische objecten in het stapelgeheugen en plaatst u een grafisch object weer terug in *PICT*.

Over het algemeen gaat u bij het plotten van een vergelijking als volgt te werk:

- 1. Gebruik het PLOT menu om de vergelijking op te slaan in EQ en eventueel het plottype aan te geven.
- **2.** Gebruik het PLOTR menu om de geschikte plotparameters in te stellen.
- 3. Teken de grafiek.
- 4. Als de grafiek getekend is, gebruikt u de bewerkingen in de grafische omgeving om informatie uit de grafiek te halen of er grafische elementen aan toe te voegen.



In dit hoofdstuk worden de fundamentele plotfuncties en de analyse van wiskundige functies behandeld. U leert hoe u het PLOT menu gebruikt om de huidige vergelijking aan te geven, hoe u het PLOTR menu gebruikt om plotparameters aan te geven aan de hand van basis functiegrafieken, en hoe u de grafische omgeving gebruikt om functiegrafieken te analyseren. In alle voorbeelden van dit hoofdstuk wordt het plottype FUNCTION gebruikt. In hoofdstuk 19 vindt u informatie over:

- Extra plotparameters in het PLOTR menu.
- Het opslaan van plotparameters.
- Konische, polaire, en parametrische grafieken, grafieken van statistische gegevens en relationele grafieken.
- Het toevoegen van grafische elementen aan PICT.
- Het plotten van statistische gegevens.
- Werken met grafische objecten in het stapelgeheugen.

Vergelijkingen, uitdrukkingen en programma's

De HP 48 kan het volgende plotten:

- Uitdrukkingen (bijvoorbeeld 'X^2-2*X').
- Vergelijkingen. Een vergelijking bestaat uit twee algebraïsche uitdrukkingen die gescheiden worden door = (bijvoorbeeld 'Y=X^2-2*X').
- Programma's (zie pagina 358 in hoofdstuk 19).
- Lijsten met uitdrukkingen, vergelijkingen of programma's (zie pagina 322).

Tenzij anders aangegeven, verwijst de term "vergelijking" naar alle objecten die gebruikt worden om grafieken te maken: algebraïsche uitdrukkingen en vergelijkingen, programma's en lijsten met uitdrukkingen, vergelijkingen of programma's.

Het PLOT Menu — de huidige vergelijking en het plottype aangeven

Druk op **PLOT** om het PLOT menu te kiezen.

Het PLOT Menu

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
PLOTR		Kiest het PLOTR menu om de plotparameters in <i>PPAR</i> aan te geven en de grafiek te tekenen.
PTYPE		Toont het PTYPE menu om het plottype aan te geven.
NEW		Neemt een vergelijking uit niveau 1, vraagt om de naam van een variabele, slaat de vergelijking in deze variabele op en maakt de vergelijking in de variabele tot <i>huidige vergelijking</i> .
EDEQ		Plaatst de huidige vergelijking in de commandoregel voor bewerkingen. Met <u>ENTER</u> wordt de bewerkte versie de huidige vergelijking; de gewijzigde versie wordt weer opgeslagen in de variabele. Met <u>ATTN</u> wordt het bewerken onderbroken zonder de vergelijking te wijzigen.
STEQ	STEQ	Slaat de vergelijking in niveau 1 als de huidige vergelijking op.
F STEQ	RCEQ	Roept de huidige vergelijking op in niveau 1.
CAT (F) (REVIEW)		Kiest de Vergelijkingencatalogus. Toont de statusmelding opnieuw.

PLOT toont ook een statusmelding van twee regels met informatie over de huidige vergelijking. Er zijn twee mogelijkheden voor deze melding:

• Er is geen huidige vergelijking. U krijgt instructies voor het invoeren van een nieuwe vergelijking.

 In de tweede regel wordt de huidige vergelijking (of de huidige statistische gegevens) met de bijbehorende naam aangegeven, en in de eerste regel het huidige plottype.



Als u de vergelijking wilt plotten die in het statusgebied is aangegeven (met het huidige plottype) kiest u direct het PLOTR menu. Als u een andere vergelijking wilt, voert u een nieuwe vergelijking in of kiest u een vergelijking uit de Vergelijkingencatalogus. In "Een nieuwe huidige vergelijking invoeren", op pagina 277 in hoofdstuk 17, wordt besproken hoe u een *nieuwe* huidige vergelijking invoert. In "De Vergelijkingencatalogus — kiezen en beheren van bestaande vergelijkingencatalogus besproken, en vindt u informatie over het aangeven van de huidige vergelijking vanuit de lijst met vergelijkingen in de catalogus.

Het PLOTR menu — plotparameters instellen en de grafiek tekenen

Als u op PLOT PLOTR of PLOT drukt, wordt het PLOTR menu getoond met een statusmelding waarin u de volgende informatie ziet:

- Het *plottype*. (De plottypes worden besproken op pagina 351 in hoofdstuk 19).
- De huidige gegevens de huidige vergelijking of de huidige statistische gegevens — indien aanwezig.
- De onafhankelijke variabele (standaard: X) en indien aangegeven het plotbereik. (Het aangeven van het plotbereik wordt besproken op pagina 343 in hoofdstuk 19.)

■ Het horizontale en vertikale *displaybereik*. In deze melding geeft × altijd de horizontale richting en y altijd de vertikale richting aan.



In het PLOTR menu staan de commando's voor het instellen van de plotparameters en voor het tekenen van de grafiek.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	LOTR:	
ERASE	ERASE	Wist <i>PICT</i> en geeft een leeg <i>PICT</i> met dezelfde afmetingen.
DRAW	DRAW	Tekent de grafiek aan de hand van het bereik van de x- en y-as. PICT wordt niet gewist door DRAW — de grafiek wordt over de vorige inhoud van PICT getekend. Als DRAW wordt uitgevoerd vanuit een programma, staan de assen niet in de grafiek. (DRAW voert STEQ uit. PDRAW voert RCEQ uit.)

Basisplotbewerkingen in het PLOTR menu

Basisplotbewerkingen in het PLOTR menu (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
AUTO	AUTO	Tekent de grafiek aan de hand van het bereik van de <i>x</i> -as en maakt een automatische schaalverdeling voor de <i>y</i> -as. De vorige grafieken in <i>PICT</i> worden gewist. Als AUTO wordt uitgevoerd vanuit een programma, wordt alleen op de <i>y</i> -as een automatische schaalverdeling aangebracht — er wordt geen grafiek getekend.
XRNG	XRNG	Stelt het displaybereik van de horizontale as in aan de hand van twee reële argumenten — x_{min} en x_{max} . (met $rac{rac}{x_{RNG}}$ roept u het huidige displaybereik van de x-as op.)
YRNG	YRNG	Stelt het displaybereik van de verticale as in aan de hand van twee reële argumenten — y_{min} en y_{max} . (met $reginal YRNG$ roept u het huidige displaybereik van de y-as op.)
INDEP	INDEP	Stelt de naam in niveau 1 in als onafhankelijke variabele. INDEP kan ook het plotbereik voor de onafhankelijke variabele aangeven (zie pagina 343 in hoofdstuk 19). (Met PINDEP roept u de huidige onafhankelijke variabele op met, indien aangegeven, het bijbehorende plotbereik).

Basisplotbewerkingen in het PLOTR menu (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
PTYPE		Kiest het PTYPE menu.
CENT	CENTR	Neemt een complex getal (x, y) en maakt hiervan de centrale coördinaat van de display. (met CENT roept u de huidige centrale coördinaat op.)
SCALE	SCALE	Gebruikt als argumenten twee reële getallen. Het eerste argument stelt de schaalverdeling van de x-as in eenheden per 10 pixels in. Het tweede argument stelt de schaalverdeling van de y-as in. (Als u op PSCALE drukt, krijgt u de schaalverdeling van de x- en y-as.)
RESET		Stelt voor alle parameters behalve het plottype de standaardstatus in en wist <i>PICT</i> , zodat de standaardafmetingen weer ingesteld worden (131 pixels breed en 64 pixels hoog).
		Toont opnieuw de plotparameters.

De onafhankelijke variabele aangeven

Voor functiegrafieken, polaire en parametrische grafieken wordt alleen de naam van de *onafhankelijke* variabele gebruikt om de grafiek te genereren. X is de standaardnaam voor de onafhankelijke variabele. Met INDEP geeft u een andere onafhankelijke variabele aan, waarbij de naam in niveau 1 als argument gebruikt wordt. Stel dat u de volgende vergelijking wilt plotten:

'S=4*T^2+6'

Om deze vergelijking te plotten, geeft u de nieuwe onafhankelijke variabele T aan door het PLOTR menu te kiezen en op [] T te drukken. INDEP.

Gedetailleerde informatie over de rol van de onafhankelijke variabele bij het maken van functiegrafieken vindt u in "Punten tekenen met DRAW" op pagina 320.

Displaybereik en schaalverdeling

Displaybereik aangeven. Met XRNG (displaybereik x-as) en YRNG (displaybereik y-as) geeft u het horizontale en verticale bereik aan van de waarden die door *PICT* zijn vertegenwoordigd: het zogenaamde *displaybereik*. Het standaard displaybereik langs de x-as ligt tussen -6,5 en 6,5 eenheden, en langs de y-as tussen -3,1 en 3,2 eenheden. Als u voor de x-as een displaybereik van -10 tot 40 eenheden wilt instellen, kiest u het PLOTR menu en drukt u op 10. +/- ENTER 40 XRNG.

Let erop dat de specificatie voor het displaybereik van de y-as alleen gebruikt wordt als u de grafiek met DRAW plot. Als u AUTO gebruikt, wordt het displaybereik van de y-as automatisch voor u berekend.

Het middelpunt en de schaalverdeling aangeven. In plaats van het displaybereik aan te geven, kunt u ook de x-as en y-as met SCALE van een schaalverdeling voorzien en met CENTR de coördinaten van het middelpunt van de display aangeven. Deze procedure kan nuttig zijn als u met de markeringsstreepjes op de assen waarden wilt aangeven die iets betekenen, bijvoorbeeld gehele waarden, of als u op de beide assen een gelijke schaalverdeling wilt aanbrengen.

SCALE gebruikt als argumenten twee getallen die het aantal eenheden per markeringsstreepje op iedere as weergeven. CENTR gebruikt als argument een complex getal, dat de coördinaten van een punt in de grafiek weergeeft, en maakt van dit punt het middelpunt van de display. Als u bijvoorbeeld op (40,50) CENT 2 SPC 5 SCALE drukt, geeft u aan dat de coördinaten (40,50) in het middelpunt van de display staan, dat elk markeringsstreepje op de x-as 2 eenheden weergeeft en dat elk markeringsstreepje op de y-as 5 eenheden weergeeft. Door het aangeven van de coördinaten van het middelpunt en de schaalverdeling voor de assen wordt het displaybereik bepaald. De specificaties worden als displaybereik opgeslagen in *PPAR* en in de statusmelding van het PLOTR menu als displaybereik getoond.

Grafieken tekenen

Automatische schaalverdeling voor de y-as. U kunt een grafiek met automatische schaalverdeling tekenen als u niet precies weet wat het juiste displaybereik voor de y-as is. Bij functiegrafieken evalueert **AUTO** de vergelijking en berekent daarbij 40 waarden die gelijk verdeeld zijn over het bereik van de onafhankelijke variabele. Vervolgens wordt een passend displaybereik voor de y-as berekend en wordt **DRAW** uitgevoerd om de grafiek te tekenen.

Het aangegeven bereik voor de y-as gebruiken. De bewerking DRAW wordt sneller uitgevoerd dan AUTO. U gebruikt deze bewerking als u met YRNG al een geschikt displaybereik voor de y-as hebt gedefinieerd.

Voorbeeld: een grafiek plotten met AUTO. Plot de vergelijking:

$$\frac{x}{x^2-6} - 1$$

Toets de vergelijking met de EquationWriter in. Noem de vergelijking P2.

	Plot type: FUNCTION
X 🕂 X 🍠 2 🕨	P2: 'X/(X^2-6)-1' 4:
- 6 🕨 - 1	3
(ENTER)	Ž:
(T) PLOT	1:
NEW P2 (ENTER)	PLUTRPTYPE NEW EVER STER CHT

Kies het PLOTR menu. Als u het eerste voorbeeld in dit hoofdstuk gebruikt, ziet u de volgende display. (Het displaybereik van de x-as en y-as kan variëren; het is afhankelijk van de exacte coördinaten van het rechthoekige gebied dat u voor Z-BOX in het eerste voorbeeld hebt gedefinieerd.)

PLOTR

Plot type: FUNCTION P2: 'X/(X^2-6)-1' Indep:'X' x: -1,9 4,4 y: 40,89345 50,942261

Stel de plotparameters opnieuw in en maak een lege *PICT* met de standaard afmetingen. Teken de grafiek en gebruik daarbij het standaard displaybereik voor de x-as en automatische schaalverdeling voor het displaybereik van de y-as. (De vertikale lijnen in de grafiek geven een verbinding van punten met discontinuïteiten in de functie aan. Zie "Grafieken met verbonden en niet verbonden punten" op pagina 321.)

NXT RESET



Druk op REVIEW om de statusmelding van het PLOTR menu te controleren, waarin u het opnieuw berekende displaybereik van de y-as kunt zien. (Houd de V toets ingedrukt om de melding in de display te houden).

Plot type: FUNCTION P2: 'X/(X^2-6)-1' Indep:'X'
x: -6,5 y:-5,447368 2,4210526
ERASE DRAW AUTO KRNG YRNG INDEP

Druk op **ATTN** om de grafische omgeving te verlaten.

Voorbeeld: een grafiek plotten met DRAW. Plot de vergelijking:

$$y = \sin(x)$$

Geef een displaybereik van -5 tot 5 langs de x-as aan en een bereik van -1,1 tot 1,1 langs de y-as.

Kies de Radiaalmodus, toets de vergelijking in en sla deze direct op in EQ zonder een naam aan te geven. (DRAW voert STEQ uit. DRAW voert RCEQ uit.)

(eventueel	(RAD)
" Y 🖣 🖃	SIN X
PLOT	T DRAW

Plot type: FUNCTION EQ: 'Y=SIN(X)' Indep:'X' x: -6,5 6,5 y:-5,447368 2,4210526

Wis PICT en stel het displaybereik in.

ERASE 5 [*/_] [ENTER] 5 XRNG 1.1 [*/_] [ENTER] 1.1 YRNG



Teken de grafiek.

DRAW



Druk op **ATTN** om de grafische omgeving te verlaten.

Voorbeeld: een grafiek plotten met CENTR en SCALE. Plot de vergelijking:

$$y = 2x$$

Gebruik SCALE om een gelijke schaalverdeling voor beide assen aan te geven, zodat de helling (2) er correct "uitziet". Gebruik CENTR om het snijpunt van de assen (0,0) in het midden van de display te plaatsen.

Toets de vergelijking in en sla deze direct op in EQ zonder een naam aan te geven. Kies het PLOTR menu en geef het middelpunt en de schaalverdeling aan. Stel voor de schaalverdeling 5 eenheden per markeringsstreepje in.

 Y
 2 × X

 PLOT
 STEQ

 PLOTR
 NXT

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 ()
 ()

 Plot type: FUNCTION

 EQ: 'Y=2*X'

 Indep:'X'

 x: -32,5

 32,5

 y: -15,5

 16

U ziet dat het displaybereik na het uitvoeren van SCALE opnieuw berekend wordt.

Teken nu de grafiek.

PREV ERASE DRAW



Druk op ATTN om de grafische omgeving te verlaten.

Punten tekenen met DRAW. In deze paragraaf moet weer het normale onderscheid tussen vergelijkingen, uitdrukkingen en programma's gemaakt worden, omdat DRAW uitdrukkingen en programma's bij functiegrafieken anders interpreteert dan vergelijkingen.

 Bij uitdrukkingen en programma's evalueert DRAW de uitdrukking of het programma in EQ voor elke waarde uit een opeenvolging van waarden van de aangegeven onafhankelijke variabele in het aangegeven bereik. Elk punt dat als resultaat gevonden wordt, wordt ook geplot. Dat betekent, dat DRAW voor de onafhankelijke variabele x elk punt (x, f(x)) plot.

Stel dat de uitdrukking in EQ ' $\exists *X'$ is, het bereik van de x-as tussen 0 en 5 ligt, en de onafhankelijke variabele X is. DRAW evalueert ' $\exists *X'$ voor een opeenvolging van waarden voor X, en genereert daarbij een serie punten (X, 3X), te beginnen bij X = 0. Op deze manier is het eerste geplotte punt (0, 0) en het laatste geplotte punt (5, 15). Het aantal waarden voor de onafhankelijke variabele waarvoor de uitdrukking geëvalueerd wordt, is afhankelijk van de *resolutie* (besproken op pagina 344 in hoofdstuk 19).

- Bij vergelijkingen wordt de uitdrukking aan de rechterkant van het
 = teken altijd geplot, zoals u hierboven ziet. De vorm van het linkerlid
 van de vergelijking en de instelling van vlag 30 bepalen of het
 linkerlid geplot wordt.
 - Als het linkerlid een formele variabele is (een variabele waar geen waarde in is opgeslagen), maakt u vlag 30 inactief, om het plotten van het linkerlid te onderdrukken, zodat alleen het rechterlid geplot wordt. Stel bijvoorbeeld dat u 'Y=3*X' wilt plotten, waarbij de onafhankelijke variabele X is en Y formeel is. Maak in dit geval vlag 30 inactief, zodat evenals in het bovenstaande voorbeeld alleen de uitdrukking '3*X' wordt geplot.
 - Als het linkerlid een variabele is met een waarde die iets betekent — zoals bijvoorbeeld bij het plotten van een SOLVR vergelijking — kunt u kiezen of u de variabele wel of niet wilt plotten. Als u de variabele wilt plotten, maakt u vlag -30 actief om twee curves (x, y) en (x, f(x)) te plotten. Stel bijvoorbeeld dat u 'Y=3*X' wilt plotten, waarbij de onafhankelijke variabele X is en Y = 9. Maak vlag -30 actief om evenals hierboven '3*X' te plotten en om een rechte lijn te plotten bij Y = 9. (Zie voor een ander voorbeeld het eerste voorbeeld in hoofdstuk 17.) Als u het plotten van de variabele wilt onderdrukken, maakt u vlag -30 inactief.
 - Als het linkerlid een uitdrukking is, wordt deze altijd geplot; dit houdt in dat er twee curves (x, f(x)) en (x, g(x)) geplot worden, ongeacht de status van vlag - 30. Als de vergelijking bijvoorbeeld 'SIN(X)=COS(X)' is, en de onafhankelijke variabele X, plot
 DRAW twee afzonderlijke krommen, één voor 'SIN(X)' en een tweede kromme voor 'COS(X)'.

De afhankelijke variabele in functiegrafieken. Bij functiegrafieken wordt de huidige *afhankelijke* variabele *genegeerd*. Coördinaten van geplotte punten worden gegenereerd door de huidige vergelijking te evalueren voor een serie waarden van de onafhankelijke variabele.

Grafieken met verbonden en niet verbonden punten. In de standaardinstelling verbindt DRAW na elkaar berekende punten door rechte lijnsegmenten. De verbinding wordt onafhankelijk van de relatieve positie van de geplotte punten gemaakt. Dit kan voor de grafische weergave minder geschikt zijn, bijvoorbeeld bij een functie met een discontinuïteit. (In het voorbeeld "Een grafiek plotten met AUTO" op pagina 317 wordt een functie met meerdere discontinuïteiten geplot, en worden alle punten met elkaar verbonden.)

Als u het verbinden van de punten wilt uitschakelen, drukt u op (MODES) NXT) CNC. (of maakt u vlag – 31 actief). Als u opnieuw op CNCT drukt, wordt het verbinden van punten weer ingeschakeld.

Twee of meer vergelijkingen plotten

Als u twee of meer vergelijkingen wilt plotten door DRAW of AUTO eenmaal uit te voeren, maakt u een lijst waarin de vergelijkingen of de namen van de vergelijkingen staan. Met de bewerking EQ+ in de Vergelijkingencatalogus kunt u op gemakkelijke wijze de lijst samenstellen en daarbij vergelijkingen uit de Vergelijkingencatalogus gebruiken:

- Plaats de cursor in de Vergelijkingencatalogus bij elke vergelijking die u in het tijdelijk menu wilt opnemen en druk op EQ+ . In het statusgebied wordt een lijst met alle gekozen vergelijkingen getoond en bijgewerkt. (Met) EQ+ verwijdert u het laatste onderdeel van de lijst.)
- 2. Druk op PLOTR. De lijst (zonder naam) wordt automatisch opgeslagen in EQ.

Een lijst met twee of meer vergelijkingen opslaan. De lijst die u in EQ opslaat door EQ+ uit te voeren, heeft geen naam en wordt dus niet opgeslagen als u EQ later wijzigt. U kunt de huidige lijst in EQ als volgt een naam geven:

- 1. Voer RCEQ uit (← PLOT → STEQ) om de lijst op te roepen in niveau 1.
- 2. Voer **NEW** uit om de lijst een naam te geven die eindigt op EQ. Iedere variabele waarvan de naam eindigt op EQ wordt opgenomen in de Vergelijkingencatalogus.

Als u de lijst een naam wilt geven voor u deze opslaat in EQ, gaat u als volgt te werk:

- 1. Maak de lijst in de Vergelijkingencatalogus met EQ+.
- 2. Druk op →STK om de lijst naar het stapelgeheugen te kopiëren.
- **3.** Verlaat de Vergelijkingencatalogus met **ATTN** en voer **NEW** uit om de lijst een naam te geven die eindigt op EQ.
De grafische omgeving — zoom-bewerkingen en functie-analyse

Als u DRAW of AUTO uitvoert, gaat de HP 48 na het plotten van de grafiek naar de grafische omgeving en wordt het GRAPHICS menu getoond. De grafische omgeving blijft actief tot u op ATTN drukt om de omgeving te verlaten en terug te keren naar het stapelgeheugen. Als u de grafische omgeving verlaat, blijft *PICT* beschikbaar — u kunt op elk gewenst moment op GRAPH drukken om terug te keren naar de grafische omgeving en *PICT* te bekijken.

Evenals de Vergelijkingencatalogus is de grafische omgeving een speciale omgeving waarin het toetsenbord opnieuw gedefinieerd is en slechts een beperkt aantal speciale bewerkingen uitgevoerd kan worden. U krijgt alleen toegang tot het GRAPHICS MENU en de bijbehorende submenu's. Verder krijgt u in de grafische omgeving geen toegang tot het stapelgeheugen.

De bewerkingen in de grafische omgeving kunnen in drie categorieën verdeeld worden:

- In- of uitzoomen van een gebied of van de grafiek.
- functie-analyse wiskundige gegevens uit de grafiek halen, zoals de oppervlakte onder de kromme.
- Grafische elementen toevoegen aan de grafiek.

In deze paragraaf worden zoombewerkingen en functie-analyse besproken. Op pagina 361 van hoofdstuk 19 wordt het toevoegen van grafische elementen aan de grafiek besproken.

Zoom en functie-analyse

200M	Toont het GRAPHICS ZOOM menu, waarmee u de grafiek van een nieuwe schaalverdeling en een nieuw middelpunt kunt voorzien.
Z-BOX	Tekent de grafiek opnieuw, zodat het rechthoekig gebied waarvan de tegenoverliggende hoeken worden gedefinieerd door het markeringsteken en de cursor, de hele display in beslag neemt. Met Z = BOX tekent u de grafiek opnieuw, zodat het bereik van de x-as, dat gedefinieerd wordt door het markeringsteken en de cursor, de hele display in beslag neemt, en een automatische schaalverdeling wordt aangebracht op de y-as.
CENT	Tekent de grafiek opnieuw met de huidige positie van de cursor als middelpunt van de display.
COORD	Toont de coördinaten van de positie van de cursor op de plaats van de menutoetsen. Druk op een willekeurige toets om de menulabels opnieuw te tonen.
LABEL	Voegt as-labels toe aan PICT.
FCN	Toont het GRAPHICS FCN menu voor het analyseren van functiegrafieken (zie "Functies analyseren" op pagina 329).
MARK	Plaatst het markeringsteken. Als er nog geen markeringsteken aanwezig is, wordt het teken gemaakt op de plaats van de cursor. Als het markeringsteken op een andere plaats staat, verplaatst MARK het naar de positie van de cursor. Als het markeringsteken op de plaats van de cursor staat, wordt het door MARK gewist. (Bij alle bewerkingen waarvoor een markeringsteken vereist is, wordt een markeringsteken gemaakt op de plaats van de cursor als het nog niet bestaat.)

zoom en functie-analyse (vervoig)		
+/-	Verandert de cursorvorm. In de standaardinstelling ($+ 2 - $ is de cursor altijd donker. In de andere instelling ($+ 2 - $ is het plusteken donker bij een lichte achtergrond en licht bij een donkere achtergrond.	
KEYS	Wist de menutoetsen van het menu GRAPHICS, zodat u een groter gedeelte van de grafiek ziet. Druk op - of een willekeurige menutoets om het GRAPHICS menu weer op te roepen.	
	Verplaatst de grafische cursor in de aangegeven richting. Als u eerst op r drukt, verplaatst u de cursor naar de rand van de display. Als de cursor aan de rand van de display staat <i>en</i> als <i>PICT</i> groter is dan de display, verplaatst u de cursor naar de rand van <i>PICT</i> door op r te drukken.	
(f) (GRAPH)	Kiest de scrollmodus. In de scrollmodus worden de menutoetsen gewist en als <i>PICT</i> groter is dan de display, schuift u het displayvenster met de cursortoetsen in de aangegeven richting over <i>PICT</i> . Druk opnieuw op GRAPH om terug te keren naar de normale display van de grafische omgeving.	
(ENTER)	Plaatst de coördinaten van de positie van de cursor in het stapelgeheugen.	
×	Plaatst het markeringsteken (dezelfde functie als MARK .)	
+	Schakelt het tonen van de cursor-coördinaten aan en uit.	
\Box	Schakelt het tonen van de menutoetsen aan en uit.	
+/-	Gaat over op een andere cursorvorm (dezelfde functie als +/-).	

.

.

.

Zoom en functie-analyse (vervolg)

STO	Kopieert PICT naar het stapelgeheugen.
(f) (REVIEW)	Toont tijdelijk de statusmelding van het PLOTR menu. Als u 💌 ingedrukt houdt, wordt de statusmelding getoond tot u de toets weer loslaat.
	Wist <i>PICT</i> .
(ATTN)	Verlaat de grafische omgeving.



Zoom-bewerkingen

Met de zoom-bewerkingen in de grafische omgeving kunt u een bepaald gebied van de grafiek gedetailleerd bekijken (door inzoomen) of meer van de grafiek zien dan in het huidige venster (uitzoomen). Met Z=BOXkunt u inzoomen op een rechthoek die gedefinieerd wordt door het markeringsteken en de cursor. Met de bewerkingen in het ZOOM menu kunt u in- en uitzoomen langs de x-as, de y-as of beide assen tegelijk.

Het GRAPHICS ZOOM menu. Druk in de grafische omgeving op ZOOM om een menu met zoom-opties te tonen.

XAUTO	Vraagt om een zoomfactor voor de x-as en brengt een automatische schaalverdeling aan op de y-as.
X	Vraagt om een zoomfactor voor de x-as.
Y	Vraagt om een zoomfactor voor de y-as.
XY	Vraagt om één zoomfactor die voor beide assen geldt.
EXIT	Verlaat de zoom-opties en gaat naar het GRAPHICS hoofdmenu.

Zoom-opties in de grafische omgeving

Als u bijvoorbeeld op ZOOM XAUTO drukt, ziet u de volgende display:

PRG { HOME }
x axis zoom w/AUTO. Enter value (zoom out
if >1), press ENTER

Elke optie wijzigt de schaalverdeling van de aangegeven as(sen) met de aangegeven zoomfactor en tekent de grafiek opnieuw met de positie van de cursor als het nieuwe middelpunt. Voorbeeld: uitzoomen. Bepaal het aantal snijpunten met de x-as van de uitdrukking:

 $x^2 - 9x - 10$

Kies het PLOTR menu en sla de uitdrukking op in EQ. Stel vervolgens de plotparameters opnieuw in. Teken de grafiek met automatische schaalverdeling.





Het blijkt dat de uitdrukking een tweede snijpunt met de x-as heeft dat buiten het displaybereik ligt. Zoom uit langs de x-as met een factor 2.

ZOOM X 2 ENTER



De uitdrukking heeft twee snijpunten met de x-as.

Inzoomen op een rechthoek. Met Z-BOX (inzoomen op een rechthoek) kunt u *inzoomen* op een aangegeven gedeelte van de display:

- Verplaats de cursor naar één hoek van het gewenste gebied en druk op Z-BOX (of MARK of X) om de gewenste plaats aan te geven.
- 2. Verplaats de cursor naar de diagonaal tegenoverliggende hoek.
- 3. Druk opnieuw op Z-BOX om een nieuwe schaalverdeling aan te brengen en de grafiek opnieuw te tekenen.

Als de huidige schaalverdeling van de y-as juist is, kunt u eventueel het volgende doen:

- 1. Verplaats de cursor naar één hoek van het gewenste gebied en druk op Z-BOX (of MARK of X) om de plaats aan te geven.
- 2. Verplaats de cursor naar de horizontaal tegenoverliggende hoek.
- 3. Druk op Z-BOX om de grafiek opnieuw te tekenen met alleen langs de x-as een nieuwe schaalverdeling.

Op dezelfde manier kunt u vertikaal tegenoverliggende hoeken definiëren om alleen langs de y-as een nieuwe schaalverdeling aan te brengen.

Inzoomen op een rechthoek met automatische schaalverdeling. Als u wilt inzoomen op een nieuw displaybereik voor de x-as, maar niet zeker weet wat de juiste schaalverdeling voor de y-as is, gaat u als volgt te werk om met automatische schaalverdeling in te zoomen op een rechthoek:

- 1. Verplaats de cursor naar één hoek van het gewenste gebied en druk op Z-BOX (of MARK of X) om de plaats aan te geven.
- 2. Verplaats de cursor naar de horizontaal tegenoverliggende hoek.

In het voorbeeld op pagina 343 wordt Z-BOX met automatische schaalverdeling gebruikt om de wortels van de vergelijking te bepalen.

