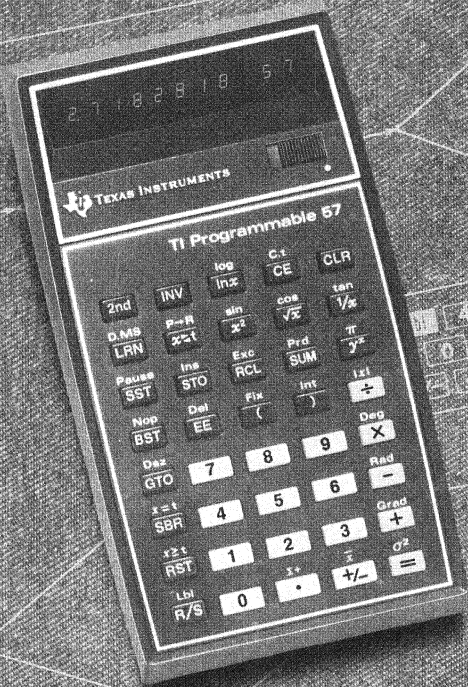


TI-PROGRAMMABLE 57

INLEIDING TOT HET PROGRAMMEREN



TEXAS INSTRUMENTS



TOETS INDEX

Onderstaand overzicht geeft u bij elke toets een verwijzing naar de bladzijde waar deze toets beschreven.

2nd 1-3 2-1	INV 2-1	log 2-14	Ct 2-3
DMS 2-19	P→R 2-20	lnx 2-14	CE 2-3
LRN 1-2 3-2	x⁻¹ 2-22 3-8	sin 2-17	CLR 2-3
Pause 1-3 3-3	Ins 3-15	x² 2-12	cos 2-17
SST 3-14	STO 1-7 2-7	Exc 2-8	tan 2-17
Nop 3-15	Del 3-16	RCL 2-7 3-8	1/x 2-12
BST 3-15	EE 2-10	FIX 2-11	π 2-12
Disz 3-6 3-5 3-15		(2-6	y^x 2-13
x⁻¹ 3-8	7	8	 x 2-12
SBR 3-11	4	5	÷ 2-4
x⁻¹ 3-10	1	2	Deg 2-16
RST 1-3 3-2		3	× 2-4
lbl 3-4	0	Σ+ 2-22	Rad 2-16
R/S 1-6 3-3		• 2-4	- 2-4
		Σ⁻ 2-23	Grad 2-16
		+/- 2-4	+ 2-4
			σ² 2-23
			= 2-4

BELANGRIJK

Noteer hier het serienummer van uw machine en de aankoopdatum. Het serienummer vindt u aan de achterzijde van de machine ; het begint met de woorden : "SERIAL NO". Bij correspondentie dient u altijd deze gegevens te vermelden.

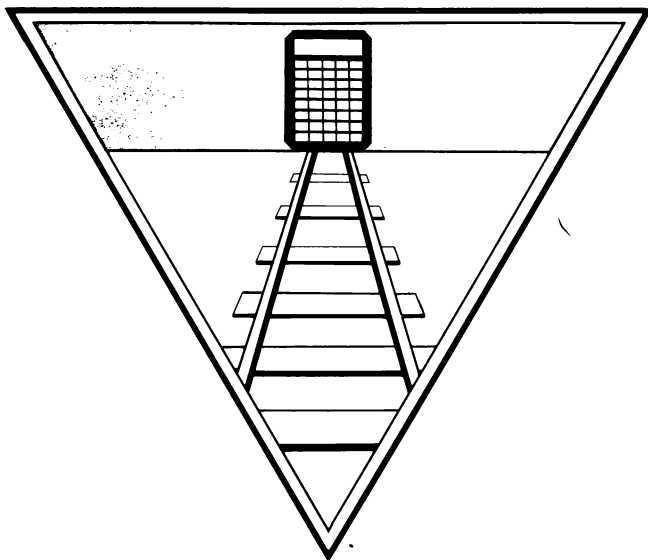
TI PROGRAMMABLE - 57

Model Nr.

Serienr.

Aankoopdatum

INLEIDING TOT HET PROGRAMMEREN



INHOUDSOPGAVE

Overzicht van de toetsen	binnenkant vooromslag
------------------------------------	-----------------------

Deel 1 :	Het juiste spoor	
	Een kort overzicht van de TI Programmable 57	1-1
	De werking.	1-2
	Een geval uit de praktijk	1-6

Deel 2 :	Een rondrit langs toetsen en functies	
	Hoofdstuk 1 : Elementaire toetsen en functies	2-2
	Hoofdstuk 2 : Geavanceerde "rekenlineaal"-toetsen	2-10
	Hoofdstuk 3 : Statistische functies en toetsen	2-22

Deel 3 :	De spoorleggers : een rondrit langs de programmeertoetsen	
	LRN — De leertoets	3-2
	RST — De terugstelttoets	3-2
	R S — De Run/Stop-toets	3-3
	2nd Pause — De pauzetoets	3-3
	2nd lbl n — Labels	3-4
	GTO n — De "Go-to" toetsencombinatie	3-5
	GTO 2nd nn — De "Go-to [naar] stapnummer nn" toetsencombinatie	3-5
	2nd Dsz — De "tel af en verspring indien nul" toetsencombinatie	3-6
	INV 2nd Dsz — De "tel af en verspring indien niet nul" toetsencombinatie	3-7
	Voorwaardelijke sprongen	3-8
	Subroutines	3-11
	Toetscodes voor het opmaken van programma's	3-13
	Stappen bij het schrijven van programma's	3-16
	Het ontwikkelen van een programmeerstijl	3-17
	Grondbeginselen voor het oplossen van programmeerproblemen	3-18

Deel 4 :	Voorbeelden	
	Te koop.	4-1
	Aftellen	4-3
	Fakulteiten	4-6
	Combinaties	4-9
	Het berekenen van integralen (de regel van Simpson)	4-11
	Lineaire regressie	4-15
	Het Hoog-laag-spel	4-21

Aanhangsel A :	Gebruik met de batterij en aansluiting op het lichtnet	A-1
Aanhangsel B :	Moeilijkheden met de rekenmachine	A-4
Aanhangsel C :	Foutieve toestanden	A-6
Aanhangsel D :	Resultaten in het display en de nauwkeurigheid	A-8
Aanhangsel E :	Codes van de toetsen	A-9

Oplossingen voor eerder gegeven voorbeelden	A-10
--	-------------

EEN KORT OVERZICHT VAN DE TI PROGRAMMABLE 57

De rekenmachine die u gaat gebruiken behoorde nog slechts enkele maanden geleden tot de "wereld van de science fiction". Deze eenvoudige en plezierig te gebruiken, veelzijdige en compacte rekenmachine, die in de palm van uw hand past, is het resultaat van de allerlaatste ontwikkelingen op het gebied van de halfgeleidertechnologie.

EENVOUDIG IN HET GEBRUIK

Een eerste blik op uw rekenmachine is voldoende om te zien dat deze met zeer veel toetsen en mogelijkheden is uitgerust. Een van de belangrijkste doelstellingen van dit boek is u stapsgewijs vertrouwd te maken met deze toetsen en mogelijkheden. Buiten al deze mogelijkheden is het allerbelangrijkste uitgangspunt bij het ontwerpen van uw **TI Programmable 57** geweest : **het eenvoudige gebruik**. U kunt op eenvoudige wijze de rekenmachine vele bewerkingen laten uitvoeren die u goed van pas kunnen komen bij uw huiswerk, zeer nuttig kunnen zijn bij uw werk of veel plezier kunnen verschaffen in het dagelijkse leven. Deze rekenmachine is bedoeld als een stuk gereedschap, dat, gebruikt in combinatie met de inhoud van dit boek, problemen voor u kan oplossen en een sleutel kan zijn tot ontdekkingen. Wij hopen dat u er met plezier mee zult leren werken en ontdekken.

BIJ HET BEGIN BEGINNEN

Bij de kennismaking met uw rekenmachine beginnen wij bij het naamplaatje ; we leggen u in het kort de keuze van de naam uit :

TI - De rekenmachine is gefabriceerd door Texas Instruments Incorporated.

Programmable - U zult snel ontdekken dat u de rekenmachine kunt "leren" problemen op te lossen, formules te berekenen en "modellen" te bouwen. U kunt "sporen" leggen die de machine volgt bij het oplossen van een bepaald probleem. Er bestaat al een woord, en velen zullen het herkennen, dat een dergelijke machine beschrijft : "Programmable". Deze machine is echter iets nieuws, met een geheel nieuwe en eenvoudige benadering. Dus als het woord "Programmable" u niet prettig in de oren klinkt, hoeft u niet beducht te zijn. Het gebruik van de "57" is doodeenvoudig.

57 - Deze rekenmachine is de jongste telg uit de snel groeiende familie programmeerbare rekenmachines van Texas Instruments en volgt het voetspoor van een andere rekenmachine, onze **SR-56**. De 57 is nog eenvoudiger te gebruiken en is daartoe speciaal ontworpen.

EEN KORT OVERZICHT VAN DE TI PROGRAMMABLE 57

DE WERKING

De werking is heel simpel. Voor de beginners onder u, het volgende. Neem de rekenmachine en "weeg" deze eens in uw hand. Erg licht, vindt u niet ? Dat komt omdat de belangrijkste functies in uw machine geregeld worden met een onderdeel dat wij bij TI een "soap bar" noemen.

Zet de rekenmachine nu aan. Een nul in het display geeft aan dat de rekenmachine klaar voor gebruik is. (Indien er géén nul verschijnt of het display doet wat raar, maak u dan geen zorgen. U hoeft alleen maar de batterij op te laden. Zet de machine uit. Sluit het netvoedings-/laadapparaat aan en wacht enkele minuten : klaar voor gebruik.)

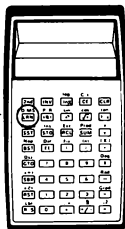
Laten wij direct beginnen met een eenvoudig voorbeeld.

Stelt u zich de volgende situatie voor :

U wint een nogal vreemde prijs in een rechtstreekse radiouitzending. U krijgt 2 cent. Dit bedrag wordt elke dag verdubbeld gedurende drie weken (21 dagen). Of u kunt fl 5000 ineens uitbetaald krijgen. U mag twee minuten nadenken over uw keuze ; de omroeper wacht op uw antwoord. (Eigenlijk is dit een "oud en klassiek" probleem. Kijkt u eens hoe uw rekenmachine u kan helpen).

U kunt uw rekenmachine voor u laten uitrekenen hoe uw geld zal "groeien", en wel als volgt :

In de tweede rij van boven en geheel links bevindt zich op uw rekenmachine een toets, voorzien van het opschrift **LRN**



Dit is de z.g. "leer" toets en als u deze één keer indrukt, leert en onthoudt uw rekenmachine alle vervolgens ingevoerde instructies. Drukt u **LRN** weer in, dan geeft u de rekenmachine te kennen dat u deze al alles "geleerd" hebt. De rekenmachine "leert" nu niet meer, maar onthoudt alle ingevoerde gegevens. (De **LRN** toets lijkt op een AAN/UIT knop, maar dan om uw rekenmachine te leren instructies voor u uit te voeren).

Druk nu **LRN** in. (In het display verschijnt nu **00 00**). Besluit u nu te kiezen voor de "2-cent-prijs", dan wordt uw geld gedurende 21 dagen verdubbeld. U wilt zien hoe het groeit. Ga dan als volgt te werk. Toets in : **X** 2 **=**.

EEN KORT OVERZICHT VAN DE TI PROGRAMMABLE 57

Recht boven de **SST** toets ziet u het woord "Pause", geschreven op de voorzijde van de machine. Indien er een woord of een functie wordt aangegeven boven een toets, dus geschreven op de bovenkant van de machine in plaats van op de toets zelf, dan wordt daar een z.g. "tweede functie" mee bedoeld.

Door gebruik te maken van deze tweede functies, kunnen wij het aantal rekenmogelijkheden van de rekenmachine zoveel mogelijk uitbreiden zonder daardoor de rekenmachine te overladen met toetsen. U kunt een tweede functie gebruiken door de **2nd** toets in de linkerbovenhoek in te drukken, en vervolgens de toets recht onder de tweede functie. In deze handleiding geven wij tweede functies aan met zwarte achtergrond. Toets nu in : **2nd** **Pause** (U drukt **2nd** en de "SST" toets in).

De **Pause** toets geeft uw rekenmachine de opdracht : "Stop even en laten wij eens zien wat er gebeurt."

Nog iets : wij willen het geld steeds blijven verdubbelen. U kunt dit uw machine duidelijk maken met behulp van de **RST** (terugstel)-toets. (U vindt deze toets dicht bij de linkeronderhoek). Deze toets geeft de opdracht : "Ga terug en voer de opdracht vanaf het begin weer uit". Toets in : **RST**.

U hebt uw rekenmachine nu alles geleerd wat deze voorlopig dient te weten ; druk **LRN** weer in en vervolgens **RST** om u ervan te vergewissen dat de beginstand weer bereikt is.

Om nu te zien hoe uw 2 centen "groeien" gaat u als volgt te werk : Voer 2 cent in : Toets hiertoe in : **•** **0** **2** . (In het display dient nu vermeld te zijn : **0.02**).

Uw rekenmachine is nu gereed uw geld te laten "groeien" ; elke nieuwe in het display vermelde waarde wordt het dubbele van de voorafgaande waarde. U begint het programma en telt de dagen die verstrijken. Op de eerste dag bezit u fl 0.04, enz. Bij het bereiken van de 21ste dag geeft het display het bedrag aan dat u kunt winnen.

U start de rekenmachine met de RUN/STOP toets, **R/S**, links onder op het toetsenbord. Blijf kijken naar het display en tel de 21 dagen af ; toets dan **R/S** weer in en houd deze even ingedrukt.

Op de een en twintigste dag is het beginbedrag aangegroeid tot fl 41943,04. Vervolgens vertelt u de omroeper dat u de "2 cent" prijs kiest.

EEN KORT OVERZICHT VAN DE TI PROGRAMMABLE 57

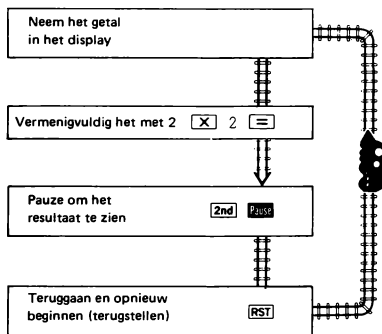
GEFELICITEERD !

In dit korte voorbeeld hebt u al kennis gemaakt met een groot aantal punten die belangrijk zijn bij het eenvoudig en plezierig gebruiken van uw programmeerbare rekenmachine :

- Met de **[LRN]** toets kunt u de rekenmachine iets "leren". (U kunt de rekenmachine 50 stappen leren, en dat is veel. Elke stap komt gewoonlijk overeen met een toetsaanslag, maar er zijn stappen die twee of meer toetsaanslagen omvatten).
- De **[RST]** toets brengt de rekenmachine terug naar het begin van het programma.
- De **[R S]** toets geeft u de mogelijkheid de voortgang van het programma te sturen door het te laten stoppen en opnieuw te laten beginnen wanneer u dat weet.

SPOORLEGGEN

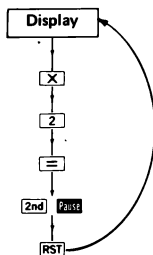
We kunnen de werking van de rekenmachine vergelijken met een kleine "spoorlijn", waarbij u de sporen kunt leggen die de machine dan volgt.



De "trein" op dit spoor heeft een speciale naam : de "wijzer" (of beter gezegd, de programma-wijzer). Bij het passeren van een stap volgt de rekenmachine de daarin vermelde instructie op of voert de aangegeven bewerking uit. De rekenmachine **drukt eigenlijk de toetsen voor u in** en doet dat precies overeenkomstig de door u aangegeven volgorde. Als u **[RST]** intoetst (of als de trein **[RST]** als onderdeel van een programma passeert) gaat de trein ogenblikkelijk terug naar het begin, naar de eerste stap (stapnummer 00) en begint opnieuw. U kunt de trein in beweging brengen of weer laten stoppen door de **[R/S]** (run/stop) toets in te drukken.

EEN KORT OVERZICHT VAN DE TI PROGRAMMABLE 57

In het voorbeeld dat we zojuist bestudeerd hebben, drukte de rekenmachine, na het intoetsen van **R/S** zelf de toetsen in en verdubbelde aldus de waarde van het display.



Hij zou hier nog lang mee zijn doorgegaan indien u niet na 21 "rondjes" met de **R/S** toets de berekeningen had stopgezet. (Zoals u later zult zien worden deze "rondjes" zowel bij uw rekenmachines als in het geval van grotere computers "lussen" genoemd).

U kent nu al een groot aantal eigenschappen die uw rekenmachine zo bijzonder maken. Eigenlijk hebben we nu al voldoende uitgelegd en kunt u nu zelf allerlei programma's gaan proberen. Wij zullen u verder in deze handleiding vanzelfsprekend kennis laten nemen van alle bijzonderheden van uw rekenmachine, met de nadruk op het oplossen van problemen en het uitvoeren van programma's. Maar wees niet bang om zelf te experimenteren. U zult zien dat het vanzelf gaat en u kunt de rekenmachine niet beschadigen door welke toetsencombinatie dan ook. Uw rekenmachine kan gemakkelijk geprogrammeerd worden om willekeurige combinaties van toetsen uit te voeren (tot een maximum van 50 stappen) die u ook met handbediening zou kunnen verrichten.

Dus : Toets **LRN** in.

- Druk de gewenste toetsen in (als u de bewerkingen wilt herhalen dient u als laatste stap **RST** in te toetsen ; bij het gebruik van de **R/S** toets als laatste stap stopt het programma nadat dit eenmaal is doorlopen. Ook als u tijdens de uitvoering van het programma op een bepaald punt een getal wilt invoeren of een tussentijdse uitkomst wenst te zien, dient u op de desbetreffende plaats **R/S** op te nemen).
- Toets **LRN** opnieuw in.
- Toets **RST** in. U hebt de rekenmachine nu geprogrammeerd. Om het programma nu uit te voeren dient u :
 - De getallen in te voeren waarmee de berekeningen worden verricht.
 - **R/S** in te toetsen.

EEN GEVAL UIT DE PRAKTIJK

We zullen u kennis laten maken met de vele wijzen waarop u uw programmeerbare rekenmachine kunt gebruiken op school en thuis, maar ook voor recreatieve doeleinden. U zult bij elk voorbeeld het gemak en de mogelijkheden ontdekken die de rekenmachine biedt bij het oplossen van alledaagse wiskundige problemen. Laten we een praktijkgeval eens nader onder de loep nemen.

Stel dat u (of iemand die u kent) een tamelijk hoge rekening (bijvoorbeeld fl 500) met een creditkaart heeft voldaan. Creditkaarten zijn erg gemakkelijk maar de rentelasten zijn aan de hoge kant ; meestal 1,5 % per maand. U zou graag verschillende alternatieven voor de terugbetaling tegen elkaar afwegen en aldus een inzicht verkrijgen in wat u te doen staat. Het spreekt vanzelf dat directe terugbetaling het beste is, maar het kan zijn dat u daartoe niet in staat bent. U kunt ook de afbetalingen over een lange tijd uitsmeren maar dat zal nogal wat kosten.

Met behulp van de rekenmachine kunt u snel alternatieven berekenen. Laten we aannemen dat u wilt weten hoe groot de maandelijkse betalingen zijn in geval van aflossing in 3, 6, 9, of 12 maanden en hoeveel rente u in elk van deze gevallen verschuldigt bent.

U BEREKENT DIT ALS VOLGT :

Ten eerste zet u de rekenmachine uit en dan weer aan ten einde deze te wissen en toets dan het volgende in. (Wij herinneren u eraan dat wij uitgebreid op alle bijzonderheden zullen ingaan ; kijk nu vooral naar wat de rekenmachine zo al voor u kan doen. Vergewis u ervan dat u de toetsen goed indrukt).

[LRN]
[RCL] 1 [X]
[C] [RCL] 2 [+]
[C] 1 [-] [C] 1 [+ [RCL] 2]
[Y*] [RCL] 3 [+/-] [C] [C] [=]
[R/S]
[X] [RCL] 3 [=]
[-] [RCL] 1 [=]
[R/S]

(Het display dient nu 27 00 te vermelden. Mocht dit niet het geval zijn, zet de rekenmachine dan op OFF en daarna op ON en begin weer opnieuw en herhaal de toetsaanslagen zorgvuldig).

Toets nu in :

[LRN]

EEN GEVAL UIT DE PRAKTIJK

U dient nu slechts de waarden die u wilt gebruiken op te slaan in de drie gebruikte geheugens; de rekenmachine doet de rest.

Voer het door u verschuldigde bedrag in en sla het op in geheugen één door :

500 **STO** 1 in te toetsen

Voer het rentepercentage per maand in ($i = 1,5\% = .015$) en sla het op in geheugen 2.

.015 **STO** 2

Voer de eerste mogelijkheid in die u wilt berekenen : gelijke betalingen gedurende drie maanden, $n = 3$:

3 **STO** 3

De rest is doodeenvoudig.

Toets eerst **2nd** **fix** 2 in zodat het bedrag in guldens en centen in het display verschijnt.

Toets dan **RST** **R/S** in.

De uitslag : Indien u besluit tot terugbetaling in drie maanden zal de maandelijkse betaling fl 171,69 dienen te zijn.

Toets weer **R/S** in en u ziet het bedrag dat u aan rente verschuldigd bent : fl 15,07.

We proberen de andere mogelijkheden :

Voer 6 maanden in, toets in : 6 **STO** 3

Toets dan **RST** **R/S** in.

Uw betaling : fl 87,76

Toets **R/S** weer in voor de verschuldigde rente : fl 26,58.

Voer 9 maanden in, toets in : 9 **STO** 3

Toets dan **RST** **R/S** in.

Uw betaling : fl 59,80

Toets **R/S** weer in voor de verschuldigde rente : fl 38,24

Voer 12 maanden in, toets in : 12 **STO** 3

Toets dan **RST** **R/S** in.

Uw betaling : fl 45,84

Toets **R/S** weer in voor de verschuldigde rente : fl 50,08

EEN GEVAL UIT DE PRAKTIJK

U kunt nu verder en zorgvuldig de betalingswijze uitzoeken én het juiste bedrag aan rente berekenen dat u voor een bepaald alternatief verschuldigd bent.

Bij dit voorbeeld hebt u de rekenmachine gebruikt voor het rekenen met een belangrijke en handige formule bij het handelsrekenen. De formule voor het berekenen van het bedrag van (gelijke maandelijkse) betalingen op een rekening met creditkaarten luidt :

$$\text{Betaling} = \text{HW} \times \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

waarin : i = het rentepercentage **per maand** (1.5 % of .015)

n = het aantal maanden

HW = de **huidige waarde** van het saldo dat u verschuldigd bent (fl 500)

De in **totaal verschuldigde** rente wordt als volgt berekend :

Totale rentelast = $(n \times \text{betaling}) - \text{HW}$

Bij het oplossen van het bovenstaande probleem werd de huidige waarde van het verschuldigde saldo HW opgeslagen in geheugen 1.

De maandelijkse rentelast (i %) werd opgeslagen in geheugen 2 en het aantal door u gekozen maanden (n) in geheugen 3.

U kunt nu verder experimenteren met willekeurige aantallen maanden (voor elke huidige waarde of elk rentepercentage) door slechts een van de drie geheugens te wijzigen. Uw rekenmachine voert dan alle benodigde berekeningen na een enkele toetsaanslag uit.

EEN GEVAL UIT DE PRAKTIJK

EN NU VERDER

U bent nu al ver gevorderd. U hebt uw rekenmachine twee verschillende programma's zien uitvoeren die allebei nuttig én amusant waren. Wij hopen dat u ook gezien hebt hoe eenvoudig u uw rekenmachine kunt gebruiken en programmeren. We bespreken nu eerst enige hoofdpunten alvorens wij verder gaan.

Ten eerste : uw programmeerbare rekenmachine is veelzijdig en heeft zeer veel rekenmogelijkheden ; u kunt er altijd met handbediening allerlei berekeningen mee uitvoeren.

Ten tweede : uw rekenmachine is programmeerbaar en dit houdt in dat de rekenmachine in staat is door u ingevoerde toetsaanslagen te onthouden, terug te gaan naar het begin van het programma en zelf de toetsen voor u in te drukken. We hebben gezien dat het eenvoudig is de rekenmachine zo te programmeren dat deze de instructies opvolgt.

- Druk **[LRN]** in
- Voer uw instructies in
- Toets **[LRN]** weer in
- Druk **[RST]** in (dit dient u niet te vergeten, uw programma dient namelijk op de juiste plaats te beginnen en **[RST]** zorgt hiervoor).
- Vervolgens voert u de getallen in waarmee u wilt werken en druk **[R/S]** in.