Functies analyseren

Met het GRAPHICS FCN menu analyseert u het wiskundig gedrag van geplotte functies door met de grafische cursor het gewenste gebied of punt in de functie aan te geven en vervolgens de gewenste berekening uit te voeren vanuit het menu. U kunt het volgende berekenen:

- Functiewaarden.
- Hellingen.
- Oppervlakten onder de kromme.
- Wortels.
- Uiterste waarden of buigpunten.
- Snijpunten van twee functies.

Als u een berekening uitvoert:

- Gaat de cursor naar het bijbehorende punt van de functie (als dat punt in de display staat).
- Ziet u in de linker benedenhoek van de display een melding waarin het resultaat als een gemarkeerd object getoond wordt.
- Wordt het resultaat als een gemarkeerd object in het stapelgeheugen geplaatst.

U kunt ook de afgeleide van een geplotte functie plotten.

Het huidige plottype moet FUNCTION zijn en in EQ moet een vergelijking, een uitdrukking of een lijst met uitdrukkingen of vergelijkingen staan. Er mag geen programma in staan.

Als u twee of meer vergelijkingen hebt geplot door een lijst op te slaan in EQ (zie pagina 322), gebruiken de bewerkingen voor functie-analyse de eerste vergelijking van de lijst, tenzij anders aangegeven. In het FCN menu kunt u met NXEQ een andere vergelijking aan het begin van de lijst plaatsen.

Toets	Beschrijving
ROOT	Verplaatst de cursor naar een wortel (snijpunt van de functie en de x-as) en toont de waarde van de wortel. Als de wortel niet in het venster staat, ziet u even de melding OFF SCREEN voordat de waarde van de wortel getoond wordt.
ISECT	Dezelfde functie als ROOT wanneer slechts één functie geplot is. Als er twee of meer functies geplot zijn, verplaatst ISECT de cursor naar het dichtstbijzijnde snijpunt van twee functies en worden de (x,y) coördinaten getoond. Als het dichtstbijzijnde snijpunt niet in het venster staat, ziet u even de melding OFF SCREEN voordat de coördinaten van het snijpunt getoond worden.
SLOPE	Berekent en toont de helling van de functie bij de x- waarde van de cursor en verplaatst de cursor vervolgens naar het punt van de functie waar de helling werd berekend.
AREA	Berekent en toont de oppervlakte onder de kromme tussen twee x-waarden die gedefinieerd worden door het markeringsteken en de cursor.

Het GRAPHICS FCN Menu

Het GRAPHICS FCN Menu (vervolg)

Toets	Beschrijving
EXTR	Verplaatst de cursor naar een uiterste waarde (lokaal minimum of maximum) of naar een buigpunt en toont de (x,y) coördinaten. Als de dichtsbijzijnde uiterste waarde of het buigpunt niet in het venster staat, ziet u even de melding OFF SCREEN voordat de waarde getoond wordt.
EXIT	Verlaat het GRAPHICS FCN menu en keert terug naar het GRAPHICS hoofdmenu.
F(X)	Toont de functiewaarde van de huidige <i>x</i> -waarde van de cursor en verplaatst de cursor naar dat punt op de functiekromme.
F	Plot de eerste afgeleide en plot de oorspronkelijke functie opnieuw. Voegt ook de uitdrukking die de eerste afgeleide definieert, toe aan EQ . (Als EQ een lijst is, voegt F ' de uitdrukking toe in het begin van de lijst. Als EQ geen lijst is, maakt F ' een lijst en wordt de uitdrukking aan het begin van de lijst gezet.)
NXEQ	Schuift de lijst in <i>EQ</i> door, zodat de tweede vergelijking aan het begin van de lijst komt te staan en de eerste vergelijking verplaatst wordt naar het einde van de lijst. Ook wordt de vergelijking getoond die nu aan het begin van de lijst staat.

Voorbeeld 1: functie-analyse. Hieronder staat een vergelijking voor een constante versnelling:

$$v = v_0 + a_0 t$$

Bereken bij een beginsnelheid $v_0 = 10$ en een constante versnelling $a_0 = 5$, de snelheid bij t = 2 en de totaal afgelegde weg x tussen t = 0 en t = 10. (De afgelegde weg is de oppervlakte onder de snelheid/tijd kromme.) Kies het SOLVE menu, toets de vergelijking in en sla deze zonder naam in EQ op. Kies het SOLVR menu en sla de waarden op voor v_0 en a_0 . In het SOLVR menu slaat u op eenvoudige wijze bekende waarden voor de huidige vergelijking op.

SOLVE	A0: 5
'' V 🖛 = V0 + A0 🗙 T	4:
STEQ	3:
SOLVR 10 VØ 5 AØ	2:

Stel de display modus in op 2 Fix, zodat de coördinaten en resultaten van de functie-analyse gemakkelijk te lezen zijn in de grafische omgeving. Kies vervolgens het PLOTR menu. Om gehele waarden te krijgen voor de markeringsstreepjes op de x-as en y-as gebruikt u SCALE en geeft u 1 eenheid per x-as streepje en 25 eenheden per y-as streepje aan. Hierdoor kunt u exacte berekeningen uitvoeren. Gebruik CENT om (5,50) als middelpunt van de grafiek aan te geven. Geef tenslotte T aan als onafhankelijke variabele.

← MODES 2 F IX
← PLOT NXT
1 SPC 25 SCALE
← () 5 SPC 50 CENT
← PREV () T INDEP

Plot EQ: Inde	. type: FU 'Y=Y0+A0* 	NCTION T'
x: y:	-1,50 -27,50	11,50 130,00
ERASE	ORAW AUTO XRM	IG YANG INDEP

Wis PICT en teken vervolgens de grafiek.

ERASE DRAW



Bekijk de coördinaten van de grafische cursor.

COORD (of 🕂)



De x-coördinaat (in dit voorbeeld de waarde van T) is 5,00; u moet dus de \blacksquare toets ingedrukt houden tot de getoonde x-coördinaat exact 2,00 is. U ziet dat de cursor langzamer beweegt als er coördinaten getoond worden.

houd <a>ingedrukt



Druk op een willekeurige menutoets (of op + of -) om de menulabels opnieuw te tonen. Kies vervolgens het FCN menu en bereken de waarde van de functie.

+ FCN NXT F(X)



De snelheid is 20 als T = 2.

Bereken nu de afgelegde weg tussen T = 0 en T = 10. Zet eerst de menutoetsen terug. Verplaats vervolgens de cursor naar de y-as (T = 0) en plaats het markeringsteken.

+ houd ◀ ingedrukt



Toon de cursor-coördinaten, verplaats de cursor naar de rechterrand van de display en weer terug tot de x-coördinaat 10,00 is.

+ ►► houd daarna ◄ ingedrukt



Toon de menulabels opnieuw en bereken de oppervlakte.

+ NXT AREA



De afgelegde weg bij T = 10 is 350.

Ga terug naar het stapelgeheugen; u ziet dat de functiewaarde en het gebied als gemarkeerde objecten in het stapelgeheugen zijn geplaatst.

ATTN ATTN

2:	F(x): 20,00
1:	Area: 350,00
ERASE	ORAW AUTO XRNG YRNG INDEP

Voorbeeld 2: functie-analyse. Deel 1 Bereken voor de uitdrukking:

 $x^3 - 2x^2 - x + 2$

de volgende waarden:

- Het aantal reële wortels.
- De waarde van de meest linkse wortel.
- De helling van de uitdrukking bij de meest linkse wortel.
- De waarde van de uitdrukking bij de y-as (x = 0).
- De coördinaten van het lokaal minimum.

Kies het PLOT menu, toets de uitdrukking in en sla deze zonder naam op in EQ. Kies het PLOTR menu, stel de plotparameters opnieuw in. Teken vervolgens de grafiek met een automatische schaalverdeling voor het displaybereik van de y-as.

← PLOT
① X (y[±]) 3 - 2 (x) X (y[±]) 2
→ X + 2 STEQ
PLOTR NXT RESET
← PREV RUTO



Het gebied dat u wilt bekijken moet vergroot worden; zet dus het markeringsteken en de cursor op de anngegeven plaatsen.

houd Ingedrukt



Zoom nu in op de rechthoek met een automatische schaalverdeling voor de y-as.

T-BOX



U kunt nu zien dat er drie reële wortels in dit gebied zijn.

Verplaats de cursor naar de meest linkse wortel.

houd <a>ingedrukt



Bereken de waarde van de wortel.

FCN ROOT



De cursor gaat naar de wortel en de waarde van de wortel wordt getoond in de linker benedenhoek.

Bereken de helling van de functie bij de **wortel**. (Druk op een menutoets om de menulabels opnieuw te tonen.) De waarde die u krijgt als resultaat voor de helling kan enigszins afwijken van de waarde die in de onderstaande display staat; de waarde is afhankelijk van de exacte coördinaten van het rechthoekige gebied dat u met **SZBOX** hebt gedefinieerd.

- SLOPE



Bereken de waarde van de functie bij de y-as (x = 0): zet de menulabels terug, verplaats vervolgens de cursor naar de y-as en voer F(X) uit.

+
 houd daarna ▶ ingedrukt
 NXT F(X).



De cursor wordt verplaatst naar het overeenkomstige punt in de functie.

Bereken nu de coördinaten van het lokaal minimum: zet de menutoetsen terug, verplaats de cursor vervolgens naar een x-as waarde bij het minimum en voer EXTR uit.

+ houd **>** ingedrukt NXT EXTR



Verlaat de grafische omgeving; u ziet dat de resultaten als gemarkeerde objecten in het stapelgeheugen zijn geplaatst.

ATTN ATTN

{ HDH	1E }	
4:	Root: -1,0	ē
3:	Slope: 5,9	2
1:	TXtrm: (1.55;-0.63	0)
EISHS	ORNAL AUTO KANG YANG INDE	è

Deel 2. Plot de afgeleide van de uitdrukking en bereken de coördinaten van het snijpunt van de afgeleide dat een positieve x-coördinaat heeft, met de oorspronkelijke uitdrukking.

Ga terug naar de grafische omgeving en plot de afgeleide.



Verplaats de cursor naar het snijpunt met een positieve x-coördinaat en voer ISECT uit.

houd ligedrukt



Ga terug naar de Standaard display modus door op (MODES) STD te drukken.

Werken met moeilijke grafieken. Bij de voorbeelden in dit hoofdstuk worden grafieken gegenereerd waarbij het snijpunt van de x-as en y-as zichtbaar is in de display, zodat u de informatie direct kunt zien. Het kan echter voorkomen, dat één of beide assen niet zichtbaar zijn. Dit is afhankelijk van de uitdrukking en het huidige displaybereik. Druk in een dergelijk geval op \bigcirc REVIEW om te bepalen welk gedeelte van de grafiek u ziet. Stel dat u een grafiek met automatische schaalverdeling plot en dat er geen x-as in de grafiek staat. Als u op \bigcirc REVIEW drukt en een displaybereik voor de y-as van 230 tot 410 ziet, weet u dat het gedeelte van de grafiek dat u nu bekijkt, boven de x-as ligt. Nu zijn er verschillende mogelijkheden:

- Als u de globale vorm van de functie en de relatie tot de assen beter wilt begrijpen, kunt u uitzoomen om een groter gedeelte van de functie te zien. XAUTO is bijzonder geschikt voor een dergelijke bewerking.
- Als u een bepaalde eigenschap van de functie wilt berekenen, zoals een wortel of een uiterste waarde, kunt u de bijbehorende bewerking in het GRAPHICS FCN menu uitvoeren om de coördinaten van die eigenschap in het stapelgeheugen te plaatsen. Verlaat daarna de grafische omgeving en voer CENT uit vanuit het PLOTR menu om de eigenschap in beeld te brengen als u de grafiek opnieuw tekent. Een analyse van de vorm van de functie bij de eigenschap kan u informatie geven over de relatieve positie van andere eigenschappen op de kromme. Daarna kunnen andere zoom-bewerkingen nodig zijn.

De bewerkingen in het GRAPHICS FCN menu. De bewerkingen in het GRAPHICS FCN menu zijn gekoppeld aan commando's die buiten de grafische omgeving uitgevoerd kunnen worden. (In deze paragraaf wordt weer het normale onderscheid gemaakt tussen uitdrukkingen en vergelijkingen.)

De bewerkingen voor functie-analyse

ROOT	Voert ROOT uit (de numerieke root-finder in HP Solve) om een snijpunt met de x-as te vinden. Als er meerdere wortels (snijpunten) zijn, vindt de root- finder gewoonlijk de wortel die het dichtst bij de huidige positie van de cursor ligt. Bij een vergelijking zoekt de root-finder de wortel van de uitdrukking in het rechterlid van de vergelijking.
ISECT	Voert ROOT uit: bij één uitdrukking of voor een vergelijking waarvan het linkerlid niet geplot is (vlag - 30 niet actief), doet ISECT hetzelfde als ROOT; bij een vergelijking waarvan het linker- en rechterlid geplot zijn (vlag – 30 actief), wordt het dichtstbijzijnde snijpunt van het linker- en rechterlid gevonden; bij twee uitdrukkingen wordt het dichtstbijzijnde snijpunt van de uitdrukkingen gevonden; bij twee vergelijkingen wordt het dichtstbijzijnde snijpunt van de rechterleden gevonden.
SLOPE	Voert ∂ , uit en berekent vervolgens de gevonden uitdrukking voor de <i>x</i> -waarde van de cursor.
AREA	Voert∫uit en gebruikt de x-waarden die gedefinieerd zijn door het markeringsteken en de cursor als integratiegrenzen.
EXTR	Voert ∂ uit en berekent vervolgens de x-waarde, die na berekening van de gevonden uitdrukking nul oplevert en het dichtst bij de cursor ligt.
F(X)	Berekent de uitdrukking voor de x-waarde die gedefinieerd wordt door de cursor.
F	Voert ∂ uit en slaat de gevonden uitdrukking vervolgens samen met de oorspronkelijke uitdrukking op in EQ, en plot de lijst.

19

Meer informatie over plotten en grafische objecten



In het vorige hoofdstuk werden de basisprincipes besproken van het plotten van wiskundige functies. In alle voorbeelden werd het plottype FUNCTION en een beperkt aantal plotparameters gebruikt en besproken. Dit hoofdstuk gaat verder in op de begrippen die in hoofdstuk 18 werden geïntroduceerd. De volgende onderwerpen worden behandeld:

- Opties voor gedetailleerde plotbewerkingen aangeven:
 - Een gedeelte van een displaybereik plotten.
 - As-labels aangeven die anders zijn dan de onafhankelijke en afhankelijke variabelen.
 - Een andere steekproef-frequentie aangeven.
- Werken met plotcoördinaten.
- De grootte van *PICT* veranderen.
- Konische, polaire, parametrische, statistische en relationele grafieken tekenen.
- Programma's en door de gebruiker gedefinieerde functies plotten.
- Plotten met eenheden.
- Het toevoegen van grafische elementen aan PICT.

In dit hoofdstuk worden ook commando's besproken waarmee u met grafische objecten in het stapelgeheugen kunt werken. Met deze commando's voor grafische objecten, die vooral nuttig zijn in programma's, maakt u uw eigen grafische afbeeldingen maken.

Gedetailleerde plotbewerkingen

Met de volgende commando's in het PLOTR menu kunt u een aantal plot-eigenschappen aan uw eigen wensen aanpassen.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(+) (PLOT	PLOTR:	
INDEP	INDEP	Maakt de naam in niveau 1 de onafhankelijke variabele. INDEP kan ook het <i>plotbereik</i> voor de onafhankelijke variabele aangeven. (Met [] INDEP roept u de huidige onafhankelijke variabele op met, indien aangegeven, het bijbehorende plotbereik).
DEPN	DEPND	Stelt de naam in niveau 1 in als afhankelijke variabele. (De specificatie voor de afhankelijke variabele wordt gebruikt voor konische en relationele grafieken. Zie pagina 353 en 357.) DEPND kan ook het plotbereik voor de afhankelijke variabele aangeven. (Met r DEPN vraagt u de huidige afhankelijke variabele op, en indien aangeven, het bijbehorende plotbereik.)

Commando's in het PLOTR menu voor gedetailleerde plotbewerkingen

Commando's in het PLOTR menu voor gedetailleerde plotbewerkingen (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving	
RES	RES	Stelt de <i>plotresolutie</i> in. (Met RES vraagt u de huidige resolutie op.)	
AXES	AXES	Stelt de coördinaten voor het snijpunt van de assen in en gebruikt daarvoor het complexe getal in niveau 1 als argument. Met AXES geeft u ook andere as-labels aangeven dan INDEP en DEPND. (Met PRXES roept u het huidige snijpunt van de assen op.)	
DRAX	DRAX	Voegt assen toe aan <i>PICT</i> . (Niet noodzakelijk als DRAW of AUTO vanaf het toetsenbord wordt uitgevoerd.)	
LABEL	LABEL	Voegt as-labels toe aan PICT.	
¥Н	*H	Vermenigvuldigt de horizontale schaalverdeling met het argument n in niveau 1. Zoomt <i>in</i> als $n < 1$.	
¥W	*W	Vermenigvuldigt de vertikale schaalverdeling met het argument n in niveau 1. Zoomt <i>in</i> als $n < 1$.	
PDIM	PDIM	Verandert de grootte van <i>PICT</i> . (Met PDIM roept u de grootte van <i>PICT</i> op.)	
		Toont de plotparameters opnieuw.	

Plotbereik en displaybereik

Het bereik van de onafhankelijke variabele waarvoor de huidige vergelijking geëvalueerd wordt, heet het *plotbereik*. Tenzij anders aangegeven, gebruikt de HP 48 het displaybereik van de x-as (aangegeven door XRNG) als het plotbereik.U kunt echter ook INDEP gebruiken om een ander plotbereik dan het displaybereik van de x-as aan te geven. Bij konische en relationele grafieken (pag. 353 en 357), waarbij de *afhankelijke* variabele aangegeven moet worden, kunt u DEPND gebruiken om een plotbereik voor de afhankelijke variabele aan te geven dat verschilt van het displaybereik van de y-as.

INDEP en DEPND gebruiken twee getallen uit het stapelgeheugen. Met Ø 1Ø INDEP geeft u aan dat geplot wordt in het gebied voor de onafhankelijke variabelen tussen 0 en + 10.U kunt ook tegelijkertijd de naam van een variabele en een bereik aangeven, door een lijst-argument in te voeren dat er als volgt uitziet:

< 'naam' ondergrens bovengrens >

waarbij *naam* de naam van de variabele is en *ondergrens* en *bovengrens* de ondergrens en bovengrens van het plotbereik definiëren. $(T \ 0 \ 10)$ NDEP geeft bijvoorbeeld aan dat er een grafiek geplot wordt voor de waarden van de onafhankelijke variabele *T* in het gebied tussen 0 en +10.

Er zijn twee gevallen waarin het aangeven van een plotbereik belangrijk is:

- Bij parametrische grafieken (pagina 356) is het displaybereik van de x-as niet gerelateerd aan het betreffende plotbereik voor de onafhankelijke variabele. U moet dus altijd het plotbereik aangeven met het commando INDEP (zie het voorbeeld op pagina 356).
- Bij relationele grafieken (pagina 357) neemt het plotten minder tijd in beslag als u een plotbereik definieert dat kleiner is dan het displaybereik van de x-as en y-as (zie het voorbeeld op pagina 357).

Assen en labels aangeven

Als de assen in het plotbereik staan, worden ze automatisch door **RUTO** en DRAW getekend met markeringsstreepjes met een afstand van 10 pixels. Het snijpunt van de assen is (0,0), tenzij u met AXES een ander snijpunt aangeeft. LABEL toont in *PICT* de namen van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen en de coördinaten van de eindpunten van de assen (in het huidige display formaat).

Met AXES geeft u met een lijst-argument as-labels aan die verschillen van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen. Als u bijvoorbeeld (0,0) "X2" "F(X2)" AXES uitvoert, wijst u het label X2 toe aan de horizontale as en het label F(X2) aan de vertikale as, ongeacht de namen van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen. Door vervolgens LABEL uit te voeren, verschijnen deze labels in *PICT*.

De resolutie aangeven

Het RES (resolutie) commando bepaalt het interval tussen de waarden van de onafhankelijke variabele die gebruikt wordt om de grafiek te genereren. RES gebruikt een reëel getal of een binair geheel getal als argument. Voor alle plottypes wordt een reël getal als argument gebruikt om het interval in gebruikerseenheden te bepalen. Voor de plottypes FUNCTION, CONIC en TRUTH wordt een binair geheel getal als argument gebruikt om het interval in pixels te bepalen. Dit geldt niet voor de plottypes POLAR en PARAMETRIC. Voor deze plottypes wordt het reële getal 0 of het binaire gehele getal # 0 als argument gebruikt om de standaardwaarde voor het interval te bepalen. Zie de volgende tabel.

Plottype	Standaard interval
FUNCTION,	1 pixel. (In elke pixel-kolom wordt een punt geplot).
POLAR	2°, 2 grads, of $\pi/90$ radialen.
PARAMETRIC	[bereik van de onafhankelijke variabele (in gebruikerseenheden)]/130

Als u RES vergroot (minder punten plotten), gaat het plotten sneller. De nauwkeurigheid van de lijn die de geplotte punten verbindt, wordt echter kleiner. De invloed van RES op grafieken van statistische gegevens. Voor grafieken van statistische gegevens wordt een reëel getal als argument gebruikt om gebruikerseenheden aan te geven, en een binair geheel getal om pixels aan te geven:

- Bij het plottype BAR bepaalt RES de breedte van de staaf.
- Bij het plottype HISTOGRAM bepaalt RES de breedte van de kolom.
- RES kan niet gebruikt worden voor het plottype SCATTER.

De variabele voor plotparameters (PPAR)

De HP 48 gebruikt een ingebouwde variabele met de naam *PPAR* om plotparameters op te slaan. In *PPAR* staat een lijst met de volgende objecten:

 $(x_{\min}, y_{\min}) (x_{\max}, y_{\max})$ indep res axes ptype depend

Element	Beschrijving	Standaard
(X _{min} , Y _{min})	Een complex getal dat de coördinaten van de linker benedenhoek van het displaybereik aangeeft.	(-6,5,-3,1)
(x _{max} , y _{max})	Een complex getal dat de coördinaten van de rechter bovenhoek van het displaybereik aangeeft.	(6,5,3,2)
indep	Onafhankelijke variabele. De naam van de variabele of een lijst met de naam en twee reële getallen (het horizontale plotbereik).	X

Inhoud van de PPAR lijst

Inhoud van de PPAR lijst (vervolg)

Element	Beschrijving	Standaard
res	Resolutie. Bij vergelijkingen is dit een reëel getal of een binair geheel getal dat het interval tussen geplotte punten aangeeft. Bij statistische gegevens kan de betekenis variëren.	0 (In elke pixel-kolom worden punten geplot.)
axes	Een complex getal dat de coördinaten van het snijpunt van de assen aangeeft, of een lijst met het snijpunt en de labels (strings) voor beide assen.	(0,0)
ptype	Naam van het commando dat het plottype aangeeft.	FUNCTION
depend	Afhankelijke variabele. De naam van de variabele of een lijst met de naam en twee reële getallen (het vertikale plotbereik).	Ŷ

Omdat *PPAR* een variabele is, kan er in iedere inhoudsopgave een andere *PPAR* staan.

PPAR opnieuw instellen. Het RESET commando stelt voor de parameters in *PPAR* (behalve het plottype) de standaardinstelling opnieuw in. Ook wordt *PICT* gewist en de standaard grootte teruggezet.

Coördinaten van grafieken

De grootte van *PICT* (of een ander grafisch object in het stapelgeheugen) en de positie van een punt in *PICT* worden aangegeven door horizontale en vertikale coördinaten. Er zijn twee eenhedenstelsels voor coördinaten:

 Coördinaten in gebruikerseenheden (eerder "eenheden" genoemd) worden aangegeven door een complex getal. Ze worden geïnterpreteerd aan de hand van de eerste twee parameters in PPAR:(x_{min}, y_{min}) en (x_{max}, y_{max}). Als (x_{min}, y_{min}) bijvoorbeeld (-10, -10) is en (x_{max}, y_{max}) is (10, 10), geven de coördinaten (-10, 10) de positie van de pixel in de linker bovenhoek van het grafische object aan. (Grafische objecten in het stapelgeheugen hebben geen gebruikerseenheden).



 Pixel-coördinaten worden aangegeven door een lijst met twee binaire gehele getallen. {#0 #0} geeft de pixel in de linker bovenhoek aan.



Met twee commando's in het PRG DSPL menu kunt u een gegeven punt converteren naar het andere coördinatenstelsel.

Commando's voor coördinatenconversie

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(PRG) DS	PL (pag. 2):	
PX+C	PX→C	Converteert pixel-coördinaten naar coördinaten in gebruikerseenheden. Gebruikt de lijst $\{ \#n \#m \}$ van niveau 1 als argument (waarbij #n de rij-coördinaat en #m de kolom- coördinaat is) en geeft $\{x;y\}$.
C→PX	С⊸РХ	Converteert coördinaten in gebruikerseenheden naar pixel- coördinaten. Gebruikt (<i>x;y</i>) uit niveau 1 en plaatst (<i>#n #m</i>) terug in niveau 1.

De grootte van PICT veranderen

U kunt *PICT* groter maken door het PDIM commando (*PICT* dimensie) uit te voeren. PDIM gebruikt twee argumenten; dit kunnen coördinaten in gebruikerseenheden of in pixels zijn.

- De coördinaten in gebruikerseenheden geven de linker benedenhoek (in niveau 2) en de rechter bovenhoek (in niveau 1) aan.
- De pixel-dimensies geven de horizontale dimensie (in niveau 2) en de vertikale dimensie (in niveau 1 aan).

Beide argumenten veranderen de grootte van *PICT*, maar ze hebben een verschillende invloed op de schaalverdeling van de assen.

Stel bijvoorbeeld dat *PICT* de standaard grootte heeft (#131 breed bij #64 hoog in pixels), dat het huidige displaybereik van de x-as tussen -5en 10 ligt, dat het displaybereik van de y-as tussen -1 en 2 ligt, en dat in *PICT* de grafiek van figuur (a) op pagina 350 staat:

- Als u #262 #64 PDIM uitvoert, wordt *PICT* in horizontale richting tweemaal zo groot en blijft het displaybereik ongewijzigd, zodat de schaalverdeling van de x-as verdubbelt. Als u de grafiek opnieuw tekent, wordt de grafiek "uitgerekt" (figuur (b)).
- Als u (-10;-1) (20;2) PDIM uitvoert, wordt PICT in horizontale richting tweemaal zo groot (#262 breed en #64 hoog in pixels), wordt het displaybereik van de x-as -10 tot 20, en blijft het displaybereik van de y-as -1 tot 2. In dit geval verandert de schaalverdeling van de assen *niet*. Als u de grafiek opnieuw tekent, worden er aan ieder uiteinde van de grafiek meer punten toegevoegd (figuur (c)).









Plottypes

Het plottype geeft de HP 48 informatie over de manier waarop de huidige vergelijking (of de gegevens in een grafiek van statistische gegevens) geïnterpreteerd moet worden. De statusmelding van het PLOT menu geeft het huidige plottype aan.

Er zijn acht plottypes:

- Vijf plottypes voor vergelijkingen: FUNCTION, CONIC, POLAR, PARAMETRIC, en TRUTH.
- Drie plottypes voor statistische gegevens, die de huidige statistische matrix gebruiken (de inhoud van ΣDAT): SCATTER, HISTOGRAM, en BAR.

Het standaard plottype is FUNCTION. Als u het plottype wilt instellen, kiest u het PTYPE menu (druk op PTYPE in het PLOT of PLOTR menu) en drukt u vervolgens op de juiste commandotoets om het bijbehorende commando uit te voeren.

Туре	Beschrijving
FUNCTION	Plot vergelijkingen die voor iedere waarde van x een unieke f(x) opleveren.
CONIC	Plot konische delen — cirkels, ellipsen, parabolen en hyperbolen.
POLAR	Plot uitdrukkingen die voor iedere waarde van de aangegeven polaire hoek de straal geven.
PARAMETRIC	Plot vergelijkingen die voor elke waarde van de aangegeven onafhankelijke variabele een complex resultaat geven.
TRUTH	Plot uitdrukkingen die een waarheidswaarde 1 (waar) of 0 (niet waar) geven, zoals vergelijkingen met vergelijkende functies.

Plottypes die de huidige vergelijking gebruiken

Plottypes die de huidige statistische matrix gebruiken

BAR	Tekent een staafdiagram van de gegevens in een bepaalde kolom (XCOL) van de statistische matrix.
HISTOGRAM	Tekent een frequentie-histogram met de gegevens van een bepaalde kolom (YCOL) van de statistische matrix.
SCATTER	Plot punten van twee kolommen (XCOL en YCOL) van de statistische matrix.

Functiegrafieken

Het standaard plottype is FUNCTION. Bij alle voorbeelden in hoofdstuk 18 werd het plottype FUNCTION gebruikt.

Vorm van huidige vergelijking	Voorbeeld	Geplotte punten
f(x)	$x^3 - 5x^2 - 10x + 20$	(x, f(x))
$y=f\left(x\right)$	$y = x^2 + x + 4$	vlag -30 niet actief: $(x, f(x))$ vlag -30 actief: (x, f(x)) en (x, y)
f(x) = g(x)	$x^2 = 2x + 7$	((x, f(x)) en(x, g(x))

Het plottype FUNCTION

Voorbeeld: een vergelijking plotten. Plot de vergelijking:

$$x^2 = 2x + 7$$

Maak de vergelijking tot huidige vergelijking (zonder naam). Stel het plottype FUNCTION in. Stel de plot-parameters opnieuw in. Plot vervolgens een grafiek met automatische schaalverdeling.

(PLOT)
() X J 2
(A J 2 X 4 7 STEQ
PTYPE FUNC
PLOTR NXT RESET
NXT NXT AUTO



De waarden van de snijpunten van de twee grafieken zijn de wortels van de vergelijking.

Konische delen

De vergelijking voor een konisch deel is zowel in x als in y van graad twee of minder. De volgende vergelijkingen zijn bijvoorbeeld allemaal geldige vergelijkingen voor het plotten van konische delen:

$x^2 + y^2 + 4x + 2y - 10 = 0$	Cirkel
$5x^2 + 3y^2 - 18 = 0$	Ellips
$x^2 - 4x + 3y + 2 = 0$	Parabool
$2x^2 - 3y^2 + 3y - 5 = 0$	Hyperbool

U ziet dat de variabele die met DEPND is aangegeven *wel* gebruikt wordt als het plottype CONIC is. U ziet ook, dat automatische schaalverdeling niet nuttig is voor konische delen. Gebruik in plaats daarvan CENT en SCALE.

Voorbeeld: een konisch deel. Plot het konisch deel voor de vergelijking:

$$x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 = 0$$

Kies het PLOTR menu en toets de vergelijking in. Sla de vergelijking (zonder naam) op in EQ. Stel het plottype CONIC in. Stel de plotparameters in. Gebruik CENT en SCALE om een "ronde" cirkel te tekenen.

PLOT
X y² 2 +
Y y² 2 + 4 × X
+ 2 × Y - 5 + = 0
DRAW
NXT PTYPE CONIC
NXT NXT () X INDEP
NXT () Y DEPN
() 0 SPC 0 CENT
2 SPC 2 SCALE

Plot type: CONIC EQ: 'X^2+Y^2+4*X+2*Y-... Indep:'X' Depnd:'Y' x: -13 13 y: -6.2 6.4 0322102023333

Plot het konische deel.

ERASE DRAW



Bij konische grafieken plot de HP 48 afzonderlijk de twee vertakkingen van het konische deel. Evenals in het vorige voorbeeld kan dit één of twee discontinuïteiten in de gekoppelde grafiek tot gevolg hebben.U kunt het optreden van discontinuïteiten voorkomen door een hogere resolutie aan te geven (het interval tussen geplotte punten verkleinen; zie "De resolutie aangeven" op pagina 344).

Polaire grafieken

In polaire grafieken is de polaire hoek de onafhankelijke variabele.



Polaire grafieken

Vorm van functie	Voorbeeld	Geplotte punten
<i>f</i> (θ)	$\cos(\theta) + \sin(\theta)$	$(f(\theta), \theta)$
$r = f(\theta)$	$r = 2\cos(\theta)$	$(f(\theta), \theta)$
$\theta = constant$	$\theta = 0.2 \pi$	radiale lijn
$f\left(\theta\right)=g\left(\theta\right)$	$4\sin(\theta)=r^2$	$(f(\theta), \theta)$ en $(g(\theta), \theta)$

Tenzij anders aangegeven, worden de grafieken getekend voor een volledige cirkel van θ (0 tot en met 360 graden, 2π radiaal, of 400 grads, overeenkomstig de huidige hoekmodus). Voer een lijst-argument in om een ander plotbereik voor θ aan te geven (zie "Plotbereik en displaybereik" op pagina 343). Als u automatische schaalverdeling gebruikt, berekent de HP 48 een geschikt displaybereik voor de x-as en de y-as, dat gebaseerd is op het bereik van θ . Let er echter op, dat de uiteindelijke schalen van de x-as en y-as van elkaar kunnen verschillen.

Voorbeeld: een polaire grafiek. Plot de polaire vergelijking $r = 2 \cos(4\theta)$ voor de waarden van θ in het bereik tussen 0° tot en met 360°.

Stel de Gradenmodus in. Sla de vergelijking in POL op. (Druk op α regimes for the totsen.) Kies het plottype POLAR. Geef de onafhankelijke variabele θ aan. Teken vervolgens de grafiek met automatische schaalverdeling.

RAD zo nodig
PLOT
R = 2 × COS 4 × θ
NEW POL ENTER
PTYPE POLAR
PLOTR θ INDEP
AUTO



In dit voorbeeld worden door de automatische schaalverdeling een verschillende schaalverdeling voor de x-as en de y-as aangebracht, zodat de grafiek in vertikale richting "afgeplat" wordt.

Parametrische grafieken

In parametrische vergelijkingen worden twee afhankelijke variabelen (meestal x en y), die aangegeven worden door de horizontale en vertikale as, uitgedrukt als functies van een onafhankelijke variabele (meestal t).

Kijk bijvoorbeeld eens naar de volgende parametrische vergelijkingen:

 $x = t^2 - t$ en $y = t^3 - 3t$

waarbij t de onafhankelijke variabele is.

Om deze vergelijkingen te plotten, moeten ze geschreven worden als een uitdrukking of een programma met een complex resultaat x + yi:

'T^2-T+i*(T^3-3*T)'

Bij parametrische grafieken is het displaybereik van de x-as niet gerelateerd aan het overeenkomstige plotbereik voor de onafhankelijke variabele; u moet dus altijd met INDEP het plotbereik aangeven (zie "Plotbereik en displaybereik" op pagina 343). Als u automatische schaalverdeling gebruikt, berekent de HP 48 een geschikt displaybereik voor de x-as en de y-as, dat gebaseerd is op het plotbereik van de onafhankelijke variabele. Voorbeeld: een parametrische grafiek. Plot de bovenstaande vergelijkingen voor waarden van t die tussen -3 en +3 liggen.

Toets de uitdrukking in en sla deze op. Geef de vergelijking de naam PAR. (Druk op α \square en daarna op \overline{CST} om het complexe getal i in te toetsen.)

¹ T y² 2 - T + i ≿ ←() T y² 3 - 3 ≿ T ← PLOT NEW PAR ENTER

Plot PAR:	type: POLAR 'T^2-T+i*(T^3-3*"
4: 3:	
2:	
PLOTE	TYPE NEW EDEQ STEQ CAT

Stel het plottype PARAMETRIC in en geef de onafhankelijke variabele en het bijbehorende plotbereik aan. Teken de grafiek met automatische schaalverdeling.

```
PTYPE PARA
PLOTR (){} T (SPC) 3 (-/-) (SPC)
3 (ENTER) INDEP
AUTO
```



Relationele grafieken

Relationele grafieken evalueren uitdrukkingen die waar (een reëel getal behalve 0) of niet waar (0) zijn. Elke pixel waarvoor de uitdrukking waar is, wordt *donker* en elke pixel waarvoor de uitdrukking niet waar is, blijft onveranderd. Tenzij anders aangegeven, wordt iedere pixel in de display geëvalueerd.

De variabele die met DEPND is aangegeven, wordt *wel* gebruikt bij relationele grafieken.

Voorbeeld: een relationele grafiek. Teken een relationele grafiek voor de uitdrukking:

```
'YKCOS(X)AND Y>SIN(X)'
```

Geef een displaybereik voor de x-as van $-\pi \cot \pi/2$ (radialen) aan, en een displaybereik voor de y-as van -1,5 tot 1,5. Om het plotten sneller te laten verlopen, geeft u een plotbereik van -2,4 tot 0,85 (radialen) aan voor X en -1,1 tot 1,2 voor Y.

Kies de Radiaalmodus. Toets de uitdrukking in en sla deze op in EQ. (Druk op (a) (-), en daarna op (2) om < in te toetsen. Druk op (a) (-), en daarna op (2) om > in te toetsen.) Geef het plottype aan.

RAD zo nodig	
'' Y < COS X 🕨	
PRG TEST AND	
Y > SIN X	
STEQ	
PTYPE TRUTH	

Plot type: TRUTH EQ: 'Y <cos(x)and< th=""><th>Y>SI</th></cos(x)and<>	Y>SI
4:	
2:	
] : Plotr Ptype New Eder St	EQ CAT

Geef het displaybereik voor de x-as en de y-as aan. Geef de onafhankelijke en afhankelijke variabelen en het bijbehorende plotbereik aan.

PLOTR ← 7 ← - ← +NUM ENTER 2 ÷ ← XRNG 1.5 ← SPC 1.5 YRNG ← { X SPC 2.4 ← SPC .85 ENTER INDEP ← { Y SPC 1.1 ← SPC 1.2 ENTER NXT DEPN

Plot type: TRUTH EQ: 'Y(COS(X)AND Y)SI Indep:{ X -2.4 .85 } Depnd:{ Y -1.1 1.2 }
x:-3.141592 1.5707963 y: -1.5 1.5 097N PTYPE REP CENT SCHUERES

Teken de grafiek. (De HP 48 heeft ongeveer zeveneneenhalve minuut nodig om de grafiek te tekenen.)

PREV ERASE DRAW



Programma's en door de gebruiker gedefinieerde functies plotten

Naast uitdrukkingen en vergelijkingen kan de HP 48 ook de volgende objecten plotten:

Programma's die equivalent zijn met een uitdrukking die de volgende vorm hebben: f (x) (plottype FUNCTION) of r (θ) (plottype POLAR). Het programma mag geen waarden uit het stapelgeheugen
gebruiken en moet exact één waarde (niet gemarkeerd) in het stapelgeheugen plaatsen. Bij het programma:

wordt het volgende geplot:

$$f(x) = \begin{cases} 3x^3 - 45x^2 + 350 \text{ als } x < 10\\ 1000 \text{ als } x \ge 10 \end{cases}$$

 Programma's die één complexe oplossing geven (type PARAMETRIC). Bij het programma:

« 't^2-2' →NUM 't^3-2t+1' →NUM R→C »

worden de volgende parametrische vergelijkingen geplot:

$$x = t^2 - 2$$
 en $y = t^3 - 2t + 1$

 Door de gebruiker gedefinieerde functies die geschreven worden als de functie van één variabele. Als u bijvoorbeeld de gebruikersfunctie COT (cotangens) gemaakt hebt, kunt u de uitdrukking COT(X) plotten, waarbij X de onafhankelijke variabele is.

Let erop dat u de bewerkingen van het GRAPHICS FCN menu niet kunt gebruiken bij grafieken van programma's en gebruikersfuncties.

Plotten met eenheden

Met de HP 48 kunt u vergelijkingen plotten waar eenheden in staan. Hiervoor gelden de volgende voorwaarden:

- Als voor de onafhankelijke variabele eenheden vereist zijn om EQ goed te kunnen evalueren, moet u voordat u gaat plotten een eenheidsobject opslaan in de onafhankelijke variabele. (Het numerieke deel van het eenheidsobject wordt genegeerd.)
- Als de evaluatie van EQ een eenheidsobject oplevert, wordt alleen het scalaire deel van het eenheidsobject gebruikt voor het plotten.

Let erop dat u eenheden kunt koppelen aan het displaybereik van de x-as en y-as. Als de aangegeven eenheid van het displaybereik van de x-as m is (meters), is conversie naar meters *niet* mogelijk als in de onafhankelijke variabele de eenheid ft (feet) staat.

Het plotten van statistische gegevens

Grafieken van statistische gegevens zijn gelijk aan grafieken van wiskundige gegevens, met uitzondering van het volgende:

- De gegevens van de gereserveerde variabele ΣDAT worden gebruikt in plaats van de gegevens van EQ.
- U geeft geen onafhankelijke en afhankelijke variabele variabele aan in *PPAR*, maar daarmee overeenkomstige *kolommen* van statistische gegevens in de gereserveerde variabele ΣPAR .

De gemakkelijkste manier om statistische gegevens te plotten is met behulp van de toepassing Statistics. Zie "Plotten" in hoofdstuk 21.

U kunt statistische gegevens ook in de Plot toepassing plotten, door één van de volgende plottypes voor statistische gegevens te kiezen: BAR, HISTOGRAM, of SCATTER. Als u deze methode gebruikt:

- Verandert de statusmelding in het PLOT menu; nu wordt de inhoud van ΣDAT aangegeven in plaats van de inhoud van EQ.
- Verandert de statusmelding in het PLOTR menu; nu ziet u de inhoud van ΣDAT, de kolommen in ΣDAT die aangegeven worden door XCOL en YCOL, en het huidige statistische model.

Gebruik DRAW of AUTO om de grafiek te plotten.

In de Plot toepassing kunt u plotparameters voor statistische grafieken aangeven, die niet beschikbaar zijn in de Statistics toepassing. Hier volgen enkele voorbeelden:

- Met RES geeft u het aantal kolommen in een histogram aan.
- Met CENTR en SCALE geeft u bij een puntengrafiek een displaybereik aan dat groter is dan het bereik van de geplotte punten.
- Met AXES geeft u labels aan voor de assen in een staafdiagram.

Grafische elementen toevoegen aan PICT

Met bewerkingen in de grafische omgeving en analoge programmeerbare commando's in het PRG DSPL menu kunt u grafische elementen toevoegen aan *PICT*.

Bewerkingen in de grafische omgeving voor het toevoegen van grafische elementen aan PICT

DOT+	Activeert het tekenen van een lijn;de pixels onder de cursor worden donker als u de cursor over de display verplaatst. Als dit commando actief is, wordt een = ; toegevoegd aan de toets (DOT+=).
DOT-	Activeert het wissen van een lijn. De pixels onder de cursor worden weer licht als u de cursor over de display verplaatst. Als dit commando actief is, wordt een = toegevoegd aan de toets (DOT-=).
LINE	Tekent een lijn tussen het markeringsteken en de cursor, en verplaatst het markeringsteken naar de cursor.
TLINE	(Toggle line, lijn aan/uit.) Maakt de pixels op de lijn tussen het markeringsteken en de cursor afwisselend licht en donker. Verplaatst het markeringsteken niet naar de cursor.
BOX	Tekent een rechthoek en gebruikt daarbij het markeringsteken en de cursor als tegenover elkaar liggende hoeken.
CIRCL	Tekent een cirkel met het markeringsteken als middelpunt en een straal die gedefineerd wordt door het markeringsteken en de cursor.

Grafische elementen toevoegen in grafische omg. (verv.)

MARK	Plaatst het markeringsteken. Als er nog geen markeringsteken aanwezig is, wordt dit teken op de plaats van de cursor gemaakt. Als het markeringsteken op een andere plaats staat, verplaatst MARK het naar de cursorpositie. Als het markeringsteken op de plaats van de cursor staat, wordt het door MARK gewist. (Bij alle bewerkingen waarvoor een markeringsteken vereist is, wordt een markeringsteken gemaakt op de plaats van de cursor als het nog niet bestaat.)	
DEL	Wist de rechthoek waarvan de tegenoverliggende hoeken worden gedefinieerd door het markeringsteken en de cursor.	
	Wist PICT.	
×	Plaatst een markeringsteken in de display (dezelfde functie als MARK).	
DEL	Dezelfde functie als DEL .	

Voorbeeld: grafische elementen toevoegen aan PICT. U gaat als volgt te werk om grafische elementen toe te voegen aan *PICT*:

Kies het PLOTR menu en wis *PICT*. Kies vervolgens de grafische omgeving en gebruik <u>DOT+</u> om een horizontale lijn te tekenen vanuit het middelpunt tot halverwege de linkerrand van *PICT*.

PLOT ERASE NXT DOT+ houd Ingedrukt	+
	00T+= 00T- LINE TLINE BOX CIRCL

Schakel DOT+• uit. Gebruik vervolgens TLINE om een vertikale lijn te trekken van de huidige positie van de cursor tot halverwege de bovenrand van *PICT*.

DOT + ∎	
TLINE	
houd 🔺	ingedrukt
TLINE	



Laat de lijn weer verdwijnen.

TLINE

+
×
00T+ 00T- LINE TLINE BOX CIRCL

Teken een cirkel met het bestaande markeringsteken en de huidige positie van de cursor.

CIRCL

(
DOT+ DOT- LINE TLINE BOX CIRCL

Programmeerbare commando's voor het toevoegen van grafische elementen aan PICT

De volgende commando's in het PRG DSPL menu gebruiken coördinaat-argumenten in de vorm van gebruikerseenheden of pixels.

Commando's voor het toevoegen van grafische e	lementen
aan PICT	

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(PRG) DSPL	(pag. 1 en 2)	:
LINE	LINE	Tekent een lijn in <i>PICT</i> tussen de coördinaten in niveau 2 en 1.
TLINE	TLINE	Dezelfde functie als LINE, alleen kunt u wisselen tussen het aan- en uitschakelen van de pixels op de lijn.
BOX	вох	Tekent een rechthoek in <i>PICT</i> met de twee coördinaat-argumenten als tegenoverliggende hoeken.
ARC	ARC	Tekent in <i>PICT</i> een boog tegen de wijzers van de klok in, tussen θ_1 in niveau 2 tot θ_2 in niveau 1 en gebruikt daarbij als middelpunt de coördinaat in niveau 4 en een straal die in niveau 3 is aangegeven.
PIXON	PIXON	Maakt de aangegeven pixel in <i>PICT</i> donker.

Commando's voor het toevoegen van grafische elementen aan PICT (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
PIXOF	PIXOFF	Maakt de aangegeven pixel in <i>PICT</i> weer licht.
PIX?	PIX?	Geeft 1 als de aangegeven pixel donker is;geeft Ø als de aangegeven pixel licht is.
РХ→	РХ→	Converteert een pixel-coördinaat $\langle #n $ # <i>m</i> $\}$ naar een coördinaat met gebruikerseenheden $\langle x; y \rangle$.
C→PX	С⊸РХ	Converteert een coördinaat met gebruikerseenheden (x;y) naar een pixel-coördinaat (#n #m).

Werken met grafische objecten in het stapelgeheugen

Evenals andere objecttypes kunt u grafische objecten in het stapelgeheugen plaatsen en opslaan in variabelen. In het stapelgeheugen geeft u een grafisch object als volgt weer:

```
Graphicn \times m
```

waarbij n en m de breedte en hoogte in pixels aangeven.

(Als een grafisch object uit het stapelgeheugen in de commandoregel geplaatst wordt, ziet het er als volgt uit:

grob *n m h*

waarbij n en m de hoogte en breedte in pixels zijn, en h het pixelpatroon weergeeft als hexadecimale cijfers (0-9 en A-F).)

Bewerkingen met betrekking tot stapelgeheugen in de grafische omgeving

Bij de volgende bewerkingen in de grafische omgeving wordt een grafisch object uit het stapelgeheugen gebruikt of een grafisch object in het stapelgeheugen geplaatst.

Bewerkingen met betrekking tot stapelgeheugen in de grafische omgeving

REPL	Plaatst het grafisch object uit niveau 1 in <i>PICT</i> . De linker bovenhoek van het grafisch object komt op de cursorpositie te staan.
SUB	Plaatst het rechthoekige grafisch object, waarvan de tegenoverliggende hoeken gedefinieerd zijn door het markeringsteken en de cursor, in het stapelgeheugen.
(STO)	Kopieert <i>PICT</i> naar het stapelgeheugen als een grafisch object.

Het PICT commando — werken met PICT in het stapelgeheugen

Het PICT commando (PRG DSPL PICT plaatst de naam PICT in het stapelgeheugen. De naam kan gebruikt worden als argument om toegang te krijgen tot het grafische object *PICT*, alsof het in een variabele is opgeslagen:

- Druk op FICT → RCL om het grafische object *PICT* op te roepen in het stapelgeheugen.
- Als het grafische object in niveau 1 staat, drukt u op PICT STO om dit object het grafisch object *PICT* te maken.

De naam FICT kan als argument gebruikt worden voor verschillende commando's voor grafische objecten, die in de volgende paragraaf beschreven worden. Het SUB commando accepteert bijvoorbeeld *PICT* als argument, zodat u een gebied van *PICT* kunt definiëren en als grafisch object in het stapelgeheugen kunt plaatsen. Dit is de equivalent van de SUB bewerking in de grafische omgeving, waarbij het stapelgeheugen betrokken is, zoals in de vorige paragraaf werd beschreven.

Stapelgeheugen-commando's voor grafische objecten

In het PRG DSPL menu staan programmeerbare commando's voor het maken van grafische objecten in het stapelgeheugen en het besturen van de display. Deze commando's worden voornamelijk gebruikt in programma's. Commando's die met coördinaat-argumenten werken, kunnen pixel-coördinaten (als lijst: $\langle \#n \#m \rangle$) of coördinaten met gebruikerseenheden (als complex getal, weergegeven als: $\langle x;y \rangle$) gebruiken.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
PRG DSPL :		
PVIEW	PVIEW	(<i>PICT</i> bekijken.) Toont <i>PICT</i> met de aangegeven coördinaat in de linker bovenhoek van de grafische display. Als het argument een lege lijst is, wordt <i>PICT</i> in het midden van de display getoond en de scrollmodus geactiveerd.
SIZE	SIZE	Geeft de breedte en hoogte van het grafische object in pixels in niveau 1.

Stapelgeheugen-commando's voor grafische objecten

Stapelgeheugen-commando's voor grafische objecten (verv.)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
⇒GRO	→GROB	(Naar grafisch object.) Converteert een <i>object</i> naar een grafisch object. Neemt het object uit niveau 2 en n uit niveau 1, waarbij n een reëel getal tussen 0 en 3 is, dat de tekengrootte aangeeft. De tekens 0 en 3 hebben dezelfde betekenis, behalve voor algebraïsche uitdrukkingen en eenheidsobjecten, waarbij het teken 0 aangeeft dat het resulterende grafische object een afbeelding in de EquationWriter is. Als n tussen 1 en 3 ligt, is het resulterende grafische object een string met kleine (n =1), middelgrote (n =2) of grote (n =3) tekens.
BLAN	BLANK	Maakt een leeg grafisch object in het stapelgeheugen met de grootte $#n$ (in niveau 2) bij $#m$ (in niveau 1).
GOR	GOR	(Grafisch object OR.) Plaatst het grafisch object in niveau 1 op het grafisch object in niveau 3. De positie van de linker bovenhoek van het object in niveau 1 wordt aangegeven door de coördinaten in niveau 2.
GXOR	GXOR	(Grafisch object XOR.) Dezelfde functie als GOR, alleen wordt het grafisch object donker weergegeven tegen een lichte achtergrond en licht tegen een donkere achtergrond.

Stapelgeheugen-commando's voor grafische objecten (verv.)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
REPL	REPL	(Vervangen.) Dezelfde functie als GOR, alleen <i>overschrijft</i> het grafisch object in niveau 1 het grafisch object in niveau 3 op de plaats van het object in niveau 1.
SUB	SUB	(Deelverzameling.) Neemt een gedeelte van een grafisch object en plaatst het in het stapelgeheugen. Dit commando gebruikt drie argumenten — een grafisch object (niveau 3) en coördinaten (niveau 2 en 1) die de tegenoverliggende hoeken definiëren van de rechthoek die uit het object genomen wordt.
ĢLCD	→LCD	(Van stapelgeheugen naar LCD.) Toont het grafisch object van niveau 1 in de <i>stapelgeheugen</i> -display, met de pixel uit de linkerbovenhoek van het object in de linker bovenhoek van de display. De gehele display, met uitzondering van de menulabels, wordt overschreven.
LCD→	LCD→	(LCD naar stapelgeheugen.) Plaatst een grafisch object in niveau 1 dat de huidige display weergeeft.

Stapelgeheugen-commando's voor grafische objecten (verv.)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
FREEZ	FREEZE	"Bevriest" één of meer van drie gebieden uit de display, zodat deze gebieden niet worden bijgewerkt tot u op een toets drukt. (Zie pagina 559 in hoofdstuk 29.) Wordt gebruikt met PVIEW in een programma, zodat <i>PICT</i> in het stapelgeheugen-display blijft staan tot u op een toets drukt.
TEXT	TEXT	Toont de stapelgeheugen-display.

Programma's bij deze commando's. De programma's *PIE* en *WALK* in hoofdstuk 31 gebruiken de commando's die in de vorige paragrafen werden besproken. *PIE* gebruikt ARC en LINE om een cirkelgrafiek te tekenen. Vervolgens roept *PIE PICT* op in het stapelgeheugen en wordt het GOR commando uitgevoerd, om aan elk deel van de cirkelgrafiek een label te koppelen.

WALK gebruikt een door de gebruiker gemaakte afbeelding in een programma, en voert GXOR in een lusstructuur uit om de afbeelding te animeren.

Matrices



De HP 48 heeft uitgebreide mogelijkheden voor het invoeren en bewerken van matrices. *Matrix-objecten* geven zowel vectoren als matrices weer. Een *vector* is een ééndimensionale matrix; een *matrix* heeft twee dimensies.

In dit hoofdstuk worden de volgende onderwerpen behandeld:

- De MatrixWriter gebruiken om matrices in te voeren en te wijzigen.
- De commandoregel gebruiken om matrices in te voeren.
- Rekenkundige bewerkingen uitvoeren met matrices.
- Werken met complexe matrices.

Vectoren met twee en drie elementen zijn vooral nuttig voor technische berekeningen. Dit komt aan de orde in hoofdstuk 12, "Vectoren".

Matrices invoeren

Hieronder staat een voorbeeld van een matrix van 3×3 zoals deze in het stapelgeheugen getoond wordt:

C C	1	2	З	נ
C	З	4	5	נ
Γ	7	8	9	ננ

De matrix en de rijen staan tussen vierkante haken []. U kunt een matrix met de vierkante haken als scheidingsteken direct in de commandoregel intoetsen (zie "Matrices invoeren met de commandoregel" op pagina 375). Het invoeren van matrices is echter gemakkelijker met de MatrixWriter.

De MatrixWriter

U voert een matrix als volgt in met de MatrixWriter:

1. Druk op (MATRIX) om het MatrixWriter venster en menu te tonen.



- 2. Voer de eerste rij in.
 - Toets de waarde van het element 1-1 in. Tijdens het intoetsen van cijfers worden de cursor-coördinaten vervangen door de commandoregel.



Druk op ENTER. De waarde wordt in de cel geplaatst en de cel cursor gaat naar de volgende cel in de rij. Als het getal breder is dan de celbreedte, geeft een ellipsis (...) "verder naar rechts" aan. De standaard celbreedte is 4 tekens. Gebruik \neq WID of WID \Rightarrow om de cellen breder of smaller te maken.

- U kunt meer dan één element tegelijkertijd intoetsen. Daarvoor scheidt u de elementen met spaties en voert u ze in met ENTER.
- U kunt de commandoregel gebruiken om elementen bij het invoeren te berekenen. De toetsaanslagen 60 SPC 10 ÷ ENTER voeren bijvoorbeeld 6 in de matrix in.
- Druk na het invoeren van het laatste element van de eerste rij op von de rij in te voeren. Hierdoor wordt het aantal kolommen van de matrix ingesteld en wordt de cursor verplaatst naar het begin van de volgende rij.
- Voer de gegevens voor de rest van de matrix in. U hoeft niet opnieuw op ▼ te drukken; de cel-cursor verspringt automatisch naar elke volgende rij.
- 4. Nadat alle gegevens ingevoerd zijn, drukt u op ENTER om de matrix in het stapelgeheugen in te voeren. (Let op de twee verschillende functies van ENTER): Bij het invoeren van gegevens voert ENTER gegevens in een cel in; als er een cel-coördinaat is, voert ENTER de gehele matrix in het stapelgeheugen in.)

Voor het invoeren van een vector met de MatrixWriter volgt u de bovenstaande instructies tot u de eerste (en enige) rij met gegevens hebt afgesloten. Daarna drukt u opnieuw op ENTER om de vector in het stapelgeheugen in te voeren. Voorbeeld: de MatrixWriter gebruiken. Voer de volgende matrix in:

$$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ -3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

Kies de MatrixWriter.

MATRIX]



Toets het eerste element in (element 1-1)

2



Voer de waarde in de cel in. [ENTER]

Voer de rest van de eerste rij in.

2 +/- SPC 0 ENTER





Gebruik \bigtriangledown om de eerste rij te beëindigen. Voer vervolgens de rest van de matrix in.

▼ 1 SPC 0 SPC 3 SPC 3 +/_ SPC 5 SPC 1 ENTER



Voer de matrix in het stapelgeheugen in. (Deze matrix wordt in een volgend voorbeeld gebruikt.)

ENTER]

1:	[[2-20] [103]	
PAR	[-3 5 1]] TS PROB HYP [MATR VECTA BASE	

Matrices invoeren met de commandoregel

Om een vector in te voeren met de commandoregel gaat u als volgt te werk:

- 1. Toets de scheidingstekens voor de vector in door op 📢 [] te drukken.
- 2. Toets de elementen van de vector in en scheid deze met een spatie.
- 3. Druk op ENTER.

Om een matrix in te voeren met de commandoregel gaat u als volgt te werk:

- Toets de scheidingstekens voor de matrix in en voer de eerste rij in door tweemaal op
 te drukken.
- 2. Toets de eerste rij in. Als u dit gedaan hebt, gebruikt u 🕨 om de cursor achter het afsluitende scheidingsteken van de rij te plaatsen.
- 3. Optioneel: gebruik 产 🖵 (carriage return) om het begin van een nieuwe rij in de display aan te geven.
- 4. Toets de rest van de matrix in. U hoeft opeenvolgende rijen niet te begrenzen; de scheidingstekens worden automatisch geplaatst als u op ENTER drukt.

Voorbeeld: een matrix invoeren met de commandoregel. Voer de volgende matrix in:

$$\left[\begin{array}{rrr} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & 2 \end{array}\right]$$

Toets de scheidingstekens en de eerste rij in.

() () 2 SPC 2 SPC 1



: [[2 -2 0] [2 2 1]

Plaats de cursor achter het eerste] en toets de overige waarden in.

\blacktriangleright		- 1	(SPC	0 [SPC 4
	H 3	[SPC	C) 5	[SP(C] 2

Voer de matrix in het stapelgeheugen in.

ENTER

2:	<u>ן</u>	2	-2	2,8	9_]	[1	0
1:	ן ן	2	2	1]				
	Ľ	3	Š	ź.	ננ				
PHR	IS PR	06	Ηð	P	MATR	VED	I	8 3	ĤSE

OB HYP MATRIVECTS BASE

Het tonen van vectoren

Vectoren met twee en drie elementen (twee en drie dimensies) worden getoond zoals gebruikelijk in de huidige coördinaatmodus (rechthoekig of polair) en de huidige hoekmodus (graden, radialen of grads). Zie voor informatie over deze modi "De weergave van 2D en 3D vectoren" op pagina 185.

Matrices bewerken

Om een matrix, die in niveau 1 staat, te bewerken, drukt u op 💟 als er geen commandoregel is. De matrix wordt getoond in de MatrixWriter omgeving. (Als u een matrix in de commandoregel wilt bewerken in plaats van met de MatrixWriter, drukt u op 🖛 EDIT om de matrix te kopiëren naar de commandoregel en het EDIT menu te tonen.) In de MatrixWriter verplaatsen de cursortoetsen $(\blacktriangleleft, \triangleright, \blacktriangle en \lor)$ de cel-cursor van cel naar cel en verplaatsen de cursortoetsen $(\frown, \triangleleft, \bullet)$ de cel-cursor helemaal naar links, rechts, etc. Met de bewerkingen in het MATRIX menu kunt u de matrix wijzigen.