Deze programmeerbaarheid opent speciale mogelijkheden voor u. Snellere en meer exacte berekeningen, vooral in het geval deze berekeningen vaak herhaald moeten worden, worden nu mogelijk. U zult het gemak ontdekken, waarmee u de rekenmachine kunt gebruiken bij het nemen van beslissingen, bij het uitwerken van wiskundige vergelijkingen en bij een groot aantal toepassingen in het dagelijkse leven en werk.

Ten derde en waarschijnlijk het belangrijkste : de programmeerbare rekenmachine verschaft u veel plezier tijdens het gebruik. Wees vooral niet bang om met uw rekenmachine te experimenteren.

EEN RONDRIJ LANGS TOETSEN EN FUNCTIES

Uw rekenmachine is een apparaat met een groot aantal mogelijkheden voor het oplossen van problemen en is bovendien zo ontworpen dat het gebruik eenvoudig is. U hebt al enige eenvoudige problemen zien uitwerken en we gaan in volgende hoofdstukken verder met het bespreken van de programmeermogelijkheden van de rekenmachine. Maar afgezien van de programmeerbaarheid, kunt u de rekenmachine gebruiken als een veelzijdige en uitgebreide "rekenlineaal". U kunt er altijd berekeningen mee uitvoeren met handbediening. In dit hoofdstuk bekijken we de toetsen van de rekenmachine die direct problemen oplossen ; de toetsen die u kunt gebruiken om een rechtstreeks antwoord te krijgen. Later, in de volgende hoofdstukken, laten we u zien hoe u deze elementaire toetsen in combinatie met andere toetsen van het toetsenbord kunt gebruiken om aldus programma's te maken.

De opzet en samenstelling van het toetsenbord van uw rekenmachine is logisch en rechtlijnig.

U kunt met uw rekenmachine eenvoudige berekeningen uitvoeren zoals het salderen van uw chequeboekje of het optellen van de rekening van de kruidenier, maar u kunt er ook ingewikkelde technische problemen mee berekenen. Het nut van een machine of gereedschap wordt echter in de eerste plaats bepaald door degene die er mee omgaat. U zult dan ook vertrouwd willen raken met alle eigenschappen en precies willen weten wat de machine voor u kan doen en wat niet.

Om uw rekenmachine optimaal te leren gebruiken dient u enige minuten te besteden aan het proberen van elke toets.

Om de kennismaking te vereenvoudigen is deze "rondrij" verdeeld in drie delen :

Elementaire toetsen en functies

Geavanceerde "rekenlineaal" toetsen

Statistische functies en toetsen

Degenen onder u die reeds een geavanceerde rekenlineaal-rekenmachine bezitten of vertrouwd zijn met het gebruik, kunnen dit hoofdstuk overslaan, doorgaan naar hoofdstuk 3 en zich direct gaan wijden aan het programmeren. Als er echter toch toetsen op de rekenmachine voorkomen die u nog niet kent, raden wij u aan deze snelle rondrij met ons mee te maken. Neem de rekenmachine en houd deze bij het bespreken van de toetsen bij de hand : ontspan u en laten wij beginnen.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

Wij beginnen met een kort overzicht van het "chassis" van uw rekenmachine alvorens over te gaan tot de bespreking van de "accessoires". Deze standaardbewerkingen geven de mogelijkheid informatie over te dragen naar de machine of deze van de machine te ontvangen ; bovendien kunt u er snel en nauwkeurig rekenkundige problemen van de wiskunde mee oplossen.

HET DISPLAY

Als u de rekenmachine aanzet, dient er in het display een nul te verschijnen. U weet dan dat alles goed functioneert, de machine aanstaat en klaar is voor gebruik. Door de rekenmachine op OFF en dan op ON te zetten, wist u alles. U kunt het display van uw rekenmachine controleren door de **8** toets in te drukken, de decimale punttoets **.**, de tekenverwisseltoets **+/-** en vervolgens de **8** in te toetsen tot het gehele display gevuld is. U kunt per keer 8 cijfers invoeren in de rekenmachine, zowel voor positieve als negatieve getallen. Cijfers ingevoerd na het achtste cijfer worden eenvoudig niet opgenomen. De rekenmachine berekent echter inwendig, ten behoeve van een grotere nauwkeurigheid, de resultaten van de berekeningen tot elf cijfers, rondt deze resultaten dan af op 8 cijfers en vermeldt die in het display. U ziet dat het minteken direct links van elk negatief getal vermeld wordt ten einde de uitlezing te vergemakkelijken.

Wij gaan verder : toets de wistoets **CLR** in (in de rechterbovenhoek van het toetsenbord) en lees verder.

2nd EN **INV** DE "TWEDE FUNCTIE" TOETSEN

Uw rekenmachine is uitgerust met vele functies die het u mogelijk maken allerlei berekeningen snel en nauwkeurig uit te voeren. Om u echter toegang te verschaffen tot al die rekenmogelijkheden zonder dat de rekenmachine met toetsen overladen wordt, hebben de meeste toetsen meer dan één functie. De eerste functie wordt op de toets zelf aangegeven. Wilt u van die eerste functie gebruik maken, dan behoeft u deze slechts in te drukken. De tweede functie van een toets wordt boven de desbetreffende toets aangegeven. U kunt tweede functies van een toets gebruiken door eerst de **2nd** toets in te toetsen (links bovenaan het toetsenbord) en vervolgens de toets onder de functie die u wenst te gebruiken. Wij geven in deze handleiding de tweede functies aan met een zwarte ondergrond **■**. U kunt bijvoorbeeld π in het display doen verschijnen door de toetsencombinatie **2nd** **π** in te toetsen.

De inversietoets **INV** vergroot eveneens het aantal functies van de rekenmachine zonder dat daardoor het aantal toetsen behoeft toe te nemen. De **INV** toets keert het doel of de functie van een bepaalde toets om. U ziet dat in het geval u zowel de **2nd** als de **INV** toets moet gebruiken, de volgorde die u toepast niet van belang is. Indien u de **INV** toets gebruikt voor een functie zonder inverse, wordt deze toetsaanslag eenvoudig genegeerd.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

HET WISSEN VAN DE REKENMACHINE

De rekenmachine beschikt over verschillende methodes die het u mogelijk maken de afzonderlijke delen te wissen maar ook de gehele inhoud. Het gebruik van deze methodes hangt af van de gekozen werkwijze bij het oplossen van het probleem.

CE De **CE** (= clear entry = correctie) toets wist het laatst ingevoerde gegeven, mits dit niet werd gevolgd door een functie- of bewerkingstoets. (Als u dus per ongeluk een **5** hebt ingetoetst in plaats van een **6** tijdens een bepaalde invoer, druk dan **CE** in en probeer het opnieuw). Deze toets stopt eveneens het knippen van het display na een ontoelaatbare bewerking. De **CE** toets beïnvloedt echter niet de lopende berekeningen, de in de geheugens opgeslagen gegevens, of de reeds berekende resultaten.

CLR De **CLR** (clear = annuleertoets) toets (rechts bovenaan uw rekenmachine) wist eigenlijk de gehele machine met uitzondering van statistische gegevens, opgeslagen in de geheugens, de ingestelde opmaak van het display en de programmastappen.

2nd **CI** Met behulp van deze toets kunt u het "t" register ("t" geheugen) wissen. Deze mogelijkheid komt u goed van pas bij het programmeren en bij de toepassing van statistische functies. Wij komen hier nog uitgebreider op terug.

INV **2nd** **CI** Deze toetsencombinatie wist de gehele inhoud met uitzondering van programmastappen en decimaalinstellingen. In feite worden de eerste twee registers van het wiskundige "stapelgeheugen" niet gewist, doch dit zal zelden een probleem veroorzaken.

OFF-ON Het uit- en vervolgens weer aanzetten van de rekenmachine wist alles. In feite is dit een betrouwbare methode om snel de programmastappen, de geheugens, de opmaak van het display, kortom alles, te wissen.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

0 **.** **9** **.** **+/-** – DATA INVOERTOETSEN

Uw rekenmachine is uitgerust met een zwevende decimale punt en u kunt met de data-invoertoetsen **0** **.** **9** **.** **+/-** getallen in de machine invoeren. Bij het invoeren van een getal staat de decimale punt rechts van het laatste ingevoerde cijfer totdat de decimale punt wordt ingetoetst (**.**). De cijfers achter de "komma" kunnen dan worden ingevoerd terwijl de decimale punt opschuift naar links. U kunt het teken van een getal in het display verwisselen door de tekenwisseltoets in te drukken (**+/-**). (Als u **+/-** weer intoetst, verandert het teken weer).

+ **-** **x** **÷** EN **=** – TOETSEN VOOR STANDAARDBEWERKINGEN

De rekenkundige standaardbewerkingen worden uitgevoerd met 5 toetsen : **+** **-** **x** **÷** en **=**. Uw rekenmachine is uitgerust met een eenvoudige doch doeltreffende invoermethode : de zogenaamde AOSTM-invoermethode, die het oplossen van problemen buitengewoon gemakkelijk maakt. Het komt erop neer dat u het probleem invoert overeenkomstig de wijze waarop het geschreven is, vervolgens **=** intoetst en dan het resultaat verkrijgt. Het verbazingwekkende van de AOS-methode is, dat het automatisch de verschillende bewerkingen van een probleem voor u rangschikt en deze juiste volgorde toepast bij het berekenen van het resultaat. (U leest in het volgende hoofdstuk meer over de AOS-invoermethode).

Bij het intoetsen van **=** worden alle lopende berekeningen (die in de machine op uitvoering wachten) voltooid. U krijgt het resultaat en de rekenmachine wordt gewist, en is weer gereed om een nieuw probleem op te lossen.

Voorbeeld : Bereken $15 + 7 \times 31 - 4 = ?$

Intoetsen	Display/Opmmerkingen
15 + 7 x 31	
- 4 =	228.

Opmerking : de AOS-invoermethode vereenvoudigt hier het verkrijgen van het juiste antwoord; niet alle rekenmachines beschikken hierover.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

DE AOSTM -INVOERMETHODE

Wiskunde is een wetenschap die zich strikt houdt aan een verscheidenheid van regels. Een van die regels luidt dat er nooit twee verschillende antwoorden mogelijk zijn op dezelfde reeks bewerkingen. Om aan deze eis te kunnen voldoen, één oplossing voor één berekening, hebben wiskundigen algemeen aanvaarde regels vastgelegd voor het geval er bij een berekening verschillende bewerkingen gebruikt worden. Bijvoorbeeld het probleem :

$$3 + 10 - 2 \times 14 \div 7 = ?$$

heeft slechts één goed antwoord ! (Namelijk 9).

U kunt dit probleem rechtstreeks van links naar rechts in uw rekenmachine die uitgerust is met het AOS-invoersysteem, invoeren, en u krijgt het juiste antwoord. Uw rekenmachine ordent de bewerkingen die u invoert, past deze in de juiste volgorde toe en toont u de tussentijdse bewerkingen en resultaten. De AOS-invoermethode van uw rekenmachine is een echte organisator. Hij ordent en voert vervolgens de bewerkingen uit die u hebt ingevoerd, en doet dit overeenkomstig de algemeen aanvaarde volgorde :

1. Speciale toetsen voor functies met één variabele (x^2 , $\sqrt{x}$ enz.) bewerken het getal in het display direct nadat u de desbetreffende toets hebt ingetoetst. (Wij bespreken deze toetsen verder tijdens deze "rondrit" ; het betreft alle toetsen voor de trigonometrische en logaritmische functies en hun inversen alsmede de vierkantswortel en de reciproken).
2. Machtsverheffen en worteltrekken (y^x en $\text{INV } y^x$ (of $\sqrt[y]{x}$) worden vervolgens uitgevoerd. (Wij komen hier uitgebreider in het volgende hoofdstuk op terug).
3. Vervolgens worden vermenigvuldigingen en delingen voltooid, van links naar rechts, gevolgd door
4. Optellen en aftrekken, van links naar rechts.

Ten slotte voltooit de $=$ toets alle bewerkingen.

U herinnert zich wellicht nog uit uw schooljaren het ezelsbruggetje : "Meneer van Dalen wacht op antwoord", dat u hielp bij het onthouden van de juiste volgorde : machtsverheffen, vermenigvuldigen, delen, worteltrekken, optellen en aftrekken. Een rekenmachine die uitgerust is met de AOS-invoermethode onthoudt deze regel voor u.

U kunt problemen tegenkomen waarvoor u de volgorde waarin de bewerkingen worden uitgevoerd, nauwkeurig wilt bepalen. In dergelijke gevallen kunt u de volgorde besturen en beïnvloeden door gebruik te maken van haakjes ($()$) die besproken worden in de volgende paragraaf. In de wiskunde worden de haakjes met voorrang behandeld en uw rekenmachine doet dat ook.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

() – HAAKJESTOETSEN

Bij verschillende problemen kan het nodig zijn dat u de juiste volgorde aangeeft waarin de berekeningen dienen te worden uitgevoerd, of de wijze waarop getallen samengevoegd dienen te worden. Haakjes geven u de mogelijkheid getallen en bewerkingen te bundelen. Door een aantal getallen of bewerkingen tussen haakjes te zetten geeft u de rekenmachine opdracht : "Bereken dit kleine probleem eerst totdat het resultaat uitgedrukt kan worden in één getal en gebruik dan dit resultaat voor de verdere berekening". Binnen de haakjes voert uw rekenmachine de berekeningen uit volgens de regels van de algebra. U dient haakjes te gebruiken als u twijfelt aan de wijze waarop de rekenmachine een bepaalde berekening zal uitvoeren.

Het aantal haakjes dat per geval geopend kan worden, en het aantal lopende bewerkingen dat verwerkt kan worden, is beperkt. Uw rekenmachine kan tot maximaal negen paar haakjes per geval openen met maximaal vier lopende berekeningen ; als u deze begrenzingen overschrijdt, knijpt het display. (U zult dit zelden als een probleem ervaren).

Opmerking : een belangrijk punt bij het gebruik van haakjes is het volgende. Vaak worden uitdrukkingen of vergelijkingen voorzien van haakjes om vermenigvuldigingen aan te geven : $(2 + 1)(3 + 2) = 15$. Uw rekenmachine kan deze vorm niet verwerken. U dient de bewerking tussen de haakjes aan te geven :

$(2 + 1)(3 + 2) = 15$

Hier volgt een voorbeeld waarin haakjes worden toegepast :

$$\text{Bereken : } \frac{(8 \times 4) + (9 \times -19)}{(3 - 10 - 7) \times 2} =$$

Oplossing : Bij dit soort problemen is het de bedoeling dat de rekenmachine eerst de gehele teller berekent en deze vervolgens deelt door de gehele noemer. U kunt dit bereiken door bij het intoetsen van het probleem een extra paar haakjes om de teller en de noemer te plaatsen.

Intoetsen

((8 X 4) +
(9 X 19 -)
) ÷
((3 + 10 - 7)
) X 2)
=

Display/Opmerkingen

32. (8×4) wordt in het display gebracht.

- 139. De waarde van de teller.

8.8571429 waarde van de noemer.

- 15.693548 de uitkomst.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

GEHEUGENTOETSEN

Uw rekenmachine beschikt over 8 geheugens die voor vele doeleinden te gebruiken zijn. Deze geheugens zijn ruimtes in de machine waarin u getallen kunt opslaan, die u misschien later nodig hebt. Deze geheugens betekenen een extra voordeel; eigenlijk beschikt u hierdoor over verschillende rekenmachines in één, daar u de getallen kunt opslaan, ophalen of er rekenkundige bewerkingen mee kunt uitvoeren terwijl ze zich in het geheugen bevinden zonder dat hierdoor de lopende berekeningen in de "grote" machine worden beïnvloed.

De **CE** en de **CLR** toets hebben geen invloed op de inhoud van de geheugens; u kunt echter de combinatie **INV** **2nd** **Cl** gebruiken voor het wissen van alle geheugens. (Het uit- en inschakelen van de rekenmachine heeft hetzelfde effect).

Daar u de beschikking hebt over 8 geheugens, dient u de machine steeds te laten weten met welk geheugen u gaat werken. Na het intoetsen van een geheugentoets dient u direct daarop het nummer van het te gebruiken geheugen in te toetsen ($n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$). Op deze manier vertelt u de rekenmachine welk geheugen u op dat moment bedoelt. Zoals u hierna zult zien is de werking van de geheugentoetsen erg eenvoudig.

STO n – DE TOETS VOOR HET OPSLAAN

Door het intoetsen van deze toets wordt het getal in het display opgeslagen in het geheugen dat u met n aangeeft. ($n = 0, 1, 2, \dots, 7$). (Een eerder in het geheugen n opgeslagen getal wordt eerst automatisch gewist).

RCL n – DE TOETS VOOR HET TERUGVOEREN

Na het intoetsen van **RCL** n wordt steeds het getal dat opgeslagen is in het geheugen n , opgenomen in het display en kan dan gebruikt worden voor bewerkingen en berekeningen. Het getal blijft na het intoetsen van **RCL** n in het geheugen bewaard en u kunt de waarde die opgeslagen is in een van de geheugens, net zo vaak terugvoeren als nodig is in een berekening. Een eenmaal in een geheugen opgeslagen getal blijft daar totdat het vervangen wordt door een ander, gewist wordt met de combinatie **INV** **2nd** **Cl** of door het uitzetten van de rekenmachine.

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

EEN VOORBEELD VAN HET GEBRUIK VAN DE GEHEUGENS :

Stel :

$$a = 10.3 (25 - 1.7)$$

$$b = 15a + 6$$

$$c = 20b, \text{ bereken c.}$$

Intoetsen

10.3 $\times$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ 25 $\left[- \right]$

1.7 $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[= \right]$

$\left[\text{STO} \right]$ 1

15 $\times$ $\left[\text{RCL} \right]$ 1 $\left[+ \right]$ 6 $\left[= \right]$

$\left[\text{STO} \right]$ 2

20 $\times$ $\left[\text{RCL} \right]$ 2 $\left[= \right]$

Display/Opmmerkingen

Bereken a en sla de uitkomst op

239.99

239.99 a wordt opgeslagen in geheugen 1

3605.85

3605.85 b wordt opgeslagen in geheugen 2

72117. dit is de waarde van c

REKENKUNDIGE BEWERKINGEN IN HET GEHEUGEN

Naast de elementaire geheugentoetsen zijn er eveneens een aantal toetsen die het u mogelijk maken berekeningen uit te voeren met de getallen die opgeslagen zijn in het geheugen, zonder dat andere lopende berekeningen worden beïnvloed :

$\left[\text{SUM} \right]$ n — De somtoets — Met deze toets kunt u elk willekeurig getal dat zich in het display bevindt, optellen bij een getal in een van de geheugens. (Deze bewerking heeft geen invloed op lopende berekeningen). De uitkomst wordt opgeslagen in het geheugen. U ziet dat wat er nu gebeurt niet hetzelfde is als bij gebruik van de $\left[\text{STO} \right]$ toets. De bewerking $\left[\text{STO} \right]$ n wist de inhoud van het geheugen en vervangt deze door het getal in het display. (Het display wordt door deze bewerking niet beïnvloed).

$\left[\text{INV} \right]$ $\left[\text{SUM} \right]$ n — Met deze toetsencombinatie wordt het getal in het display afgetrokken van het getal in het geheugen n. Het resultaat wordt opgeslagen in het geheugen n. (Het display verandert niet).

$\left[2\text{nd} \right]$ $\left[\text{Prd} \right]$ n — De vermenigvuldigings- of produkt-toetsencombinatie vermenigvuldigt het getal in geheugen n met de inhoud van het display. Het produkt wordt opgeslagen in het geheugen n. (Het display verandert niet).

$\left[\text{INV} \right]$ $\left[2\text{nd} \right]$ $\left[\text{Prd} \right]$ n — De deel- of quotiënt-toetsencombinatie deelt het getal in geheugen n door het getal in het display: Het quotiënt wordt opgeslagen in geheugen n. (U ziet dat in deze toetsencombinatie de volgorde van $\left[\text{INV} \right]$ en $\left[2\text{nd} \right]$ ook omgekeerd mag zijn : de volgorde $\left[2\text{nd} \right]$ $\left[\text{INV} \right]$ $\left[\text{Prd} \right]$ n kan toegepast worden voor elke "deling" in het geheugen). Het display verandert niet tijdens deze bewerking.

$\left[2\text{nd} \right]$ $\left[\text{Exc} \right]$ n — Deze verwissel-toetsencombinatie verwisselt het getal in geheugen n met het getal in het display. (De waarde in het display wordt opgeslagen in geheugen n terwijl het getal dat opgeslagen was in geheugen n in het display verschijnt.)

ELEMENTAIRE TOETSEN EN FUNCTIES

-DE "x" - "t" VERWISSELTOETS

Dit is een speciale verwisseltoets waarmee het getal in het display verwisseld kan worden met het getal in geheugen nummer 7. Het geheugen 7 wordt gebruikt bij een aantal speciale functies op uw machine en heeft een eigen naam: het "t" of "test" register. De functie van de

 is dezelfde als de functies van   7

NOG ENKELE OPMERKINGEN OVER GEHEUGENS

De 8 geheugens van uw rekenmachine zijn vooral ontworpen voor uw gemak maar er doen zich situaties voor (vooral bij de meer ingewikkelde berekeningen) waarbij uw rekenmachine extra "werkruimte" nodig heeft. In dergelijke gevallen zal de rekenmachine de geheugens die u te gebruiken en dit kan invloed hebben op de getallen die u hebt opgeslagen. We noemen deze gevallen hier en komen erop terug als de bijzondere kenmerken en mogelijkheden van uw rekenmachine aan de orde komen.

- Bij het uitwerken van ingewikkelde uitdrukkingen waarbij 3 of 4 niveaus van lopende berekeningen voorkomen, worden de geheugens 5 en 6 gebruikt.
- Geheugen nummer 7 het "t" register, wordt gebruikt als de  toets wordt toegepast.
- Het kan voorkomen dat de geheugens 0, 1, 2, 3, 4, 5 en 7 worden gebruikt bij statistische functies en trendberekeningen (deze worden later besproken).
- De toetsencombinatie  , die besproken wordt in deel 3 (en daarna), maakt gebruik van geheugen 0.

In de praktijk geven deze situaties geen aanleiding tot problemen maar als u de rekenmachine werkelijk "volstopt" dient u zich ervan bewust te zijn dat de inhoud van sommige geheugens kan worden aangetast.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

In dit hoofdstuk gaan we in op de kenmerken en mogelijkheden van uw rekenmachine die vooral nuttig zijn bij technische, wetenschappelijke en geavanceerde wiskundige toepassingen (nog niet zo lang geleden gebruikte men bij deze berekeningen nog de rekenlineaal en tafels en tabellen). Veel van deze mogelijkheden werden pas realiseerbaar dankzij zeer recente ontwikkelingen op het gebied van de technologie van de geïntegreerde schakelingen (IC = Integrated Circuits). Deze nieuwe ontwikkelingen maken het de ontwerpers van rekenmachines mogelijk verschillende functies en tabellen in te bouwen in het plaatje met de geïntegreerde schakeling. Zodoende kunt u de rekenmachine aan het werk zetten voor ingewikkelde berekeningen door slechts een paar toetsen aan te slaan.

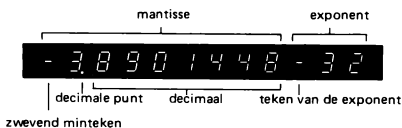
EE — TOETS VOOR DE WETENSCHAPPELIJKE NOTATIE

Bij vele toepassingen, vooral in het geval van wetenschappelijke en technische berekeningen, kan het voorkomen dat u zeer grote of zeer kleine getallen moet verwerken. Dergelijke getallen kunnen gemakkelijk (door u en uw rekenmachine) verwerkt worden door gebruik te maken van de wetenschappelijke notatie. Een getal wordt in de wetenschappelijke notatie weergegeven door een grondtal (mantis) dat vermenigvuldigd wordt met tien tot een bepaalde macht (exponent).

Mantis $\times 10^{\text{macht}}$

Om een getal in de wetenschappelijke notatie in de rekenmachine in te voeren, gaat u als volgt te werk :

- Voer de mantis in (toets $\pm/\mp$ in, als de mantis negatief is).
- Toets **EE** in (invoer van de exponent) - "00" verschijnt aan de rechterkant van het display.
- Voer de macht van 10 in (toets dan $\pm/\mp$ in, als deze negatief is).



Dit is de wijze waarop het getal $-3.8901448 \times 10^{-32}$ in het display wordt weergegeven.

Bij gebruik van de wetenschappelijke notatie kunt u aan de macht van tien zien (de twee cijfers aan de rechterkant van het display) waar de decimale punt zou staan als het getal op de normale wijze zou worden geschreven. Aan de positieve exponent kunt u zien hoeveel plaatsen de decimale punt naar rechts zou dienen te schuiven ; aan de negatieve exponent, het aantal plaatsen naar links. Bijvoorbeeld :

2.9979×10^8 is gelijk aan 2.99790000 ; (verschuif de decimale punt 8 plaatsen naar rechts en voeg het vereiste aantal nullen toe).