Toets	Beschrijving
EDIT	Plaatst de inhoud van de huidige cel in de regel voor gegevensinvoer om de inhoud te wijzigen.
VEC	Wisselt bij matrices met één rij tussen vector- en matrix-invoer. Als deze toets "aan" staat (u ziet een blokje in de toets), worden matrices met één rij in de commandoregel ingevoerd als vectoren (bijvoorbeeld: [123]); als de toets "uit" staat (geen blokje in de toets) worden matrices met één rij ingevoerd als matrices (bijvoorbeeld: [[123]]).
+WID	Verkleint alle cellen zodat er een extra kolom verschijnt.
WID→	Maakt alle cellen breder, zodat er één kolom minder verschijnt.
GO≁	Stelt een horizontale invoermodus in. Nadat de gegevens zijn ingevoerd, gaat de cel-cursor naar de volgende <i>kolom</i> .
GO≁	Stelt een vertikale invoermodus in. Nadat de gegevens zijn ingevoerd, gaat de cel-cursor naar de volgende <i>rij</i> .
+ROW	Voert een rij met nullen in op de huidige positie van de cursor.
-ROW	Wist de huidige rij.
+COL	Voegt een kolom met nullen in op de huidige positie van de cursor.

De MatrixWriter bewerkingen

De MatrixWriter bewerkingen (vervolg)

Toets	Beschrijving
-COL	Verwijdert de huidige kolom.
→STK	Kopieert de huidige cel naar niveau 1 van het stapelgeheugen.
↑STK	Activeert het Interactief Stapelgeheugen.

Als $GO \rightarrow$ en $GO \rightarrow$ beide uitgeschakeld zijn (geen blokje in de menulabels) wordt de cursor niet verplaatst nadat u gegevens invoert. Als u aan de rechterkant van de laatste kolom een kolom wilt toevoegen, verplaatst u de cursor naar die kolom en voert u een waarde in. De rest van de kolom wordt ingevuld met nullen. Gebruik een soortgelijke procedure om een rij aan de benedenzijde toe te voegen.

Voorbeeld: een matrix bewerken. Wijzig de matrix die op pagina 374 werd ingevoerd van:

$$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ -3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

in:

2	-2	4	0]
1	0	1	3.1	
-3	5	3	1	

Plaats de matrix in de MatrixWriter omgeving. Bij deze toetsaanslagen wordt verondersteld dat de vorige matrix in niveau 1 staat en dat $GO \neq$ aan is $(GO \neq \bullet)$.

V



Wijzig het element 2-3:

EDIT D.1 ENTER



Voeg een nieuwe kolom in tussen kolom 2 en 3, en verplaats de cel-cursor naar de bovenrand van de nieuwe kolom.

► ► NXT +COL ▲ ▲



Stel de vertikale invoermodus in. Vul de nieuwe kolom in.

NXT) G0↓ 4 (SPC) 1 (SPC) 3 (ENTER)

3.4		5		Ľ
1	2	-2	- 4 -	Ę
2	1	R	1	з,і
3	-3	5	3	1
4				
. 5	~			
1-4:	И			
EDIT	VEC 🗉 🗧	MID MID÷	- G0÷	G04 •

Herstel de horizontale invoermodus en voer vervolgens de gewijzigde matrix in.

GO→ (ENTER)

2:]]	22	2-2	1] 4 p	4 [1 1	1	0	
	ן ן	Ì,	,0 <u>`</u>	1 ່ 3 ໄ	1]		
PHA	BÖB	30	HWP	M A	803	, 118	BAS	E

Rekenkundige bewerkingen met matrices

Rekenkundige bewerkingen met vectoren uitvoeren

Optellen en aftrekken. De vectoren moeten hetzelfde aantal elementen hebben. Als in één van de vectoren complexe elementen staan, is ook het resultaat een complexe vector.

Vermenigvuldigen en delen. U kunt een vector vermenigvuldigen met of delen door een reëel of complex getal.

Inwendig produkt, uitwendig produkt en lengte. DOT geeft het inwendig produkt van twee vectoren; CROSS geeft het uitwendig produkt. Als u ABS op een vector toepast, krijgt u de lengte of de grootte.

Zie voor voorbeelden van het gebruik van DOT, CROSS en ABS "Berekeningen met 2D en 3D vectoren" op pagina 191.

Rekenkundige bewerkingen met matrices uitvoeren

De inverse van een matrix berekenen. Het INV commando (1/x) berekent de reciproke van een vierkante matrix.

Voorbeeld. Bereken de inverse van de volgende matrix:

$$\left[\begin{array}{c}1&2\\1&4\end{array}\right]$$

Voer de matrix in (de onderstaande toetsaanslagen worden in de commandoregel ingevoerd).

◄ []
 ■ 1 (SPC) 4 (ENTER)

1: [[1 2] [1 4]] Chans Proce Civic Minia Weens Risse

Bereken de inverse.

 $\left[\frac{1}{x}\right]$

11:]]	2	-1]		
	[-,!	5,	5]]	
PHR	TS PR	06	HYP	M	ATR VECT	R BASE

Matrices optellen en aftrekken. Gebruik de + en - toetsen voor het optellen en aftrekken van matrices in niveau 1 en 2. De matrices moeten dezelfde dimensies hebben.

Een matrix vermenigvuldigen met of delen door een getal. U berekent het resultaat door elk element in de matrix te delen door of te vermenigvuldigen met een reëel of complex getal. Bij deling moet de scalair in niveau 1 staan.

Matrices vermenigvuldigen. Het produkt is het matrixprodukt van de twee matrices. Het aantal kolommen van de matrix in niveau 2 moet gelijk zijn aan het aantal rijen van de matrix in niveau 1.

Voorbeeld. Bereken het matrixprodukt:

$$\left[\begin{array}{c} 2 & 2 \\ 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{array}\right] \left[\begin{array}{c} 2 & 2 & 1 & 4 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \end{array}\right]$$

Voer de eerste matrix in.

2 (SPC) 2 (ENTER) 🔽
4 (SPC) 1 (SPC) 2 (SPC) 3 (ENTER)
ENTER

Voer de tweede matrix in.

2 SPC 2 SPC 1 SPC 4 ENTER	
3 SPC 4 SPC 2 SPC 1 ENTER	
(ENTER)	

Vermenigvuldig de matrices.

×

1:	ן] ן	10	12	é	10	ļ	
	נ	İ3	16	ĕ	ii	ננ	
PHR	TS PR	06 1	IYP [-1Ĥ T	R VEO	TR B	ĥSE

22

1:

लगर गिनकार दिल्हा-

MATRIVECTRI BASE

1] ...

Rekenkundige bewerkingen uitvoeren met een matrix en een vector

Een matrix met een vector vermenigvuldigen. De matrix moet in niveau 2 staan. Het aantal elementen in de vector moet gelijk zijn aan het aantal kolommen in de matrix. (De vector wordt beschouwd als een kolomvector.)

Voorbeeld. Bereken het volgende produkt:

$$\left[\begin{array}{cc} 2 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 2 \end{array}\right] \left[\begin{array}{cc} 3 & 1 & 1 \end{array}\right]$$

Voer de matrix in.

MATRIX 2 SPC 1 SPC 3 ENTER ▼ 4 SPC 2 SPC 2 ENTER ENTER

Toets de vector in en voer de vermenigvuldiging uit.

1: [10 16] Paats Page Hype Mate Vector Base

Een vector delen door een matrix. De vector moet in niveau 2 staan. Het aantal elementen in de vector moet gelijk zijn aan het aantal kolomen in de vierkante matrix. Vector/matrix delingen worden gebruikt om een stelsel van lineaire vergelijkingen op te lossen.

Een stelsel van lineaire vergelijkingen oplossen

Als u een stelsel van n lineaire vergelijkingen met n onbekenden wilt oplossen, deelt u de constante vector met n elementen door de coëfficientmatrix $n \times n$.

Voorbeeld. Los het volgende stelsel van drie lineaire, onafhankelijke vergelijkingen met drie onbekenden op:

$$3x + y + 2z = 13$$
$$x + y - 8z = -1$$
$$-x + 2y + 5z = 13$$

Voer de constante vector in.

MATRIX 13 SPC 1+/- SPC 13 ENTER ENTER 1: [13 -1 13] Phats Paus Hype Canta Vector Base Voer de coëfficientmatrix in.

SPC 1 SPC 2 ENTER ▼
SPC 1 SPC 8 +/- SPC
+/- SPC 2 SPC 5 ENTER
ENTER

2: [13 -1 13] 1: [[3 1 2] [1 1 -8] [-1 2 5]] Chars Page Core Conta Verta Same

Deel de vector door de matrix.

÷

1: [2 5 1] Phats Pros Hype (Ante Vector Base)

De waarden die voldoen aan de vergelijkingen zijn: x = 2, y = 5 en z = 1.

Complexe matrices

In matrices kunnen alleen reële of complexe getallen staan; andere objecttypes zijn niet toegestaan. Een *complexe matrix* is een vector of een matrix waar één of meer complexe elementen in staan.

Rekenkundige bewerkingen met complexe matrices

Als één van de argumenten een complexe matrix is, is ook het resultaat een complexe matrix. Als u bijvoorbeeld een reële en een complexe matrix optelt, is het resultaat een complexe matrix.

Extra commando's voor complexe matrices

Met uitzondering van de commando's die afhankelijk zijn van de coördinaatmodus ($V \rightarrow$, $\rightarrow V2$ en $\rightarrow V3$) kunnen alle commando's voor het bewerken van reële matrices ook gebruikt worden bij complexe matrices. Daarnaast worden de volgende commando's gebruikt bij complexe matrices.

Toetsen Program- meerbaar commando		Beschrijving		
+/_	NEG	Geeft een matrix waarin elk element het tegengestelde is van de argumentmatrix.		

Commando's voor het bewerken van complexe matrices

Commando's voor het bewerken van complexe matrices (verv.)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(PRG) 01	3J (pagina 2):	
R→C	R→C	Voegt twee matrices samen tot een complexe matrix. De matrix in niveau 2 wordt het reële deel; de matrix in niveau 1 wordt het imaginaire deel.
C→R	C→R	Plaatst de matrices met het reële en imaginaire deel van een complexe matrix in niveau 2 en 1.
(MTH) PAI	RTS:	
CONJ	CONJ	Geeft de complexe geconjugeerde van een complexe matrix.
RE	RE	Geeft een reële matrix, die bestaat uit de reële delen van een complexe matrix.
IM	IM	Geeft een reële matrix, die bestaat uit de imaginaire delen van een complexe matrix.

Voorbeeld: een geconjugeerde berekenen. Bereken de geconjugeerde CONJ(A) van de matrix A:

$$A = \begin{bmatrix} 1+3i & i \\ 3 & 2-4i \end{bmatrix}$$

Kies de MatrixWriter en voer de complexe getallen in.

	IX	
• () 1	SPC 3	ENTER]
• () 0	SPC 1	ENTER V
3 ENTER		
() 2	SPC] 4[+/_] [ENTER]

1	5	3	Ч
(1;	(0;		
(3;	(2;		
VEC 🗉	÷ыю ыю	+ GO+= GO4	
			(1) (0) (3) (2) (2)

Maak de kolommen breder zodat u alle getallen kunt zien.

WID+ WID+

2·2 1 2	(1;3) (3;0)	(0;1) (2;-4)
9 5 3-1: E017	VEC = +WID WID+	GD) = GD4

Voer de matrix in het stapelgeheugen in.

ENTER

1:	[]]	(1;3) (0;1)]
	[(3;0) (2;-4)]]
PHR	TS PR	OE HYP	MATR VECTR BASE

Bereken de geconjugeerde.

MTH PARTS CONJ

1: [[(1;-3) (0;-1)] [(3;0) (2;4)]] MRS SIGN CONN MRS RE IN

Extra matrixcommando's

De volgende commando's staan in het MTH MATR menu (MTH MATR).

Commando/beschrijving		Voorbeeld			
		Invoer	Resultaat		
ABS Frobenius (Euclidische) norm: de wortel van de som van de kwadraten van de absolute waarden van de elementen.	1:	[[2 2] [2 2]]	1: 4		
CNRM Kolomnorm: maximale waarde (van alle kolommen) van de sommen van de absolute waarden van alle elementen in een kolom.	1:	[[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]]	1: 18		
CON Constante: geeft een constante reële of complexe matrix, afhankelijk van de dimensies die in een lijst $\{n\}$ of $\{n m\}$ zijn aangegeven.	2: 1: 2: 1:	<pre>(2 3) 7 of [[1 2 3] [4 5 6]] 7</pre>	1: [[7 7 7] [7 7 7]]		
DET Determinant: geeft de determinant van een vierkante matrix.	1:	[[1 2] [3 4]]	1: -2		
IDN Identiteit: geeft een $n \times n$ identiteitsmatrix (in niveau 1), of vervangt de elementen van de matrix in niveau 1.	1: of 1:	2 [[1 2] [3 4]]	1: [[1 0] [0 1]]		
RDM Opnieuw dimensioneren: Geeft een matrix nieuwe dimensies. De nieuwe dimensies staan in een lijst in niveau 1. De elementen behouden de volgorde van de oorspronkelijke matrix.	2:	[[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]] (3 2)	1: [[1 2] [3 4] [5 6]]		

Commando /basobriiving	Voorbeeld		
Commando/ beschingving	Invoer	Resultaat	
RNRM Rij-norm: maximale waarde (over alle rijen) van de sommen van de absolute waarden van alle elementen in een rij.	1: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]]	1: 24	
TRN Transponeren: getransponeerde argument: een $n \times m$ matrix wordt vervangen door een $m \times n$ matrix. (Complexe elementen worden geconjugeerd.)	1: [[1 2 3] [4 5 6]]	1: [[1 4] [2 5] [3 6]]	

Bij CON, IDN, RDM en TRN zijn naamargumenten in plaats van het matrixargument toegestaan. Als u bijvoorbeeld de string 'A1' 7 CON evalueert, wordt de matrix die in A1 is opgeslagen, vervangen door een constante matrix met dezelfde dimensies. Extra commando's voor het bewerken van matrices (GET, GETI, OBJ \rightarrow , PUT en PUTI) staan in de tabel die begint op pagina 97.

Geavanceerde matrixbewerkingen

De nauwkeurigheid van stelseloplossingen verbeteren (het RSD commando). Omdat tijdens berekeningen fouten bij het afronden optreden, is een op numerieke wijze berekende oplossing Z niet altijd de oplossing van het originele systeem AX = B, maar eerder de oplossing van het geperturbeerde stelsel ($A + \Delta A$) $Z = B + \Delta B$.

De perturbaties ΔA en ΔB voldoen aan $\|\Delta A\| \le \varepsilon \|A\|$ en $\|\Delta B\| \le \varepsilon \|B\|$, waarbij ε een klein getal is en $\|A$ de *norm* van A, een maat voor de matrixgrootte die analoog is aan de lengte van een vector. In veel gevallen zijn ΔA en ΔB in het twaalfde cijfer van elk element van A en B minder dan 1.

Bij een berekende oplossing Z, is het *residu* $\mathbf{R} = \mathbf{B} - \mathbf{AZ}$. Dan $\|\mathbf{R}\| \le \varepsilon \|\mathbf{AZ}$. Het verwachte residu van een berekende oplossing is dus klein. Toch kan het voorkomen dat de *fout* $\mathbf{Z} - \mathbf{X}$ niet klein is, als A slecht geconditioneerd is, dat wil zeggen, als $\|\mathbf{Z} - \mathbf{X}\| \le \varepsilon \|\mathbf{A}\| \| \|\mathbf{A}^{-1}\| \| \|\mathbf{Z}\|$ is.

In de HP 48, met een machineprecisie van 15 cijfers, is het aantal juiste cijfers groter dan of gelijk aan $11 - \log (\|A\| \| \|A-1\|) - \log n$. Voor veel toepassingen kan deze nauwkeurigheid voldoende zijn. Als u een grotere nauwkeurigheid wenst, kan de berekende oplossing Z gewoonlijk verbeterd worden door *iteratieve verfijning* (ook wel *residu* correcties genoemd). Bij iteratieve verfijning wordt een oplossing voor een stelsel van vergelijkingen berekend en vervolgens de nauwkeurigheid verbeterd door het residu van de oplossing te gebruiken om de oplossing aan te passen.

Als u de iteratieve verfijning wilt gebruiken, berekent u eerst een oplossing Z voor het originele stelsel AX = B.

Vervolgens wordt Z gebruikt als een benadering van X, die een fout heeft van E = X - Z.

E voldoet nu aan het lineaire stelsel AE = AX - AZ = R, waarbij R het residu is voor Z.

De volgende stap is het berekenen van het residu en vervolgens AE = R oplossen voor E. De berekende oplossing, die aangegeven wordt met F, wordt gebruikt als een benadering van E en wordt opgeteld bij Z om een nieuwe benadering van X te krijgen.

Om te zorgen dat $\mathbf{F} + \mathbf{Z}$ een betere benadering van van X is dan is Z, moet het residu

$$\mathbf{R} = \mathbf{B} - \mathbf{A}\mathbf{Z}$$

met grotere nauwkeurigheid worden berekend. Dit kunt u doen met de functie RSD.

De verfijningsprocedure kan herhaald worden, maar de grootste verbetering treedt bij de eerste verfijning op.

De / functie (delen door) probeert niet de nauwkeurigheid te verbeteren, omdat het te veel geheugenruimte kost om meerdere exemplaren van de oorspronkelijke matrices op te slaan.

Hieronder ziet u een voorbeeld van een gebruikersprogramma voor het oplossen van een matrix-vector vergelijking. Er staat één verfijningsprocedure met RSD in:

≪ → B A ≪ B A / B A 3 PICK RSD A / + » »

Dit programma gebruikt twee matrixargumenten, **B** en **A** uit het stapelgeheugen, (evenals /) en geeft als oplossing de matrix **Z**. Dit is een verbeterde benadering van de oplossing **X**, die / zelf vindt.

Overbepaalde en onderbepaalde systemen. In een onderbepaald stelsel van lineaire vergelijkingen staan meer onbekenden dan vergelijkingen en de coëfficientmatrix heeft minder rijen dan kolommen. Het volgende programma lost een onderbepaald stelsel AX = B op met de Moore-Penrose methode ($X = A^T (AA^T)^{-1}B$). De vereiste invoer voor het programma is de vector B in niveau 2 en de matrix A in niveau 1.

In een overbepaald stelsel staan minder onbekenden dan vergelijkingen. Het volgende programma lost een overbepaald stelsel op met de kleinste kwadraten methode ($\mathbf{X} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{B}$). Evenals bij het vorige programma wordt **B** in niveau 2 en **A** in niveau 1 ingevoerd.

```
« → B A
« A TRN B *
A TRN A * /
»
»
```

Statistiek



Met Statistics kunt u statistieken met enkelvoudige of gepaarde steekproeven berekenen:

- Totaal, gemiddelde, maximum en minimum.
- Standaard deviatie en covariantie van de steekproef.
- De correlatie-coëfficiënt
- Benadering voor een kromme door vier modellen lineair, logaritmisch, exponentieel en machtsverheffend.
- Samenvattende statistiek.
- Boven-staartstuk waarschijnlijkheidsberekeningen voor verschillende test-statistieken.

Ook kunt u puntengrafieken, staafdiagrammen en frequentiehistogrammen tekenen.

Een voorbeeld met statistieken. In de volgende tabel staan de consumptie-prijsindex (CPI), de productie-prijsindex (PPI) en het werkeloosheidspercentage (WP) van de Verenigde Staten over een periode van 5 jaar. Voer de gegevens in en doe het volgende:

Bereken het gemiddelde, de standaard deviatie en het totaal van de gegevens CPI, PPI en WP.

- Bereken de correlatie en covariantie van CPI en PPI.
- Teken een puntengrafiek van de gegevens.
- Bereken met een lineair model een geschatte waarde van PPI, bij een bekende waarde van CPI.

Jaar	СРІ	PPI	WP
1	9,1	9,2	8,5
2	5,8	4,6	7,7
3	6,5	6,1	7,0
4	7,6	7,8	6,0
5	11,5	19,3	5,8

Stel de 2 FIX display modus in, ga naar Statistics en wis eerdere statistische gegevens.

MODES 2 FIX
STAT CLΣ

No current data. Enter data point, press Σ+



In dit voorbeeld gebruikt u de Σ + toets om de gegevens in te voeren. U kunt ook de MatrixWriter gebruiken om statistische gegevens in te voeren. Instructies hierover vindt u in "Nieuwe statistische gegevens invoeren"

op pagina 395.

Toets de gegevens voor jaar 1 in. Omdat statistische gegevens worden opgeslagen in een matrix, moet u vierkante haken gebruiken om de waarden te identificeren als een rij van de matrix.

◄ [] 9.1 SPC 9.2 SPC 8.5



Voer de gegevens in de statistische matrix in.

Σ+

Voer de overige gegevens in. Als u de eerste rij hebt ingevoerd, is het aantal kolommen in de matrix ingesteld, zodat het niet meer nodig is vierkante haken te gebruiken.

5,8 <u>SPC</u> 4,6 <u>SPC</u> 7,7 Σ+ 6,5 <u>SPC</u> 6,1 <u>SPC</u> 7 Σ+ 7,6 <u>SPC</u> 7,8 <u>SPC</u> 6 Σ+ 11,5 <u>SPC</u> 19,3 <u>SPC</u> 5,8 Σ+

Bereken het gemiddelde, de standaard deviatie en het totaal van de kolommen.

NXT MEAN SDEV TOT



Ga naar de volgende pagina (pagina 3) van het STAT menu voor het uitvoeren van gepaarde steekproeven. U ziet een melding boven in de display; indien nodig, stelt u kolom 1 en 2 in als de x- en y-variabelen.

NXT) Indien nodig: 1 XCOL 2 YCOL

Хсо	51:1	Yco	:2	Mod	11:L	IΗ
3: 2: 1:	[[[4	8,10 2,27 0,50	9,4 5,8 47,	10 30 00	7,00 1,14 35,]] 00
800	LIYCO	L BARPI	HIST	P SCI	ATR ZL	NE

Ga naar de volgende pagina (pagina 4) van het menu en controleer of het huidige model lineair is (LIN). Ga nu terug naar pagina 3 van STAT.

NXT MODL LIN



Plot een puntengrafiek van de gegevens.

SCATR



Teken de beste rechte lijn voor de gegevens.

FCN



Bereken de lineaire regressie statistiek en bereken vervolgens de correlatie-coëfficiënt en de covariantie.

A	TTN)	NXT
	LR	
C	ORR	
С	VO:	



Bereken een geschatte waarde voor PPI (y) bij een gegeven waarde 8,5 van CPI, nadat de lineaire regressiestatistieken berekend zijn.

8.5 PREDY

4:	Slope: 2,45
3:	, <u>9</u> , <u>9</u> 6
1	10,38
Lß	PREDX PREDY CORR COV MODL

Verander de display modus van 2 Fix in de standaard modus door op MODES STD te drukken.

Statistics starten

Druk op **STAT** om de eerste pagina van het STAT menu te tonen. Als er *huidige statistische gegevens* aanwezig zijn, toont een melding in de display de laatst ingevoerde waarden.

Op de eerste pagina van het STAT menu staan toetsen voor het invoeren en bewerken van gegevens. Op de andere pagina's staan commando's voor het uitvoeren van berekeningen en het tekenen van grafieken.

STAT commando's voor het invoeren en bewerken van gegevens

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(INTAT):		
Σ+	Σ+	Voert gegevens uit het stapelgeheugen in de huidige statistische matrix in.
€ ¶ Σ+	Σ^{\perp}	Verwijdert het laatste gegevenspunt uit de statistische matrix en plaatst het terug in het stapelgeheugen.
CLZ	CLS	Wist de huidige statistische matrix.
NEW		Gebruikt een matrix uit niveau 1, vraagt om een naam van een variabele, slaat de matrix op in deze variabele en maakt deze matrix de huidige statistische matrix.
EDITZ		Plaatst de huidige statistische matrix in de MatrixWriter omgeving om de matrix te wijzigen. Druk op <u>ENTER</u> als u klaar bent met wijzigen of op <u>ATTN</u> om de wijzigingen te annuleren.
STOZ	STOΣ	Slaat de matrix in niveau 1 op als de huidige statistische matrix.
₽ STOZ	$RCL\Sigma$	Roept de huidige statistische matrix op in niveau 1.
CAT		Toont de catalogus met matrices en subinhoudsopgaven in de huidige inhoudsopgave.

Als u deze bewerkingen uitvoert, wordt de statusmelding met informatie over de laatst ingevoerde gegevens gewist. Druk op **FIREVIEW** als u de melding weer wilt zien.
De huidige statistische matrix definiëren

Statistische gegevens worden opgeslagen in de vorm van een matrix. In de matrix staat voor elk gegevenspunt een rij en voor elke variabele een kolom.

	var ₁	var ₂		var _m
punt ₁	<i>x</i> ₁₁	x ₁₂	•••	x _{1m}
punt ₂	x ₂₁	x ₂₂	•••	X _{2m}
÷	÷	:	÷	X _{2m}
punt _n	<i>x</i> _{<i>n</i>1}	<i>x</i> _{n2}		X _{nm}

De huidige statistische matrix bestaat uit de gegevens die gebruikt worden door de STAT commando's. Deze matrix wordt gedefinieerd door de inhoud van de gereserveerde variabele ΣDAT . In ΣDAT staat de matrix zelf of de naam van een variabele waar de matrix in staat. Omdat ΣDAT een variabele is, kunt u in iedere inhoudsopgave van het geheugen een andere huidige statistische matrix hebben.

Als er geen huidige matrix is, of als u andere gegevens dan die van de huidige matrix wilt gebruiken, definieert u een nieuwe huidige statistische matrix door nieuwe gegevens in te voeren, de huidige gegevens te bewerken of een andere matrix te kiezen. In de STAT catalogus staat een lijst met andere matrices.

Nieuwe statistische gegevens invoeren (Σ + en NEW)

Er zijn twee manieren om statistische gegevens in te voeren:

- U kunt ∑+ gebruiken om de gegevens punt voor punt in te voeren.
- U kunt de gehele matrix maken en deze vervolgens met ΝΕW
 opslaan in ΣDAT. De gemakkelijkste manier om een matrix te maken, is met behulp van de MatrixWriter.

U voert gegevens als volgt in met het Σ + commando:

- **1.** Druk op $CL\Sigma$ om ΣDAT te wissen.
- 2. Toets de gegevens voor het eerste gegevenspunt in. Als het punt meer dan één waarde heeft, voert u de waarden als een vector in (tussen vierkante haken). Druk op Σ + om de gegevens in te voeren in ΣDAT .
- Toets de waarden voor elk volgend punt in en druk op ∑+. Na het eerste gegevenspunt hoeft u de waarden niet meer tussen haakjes in te voeren.

U voert gegevens als volgt in met de MatrixWriter en het NEW commando:

- Druk op MATRIX om de MatrixWriter te kiezen. Gebruik de MatrixWriter om de gegevens in een matrix in te voeren. (Het gebruik van de MatrixWriter wordt behandeld in hoofdstuk 20.) Druk op ENTER om de volledige matrix in het stapelgeheugen in te voeren.
- 2. Druk op NEW. Hierdoor wordt het alfa-toetsenbord geactiveerd en vraagt de calculator om een naam van een variabele.
- **3.** Toets een naam voor de matrix in en druk op ENTER. De naam van de variabele wordt opgeslagen in ΣDAT en de matrix zelf wordt in de variabele opgeslagen. (Als u op de vraag reageert met ENTER, wordt de matrix zelf in ΣDAT opgeslagen en wordt geen naam voor een variabele gemaakt.)

Gegevens wijzigen

Het laatste gegevenspunt wijzigen. Met het Σ - commando kunt u een gegevenspunt wijzigen dat u zojuist met Σ + in ΣDAT hebt ingevoerd. Het commando wordt uitgevoerd als u op \bigcirc Σ + drukt. Σ - verwijdert het laatste punt in ΣDAT en plaatst het in niveau 1. Als u het punt wilt wijzigen, bewerkt of vervangt u het en gebruikt u Σ + om de gecorrigeerde gegevens terug te plaatsen in ΣDAT .

Gegevenspunten bewerken. Druk op $EDIT\Sigma$ om de inhoud van ΣDAT te kopiëren naar de MatrixWriter omgeving. Na het bewerken van de matrix drukt u op <u>ENTER</u> om de bewerkte versie de huidige statistische matrix te maken.

De STAT catalogus gebruiken

De STAT catalogus biedt u de mogelijkheid van elke bestaande matrix de huidige matrix te maken. Evenals de andere catalogi in de HP 48 is het een speciale omgeving waarin het toetsenbord opnieuw gedefinieerd is en alleen speciale bewerkingen worden uitgevoerd. U kunt niet naar een ander menu gaan tot u de catalogus verlaat (behandeld in "De catalogus verlaten" op pagina 400).

Druk op **STAT** CAT om de STAT catalogus te kiezen. U ziet nu een catalogus met:

- Alle variabelen in de huidige inhoudsopgave waar matrices in staan.
- Alle subinhoudsopgaven in de huidige inhoudsopgave.



Verplaats de cursor met \blacktriangle en \bigtriangledown om het gewenste onderdeel te kiezen. Het gekozen onderdeel kan met de bewerkingen van de STAT catalogus gemanipuleerd worden:

Bewerkingen in de STAT catalogus

1-VAR	Maakt van het gekozen onderdeel de huidige statistische matrix, verlaat de catalogus en toont de tweede pagina van het STAT menu (voor het berekenen van statistieken met enkelvoudige steekproeven).
PLOT	Maakt van het gekozen onderdeel de huidige statistische matrix, verlaat de catalogus en toont de derde pagina van het STAT menu (voor het plotten van gegevens).

Bewerkingen in de STAT catalogus (vervolg)

2-YAR	Maakt van het gekozen onderdeel de huidige statistische matrix, verlaat de catalogus en toont de vierde pagina van het STAT menu (voor het berekenen van statistieken met gepaarde steekproeven).
EDIT	Plaatst het gekozen onderdeel in de MatrixWriter om te wijzigen. Als u klaar bent met wijzigen drukt u op <u>ENTER</u> om de wijzigingen op te slaan of op <u>ATTN</u> om het wijzigen af te breken zonder de matrix te veranderen.
→STK	Kopieert de matrix naar het stapelgeheugen.
VIEW	Hiermee kunt u de inhoud van het gekozen onderdeel bekijken. Als het onderdeel een subinhoudsopgave is, komt u in deze subinhoudsopgave.
ORDER	Maakt de gekozen matrix het eerste onderdeel van de catalogus.
PURG	Verwijdert het onderdeel (en de bijbehorende variabele).
(NXT)	Kiest de volgende pagina met bewerkingen in de STAT catalogus.
	Kiest de vorige pagina met bewerkingen in de STAT catalogus.

Bewerkingen in de STAT catalogus (vervolg)

	Schuift de cataloguscursor één niveau omhoog. Als u hiervoor eerst op 🕤 drukt, gaat de cataloguscursor één pagina omhoog (♠ Poup in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u hiervoor eerst op r drukt, gaat de cataloguscursor naar het eerste onderdeel in de catalogus (r I in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
	Schuift de cataloguscursor één niveau omlaag. Als u hiervoor eerst op f drukt, gaat de cataloguscursor één pagina omlaag (PgDn in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u hiervoor eerst op r drukt, gaat de cataloguscursor naar het laatste onderdeel in de catalogus (r I in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
(ENTER)	Voert →STK uit (kopieert matrix naar stapelgeheugen). Als het onderdeel een subinhoudsopgave is, komt u in deze subinhoudsopgave, zodat u toegang heeft tot de matrices in deze inhoudsopgave.
	Gaat naar de hoofdinhoudsopgave.
(r) (HOME)	Gaat naar de HOME inhoudsopgave.
(ATTN)	Verlaat de catalogus.

Het opnieuw gedefinieerde toetsenbord ziet er als volgt uit:



De catalogus verlaten

Gewoonlijk drukt u op **ATTN** om de catalogus te verlaten en terug te keren naar het STAT menu. Ook als u **PLOT**, 1-VAR of 2-VAR uitvoert, verlaat u automatisch de catalogus.

Statistieken met enkelvoudige variabelen berekenen

Statistieken met steekproeven

Op de tweede pagina van het STAT menu staan commando's voor het berekenen van statistieken met enkelvoudige steekproeven. Elk commando geeft een vector met m getallen, waarbij m het aantal kolommen in de matrix is. (Als m = 1, waarbij elk gegevenspunt uit één getal bestaat, geeft het commando slechts één getal.) Als er bijvoorbeeld een matrix van 3 kolommen in ΣDAT staat, en u op MERN drukt, wordt een vector met het gemiddelde van elke kolom in niveau 1 geplaatst.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving	
STAT	(pagina 2):		
тот	тот	Totaal.	
MEAN	MEAN	Gemiddelde.	
SDEV	SDEV	Standaard deviatie van de steekproef.	
MAXX	ΜΑΧΣ	Maximale waarde.	
MINZ	ΜΙΝΣ	Minimale waarde.	
BINS	BINS	Berekent de frequenties en gebruikt de onafhankelijke variabele kolom (XCOL) ΣDAT . Gebruikt als argumenten de minimale waarde van x (niveau 3), de breedte van elke staaf in gebruikerseenheden (niveau 2) en het aantal staven n (niveau 1); geeft een $n \times 1$ frequentiematrix (niveau 2) en een frequentievector van twee elementen buiten het aangegeven gebied (niveau 1).	

Commando's voor statistieken met enkelvoudige steekproeven

Als u deze bewerkingen uitvoert, wordt de statusmelding met de laatst ingevoerde gegevens gewist. Druk op **REVIEW** als u de melding weer wilt zien.

Populatiestatistieken

SDEV (standaard deviatie — pagina 2 van het STAT menu) en COV (covariantie — pagina 4 van het STAT menu) berekenen *statistieken van steekproeven* voor gegevens die een steekproef uit de populatie vertegenwoordigen. Als de inhoud van ΣDAT de gehele populatie vertegenwoordigt, kunt u met de volgende stappen de *populatiestatistieken* berekenen:

- 1. Bereken het gemiddelde van de gegevens (MEAN).
- 2. Voer Σ + uit om het gegevenspunt met het gemiddelde toe te voegen aan ΣDAT .
- **3.** Gebruik vervolgens SDEV en COV om de populatiestatistieken te berekenen.
- 4. Verwijder het gegevenspunt met het gemiddelde uit ΣDAT met $\Sigma ((\Sigma +))$.

Statistieken met gepaarde steekproeven

Op de derde en vierde pagina van het STAT menu staan commando's voor het berekenen van statistieken met gepaarde steekproeven.

Als de derde of vierde pagina van het STAT menu getoond wordt, ziet u in de statusmelding boven in de display de kolomdefinities voor de onafhankelijke (x) en afhankelijke (y) variabele en het huidige model.



Commando's voor statistieken met gepaarde steekproeven

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(+)(STAT] (pagina 3 en 4):	
XCOL	XCOL	Gebruikt het nummer van een kolom als argument en definieert deze kolom als onafhankelijke variabele door hem op de eerste positie in ΣPAR op te slaan. (Met $r XCOL$ plaatst u het getal XCOL weer terug in niveau 1.)
YCOL	YCOL	Gebruikt het nummer van een kolom als argument en definieert deze kolom als de afhankelijke variabele door hem op de tweede positie in ΣPAR op te slaan. (Met $reflection YCOL$ plaats u het kolomnummer YCOL weer terug in niveau 1).
ΣLINE	ΣLINE	Geeft de uitdrukking die bij het huidige model de beste benadering door een lijn oplevert.
LR	LR	Gebruikt het huidige model om de lineaire regressie voor de gekozen onafhankelijke en afhankelijke variabele te berekenen en geeft het snijpunt (niveau 2) en de helling (niveau 1) weer. Slaat ook de waarden van het snijpunt en de helling op de derde en vierde positie in ΣPAR op.

Commando's voor statistieken met gepaarde steekproeven (vervolg)

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
PREDX	PREDX	Gebruikt als argument een waarde van de afhankelijke variabele en berekent een geschatte waarde voor de onafhankelijke variabele. (LR moet voor PREDX worden uitgevoerd.)
PREDY	PREDY	Gebruikt als argument een waarde van de onafhankelijke variabele en berekent een geschatte waarde voor de afhankelijke variabele. (LR moet voor PREDY zijn uitgevoerd.)
CORR	CORR	Correlatie (berekend aan de hand van het huidige model).
COA	cov	Steekproef-covariantie (berekend aan de hand van het huidige model).
MODL		Toont het menu voor het kiezen van een model. Uw keuze wordt opgeslagen op de vijfde positie in ΣPAR .

Als u deze bewerkingen uitvoert, verdwijnt de statusmelding (x, y, en het model). Druk op **FIREVIEW** als u de melding weer wilt zien.

Statistieken met gepaarde steekproeven berekent u als volgt:

- 1. Kies de juiste kolommen voor de onafhankelijke en afhankelijke variabele (XCOL, YCOL).
- 2. Kies het gewenste model uit het MODL menu (MODL). Er zijn nu twee mogelijkheden:
 - Kies een bepaald model: LIN (lineair), LOG (logaritmisch), EXP (exponentieel) of PWR (machtsverheffend).

- Bereken het beste model (BEST). De HP 48 kiest het model waarvan de correlatie de grootste absolute waarde heeft. (Als nul of negatieve gegevens voorkomen, wordt LIN gekozen.)
- **3.** Optioneel: Druk op SCATR om een puntengrafiek van de gegevens te tekenen.
- 4. Gebruik de vierde pagina van het STAT menu om de statistieken met gepaarde steekproeven te berekenen. U moet de lineaire regressie statistieken berekenen (LR) voordat u de geschatte waarden berekent (PREDX of PREDY).

In het voorbeeld op pagina 390 ziet u hoe statistieken met gepaarde steekproeven berekend worden.

Bij het berekenen van statistieken met gepaarde steekproeven gebruikt de HP 48 de gereserveerde variabele ΣPAR . In ΣPAR staat een lijst met parameters die veranderd kunnen worden door XCOL, YCOL, LR en MODL uit te voeren zoals in de voorgaande tabel werd beschreven.

Plotten

Op de derde pagina van het STAT menu staan commando's voor het plotten van statistieken met enkelvoudige en gepaarde steekproeven.

Als de derde pagina van het STAT menu getoond wordt, ziet u in de statusmelding boven in de display de kolomdefinities voor de onafhankelijke (x) en afhankelijke (y) variabele, en het huidige model.

Plotcommando's

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(+) (STAT) (pagina 3):	
XCOL	XCOL	Gebruikt het nummer van een kolom als argument en definieert deze kolom als de onafhankelijke variabele.
YCOL	YCOL	Gebruikt het nummer van een kolom als argument en definieert deze kolom als afhankelijke variabele.
BARPL	BARPLOT	Tekent een staafdiagram en gebruikt daarbij de x-kolom. Met automatische schaalverdeling.
HISTP	HISTPLOT	Tekent een frequentie-histogram en gebruikt daarbij de x-kolom. Met automatische schaalverdeling.
SCATR	SCATRPLOT	Plot de (x,y) punten en gebruikt de aangewezen x- en y-kolommen; tekent eventueel de beste benadering door een lijn voor het huidige model. Met automatische schaalverdeling.

Bij sommige van deze bewerkingen wordt de statusmelding (x, y en het model) verwijderd. Als u de statusinformatie weer wilt zien, drukt u op **REVIEW**. Houd de **REVIEW** toets ingedrukt als u de statusmelding langer wilt zien.

Staafdiagrammen plotten

BARPLOT (ERRPL) plot een staafdiagram van de in ΣDAT aangegeven kolom. U geeft de kolom aan met XCOL (pagina 3 van het STAT menu). Als geen kolom is aangegeven, wordt de eerste kolom in ΣDAT gebruikt. De gegevens kunnen positief of negatief zijn; ze komen dan boven of onder de x-as te staan.

Voorbeeld. In de archieven van een tankstation is de volgende relatie te zien tussen de maandelijkse procentuele verandering in de prijs van LPG gas en de verkochte hoeveelheid gas in een periode van 4 maanden:

Maand	Prijs % verandering	Verandering verkoop
1	+3,5	-1,2
2	+9,3	-2,6
3	-6,5	+6,1
4	+2	-0,4

Voer de gegevens in met de MatrixWriter en plot vervolgens staafdiagrammen voor de procentuele verandering van de prijs en de verkoop.

Start de MatrixWriter.

MATRIX

Voer de prijsgegevens in.

G 0 ↓ 3.5 SPC 9.3 SPC 6.5 +/- SPC 2 ENTER

0-0 2 3 4 5 1 1 E011		÷WID	1 MID÷	<u>60</u> 70	2 60+
4.1 1 2 3	3,35		2		4

VEC . EWID WIDE GOE GOV

Voer de verkoopgegevens in.

▶ 1.2 +/- SPC 2.6 +/- SPC 6.1 SPC .4 +/- ENTER

4.2 2 3 4	39.6 39.6	-1,2 -2,6 6,1 -,4	3	
1-3 101	: Vec o	÷MID MID÷	GO÷	G04 =

Voer de matrix in het stapelgeheugen in en start de Statistics toepassing.

ENTER (STAT)

<pre>\[DAT(5)=[11,5] \]\State{DAT(5)=[11,5] \</pre>	19,3 5
1: [[3,5 -1,2]
[9,32,6	ļ
	J
Z+ CLZ NEW EDITZ	STOX CAT

GAS(4)=[2 -,4]

Geef de matrix een naam en maak van deze naam de huidige matrix.

NEW GAS ENTER

Kies de kolom voor de procentuele verandering van de prijs (de eerste kolom in de statistische matrix).

NXT NXT 1 XCOL

Teken de staafdiagram voor de procentuele prijsverandering.

BARPL



Xcol:1 Ycol:2 Modl:LIN

Kies de kolom voor de procentuele verandering van de verkoop (de tweede kolom in de matrix) en teken hiervoor een staafdiagram.

ATTN 2 XCOL BARPL



Als u statistische gegevens plot, verlaat u Statistics en komt u in de grafische omgeving. Druk op ATTN om terug te keren naar de Statistics

toepassing. (Zie pagina 323 voor meer informatie over de grafische omgeving.)

Histogrammen plotten

Als de statistische gegevens in ΣDAT staan, zijn er twee mogelijkheden voor het plotten van frequentie-histogrammen:

- HISTPLOT (HISTP op pagina 3 van het STAT menu) plot een histogram waarin u de *relatieve* frequentie kunt zien.
- BINS (BINS op pagina 2 van het STAT menu) in combinatie met BARPLOT toont de *numerieke* frequentie en plot daarna pas het histogram. (Met BINS kunt u het plotten beter besturen dan met HISTPLOT, maar het is niet zo eenvoudig te gebruiken.)

Histogrammen plotten met HISTPLOT. Als de frequentiegegevens in ΣDAT staan, hoeft u alleen maar op HISTP te drukken om de grafiek te zien. Het standaard aantal staven is 13. (Met het RES commando in de Plot toepassing kunt u het aantal staven veranderen door de breedte te wijzigen — zie voor meer informatie pagina 345)

Staven bekijken voor het plotten. Met het BINS commando kunt u numerieke frequenties zien voordat ze geplot worden. Het commando gebruikt drie argumenten:

- In niveau 3 de minimale x-waarde (de ondergrens van het gebied).
- In niveau 2 de breedte van elke staaf in gebruikerseenheden. (Zie "Coördinaten van grafieken" op pagina 346 voor een beschrijving van gebruikerseenheden.)
- In niveau 1 het aantal staven.

BINS geeft als resultaat:

- In niveau 2 een n×1 "staven"-matrix, waarbij n het aantal staven is. De waarde van elk element is de frequentie van de gegevens in die staaf.
- In niveau 1 een "overloop"-vector met het aantal gegevenspunten dat beneden de mimimale x-waarde en boven de maximale x-waarde ligt.

Als u het histogram wilt plotten na het bekijken van de staven doet u het volgende:

 Verwijder de vector uit niveau 1 van het stapelgeheugen (DROP).

- 2. Sla de ééndimensionale matrix op in ΣDAT door op STO Σ te drukken.
- 3. Druk op BARPL.

Sommatiestatistieken

Op de vijfde pagina van het STAT menu staan commando's voor het berekenen van sommatie statisitieken. Gebruik XCOL en YCOL (op de derde pagina van het STAT menu) om x en y te definiëren.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(TAT)	(pagina 5):	
ΣX	ΣΧ	Geeft de som van de elementen in de x kolom (onafhankelijk) van ΣDAT .
ΣY	ΣY	Geeft de som van de elementen in de y kolom (afhankelijk) van ΣDAT .
ΣX^2	∑X^2	Geeft de som van de kwadraten van de elementen van de x-kolom van ΣDAT .
ΣΥ^2	ΣΥ^2	Geeft de som van de kwadraten van de elementen van de y-kolom van ΣDAT .
ΣΧ*Υ	∑X*Y	Geeft de som van de produkten van de overeenkomstige x en y kolommen in ΣDAT .
NΣ	NΣ	Geeft het aantal rijen in ΣDAT .

Commando's voor sommatiestatistieken

Test-statistieken

In het PROB menu (waarschijnlijkheid, MTH PROB) staan commando's voor het berekenen van combinaties, permutaties, faculteiten, willekeurige getallen en de *boven-staartstuk waarschijnlijkheid* van verschillende test-statistieken. De boven-staartstuk waarschijnlijkheidsberekening wordt hier behandeld; de andere onderwerpen worden behandeld in hoofdstuk 9, "Standaard wiskundige functies".

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
MTH PR	OB (pagina 2):	
UTPC	UTPC	Chi kwadraat distributie voor het boven-staartstuk: gebruikt als aantal vrijheidsgraden het getal uit niveau 2 en een reëel getal (x) uit niveau 1, en geeft de waarschijnlijkheid dat een willekeurige variabele χ^2 groter is dan x.
UTPF	UTPF	F distributie voor het boven-staartstuk: gebruikt als aantal vrijheidsgraden van de teller het getal uit niveau 3, als aantal vrijheidsgraden van de noemer het getal uit niveau 2 en een reëel getal (<i>x</i>) uit niveau 1 en geeft de waarschijnlijkheid dat een Snedecor F willekeurige variabele groter is dan <i>x</i> .

Commando's voor test-statistieken

Commando's voor test-statistieken

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
UTPN	UTPN	Normale distributie voor het boven- staartstuk: gebruikt het gemiddelde uit niveau 3, de variantie uit niveau 2 en een reëel getal (x) uit niveau 1, en geeft de waarschijnlijkheid dat een normale willekeurige variabele groter is dan x bij een normale distributie.
UTPT	UTPT	T distributie voor het boven-staartstuk: gebruikt de vrijheidsgraden uit niveau 2 en een reëel getal (x) uit niveau 1 en geeft de waarschijnlijkheid dat de Student's t willekeurige variabele groter is dan x .

Let erop dat het aantal vrijheidsgraden positief moet zijn als u de vrijheidsgraden gebruikt als argumenten voor deze commando's. Ook worden in deze berekeningen de vrijheidsgraden afgerond op het dichtstbijzijnde geheel getal.

Voorbeeld: waarschijnlijkheid van een normale distributie. De cijfers bij een eindexamen benaderen een normale kromme met een gemiddelde van 71 en een standaard deviatie van 11. Welk percentage van de leerlingen scoorde tussen 70 en 89?



Bereken eerst de waarschijnlijkheid dat een willekeurige leerling een hogere score dan 70 haalt. (Het kwadraat van de standaard deviatie is de variantie.)

MTH PROB NXT 71 ENTER 11 (m) x² 70 UTPN 1: ,536217586697

Voer nu dezelfde berekening uit voor een score van 89.

PLAST ARG CDROP	2: 1:	,536217586697 ,050881752476
	UTPC_UTP	F UTPN UTPT

Trek de twee waarden van elkaar af.

Ξ

1:	,485335834221		
UTPC	UTPF UTPN UTPT		

De berekening laat zien dat 49% van de leerlingen tussen 70 en 80 scoort.

Algebra



De bewerkingen die in dit hoofdstuk beschreven worden, maken het mogelijk met algebraïsche uitdrukkingen of vergelijkingen te werken zoals u dat op papier doet. Met deze bewerkingen kunt u:

- Een variabele symbolisch oplossen:
 - ISOL isoleert een variabele die eenmaal voorkomt.
 - QUAD lost een kwadratische vergelijking op voor een variabele.
- Variabelen verzamelen en opnieuw ordenen, en deeluitdrukkingen uitwerken:
 - Het COLCT en EXPAN commando brengen een grote verandering van de ordening tot stand; de commando's zoeken een vaste set patronen in een uitdrukking of een vergelijking, en passen overal waar het patroon voorkomt een geschikte algebraïsche regel toe.
 - Met de Rules bewerkingen ordent u een uitdrukking of vergelijking stapsgewijs opnieuw en past u de nieuwe ordening aan uw wensen aan. De EquationWriter functioneert als een "tussenstation", van waaruit u de Rules bewerkingen kunt kiezen.

In dit hoofdstuk wordt de term *algebraïsche uitdrukking* gebruikt om een algebraïsche uitdrukking of vergelijking aan te duiden. Er wordt alleen onderscheid gemaakt tussen een *uitdrukking* en een *vergelijking* als er

sprake is van een belangrijk verschil tussen deze vormen van een algebraïsch object.

Voorbeeld: een variabele oplossen. Los x op in de volgende vergelijking:

$$3(x + 2) = 5(x - 6)$$

Kies de EquationWriter en toets de vergelijking in.

(←) (EQUATION) 3 (←) () X (+) 2) (←) = 5 (←) () X (-) 6)

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Activeer het Selectiemenu en de selectiecursor.

◀

RULES EDIT EXPR SUB REPL EXIT

Verplaats de selectiecursor naar het • teken in het linkerlid van de vergelijking.

RULES EDIT EXPR SUB REPL EXIT

Markeer de deeluitdrukking die door • gedefinieerd wordt. U ziet nu welk deel van de vergelijking beïnvloed wordt door de daaropvolgende algebraïsche herordening.

EXPR

<u>3•(X+2)</u> =5∙(X-6)
RULES EDIT EXPR SUB REPL EXIT

Kies het RULES menu voor deze deeluitdrukking en distribueer de \exists over (X+2).

RULES D→



Verplaats de selectiecursor nu naar • in het rechterlid van de vergelijking en distribueer opnieuw.

► (6 maal) RULES D→



Verplaats de cursor naar het = teken en verplaats vervolgens de term $5 \cdot X$ naar het linkerlid van de vergelijking.

◀ (4 maal) RULES +T



Nadat de beide termen in X in hetzelfde lid van de vergelijking zijn geplaatst, plaatst u de vergelijking weer in het stapelgeheugen, kiest u het ALGEBRA menu en verzamelt u de gelijksoortige termen.

(ENTER) (+) (ALGEBRA) COLCT	1: '6-2*X=-30' COUCT EXPN ISOL (3000 SHOR) TAVES
Los nu x op.	
ÜX ISOL	1: 'X=18' Colot expansion (x000) (x000) (x000)

Symbolische oplossingen

Het doel van de algebraïsche manipulatie van een uitdrukking of vergelijking is heel vaak een variabele symbolisch "op te lossen": één variabele uitdrukken in andere variabelen en getallen in de uitdrukking of vergelijking. Met de commando's die in deze paragraaf beschreven worden, lost u een variabele die eenmaal voorkomt in een algebraïsche uitdrukking op, of een variabele in een kwadratische vergelijking.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
(ALGE	BRA]:	
ISOL	ISOL	Isoleert in de algebraïsche uitdrukking in niveau 2 de eerste plaats waar de variabele in niveau 1 voorkomt.
QUAD	QUAD	Lost de kwadratische vergelijking in niveau 2 op voor de aangegeven variabele in niveau 1.
SHOW	SHOW	Toont de algebraïsche uitdrukking in niveau 2 en maakt alle impliciete verwijzingen naar de variabele in niveau 1 expliciet.

Commando's voor symbolische oplossingen

Een variabele isoleren

Het ISOL commando isoleert één plaats waar een bepaalde variabele in een algebraïsche uitdrukking voorkomt — het commando geeft een uitdrukking die er als volgt uitziet:

'variabele=uitdrukking'

en die een symbolische oplossing van de algebraïsche uitdrukking aangeeft. Als u het ISOL commando wilt uitvoeren, plaatst u de algebraïsche uitdrukking in niveau 2 en de variabele die geïsoleerd moet worden in niveau 1.

Voorbeeld: het ISOL commando. Gebruik ISOL om A te isoleren in de volgende vergelijking:

$$T = \sqrt{\frac{X+B}{X+A}}$$

Toets de vergelijking in.



Voer de vergelijking in. Voer de naam in van de variabele die geïsoleerd moet worden en voer ISOL uit.

ENTER () A ENTER () ALGEBRA ISOL

ISOL uitvoeren met uitdrukkingen. Als in niveau 2 een uitdrukking staat (een algebraïsche uitdrukking zonder =), wordt de uitdrukking beschouwd als een vergelijking die er als volgt uitziet: '*uitdrukking*=Ø'. Als u bijvoorbeeld x isoleert in de uitdrukking:

geeft dit:

'X=(C/A-B)/2'

Niet toegestane functies met ISOL. De variabele die geïsoleerd moet worden, kan het argument zijn van elke functie waarvoor de HP 48 een inverse geeft (in deze handleiding gedefinieerd als een *analytische functie*). U kunt bijvoorbeeld X isoleren in algebraïsche uitdrukkingen waar TAN(X) of LN(X) in staat, omdat TAN en LN een inverse hebben (ATAN en EXP). U kunt echter X niet isoleren in algebraïsche uitdrukkingen waar IP(X) in staat. In de bewerkingsindex staan de analytische functies van de HP 48 aangegeven.

Kwadratische vergelijkingen oplossen

Het QUAD commando lost alle algebraïsche uitdrukkingen op die in de onbekende variabele maximaal de tweede orde hebben. De naam van het commando is gebaseerd op de mogelijkheid tot het oplossen van algebraïsche uitdrukkingen van de tweede orde (kwadratisch/quadratic), maar u kunt QUAD ook gebruiken om algebraïsche uitdrukkingen van de eerste orde (lineair) op te lossen. (Als u een vergelijking gebruikt waarvan de variabele *niet* van de eerste of tweede orde is, maakt QUAD van deze vergelijking een polynomiale *benadering* van de tweede orde en lost vervolgens deze kwadratische vergelijking op.)

Om QUAD uit te voeren, plaatst u de algebraïsche uitdrukking in niveau 2 en de variabele die u oplost in niveau 1. Evenals ISOL geeft QUAD een vergelijking die er als volgt uitziet:

'variabele=uitdrukking'

Als er andere variabelen in de algebraïsche uitdrukking staan, mogen deze niet in de huidige inhoudsopgave staan als u ze in de oplossing wilt laten opnemen als formele (symbolische) variabelen. Als ze wel in de huidige inhoudsopgave staan, worden ze door QUAD geëvalueerd.

Voorbeeld 1: het QUAD commando. Los x op in de uitdrukking:

 $x^2 - x - 6$

In dit voorbeeld wordt verondersteld, dat de variabele X nog niet bestaat in de huidige inhoudsopgave.

Voer de uitdrukking en de naam van de variabele in.

⁽) X (y²) 2 () X () 6 (ENTER) (⁻) X (ENTER)	2: 'X^2-X-6' 1: 'X' Phats Page Ave Metry Vector Base	
Voer QUAD uit.		
(ALGEBRA) QUAD	1: 'X=(1+51*5)/2' COLCT EXPRI ISOL COMO STORI FRAME	

QUAD geeft een uitdrukking met de variabele s1, die staat voor een + of - teken. (Gedetailleerde informatie over s1 vindt u in de volgende paragraaf.) Kopieer de uitdrukking. Evalueer de uitdrukking vervolgens voor s1 = 1. (U toetst s1 in door eerst op α (4), daarna op (SIN) en vervolgens op 1 te drukken.)

(ENTER) 11: 1 [] s1 [STO] COLCTI EXPAILISOL I QUAD I SHOW TAYLI EVAL

Evalueer de uitdrukking nu voor s1 = -1

1 +/_] [] s1 [STO]	2:	'X=3'
(T) (SWAP)	1:	'X=-2'
(EVAL)	COLCT EXPA ISO	. [QUAD SHOW TAYLR]

De twee wortels zijn + 3 en - 2.

Voorbeeld 2: een vergelijking met meer dan één variabele oplossen. Los x op in de volgende vergelijking:

$$2x^2 - 4x + c = 0$$

In dit voorbeeld wordt verondersteld, dat de variabele x nog niet bestaat in de huidige inhoudsopgave.

Verwijder C, indien nodig. Voer vervolgens de vergelijking en de naam X van de variabele in.

^[] 2 × X y^x 2 - 4 × X + C + = 0 [ENTER] [] X [ENTER]



'X=3

Voer QUAD uit om een resultaat te krijgen waar C in staat.

(ALGEBRA) QUAD

1:	'X=(4+s1*√(16-8*C))
COLO	T EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR

Kopieer de uitdrukking. Bereken de wortels als c = 3.

ENTER 3 [] C [STO] 1 [] s1 [STO] [EVAL] 1 (+/_] [] s1 (STO) SWAP EVAL

420 22: Algebra De wortels zijn $1 \pm 0,7071i$.

Voorbeeld 3: Een vergelijking van de eerste orde oplossen In het eerste voorbeeld van dit hoofdstuk (pagina 415) werd ISOL gebruikt om x op te lossen in de vergelijking:

$$3(x + 2) = 5(x - 6)$$

Gebruik QUAD om x op te lossen.

Toets de vergelijking in.

¹ 3 × ¹	h () X +	2 🕨
•]= 5	× ()	X 🗔 6
ENTER		

Los x op.

🖰 X QUAD

1: '3*(X+2)=5*(X-6)' PMats Paus five fints Vects Base

1: 'X=18' Couch expansion courses travers

QUAD of ISOL gebruiken. Als u het vorige voorbeeld vergelijkt met het eerste voorbeeld in dit hoofdstuk, ziet u dat QUAD voor het oplossen van een variabele efficiënter kan zijn dan ISOL. QUAD heeft het voordeel dat u de algebraïsche uitdrukking niet opnieuw hoeft te rangschikken in een vorm waarin de onbekende variabele slechts eenmaal voorkomt. Daarentegen geeft QUAD alleen voor polynomen van de eerste en tweede orde een nauwkeurige oplossing — u moet ISOL gebruiken om een exacte oplossing te krijgen als:

- De onbekende variabele van de derde orde of hoger is.
- De onbekende variabele een argument voor een niet-lineaire functie zoals SIN is.

Algemene en hoofdoplossingen

De HP 48 functies geven altijd één resultaat — een *expliciete* oplossing. Zo geeft $\sqrt{4}$ bijvoorbeeld altijd +2, en ASIN (0,5) altijd 30° of 0,524 radialen. Omdat u soms andere resultaten wilt zien als u een variabele isoleert of een kwadratische vergelijking oplost, geeft de HP 48 bij ISOL en QUAD een *algemene oplossing*. Een algemene oplossing bevat één van de volgende variabelen of beide variabelen:

- s1 vertegenwoordigt een willekeurig + of teken. U kunt de uitdrukking evalueren door +1 of –1 in s1 op te slaan. Extra willekeurige tekens in het resultaat worden vertegenwoordigd door s2, s3 enz.
- De variabele n1 staat voor een willekeurig geheel getal 0, 1, 2 enz. Extra willekeurige gehele getallen worden aangegeven door n2, n3 enz.

Als u wilt aangeven dat ISOL en QUAD een hoofdoplossing geven, stelt u vlag -1 in. Als u een hoofdoplossing aangeeft, is +1 altijd het willekeurige teken en 0 het willekeurige gehele getal.

Voorbeeld: algemene en hoofdoplossingen. Gebruik ISOL om x te isoleren in de volgende vergelijking:

$$y = \sin x^2$$

Voer eerst de vergelijking in. Kopieer vervolgens de vergelijking. Stel de radiaalmodus in. Voer daarna de variabele in die geïsoleerd moet worden en voer ISOL uit.

 I) Y ← = SIN

 X y² 2 ENTER ENTER

 ← RAD (zo nodig)

 I) X ENTER

 ← ALGEBRA ISOL

1: 'X=s1*J(ASIN(Y)*(-1)^n1+n*n1)' 201201 (3227) (3010) (3102) (77943)

ISOL geeft een algemene oplossing met het willekeurige teken s1 en het willekeurig geheel getal n1. Bereken nu een hoofdoplossing voor dezelfde uitdrukking. Stel eerst vlag -1 in. Verplaats vervolgens de kopie van de oorspronkelijke vergelijking naar niveau 1, toets de variabele in en voer ISOL uit.