1.6021×10^{-19} is gelijk aan 000 000 000 000 000 000 000 1,6021 (verschuif de decimale punt 19 plaatsen naar links en voeg het vereiste aantal nullen toe).

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

2nd **Fix** n – NORMAALNOTATIE

Met deze gemakkelijke eigenschap kunt u het aantal cijfers kiezen dat tijdens uw berekeningen in het display rechts van de decimale punt verschijnt. U hoeft slechts **2nd** **Fix** gevolgd door het gewenste aantal decimalen (0 tot 8) in te toetsen. Probeer het maar eens door **2nd** **Fix** 3 in te toetsen : het display verandert direct in "0.000".

De rekenmachine zal alle volgende resultaten afronden tot op dit aantal decimalen. U kunt echter gewoon doorgaan met het invoeren van getallen met evenveel cijfers als u wenst en de rekenmachine handhaaft ook zijn eigen interne nauwkeurigheid (tot 11 cijfers). De waarde in het display wordt echter afgerond tot op het aantal decimalen dat u heeft gekozen. U ziet dat u de "Fix" toets kunt gebruiken om het gewenste aantal decimalen in te stellen, zowel bij toepassing van de normale standaard display-opmaak als bij het gebruik van de wetenschappelijke notatie. Het uit- en aanschakelen van de rekenmachine doet de "Fix" notatie verdwijnen. Probeer eens het volgende voorbeeld :

Voorbeeld : $2/3 = 0.6666667$

Intoetsen

OFF-ON

CL_R

2 **÷** **3** **=**

2nd **Fix** **6**

2nd **Fix** **2**

2nd **Fix** **1**

2nd **Fix** **0**

Display/Opmerkingen

0

0

0.6666667

0.666667 (U ziet dat de waarde in

0.67 het display op de juiste

0.7 wijze wordt afgerond).

1.

HET WISSEN VAN DE NORMAALNOTATIE :

U kunt het display van uw rekenmachine weer terugbrengen naar de standaard-opmaak door de volgende toetsencombinaties :

INV **2nd** **Fix**

2nd **Fix** **9**

Uit- en aanzetten van de rekenmachine (hierdoor wordt alles gewist).

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

2nd **π** — "PI" TOETSENCOMBINATIES

Na het intoetsen van **2nd** **π** verschijnen de eerste 8 cijfers van π in het display, (er worden 11 cijfers ingevoerd in de rekenmachine, 8 op de juiste wijze afgeronde cijfers verschijnen in het display). Het getal dat u ziet is : 3.1415927. Na deze toetsencombinatie verschijnt de waarde van π direct in het display, er worden geen lopende berekeningen mee beïnvloed en de instructie kan op een willekeurig moment tijdens een berekening worden toegepast.

2nd **$\pm$** — TOETSENCOMBINATIE VOOR DE ABSOLUTE WAARDE

Als gevolg van het intoetsen van deze combinatie wordt het teken van het getal in het display (x) positief gemaakt. Deze mogelijkheid komt goed van pas bij een aantal berekeningen en programma's.

Als **2nd** **$\pm$** wordt ingetoetst :

Als het teken van het getal in het display negatief is, verandert dit naar positief.

Als het teken van het getal in het display positief is, verandert er niets. Deze toets kan op elk willekeurig moment in een berekening worden gebruikt en heeft geen invloed op de lopende berekeningen.

We maken u erop attent dat vele toetsen op het toetsenbord voorzien zijn van de letter "x". Deze "x" slaat op het getal in het display.

x^2 **$\sqrt{x}$** **$1/x$** — KWADRATEN, VIERKANTSWORTEL EN RECIPROKEN

Deze drie eenvoudig toegankelijke toetsen zijn erg belangrijk bij een snelle bewerking van algebraïsche vergelijkingen en problemen. Deze toetsen bewerken direct na het intoetsen het getal in het display (x) en hebben geen invloed op de lopende berekeningen.

x^2 — de kwadrateertoets — berekent het kwadraat van het getal in het display (vermenigvuldigt het getal in het display met zichzelf).

$\sqrt{x}$ — de vierkantsworteltoets — berekent de vierkantswortel van het getal in het display. De vierkantswortel van een getal (x) is een ander getal (aangeduid met $\sqrt{x}$) zodat : $(\sqrt{x}) \times (\sqrt{x}) = x$.

$1/x$ — de reciproke toets — deelt het getal in het display op één.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

y^x – MACHTSVERHEFFEN

Met deze belangrijke toets kunt u elk (positief) getal tot elke macht verheffen door één druk op de knop. Gebruiksaanwijzing :

- Voer het getal in dat u in de macht wilt verheffen (y)
- Druk **y^x** in
- Voer de macht in (x)
- Druk **=** in (of een andere willekeurige bewerkingstoets)

Voorbeeld : Bereken $3.1897^{4.7343}$

Intoetsen

CLR

3.1897 **y^x**

4.7343

=

Display/Opmerkingen

0 Wissen

3.1897 de "y" waarde

1.7343 de "x" waarde

242.60674 het eindresultaat : y^x

INV **y^x** – WORTELTREKKEN ($\sqrt[y]{x}$)

Met deze toetsencombinatie kunt u elke wortel trekken van een willekeurig positief getal (de inverse van y^x is $\sqrt[y]{x}$). Voordat er rekenmachines te koop waren, waren deze berekeningen nogal tijdrovend en was vaak het gebruik van logaritmentafels nodig. De gebruiksaanwijzing voor deze toetsencombinatie :

- Voer het getal in (y) waarvan u de wortel wilt trekken
- Toets **INV** **y^x** in
- Voer de wortel in (x)
- Druk **=** in (of een andere willekeurige bewerkingstoets)

Voorbeeld : Bereken $3.871^{\sqrt[3]{21.496}}$

Intoetsen

CLR

21.496 **INV** **y^x**

3.871

=

Display/Opmerkingen

0 Wissen

21.496 waarde van "y"

3.871 waarde van "x"

2.2089685 het eindresultaat : ($\sqrt[y]{x}$).

Opmerking : Het uitvoeren van de instructies **y^x** en **INV** **y^x** vergt nogal een groot aantal bewerkingstappen in de rekenmachine en de benodigde tijd is dan ook iets langer dan bij andere berekeningen. *Wacht tot de rekenmachine klaar is met de berekeningen en tot het eindresultaat in het display verschenen is, voordat u de volgende toetsen indrukt.*

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

lnx EN **2nd** **log** — LOGARITMEN

Logaritmen zijn wiskundige functies die gebruikt worden in een groot aantal technische en wetenschappelijke berekeningen. Bovendien vormen ze vaak een belangrijk onderdeel van wiskundige "modellen" van natuurkundige verschijnselen. De logaritmische toetsen geven u direct toegang tot de logaritme van elk getal zonder dat u lijvige logaritmetafels hoeft te raadplegen.

lnx — Natuurlijke logaritme — Na het intoetsen van deze toets wordt ogenblikkelijk de natuurlijke logaritme (met grondtal $e = 2.7182818$) van het getal berekend en in het display zichtbaar gemaakt. Het getal in het display moet positief zijn; als u probeert de $\ln x$ van een negatief getal te berekenen zal het display gaan knipperen).

2nd **log** — Gewone logaritme — Na het indrukken van deze toets wordt ogenblikkelijk de gewone logaritme van het getal in het display berekend en in het display zichtbaar gemaakt. Ook hier geldt dat het getal positief dient te zijn.

INV **lnx** EN **INV** **2nd** **log** — ANTILOGARITMEN

Met deze toetsencombinaties worden de inverse- of antilogaritmen berekend.

($e^{(\ln x)} = x$, en $10^{(\log x)} = x$.) Deze vormen komen in verschillende technische berekeningen voor en kunnen door slechts een paar toetsaanslagen op uw rekenmachine snel worden opgelost.

INV **lnx** — e^x — Deze toetsencombinatie verheft het getal e tot de macht die gelijk is aan het getal in het display (berekent de natuurlijke antilogaritme van het getal in het display).

INV **2nd** **log** — 10^x — Deze toetsencombinatie verheft het getal 10 tot de macht die gelijk is aan het getal in het display (berekent de gewone antilogaritme van het getal in het display).

Opmerkingen bij de toetsen voor de logaritmen en antilogaritmen :

Al deze toetsen bewerken het getal in het display direct en hebben geen invloed op de lopende bewerkingen. Uw rekenmachine maakt tijdens deze berekeningen van een aantal "routines" gebruik. Deze routines zijn aan bepaalde grenzen gebonden en het overschrijden van deze grenzen kan tot een foutieve toestand leiden; we verwijzen naar aanhangsel C voor een gedetailleerde beschrijving van foutieve toestanden.

Enige voorbeelden : Bereken $\log 15.32$, $\ln 203.451$, $e^{-.69315}$, 10^π

Intoetsen

15.32 **2nd** **log**
203.451 **lnx**
.69315 **+/−** **INV** **lnx**
2nd **π** **2nd** **INV** **log**

Display/Opmerkingen

1.1852588
5.3154252
0.4999986
1385.4557

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

2nd **Int** – "GEHEEL-GETALDEEL VAN EEN GETAL"

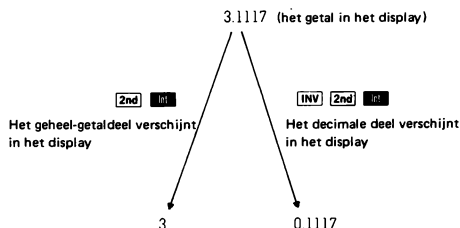
Met deze toetsencombinatie verschijnt van een getal alleen het geheel-getaldeel in het display. Als u bijvoorbeeld het getal 3.1117 in het display invoert en dan **2nd** **Int** intoetst "kapt" de rekenmachine het gedeelte rechts van de decimale punt af en wordt het gehele getal 3 in het display weergegeven. Probeer u het maar eens.

Er doen zich in de wiskunde veel gevallen voor waarbij u genoodzaakt bent van een getal alleen het geheel-getaldeel te gebruiken. Bij het programmeren is deze toetsencombinatie dan erg handig als u deze gevallen moet oplossen.

2nd **INV** **Int** – "BREUKDEEL VAN EEN GETAL"

Het komt in de wiskunde en bij het programmeren voor dat u slechts het breukdeel van een getal nodig hebt en dat u dit deel afzonderlijk moet kunnen gebruiken. Met deze combinatie verschijnt het breukdeel, d.w.z. het decimale deel van een getal dat zich in het display bevindt, in het display. Dus als u 3.1117 invoert en dan **2nd** **INV** **Int** intoetst verschijnt 0.1117 in het display.

Het volgende schema vat deze twee toetsencombinaties samen :



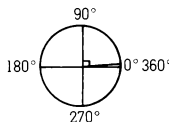
Opmerking : Bij deze bewerkingen gaat het oorspronkelijke getal verloren ; sla het eerst op als u het later na de bewerkingen **Int** en **INV** **Int** nog wenst te gebruiken.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

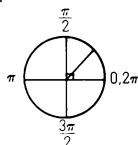
2nd **Deg** , **2nd** **Rad** , **2nd** **Grad** — HOEKMODUSTOETSEN

Uw rekenmachine kan verschillende soorten berekeningen waarbij hoeken betrokken zijn, met name de trigonometrische functies en het omrekenen van polaire naar rechthoekige coördinaten. Bij het uitvoeren van deze berekeningen kunt u een keuze maken uit drie veel gebruikte eenheden om de hoeken te meten door gebruik te maken van de volgende toetsencombinaties.

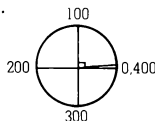
2nd **Deg** — gradenmodus. — Bij toepassing van deze modus worden alle ingevoerde en berekende hoeken uitgedrukt in graden, totdat een andere modus wordt gekozen (een graad is gelijk aan $1/360$ deel van een cirkel, een rechte hoek is 90°).



2nd **Rad** — Radialenmodus. Bij toepassing van deze modus worden alle hoeken uitgedrukt in radialen (een radiaal is gelijk aan $\frac{1}{2\pi}$ van een cirkel ; een rechte hoek is $\frac{\pi}{2}$ radiaal).



2nd **Grad** — 400 gradenmodus. Bij toepassing van deze modus worden alle hoeken uitgedrukt in graden van het 400 gradenstelsel (een graad⁹ is gelijk aan het $1/400$ deel van een cirkel en een rechte hoek meet 100 graden).



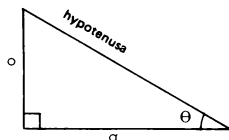
Een belangrijke opmerking : Als u de rekenmachine aanzet wordt automatisch de gradenmodus gekozen en de rekenmachine blijft deze gebruiken totdat een andere modus door u gekozen wordt.

Een veel voorkomende fout bij het werken met hoeken is het werken met de onjuiste hoekmodus. Als u eenmaal een hoekmodus hebt gekozen blijft de rekenmachine in die modus werken totdat u weer een andere modus kiest, of totdat u de rekenmachine uit- en aan hebt gezet. Na het aanzetten werkt de rekenmachine altijd in de gradenmodus.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

2nd **sin** , **2nd** **cos** , **2nd** **tan** —TRIG. TOETSENCOMBINATIES

Na het intoetsen van een van deze toetsencombinaties wordt onmiddellijk de sinus, de cosinus of de tangens van de hoek in het display berekend. De hoek wordt gemeten overeenkomstig de gekozen hoekmodus. De trigonometrische functies leggen op de volgende manier relaties tussen de verschillende zijden van een rechthoekige driehoek :



$$\sin \theta = \frac{o}{hyp} \quad \cos \theta = \frac{a}{hyp} \quad \tan \theta = \frac{o}{a}$$

INV **2nd** **sin** , **INV** **2nd** **cos** , **INV** **2nd** **tan**

Het gebruik van de **INV** toets vòòr een andere toets keert de bewerking en de bedoeling van deze laatste om.

De toetsencombinaties **INV** **2nd** **sin** , **INV** **2nd** **cos** en **INV** **2nd** **tan** berekenen de hoek (gemeten in de eenheid die hoort bij de gekozen hoekmodus) waarvan de sinus, cosinus of tangens zich in het display bevindt. (Deze toetsencombinaties berekenen resp. de bg sinus ($\sin^{-1}$), de bg cosinus ($\cos^{-1}$) en de bg tangens ($\tan^{-1}$).

Voorbeelden : Bereken de sinus van 90° , 90 radialen en 90 graden van het 400-gradenstelsel en de bg tangens van 1.

Intoetsen

OFF-ON **CLR**

90 **2nd** **sin**

90 **2nd** **Rad** **2nd** **sin**

90 **2nd** **Grd** **2nd** **sin**

1 **2nd** **Inv** **2nd** **tan**

Display/Opmerkingen

0 Het wissen van de gehele machine
(bij aanzetten is de gradenmodus gekozen)

1. sinus van 90°

0.8939967 sinus van 90 radialen

0.9876883 sinus van 90 graden van 400-graden
stelsel

45.

de hoek (in graden) waarvan de
tangens één is.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

HOEKOMREKENINGEN

Het kan soms nodig zijn hoeken vanuit een systeem naar een ander om te rekenen. Hoewel uw rekenmachine hiervoor geen speciale toetsen bezit is het vrij gemakkelijk deze omrekeningen uit te voeren voor hoeken in het eerste en het vierde kwadrant en de desbetreffende toetsencombinaties kunnen worden toegepast zonder dat de geheugens of de lopende berekeningen worden beïnvloed.

1. Vergewis u ervan dat de rekenmachine werkt met de juiste hoekmodus en voer de hoek in die omgerekend moet worden.
2. Toets **2nd** **sin** in.
3. Stel de gewenste hoekmodus in.
4. Toets **INV** **2nd** **sin** in.

Voorbeeld : Reken 50° om naar radialen.

Intoetsen

2nd **sin**
50 **2nd** **sin**
2nd **Rad**
INV **2nd** **sin**

Display/Opmerkingen

0
0.7660444
...
0.8726646 Radialen

Het gebied waarbinnen deze omrekeningen kunnen worden uitgevoerd is beperkt tot het eerste en het vierde kwadrant. Voor grotere hoeken kunt u de volgende directe omrekeningen toepassen:

- aantal graden $\times \frac{100}{90}$ = aantal graden in het 400-gradenstelsel
- aantal graden $\times \frac{\pi}{180}$ = aantal radialen
- aantal graden in het 400-gradenstelsel $\times \frac{90}{100}$ = aantal graden
- aantal graden in het 400-gradenstelsel $\times \frac{\pi}{200}$ = aantal radialen
- aantal radialen $\times \frac{180}{\pi}$ = aantal graden
- aantal radialen $\times \frac{200}{\pi}$ = aantal graden in het 400-gradenstelsel

GEAVANCEERDE

"REKENLINEAAL"—TOETSEN

OMREKENINGEN :

Uw rekenmachine is uitgerust met twee toetsen die goed van pas komen bij het uitvoeren van omrekeningen.

2nd D.MS —HET OMREKENEN VAN DE NOTATIE IN GR., MIN., EN SEC., NAAR DE NOTATIE MET DECIMALE GRADEN

Met deze toetsencombinatie kunt u hoeken die uitgedrukt zijn in de notatie met graden, minuten en seconden omrekenen naar de notatie die gebruik maakt van decimalen. De toetsencombinatie **INV 2nd D.MS** doet het omgekeerde : het omrekenen van de decimale notatie naar de notatie met graden, minuten en seconden. Deze omrekeningsmogelijkheid is erg handig als u wilt rekenen met hoeken of met tijden die zijn uitgedrukt in uren, minuten en seconden.

Voor het invoeren en omrekenen van een hoek gaat u als volgt te werk :

- Voer het aantal graden in
- Toets **.** in, de decimale punt
- Voer het aantal minuten in (2 cijfers, minder dan 60)
- Voer het aantal seconden in (2 cijfers, minder dan 60)
- Toets **2nd D.MS** in

In het display verschijnt nu de hoek (of de tijd) in decimaalnotatie. De omgekeerde omrekening is ook zeer eenvoudig :

- Voer de hoek in (het geheel-getaldeel en het decimale deel)
- Toets **INV 2nd D.MS** in

De hoek wordt nu weergegeven als een aantal graden gevolgd door een decimale punt en het aantal minuten en seconden.

Voorbeeld : Reken $47^{\circ} 05' 38''$ om naar de decimaal notatie en daarna weer naar de oorspronkelijke notatie.

Intoetsen

47.0538 **2nd D.MS**
INV 2nd D.MS

Display/Opmerkingen

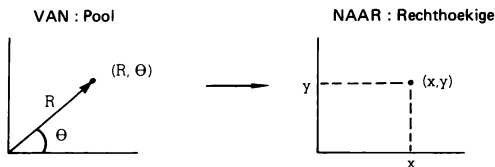
47.093889 decimaalnotatie
47.0538 terug naar graden, minuten en seconden

U ziet dat u op dezelfde wijze ook uren, minuten en seconden kunt omrekenen in decimale graden.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"—TOETSEN

2nd P→R OMREKENINGEN VAN POOL- NAAR RECHTHOEKIGE COÖRDINATEN

Deze omrekeningsmogelijkheid is een erg handige eigenschap van uw rekenmachine die vooral van pas komt bij wetenschappelijke en technische toepassingen. Indien u gebruik maakt van de $\boxed{\text{↵}}$ toets verloopt de omrekening van pool- naar rechthoekige coördinaten en vice-versa snel en eenvoudig. U hoeft slechts de onderstaande toetsencombinatie te volgen :



Het omrekenen van pool- naar rechthoekige coördinaten verloopt als volgt :

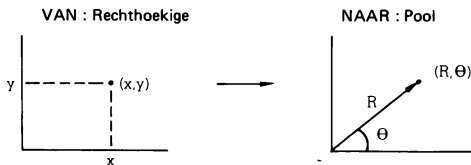
- Voer de waarde van "R" in
- Druk $\boxed{\text{↵}}$ in
- Voer de "θ" waarde in (selecteer de eenheden met de hoekmodustoets)
- Druk nu 2nd P→R in

De waarde van "y" verschijnt in het display ; de waarde van "x" verkrijgt u door het

- Indrukken van $\boxed{\text{↵}}$

"x" verschijnt nu in het display.

De omrekening van rechthoekige naar poolcoördinaten gaat als volgt :



- Voer de "x"-waarde in
- Druk $\boxed{\text{↵}}$ in
- Voer de waarde van "y" in
- Druk INV 2nd P→R in

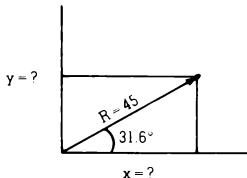
"θ" verschijnt nu in het display (in de via de hoekmodus gekozen eenheid) ; de waarde van "R" verkrijgt u door het

- Indrukken van $\boxed{\text{↵}}$

De waarde van "R" verschijnt nu in het display.

GEAVANCEERDE "REKENLINEAAL"-TOETSEN

Voorbeeld : Reken de poolcoördinaten $R = 45$ meter en $\theta = 31.6^\circ$ om naar rechthoekige coördinaten.



Intoetsen

Schakel de machine UIT en AAN

45 $\boxed{\rightarrow}$ 31.6

$\boxed{2nd}$ $\boxed{P \rightarrow R}$

$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{1}$

Display/Opmerkingen

0 De rekenmachine werkt met de gradenmodus

Voer de poolcoördinaten R en dan θ in

23.579366 de waarde van " y "

38.327712 de waarde van " x "

Opmerking : Bij deze omrekening wordt gebruik gemaakt van het geheugen 7 (het " t "-register); u kunt dus dit geheugen niet gebruiken tijdens het omrekenen van pool- naar rechthoekige coördinaten. De in dit geheugen opgeslagen getallen gaan tijdens deze omrekeningen verloren.

STATISTISCHE FUNCTIES EN TOETSEN

Zowel op school als thuis of op uw werk kan het voorkomen dat u te maken krijgt met de verwerking van grote hoeveelheden gegevens, zoals bij voorbeeld laboratorium-metingen, test-uitslagen of resultaten van studie- of onderzoekprojecten.

Uw rekenmachine beschikt over verschillende mogelijkheden die u in staat stellen gegevens gemakkelijk te verzamelen en te analyseren, namelijk door een snelle berekening van het gemiddelde, de variantie en de standaardafwijkingen. Tussentijdse resultaten worden dan opgeslagen in de geheugens en blijven zeer eenvoudig toegankelijk. (Vooral bij het opnemen van statistische bewerkingen in uw programma's kan dit u goed van pas komen; wij komen hier later op terug). U kunt ook, tegelijk, twee stel gegevens analyseren en de onderlinge relatie bestuderen aan de hand van geavanceerde statistische programma's.

U kunt reeksen gegevens als volgt analyseren en verzamelen :

- Vòòrdat u begint met een statistische berekening zet u de machine uit (OFF) en dan weer aan (ON) òf u toetst de volgende toetsencombinatie in : **INV** **2nd** **Ct**

Voor het analyseren van één aantal gegevens :

- Voer een gegeven in
 - Toets **2nd** **$\Sigma+$** in
 - Herhaal dit bij alle gegevens
-
- Druk **2nd** **$\bar{x}$** in voor het berekenen van het *gemiddelde* van de gegevens
 - Druk **2nd** **σ^2** in voor het berekenen van variantie van gegevens (met N als weegfactor)
 - Druk **2nd** **σ^2** **$\sqrt{x}$** in voor het berekenen standaardafwijking van gegevens (met N als weegfactor)
- ("N als weegfactor" is het totale aantal gegevens dat gebruikt wordt voor de berekening van de variantie ; deze variantie wordt de variantie van de populatie genoemd).

Voor het gelijktijdig analyseren van twee aantallen gegevens :

- Noem de twee aantallen gegevens "X" (onafhankelijke) en "Y" (afhankelijke) *reeksen* van gegevens.
- Voer een "X" gegeven in
- Druk **$\Sigma\pm$** in
- Voer een "Y" gegeven in
- Druk **2nd** **$\Sigma+$** in
- Herhaal dit voor alle gegevens
- Druk **INV** **2nd** **$\bar{x}$** voor het berekenen van gemiddelde van "X" gegevens
- Druk **2nd** **$\bar{x}$** voor het berekenen van gemiddelde van "Y" gegevens in
- Druk **INV** **2nd** **σ^2** voor het berekenen van de variantie van de "X" gegevens in
- Druk **2nd** **σ^2** voor het berekenen van de variantie van "Y" gegevens in
- Druk **INV** **2nd** **σ^2** **$\sqrt{x}$** voor het berekenen van de standaardafwijking van de "X" gegevens in
- Toets **2nd** **σ^2** **$\sqrt{x}$** voor het berekenen van de standaardafwijking van de "Y" gegevens in

STATISTISCHE FUNCTIES EN TOETSEN

Bij het uitvoeren van statistische analyses met uw rekenmachine worden de gegevens als volgt in het geheugen opgeslagen :

	0	n (het aantal gegevens)
gegevens	1	Σy
	2	Σy^2
	3	Σx
	4	Σx^2
	5	Σxy
	7	De laatste waarde voor x, <i>plus één</i>

U ziet dat de formule die voor het berekenen van de variantie wordt gebruikt, luidt :

$$\text{Variantie} = \frac{\Sigma(x_1 - \bar{x})^2}{N} = \frac{\Sigma(y_1 - \bar{y})^2}{N}$$

Het symbool Σ betekent : " de som van ".

Een foutieve invoer kan worden verwijderd door het desbetreffende gegeven opnieuw in te voeren, maar **[2nd] [Σ+]** vooraf te laten gaan door **[INV]**.

Voorbeeld : U bent bezig examenresultaten te beoordelen en op een gegeven moment, als alle cijfers berekend zijn, wilt u het totale resultaat van de klas bekijken. Hier volgen de cijfers :

96 65 81
85 76 86
57 98 75
78 100 72
81 70 80

Intoetsen

[INV] [2nd] [C]

96 **[2nd] [Σ+]**

85 **[2nd] [Σ+]**

72 **[2nd] [Σ+]**

80 **[2nd] [Σ+]**

[2nd] [Σ]

[2nd] [σ²] [√x]

Display/Opmerkingen

0 Vergeet niet de inhoud helemaal te wissen

1. De rekenmachine telt het aantal gegevens
2. voor u

.

.

.

14.

15.

80. Gemiddelde van de klas

11.564313 Standaardafwijking

STATISTISCHE FUNCTIES EN TOETSEN

ENKELE OPMERKINGEN OVER DE STATISTISCHE FUNCTIES

Het komt bij de analyse van paarsgewijs samenhangende gegevens vaak voor dat voor elke "y"-waarde de waarde voor x steeds met één verhoogd dient te worden. Bijvoorbeeld voor gegevens per jaar : 1961, 1962, 1963, enz.). In dergelijke gevallen hoeft u slechts de eerste waarde voor x in te voeren waarna de rekenmachine automatisch de waarde voor x met één verhoogt na elke ingevoerde y-waarde. Deze mogelijkheid is erg nuttig bij het programmeren van programma's voor trendanalyses ; statistici onder u weten hier meer van.

Zoals boven werd aangegeven, wordt de variantieberekening gewogen met "N" ; dit is toepasbaar voor het analyseren van de gegevens van een gehele *populatie*. Statistici gebruiken "weging met $N-1$ " voor de analyse van *steekproef gegevens*. U kunt bij variantieberekeningen de weging met $N-1$ bereiken door na het berekenen van de variantie met de hand de volgende toetsencombinatie toe te passen :

0 0 1 .

Hierdoor wordt vermenigvuldigd met $\frac{n}{n-1}$.

(U ziet dat de vierkantswortel van de variantie gelijk is aan de standaardafwijking).

DE SPOORLEGGERS : EEN RONDRIJ LANGS DE PROGRAMMEERTOETSEN

Uw rekenmachine is uitgerust met een groot aantal rekenmogelijkheden en eigenschappen die u in staat stellen, wanneer u maar wilt, problemen rechtstreeks "vanaf het toetsenbord" op te lossen. Bovendien is uw rekenmachine programmeerbaar. Dit betekent dat u uw rekenmachine kunt "leren" zelf de toetsen aan te slaan en zo, automatisch, verscheidene berekeningen uit te voeren (ook berekeningen waarbij beslissingen genomen dienen te worden). U kunt uw rekenmachine 50 programmeerstappen leren en dan kunt u deze stappen zo vaak als u dat wenst laten uitvoeren door slechts één enkele toets in te drukken. In dit hoofdstuk zetten wij onze "rondrij" langs de toetsen voort en schenken bijzondere aandacht aan programma's en aan het programmeren. Als u al over enige programmeer-ervaring beschikt, darf u na dit overzicht uw rekenmachine nemen en beginnen te programmeren.

WAT GEBEURT ER BINNEN IN DE REKENMACHINE ?

Uw rekenmachine "leert" een programma op een in feite zeer simpele wijze. In de rekenmachine bevindt zich een speciaal geheugen, een zogeheten "programmeergeheugen", dat uw instructies en de daarmee overeenstemmende programma-toetsaanslagen onthoudt. Bij het programmeren van uw rekenmachine wordt elke, door u ingevoerde toetsencombinatie, in de juiste volgorde en in codevorm, opgeslagen in dit geheugen. Na het invoeren van uw programma gaat uw rekenmachine terug, "leest" de codes in de juiste volgorde en slaat vervolgens zelf de toetsen aan in de juiste combinaties.

U kunt een programma invoeren met behulp van de programmeertoetsen die bij elkaar geplaatst zijn op de linkerzijde van de rekenmachine. Met deze toetsen kunt u de rekenmachine de toetsaanslagen leren die vereist zijn voor het oplossen van problemen. Het programma dat u uw rekenmachine leert, kunt u vergelijken met een "spoor" of een pad dat de rekenmachine volgt bij het oplossen van een bepaald probleem. Na het programmeren van de rekenmachine kunt u het programma aan het begin van het spoor laten starten en stapsgewijs de door u uitgezette lijn "rijden", net als een trein. Het "spoor" is uw programma, dat opgeslagen is in het programmeergeheugen en de "trein" is de zogeheten "programmawijzer". Komt de trein op het programmaspoor een door u geprogrammeerde stap tegen, of wordt daarnaar verwezen, dan slaat de rekenmachine zelf voor u de toetsen aan, en wel zoals u hebt aangegeven.

Dit hoofdstuk biedt u een kort overzicht van de "spoorleggers" of wel de programmeertoetsen van uw rekenmachine.



DE LEERTOETS DE TERUGSTELTOETS

LRN – DE LEERTOETS

Door het indrukken van deze leertoets schakelt de rekenmachine automatisch over op de "leermodus" en is dan gereed voor het "leren" van een programma. De "leermodus" wijzigt de opmaak van het display : u ziet nu 4 (soms 5) cijfers in het display : 00 00.

De twee cijfers links in het display geven het *stapnummer* aan dat u gaat invoeren. U kunt maximaal 50 stappen invoeren, genummerd van 00 tot en met 49. De cijfers aan de rechterzijde zijn bestemd voor de toetsencodes. Deze toetsencodes zijn twee- of driecijferige getallen die de door u ingevoerde programmastap aangeven. Deze twee cijfers rechts in het display (of drie ; bij bepaalde toetsaanslagen verschijnt het derde cijfer) zijn gedurende het invoeren van het programma nullen. Oorzaak hiervan is het feit dat het display steeds de stap vermeldt die u *gaat invoeren*, en onmiddellijk na het invoeren van deze stap verder gaat naar de volgende geheugenplaats in het geheugen. (Wij bespreken later hoe u terug kunt gaan en de toetsaanslagen van de door u ingevoerde stappen kunt controleren).

Drukt u de [LRN] toets voor de tweede keer in, dan schakelt u de leermodus weer uit en is de rekenmachine weer gereed voor het uitvoeren van een programma en het verrichten van berekeningen met handbediening. Het display verschijnt dan weer in de standaardopmaak. Let wel : de rekenmachine kan in de leermodus géén berekeningen met handbediening verrichten ; elke door u ingevoerde toetsaanslag wordt beschouwd als een voor het geheugen bestemde programmastap. Na het opslaan van een programma en het uitschakelen van de leermodus kunt u weer berekeningen uitvoeren met handbediening die overigens het in het programma-geheugen opgeslagen programma niet kunnen beïnvloeden. Let ook op het feit dat u, door de rekenmachine op OFF te zetten, het gehele programmeergeheugen wist (en tevens alle andere geheugens en registers).

RST – DE TERUGSTELTOETS

Deze toets geeft de opdracht : "opnieuw starten bij het begin". Het verwijst de programmawijzer terug naar stap 00. Deze toets kunt u als onderdeel van een programma opnemen (invoeren als de leermodus ingeschakeld is) of met handbediening als de leermodus uitgeschakeld is. Als onderdeel van een programma verwijst deze toets de programmawijzer terug naar de eerste stap, stapnummer 00, en laat de programmawijzer vervolgens weer verder gaan. Is de leermodus echter uitgeschakeld en toetst u [RST] met handbediening in, dan wordt hierdoor de programmawijzer eenvoudig teruggebracht naar stapnummer 00. De [RST] toets heeft nog andere bijzondere functies : hij stelt de teller voor het aantal subroutines terug op nul en wist het terugkeerregister voor de subroutines.

R/S DE "RUN/STOP" TOETS

2nd **Pause** DE PAUZE TOETS

R S – DE "RUN/STOP" TOETS

Het indrukken van de **R/S** toets (als de rekenmachine niet in de leermodus staat) geeft de rekenmachine opdracht te beginnen met de uitvoering van een programma (vanaf de geheugenplaats waar de programmaxijzer zich op dat moment bevindt). Het indrukken (en even ingedrukt houden) van de **R/S** toets doet de uitvoering stoppen, tijdens het uitvoeren van een programma. De **R S** toets heeft dus een dubbele functie : als de uitvoering van een programma gestopt is, wordt deze door het indrukken van de **R/S** toets weer op gang gebracht en omgekeerd, als de rekenmachine bezig is met de uitvoering van een programma, wordt dit door het indrukken van deze toets onderbroken.

De **R/S** toets kan, wanneer ingedrukt als de rekenmachine in de leermodus staat, ook onderdeel vormen van een programma. Als de rekenmachine bij de uitvoering van een programma een **R S** instructie als een programmastap tegenkomt, wordt de uitvoering van het programma onderbroken en verschijnt de inhoud van het displayregister van dat moment in het display. Dit maakt het u mogelijk een programma te onderbreken om de tussentijdse resultaten te bestuderen, nieuwe getallen waarmee het programma moet werken in te voeren, of de rekenmachine stop te zetten als het programma beëindigd is.

Let u erop dat indien de rekenmachine niet in de leermodus staat en u **R/S** intoetst, de programmaxijzer begint bij de geheugenplaats *waar hij zich op dat moment bevindt*. Indien u wenst dat de uitvoering van het programma begint bij de eerste programmastap (stap 00), dient u vòòr de **R/S** toets de **RST** toets in te drukken. (U kunt de programmaxijzer naar een willekeurige andere plaats zenden waar u de uitvoering wenst te starten, en wel met de **GTO** toets die nog wordt besproken).

2nd **Pause** – DE PAUZETOETS

Deze toets wordt gebruikt als onderdeel van een programma ; u kunt deze instructie in uw programma opnemen als de rekenmachine in de leermodus staat. Als de programmaxijzer tijdens de uitvoering van een programma de **2nd** **Pause** instructie aantreft, wordt het programma voor ongeveer 3/4 seconde onderbroken en wordt het op dat moment in het displayregister aanwezige resultaat in het display vermeld. Hierna gaat de wijzer naar de volgende stap.

De **2nd** **Pause** instructie verschaft u gedurende korte tijd een inzicht in een programmaresultaat zonder dat de uitvoering wordt stopgezet. Deze toetsencombinatie is vooral erg handig in het geval van programma's met zich steeds herhalende bewerkingen (lussen) waarbij u de veranderende resultaten van de voortgaande berekeningen kunt volgen. Zo kunt u uw saldo op een samengestelde interestrekening zien "groeien" naarmate de maanden verlopen of een functie naar zijn "limiet" zien lopen, enz. Indien u een pauze wenst die langer duurt dan 3/4 seconde, hoeft u slechts een of meer **2nd** **Pause** instructies op te nemen ; het resultaat blijft dan 3/4 seconde langer in het display staan voor elke **2nd** **Pause** instructie die u opneemt. (Bedenk daarbij echter wel dat elke **2nd** **Pause** toetsencombinatie als onderdeel van een programma een van de 50 toegestane programmastappen verbruikt).

SAMENGEVOEGDE CODERING

2nd **Lbl** n – LABELS

Met deze toets kunt u een punt van een programma (of een geheel programma) of een sub-routine van een label voorzien (subroutines worden later nog besproken). Als de leermodus is ingesteld kunt u de toetsencombinatie **2nd** **Lbl** 'n' intoetsen, waarbij n een cijfer is van 0 tot en met 9. Op deze manier kunt u tot 10 punten van het programma van een label voorzien. Een eenmaal gebruikt labelnummer, kunt u in een programma niet nogmaals gebruiken.

Het toepassen van labels in een programma is erg gemakkelijk daar ze u de mogelijkheid bieden om in combinatie met andere toetsen (**GTO** en **SBR**) de programmawijzer naar elk willekeurig punt van uw keuze te zenden. Labels hebben geen invloed op andere programma-stappen of op lopende berekeningen ; ze werken slechts als "seinen" voor u en voor de programmawijzer. Het verdient aanbeveling labels op belangrijke punten van het programma toe te passen, vooral als u tijdens de uitvoering van dat programma de programmawijzer naar een bepaald punt wenst te sturen (sprongopdrachten). Als een programmastap voorzien is van een label is het heel erg eenvoudig de uitvoering van een programma daar te laten beginnen door toepassing van de **GTO** toets. Wij komen daar later op terug.

SAMENGEVOEGDE CODERING

De gehele toetsencombinatie **2nd** **Lbl** n verbruikt slechts een programmastap omdat de rekenmachine zowel de instructie als het cijfer van het label door middel van een verkorte code opslaat ; een zogenaamde samengevoegde code. Probeert u het maar eens : schakel de rekenmachine uit en aan, toets eerst **LRN** in en dan **2nd** **Lbl** . Het display geeft nu aan : **00 86 0**.

De eerste twee cijfers vormen het stapnummer : **00**, **86** is de code van het label en het laatste cijfer (nul) is de geheugenplaats voor het labelnummer (0-9). U kunt het label compleet maken door b.v. het cijfer 3 in te voeren als labelnummer. Als u 3 intoetst verschijnt in het display **01 00** ; dit is de volgende geheugenplaats die vrij is voor het opnemen van programma-instructies.

Er zijn verschillende programma-instructies die gebruik maken van deze samengevoegde codering. Het komt erop neer dat dit het geval is bij de functies die gevolgd worden door een labelnummer of een nummer van een geheugenplaats. (Alle geheugeninstructies zoals **STO** , **RCL** enz. zijn hiervan voorbeelden). Steeds als u bij het intoetsen van een programma, als de leermodus is ingesteld, het derde cijfer van rechts in het display ziet oplichten vraagt de rekenmachine om een label- of geheugennummer (0-9). Vergeet niet, dit nummer dan ook in te voeren ; we raden u aan schriftelijk bij te houden waarvoor u de labels of geheugens hebt gebruikt. Let u erop dat de instructie **2nd** **Fix** n ook gebruik maakt van de samengevoegde codering.

GTO n – DE "GO-TO" TOETSENCOMBINATIE

GTO 2nd nn -DE "GO-TO [NAAR] STAPNUMMER" TOETSENCOMBINATIE

GTO n – DE "GO-TO" TOETSENCOMBINATIE

U kunt deze toetsencombinatie gebruiken als onderdeel van een programma, als de leermodus ingesteld is, ofwel rechtstreeks met handbediening, als de leermodus weer uitgeschakeld is. De **GTO n** toetsencombinatie, waarbij n het labelnummer is, (0 t/m 9) brengt de programmawijzer onmiddellijk naar het labelnummer n. Passeert de programmawijzer in een programma de **GTO n** instructie, dan gaat de programmawijzer direct naar label n en vandaar verder. (De **GTO n** toetsencombinatie wordt opgeslagen als één programmastap, met een samengevoegde code).

De **GTO** toets veroorzaakt, wanneer deze wordt gebruikt in een programma, een zogenaamde "onvoorwaardelijke sprong". Onafhankelijk van de loop van het programma, gaat de programmawijzer altijd, wanneer een **GTO n** instructie gepasseerd wordt, direct verder naar het programmalabel n en vandaar verder. Er zijn ook nog andere sprongen in een programma mogelijk door de **GTO n** toetsencombinatie uit te breiden met andere toetsen. Door het gebruik van deze toetsen kunt u een voorwaarde inbouwen vòòr de **GTO n** instructie. Bij het gebruik van deze andere toetsencombinaties kunt u beslispunten in uw programma opnemen die wij dan "voorwaardelijke sprongen" noemen.

De **GTO n** toetsencombinatie kan in zeer uiteenlopende situaties erg nuttig zijn. U kunt bijvoorbeeld een lang programma schrijven dat verschillende functies uitvoert. Voorziet u nu elke functie van een labelnummer, dan kunt u elke functie afzonderlijk gebruiken zonder dat u daarvoor het gehele programma behoeft uit te voeren. Hiervoor gaat u als volgt te werk. U schakelt de leermodus uit, toetst vervolgens **GTO n** in (n is hier het labelnummer van de door u gewenste functie) en start dan het programma met de **R/S** toets. De programmawijzer start dan bij het gewenste labelnummer.

GTO 2nd nn – DE "GO-TO [NAAR] STAPNUMMER" TOETSENCOMBINATIE

Deze toetsencombinatie kan uitsluitend worden gebruikt als de leermodus uitgeschakeld is. Deze combinatie beperkt zich tot de mogelijkheid de programmawijzer te plaatsen bij de door u gekozen programmastap. Toetst u, als de leermodus uitgeschakeld is, de **GTO 2nd** combinatie in en daarop volgend het tweecijferige stapnummer (00-49) dan gaat de programmawijzer onmiddellijk naar dat bepaalde stapnummer. Deze mogelijkheid is bijzonder nuttig in die gevallen dat u bepaalde programmastappen wenst te wijzigen of te verbeteren, (zie onder het hoofd "opmaaktoetsen", die wij later bespreken) ofwel de programmawijzer wenst te laten starten vanaf een bepaalde stap in het programma die niet van een label voorzien is.

Probeer dit eens uit. Zet uw rekenmachine uit (OFF) en dan aan (ON) en toets **GTO 2nd 16** in. Toets nu **LRN** in. Het display vermeldt nu **16 00**, hetgeen aanduidt dat u de programmawijzer naar geheugenplaats 16 gebracht hebt. Op gelijke wijze kunt u de programmawijzer naar elke gewenste stap brengen, van 0 tot en met 49. (Indien u probeert een hoger stapnummer dan 49 te gebruiken, knippert het display ten teken van de foutieve toestand).

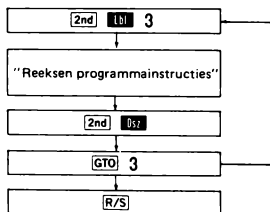
2nd 0sz – DE “TEL AF EN VERSPRING INDIEN NUL” TOETSENCOMBINATIE

2nd 0sz – DE “TEL AF EN VERSPRING INDIEN NUL” TOETSENCOMBINATIE

Deze toetsencombinatie is erg belangrijk. Het gebruik ervan stelt u in staat een bepaalde berekening zo vaak te herhalen als u dat wenst (“lus”). U slaat het aantal herhalingen op in geheugen nul. Deze combinatie stelt u in staat te bepalen of de programmawijzer verder dient te gaan bij de eerstvolgende programmastap ofwel deze moet overslaan en verder moet gaan bij de daarop volgende. Passeert de programmawijzer de toetsencombinatie 2nd 0sz in een programma, dan gebeurt het volgende :

- Ten eerste, de inhoud van het geheugen nul wordt verminderd met één. Uitgangspunt hierbij is dat het getal in het geheugen nul een positief geheel getal is. Bevindt zich in het geheugen een niet-geheel getal, dan doet de rekenmachine alsof daar het *eerstvolgende* gehele getal staat. Bevindt er zich een negatief getal in geheugen nul, dan wordt dit getal vermeerderd met één.
- Nu vraagt de rekenmachine : is de inhoud van geheugen nul *gelijk* aan nul ?
- Antwoord luidt nee : de programmawijzer gaat dan verder bij de stap volgend op de 2nd 0sz instructie.
- Antwoord luidt ja : de programmawijzer slaat de volgende stap over en gaat dan verder.

U kunt na de 2nd 0sz toetsencombinatie elke andere stap opnemen maar vaak blijkt het ten behoeve van zich herhalende berekeningen nuttig op deze plaats de GTO n instructie te gebruiken. Bijvoorbeeld : in onderstaand diagram, zouden de “reeksen instructies” vanwege de lus herhaald worden.



Het aantal keren dat deze instructies uitgevoerd zouden worden, zou worden bepaald door het in geheugen nul opgeslagen getal (opgeslagen vòòr het uitvoeren van het programma). Zou het getal in geheugen nul 6 zijn, dan zouden de “reeksen instructies” zes keer worden uitgevoerd ; hierna zou het programma stoppen.

Let u erop dat de reeks instructies ook 6 keer zouden zijn uitgevoerd als het getal dat opgeslagen was in geheugen nul, vòòr de programmawijzer deze reeks instructies tegenkwam, 5.2, -6 of -5.2 zou zijn geweest. U dient er ook rekening mee te houden dat bij gebruik van de 2nd 0sz toetsencombinatie het geheugen nul hierbij betrokken is en het niet gebruikt kan worden voor het opslaan van gegevens ten behoeve van andere doeleinden, hoewel het getal in geheugen nul wél gebruikt kan worden als onderdeel van de rekenkundige bewerking door dit getal aan te roepen.

**INV 2nd 0sz – DE “TEL AF EN VERSPRING INDIEN NIET NUL” TOETSEN-
COMBINATIE**

Deze toetsencombinatie heeft dezelfde werking als de voorgaande, alleen is de voorwaarde voor het verspringen omgekeerd. Passeert de programmawijzer de **INV 2nd 0sz** instructie, dan gebeurt het volgende :

- De inhoud van geheugen nul wordt met één verminderd. Ook hier gaan wij er vanuit dat het getal in geheugen nul een positief geheel getal is. Als het een niet-geheel getal is, dan handelt de rekenmachine alsof er het *volgende* gehele getal staat. Is het getal in geheugen nul negatief, dan wordt dat getal met één vermeerderd.
- De rekenmachine vraagt dan : is de inhoud van geheugen nul gelijk aan nul ?
- Het antwoord luidt *nee* : de programmawijzer slaat nu de stap die volgt op de **INV 2nd 0sz** instructie over, en gaat dan verder.
- Het antwoord luidt *ja* : de programmawijzer gaat verder bij de stap die volgt op de **INV 2nd 0sz** instructie.

Deze instructie kan ook erg nuttig zijn voor het opzetten van zich herhalende berekeningen bij uiteenlopende situaties tijdens het programmeren.

VOORWAARDELIJKE SPRONGEN

Bij het ontwerpen van uw rekenmachine is een groep instructies opgenomen die het u mogelijk maakt programmabeslissingen in uw programma's in te bouwen. De standaardbewerking is voor elk van deze groepinstructies gelijk en zij zijn eenvoudig te leren. Bovendien zijn deze instructies zeer goed in te passen in uw programma's en zij bieden dan ook bijzonder veel mogelijkheden.

De voorwaardelijke-sprongtoets werkt als volgt. Passeert de programmawijzer in een programma deze toetsencombinatie, dan vergelijkt de rekenmachine onmiddellijk twee aantallen : het getal dat vermeld is in het display (dat x wordt genoemd) en het getal in een speciaal test of t-register (dat t wordt genoemd). (Het t- of testregister is in uw rekenmachine geheugen 7). De rekenmachine stelt dan één van de vier vragen om t en x te vergelijken ; de keuze van de vraag is afhankelijk van de door u gebruikte programma-instructie :

	2nd	$x=t$	Is $x = t$? (Is x gelijk aan t ?)
INV	2nd	$x \neq t$	Is $x \neq t$? (Is x niet gelijk aan t ?)
	2nd	$x \geq t$	Is $x \geq t$? (Is x groter dan of gelijk aan t ?)
INV	2nd	$x < t$	Is $x < t$? (Is x kleiner dan t ?)

Luidt het antwoord ja, dan gaat de programmawijzer direct door naar de eerstvolgende instructie. Luidt het antwoord nee, dan slaat de programmawijzer de eerstvolgende instructie over en gaat dan verder. Laten wij deze voorwaardelijke sprongopdrachten (en de daarvoor gebruikte toetsencombinaties) eens één voor één bekijken.

$x=t$ – DE “VERWISSEL x MET t” TOETS

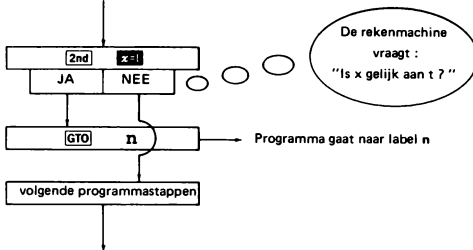
Met deze toets verwisselt u de inhoud van het displayregister met de inhoud van het t-register (geheugen 7). Dit is een eenvoudige methode om een bepaalde test (of t)- waarde in het test-register te brengen. (U kunt ook de toetsencombinatie $2nd$ EXC 7 gebruiken of eenvoudig STO 7, indien dat beter uitkomt in uw programma).