1 -/- PMODES NXT SF SWAP X ALGEBRA ISOL

2:	'X=s1*J(ASIN(Y)*(
1:	'X=JASIN(Y)'
COLO	T EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR

ISOL geeft een hoofdoplossing met het willekeurige teken sI = +1 en het willekeurige gehele getal n = 0, zodat de oplossing van de uitdrukking 0 is.

Maak vlag -1 inactief zodat de HP 48 alleen algemene oplossingen geeft.

Verborgen variabelen tonen

Het kan voorkomen dat u een variabele wilt oplossen die in een andere variabele is opgeslagen. Het SHOW commando herschrijft een algebraïsche uitdrukking, zodat u precies kunt zien waar een aangegeven variabele voorkomt. Als in \exists bijvoorbeeld 'X+1' staat, wordt ' \exists *B' 'X' SHOW herschreven als '(X+1)*B'.

U kunt twee of meer namen als lijst-argument aangeven voor SHOW. Als u dit doet, evalueert SHOW alle namen van de uitdrukking in niveau 2 die *niet* in de lijst staan, zodat in de resultaat-uitdrukking alleen de namen van de lijst komen. Dit is een nuttige eigenschap als u het plotten sneller wilt laten verlopen.

Termen opnieuw rangschikken

Met het ISOL commando lost u een variabele op die slechts eenmaal voorkomt in een algebraïsche uitdrukking. Als de variabele die u wilt oplossen meer dan eenmaal voorkomt, moet u eerst de verschillende plaatsen waar de variabele voorkomt, combineren. Verder kan het nodig zijn deeluitdrukkingen uit te werken of de variabelen op een andere manier opnieuw te rangschikken voor u de plaatsen waar de variabele voorkomt, verzamelt. Met de bewerkingen die in deze paragraaf beschreven worden, kunt u deeluitdrukkingen uitwerken en variabelen verzamelen en opnieuw ordenen.

Een *deeluitdrukking* bestaat uit een functie met bijbehorende argumenten. De functie die een deeluitdrukking definieert, is de functie met het *hoogste niveau* voor die deeluitdrukking. Zo is bijvoorbeeld binnen de uitdrukking 'A+B*C<D', * de functie met het hoogste niveau in de deeluitdrukking 'B*C', / de functie met het hoogste niveau in de deeluitdrukking 'B*C<D' en + de functie met het hoogste niveau in de deeluitdrukking 'B*C<D' en + de functie met het hoogste niveau in de

Termen verzamelen en deeluitdrukkingen uitwerken

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	BRA]:	
COLCT	COLCT	Vereenvoudigt de algebraïsche uitdrukking in niveau 1 door gelijksoortige termen te verzamelen.
EXPA	EXPAN	Herschrijft de algebraïsche uitdrukking in niveau 1 door de deeluitdrukkingen uit te werken waar produkten en machten in staan.

Termen verzamelen

COLCT vereenvoudigt een algebraïsche uitdrukking door gelijksoortige termen te verzamelen. COLCT doet met name het volgende:

- Evalueert numerieke deeluitdrukkingen. '1+2+LOG(10)'
 COLCT bijvoorbeeld, geeft als resultaat 4.
- Verzamelt numerieke termen. '1+X+2' COLCT bijvoorbeeld, geeft als resultaat '3+X'.
- Ordent factoren (argumenten van *) en combineert gelijksoortige factoren. 'X^Z*Y*X^T*Y' COLCT bijvoorbeeld, geeft als resultaat 'X^(T+Z)*Y^2'.
- Ordent sommanden (argumenten van + en -) en combineert gelijksoortige termen die alleen een verschillende coëfficient hebben.
 'X+X+Y+3*X' COLCT bijvoorbeeld, geeft als resultaat '5*X+Y'.

COLCT werkt afzonderlijk voor ieder lid van een vergelijking; gelijksoortige termen in verschillende leden van een vergelijking worden dus niet gecombineerd.

Produkten en machten uitwerken

EXPAN herschrijft een een algebraïsche uitdrukking door de produkten en machten uit te werken. EXPAN doet het volgende:

- Distribueert vermenigvuldigen en delen over een optelling.
 'A*(B+C)' EXPAN geeft bijvoorbeeld 'A*B+A*C'.
- Werkt machten van een som uit. 'A^(B+C)' EXPAN geeft bijvoorbeeld 'A^B*A^C'.
- Werkt positieve gehele getallen uit die een macht aangeven. 'X^5' EXPAN geeft bijvoorbeeld 'X*X^4'. Het kwadraat van een som, bijvoorbeeld '(X+Y)^2' wordt dan 'X^2+2*X*Y+Y^2'.

EXPAN voert niet alle mogelijke uitwerkingen van een algebraïsche uitdrukking in één keer uit. In plaats daarvan werkt EXPAN de de deeluitdrukking hiërarchisch af; het commando stopt in elke vertakking van de hiërarchie waar het een deeluitdrukking vindt die uitgewerkt kan worden. EXPAN zoekt eerst in de deeluitdrukking met het hoogste niveau (dit is de algebraïsche uitdrukking zelf); als deze uitdrukking uitgewerkt kan worden, gebeurt dit en stopt EXPAN. Als de uitdrukking niet uitgewerkt kan worden, zoekt EXPAN in de deeluitdrukkingen van het tweede niveau. Elke deeluitdrukking die geschikt is, wordt uitgewerkt. Vervolgens zoekt het commando in de overgebleven deeluitdrukkingen van het tweede niveau. Deze procedure gaat verder door de gehele hiërarchie tot door een uitwerking het zoeken in iedere vertakking stopt.

Voorbeeld: volledige uitwerking. Werk de volgende uitdrukking uit:

'A^(B*(C^2+D))'

Toets de uitdrukking in en voer deze in.

¹ A y² ← () B × ← () C y² 2 + D ENTER 1: 'A^(B*(C^2+D))' Phats Page Hype Tatts Vector Ense Werk de uitdrukking uit. De functie met het hoogste niveau is de linker ^. Omdat de daarbij behorende deeluitdrukking (de uitdrukking zelf) niet uitgewerkt kan worden, onderzoekt EXPAN de * functie, die van het tweede niveau is. Eén van de argumenten in de daarbij behorende deeluitdrukking is een som (C^2+D), zodat het produkt gedistribueerd wordt.

ALGEBRA EXPR

1: 'A^(B*C^2+B*D)'

1: 'A^(B*C^2)*A^(B*D)' COUCH EXEM ESOLUCOUCH EXEM FAVUR

Werk de uitdrukking opnieuw uit. De linker ^ is nog steeds de functie met het hoogste niveau, maar nu is het argument een som, zodat de macht uitgewerkt wordt voor de som.

EXPA

Nu is nog één uitwerking mogelijk. De functie met het hoogste niveau is nu de middelste *. Omdat deze functie niet uitgewerkt kan worden, worden de functies van het tweede niveau, de buitenste ^ tekens, onderzocht. Deze kunnen niet uitgewerkt worden, zodat de functie van het derde niveau, de middelste ^, onderzocht wordt. Het bijbehorende argument is een positief geheel getal, zodat de macht uitgewerkt wordt.

EXPA

1: 'A^(B*(C*C))*A^(B*D)' COLCT EXPRI ISOL (2000) SHORI TAYLA

De uitdrukking is nu volledig uitgewerkt. Als u dat wenst, kunt u nu gelijksoortige termen verzamelen.

COLCT

1: 'A^(B*C^2+B*D)' COLOT EXEM ISOL COURD SHOR TAVES

De Regeltransformaties

De Regeltransformaties zijn bewerkingen voor het opnieuw ordenen van algebraïsche uitdrukkingen. Ze beïnvloeden een kleiner gedeelte van de uitdrukking dan EXPAN en COLCT. Met de Regeltransformaties geeft u in kleine stappen direct de route voor de nieuwe ordening van de algebraïsche uitdrukking aan.

Als u een Regeltransformatie wilt toepassen op een algebraïsche uitdrukking, moet u deze uitdrukking eerst in de EquationWriter plaatsen. (Stel de algebraïsche uitdrukking in de EquationWriter samen of plaats de algebraïsche uitdrukking in niveau 1 van het stapelgeheugen en druk op $\overline{\mathbf{v}}$.) Dan gaat u als volgt te werk:

- 1. Gebruik de *Selectie-omgeving* om de deeluitdrukking aan te geven die u opnieuw wilt rangschikken.
- 2. Kies het RULES menu. De relevante Regeltransformaties voor de deeluitdrukking worden getoond.
- 3. Voer de gewenste transformatie uit.

In deze paragraaf wordt de definitie van "deeluitdrukking" uit de vorige paragraaf uitgebreid, zodat ook afzonderlijke objecten als deeluitdrukking worden beschouwd. In de uitdrukking 'A+B', kunt u bijvoorbeeld in de Selectie-omgeving A als een deeluitdrukking aangeven.

De Selectie-omgeving — een deeluitdrukking aangeven

Druk op < nadat u de algebraïsche uitdrukking, die u opnieuw wilt rangschikken, in de EquationWriter hebt geplaatst. Hierdoor wordt de Selectie-omgeving geactiveerd, zodat het Selectiemenu en de *selectiecursor* getoond worden. Het object in de vergelijking dat nu gemarkeerd is, is het *qangegeven object*. De deeluitdrukking die gedefinieerd wordt door het aangegeven object, is de *aangegeven deeluitdrukking*.

Bewerkingen in het Selectiemenu

RULES	Kiest een menu met relevante transformaties voor een nieuwe rangschikking van de aangegeven deeluitdrukking.
EDIT	Plaatst de aangegeven deeluitdrukking in de commandoregel om te bewerken (zie voor meer informatie "Een deeluitdrukking bewerken" op pagina 263 in hoofdstuk 16).

Bewerkingen in het Selectiemenu (vervolg)

EXPR	Licht de aangegeven deeluitdrukking aan. (+/- heeft dezelfde functie als <u>EXPR</u> en kan ook worden uitgevoerd als een transformatiemenu getoond wordt.)
SUB	Plaatst de aangegeven deeluitdrukking in niveau 1 van het stapelgeheugen.
REPL	Vervangt de aangegeven deeluitdrukking door de algebraïsche uitdrukking in niveau 1 van het stapelgeheugen.
EXIT	Verlaat de Selectie-omgeving en plaatst de normale cursor weer aan het einde van de vergelijking.
	Verplaatst de selectiecursor naar het volgende object in de aangegeven richting. Als u eerst op construction de aangegeven richting. The aangegeven richting.

Verplaats de selectiecursor in de uitdrukking of vergelijking met de cursortoetsen van object naar object. U kunt elk gewenst moment op $E \times PR$ drukken om de deeluitdrukking aan te lichten die gedefinieerd wordt door het aangegeven object. Hierdoor kunt u exact aangeven welke deeluitdrukking beïnvloed wordt door de volgende Regeltransformatie.

De Regeltransformaties kiezen

Nadat u de deeluitdrukking waar u mee wilt werken, hebt aangegeven, drukt u op RULES om het menu met Regeltransformaties te kiezen dat op deze deeluitdrukking toegepast kan worden. U kunt op RULES drukken terwijl het object of de daarbij behorende deeluitdrukking aangelicht is.

Een Regeltransformatie uitvoeren

Om een transformatie uit te voeren, drukt u op de bijbehorende menutoets. Als de transformatie uitgevoerd is, licht de selectiecursor het object aan dat nu het hoogste niveau heeft. Ook wordt het relevante transformatiemenu voor dit nieuwe object getoond.

Let erop dat niet alle transformaties in een menu toegepast kunnen worden op de aangegeven deeluitdrukking. Als een transformatie niet toegepast kan worden, hoort u een pieptoon als u op de bijbehorende menutoets drukt.

Een RULES menu verlaten

Er zijn vier manieren om een RULES menu te verlaten. Druk op:

- Een willekeurige cursortoets om het Selectiemenu te herstellen. De selectiecursor gaat, indien mogelijk, naar het volgende object in de aangegeven richting.
- - om het Selectiemenu te herstellen zonder de selectiecursor te verplaatsen.
- **ENTER** om de EquationWriter te verlaten en de algebraïsche uitdrukking in het stapelgeheugen te plaatsen.
- **ATTN** om de EquationWriter te verlaten en de algebraïsche uitdrukking te verwijderen.

RULES voorbeelden



In de volgende tabellen worden objecten of uitdrukkingen voor en na de uitvoering van een Regeltransformatie getoond zoals ze in de *commandoregel* staan. Vergeet echter niet dat u een Regeltransformatie *in de*

EquationWriter uitvoert, en dat de nieuwe uitdrukking in de EquationWriter blijft staan. U kunt de nieuwe uitdrukking in de commandoregel plaatsen door op ENTER te drukken.

In de tabellen staan *niet* alle vormen waarop een transformatie toegepast kan worden.

Universele transformaties. De volgende zeven transformaties kunnen op elke deeluitdrukking toegepast worden. Deze transformaties zijn de laatste zeven mogelijkheden van elk RULES menu.

DNEG (Dubbele negatie).

Voor	Na
ß	— –A

DINV (Dubbele inversie).

Voor	Na
ß	<u>INV</u> (INV(A))

*1 (Met 1 vermenigvuldigen).

Voor	Na
A	A <u>₹</u> 1
A+BZ1	A+B

^1 (Tot de macht 1 verheffen).

Voor	Na
ß	A^1
/1 (Delen door 1).

Voor	Na
A	AZ1
A+B ¥1	A+B

+1-1 (1 optellen en 1 aftrekken).

Voor	Na
8	A+1-1

<u>COLCT</u> (Verzamelen). <u>COLCT</u> voert een beperkte versie uit van het COLCT commando in het ALGEBRA menu. Het beïnvloedt alleen de deeluitdrukking die gedefinieerd wordt door het aangegeven object en geeft de coëfficienten van de verzamelde termen als som of verschil weer.

Voor	Na
(2 1 3)*X	5*X
2*X+3*X	(2+3) ¥X

(Het COLCT commando in het ALGEBRA menu geeft in beide gevallen 5*X.)

Termen verplaatsen. $\leftarrow T$ en $T \rightarrow$ worden gebruikt om een *term* over zijn "naaste buurman" aan de linker- of rechterkant te plaatsen. Een term kan bestaan uit:

- Een argument van + of (een sommand).
- Een argument van * of / (een factor).
- Een argument van =.

In de volgende voorbeelden ziet u dat deze twee bewerkingen haakjes negeren. U kunt dit verhinderen door $\frac{1}{2} \times 1$ uit te voeren om een term te maken van de deeluitdrukking tussen haakjes. +T (Verplaats term naar links). +T verplaatst de dichtsbijzijnde term rechts van de aangegeven functie over de dichtsbijzijnde term links van de aangegeven functie.

Voor	Na
A+B+(C+D)	A+C+(B+D)
A+B+(C+D)	A+B+(D+C)
A+(B+C)*1+D	A+D+(B+C)*1
A*B=C*D	A*BZC=D

 \rightarrow T (Verplaats term naar rechts). \rightarrow T verplaatst de dichtsbijzijnde term links van de aangegeven functie over de dichtsbijzijnde term rechts van de aangegeven functie.

Voor	Na
A+B=(D+E)	A=-B+(D+E)
A*B=(X+Y)	A=INV(B)*(X+Y)

Haakjes aanbrengen en verplaatsen.

(Dichtstbijzijnde termen tussen haakjes zetten). (Dichtstbijzijnde termen van + of * tussen haakjes. De bewerking heeft geen resultaat als de aangegeven functie de eerste (of enige) functie in de uitdrukking is, omdat deze haakjes wel aanwezig, maar verborgen zijn.

Voor	Na
A+B+C+D	Aቿ(B+C)+D

werkt de deeluitdrukking uit die bij de aangegeven functie hoort: de volgende term aan de linkerkant wordt toegevoegd. Bij deze bewerking en de drie volgende bewerkingen ziet u dat een bij elkaar horend paar haakjes kan verdwijnen.

Voor	Na
A+B+(C+D)+E	A+(B+C+D)+E

→> (deeluitdrukking aan de rechterkant uitwerken). →> Werkt de deeluitdrukking uit die bij de aangegeven functie hoort: de dichtstbijzijnde term aan de rechterkant wordt toegevoegd.

Voor	Na
A+(B+C)+D+E	A+(B+C+D)+E

Commutatie, associatie en distributie.

 \leftrightarrow (Commutatie). \leftrightarrow commuteert het argumenten van de aangegeven functie.

Voor	Na
A∓B	B+A
INV(A)¥B	BZA

← A (Linkerterm associëren).

Voor	Na
A+(B+C)	A+B+C
A¥(B∕C)	A∗B∕C
A*(B*C)	A^B^C

A→ (Rechterterm associëren).

Voor	Na
(A+B)+C	A∓(B+C)
(A*B)ZC	A¥(B∕C)
(A^B)^C	A☆(B*C)

 \rightarrow (Functie voor de haakjes distribueren).

Voor	Na
=(A+B)	-A-B
INV(A/B)	INV(A)*B
IM(A*B)	RE(A)*IM(B) ± IM(A)*RE(B)

+D (Distribueren naar links).

Voor	Na
(A+B)*C	A*C+B*C
(A/B)*C	A^CZB^C

 $D \rightarrow$ (Distribueren naar rechts).

Voor	Na
AX(B+C)	A*B+A*C
A^(B-C)	A^BZA^C
LN(A*B)	LN(A)+LN(B)

★M (Factoren samenvoegen naar links). ★M voegt argumenten van +, -, * en / samen, wanneer de argumenten een gemeenschappelijke factor of een gemeenschappelijke één-argument-functie (EXP, ALOG, LN of LOG) hebben. Bij gemeenschappelijke factoren geeft de ≮ aan dat de factoren aan de linkerkant gemeenschappelijk zijn. ★M voegt ook sommen samen waarbij slechts één argument een produkt is.

Voor	Na
(A*B)∓(A*C)	A₹(B+C)
EXP(A)*EXP(B)	EXP(A+B)
A+A*B	A★(1+B)

M→ (Factoren samenvoegen naar rechts). M→ voegt de argumenten van +, -, * en / samen, wanneer de argumenten een gemeenschappelijke factor hebben. De → geeft aan, dat de factoren aan de rechterkant gemeenschappelijk zijn. → M voegt ook sommen samen waarbij slechts één argument een produkt is.

Voor	Na
(A*C)+(B*C)	(A+B)*C
A*B+1*B	(A+1)*B

-() (dubbele negatie en distribueren). Het uitvoeren van -() is gelijk aan het uitvoeren van DNEG, gevolgd door \rightarrow () voor de resulterende binnenste negatie.

Voor	Na
A+B	-(-A-B)
LOG(INV(A))	-LOG(A)

1/() (Dubbele inversie en distribueren). Het uitvoeren van 1/() is gelijk aan het uitvoeren van DINV, gevolgd door het uitvoeren van \rightarrow () op de resulterende binnenste inversie.

Voor	Na
A∗B	INV(INV(A)/B)
EXP(A)	<u>INV</u> (EXP(-A))

Exponenten opnieuw rangschikken.

L* ((Logaritme va	n een mach	t vervangen	door produ	ıkt van
logaritme	en).				

Voor	Na
LOG(A^B)	LOG(A)*B

 $L \bigcirc$ (Produkt van logaritmen vervangen door logaritme van een macht).

Voor	Na
LN(A)*B	LN(A^B)

E^ (Produkt van de macht vervangen door de macht van de macht).

Voor	Na
ALOG(A*B)	ALOG(A)^B

 $E \bigcirc$ (Macht van de macht vervangen door produkt van de macht).

Voor	Na
EXP(A)^B	EXP(A*B)

Breuken optellen.

AF (Breuken optellen). AF combineert termen boven een gemeenschappelijke noemer. (Gebruik $M \rightarrow$ als de twee breuken al een gemeenschappelijke noemer hebben.)

Voor	Na
A+(B/C)	(A*C+B)ZC
(A/B)-C	(A-B*C)/B

Trigonometrische functies uitwerken.

 \rightarrow DEF (Trigonometrische functies uitwerken tot definitie). \rightarrow DEF vervangt trigonometrische, inverse trigonometrische en inverse hyperbolische functies door de overeenkomstige definitie in termen van EXP en LN.

(Bij de volgende voorbeelden wordt verondersteld dat de Radiaalmodus ingesteld is.)

Voor	Na	
COS(X)	(EXP(X*i)+EXP(-(X*i)))Z2	
ASINH(U)	=LN(((1+U^2)-U)	

TRG* (Uitwerken als produkt van een trigonometrische functie). TRG* werkt trigonometrische functies van sommen en verschillen uit.

Voor	Na
SIN(X+Y)	SIN(X)*COS(Y)∓COS(X)*SIN(Y)

Regeltransformaties automatisch meerdere malen uitvoeren. Als u eerst op r drukt voordat u op de volgende toetsen drukt, wordt de overeenkomstige transformatie meerdere malen uitgevoerd totdat er geen verandering meer plaatsvindt:

- D→ en +D .
- A→ en +A.
- M→ en ←M .
- $T \rightarrow en \leftarrow T$.
- →) en (+ .

Voor	Bewerking	Na
(A+B+C)*D	d +	A*D+B*D+C*D
A+(B+C+D)	R→ ←	A+B+C+D
A*B+C*B+D*B	r M→	(A+C+D)*B
A+B+C+D=E	T →	B+C+D=E-A
A+(B+C)+D+E	(→ →)	A+(B+C+D+E)

Samenvatting met voorbeelden

Voorbeeld 1. Los x op in de volgende vergelijking:

$$\frac{3}{2x - 1} + 4 = \frac{6x}{2x - 1}$$

Toets de vergelijking in.

← EQUATION 3 ÷ 2X − 1 ► + 4 ← = 6X ÷ 2X − 1

Activeer het Selectiemenu en de selectiecursor. Verplaats de cursor naar het = teken.

3 2·X-1+4=2·X-1 RULES EQT EXTR SUB REPL EXIT

Verplaats 4 naar het rechterlid van de vergelijking.

RULES T→



Verplaats het quotiënt naar het linkerlid van de vergelijking.

+T +T

Voeg nu de twee termen aan de linkerzijde samen boven de gemeenschappelijke noemer.

[1]→



Verplaats de cursor naar het = teken en breng de noemer naar het rechterlid van de vergelijking.

► RULES T+

Distribueer -4 over $(2 \cdot X - 1)$

★D

Verplaats cursor naar het = teken en verplaats de term in X naar het linkerlid van de vergelijking.

◀ (7 maal) RULES ← T

Plaats de vergelijking weer in het stapelgeheugen, kies het ALGEBRA menu en verzamel gelijksoortige termen.

ENTER (ALGEBRA) COLCT

Los X op.

OX ISOL

1: 'X=,5' Colet EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLS

Voorbeeld 2. Los *n* op in de vergelijking:

$$\frac{n-5}{6n-6} = \frac{1}{9} - \frac{n-3}{4n-4}$$

Toets de vergelijking in.

← EQUATION
▲ N - 5 ► 6N - 6 ►
← = 1 ÷ 9 ► ▲ N - 3 ► 4N - 4

Activeer het Selectiemenu en de selectiecursor. Verplaats de cursor naar het – teken tussen de twee termen aan de rechterzijde.

<u>N-5</u>=1<u>N-3</u> 6·N-6=9■4·N-4 ØULES EQUT EXPR SUB REPL EXIT

Verplaats de meest rechtse term naar het linkerlid van de vergelijking.

RULES +T +T



Verplaats de cursor naar het – teken in de noemer van deze term en voeg de factoren links samen.

▶ ▼ RULES ←M

$\frac{N-5}{6\cdot N-6} + \frac{N-3}{41(N-1)} = \frac{1}{9}$
et ty em my ed dy

Verplaats de cursor naar het – teken in de noemer van de eerste term in het linkerlid en voeg de factoren links samen.

RULES FM

Verplaats de cursor naar de deelstreep van deze term en associeer naar links.

▲ RULES NXT +A

<u>N-3</u> ET THE EM MH ED DH

Verplaats de cursor naar de deelstreep van de tweede term en associeer naar links.

► ► Rules NXT +A

<u>N-5</u> 6 N-1	<u>N-</u> + 4 N-	<u>3</u> 1 9			
÷ī	T÷	€M	M÷	÷D	D÷

Verplaats de cursor naar het + teken tussen de twee termen en voeg de termen rechts samen.

► ▼ RULES ←M

$\frac{N-5}{6} + \frac{N-3}{4}$					
N	-1	-9			
÷ī	T÷	₩÷	M¥	€D	D÷

Verplaats de cursor naar het = teken en verplaats de term naar rechts.

Г

► RULES T→

$\frac{N-5}{6} + \frac{N-3}{4} = (N-1) \left(\frac{1}{9}\right)$	
. € T T 3 €M M 3 €D D	•

Plaats de vergelijking weer in het stapelgeheugen. Stel de display modus in op 1 Fix (om het resultaat van COLCT gemakkelijker te kunnen bekijken). Werk de termen uit en verzamel vervolgens gelijksoortige termen.

ENTER MODES 1 FIX ALGEBRA EXPR COLCT	1: '-1,6+0,4*N=-0,1+ 0,1*N' COLOITEXEN ESOL COURCE SHORT FAYLE
Los N op.	
()N QUAD	1: 'N=4,8' Couch Exert Isou (2000) Show (78/08)

Stel de standaard display modus weer in door op **MODES** STD te drukken.

Door de gebruiker gedefinieerde transformaties

Als de ingebouwde set van Regeltransformaties een algebraïsche uitdrukking niet opnieuw rangschikt zoals u dat wilt, kunt u †MATCH en ↓MATCH (▲ <u>ALGEBRA</u> <u>NXT</u> *MAT of *MAT) gebruiken om een "aangepaste" transformatie aan te geven. Deze commando's zoeken een bepaald patroon in een algebraïsche uitdrukking en vervangen dit patroon telkens door een nieuw patroon. Als een patroon vervangen is, wordt de nieuwe uitdrukking in niveau 2 en 1 (waar) in niveau 1 geplaatst. Als geen vervanging plaatsvindt, wordt de oorspronkelijke uitdrukking in niveau 2 en Ø (niet waar) in niveau 1 geplaatst. †MATCH begint met zoeken in de deeluitdrukking(en) met het laagste niveau en zoekt dan verder in hogere niveaus; ↓MATCH begint in de volledige algebraïsche uitdrukking en werkt vervolgens de lagere niveaus af.

†MATCH en ↓MATCH gebruiken de volgende argumenten uit het stapelgeheugen:

- Uit niveau 2 de algebraïsche uitdrukking die herschreven moet worden.
- Uit niveau 1 een lijst van de vorm

 ' patroon' 'vervanging' 'voorwaarde' 3, waarbij
 'patroon' de deeluitdrukking is waarnaar gezocht wordt,
 'vervanging' de nieuwe deeluitdrukking is, en 'voorwaarde' een
 optionele specificatie is van een extra voorwaarde waaraan voldaan
 moet zijn voordat het patroon wordt vervangen.

Om het aangeven van het patroon te vergemakkelijken, kan in de uitdrukking 'patroon' en 'vervanging' een "algemene keuze" staan, die overeenkomen met een willekeurige deeluitdrukking. De algemene keuzes in de uitdrukking 'vervanging' worden vervangen door de overeenkomstige deeluitdrukkingen in de oorspronkelijke uitdrukking. Een algemene-keuze-variabele wordt aangegeven door voor de naam van een variabele een & teken te zetten (a filter).

Voorbeeld: een door de gebruiker gedefinieerde transformatie. Hieronder staat een uitwerking van de sinusformule voor een halve hoek:

$$\sin(2z) = 2\sin(z)\cos(z)$$

Er is geen ingebouwde Regeltransformatie voor deze formule; u moet dus een programma HALF maken dat \downarrow MATCH gebruikt om de transformatie uit te voeren.

Programma :	Commentaar :	
«		
('SIN(2*&w⊂)' '2*SIN(&w⊂)*COS(&w⊂)' } ↓MATCH	Plaatst de algebraïsche uitdrukking die herschreven moet worden en het lijst-argument in het stapelgeheugen en voert ↓MATCH uit. Om & in te toetsen drukt u op @ ♠ ENTER.	
»		
ENTER () HALF (STO)	Plaatst het programma in het stapelgeheugen en slaat het op in	

HALF.

Voer nu *HALF* uit om de uitdrukking 'SIN(2*(X+1))' te transformeren.

Voer de uitdrukking in die getransformeerd moet worden.

') SIN 2 X (-) X + 1 ENTER 1: 'SIN(2*(X+1))' Chais Pade hype Mints Wedth Singe

Kies het VAR menu en voer HALF uit.

VAR HALF



Plaats de uitdrukking in niveau 1 om de gehele uitdrukking te bekijken.

SWAP

1:	'2*SIN(X+1)*COS(X+1)'
HĤL	

De | (substitutie) functie

De | functie (ALGEBRA NXT), gelezen als "waarbij", voorziet variabelen die in een gedeeltelijk geëvalueerde algebraïsche uitdrukking staan, van een numerieke waarde. Deze functie biedt hierdoor de mogelijkheid integralen en gebruikersfuncties stapsgewijs te evalueren. In hoofdstuk 23, "Calculus", kunt u bijvoorbeeld zien hoe de evaluatie van een integraal een symbolisch resultaat in de volgende vorm oplevert:

'uitdr | var=bovengrens-uitdr | var=benedengrens

Hierbij is *uitdr* de geïntegreerde uitdrukking, die nog in de symbolische vorm staat, en is *VAR* de integratie-variabele. Als u opnieuw evalueert worden de integratiegrenzen gesubstitueerd.

Een ander voorbeeld is de gebruikersfunctie DRV, die gemaakt is door het volgende uit te voeren:

Evaluatie van *DRV* levert het volgende gedeeltelijk geëvalueerde resultaat op:

'8X(X)*2*X^(2-1)|(X=2)'

X is een lokale variabele en bestaat alleen terwijl de gebruikersfunctie DRV wordt uitgevoerd; de | functie wordt nu gebruikt, zodat de HP 48 een stapsgewijze differentiatie laat zien, terwijl de "levensduur" van de differentiatie-variabele verlengd wordt. Als u opnieuw evalueert, krijgt u de definitieve oplossing 4.

| kan ook uitgevoerd worden met twee argumenten in het stapelgeheugen: in niveau 2 een uitdrukking en in niveau 1 een lijst met de volgende vorm:

```
\langle naam_1 uitdr_1 \dots naam_n uitdr_n \rangle
```

Als u bijvoorbeeld 'A+B' (A'C+D'B7) | uitvoert, levert dit de uitdrukking 'C+D+7' op.