2nd $x=t$ DE “IS x GELIJK AAN t ? ” TOETSENCOMBINATIE

U kunt deze toetsencombinatie gebruiken om de programmawijzer één van de verschillende wegen van uw programma te laten inslaan. Passeert de programmawijzer in een programma deze instructie, dan vergelijkt de rekenmachine de inhoud van het displayregister (x) met de inhoud van het t-register en vraagt : is x gelijk aan t ? Luidt het antwoord ja, dan gaat de programmawijzer direct naar de eerstvolgende stap na deze $2nd$ $x=t$ instructie. Luidt het antwoord nee, dan slaat de programmawijzer de volgende stap over en gaat dan verder.

VOORWAARDELIJKE SPRONGEN

U kunt na de **2nd** **xc=t** toetsencombinatie elke instructie die u maar weet, opnemen, maar u zult bemerken dat de **GTO** n toetsencombinatie u hier goed van pas kan komen ; bekijkt u onderstaand diagram :



Wij herhalen de hoofdpunten die u bij het gebruik van de **2nd** **xc=t** toetsencombinatie dient te onthouden :

- De rekenmachine vraagt : Is $x = t$?
- Luidt het antwoord ja : de programmawijzer gaat verder bij de eerstvolgende stap.
- Luidt het antwoord nee : de programmawijzer slaat de eerstvolgende stap over en gaat dan verder.

ANDERE VOORWAARDELIJKE SPRONGEN

INV **2nd** **xc=t** DE "IS x NIET GELIJK AAN t" ($x \neq t$) TOETSENCOMBINATIE

Deze toetsencombinatie kunt u, als de leermodus ingeschakeld is, opnemen in een programma als voorwaardelijke programmasprong (of beslissing). Passeert nu de programmawijzer in een programma de "Is x niet gelijk aan t ?" toetsencombinatie, **INV** **2nd** **xc=t** , dan gebeurt het volgende :

- De rekenmachine vergelijkt de inhoud van het displayregister (x) met de inhoud van het testregister (register 7).
- De rekenmachine vraagt : Is x niet gelijk aan (of ongelijk) t ?
- Luidt het antwoord ja dan gaat de programmawijzer verder bij de eerstvolgende stap.
- Luidt het antwoord nee dan slaat de programmawijzer de eerstvolgende stap over en gaat dan verder.

Ook nu weer geldt dat u na de **INV** **2nd** **xc=t** toetsencombinatie elke door u gewenste instructie kunt plaatsen maar dat de **GTO** n combinatie op deze plaatsen erg handig kan blijken te zijn.

VOORWAARDELIJKE SPRONGEN

2nd **$\geq$** – DE “IS x GROTER DAN OF GELIJK AAN t ? ” TOETSENCOMBINATIE

Passeert de programmawijzer in een programma deze instructie, dan gebeurt het volgende :

- De rekenmachine vergelijkt de inhoud van het register x met de inhoud van het register t.
- De rekenmachine vraagt : “Is x groter dan of gelijk aan t ? ”
- Luidt het antwoord ja, dan gaat de programmawijzer verder bij de eerstvolgende stap.
- Luidt het antwoord nee, dan slaat de programmawijzer de eerstvolgende stap over en gaat dan verder.

INV **2nd** **$\geq$** DE “IS x KLEINER DAN t” – ($x < t$) TOETSENCOMBINATIE

Passeert de programmawijzer in een programma deze instructie dan gebeurt het volgende :

- De rekenmachine vergelijkt de inhoud van het register x met de inhoud van het register t.
- De rekenmachine vraagt : “Is x kleiner dan t ? ”
- Luidt het antwoord ja, dan gaat de programmawijzer verder bij de eerstvolgende stap na **INV** **2nd** **$\geq$**
- Luidt het antwoord nee, dan wordt de eerstvolgende stap overgeslagen en dan gaat de programmawijzer verder.

AANVULLENDE OPMERKINGEN :

Het is tamelijk eenvoudig deze instructies te onthouden als u uw blik maar gericht houdt op “de grote lijnen”. U kunt uw rekenmachine eigenlijk elk van deze vier testen laten uitvoeren : Is x gelijk aan t, is x groter dan of gelijk aan t, of de inversen hiervan : is x niet gelijk aan t, is x kleiner dan t ? Welk geval het ook betreft, de rekenmachine voert de test uit en stelt de vraag. Luidt het antwoord ja, dan gaat de programmawijzer direct door naar de eerstvolgende stap. Luidt het antwoord nee, dan slaat de programmawijzer de eerstvolgende stap over en gaat dan verder.

U ziet dat het aantal x dat vergeleken wordt met t, de inhoud is van het displayregister. Het displayregister kan tot 11 cijfers opslaan waarvan er slechts 8, op de juiste wijze afgerond, in het display worden vermeld. Er kunnen zich gevallen voordoen waarin deze 3 cijfers de uitkomst van deze vergelijkingen beïnvloeden. Dit komt zelden voor, maar het kan nuttig zijn van deze mogelijkheid op de hoogte te zijn.

SUBROUTINES

Het gebruik van subroutines is niet alleen een handige methode om het aantal programma-stappen te beperken en een lang programma op te delen in eenvoudig te analyseren segmenten: het behoort gewoon tot de goede programmeergewoontes om gebruik te maken van subroutines. Een subroutine is eigenlijk een miniprogramma dat u kunt schrijven als onderdeel van elk programma. Steeds als u een bepaald stel programmastappen meer dan eenmaal in een programma wenst toe te passen, is het erg verstandig van die stappen een subroutine te maken. Hier volgt de werkwijze :

Om van een stel programmastappen een subroutine te maken, hoeft u slechts het volgende te doen :

- Plaats aan het begin van het stel programmastappen een label.
- Plaats aan het eind van deze programmastappen de **INV SBR** instructie.

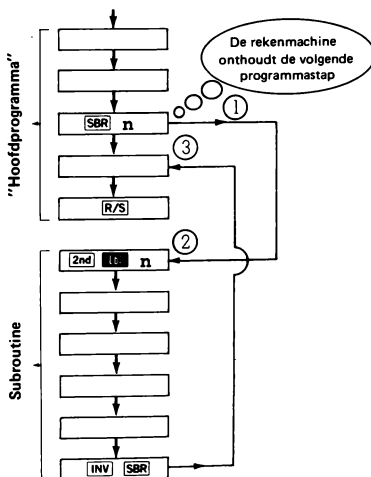
Subroutines kunnen zo lang zijn als u wenst met de beperking dat de totale lengte van het gehele programma inclusief alle subroutines niet meer dan 50 stappen mag omvatten.

HET GEBRUIK VAN SUBROUTINES IN EEN PROGRAMMA :

- Als de leermodus is ingesteld dient u als u een subroutine wenst te gebruiken, **SBR n** in te toetsen, waarbij n het label is van de subroutine. U kunt in één programma zo vaak als u maar wenst een subroutine gebruiken (of "oproepen" zoals vaak gezegd wordt).

Als de programmawijzer in een programma een **SBR** instructie tegenkomt, voert de rekenmachine de volgende dingen voor u uit (zie ook het schema).

1. Eerst wordt de programmastap waar de **SBR n** instructie zich bevindt opgeslagen in een speciaal geheugen (het zogenaamde subroutine-terugkeerregister).
2. De programmawijzer verspringt naar het label n en begint met de uitvoering van de instructies die daarna volgen, totdat de **INV SBR** instructie bereikt wordt.
3. Bij het bereiken van de **INV SBR** instructie springt de programmawijzer terug naar het punt waar de subroutine werd "opgeroepen", en vervolgt dan de uitvoering van het programma.



SBR SUBROUTINES EN

INV SBR

HET GEBRUIK VAN SUBROUTINES MET HANDBEDIENING :

Een voordeel van het gebruik van subroutines in een programma is het feit dat u een subroutine ook onafhankelijk van het programma zelf kunt gebruiken. Hiervoor hoeft u slechts **SBR** n in te toetsen, terwijl de leermodus is uitgeschakeld. De programmawijzer verspringt dan onmiddellijk naar het label n en voert de subroutine uit. De instructie **INV SBR** op het eind van de subroutine werkt in dit geval als een **R/S** instructie.

OPMERKINGEN OVER SUBROUTINES :

Het behoort tot de goede programmeergewoontes subroutines toe te passen. Subroutines vergemakkelijken de opbouw van de programma's (en maken daarom het vinden van fouten gemakkelijker, als deze voorkomen tenminste). Bovendien kunnen andere programmeurs uw programma's beter begrijpen en toepassen als deze zijn opgedeeld in "verteerbare brokken".

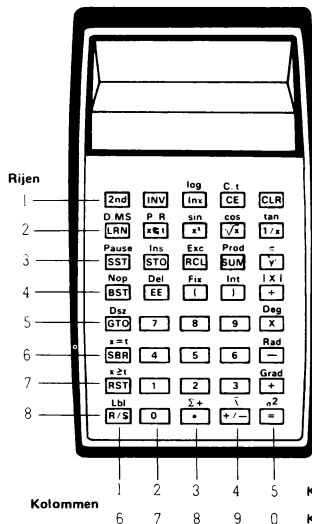
Uw rekenmachine kan twee niveaus subroutines verwerken. Dit betekent dat terwijl het programma bezig is met de uitvoering van een subroutine, u nog een andere subroutine kunt "oproepen" of gebruiken. U kunt echter geen drie niveaus gebruiken. Indien tijdens een subroutine van het tweede niveau een derde niveau wordt "opgeroepen" betekent dit een ontoelaatbare bewerking en zal het display gaan knipperen. Het subroutine-terugkeerregister heeft slechts ruimte voor twee terugkeeradressen.

Het is erg eenvoudig uw programma's zo te schrijven dat ze gebruikt kunnen worden als subroutines in andere programma's. Ervaren programmeurs raden u aan dit ook te doen. Het is natuurlijk niet erg praktisch dit ook te doen voor programma's die bijna 50 programmastappen omvatten, maar het is een goede werkwijze voor de kleinere programma's. U hoeft hiertoe slechts het programma te beginnen met een label en te beëindigen met **INV SBR**. De **INV SBR** toetsencombinatie werkt als een **R/S** instructie als het subroutine-terugkeerregister leeg is.

TOETSCODES VOOR HET OPMAKEN VAN PROGRAMMA'S

Uw rekenmachine is uitgerust met een aantal toetsen waarmee u gemakkelijk en snel uw programma's kunt wijzigen om ze aan te passen aan andere problemen of om mogelijke fouten te corrigeren. Met deze opmaakmogelijkheden van de rekenmachine kunt u elk punt van een programma bereiken, het analyseren, een stap veranderen, toevoegen of verwijderen of lege plaatsen maken die later gebruikt kunnen worden.

Zoals al eerder in dit hoofdstuk is duidelijk gemaakt, slaat de rekenmachine de stappen van een programma op als een reeks toetscodes. Deze codes zijn op een erg rechtlijnige manier vastgesteld. De code van een getaltoets van het toetsenbord is gelijk aan het getal zelf (00 tot en met 09). De toetscode voor de eerste functie van een toets is een getal met twee cijfers: het eerste cijfer is het nummer van de rij waarin de toets ligt en het tweede cijfer is het nummer van de kolom. (De rijen zijn genummerd van 1 t/m 8 van boven naar beneden, de kolommen van 1 t/m 5 van links naar rechts; zie ook de tekening hieronder).



De toetscode van de **STO** instructie is b.v. 32, die van **x²** is 23. Voor het vinden van de code van de tweede functie hoeft u alleen maar 5 op te tellen bij het nummer van de kolom, waarbij de meest rechtse kolom wordt aangegeven met nul. De code voor **2nd** **sin** is 28, voor **2nd** **π** is deze 30.

Als u voor de eerste keer een programma invoert als de leermodus is ingeschakeld, ziet u de toetscodes niet, daar in het display steeds de volgende stap van het programmeergeheugen verschijnt. Om de codes te kunnen zien, moet eerst het programma worden ingevoerd, dan moet de programmawijzer teruggebracht worden naar het begin van het programma, waarna het onderzoek van de codes kan beginnen. De werkwijze is als volgt:

SST HET OPMAKEN VAN PROGRAMMA'S

We voeren een eenvoudig programma in om mee te werken ; het betreft een programma waarmee de kwadraten van de getallen (1, 2, 3, . . . enz.) zichtbaar worden gemaakt in het display. Toets het programma als volgt in :

Intoetsen	Display/Opmerkingen
OFF-ON	0 · Wissen van de gehele inhoud van de machine
LRN	00 00
1	01 00
SUM	01 34 0
2	02 00
RCL	02 33 0
2	03 00
x²	04 00
2nd Pause	05 00
RST	06 00
LRN RST	0

Om dit programma te laten werken hoeft u slechts **R/S** in te toetsen en u zult 1, 4, 9, 16 enz. zien verschijnen. Druk de **R/S** toets in en houd deze even ingedrukt om het programma te stoppen. We gebruiken dit programma om de toetscodes te onderzoeken en om met de toetsen en kenmerken die op deze en de volgende pagina worden beschreven het programma te veranderen en op te maken. (Druk **RST** in om terug te keren naar het begin van het programma).

SST — SINGLE STEP TOETS

Als de leermodus is ingeschakeld kunt u door deze toets te gebruiken stap voor stap door het programma "wandelen" en de toetscodes bestuderen. Let u erop dat deze toets geen eigen toetscode heeft en ook niet kan worden ingevoerd als een programmastap van een programma. Als de leermodus niet is ingeschakeld kan de toets worden gebruikt om een programma stap voor stap *uit te voeren*. Bij het opmaken van programma's kunt u de **SST** toets herhaaldelijk indrukken om de toetscodes van uw programma te bekijken:

Intoetsen	Display/Opmerkingen
LRN	00 01 1
SST	01 34 2 SUM 2
SST	02 33 2 RCL 2
SST	03 23 x²
SST	04 36 2nd Pause
SST	05 71 De laatste programma- stap RST
SST	06 00

HET OPMAKEN VAN PROGRAMMA'S

[BST]

[GTO] **[2nd]** **nn**

[2nd] **[N]** **[2nd]** **[]**

[BST] – DE "BACK STEP" TOETS

Deze toets werkt alleen als de leermodus is ingesteld en maakt het u mogelijk, stap voor stap het programma in achterwaartse richting te doorlopen, steeds een stap voor elke keer dat de toets wordt ingedrukt. Door het herhaaldelijk indrukken van deze toets kunt u de programmacodes bestuderen (ook deze toets heeft geen eigen toetscode en kan ook niet opgenomen worden als een programmastap in een programma).

[GTO] **[2nd]** **nn**

Zoals al is uitgelegd kan deze toetsencombinatie worden gebruikt als de leermodus niet ingesteld is om direct naar een bepaalde programmastap te gaan. Druk **[LRN]** in om de leermodus uit te schakelen en druk dan **[GTO]** **[2nd]** **05** in, gevolgd door opnieuw **[LRN]**. In het display verschijnt **05 71**; u bevindt zich bij programmastap 5 waar de **[RST]** instructie is opgeslagen.

HET VERANDEREN OF OPMAKEN VAN EEN PROGRAMMA :

U kunt programmastappen overschrijven, uit het programma verwijderen, tussenvoegen of uitwissen. Wij gaan deze mogelijkheden even nader bestuderen :

HET OVERSCHRIJVEN VAN EEN PROGRAMMASTAP :

Ga naar de stap die u wilt overschrijven en voer de nieuwe toets of toetsencombinatie in. De nieuwe instructie overschrijft de oude en vervangt deze. In het display verschijnt automatisch de volgende stap; dus om de nieuwe code te controleren, moet u een stapje terug doen met behulp van de **[BST]** toets.

[2nd] **[Nop]** – DE "GEEN WERKING OF NO-OP" TOETSENCOMBINATIE

Met deze toetsencombinatie kunt u elke instructie van uw programma uitwissen en vervangen door de "NO-OP"-instructie die door uw rekenmachine wordt genegeerd. De toetsencombinatie maakt het u mogelijk lege plekken in uw programma op te nemen die later opgevuld kunnen worden. Als de leermodus is ingeschakeld hoeft u alleen maar naar de instructie te gaan die u uit wilt wissen en **[2nd]** **[Nop]** in te toetsen. De oude code wordt dan vervangen door een NO-OP-instructie (code 46).

[2nd] **[Ins]** – DE "INVOEG" TOETSENCOMBINATIE

Met deze toetsencombinatie kunt u op eenvoudige wijze extra stappen in uw programma invoegen. Als u instructies aan uw programma wenst toe te voegen, ga dan naar het punt van het programma waar u de extra stappen wilt invoegen (terwijl de leermodus is ingeschakeld), en toets dan **[2nd]** **[Ins]** in.

*Hierdoor schuiven alle instructies na dit punt een geheugenplaats op, en ontstaat een lege ruimte op de geheugenplaats waar u zich bevindt. U kunt nu een nieuwe instructie invoeren. Voor het invoeren van meer instructies hoeft u de bewerking alleen maar te herhalen. Merk op dat een instructie op de geheugenplaats 49 "uit de boot" valt en verloren gaat op het moment dat u **[2nd]** **[Ins]** indrukt.*

STAPPEN BIJ HET SCHRIJVEN VAN PROGRAMMA'S

2nd **Del** – VERWIJDEREN VAN GEGEVENS

Met deze toetsencombinatie kunt u een instructie uit een programma verwijderen en het gat opvullen door alle volgende stappen één plaats naar voren te laten verschuiven. U hoeft alleen maar naar de instructie te gaan die u wilt verwijderen, en dan de toetsencombinatie **2nd Del** in te toetsen.

STAPPEN BIJ HET SCHRIJVEN VAN PROGRAMMA'S

Naarmate u meer leert over het programmeren maakt u zich een bepaald programmeerritme eigen, waardoor de programma-oplossingen zich als het ware vanzelf aandienen als u kennis neemt van een op te lossen probleem. De stappen die u bij het ontwikkelen van een programma volgt, hangen natuurlijk af van uw persoonlijke benaderingswijze; de volgende punten zijn alleen maar een aanbeveling voor de te volgen weg:

1. Bestudeer het probleem; verzamel de vergelijkingen en de werkwijzen die u nodig hebt.
2. Stel u een doel dat u wenst te bereiken. Bepaal hoe u het programma gaat gebruiken zodat, als het programma af is, u weet wat u in moet voeren, welke toetsen moeten worden ingedrukt en wat in het display dient te verschijnen.
3. Maak een plan voor de "route" die het programma gaat volgen. Maak een schema van de wijze waarop de programmawijzer door het programma gaat lopen. Een stroomschema of een diagram van de te volgen stappen kan hierbij erg nuttig zijn.
4. Schrijf de werkelijke programmastappen op (of, indien u al meer vertrouwd bent met het programmeren, toets ze rechtstreeks in). Houdt nauwkeurig bij wat is opgeslagen in de geheugen en wat de betekenis is van de gebruikte labels. Deze punten worden maar al te gemakkelijk vergeten hetgeen dan weer een bron van fouten is en bovendien vaak een reden om opnieuw te beginnen.
5. Als een programma is ingevoerd, test het dan met bekende gegevens om zeker te zijn van de juiste werking.
6. Corrigeer en maak het programma, waar nodig, op.
7. Schrijf het programma nauwkeurig op ten einde toekomstig gebruik mogelijk te maken. Standaard-programmeerformulieren worden bijgeleverd; de indeling van deze formulieren is zodanig dat de hier behandelde stappen gevolgd kunnen worden. Als het programma eenmaal werkt, kunt u **RST** **LRN** intoetsen, gevolgd door **SST**, om stap voor stap de toetscodes in het display te laten verschijnen ten einde ze te kunnen noteren op het programmeerformulier. Volledig noteren van instructies maakt het u (of iemand anders) mogelijk in de toekomst het programma te begrijpen en te gebruiken en bovendien de juiste werking te controleren.

HET ONTWIKKELEN VAN EEN PROGRAMMEERSTIJL

Of u nu uw rekenmachine programmeert of een programma schrijft voor een grote computer, u dient zich steeds te realiseren dat er nooit slechts één programma-oplossing voor een bepaald probleem bestaat. Naarmate u ervaring opbouwt bij het programmeren zult u uw eigen stijl van programmeren ontwikkelen, handigheidjes ontdekken en favoriete programmeertech-nieken kiezen. Het verdient aanbeveling bij het opbouwen van deze ervaring zo nu en dan uw programmeermethode kritisch te beschouwen om u ervan te verzekeren dat u alle mogelijk-heden van uw rekenmachine gebruikt. Wees niet bang voor het onderzoeken van andere wegen het proberen van alternatieven en het experimenteren met nieuwe methoden. Het program-meren is een uitstekende oefening in het duidelijk, rechtlijnig en logisch denken ; velen vinden het dan ook een waar genoegen. Uw rekenmachine is met opzet zo ontworpen dat u eenvou-dig kunt beginnen en dan snel een deskundige in het ontwerpen van programma's kunt wor-den.

NOG EEN PUNT :

Uw rekenmachine is erg eenvoudig in het gebruik en is gemakkelijk toegankelijk en niet duur. Maar de machine is uitgerust met alle belangrijke kenmerken en functies van een grote com-puter. De begrippen programmeergeheugen, een programmawijzer die door het programme-geheugen loopt, labels, go-to instructies, lussen, en voorwaardelijke sprongen hebben alle digi-tale programmeerbare computers gemeen. Als u eenmaal geleerd hebt uw rekenmachine te pro-grammeren zult u er weinig moeite mee hebben elke andere machine te programmeren, onaf-hankelijk van de grootte. De grotere computers nemen alleen de invoer op andere wijze op, hebben meer mogelijkheden de uitvoer te presenteren en zijn in het algemeen uitgerust om grotere hoeveelheden informatie te verwerken en op te slaan. Het is gebruikelijk dat een be-ginnend programmeur voor deze machines de instructies één voor één opschrijft op kaarten, ponstape of op magnetische schijven. Deze stap-voor-stap instructies lijken op uw toetsin-structies, vooral in vergelijking met de meest gebruikte computertalen zoals FORTRAN of BASIC. Het ontwerp van het toetsenbord van uw machine maakt het u mogelijk gemakkelijk in één van deze talen te leren programmeren nadat u de grondbeginselen van uw machine on-der de knie hebt.

In de komende jaren zullen logica en gegevens-verwerking een zeer grote rol gaan spelen in ons dagelijks leven. U zult programmeerbare machines overal tegenkomen : bij uw werk, bij het opmaken van uw huishoudboekje, voor het overbrengen van berichten, voor het bewaken van uw persoonlijke veiligheid, kortom overal. Als u nu de grondbeginselen van het programmeren op uw rekenmachine leert, bereidt u zich reeds voor op het juiste gebruik van deze machines en maakt u het mogelijk ervan te genieten als natuurlijk onderdeel van uw dagelijkse leven.

GRONDBEGINSELEN VOOR HET OPLOSSEN VAN PROGRAMMEERPROBLEMEN

Zelfs de meest nauwgezette mensen maken wel eens fouten. Uw rekenmachine is gemakkelijk te gebruiken en is rechtlijnig van opzet ; het komt echter voor dat het programma, ook al hebt u het nauwgezet ingevoerd, door een programmeerfout niet naar tevredenheid werkt. Hier volgen enige aanwijzingen en controlepunten voor het oplossen van programmeerproblemen.

Uw rekenmachine laat u op een of andere manier weten of er fouten in een programma zitten. Als op een bepaald punt van een programma een onzorgvuldige toetsencombinatie of een onjuiste serie bewerkingen een foutieve toestand veroorzaakt (zie aanhangsel C) wordt de uitvoering van het programma onderbroken en knippert het display. Dit betekent dat u de rekenmachine gevraagd hebt iets uit te voeren dat zelfs met handbediening onmogelijk zou zijn.

Het overschrijden van de beperkingen van het display of het gebruik van een onjuiste toetsencombinatie doet het programma stoppen. In andere gevallen kan het zijn, dat de foutieve toestand niet zichtbaar wordt door het knipperen van het display, maar dat de uitkomsten van het programma gewoon fout zijn. Het behoort dan ook tot de goede programmeergewoonten de nauwkeurigheid van een programma te testen met gegevens waarvan de uitkomst bekend is. Als de uitkomst dan niet overeenkomt met de verwachting, wordt het tijd het probleem op te sporen.

Als een programma niet werkt, probeer dan te denken als de rekenmachine. Ga de stappen in het stroomschema na (en de toetscodes) en voer het programma (in uw geheugen) uit. Het kan zijn dat u ontdekt dat u onbewust uw programma op dood spoor hebt gezet. In deze situatie kan de **SST** toets erg nuttig zijn bij het opsporen van wat fout is gegaan ; dit geldt zowel als de leermodus is ingeschakeld, als wanneer dit niet het geval is.

RST — Vergewis u ervan dat u de rekenmachine, wanneer dat nodig is, terugzet naar het begin van het programma, en dat u de machine bij het begin van een nieuw programma uit- en aanzet om de hele inhoud van de machine te wissen.

HET ALGEBRAISCHE BEWERKINGSSYSTEEM (AOS)

Wij herinneren u eraan dat de mogelijkheden van het AOSTM invoersysteem steeds tot uw beschikking staan, ook in programma's. Alle bewerkingen worden uitgevoerd in de juiste wiskundige volgorde. Het kan zijn dat deze volgorde *niet* overeenkomt met de volgorde van invoer die u in uw programma hebt gebruikt. Wij herinneren u eraan dat uw rekenmachine tot maximaal 4 lopende bewerkingen kan onthouden en verwerken.

Als u twijfelt aan de volgorde waarmee uitdrukkingen worden uitgewerkt, kunt u haakjes gebruiken — () — om er zeker van te zijn dat de door u gewenste volgorde wordt aangehouden.

GRONDBEGINSELEN VOOR HET OPLOSSEN VAN PROGRAMMEERPROBLEMEN

Denk eraan dat de speciale functietoetsen (met één variabele) op het getal dat bewerkt dient te worden moeten volgen. Als u op een bepaald punt van een programma de sinus van 30° nodig hebt is de noodzakelijke toetsencombinatie 30 **2nd** **SIN**.

= toets. Deze voltooit alle lopende bewerkingen die in de machine op uitvoering wachten; pas dus op bij het gebruik van deze toets. Vooral de toepassing van de **=** toets in subroutines dient met de nodige omzichtigheid plaats te vinden. Het is voor het voltooien van berekeningen beter de **()** toetsen te gebruiken in subroutines dan **=**, daar deze ook de berekeningen in het hoofdprogramma voltooit.

Labels — Gebruik de labels elk slechts eenmaal in een programma.

Hoekmodus — Bij het gebruik van trigonometrische functies dient u zich te herinneren dat de rekenmachine na het inschakelen alle hoeken meet in graden, tenzij u met de toetsencombinaties **2nd** **RAD** of **2nd** **GRD** daar wijziging in hebt gebracht; na een wijziging blijft de nieuwe toestand bestaan totdat u deze opnieuw verandert (of de rekenmachine uit- en aanzet).

Geheugens — Ga na of de bewerkingen waarbij geheugens gebruikt worden, wel met de juiste geheugens werken. Let er bovendien op dat indien in een uitdrukking in uw programma 4 lopende bewerkingen voorkomen, de geheugens 5 en 6 gebruikt zullen worden voor het opslaan van enkele van de uitdrukkingen. De getallen die eerder in de geheugens 5 en 6 zijn opgeslagen gaan verloren als verderop in het programma lange uitdrukkingen met 4 lopende bewerkingen voorkomen. Hetzelfde geldt voor het t register (geheugen 7). Het geheugen nul tenslotte, wordt gebruikt bij toepassing van de **2nd** **DSZ** toetsencombinatie.

U zult merken dat zodra u enige ervaring hebt, uw programma's nauwkeurig en zonder problemen zullen werken. U zult bovendien een scherp waarnemingsvermogen ontwikkelen voor mogelijke programmeerproblemen als u deze al eens bent tegengekomen: dus de beste methode om het oplossen van problemen te leren is uw rekenmachine te gebruiken. Na een tijdje zult u nog zelden programmeerproblemen behoeven op te lossen.

VOORBEELDEN

- **TE KOOP**
 - **AFTELLEN**
 - **FAKULTEITEN**
 - **COMBINATIES**
 - **HET BEREKENEN VAN INTEGRALEN (DE REGEL VAN SIMPSON)**
 - **LINEAIRE REGRESSIE**
 - **HET HOOG-LAAG SPEL**
-

TE KOOP !

Laten we aannemen dat u in een warenhuis werkt. De bedrijfsleider streeft naar een hoge omzetnelheid en het komt dan ook regelmatig voor dat zijn medewerkers opdracht krijgen kortingen op de prijskaartjes aan te brengen. Bovendien verschilt het percentage van de kortingen van afdeling tot afdeling, 25 % voor schoenen, 15 % voor ijzerwaren enz. In dit programma komen onderdelen van het eerste voorbeeld terug en wordt de toepassing van geheugens, als onderdeel van een programma, uitgebreid.

BESTEMMING



U wenst dat het programma u in staat stelt, in de afdeling van het warenhuis die u is toegewezen, na het intoetsen van de prijs van een bepaald artikel en na het indrukken van **R/S** direct de prijs met korting te berekenen. Ook zou het mogelijk moeten zijn het percentage korting net zo gemakkelijk te veranderen als de bedrijfsleider dit doet.

HET UITZETTEN VAN DE ROUTE



Bij een kortingspercentage van 25 % kunt u de nieuwe prijs berekenen met de formule :
 $\text{Nieuwe prijs} = \text{oude prijs} \times (1 - 0,25)$. De berekening van een nieuwe prijs uitgaande van een willekeurige kortingspercentage kunt u met dezelfde formule uitvoeren :

$$\text{Nieuwe prijs} = \text{oude prijs} \times (1 - \text{kortingspercentage})$$

Wij slaan het kortingspercentage in dit programma in decimale vorm (25 % = 0,25) op in geheugen 3. Wij roepen het op als het nodig is voor het berekenen van de nieuwe prijs :

$$\text{Nieuwe prijs} = \text{oude prijs} \times (1 - \text{RCL } 3)$$

Het voordeel van deze werkwijze is dat u voor een andere afdeling het afwijkende kortingspercentage alleen maar in geheugen 3 hoeft in te voeren en dan het programma opnieuw kunt gebruiken. Deze methode komt erg goed van pas in vele situaties waarbij u een getal in een programma wilt veranderen zonder het hele programma opnieuw te schrijven.

TE KOOP !



SPOORLEGGEN

Inhoud van de gehele machine wissen en overschakelen naar de leermodus.	OFF-ON LRN
Korting toepassen op het getal in het display volgens de gegeven formule.	X () - RCL 3) =
Stop en resultaat uitlezen.	R/S
Automatisch terugkeren naar het begin voor de volgende berekening.	RST
Terugkeren uit de leermodus Gereed maken van de machine voor de eerste berekening	LRN RST

Voer uw programma zorgvuldig in, volgens de toetsaanslagen in het diagram.

UITVOERING

De bedrijfsleider heeft besloten 25 % korting te verstrekken op schoenen, waarvan de huidige prijzen fl 14,95, fl 17,99 en fl 18,99 bedragen. Vervolgens wil hij 13 % korting toepassen op boeken waarvan de verkoopprijzen nu fl 6,00, fl 7,99 en fl 12,50 bedragen. Wat worden de nieuwe prijzen ?

Intoetsen

2nd **1/x** **2**

0.25 **STO** **3**

Voer de oude prijzen in en druk **R/S** in om de nieuwe te vinden :

14.95 **R/S**

17.99 **R/S**

18.99 **R/S**

0.13 **STO** **3**

Voer de prijzen in waarop 13 % korting van toepassing is en druk **R/S** in om nw. pr. te vinden

6.00 **R/S**

7.99 **R/S**

17.50 **R/S**

Display/Opmmerkingen

0.00 Instrueert machine de volgende uitgelezen waarde af te ronden op centen.

0.25 Opslaan van het eerste kortingspercentage als een decimale waarde in geheugen 3.

11.21

13.49 Nieuwe prijzen

14.24

0.13 Sla de korting op

5.22

6.95 Nieuwe prijzen

15.23

U ziet, dat, door het invoeren van het kortingspercentage in geheugen 3, het gemakkelijk is van afdeling tot afdeling wisselende percentages toe te passen.

VOLGENDE HALTE

U wilt nauwkeurig bijhouden welke kortingen u in de loop van een dag heeft toegepast. Kunt u daarmee bovenstaand programma aanpassen, om het aantal artikelen waarop korting is toegepast en die u in geheugen 4 hebt ingevoerd, bij te houden ?



AFTELLEN. LUSSEN MET

GTO n **EN** **2nd** **Lbl** n

U hebt al kunnen constateren, en in het vervolg zult u het nogmaals kunnen zien, hoe gemakkelijk het vaak is om in een programma te kunnen "tellen". Er zijn vele manieren mogelijk om dit te bereiken en in dit hoofdstuk zullen wij u een aantal laten zien.

Er is bovendien een nogal groot aantal mogelijkheden om de rekenmachine lussen of "kringlopen" voor u te laten maken. U hebt al gezien hoe eenvoudig het is dit te laten doen door een **RST** instructie aan het eind van een programma te plaatsen. De **RST** toets zorgt er echter voor dat het programma weer begint aan het begin, het hele programma is dus een lus. Vaak wilt u dat slechts een deel van uw programma de route van de kringloop is. Om dit te bereiken gebruikt u de **GTO** toets in combinatie met labels. U kunt een lus maken waarbij slechts een deel van het programma betrokken is, door als volgt te werk te gaan :

- Plaats een label op het punt van het programma waar de lus moet beginnen na de toetsencombinatie **2nd** **Lbl** n (n is een van de labels, 0-9).
- Vergewis u ervan dat de laatste instructie van de lus **GTO** n is (n is hetzelfde label nummer).

Hier volgt een voorbeeld van een telprogramma waarbij lussen betrokken zijn :

BESTEMMING

U wilt een programma schrijven dat uw rekenmachine laat tellen met stappen van 1, 2, 4 en kortom dus met elke willekeurige stap. U wilt ook kunnen beginnen bij elk willekeurig getal. De gezochte werkwijze is als volgt :

- U voert het getal waarmee geteld moet worden in, en toetst **R/S** in.
- U voert het "begingetal" in en toetst **R/S** in . . .
De rekenmachine begint dan te tellen bij uw "begingetal" en telt het door u gekozen getal steeds bij.

HET UITZETTEN VAN DE ROUTE

In het eerste deel van het programma slaan we het getal op dat als eerste in geheugen 1 is ingevoerd ; dit is het getal waarmee geteld wordt. Daarna wordt het "begingetal" opgeslagen in geheugen 2. Nadat deze twee getallen zijn opgeslagen hoeft u niet meer terug te keren naar dit deel van het programma voor het tellen zelf ; plaats daarom een label op dit punt waarna de rekenmachine vertelt dat in de lus op dit punt teruggekomen dient te worden.

Na het label volgt het telgedeelte van het programma. Een methode voor het tellen is het op roepen van het getal waarmee geteld wordt (in geheugen 1) en dit op te tellen bij het begingetal (in geheugen 2). Dit is het eerste getal van de telprocedure ; roep de inhoud van geheugen 2 op en voer een pauze in om het resultaat te bekijken. Herhaal het proces door terug te gaan naar het label.

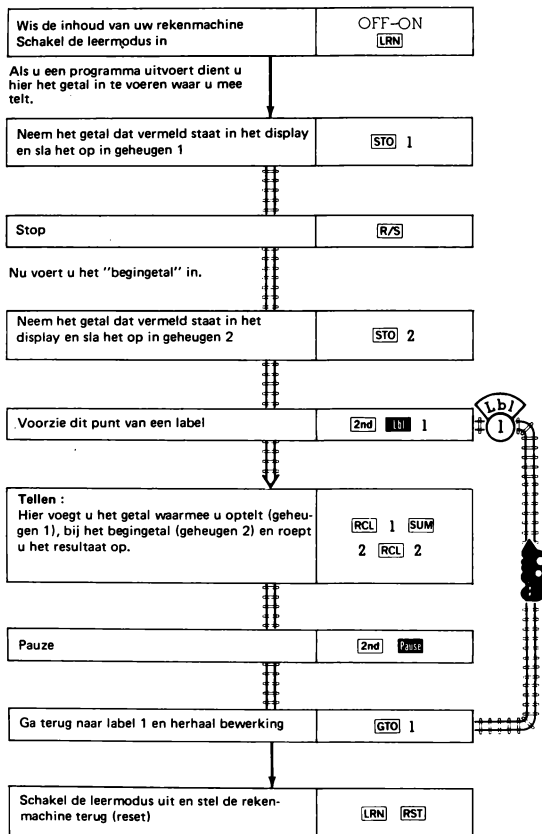


AFTELLEN. LUSSEN MET

GTO n **EN** **2nd** **Lbl** n



SPOORLEGGEN



AFTELLEN. LUSSEN MET

GTO n **EN** **2nd** **Lbl** n



HET UITVOEREN

Voer het programma zorgvuldig in met behulp van het routeschema ; u begint als volgt te tellen :

- Voer het getal in waarmee u wilt tellen (bijvoorbeeld 5), en toets dan **R/S** in.
- Voer vervolgens het door u gewenste "begingetal" in (bijvoorbeeld 120), en toets dan weer **R/S** in.

Uw rekenmachine begint nu te tellen :

125.

130.

135.

140.

145.

.

.

.



VOLGENDE HALTE

Schrijf een programma waarmee het mogelijk is een willekeurig getal in te voeren en het tot de macht te verheffen die vanaf nul oploopt met door u gekozen stappen. Bijvoorbeeld : u voert 13 in, drukt **R/S** in, voert 2 in, drukt **R/S** in en de resultaten worden in het display vermeld.

1. (of 13^0)

169. (of 13^2)

28561. (of 13^4)

4826809. (of 13^6)

enz.

(Gebruik de **γx** toets).

FAKULTEITEN. LUSSEN MET

2nd **DSZ** **GTO** **n**

Een begrip dat vaak voorkomt bij waarschijnlijkheidsberekeningen en bij statistische bewerkingen is de zogenaamde fakulteit. De fakulteit wordt aangegeven met een uitroepteken "!" . Dus 17 fakulteit wordt geschreven als 17! Als u zich ooit hebt afgevraagd op hoeveel manieren 17 mensen over 17 stoelen verdeeld kunnen worden : het antwoord is 17! De fakulteit van een getal, b.v. 5, wordt berekend door het getal als volgt uit te vermenigvuldigen :

$$5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

De fakulteit van een willekeurig getal, N, is gelijk aan :

$$N! = N \times (N - 1) \times (N - 2) \dots \dots \times 1.$$

(0! is gedefiniëerd als 1).



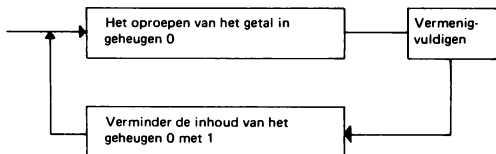
BESTEMMING

Schrijf een programma waarmee het mogelijk is een getal in te voeren (bijvoorbeeld 17), druk **R/S** in, waarvan de fakulteit wordt uitgerekend en in het display zichtbaar wordt gemaakt.



HET UITZETTEN VAN DE ROUTE

Dit is een voorbeeld dat "op maat gemaakt lijkt" voor het toepassen van de toetsencombinatie **2nd** **DSZ** **GTO** **n** om in geheugen 0 de getallen 17, 16, 15, ..., 3, 2 en 1 te laten verschijnen. We voeren ons getal in, slaan het op in geheugen nul en plaatsen een label (label 1) direct achter dit punt. Hierna roepen we geheugen nul weer op, toetsen de vermenigvuldigings-toets in en voeren de toetsencombinatie **2nd** **DSZ** **GTO** **1** in. Schematisch ziet deze lus er als volgt uit :



Als het eerste getal dat in geheugen 0 is geplaatst 17 is, dan is de uitkomst van de eerste "rondrit" door de lus 17 **X** en wordt de inhoud van het geheugen 0 verminderd tot 16. Na de volgende lus is het resultaat 17 **X** 16 **X** en zou 15 opgeslagen worden in geheugen 0. Deze lus gaat door totdat de vereiste getallen zijn voortgebracht om de fakulteit te kunnen berekenen.

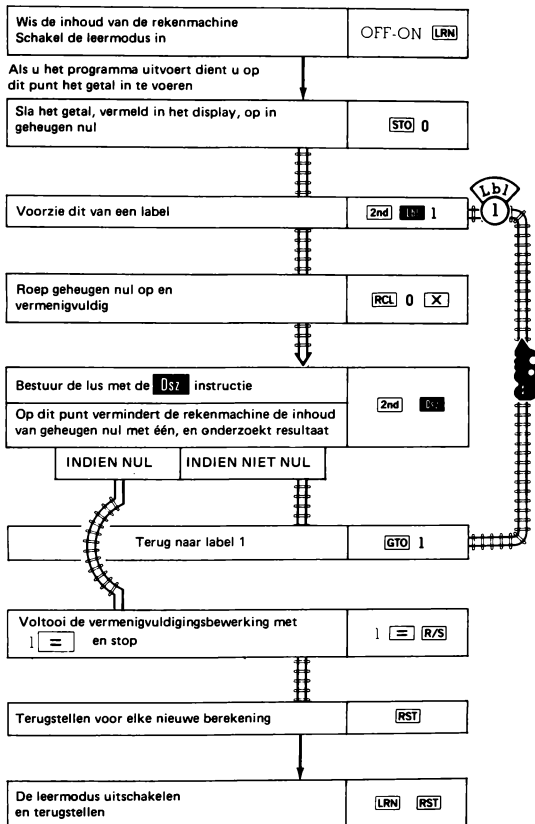
Nadat de lussen zijn beëindigd en het geheugen 0 op 0 staat dient de uitkomst van alle vermenigvuldigingen zichtbaar gemaakt te worden. Daar echter de laatste instructie aan de rekenmachine **X** is en een **=** instructie na een **X** instructie, dus **X** **=**, een foutieve toestand zou veroorzaken dient u, ter vermijding hiervan, het programma te beëindigen met "1 **=**" waardoor de laatste vermenigvuldiging **X** 1 **=** het juiste resultaat oplevert.

FAKULTEITEN. LUSSEN MET

2nd **0Sz** **GTO** n



SPOORLEGGEN : PROGRAMMA VOOR BEREKENEN VAN FAKULTEITEN



FAKULTEITEN. LUSSEN MET

2nd **DSZ** **GTO** n



DE UITVOERING

Voer het programma zorgvuldig in met behulp van het stroomschema. Na het invoeren van het programma berekent u van een willekeurig getal (positief geheel getal kleiner dan 70) de fakulteit door dit getal in te voeren en dan de **R/S** toets in te drukken.

Enige voorbeelden :

Intoetsen	Display/Opmmerkingen
5 R/S	120. of 5!
10 R/S	3628800 of 10!
17 R/S	3.5568743 14 of 17!
50 R/S	3.0414093 64 of 50!

Denkt u eraan dat de laatste berekening enige tijd in beslag neemt. U dient er elke keer, dat u uw rekenmachine in een lus brengt, zorg voor te dragen dat uw rekenmachine voldoende tijd krijgt voor het berekenen van het resultaat. Bepaalde lussen kunnen uren, zelfs dagen in beslag nemen. Bedenk eveneens dat dit programma een onjuist resultaat voor 0! geeft. Voert u 0 in en toetst u dan **R/S** in, dan krijgt u 0 als resultaat in plaats van 1, het juiste resultaat.

Zoals wij al eerder gezegd hebben, kan het gebruik van de **2nd** **DSZ** toetsencombinatie in zeer uiteenlopende situaties erg nuttig zijn ; in dit hoofdstuk hebben wij slechts enkele van de meest rechtlijnige toepassingen belicht.



VOLGENDE HALTE

Schrijf een programma dat de fakulteit van de getallen 1, 2, 3, 4, ... enz. in het display brengt. U wilt dan dat elk geheel getal gedurende twee pauzes in het display wordt vermeld en de betreffende fakulteit gedurende drie pauzes.

COMBINATIES

SBR EN **INV** **SBR**

We bekijken nu een programma uit de statistiek, waarin subroutines gebruikt worden. Combinatieberekeningen komen voor als dingen worden samengebracht in groepen (bijvoorbeeld uit 10 dingen groepen van 3 maken zonder herhalingen). De algemene formule voor het aantal verschillende mogelijkheden n waarop dingen kunnen worden gecombineerd in steeds groepjes van r , wordt geschreven als $\binom{n}{r}$ of ${}_nC_r$; het bedoelde aantal is gelijk aan: $\frac{n!}{(n-r)!}$ (zoals u al eerder in dit hoofdstuk hebt gezien betekent $n!$ "n-fakulteit").



BESTEMMING

U zoekt een programma dat het mogelijk maakt het aantal dingen, dat beschouwd wordt in te voeren en **R/S** daarna in te toetsen; dit gevolgd door het invoeren van het aantal r in een groep r met daarna weer **R/S**; het gevolg moet dan zijn dat in het display het aantal combinaties verschijnt waarmee groepjes van r stuks uit een populatie van n getrokken kunnen worden (${}_nC_r$).



HET UITZETTEN VAN DE ROUTE

Voor het berekenen van de fakulteit gebruiken wij een subroutine die werkt met de **2nd** **DSZ** toetsencombinatie zoals die eerder beschreven is. We kunnen het programma voor het berekenen van fakulteiten dat beschreven is in dit hoofdstuk, eruit lichten en als een subroutine gebruiken door het te laten voorafgaan door een label (label 2) en door het te beëindigen met een **INV** **SBR** toetsencombinatie.

We berekenen $n!$ en slaan het op in geheugen 1, $r!$ in geheugen 2 en $(n-r)!$ in geheugen 3; waarna deze resultaten gebruikt worden om:

$${}_nC_r = \frac{n!}{(n-r)! r!} \quad \text{te berekenen.}$$

SPOREN LEGGEN

Voer het programma vanaf het stroomschema nauwgezet in.



DE UITVOERING

We gebruiken het programma om uit te rekenen hoeveel combinaties van 5 kaarten uit een spel kaarten (52 stuks) kan worden getrokken. (C_5^{52})

Intoetsen

Display/Opmerkingen

52 **R/S**

8.0658175 67 (dit is 52!)

N.B.: gun de rekenmachine de tijd om de berekening te beëindigen

5 **R/S**

2598960. Het aantal mogelijke verschillende combinaties van 5 kaarten uit een spel kaarten (C_5^{52}).

We kunnen ook alleen de subroutine van het programma gebruiken om b.v. 10! te berekenen:

10 **SBR** 2 3628800. (dit is 10!)

SPoorleggen

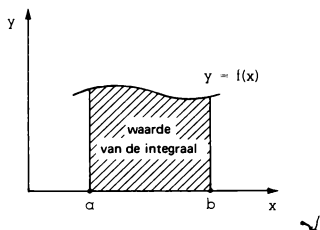


Wis de gehele inhoud van de machine Schakel de leermodus in	OFF-ON LRN	00
Als u een programma uitvoert dient u hier n in te voeren		
Sla n op in geheugen 5	STO 5	01
Bereken n! met behulp van subroutine 2	SBR 2	02
Sla n! op en stop	STO 1 R/S	04
Als u een programma uitvoert dient u hier r in te voeren		
Sla r op in geheugen 6	STO 6	05
Bereken r! met behulp van subroutine 2	SBR 2	06
Sla r! op in geheugen 2	STO 2	07
Bereken (n - r)	RCL 5 - RCL 6 =	11
Bereken (n - r) m.b.v. subroutine 2	SBR 2	12
Sla (n - r)! op in geheugen 3	STO 3	13
Bereken $\frac{n!}{(n-r)! r!}$ vervolgens stoppen en terugstellen	RCL 1 ÷ (RCL 3 × RCL 2) = R/S RST	23
Voorzie subroutine 2 van een label	2nd Lbl 2	24
Sla getal vermeld in display, in geheugen 0 op	STO 0	15
Bereken de fakulteit (zie programma in dit hoofdstuk)	2nd Lbl 1 RCL 0 × 2nd 07 GTO 1 1 =	32
Einde subroutine	INV SBR	33
Leermodus uitschakelen en terugstellen	LRN RST	

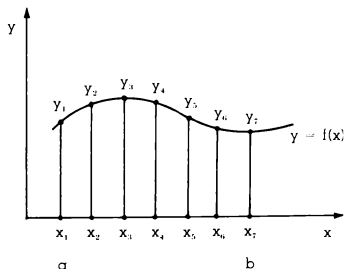
HET BEREKENEN VAN INTEGRALEN (DE REGEL VAN SIMPSON)

Als u ooit kennis hebt genomen van de wiskunde kent u het symbool voor integralen " $\int$ ". Dit symbool betekent "de integraal van", $\int_a^b f(x) dx$ wil zeggen "de integraal van $f(x)$ van a tot b "; dit laatste is het gebied onder de curve $y = f(x)$ dat tussen a en b ligt; zie de onderstaande figuren.

Als u de technieken van de integraalrekening kent weet u dat er methoden zijn waarmee deze integraal precies kan worden uitgerekend. U weet dan ook dat deze berekening in sommige gevallen erg moeilijk of zelfs onmogelijk is. In deze gevallen worden soms benaderingsmethoden gebruikt. Een van deze benaderingsmethoden is de benaderingsmethode van Simpson.