Calculus



Met de calculus commando's van de HP 48 kunt u de volgende bewerkingen uitvoeren met algebraïsche uitdrukkingen:

- Stapsgewijze en volledige differentiatie.
- Sommatie van reeksen.
- Taylorpolynomen.
- Symbolische en numerieke integratie.

Een calculus-voorbeeld. Bereken voor de uitdrukking:

'SIN(X)'

- De afgeleide van de uitdrukking.
- De afgeleide van de 5^e orde Taylor polynoom van de uitdrukking.

Evalueer vervolgens beide uitdrukkingen voor X = 0,5 en vergelijk de resultaten.

(Bij dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabele X niet bestaat in de huidige inhoudsopgave.)

Kies de Radiaalmodus en toets de afgeleide van de uitdrukking in de EquationWriter in.

➡ RAD (zo nodig)
➡ EQUATION
➡ ∂ X ► SIN X

∂ ∂X(SIN(X0 Phats Pros Hyp Math Vector Base

Plaats de uitdrukking in het stapelgeheugen en evalueer de uitdrukking.

ENTER EVAL EVAL

1: 'COS(X)' Chars Pade Hype Minta Verta Case

Voer nu de oorspronkelijke uitdrukking, de polynoom variabele (X) en de orde van de polynoom in. Bereken vervolgens de Taylor polynoom.

[] SIN X ENTER X ENTER 5 ← ALGEBRA TAYLR EVAL

3333333333333E· COLCT| EXPA | ISOL |QUAD |SHOW|TAYLR

Bereken de afgeleide van de Taylor polynoom naar X.

X ENTER 🍙



Evalueer beide uitdrukkingen voor X = 0.5

.5 X STO EVAL SWAP EVAL De Taylor polynoom heeft een nauwkeurigheid van 3 decimalen.

Differentiatie

De HP 48 kan een stapsgewijze of volledig geëvalueerde differentiatie van algebraïsche uitdrukkingen uitvoeren.

Stapsgewijze differentiatie

Als ∂ argumenten in *algebraïsche* notatie gebruikt, wordt een uitdrukking stapsgewijs gedifferentieerd. Als u de uitdrukking direct in de commandoregel intoetst, wordt de volgende syntaxis gebruikt:

' avar (uitdrukking) '

waarbij var de differentiatie-variabele is en *uitdrukking* de uitdrukking is die gedifferentieerd moet worden.

De EquationWriter gebruiken om een afgeleide in te toetsen. Met de EquationWriter kunt u een afgeleide in een grafische vorm intoetsen die gemakkelijk te lezen en te begrijpen is. Op pagina 252 in hoofdstuk 16 worden de regels voor het intoetsen van een afgeleide met de EquationWriter beschreven.

Voorbeeld: stapsgewijze differentiatie. Bereken de volgende uitdrukking stapsgewijs:

$$\frac{d}{dx}\tan\left(x^2+1\right)$$

(Bij dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabele X niet bestaat in de huidige inhoudsopgave.)

Stel als hoekmodus de Radiaalmodus in. Kies de EquationWriter en toets de afgeleide in.

(➡] RAD (zo nodig)
 (➡] EQUATION
 (➡) ∂ X ►
 (➡) A (𝑥) 2 ► (➡) 1

Evalueer de uitdrukking.

EVAL

In het resultaat staat nog steeds een afgeleide, waarmee de kettingregel van het differentiëren wordt geïllustreerd:

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1) =$$

$$\frac{d}{d(x^2+1)}\tan(x^2+1) \times \frac{d}{dx}(x^2+1) =$$

$$1 + \tan^2(x^2+1) \times \frac{d}{dx}(x^2+1)$$

De afgeleide van de tangensfunctie is nu berekend.

Bereken vervolgens de afgeleide van $x^2 + 1$.

EVAL

Het resultaat geeft de afgeleide van een som weer:

$$\frac{d}{dx}\left(x^2+1\right)=\frac{d}{dx}x^2+\frac{d}{dx}1$$

De afgeleide van 1 is 0, zodat de term verdwijnt.

Bereken vervolgens de afgeleide van x^2 .

EVAL

Het resultaat geeft opnieuw de kettingregel weer:

$$\frac{d}{dx}x^2 = \frac{d}{dx}(x)^2 \times \frac{d}{dx}(x)$$

De afgeleide van x^2 is nu berekend.

Bereken de uiteindelijke afgeleide.

EVAL



Volledige differentiatie

Als u een uitdrukking in één stap volledig wilt differentiëren, voert u het ∂ commando met twee argumenten uit:

- In niveau 2 de uitdrukking die gedifferentieerd moet worden.
- In niveau 1 de differentiatie-variabele.

Voorbeeld: volledige differentiatie. Bereken de volgende uitdrukking in één stap:

$$\frac{d}{dx}\tan\left(x^2+1\right)$$

Voer de uitdrukking in. Voer de differentiatie-variabele in.

⁽) (TAN) X (y^x) 2 (+ 1) (ENTER) () X (ENTER) 2: 'TAN(X^2+1)' 1: 'X' PRIATE PROFE TAYPE FROM RECEIPTION

Differentieer de uitdrukking.

P0

1: '(1+TAN(X^2+1)^2)*(2*X)' Emais Data Even Emais Viewa Base

Differentiatie van gebruikersfuncties

Door de gebruiker gedefinieerde functies zijn differentieerbaar. (Zie het voorbeeld op pagina 163 in hoofdstuk 10, "Door de gebruiker gedefinieerde functies".)

Geavanceerde calculus: door de gebruiker gedefinieerde afgeleiden

Als ∂ wordt toegepast op een HP 48 functie waarvoor geen ingebouwde afgeleide beschikbaar is, geeft ∂ een nieuwe functie met de naam "der", gevolgd door de naam van de oorspronkelijke functie. De nieuwe functie gebruikt de argumenten van de oorspronkelijke functie en de afgeleiden van de argumenten. In de HP 48 is bijvoorbeeld bij de definitie van % geen afgeleide opgenomen. Als u -12(23, 2) naar Z differentieert, krijgt u: 'der%(X,Y,∂Z(X),∂Z(Y))'

Elk argument voor de % functie levert twee argumenten op voor de der% functie. In dit voorbeeld levert het argument \times de argumenten \times en $\partial Z(\times)$ op, en levert het argument \vee de argumenten \vee en $\partial Z(\vee)$ op. U kunt verder differentiëren door een gebruikersfunctie te maken die de afgeleide vertegenwoordigt. Hieronder staat een afgeleide voor %:

« → x y dx dy '(x*dy+y*dx)/100' » 'der%' STO

Met deze definitie krijgt u een juiste afgeleide voor de % functie. Zo geeft

'%(X,2*X)' 'X' a COLCT

het resultaat ', 04*X'.

Zo geeft ∂ een formele afgeleide met de naam "der", gevolgd door de naam van de oorspronkelijke gebruikersfunctie, als ∂ wordt toegepast op een formele gebruikersfunctie (een naam, gevolgd door argumenten tussen haakjes, waarvoor in het gebruikersgeheugen geen door de gebruiker gedefinieerde functie bestaat). Als u bijvoorbeeld de formele gebruikersfunctie 'f (×1, ×2, ×3) '' differentieert naar ×, krijgt u:

'derf(x1,x2,x3,∂x(x1),∂x(x2),∂x(x3))'

Sommaties

Met de Σ functie berekent u de waarde van een eindige reeks. Als u de sommatie direct in de commandoregel intoetst, gebruikt u de volgende algebraïsche notatie:

' \(\Sigma\) (index=eerste waarde, laatste waarde, sommand) '

De EquationWriter gebruiken om een sommatie in te toetsen. In de EquationWriter kunt u een sommatie in grafische vorm intoetsen, die gemakkelijk te lezen en te begrijpen is. Op pagina 253 in hoofdstuk 16 worden de regels voor het intoetsen van een sommatie met de EquationWriter beschreven. Voorbeeld 1: de som van een eindige reeks berekenen. Bereken:

$$\sum_{n=1}^{50} \frac{(-1)^n n}{2^n}$$

Kies de EquationWriter en toets het Σ teken in. Toets de sommatie-index

met de eerste waarde in. Toets de laatste waarde in.

Het resultaat wordt in niveau 1 geplaatst.

Voorbeeld 2: een reeks evalueren om de convergentie te suggereren. Neem de volgende meetkundige reeks:

$$\sum_{n=1}^{\infty} r^{n-1}$$

Deel 1. Evalueer de reeks om een indruk te krijgen of deze convergeert of divergeert voor r = 0.5.

Bereken de som.

EVAL

() - 1 ▶ [*y*^x] N ▶ N $\div 2 y^{x} N$



1: -,2222222222221 COUCT EXPAN ISON COUNT SHORE TAXUS

PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Γ N 🕨 1 🕨 50 ►

Toets de sommand in.

Maak de systeemvlag -21 actief, zodat getallen groter dan MAXR (grootste reële getal) een overflow fout veroorzaken. Kies vervolgens de EquationWriter en toets het sommatie-teken en de sommatie-index met beginwaarde in.

21	SF
Ξ	
N 🕨 1 🕨	



Toets de eindwaarde voor de sommatie-index in. Geef een groot getal aan, omdat de HP 48 oneindige getallen niet kan weergeven. Toets de sommand in.

500 🕨 R 🖉 N 🗕 1

Voer de uitdrukking in en kopieer deze twee maal; de uitdrukking wordt later in dit voorbeeld nog eens gebruikt. Sla de waarde 0,5 op in *R* en bereken de som. (De berekening duurt circa 20 seconden.)

ENTER ENTER	ENTER
.5 🖞 R (STO)	
EVAL	

Verander nu de eindwaarde van de index in 1000 en bereken de som. (De berekening duurt circa 45 seconden.)

EDIT
 (7 maal) DEL 10 ENTER
 EVAL

2:	2
1:	2
PARTS PROB	HYP MATR VECTS BASE

1 : Parts Prob <u>hyp (Matrivectri</u>

De berekeningen suggereren dat de reeks naar 2 convergeert.

Deel 2. Evalueer de reeks om een suggestie te krijgen of deze convergeert of divergeert bij r = 100.

Plaats de tweede kopie van de uitdrukking in niveau 1, sla 100 in R op en bereken de som.

A ROLL ATTN 100 [] R [STO] EVAL



Er treedt nu een overflow fout op; dit wijst erop dat de reeks divergeert.

Het stapelgeheugen gebruiken voor het berekenen van sommaties. In de vorige paragrafen werd beschreven hoe u een sommatie uitvoert door een algebraïsche uitdrukking te evalueren. U kunt ook een sommatie berekenen door de Σ functie uit te voeren met de volgende argumenten:

- In niveau 4 de sommatie-index.
- In niveau 3 de beginwaarde van de sommatie-index.
- In niveau 2 de eindwaarde van de sommatie-index.
- In niveau 1 de sommand.

Benaderingen van Taylorpolynomen

Met het TAYLR commando (\square ALGEBRA TAYLR) berekent u een Taylor polynoom voor een algebraïsche uitdrukking. De uitdrukking wordt geëvalueerd in x = 0 (de zgn. Maclaurin reeks). TAYLR gebruikt drie argumenten uit het stapelgeheugen:

- 1. De uitdrukking uit niveau 3.
- 2. De reeksvariabele uit niveau 2.
- 3. De orde van de polynoom uit niveau 1.

Voorbeeld: een Taylor polynoom berekenen. Bereken de 3^e orde Taylor polynoom voor:

$$\frac{1}{\sqrt{1+x^3}}$$

Voer de uitdrukking, de polynoom-variabele en de orde van de polynoom in.

[] 1 ÷ 🕼 🖣 ()	3: '1	<pre>//(1+X^3).</pre>
1 + X y* 3	2:	'X'
	PARTS PROB HYP I	C Berg Riden Rise
3 ENTER		

Kies het ALGEBRA menu, toets de orde van de polynoom in en voer de benadering uit. (De berekening duurt circa 30 seconden.)

(ALGEBRA)	FAYLR
-----------	-------

1: '1-3/3!*X^3' COUCT EXPN ISOU (2006) SUDX TAVES

Evalueer opnieuw om de berekening af te sluiten.

EVAL	1:	'1-,5*X^3'
	COLCT EXPANSE	L I QUAD I SHOW I TAYLE

Het evaluatiepunt transleren. Als u het gedrag wilt weten van een functie in een gebied dat van nul verwijderd is, hebt u meer aan de Taylor polynoom als u het evaluatiepunt naar dat gebied transleert. Bovendien is de Taylor polynoom *zinloos* als de functie bij nul geen afgeleide heeft, tenzij u het evaluatiepunt niet van nul verwijdert. Hoewel TAYLR de functie en de bijbehorende afgeleiden altijd in 0 evalueert, kunt u het evaluatiepunt van nul verwijderen door de variabelen in de uitdrukking te veranderen. Stel bijvoorbeeld dat de functie een uitdrukking in X is en dat u de Taylor polynoom in X = 2 wilt hebben. U gaat als volgt te werk om het evaluatiepunt te transleren door de variabele te veranderen:

- 1. Verwijder Y.
- **2.** Sla 'Y+2' in X op.
- 3. Evalueer de oorspronkelijke functie, zodat de variabele X Y wordt.
- 4. Bereken de Taylor polynoom in Y = 0.

Transleer de functie nu terug naar X:

- 1. Verwijder X.
- **2.** Sla 'X-2' in Y op.
- **3.** Evalueer de nieuwe functie zodat Y in X veranderd wordt.

Integratie

De HP 48 kan voor een groot aantal uitdrukkingen met bekende primitieven symbolische integratie uitvoeren. Als de HP 48 met symbolische methodes geen oplossing biedt, kunt u een antwoord schatten door een numerieke integratie uit te voeren.

Symbolische integratie

Symbolische integratie houdt in, dat u een integraal berekent door een bekende primitieve te zoeken en vervolgens bepaalde integratiegrenzen te substitueren. Als u de integraal direct in de commandoregel intoetst, is de algebraïsche notatie:

\$ (ondergrens, bovengrens, integrand, var)

waarbij var de integratie-variabele is.

De EquationWriter gebruiken om een integraal in te toetsen. Met de EquationWriter kunt u een integraal in een grafische vorm intoetsen, die gemakkelijk te lezen en te begrijpen is. Op pagina 252 in hoofdstuk 16 worden de regels voor het intoetsen van een integraal met de EquationWriter beschreven.

Evaluatie van een integraal in algebraïsche notatie geeft een resultaat in niveau 1:

- Als het resultaat een uitdrukking in *gesloten vorm* is (als er geen integraalteken in het resultaat staat) is de symbolische integratie gelukt.
- Als in het resultaat nog steeds een integraalteken staat, kunt u proberen de uitdrukking opnieuw te rangschikken en te berekenen. Als een nieuwe rangschikking ook geen resultaat in gesloten vorm geeft, moet u het antwoord schatten met numerieke integratie.

Een resultaat met gesloten vorm ziet er als volgt uit:

'resultaat | var=b-resultaat | var=a '

waarbij *resultaat* de integraal met gesloten vorm, *var* de integratievariabele, *b* de bovengrens en *a* de ondergrens is. (De | (substitutie) functie wordt besproken in hoofdstuk 22 "Algebra" op pagina 446.) Druk opnieuw op **EVAL** om de integratiegrenzen te substitueren in de integratie-variabele. Hiermee sluit u de procedure af.

Voorbeeld: symbolische integratie. Bereken:

$$\int_{0}^{y} (x^2 + 1) \, dx$$

(Bij dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabele Y niet bestaat in de huidige inhoudsopgave.)

Kies de EquationWriter en toets het f teken en de grenzen in. Toets de integrand en de integratie-variabele in.





Evalueer de uitdrukking.

EVAL)



Het resultaat heeft een gesloten vorm. Evalueer de uitdrukking opnieuw om de grenzen te substitueren in de integratie-variabele.

v	٨	Γ
v	n	ь.

11:	'Y+Y^3/3'
PARTS PROB	HYP MATE VECTE BASE

Symbolische integratie met de HP 48. De HP 48 voert symbolische integratie uit door *patronen met elkaar te vergelijken*. De HP 48 kan het volgende integreren:

- Alle ingebouwde functies waarvan de primitieven uit te drukken zijn in termen van andere ingebouwde functies — SIN is bijvoorbeeld integreerbaar, omdat zijn primitieve COS een ingebouwde functie is. De argumenten voor deze functies moeten lineair zijn.
- Sommen, verschillen en negaties van ingebouwde functies waarvan de primitieven uitgedrukt kunnen worden in termen van andere ingebouwde functies — bijvoorbeeld 'SIN(X)-COS(X)'.

- Afgeleiden van alle ingebouwde functies 'INV(1+X^2)' is bijvoorbeeld integreerbaar, omdat het de afgeleide is van de ingebouwde functie ATAN.
- Polynomen waarvan de basis termlineair is 'X^3+X^2-2*X+6' is bijvoorbeeld integreerbaar, omdat X een lineaire term is. '(X^2-6)^3+(X^2-6)^2' is niet integreerbaar omdat X^2-6 niet lineair is.
- Geselecteerde patronen die bestaan uit functies waarvan de primitieven uitgedrukt kunnen worden als termen van andere ingebouwde functies — '1/(COS(X)*SIN(X))' bijvoorbeeld, geeft 'LN(TAN(X))'.

Voorbeeld: symbolische integratie. Bereken:

$$\int_{0}^{y} (x^2+1)^2 dx$$

(Bij dit voorbeeld wordt verondersteld dat de variabele Y niet bestaat in de huidige inhoudsopgave.)

Kies de EquationWriter en toets vervolgens het integraalteken, de grenzen, de integrand en de integratie-variabele in.

{ H0	ME }		
3: 2: 1:	¦1(0;	;Y;(',04*X' X^2+1)^2;X)
PHRT	S PROB	HYP	MATE VECTE BASE

Bereken de integraal.

(EVAL)

1: '5(0;Y;(X^2+1)^2;X)

De HP 48 komt niet verder, omdat de term X^2+1 niet lineair is.

Probeer de uitdrukking door uitwerken en verzamelen opnieuw te rangschikken.

(ALGEBRA) EXPA EXPA EXPA COLCT

1:	'∫(0,Y,1+X^4+2*X^2, X)'
COL	TT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR

Evalueer nu de opnieuw gerangschikte uitdrukking.

(EVAL)



Substitueer de grenzen van integratie om de procedure af te sluiten.

EVAL

1: '2*(Y^3/3)+Y^5/5+Y' COUCH EXERT ENDLE COURT ENDLE FORMER

De integrand benaderen door een Taylor polynoom

Het TAYLR commando wordt gebruikt om uitdrukkingen, die niet in een andere vorm integreerbaar zijn, te benaderen in de vorm van een polynoom.

Voorbeeld: de integrand benaderen als Taylor polynoom. Bereken:

 $\int_{a}^{y} e^{x^{2}} dx$

De uitdrukking e^{x^2} kan niet geïntegreerd worden met de methoden die tot nu toe beschreven zijn in dit hoofdstuk. U kunt echter een Taylor polynoom voor deze uitdrukking berekenen en vervolgens de polynoom integreren. Bereken voor dit voorbeeld de 4^e orde polynoom.

Voer de uitdrukking in. Voer de reeksvariabele in. Kies het ALGEBRA menu, toets de orde van de polynoom in en voer vervolgens de berekening uit. De berekening duurt circa 15 seconden. Sluit de evaluatie vervolgens af.

1: '1+X^2+,5*X^4' COUCT EXPR SOL COMO SHOLL TAVES Omdat de integrand reeds in het stapelgeheugen staat, gebruikt u argumenten uit het stapelgeheugen om de integraal te berekenen. (Instructies voor het gebruik van argumenten uit het stapelgeheugen bij integratie vindt u op pagina 466.)

Voer de onder- en bovengrenzen in en verplaats de integrand naar niveau 1.

0 ENTER Y ENTER

13:	0
Ž:	ıųī
11:	'1+X^2+,5*X^4'
COLCT EXPA	ISOL QUAD SHOW TAYLR

Voer de integratie-variabele in en integreer de uitdrukking. Sluit de evaluatie vervolgens af.

0	Х	Ε	NT	ER
		ſ		
Ε	VA	۱L)		

1: ',5*(Y^5/5)+Y^3/3+Y

De benadering van de integraal wordt in niveau 1 geplaatst. Let erop dat deze benadering minder nauwkeurig wordt als de waarde van Y toeneemt.

Numerieke integratie

Met numerieke integratie kunt u een bepaalde integraal benaderen wanneer met symbolische integratie geen resultaat in gesloten vorm verkregen wordt. Om de benadering te krijgen wordt bij numerieke integratie een iteratieve numerieke procedure gebruikt.

U gaat als volgt te werk om numerieke integratie uit te voeren:

- 1. Geef de nauwkeurigheidsfactor voor de integrand aan. De nauwkeurigheidsfactor bepaalt het acceptabele verschil tussen de laatste iteraties van de numerieke procedure. Behalve bij enkele uitzonderingen is deze factor de procentuele afwijking van het resultaat. De nauwkeurigheidsfactor wordt aangegeven door het displayformaat:
 - Druk op MODES.
 - Stel de display modus in op n Fix. Om een nauwkeurigheidsfactor van 0,0001 (0,01%) aan te geven, drukt u bijvoorbeeld op 4 FIX.

- 2. Voer de integraal in.
- 3. Druk op → NUM.

Voorbeeld: numerieke integratie. Gebruik numerieke integratie om het volgende te berekenen:

$$\int_{0}^{2} e^{x^{2}} dx$$

Geef een nauwkeurigheidsfactor van 0,0001 aan.

Geef de nauwkeurigheidsfactor aan. Kies de EquationWriter en toets vervolgens het integraalteken en de integratiegrenzen in. Toets de integrand en de integratie-variabele in.

MODES 4 FIX	
┍●/ 0 ▶ 2 ▶	
🖣 e ^x X y ^x 2 🕨	
▶ ► X	



Bereken de numerieke benadering. (De HP 48 heeft circa 25 seconden nodig om de berekening uit te voeren.)

1:				16,	4526
STD	FIX 🗉	SCI	ENG	SYM	EEEPO

(In het vorige voorbeeld werd een oplossing voor dezelfde integraal benaderd door een Taylor polynoom voor de integrand te berekenen. Evaluatie van deze integraal voor Y = 2 geeft het onnauwkeurige resultaat 5,53.)

De nauwkeurigheidsfactor en de integratie-onzekerheid. Met

numerieke integratie berekent u de integraal van een functie f(x) door een gewogen gemiddelde te berekenen van de waarde van de functie voor een groot aantal waarden van x (steunpunten) binnen het integratie-interval. De nauwkeurigheid van het resultaat is afhankelijk van het aantal steunpunten; in het algemeen is de nauwkeurigheid groter bij een groter aantal steunpunten. Er kunnen twee redenen zijn om de nauwkeurigheid van de integraal te beperken:

1. Het berekenen van de integraal duurt langer als er meer steunpunten zijn.

- 2. Er zijn inherente onnauwkeurigheden in iedere berekende waarde van f(x):
 - De empirisch afgeleide constanten in f(x) kunnen onnauwkeurig zijn. Als in f(x) bijvoorbeeld empirisch afgeleide constanten staan, die slechts in twee decimalen nauwkeurig zijn, is het weinig zinvol de integraal met de volledige machineprecisie van de calculator te berekenen (12 cijfers).
 - Als f(x) het model is van een fysisch systeem, kunnen er onnauwkeurigheden in het model voorkomen.
 - De calculator maakt zelf fouten bij het afronden van elke berekening van f(x).

Als u de nauwkeurigheid van de integraal indirect wilt beperken, geeft u de *nauwkeurigheidsfactor* van de *functie* aan; deze factor wordt als volgt gedefinieerd:

 $nauwkeurigheids factor \geq$

 $\frac{\text{werkelijke waarde van } f(x) - \text{berekende waarde van } f(x)}{\text{berekende waarde van } f(x)}$

De nauwkeurigheidsfactor is uw decimale schatting van de onnauwkeurigheid in elke berekende waarde van f(x). U geeft de nauwkeurigheidsfactor aan door een display modus van n FIX in te stellen. Als u bijvoorbeeld de display modus 2 Fix instelt, is de nauwkeurigheidsfactor 0,01 of 1%. Als u de display modus 5 Fix instelt, is de nauwkeurigheidsfactor 0,00001 of 0,001%.

Het verband tussen de nauwkeurigheidsfactor en de *integratie-onzekerheid* (een meting van de nauwkeurigheid van de *integraal*) is als volgt:

integratie – onzekerheid \leq nauwkeurigheidsfactor $\times \int |f(x)| dx$



Het gearceerde gebied geeft de waarde van de integraal aan. Het blauwe gebied geeft de waarde van de integratie-onzekerheid aan. Dit is de gewogen som van de onnauwkeurigheden in elke berekening van f(x). U ziet dat bij elk punt x de integratie-onzekerheid evenredig is aan f(x).

Het numerieke integratie-algoritme gebruikt een iteratieve methode: bij elke volgende iteratie wordt het aantal steunpunten verdubbeld. Aan het einde van elke iteratie worden de integraal en de integratie-onzekerheid berekend. Vervolgens wordt de waarde van de integraal die bij deze iteratie berekend is, vergeleken met de waarden die bij de laatste twee iteraties werden berekend. Als het verschil tussen één van deze waarden en de andere twee waarden minder is dan de integratie-onzekerheid, stopt het algoritme. De huidige waarde van de integraal wordt in niveau 1 geplaatst en de integratie-onzekerheid wordt opgeslagen in de variabele *IERR*.

Het is hoogst onwaarschijnlijk dat de onnauwkeurigheid in elk van de drie opeenvolgende berekeningen van de integraal — dat wil zeggen, het verschil tussen de eigenlijke integraal en de berekende waarden — groter is dan het verschil tussen de benaderingen zelf. Daarom is de onnauwkeurigheid in de laatste waarde bijna altijd kleiner dan de integratie-onzekerheid.

Voorbeeld: nauwkeurigheidsfactor en integratie-onzekerheid Bij bepaalde problemen in de communicatietheorie moet een integraal (soms ook de *sinus* integraal genoemd) berekend worden die er als volgt uitziet:

$$\operatorname{Si}(t) = \int_0^t \frac{\sin x}{x} \, dx$$

Bereken Si(2 graden).

Omdat de functie $f(x) = \sin x/x$ een zuiver wiskundige functie is zonder empirisch afgeleide constanten, wordt de enige onnauwkeurigheid van de functie veroorzaakt door de fout die de calculator bij het afronden maakt. Daarom is het analytisch redelijk een nauwkeurigheidsfactor van 1×10^{-11} aan te geven.

Stel de hoekmodus in op graden. Stel de standaard display modus in. Kies de EquationWriter. Toets het integraalteken en de integratiegrenzen in. Toets de integrand en de integratie-variabele in.

(♣) RAD (zo nodig)
(♣) MODES STD
(♣) EQUATION
(♣) [₽] 0 ● 2 ●
SIN X ● ÷ X ● ● X

Plaats de integraal in het stapelgeheugen en maak een kopie voor later gebruik. Bereken de integraal.

Bekijk de integratie-onzekerheid.

VAR IERR





De integratie-onzekerheid is alleen significant voor het laatste cijfer van de integraal. De berekening duurt circa 5 seconden. Als minder nauwkeurig antwoord ook acceptabel is, kunt u de berekeningstijd korter maken. U kunt een nauwkeurigheidsfactor van 0,001 instellen.

Stel de display modus 3 Fix in, verplaats de integraal naar niveau 1 en voer de integratie uit.

	3 F I	X
	ROLL	(ATTN)
► NUM		

3:		0,035
1:		0,035
STD	FIX SCI EN	3 SYM BEEPO

Bekijk de integratie-onzekerheid.

VAR IERR



De integratie-onzekerheid is nu veel groter. Maar toch is de onzekerheid vergeleken met de waarde van de integraal relatief klein; bovendien duurt de berekening nu slechts één seconde.

Het stapelgeheugen gebruiken voor integratie

Als u symbolische integratie in het stapelgeheugen wilt uitvoeren, gebruikt u de volgende argumenten bij het \int commando:

- In niveau 4 de ondergrens.
- In niveau 3 de bovengrens.
- In niveau 2 de integrand.
- In niveau 1 de integratie-variabele.

Als u numerieke integratie in het stapelgeheugen wilt uitvoeren, stelt u eerst de Numerieke oplossingsmodus in (maak vlag -3 actief) en volgt u daarna de bovenstaande procedure.
Tijd, signalen en berekeningen met datums



Met de bewerkingen in TIME kunt u:

- De klok van de calculator instellen en bijstellen.
- Signalen instellen en bekijken.
- Berekeningen met tijd en datums uitvoeren.

Een voorbeeld van een tijdsberekening. Uw chef heeft u een project toegewezen en wil over 30 dagen een bespreking met u hebben over de vooruitgang van het project. Stel eerst de huidige datum en tijd in (10 december 1990, 10:45 uitbrengen.

Stel de display modus in op 6 Fix. Kies het TIME SET menu.

MODES 6 FIX
● TIME SET

{ HOME }	13.06.90	08:33:34
4:		
3:		
2 :		
11:		
→DAT →TIM A	/PM 12/24 M	70

468 24: Tijd, signalen en berekeningen met datums

Plaats eerst de huidige datum in niveau 1 om de datum te berekenen waarop u het rapport moet inleveren.

TIME NXT DATE

Toets het aantal dagen in en bereken de datum.

30 DATE+

Uw rapport moet er op 9,011991 (9 januari 1991) zijn.

Stel nu een signaal in voor 9:00 's ochtends op 9 januari.

Kies het TIME ALRM menu.

Stel de datum	en de tijd v	oor het signa	al in. (De sig	naaldatum	staat r	reeds
in niveau 1.)	-	-				

>DATE 9>TIME

{ HOME }	10.12.90
4:	
3:	
Ž:	
17.	