Bij het gebruik van de benaderingsmethode van Simpson (ook wel regel van Simpson genoemd) wordt het gebied onder de kromme verdeeld in een even aantal delen (n). De breedte w van elk deel is dan bepaald door $w = \frac{b-a}{n}$. In de afgebeelde figuur is het gebied verdeeld in 6 delen, dus $w = \frac{b-a}{6}$. Voor het berekenen van de benadering voor het totale oppervlak onder de kromme (de benaderde waarde van de integraal) wordt de volgende formule gebruikt:



$$\text{Oppervlak} = \frac{w}{3} \times (Y_1 + 4Y_2 + 2Y_3 + 4Y_4 + \dots + 2Y_{n-1} + 4Y_n + Y_{n+1}).$$

Deze nogal indrukwekkende formule is eigenlijk vrij eenvoudig uit te werken met behulp van het programma dat we in dit hoofdstuk zullen ontwerpen.

Y_1 = de Y waarde voor $x = a$
 Y_2 = de Y waarde voor $x = a + w$
 Y_3 = de Y waarde voor $x = a + w + w$
 $\vdots$
 enz.
 $\vdots$

Y_{n+1} = de Y waarde voor $x = b$.

HET BEREKENEN VAN INTEGRALEN (DE REGEL VAN SIMPSON)

Als voorbeeld schrijven wij een programma voor het berekenen van de integraal $y = 2x^2 + 3x - 1$ tussen $a = 1$ en $b = 5$ met $n = 6$. Merk op dat de benadering beter wordt naarmate n groter is.

BESTEMMING



We ontwerpen een programma met een subroutine die herhaaldelijk de vergelijking $y = 2x^2 + 3x - 1$ oplost, en wel voor de waarden van x tussen a en b . Met deze oplossingen wordt dan de benadering van Simpson berekend. Het programma wordt zo opgezet dat u

- n invoert (het aantal onderverdelingen; dit dient een even geheel getal te zijn) en **STO** 0 indrukt.
- b invoert gevolgd door **STO** 1
- a invoert en daarna **STO** 2 indrukt
- **RST** **R/S** intoetst waarna, na een korte wachttijd, in het display de integraal van de functie verschijnt. Voor het berekenen van de integraal van een andere functie hoeft u alleen maar subroutine 1 te wijzigen; deze subroutine berekent de functiewaarden. U doet daarvoor alleen maar **GTO** 1 in te toetsen terwijl de leermodus uitgeschakeld is, **LRN** in te toetsen, de nieuwe functie in te voeren (denk eraan dat x opgeslagen is in geheugen 2) en te eindigen met **INV** **SBR**. Druk opnieuw **LRN** in, voer de nieuwe waarden voor a , b en n in en u kunt de berekeningen vervolgen.

HET UITZETTEN VAN DE ROUTE



Daar de functie $y = f(x) = 2x^2 + 3x - 1$ een groot aantal keren berekend moet worden in dit programma en bovendien eenvoudig vervangen moet kunnen worden door een andere functie zodat andere integralen kunnen worden berekend, wordt deze functie aan het eind van het programma in een subroutine opgenomen. Aan het begin van het programma berekenen we: $w = \frac{b-a}{n}$, slaan het resultaat op en roepen dit terug naar waar het nodig is. We nemen programmastappen op om de juiste vermenigvuldigingsfactoren te vinden (coëfficiënten genaamd) voor de verschillende "Y"-termen in de formule die behoort bij de regel van Simpson:

$$\text{Opervlak} = \frac{w}{3} (Y_1 + 4Y_2 + 2Y_3 + 4Y_4 + \dots + 2Y_{n-1} + 4Y_n + Y_{n+1})$$

U ziet, dat Y als coëfficiënten 1, 2 of 4 heeft, afhankelijk van de term die berekend wordt. Wij gebruiken subroutine 1 om de Y -termen te berekenen, deze te vermenigvuldigen met de juiste coëfficiënt en het resultaat bij geheugen 3 op te tellen. Daarna gaan we naar de volgende waarde voor x , bepalen een nieuwe coëfficiënt en een nieuwe Y -waarde en herhalen dit voor n stappen. Hierna berekenen we Y_{n+1} , tellen het resultaat op bij 3, vermenigvuldigen de uitkomst met $\frac{w}{3}$ en laat het uiteindelijke resultaat in het display verschijnen.

HET BEREKENEN VAN INTEGRALEN (DE REGEL VAN SIMPSON)

SPOORLEGGEN

Voer het programma nauwgezet in vanaf het stroomschema op de volgende bladzijde.

DE UITVOERING

Bedenk weer dat dit programma de integraal berekent van



$y = 2x^2 + 3x - 1$. Wilt u overschakelen op een andere functie, dan moet u als volgt te werk gaan :

- U ervan vergewissen dat de leermodus uitgeschakeld is
- **GTO** 1 indrukken
- **LRN** indrukken
- De nieuwe functie invoeren
- Eindigen met een **INV** **SBR** toetsencombinatie

Voor het berekenen van $2x^2 + 3x - 1$ waarbij $a = 1$, $b = 5$, $n = 6$:

Intoetsen

6 **STO** 0

5 **STO** 1

1 **STO** 2

RST **R/S**

Display/Opmmerkingen

6. Voer n in

5. Voer b in

1. Voer a in

114.66667

De benaderde waarde van de integraal ;
geef uw rekenmachine voldoende tijd.

HET BEREKENEN VAN INTEGRALEN (DE REGEL VAN SIMPSON)

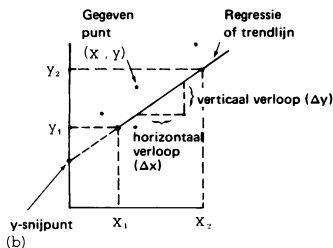


SPOORLEGGEN

Wis de gehele inhoud uit - schakel de leermodus in	OFF-ON LRN	
Bereken $\frac{b-a}{n}$ en sla het op in de geheugen 1 en 5	RCL 2 INV SUM 1 RCL 0 INV 2nd 1/x 1 RCL 1 STO 5 0 STO 3	08
De coëfficiënt van Y_1	1	
Voorzie het punt waar de juiste coëfficiënt voor Y wordt ingevoerd, van een label	2nd LBL 0 STO 4	11
Bereken Y, vermenigvuldigen met de juiste coëfficiënt, resultaat optellen bij inhoud van geheugen 3	SBR 1 X RCL 4 = SUM 3	16
Roep de volgende x waarde op in geheugen 2	RCL 1 SUM 2	18
Herhaal de berekening n maal Is geheugen nul = 0?	2nd 0 ST	19
JA NEE		
Bepaal de juiste coëfficiënt voor de volgende lus	GTO 2	20
Bereken de waarde van Y_{n+1} , tel de uitkomst bij 3 op, vermenigvuldig met $\frac{w}{3}$ en breng resultaat in display	SBR 1 SUM 3 RCL 3 X RCL 5 ÷ 3 = R/S	29
Plaats de eerder gebruikte coëfficiënt in t-register en vergelijk met "4"	2nd LBL 2 RCL 4 ≠t 4	33
Is 4 in het display = t?	2nd ≠t	34
JA NEE		
Als de voorgaande coëfficiënt 4 was gebruik dan 2	2	
Als de voorgaande coëfficiënt niet 4 was neem 4	GTO 0	36
Subroutine 1 voor het berekenen van $y = f(x)$. Kan gewijzigd worden voor een nieuwe functie	2nd LBL 1 RCL 2 x^2 X 2 + 3 X RCL 2 - 1 = INV SBR	49
Leermodus uitschakelen en terugstellen	LRN RST	

LINEAIRE REGRESSIE

Wie studeert of in het bedrijfsleven werkt zal wel eens momenten meemaken waarop het prettig zou zijn om een voorspelling te kunnen maken van de uitkomst van een of andere toekomstige gebeurtenis - uitgaande van wat bekend is over het verloop van soortgelijke gebeurtenissen in het verleden. Misschien wilt u de gevolgen voorspellen die veranderingen in de voeding zullen hebben op dierlijke groei als u zich met biologie bezig houdt. Of als u zakenman bent kan het zijn dat u wilt voorspellen wat voor effect verhoogde advertentie-uitgaven zullen hebben op de verkoop van producten. In beide gevallen gaat het u erom, dat u een stel bekende gegevens kunt gebruiken om er een grafiek in de vorm van een rechte lijn van te maken. Aan de hand daarvan, kunt u dan een waarschijnlijke uitkomst voor de toekomst voorspellen.



De wijze waarop u dit normaal gesproken doet is een lineaire (rechte) lijn "trekken" die het dichtst de grafische voorstelling van alle bekende gegevens of getoetste punten benadert. De lijn kan dan aan beide kanten worden doorgetrokken om soortgelijke gebeurtenissen te voorspellen. De gegeven punten worden meestal als twee getallen uitgedrukt, een x-coördinaat en een y-coördinaat voor elk punt dat wordt uitgezet.

Het bepalen en intekenen van de *beste* rechte lijn door een groep onderling afwijkende gegeven punten is, als er een grafiek wordt gemaakt, vooral een kwestie van geluk. Met de rekenmachine kunt u echter verschillende aspecten van het probleem eenvoudig oplossen als u het volgende programma erbij gebruikt.

In de eerste plaats kan de grafische voorstelling van elke rechte lijn in de vergelijking $y = mx + b$ worden uitgedrukt, waarbij m de helling van de lijn is en b het snijpunt met de y-as. De helling m van de lijn is de verhouding tussen het horizontale en het verticale verloop ervan en b is het punt waar de lijn de y-as snijdt. Als de helling en het snijpunt bekend zijn is een lijn eenvoudig te tekenen. Met behulp van deze grafische voorstelling kan men de lijn dan verleggen en verder gebruiken om berekeningen en voorspellingen met de bekende gegevens te maken.

Met de rekenmachine kunt u de helling en het y-snijpunt van een lijn door uw gegeven punt berekenen. Het kan echter behoorlijk ingewikkeld zijn om deze waarden te vinden. Op dit terrein zal de programmeermogelijkheid dan ook werkelijk vruchten afwerpen. De formule om de helling te berekenen wordt als volgt geschreven :

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} - \bar{x}\bar{y}$$

LINEAIRE REGRESSIE

De formule voor het y-snijpunt is :

$$b = \bar{y} - \bar{m}\bar{x}.$$

n

$\sum_{i=1}^n x_i y_i$ betekent de som van alle gegeven coördinaten, met elkaar vermenigvuldigd

te beginnen bij 1 enzovoorts tot n ; ($x_1 y_1, x_2 y_2, \dots$). Met behulp van een paar bijzondere toetsen op de rekenmachine en het programma dat we gaan ontwikkelen zult u m en b kunnen bepalen met slechts een fractie van de moeite die het gewoonlijk kost om met deze complexe formules te werken.

Door het programma kunt u uw gegevens ook gebruiken om voorspellingen te doen. Als m en b bekend zijn kan een nieuwe x-waarde ingevoerd worden. De voorspelling van de overeenkomstige y-waarde op de lijn verkrijgt men dan door van de formule $y = mx + b$ gebruik te maken. Of de y-waarde wordt ingevoerd en de overeenkomstige x-waarde op de lijn wordt voorspeld aan de hand van de vergelijking $x = \frac{y-b}{m}$.

Dit programma stelt u ook in staat een getal te vinden dat men de determinatie-coëfficiënt noemt (met het label r^2). Het getal r (berekend uit r^2 met een enkele druk op $\boxed{\sqrt{x}}$) wordt de absolute waarde van de correlatie-coëfficiënt genoemd, een maatstaf voor de overeenkomst of correlatie van de gegeven punten met de lijn. Dit is een hulpmiddel bij het bepalen van de nauwkeurigheid van de voorspellingen die u aan de hand van de lijn doet. Een waarde die dicht bij 1 ligt, geeft een hoge correlatie aan. (De rekenmachine kon uw punten nauwkeurig op een trendlijn inpassen). Een waarde die dicht bij nul ligt, duidt erop dat de groepen gegevens een lage correlatie hebben en dat de door de rekenmachine ontwikkelde trendlijn niet erg betrouwbaar is voor voorspellingen. De formule voor r^2 is :

$$r^2 = \frac{m^2 \sigma_x^2}{\sigma_y^2}.$$

Het programma waar we nu bijna aan toe zijn, brengt zeer veel berekeningen met zich mee en zal de rekenmachine zo ongeveer "vullen". Het belang hiervan is dat de rekenmachine de moeilijke wiskundige bewerkingen uitvoert waardoor u de lineaire regressie als prachtig hulpmiddel bij planning en voorspelling kunt benutten, zonder de belemmeringen die de grote hoeveelheid rekenwerk met zich meebrengt.

LINEAIRE REGRESSIE



EINDDOEL

We zullen een programma ontwikkelen waarmee u alle gegeven punten makkelijk kunt invoeren en vervolgens m , b en r^2 kunt berekenen. Daarna moet u een y -waarde voor elke gegeven x -waarde kunnen vinden, of een overeenkomstige x -waarde voor een gegeven y . Voor dit alles dient u de volgende stappen te ondernemen:

- Voer de gegeven punten in door x in te voeren, $\boxed{x \div 1}$ in te drukken daarna y in te voeren en $\boxed{R/S}$ in te drukken. U gaat hiermee door tot alle gegeven punten (x, y) zijn ingevoerd.
- Dan drukt u $\boxed{SBR}$ 0 in om m te vinden.
- U drukt $\boxed{SBR}$ 1 in om b te vinden.
- U drukt $\boxed{SBR}$ 2 in om r^2 te vinden, daarna $\boxed{\sqrt{x}}$ om r te vinden. (Zoals gezegd betekent een r -waarde die dicht bij 1 ligt, een goede correlatie en een waarde in de buurt van nul dat de rekenmachine uw gegevens niet betrouwbaar aan een rechte lijn kan correleren).
- Om de waarde op de lijn die y heeft, voor een gegeven x te voorspellen hoeft u alleen de x -waarde in te voeren en $\boxed{SBR}$ 3 in te toetsen.
- Om de waarde op de lijn die x heeft bij een bepaalde y te voorspellen, dient u de y -waarde in te voeren en $\boxed{SBR}$ 4 in te toetsen.



HET UITZETTEN VAN DE ROUTE

Als eerste stap worden alle gegeven punten ingevoerd met behulp van de speciale gegevens (data)-verzamelingsstoetsen van de rekenmachine. Dat zijn de toetsen $\boxed{2nd}$ $\boxed{\Sigma+}$, $\boxed{2nd}$ $\boxed{\bar{x}}$ en $\boxed{2nd}$ $\boxed{\sigma^2}$ rechts onderop het apparaat, die aan het slot van hoofdstuk 2 zijn beschreven.

We gaan liever niet voor elke invoer $\boxed{2nd}$ $\boxed{\Sigma+}$ indrukken, maar zullen een eenvoudige reeks in het programma inbouwen om de gegevens makkelijker te kunnen intoetsen. Dan zullen we de rest van het programma in vijf subroutines onderverdelen om m , b en r^2 te berekenen en x of y te vinden. Volg het stroomschema zorgvuldig, aangezien bepaalde onderdelen met gebruik van rekenkundige bewerkingen in het geheugen zijn opgenomen.

HET SPOOR LEGGEN

Het stroomschema zorgvuldig invoeren volgens de figuur op de volgende bladzijde.

LINEAIRE REGRESSIE



SPOORLEGGEN

Alles wissen en leermodus inschakelen OFF-ON **LRN**

(U voert x in, drukt **CE** in, vervolgens y en **R/S**)

Invoeren elk gegeven punt en terugstellen 2nd **x** **R/S** **RST** 03

Identificeren subroutine 0 2nd **lbl** 0 **Lb/0**

De oplossing voor helling m vinden RCL 5 $\div$ RCL 0 $-$ 2nd $\bar{x}$ $=$
 $\bar{x}$ $\times$ INV 2nd $\bar{x}$ $=$
 $\div$ INV 2nd σ^2 $=$
 INV SBR 16

Identificeren subroutine 1 2nd **lbl** 1 **Lb/1**

Berekenen van y-snijpunt, b SBR 0 $\times$ INV 2nd $\bar{x}$ $=$
 $\div$ $+$ 2nd $\bar{x}$ $=$
 INV SBR 25

Identificeren subroutine 2 2nd **lbl** 2 **Lb/2**

Oplossen r^2 SBR 0 $\times^2$ $\div$ 2nd σ^2 $=$
 $\times$ INV 2nd σ^2 $=$
 INV SBR 34

U voert een x-waarde in

Subroutine 3 2nd **lbl** 3 **Lb/3**

Vinden van een y die overeenkomt met de ingevoerde waarde van x STO 7 SBR 0 2nd $\bar{y}$ 7
 SBR 1 SUM 7 RCL 7
 INV SBR 42

U voert een y-waarde in

Identificeren subroutine 4 2nd **lbl** 4 **Lb/4**

Vinden van een x die overeenkomt met de ingevoerde waarde van y STO 7 SBR 1 INV SUM 7
 SBR 0 INV 2nd $\bar{x}$ $\bar{y}$ 7
 RCL 7 INV SBR

N.B. : U hoeft niet uit de leermodus te gaan omdat alle 50 stappen gebruikt worden en de rekenmachine dus vanzelf dezeodus verlaat.

LINEAIRE REGRESSIE

DE UITVOERING

Testresultaten vergeleken met werkelijke prestaties – een voorbeeld :

Laten we aannemen dat u zakenman bent en dat uw verkoopleider een aanzienlijk bedrag uitgeeft voor een onderzoek van kandidaten voor de functie van verkoper. U zou willen weten of deze test inderdaad iets zegt over de prestaties van de werknemer in de praktijk. Betekent een hoger testresultaat ook een betere functie-ervulling in de verkooppraktijk ? Hoe groot is de *correlatie* tussen deze twee factoren in uw bedrijf ? Als de correlatie goed is zou het gewenst zijn om de helling en het snijpunt van y van de rechte lijn te kennen om deze waarden voor toekomstige voorspellingen te kunnen gebruiken. Ook is het wenselijk te kunnen zeggen wat een testresultaat van 9 precies voorspelt met betrekking tot de prestaties in de praktijk en wat voor testresultaat zou duiden op een verkoopcijfer van 75.

In het voorbeeld hebt u een steekproef uit de testuitslagen van 10 werknemers en ook rapporten van hun verkoopprestaties, uitgedrukt als het percentage van de tijd waarmee ieder van hen zijn wekelijks te behalen verkoopcijfer in het afgelopen jaar heeft overschreden. De gegevens staan in onderstaande tabel :

Werknemer	Testresultaat van werknemer (x)	Verkooppraktijk van werknemer (y)
Kees	5	10
Jan	13	30
Piet	8	30
Bart	10	40
Margriet	15	60
José	20	50
Anniek	4	20
Lodewijk	16	60
Maurits	18	50
Renée	6	20

Met de volgende stappen worden de gegevens ingevoerd en geanalyseerd om een voorspelling te doen.

LINEAIRE REGRESSIE

Intoetsen

INV 2nd Σ RST

5 Σ 10 R/S

13 Σ 30 R/S

8 Σ 30 R/S

10 Σ 40 R/S

15 Σ 60 R/S

20 Σ 50 R/S

4 Σ 20 R/S

16 Σ 60 R/S

18 Σ 50 R/S

6 Σ 20 R/S

SBR 0

SBR 1

SBR 2

$\sqrt{x}$

9 SBR 3

75 SBR 4

Display/Opmerkingen

Geheugens schoonwissen en RST om te beginnen.
Vervolgens gegevens invoeren.

1. N.B. : De rekenmachine houdt de telling gedurende invoeren van de datapunten bij.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10. De 10 gegeven punten zijn ingevoerd.
Om de helling te vinden

2.6837607 = m

Om het y-snijpunt te vinden

6.1367521

Om de correlatiefactor te vinden

0.7497339 = r^2

0.8658717 = r. Er is een vrij goede correlatie, de r-waarde ligt behoorlijk dicht bij +1.

Wat voor verkoopresultaat wordt door een testuitslag van 9 voorspeld ?

30.290598 Voorspelling : praktijkprestaties die ongeveer 30 % boven het streefcijfer liggen.

Welke testuitslag zou erop wijzen dat een praktijkresultaat dat 75 % boven het streefcijfer ligt, haalbaar is ?

25.659236 Een werknemer met een uitslag van ongeveer 26 moet een verkoopprestatie die 75 % boven het streefcijfer ligt, kunnen leveren.

N.B. : Als u zich bij het invoeren van de gegeven punten vergist, is het mogelijk het foutieve punt te verwijderen door hetzelfde punt nogmaals in te voeren en als volgt de x-waarde opnieuw invoeren, Σ indrukken, vervolgens de y-waarde opnieuw invoeren en INV 2nd Σ indrukken. Ga dan verder met de juiste datapunten zoals boven aangegeven.

HOOG-LAAG-SPEL

Hoe vaak moet u raden om een "geheim" getal tussen 0 en 1023 te vinden ? Na elke gissing krijgt u een aanwijzing (u krijgt te horen of u te hoog of te laag hebt geraden). Spelend met dit programma kunt u veel plezier hebben van de rekenmachine.

DIT ZIJN DE REGELS

Het hoog-laagprogramma maakt gebruik van een instelgetal (kleiner dan 1) om een "geheim getal" voort te brengen dat geraden moet worden. Bij elke gissing komt er een "plus 1" op het display als u te hoog heeft geraden, een "min 1" als het geraden getal te klein is. Als het juiste getal is geraden knippert het display met dat getal. U toetst het programma in en daarna volgt u de volgende aanwijzingen :

- Druk **[.]** en voer het uur van de dag, het volgnummer van de maand en de dag van de maand in. (Zo hebt u een geschikt beginpunt dat kleiner is dan 1). Druk nu **[R/S]** in. Op dit punt aangekomen "weet" de rekenmachine het geheime getal en in het display verschijnt een nul, waaraan u ziet dat het spel kan beginnen.
- Probeer nu achter het getal te komen door een gissing in te voeren en **[SBR] 4** in te drukken. Als uw gissing te hoog is, verschijnt er een 1, als ze te laag is vertoont het display -1. Als u juist raadt verschijnt het getal knipperend.
- U raadt opnieuw door weer een getal in te voeren en **[SBR] 4** in te toetsen.
- Als het goede getal is geraden, gebruikt u **[RCL] 1** om het aantal keren dat er geraden is te achterhalen. Om het spel nogmaals te spelen moet u **[CLR]** indrukken om een einde aan het knipperen te maken en **[SBR] 1**, waarmee de rekenmachine opdracht krijgt om een nieuw geheim getal te "verzinnen", dat dan weer geraden kan worden. U voert gewoon een ander getal in, drukt op **[SBR] 4** en u bent weer aan het raden.

SPOORLEGGEN

Voer nu het programma in met behulp van het toetsenschema voor het hoog-laagspel. (Denk aan de OFF-ON en **[LRN]** toets).



HOOG-LAAG-SPEL

Toets	Geheugen-plaats	Code	Toets	Geheugen-plaats	Code
OFF-ON	LRN		STO	7	23
STO	0	00	32 0	CLR	24
2nd	1	01	86 1	R/S	25
0		02	00	2nd	4
STO	1	03	32 1	STO	2
2nd	π	04	30	1	28
+		05	75	SUM	1
RCL	0	06	33 0	RCL	2
=		07	85	INV	2nd
y ²		08	35	GTO	8
8		09	08	2nd	x=1
-		10	65	GTO	7
2nd	101	11	49	1	35
=		12	85	=	36
STO	0	13	32 0	R/S	37
X		14	55	2nd	101
1		15	01	8	38
0		16	00	1	39
2		17	02	+/-	40
3		18	03	=	41
+		19	75	R/S	42
1		20	01	2nd	101
=		21	85	7	43
2nd	101	22	49	RCL	7
				44	33 7
				GTO	3
				45	51 3
				LRN	RST



VERLOOP VAN HET PROGRAMMA

Dit is een typisch voorbeeld van hoe het spel zou kunnen verlopen :

Intoetsen

Display/Opmerkingen

Een willekeurig getal (kleiner dan 1) naar keuze invoeren

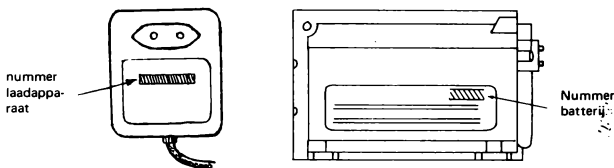
243411 **RST**
R/S 0 Geheim getal is gereed
 500 **SBR** 4 1. Te hoog geraden
 250 **SBR** 4 - 1. Te laag geraden
 400 **SBR** 4 - 1. Te laag geraden
 450 **SBR** 4 - 1. Te laag geraden
 475 **SBR** 4 1. Te hoog
 470 **SBR** 4 1. Te hoog
 466 **SBR** 4 466. Knipperend display, goed geraden
CLR **RCL** 1 7. Zeven maal geprobeerd

Voor een volgend gebruik **CLR** **SBR** 1 intoetsen. De eerste gissing invoeren, **SBR** 4 indrukken en u speelt alweer.