1:

S HUME 3

90AT | 9TIM | A/PM | 12/24| M/D |

08:34:58

{ HOME }	10.12.90	10:45:00
4:		
3:		
ζ:		
	70M 13734 M	20
THILF THUE	/PMj12/24j M	70

10,121990 11: DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICKS

DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICK

9.01199

10.12.90 HOME } 10:52:09 Enter alarm, press SEI MON 10.12.90 00:00:00

DATEDTIME A/PM EXEC RPT SET

{ HOME } 10.12.90 10:53:39 Enter alarm press WED 09.0 »DATE)>TIME(A/PM) EXEC | RPT | SET

10.121990 →DAT

Stel de huidige tijd in.

10.45 → TIM

Stel de huidige datum in.

Voer een melding in.

► • VANDAAG RAPPORT

{ HOME }	10.12.90	10:50:50
Enter ala WED 09.01	rm, pre 91 09	ss SET :00:00
		PT SET

Sla het signaal op in de signaallijst van het systeem.

SET

{ HOME }	10.12.90	10:55:37
Next alar WED 09.01 VANDAAG R	91 09 Apport	9:00:00
SET ADJST AL	.RM] ACK [A	ICKA CAT

De structuur van TIME

Op de eerste pagina van het TIME menu staan toetsen voor fundamentele bewerkingen met Time: de klok instellen of gelijkzetten, en het instellen, bekijken en bevestigen van signalen. Op de tweede en derde pagina staan commando's voor berekeningen met tijd en datums.

Druk op (TIME) om de eerste pagina van het TIME menu te tonen. Als aanvulling op het TIME menu toont de HP 48 de huidige datum en tijd in het statusgebied, evenals het eerstvolgende signaal, als dit tenminste ingesteld is. U kunt op elk willekeurig moment op (REVIEW) drukken om het eerstvolgende signaal weer op te roepen.

Gewoonlijk ziet u datum en tijd alleen in het TIME menu. Druk op MODES NXT CLK om datum en tijd overal te zien. Druk nogmaals op CLK om de weergave van datum en tijd weer uit te schakelen.

Eerste pagina van het TIME menu

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
SET		Kiest het SET menu voor het instellen van de datum en tijd van de calculator.
ADJST		Kiest het ADJST menu voor het bijstellen van de klok van de calculator.
ALRM		Kiest het ALRM menu voor het invoeren van een signaal. In het ALRM menu staan ook commando's voor het gebruik van signalen in programma's.
ACK	ACK	Bevestigt het signaal dat het langst verlopen is.
ACKA	ACKALL	Bevestigt alle verlopen signalen.
CAT		Kiest de Signaalcatalogus voor het bekijken en bewerken van de bestaande signalen.

Datum en tijd instellen

Kies voor het instellen van de datum en de tijd het TIME menu (() TIME) en druk op SET. Hierdoor stelt u het TIME SET menu in werking.

Het TIME SET menu

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	SET :	
⇒DAT	→DATE	Stelt het getal in niveau 1 als huidige datum in.
→TIM	→TIME	Stelt het getal in niveau 1 als de huidige tijd in.
AZPM		Verandert de instelling van de klok van AM in PM of omgekeerd.
12/24		Verandert de 12-uurs tijdsaanduiding in een 24-uurs tijdsaanduiding of omgekeerd.
MZD		Verandert de datumaanduiding van maand/dag/jaar in dag.maand.jaar of omgekeerd.

De datum instellen

Instelling van de datum:

- 1. Let op de huidige datumaanduiding. Als de datum met schuine strepen wordt getoond (bijvoorbeeld 11/21/90), is de huidige datumaanduiding maand/dag/jaar. Als de datum met punten wordt weergegeven (bijvoorbeeld 21.11.90), is de huidige datumaanduiding dag.maand.jaar.
- 2. Toets de huidige datum in als een getal met zeven of acht cijfers, en gebruik daarbij de huidige datumaanduiding. 5 januari 1990 wordt bijvoorbeeld 1.051991 in de maand/dag/jaar aanduiding (MM.DDJJJJ) of 5.011991 in de dag.maand.jaar aanduiding (DD.MMJJJJ). U hoeft het jaar niet aan te geven als het huidige jaar al in de display getoond wordt.
- **3.** Druk op \rightarrow DAT om de datum in te stellen.

De tijd instellen

Instelling van de tijd:

- 1. Let op de huidige tijdaanduiding A of P geeft een 12 uurs aanduiding aan.
- 2. Gebruik de huidige aanduiding om de juiste tijd in te toetsen als een getal met het formaat UU.MMSS. 1:16:47 PM wordt bijvoorbeeld ingetoetst als 1.1647 (in 12-uurs tijdsaanduiding) of 13.1647 (in 24-uurs tijdsaanduiding). (Als de calculator op een 12-uurs aanduiding is ingesteld, wordt ook een tijdstip in 24-uurs aanduiding geaccepteerd.)
- **3.** Druk op \rightarrow TIM om de klok in te stellen.
- **4.** Alleen bij 12-uurs tijdsaanduiding: Druk eventueel op AZPM om AM en PM te verwisselen.

Aanduiding van datum en tijd veranderen

Als u de maand/dag/jaar en dag.maand.jaar aanduiding wilt verwisselen, drukt u op M/D. Als u de 12- en 24-uurs tijdsaanduiding wilt verwisselen, drukt u op 12/24.

Voorbeeld: de tijd en de datum instellen. Stel de tijd en datum in op 10:08 's ochtends, 20 april 1990. Gebruik de 24-uurs en de dag.maand.jaar aanduidingen (druk eventueel op 12/24 en M/D).

Kies het TIME SET menu.

TIME SET

{ HOME }	10.12.90	10:55:59
4:		
3:		
Ž:		
11:		
PDAT PTIM A	/PM 12/24 M	70

Stel de tijd en datum in.

10.08 →TIM 20.041990 →DAT

{ HOME } 20.04.90 10:08:00

U ziet nu een nieuwe tijd en datum in het statusgebied.

De tijd gelijkzetten

Als u de tijd gelijk wilt zetten, kiest u het TIME menu en drukt u op ADJST. Hierdoor wordt het TIME ADJST menu geactiveerd.

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	ADJST:	
HR+		Stelt de tijd één uur later in.
HR-		Stelt de tijd één uur vroeger in.
MIN+		Stelt de tijd één minuut later in.
MIN-		Stelt de tijd één minuut vroeger in.
SEC+		Stelt de tijd één seconde later in.
SEC-		Stelt de tijd één seconde vroeger in.
CLKA	CLKADJ	Hierdoor wordt het aangegeven aantal clock ticks bij de tijd opgeteld (of afgetrokken), waarbij 8192 clock ticks gelijk zijn aan 1 seconde. CLKADJ wordt gebruikt om de klok van de calculator in een programma aan te passen.

Het TIME ADJST Menu

Signalen instellen

Met de HP 48 kunt u twee soorten signalen instellen, *afspraaksignalen* en *besturingssignalen*. Deze twee soorten signalen kunt u herkennen aan de *manier van uitvoering*:

 Als het tijd voor een afspraaksignaal is, wordt de (optionele) melding getoond die u als reeks hebt ingevoerd bij het instellen van het signaal. Ook laat de calculator gedurende 15 seconden een reeks pieptonen horen. Deze reeks wordt onderbroken als u het signaal bevestigt door op een toets te drukken.

Als het tijd is voor een besturingssignaal, wordt het object uitgevoerd dat u bij het instellen van het signaal hebt aangegeven (meestal is dit een programma).

Als u een signaal instelt, wordt het opgenomen in de Signaalcatalogus. In de Signaalcatalogus kunt u een willekeurig signaal bekijken en bewerken.

Als u een signaal wilt instellen, kiest u het TIME menu en drukt u op ALRM.

	ALRM:	
>DATE		Stelt het getal in niveau 1 in als de datum voor het signaal.
>TIME		Stelt het getal in niveau 1 in als de tijd voor het signaal.
A/PM		Verwisselt 's ochtends en PM van de signaaltijd.
EXEC		Slaat het object in niveau 1 op als handeling voor het uitvoeren van het signaal. Als het object een reeks is, wordt het signaal uitgevoerd als een afspraaksignaal, zodat de inhoud van de reeks als melding getoond wordt. Als het object <i>geen</i> reeks is, gaat het om een besturingssignaal en wordt het object op de ingestelde tijd uitgevoerd. (Met recent EXEC roept u het huidige object weer op in het stapelgeheugen.)
RPT		Kiest het RPT menu voor het instellen van de herhalingsintervallen.
SET		Stelt het signaal in dat u zojuist hebt ingevoerd, en slaat het op in de signaallijst van het systeem.

De eerste pagina van het TIME ALRM Menu

dddd

Afspraaksignalen

U stelt een afspraaksignaal als volgt in:

- Voer de datum van de afspraak met de huidige datumaanduiding in en druk daarna op DATE. (U hoeft de datum niet in te voeren als het om de huidige datum gaat.)
- 2. Toets de tijd voor de afspraak met de huidige tijdsaanduiding in en druk daarna op >TIME.
- **3.** Optioneel: voer de melding in (een reeks) en druk daarna op EXEC.
- 4. Optioneel: stel de herhalingsintervallen in (dit wordt in de volgende paragraaf uitgelegd).
- 5. Druk op SET om het signaal in te stellen en sla het signaal op in de signaallijst van het systeem. De HP 48 gaat automatisch terug naar het TIME hoofdmenu en toont opnieuw het eerstvolgende signaal.

Een signaal herhalen

Als u wilt dat een signaal met bepaalde intervallen herhaald wordt, kunt u dit in het ALRM RPT menu aangeven. De commando's in het ALRM RPT menu gebruiken een reëel getal *n* uit niveau 1. Nadat het commando is uitgevoerd, wordt het TIME ALRM menu automatisch opnieuw getoond.

Het RPT menu

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	ALRM RPT :	
WEEK		Stelt een herhalingsinterval van <i>n</i> weken in.
DAY		Stelt een herhalingsinterval van <i>n</i> dagen in.
HOUR		Stelt een herhalingsinterval van <i>n</i> uren in.
MIN		Stelt een herhalingsinterval van <i>n</i> minuten in.
SEC		Stelt een herhalingsinterval van <i>n</i> seconden in.
NONE		Annuleert het herhalingsinterval en gaat terug naar het TIME ALRM menu.

Voorbeeld: een repeterend signaal instellen. Stel een afspraaksignaal in voor de wekelijkse directievergadering op vrijdag om 10:30 's ochtends, te beginnen op 1 november 1991.

Kies het TIME ALRM menu en stel de tijd, de datum en de melding voor het signaal in.

● TIME ALRM
 10.30 > TIME
 01.111991 > DATE
 ● ● DIR VERG EXEC

{ HOME }	20.0	04.90	10:	:16:29
Enter alar FRI 01.11. DIR VERG	.9i	Pre: 10	55 :30	SET 9:00
DATE TIME A/P	ME	KEC R	PT	SET

Kies het RPT menu en stel een herhalingsinterval van één week in.

RPT 1 WEEK

{ HOME }	20.0	94.90	10:	18:38
Enter alar FRI 01.11.	%	pre: 10	55 :30	SET 9:00
DIR VERG Ret=1 week	(s))		
DATEDTIME AVP	ME	EC R	PT	SET

Het ALRM menu wordt opnieuw getoond. Stel het signaal in.

SET

{ HOME }	20.04.90	10:20:15
Next alar WED 09.02 VANDAAG R	rm: L.91 09: RAPPORT	:00:00
SET ADJST A	LRM ACK AC	KA CAT

Het eerstvolgende signaal wordt opnieuw getoond.

Een afspraaksignaal bevestigen

Als het tijd voor een afspraaksignaal is, hoort u met korte tussenpozen gedurende 15 seconden een reeks pieptonen en wordt de bijbehorende melding getoond. Druk om het huidige signaal te bevestigen, op een willekeurige toets terwijl u de pieptonen hoort. Na het bevestigen van het signaal:

- Stoppen de pieptonen.
- Verdwijnt de (••) indicator uit de display.
- Wordt na korte tijd de melding gewist.
- Wordt het signaal opnieuw ingesteld als het een repeterend signaal is.

Niet bevestigde afspraaksignalen

Als een afspraaksignaal niet binnen 15 seconden bevestigd wordt, stoppen de pieptonen, wordt de melding van de display gewist en is het signaal "verlopen". De (•) indicator blijft in de display staan, om u te waarschuwen dat een signaal verlopen is. U kunt een verlopen signaal als volgt bevestigen:

- 1. Druk op (TIME). Het signaal dat het langst verlopen is, wordt in de display getoond (met datum, tijd en melding).
- 2. Druk op ACK om het signaal te bevestigen en wis het uit de display en de signaallijst van het systeem.
- Als er meerdere signalen verlopen zijn, wordt nu het daaropvolgende verlopen signaal getoond. Druk opnieuw op
 ACK om het signaal te wissen. Als er geen signalen verlopen zijn, verdwijnt de (••) indicator (als deze niet om bijzondere redenen aan blijft) en wordt het eerstvolgende signaal getoond.

U kunt eventueel op **ACKA** drukken om *alle* verlopen signalen met één toetsaanslag te bevestigen.

Bevestigde, niet repeterende afspraaksignalen opslaan. Gewoonlijk worden bevestigde, niet repeterende afspraaksignalen verwijderd uit de signaallijst van het systeem. Maak systeemvlag -44 actief als u bevestigde, niet repeterende afspraaksignalen wilt *opslaan*.

Let erop dat een lange lijst met verlopen signalen (meer dan 20) de prestaties van de calculator kan beïnvloeden. Het is dus aan te raden, de lijst niet te lang te maken.

Niet bevestigde, repeterende afspraaksignalen verwijderen. Gewoonlijk worden niet bevestigde, repeterende signalen opnieuw ingesteld. Maak systeemvlag – 43 actief om een dergelijk signaal te verwijderen als het verlopen is.

Pieptonen uitschakelen. Maak vlag – 57 actief om te voorkomen dat u pieptonen hoort als het tijd is voor een afspraaksignaal.

Een besturingssignaal instellen

Een *besturingssignaal voert een object uit* (meestal een programma of een naam van een programma) op de tijd en datum die u hebt aangegeven. Er wordt geen melding getoond. U stelt een besturingssignaal als volgt in:

- 1. Stel de datum en tijd voor het signaal in op dezelfde manier als bij andere signalen.
- 2. Voer het object in dat uitgevoerd moet worden en druk vervolgens op EXEC.
- **3.** Druk op SET om het besturingssignaal in te stellen.

Als het tijd is voor een besturingssignaal, wordt een kopie van de signaalindex in niveau 1 geplaatst en wordt het aangegeven object uitgevoerd. De signaalindex is een reëel getal waarmee het signaal wordt geïdentificeerd en dat gebaseerd is op de chronologische plaats van het signaal in de signaallijst van het systeem. De signaalindex wordt gebruikt bij programmeerbare signaalcommando's (besproken op pagina 483). **Besturingssignalen bevestigen en opslaan.** Een besturingssignaal waarvoor de ingestelde tijd is aangebroken, wordt *altijd* als bevestigd beschouwd. Een besturingssignaal (repeterend of niet repeterend) dat op de ingestelde tijd wordt uitgevoerd, wordt *altijd* opgeslagen in de signaallijst van het systeem. De vlaggen -43 en -44 hebben dus geen invloed op besturingssignalen.

Signalen met een korte herhalingsinterval corrigeren

Het kan gebeuren dat het herhalingsinterval van een repeterend signaal zo kort is, dat het sneller opnieuw ingesteld en uitgevoerd wordt dan u het kunt verwijderen uit de signaallijst. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen, als u voor een repeterend afspraaksignaal per ongeluk een heel kort herhalingsinterval instelt. Het kan ook optreden, als u de HP 48 met behulp van een besturingssignaal metingen met korte tussenpozen laat verrichten.

U kunt deze situatie corrigeren door tegelijkertijd op ON en 4 te drukken. Hierdoor wordt in de calculator een status ingesteld, waarbij het opnieuw instellen van het eerstvolgende signaal geannuleerd wordt (dit is meestal het repeterende signaal met het korte herhalingsinterval). Als het tijd is voor dit signaal, of als u op de volgende toets drukt, wordt de "niet herhalen" status van de calculator geannuleerd, zodat deze niet geldt voor de volgende signalen.

Let op het volgende:

- Omdat de "niet herhalen" status geannuleerd wordt als u op een toets drukt, moet u wachten tot het tijd is voor het signaal voordat u op andere toetsen drukt.
- Als u het repeterend alarm met het korte herhalingsinterval later opnieuw wilt starten, moet u het bewerken, om er weer een repeterend signaal van te maken. U kunt dit doen door een nieuwe begintijd in te stellen.

Signalen bekijken en wijzigen

Kies de Signaalcatalogus om het huidige signaalschema te bekijken en bestaande signalen te wijzigen: druk op TIME CAT of TIME. De signaallijst van het systeem wordt getoond met een \blacktriangleright bij het eerstvolgende alarm. (Als er geen signalen in de lijst staan, toont de HP 48 de melding Empty catalog.)

De Signaalcatalogus is een speciale omgeving, waarin het toetsenbord opnieuw gedefinieerd is en alleen bepaalde bewerkingen kunnen worden uitgevoerd. U kunt niet naar een ander menu gaan zonder de catalogus te verlaten. Bovendien hebt u in de Signaalcatalogus geen toegang tot het stapelgeheugen. Met ♥ verplaatst u de ▶ cursor naar beneden (naar een later tijdstip) en met ▲ verplaatst u de cursor naar boven (naar een vroeger tijdstip). De bewerkingen in de Signaalcatalogus worden uitgevoerd op het signaal waar de cursor naar wijst.

Bewerkingen in de Signaalcatalogus

PURG Execs	Verwijdert het gekozen signaal uit de signaallijst. Verwisselt het tonen van de tijd en datum voor alle signalen met het tonen van de uit te voeren handeling.
EDIT	Verwijdert het gekozen signaal uit de signaallijst van het systeem, zodat het bewerkt kan worden, en verlaat de catalogus.
→ STK	Kopieert het gekozen signaal naar het stapelgeheugen.
YIEW	Laat alle informatie over het gekozen signaal zien.
	Schuift de cataloguscursor één niveau omhoog. Als u eerst op f drukt, verplaatst u de cataloguscursor één pagina omhoog (PgUp in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u eerst op r drukt, verplaatst u de cataloguscursor naar het eerste signaal in de catalogus (F I in de volgende afbeelding van het toetsenbord).

Bewerkingen in de Signaalcatalogus (vervolg)

	Schuift de cataloguscursor één niveau omlaag. Als u eerst op f drukt, verplaatst u de cataloguscursor één pagina omlaag (PgDn in de volgende afbeelding van het toetsenbord); als u eerst op r drukt, verplaatst u de cataloguscursor naar het laatste signaal in de catalogus (PI in de volgende afbeelding van het toetsenbord).
ENTER	Kopieert het gekozen signaal naar het
ATTN	Vodaat do catalogue
	Vendal de Calalogus.



Voorbeeld: een signaal wijzigen. In het vorige voorbeeld hebt u een signaal ingesteld voor de directievergadering van 10:30 op vrijdag. De vergadering vindt nu plaats om 9:30 op dezelfde dag. Neem deze wijziging op in het signaal.

Kies de Signaalcatalogus in TIME.

{ HOME }	20.04.90 10:24:24
▶09.01 01.11	09:00 VANDAAG 10:30 DIR VERG
PURG	EXECS EDIT +STK VIEW

Druk op \bigtriangledown tot \blacktriangleright naar het juiste signaal wijst. (De positie van het signaal in de signaallijst is afhankelijk van de datums die u in de voorgaande voorbeelden gebruikt hebt.)

▼…

{ HOME }	20.04.90	L0:27:36
09.01 ▶01.11	09:00 VAND 10:30 DIR	>AAG VERG
PURG	EXECS EDIT (+STI	S VIEW

Bekijk het signaal om te controleren of u het juiste signaal wijzigt.

VIEW

{ HOME }	20.04.	90	10:29:05
FRI 01.11. DIR VERG	91	10:	30:00
Rpt=1 week	(s) 8800	÷si	K VIEW

Wijzig het signaal.

EDIT

{ HOME }	20.04.90	10:30:15
Enter ala	arm, pre	ss SET
DIR VERG		
Rpt=1 wee	ek (s) Nemi exec	RPT SET

Stel de nieuwe signaaltijd in.

9.30>TIME SET

{ HOME }	20.04.90	10:32:15
Next alar WED 09.01 VANDAAG R	.91 09 APPORT	:00:00
SET ADJST A	.RM] ACK [AC	KA CAT

Het eerstvolgende signaal wordt opnieuw getoond.

Let erop dat na het indrukken van EDIT het gekozen signaal uit de Signaallijst verwijderd wordt, en niet wordt teruggezet tot u op SET drukt. Het signaal wordt opgeslagen in de gereserveerde variabele ALRMDAT tot u op SET drukt.

Signalen gebruiken in een programma

De volgende commando's worden gebruikt met programmeerbare commando's. Een signaal wordt in het stapelgeheugen aangegeven door een lijst met de volgende vorm:

(datum tijd handeling herhaling)

waarbij datum en tijd de signaaldatum en -tijd zijn, handeling de handeling is die uitgevoerd wordt en herhaling het herhalingsinterval in clock ticks is (1 clock tick is 1/8192 seconde).

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
	ALRM (page 2):	
STOAL	STOALARM	Slaat het signaal uit niveau 1 op in de signaallijst van het systeem en plaatst de bijbehorende signaalindex <i>n</i> in niveau 1. Het signaallijst-argument voor STOAL kan één van de volgende vier vormen hebben: { <i>tijd</i> }; { <i>datum tijd</i> }; { <i>datum tijd handeling</i> }; { <i>datum tijd handeling herhaling</i> }. Als alleen de tijd als reëel getal is aangegeven, wordt de huidige datum altijd als signaaldatum gebruikt.

Commando's voor programmeerbare signalen

Commando's voor programmeerbare signalen

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving
RCLAL	RCLALARM	Gebruikt de signaalindex <i>n</i> van niveau 1 en plaatst het bijbehorende signaal in niveau 1.
DELAL	DELALARM	Gebruikt de signaalindex n van niveau 1 en verwijdert het bijbehorende signaal uit de signaallijst van het systeem. Als $n = 0$, worden alle signalen uit de signaallijst van het systeem verwijderd.
FINDA	FINDALARM	Geeft de signaalindex <i>n</i> van het eerstvolgende signaal na de tijd die in niveau 1 is aangegeven. Dit gaat als volgt: als het argument in niveau 1 een lijst is in de vorm <i>C datum tijd</i> , wordt het eerstvolgende signaal na de aangegeven datum en tijd getoond; als het argument in niveau 1 een <i>datum</i> in de vorm van een reëel getal is, wordt het eerstvolgende signaal na 12 uur 's nachts op die datum getoond; als 0 het argument in niveau 1 is, wordt het laatst <i>verlopen</i> signaal getoond.

Datumberekeningen

Met vier commando's op pagina twee van het TIME menu kunt u berekeningen met datums uitvoeren.

Commando's voor datumberekening

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving			
•][TIME] (pag. 2):					
DATE+	DATE+	Geeft een eerdere of latere datum in de vorm van een getal (DD.MMJJJJ of MM.DDJJJJ), als in niveau 2 een datum gegeven is en in niveau 1 het aantal dagen.			
DDAYS	DDAYS	(Delta dagen.) Geeft het aantal dagen tussen de datum in niveau 2 en de datum in niveau 1.			
DATE	DATE	Geeft de huidige datum in de vorm van een getal (DD.MMJJJJ of MM.DDJJJJ).			
TSTR	TSTR	(Timestring, tijdreeks.) Geeft een willekeurige geldige datum en tijd in de vorm van een reeks, als de datum in de vorm van een getal in niveau 2 staat, en de tijd in de vorm van een getal in niveau 1 staat.			

Voorbeeld: een toekomstige datum bepalen. Op 15 juli 1991 neemt u een optie op een stuk land, die na 120 dagen vervalt. Bepaal de vervaldatum.

Kies pagina twee van het TIME menu.

DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICKS

Zorg ervoor dat de calculator de DDMMJJJJ datumaamduiding gebruikt. Voer de bekende datum in. Toets het aantal dagen in en bereken vervolgens de vervaldatum.

15.071991 ENTER 120 DATE+

1: 12,111991 (CTTES (CCTTS) CTTE TIME TELES Voorbeeld: bereken het aantal dagen tussen twee datums. Bereken het aantal dagen tussen 20 april 1982 en 2 augustus 1986.

Zorg ervoor dat de calculator de DDMMJJJJ datumaamduiding gebruikt. Kies pagina twee van het TIME menu en voer de eerste datum in. Toets de tweede datum in en bereken het aantal dagen.

(TIME) NXT) 20.041982 (ENTER) 02.081986 DDAYS

ł	HOME	: }	20.04.50	10:11:46
4	:			
5	:			
1	:		1.565,	000000
Ξ	NTE+	DDAYS	DATE TIME 1	ISTR TICKS

Tijdsberekening

Met de commando's op pagina drie van het TIME menu en het TICKS commando op pagina twee kunt u tijdsberekeningen uitvoeren.

HMS verwijst naar het *uren-minuten-seconden* formaat: *H.MMSSs* waarbij:

- H nul is of uit meer cijfers bestaat, die het aantal uren aangeven.
- MM uit twee cijfers bestaat die het aantal minuten aangeven.
- SS uit twee cijfers bestaat die het aantal seconden aangeven.
- s nul is of uit meer cijfers bestaat die de tienden van seconden aangeven.

(Bij hoekberekeningen kan H ook graden aangeven — zie de paragraaf "Functies voor hoekconversie" op pagina 154 in hoofdstuk 9).

Commando's voor tijdsberekening

Toetsen	Program- meerbaar commando	Beschrijving		
•][TIME] (pag. 2 en 3):				
TIME	TIME	Geeft de huidige tijd in de vorm van een getal.		
TICKS	TICKS	Geeft de systeemtijd als een binair geheel getal in eenheden van 1/8192 seconde.		
→HMS	→HMS	Converteert een reëel getal dat decimale uren aangeeft, naar HMS formaat.		
HMS→	HMS→	Converteert een reëel getal in HMS formaat naar de decimale vorm.		
HMS+	HMS+	Telt twee getallen in HMS formaat bij elkaar op en geeft de som in HMS formaat weer.		
HMS-	HMS-	Trekt twee getallen in HMS formaat van elkaar af en geeft het verschil in HMS formaat weer.		

Voorbeeld: conversie van decimaal naar HMS. Converteer 5,27 uur naar een tijdsaanduiding in HMS formaat.

Kies pagina 3 van het TIME menu.

→HMS HMS→ HMS+ HMS-

Toets de decimale tijd in en voer de conversie uit.

5,27 →HMS

11:	5,161200
⇒HMS HMS⇒	HMS+ HMS-

Het antwoord moet worden geïnterpreteerd als 5 uur, 16 minuten en 12 seconden.

Voorbeeld: optelling in HMS formaat. Tel 5 uur en 50 minuten op bij 4 uur en 30 minuten.

Kies pagina drie van het TIME menu en tel de twee tijden bij elkaar op.

	1:	10,200000
5.5 ENTER	+HMS HMS+ HM	S+ HMS-
4.3 HMS+		

Het antwoord wordt geïnterpreteerd als 10 uur en 20 minuten.

Het TICKS commando. Met het TICKS commando berekent u de verstreken tijd in programma's. Het programma *FIBT* op pagina 590 laat zien hoe het TICKS commando gebruikt wordt.

In contact treden met Hewlett-Packard

Voor informatie over het gebruik van de calculator. Als u vragen hebt over het gebruik van deze calculator, raadpleegt u dan eerst de inhoudsopgave, de index en de "Antwoorden op de meest voorkomende vragen" in appendix A. Als u in de handleiding geen antwoord kunt vinden, kunt u contact opnemen met de divisie calculators van de HP distributeur in Nederland:

> Recom Calculators Rodenburgskamp 25-27 6666 LC HETEREN Postbus 60 6666 ZH HETEREN

Telefoon: 08306-22222 Telefax: 08306-22822

Voor service. Als de calculator niet goed werkt, raadpleeg dan appendix A voor instructies om te achterhalen wat het probleem is, en voor informatie over de serviceverlening. Als u in de Verenigde Staten bent en de calculator service nodig heeft, stuurt u deze op naar het Corvallis Service Center:

> Hewlett-Packard Corvallis Service Center 1030 N.E. Circle Blvd. Corvallis, OR 97330, U.S.A. (503) 757-2002

Buiten de Verenigde Staten raadpleegt u appendix A voor informatie over het dichtsbijzijnde Service Center of neemt u contact op met Recom Calculators.

HP Calculator Bulletin Board System. Het Bulletin Board dient voor de uitwisseling van programmatuur en informatie tussen gebruikers van HP calculators, ontwerpers en distributeurs. Het werkt bij 300/1200/2400 baud, full duplex, geen pariteit, 8 bits, 1 stop bit. Het telefoonnummer is (503) 750-4448. Het Bulletin Board is een gratis service; u betaalt alleen de telefoonkosten.

Inhoud

Pagina 20 Het gebruik van deze handleiding

Deel 1: Bouwstenen

- 24 1: Beginnen met de HP 48
- 47 2: Het toetsenbord en de display
- 64 3: Het stapelgeheugen en de commandoregel
- 86 4: Objecten
- 108 5: Geheugen van de calculator
- 114 6: Variabelen en het VAR menu
- 129 7: Inhoudsopgaven
- 137 8: Meer over algebraïsche objecten

Deel 2: Standaard eigenschappen

- 144 9: Standaard wiskundige functies
- 163 10: Door de gebruiker gedefinieerde functies
- 169 11: Complexe getallen
- 184 12: Vectoren
- 200 13: Het werken met eenheden
- 224 14: Binaire berekeningen
- 230 15: De calculator aan uw eigen wensen aanpassen

Deel 3: Geavanceerde eigenschappen

- 244 16: De EquationWriter
- 269 17: Het HP Solve programma
- 304 18: Fundamentele plotfuncties en functie analyse
- 340 19: Meer informatie over plotten en grafische objecten
- 371 20: Matrices
- 390 21: Statistiek
- 414 22: Algebra
- 447 23: Calculus
- 467 24: Tijd, signalen en berekeningen met datums



Reorder Number 00048-90009

00048-90018 Dutch Printed in West Germany 8/90