AANHANGSEL A : BATTERIJEN EN AANSLUITING OP HET LICHTNET

NORMALE WERKING

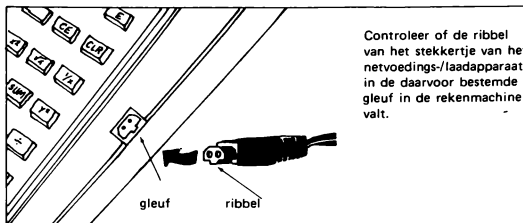
De rekenmachine is ontworpen om onafhankelijk van het lichtnet met tussentijds opladen van de batterijen m.b.v. het bijgeleverde netvoedings-/laadapparaat gebruikt te kunnen worden. Het is van belang het juiste netvoedings-/laadapparaat te gebruiken. Als de batterijen of het laadapparaat aan vervanging toe zijn dient u bij aanschaf te letten op de nummers :



N.B. : Er kunnen twee verschillende combinaties van batterijen en netvoedings-/laadapparaat bij de rekenmachine worden gebruikt. Batterijblok BP/6 hoort bij netvoedings-/laadapparaat AC 9900H, en batterijblok BP/7 hoort bij netvoedings-/laadapparaat AC 9900R.

Waarschuwing : Gebruik van andere netvoedings-/laadapparaten dan de hierboven vermelde kan uw rekenmachine beschadigen door toevoer van een verkeerde spanning.

Voor zo lang mogelijk gebruik onafhankelijk van het lichtnet dient men het netvoedings-/laadapparaat op een normale contactdoos met 220V/50 Hz aan te sluiten, de stekker in de rekenmachine te steken en de batterijen minstens vier uur lang met de rekenmachine uit (OFF) op te laden of 10 uur met de rekenmachine aan (ON). Het netvoedings-/laadapparaat en de batterijen kunnen warm worden bij aansluiting van de machine op het lichtnet. Dit is een normaal verschijnsel zonder verdere gevolgen. Let er bij het opladen van de batterijblokken op dat zij goed in de rekenmachine zijn aangebracht.



AANHANGSEL A : BATTERIJEN EN AANSLUITING OP HET LICHTNET

Als de batterijen geheel zijn geladen werkt de rekenmachine ongeveer 3 uur voor hij aan herladen toe is. U kunt het netvoedings-/laadapparaat echter zonder meer aansluiten als u merkt of vermoedt dat de batterijen bijna leeg zijn. Bijna lege batterijen kunnen alle bewerkingen van de rekenmachine zo beïnvloeden dat de uitkomst niet meer klopt. Een typisch verschijnsel bij leeggeraakte batterijen is een vaag, verkeerd of leeg display. De levensduur van elke afzonderlijke batterij is moeilijk te voorspellen, maar een batterijblok met oplaadbare batterijen heeft bij normaal gebruik een levensduur van 2 tot 3 jaar of 500 tot 1000 maal de cyclus ontladen-opladen.

TUSSENTIJD S OPLADEN

Aangesloten op netvoedings-/laadapparaat kan de rekenmachine voor onbepaalde tijd werken, maar de oplaadbare batterijen kunnen hun oplaadvermogen verliezen als men ze niet zo nu en dan laat ontladen. Voor een lange levensduur van de batterijen is het aan te bevelen de rekenmachine minstens tweemaal per maand los van het lichtnet te laten werken, waardoor de batterijen zich kunnen ontladen ; daarna laadt u ze weer op.

BUITENSPORIGE ONTLADING VAN DE BATTERIJEN

Als de rekenmachine lange tijd aan blijft staan nadat de batterijen al leeg zijn geraakt (als hij bijvoorbeeld per ongeluk 's nachts aan is blijven staan) moet men het netvoedings-/laadapparaat minstens 24 uur lang aansluiten met de rekenmachine uit (OFF). Als hierdoor de batterij niet weer normaal gaat werken moet het batterijblok worden vervangen. De batterijen kunnen nl. door te lang ontladen blijvend beschadigd worden.

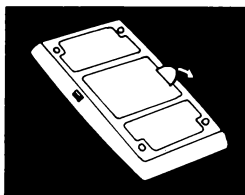
BEWAREN VAN DE REKENMACHINE

Als de rekenmachine wordt opgeborgen en een aantal weken buiten gebruik is, zullen de batterijen waarschijnlijk opnieuw moeten worden opgeladen, voordat de rekenmachine op eigen kracht werkt. Lekken van een bijtende stof uit het batterijblok is uitgesloten, zodat de rekenmachine veilig kan worden opgeborgen met de batterijen erin.

AANHANGSEL A : BATTERIJEN EN AANSLUITING OP HET LICHTNET

VERVANGING VAN HET BATTERIJBLOK

Het batterijblok kan snel en eenvoudig uit de rekenmachine worden verwijderd. Houd de rekenmachine met de toetsen naar beneden. Steek een muntje in de gleuf aan de onderzijde van het apparaat. Een wikkende beweging met de munt zal het blok aan de kant van de gleuf uit de rekenmachine doen wippen. Maak de draden die het batterijblok met de rekenmachine verbinden voorzichtig los. Zo kan het blok geheel uit de rekenmachine worden genomen.



De metalen contactpunten op het batterijblok (waar de stekkers van het laadapparaat en de rekenmachine inpassen) zijn de polen van de batterijen. Er dient altijd met zorg tegen ge-
waakt te worden dat een voorwerp van metaal met deze polen in aanraking komt en kort-
sluiting veroorzaakt.

Om het batterijblok weer in de machine te zetten moeten eerst de verbindingdraden aan de polen van het batterijblok worden vastgemaakt. De juiste positie kan geen probleem zijn omdat het verbindingstuk maar op één manier past. Plaats dan het blok in het lege vak, en wel zo dat het verlaagde randje van het blok onder de bodem van de rekenmachine valt. Even duwen en het blok schiet nu precies op de goede plaats. (*Niet forceren*. Als het blok op de juiste manier is ingezet, past het zonder moeite).

AANHANGSEL B : MOEILIKHEDEN MET DE REKENMACHINE

In het geval dat u moeilijkheden met uw rekenmachine hebt zullen de volgende aanwijzingen van nut zijn bij de analyse van het probleem. Zo kunt u de moeilijkheden met het apparaat misschien verhelpen zonder dat u zich tot de servicedienst hoeft te wenden. Als de aangegeven maatregelen niet helpen neemt u schriftelijk of telefonisch contact op met de klantendienst (zie verderop bij "Als u vragen hebt of hulp nodig hebt" in ditzelfde aanhangsel). Graag nauwkeurig de storing van de rekenmachine beschrijven.

STORING

1. Zonder zichtbare oorzaak is het display leeg.
2. Het display toont foute antwoorden, willekeurige getallen terwijl het knipt, het wordt vaag of laat niets meer zien.
3. Het display begint te knippen bij het uitvoeren van bewerkingen via het toetsenbord.

OPLOSSING

- Houd **R/S** een tijdje ingedrukt. Als het display terugkomt was het apparaat met een lang programma bezig of zat het vast in een doorlopende lus.
- Misschien zijn de batterijen leeg of niet goed ingezet. Voor alle zekerheid ook even kijken of de ON-OFF schakelaar geheel op ON staat.
- Waarschijnlijk zijn de batterijen leeg of niet goed ingezet. Zie "Gebruik met batterijen en aansluiting op het lichtnet" in aanhangsel A.
- Een niet-toegestane bewerking of reeks aanslagen is ingetoetst of de grenzen van de rekenmachine zijn overschreden. Zie aanhangsel C voor een lijst van deze foutieve toestanden.

Als geen van de bovenbeschreven methoden de moeilijkheid verhelpt, stuurt u de rekenmachine en het netvoedings-/laadapparaat voldoende GEFRANKEERD en AANGETEKEND naar het dichtstbijzijnde Service Centrum.

Als de garantieperiode van het apparaat is verstreken, zullen de dan geldende servicekosten worden berekend. Stuur een beschrijving van de met de rekenmachine ondervonden moeilijkheden mee, evenals het retouradres (naam, adres, stad en postcode). De zending dient zorgvuldig te worden ingepakt, tegen schokken en ruwe behandeling te worden beschermd en naar het dichtstbijzijnde Service Centrum van Texas Instruments te worden verzonden. (Zie lijst op de rug van deze gebruiksaanwijzing).

AANHANGSEL B : MOEILIKHEDEN MET DE REKENMACHINE

ALS U VRAGEN HEBT OF HULP NODIG HEBT

Als u vragen hebt betreffende reparatie van de rekenmachine, de aanschaf van accessoires of de elementaire functies van de rekenmachine, kunt u opbellen naar de afdeling Klantendienst, telefoon (05490)-63967.

TECHNISCHE HULP

Voor technische vragen, b.v. over programmeren, speciale toepassingen enz., kunt u eveneens bij de service-afdeling terecht.

U kunt ons ook schrijven : Texas Instruments Holland BV.

Calculator Service-afdeling

Postbus 43

Almelo

In verband met de talrijke suggesties die van alle kanten bij Texas Instruments binnenkomen, en die zowel oude als nieuwe ideeën bevatten, zal Texas Instruments deze suggesties alleen in overweging nemen als zij gratis ter beschikking van Texas Instruments gesteld worden. Ons beleid is erop gericht om vertrouwelijke suggesties niet in overweging te nemen. Als u dus uw suggestie met Texas Instruments wilt delen of als u ons een andere toetsvolgorde die u bedacht hebt voor een programma met de rekenmachine wilt laten beoordelen neem dan de volgende verklaring in uw brief op :

"Alle hierbij gezonden gegevens worden Texas Instruments aangeboden op een niet-vertrouwelijke basis. Door het aanbieden van deze gegevens ontstaat geen enkele rechtsbetrekking met Texas Instruments, hetzij vertrouwelijk of anderszins, hetzij uitdrukkelijk of stilzwijgend. Texas Instruments kan zonder enige vergoeding aan mij, naar het haar goedgebeurt, van deze gegevens gebruik maken, daarop auteursrecht (aanvragen en) verkrijgen, en deze gegevens verspreiden, publiceren, reproduceren of er op andere wijze over beschikken."

AANHANGSEL C : FOUTIEVE TOESTANDEN

Een knipperend display geeft aan dat de grenzen van de rekenmachine zijn overschreden, of dat een niet-toegestane bewerking van de rekenmachine is gevraagd. **[CE]** of **[CLR]** intoetsen maakt een einde aan het knippen. **[CLR]** wist ook het display en de lopende bewerkingen uit. **[CE]** beëindigt alleen het knippen zodat verder gerekend kan worden en niet in de lopende bewerkingen wordt ingegrepen. De volgende oorzaken doen het display knippen.

1. De invoer of het resultaat van de berekening (in het display of de geheugens) vallen buiten het bereik van de rekenmachine, $\pm 1 \times 10^{-99}$ tot $\pm 9.9999999 \times 10^{99}$. De overschreden grens verschijnt knipperend in het display, waaruit blijkt naar welke kant men te ver is gegaan.
2. De inverse van een trigonometrische functie met een voor die functie ongeldige waarde, zoals $\sin^{-1} x$ waarbij x groter is dan 1. De ongeldige x -waarde verschijnt knipperend.
3. Wortel of logaritme van een negatief getal. De wortel of logaritme van de absolute waarde van het getal verschijnt knipperend om aan te geven dat het teken verkeerd was.
4. Machtsverheffen of worteltrekken van een negatief getal. De macht of wortel van de absolute waarde van het getal verschijnt knipperend in het display.
5. Twee bewerkingstoetsen achter elkaar indrukken. Het gaat daarbij om **[+]**, **[-]**, **[X]**, **[÷]**, **[y^x]** en **[INV]** **[y^x]** (voor $\sqrt[y]{x}$). Het laatst ingevoerde getal verschijnt knipperend.
6. Intoetsen van **[=]** of **)** na **[+]**, **[-]**, **[X]**, **[÷]**, **[y^x]** of **[INV]** **[y^x]** (voor $\sqrt[y]{x}$). Het laatst ingevoerde getal verschijnt knipperend.
7. Er zijn meer dan 9 open haakjes of meer dan 4 lopende bewerkingen. Het tiende haakje of de vijfde bewerking wordt niet opgenomen, zodat de berekening verder kan gaan. Het laatst verschenen getal gaat knippen.
8. Een getal door nul delen "9.9999999" verschijnt knipperend (behalve $0 \div 0 =$ dit geeft een knipperende 1).
9. Een bewerkingstoets gebruiken voordat een geheugenbewerking, een bewerking met vaste decimaal of een directe sprongbewerking is voltooid. Het display begint te knippen met de erin getoonde waarde (d.w.z. **[STO]** **[+]**).
10. Een poging om andere geheugenbewerkingen op te slaan, op te halen of te gebruiken met andere geheugenplaatsen dan die op 0 tot en met 7 (d.w.z. **[STO]** 8).
11. Een poging om de waarde van functies te vinden met ingevoerde waarden die buiten de volgende grenzen :

Functie

Grens

$\sin^{-1}x, \cos^{-1}x$

$$-1 \leq x \leq 1$$

e^x

$$-227.95592 \leq x \leq 230.25850$$

10^x

$$-99 < x < 100$$

$\ln x$

$$1 \times 10^{-99} \leq |x| < 1 \times 10^{100}$$

$\log x$

$$1 \times 10^{-99} \leq x < 1 \times 10^{100}$$

[INV] **[D⁻¹]**

$$1 \times 10^{-50} < R$$

AANHANGSEL C : FOUTIEVE TOESTANDEN

12. Directe spronginstructies (**GTO** of **SBR**) die trachten naar niet-toegekende labelposities te verspringen. De in het display aanwezige waarde begint te knipperen. Een reeks **GTO 2nd nn** waarin nn groter dan 49 is levert dan ook knipperen op.
13. Trachten een programma verder dan geheugenplaats 49 te laten lopen. De in het display aanwezige waarde begint te knipperen.
14. Een poging om $\bar{x}$ of σ^2 te berekenen zonder gegevens in te voeren of met slechts een gegeven punt.

ALS ER FOUTEN OPTREDEN BIJ HET UITVOEREN VAN EEN PROGRAMMA

Als een of meer van de voorgaande fouten in een programma voorkomen zal het programma stoppen en een knipperend display geven. Dat betekent dat u iets onmogelijks van de rekenmachine gevraagd hebt dat in een programma niet kan, maar evenmin rechtstreeks via het toetsenbord.

AANHANGSEL D : RESULTATEN IN HET DISPLAY EN DE NAUWKEURIGHEID

De elementaire wiskundige nauwkeurigheid van de rekenmachine wordt door het aantal voor berekeningen te gebruiken cijfers bepaald. De rekenmachine lijkt 8 cijfers te gebruiken zoals die in het display zijn te zien, maar gebruikt in feite 11 cijfers om alle berekeningen uit te voeren. Samen met het ingebouwde vermogen om op 4/5 af te ronden "bewaken" deze extra cijfers het 8-cijferige display om de nauwkeurigheid te verbeteren. Neem het volgende voorbeeld, voor als er geen afrondingscijfers zouden zijn.

$$1/3 \times 3 = .99999999 \text{ (klopt niet)}$$

Het voorbeeld toont aan dat $1 \div 3 = .33333333$, vermenigvuldigd met 3 een onnauwkeurig antwoord oplevert. Een rij van 11 negens zal echter na 8 plaatsen tot 1 worden afgerond.

De hogere wiskundige functies maken van zich herhalende berekeningsmethoden gebruik. De cumulatieve afrondingsfout blijft meestal onder de 8 cijfers in het display, zodat er geen zichtbaar effect is. De drie afrondingscijfers waken tegen kleine cumulatieve fouten in het display.

Normaal gesproken hoeft er geen enkele rekening te worden gehouden met de afrondingscijfers. Bij bepaalde berekeningen kunnen de afrondingscijfers echter onverwacht als antwoord te voorschijn komen. Het resultaat van twee rekenkundige bewerkingen kan gelijk schijnen voor zover in het display te zien is, maar in hun afrondingscijfers kan een ongelijkheid schuilen. Als deze twee resultaten van elkaar worden afgetrokken kan het zijn dat de rekenmachine een resultaat ongelijk nul te zien geeft.

Dit feit is van bijzonder belang als u uw eigen programma's schrijft. Als u wilt weten of een berekend resultaat gelijk is aan een andere waarde, zoals bij de **2nd** **□=□** -instructie, moet u mogelijk voorzorgsmaatregelen treffen om een onjuiste bepaling door verschillen in de afrondingscijfers te voorkomen. De toetsenreeks **EE** **INV** **EE** kapt de afrondingscijfers van een resultaat af, waardoor alleen de afgeronde display-waarde voor verder gebruik overblijft.

Voor wat het standaarddisplay betreft, zijn de resultaten nauwkeurig bij alle berekeningen die de in aanhangsel C opgenomen beperkingen in acht nemen, voor zover niet bij onderstaande uitzonderingen omschreven.

TRIGONOMETRISCHE FUNCTIES

Alle cijfers van het display zijn nauwkeurig binnen een gebied dat ± 36000 graden omvat ($\pm 200 \pi$ radialen en $\pm 40\,000$ in het 400-gradenstelsel). Over het algemeen neemt de nauwkeurigheid met één cijfer af voor elk tiental buiten deze bepaalde nauwkeurigheidsgrenzen. Een uitzondering vormen de tangens van een oneven veelvoud van $\pm 90^\circ$, $\pm \pi/2$ radialen en ± 100 in het 400-gradenstelsel, die capaciteitsoverschrijding ten gevolge hebben omdat de functie op deze punten niet is gedefinieerd.

WORTELS EN MACHTEN

Er kan enig verlies van nauwkeurigheid optreden in berekeningen van wortels en machten waarbij het grondgetal (y) 1 zeer dicht benadert en de macht (x) erg groot is.

CODES VAN DE TOETSEN

Code van de toetsen van de rekenmachine - volgens de werkelijke plaatsing op het toetsenbord

Rijnummers

1	2nd	geen code	INV	minteken	log	18	CE	19	CLR	15
	0 MS	26	P=R	27	sin	28	cos	29	tan	20
2	LRN	geen code	x÷t	22	x²	23	√	24	1/x	25
	Pause	36	Ins	geen code	Fix	38	2nd	39	π	30
3	SST	geen code	STO	32	RCL	33	SUM	34	y*	35
	Nsp	46	Del	geen code	Fix	48	Int	49	x	40
4	BST	geen code	EE	42	(	43	)	44	÷	45
	0.0	56							0.0	50
5	GTO	51	7	07	8	08	9	09	X	55
	x=1	66							Rad	60
6	SBR	61	4	04	5	05	6	06	-	65
	x=1	76							0.0	70
7	RST	71	1	01	2	02	3	03	+	75
	(b)	86			Σ+	88	x	89	σ²	80
8	R/S	81	0	00	•	83	+/-	84	=	85
	Kolom 1		2		3		4		5	
	(voor → 6		7		8		9		0	
	zie de tweede functies)									

Code van de toetsen van de rekenmachine in volgorde van 1 – 89.

00	0	-27	INV	2nd	P=R	50	2nd	0.0	
01	1	28	2nd	sin	51	GTO			
02	2	-28	INV	2nd	sin	55	X		
03	3	29	2nd	cos	56	2nd	0.0		
04	4	-29	INV	2nd	cos	-56	INV	2nd	0.0
05	5	30	2nd	π	60	2nd	Rad		
06	6	32	STO		61	SBR			
07	7	33	RCL		-61	INV	SBR		
08	8	34	SUM		65	-			
09	9	-34	INV	SUM	66	2nd	x=1		
13	lnx	35	y*		-66	INV	2nd	x=1	
-13	INV	-35	INV	y*	70	2nd	0.0		
14	CE	36	2nd	Pause	71	RST			
15	CLR	38	2nd	Fix	75	+			
18	2nd	39	2nd	P=R	76	2nd	x=1		
-18	INV	39	INV	2nd	P=R	-76	INV	2nd	x=1
19	2nd	40	2nd	x	80	2nd	σ^2		
-19	INV	42	EE		-80	INV	2nd	σ^2	
20	2nd	-42	INV	EE	81	R/S			
-20	INV	43	(		83	*			
22	x÷t	44	)		84	+/-			
23	x²	45	÷		85	=			
24	√x	46	2nd	Nsp	86	2nd	(b)		
25	1/x	48	2nd	Fix	88	2nd	Σ+		
26	2nd	-48	INV	2nd	FIX	-88	INV	2nd	Σ+
-26	INV	49	2nd	Int	89	2nd	x		
27	2nd	-49	INV	2nd	Int	89	INV	2nd	x

OPLOSSINGEN VOOR EERDER GEGEVEN VOORBEELDEN

N.B. : Over het algemeen zijn er voor een bepaalde opgave verschillende programma's mogelijk als oplossing. Wij vermelden hieronder slechts één benadering.

Te koop blz. 4-1

```

OFF ON
LRN
X ( ) -
RCL 3 ) =
STO 5
SUM 4
RCL 5
R/S
RST
LRN RST

```

Aftellen blz. 4-3

```

OFF ON LRN
STO 1 R/S
STO 2
2nd Lbl 1
RCL 1 y*
RCL 3 =
2nd Pause
2nd Pause
RCL 2 SUM 3
GTO 1
LRN RST

```

Fakulteiten blz. 4-6

```

OFF ON LRN
2nd Lbl 2
SUM 2 RCL 2
2nd Pause 2nd Pause
STO 0
2nd Lbl 1
RCL 0 X
2nd Dis GTO 1
= 2nd Pause
2nd Pause 2nd Pause
GTO 2
LRN RST

```

NOTA BENE

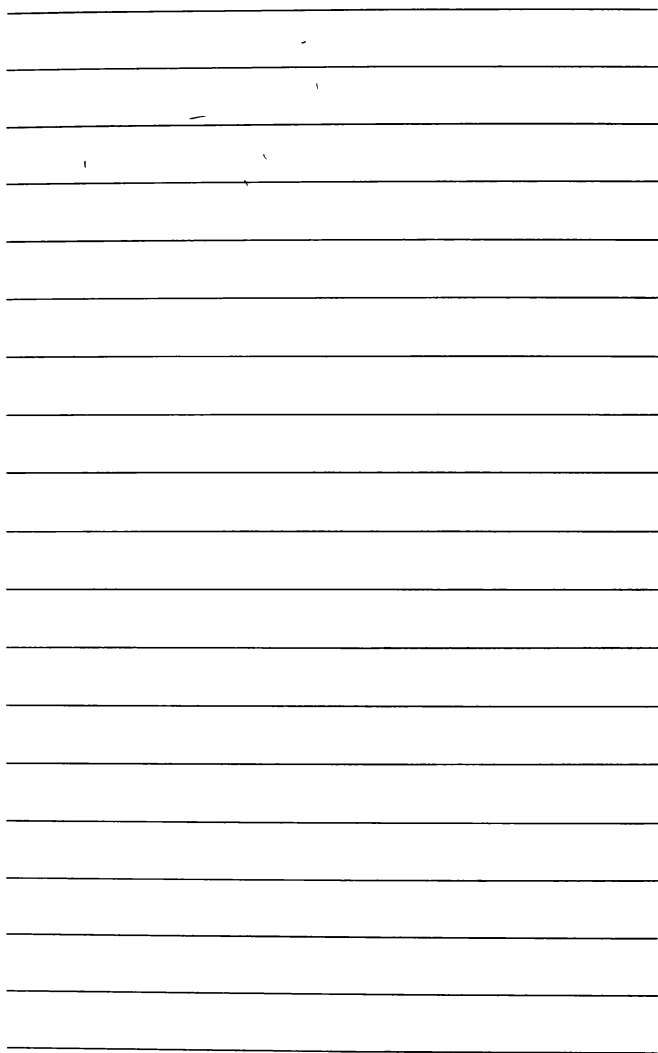
Texas Instruments aanvaardt, met betrekking tot dit materiaal, geen enkele expliciete dan wel impliciete aansprakelijkheid, met inbegrip van, doch niet beperkt tot, garanties betreffende de handelswaarde dan wel geschiktheid voor bepaalde doeleinden en stelt dit materiaal uitsluitend ter beschikking "zoals het is".

In geen geval kan Texas Instruments aansprakelijk gesteld worden, door wie dan ook, voor schade, bijzonder, zijdelings, toevallig of direct voortvloeiend uit, dan wel verband houdend met of als gevolg van de aankoop of het gebruik van dit materiaal en de enige en uitsluitende aansprakelijkheid van Texas Instruments beperkt zich, ongeacht de aanklacht, tot de aankoopprijs van dit boek.

Copyright © 1977 by Texas Instruments Incorporated

Alle rechten voorbehouden.

Niets in deze uitgave mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van opslag in gegevensbanken, druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Texas Instruments Incorporated.



EEN JAAR GARANTIE

Op de elektronische rekenmachine type T1-57 en op de daarbij behorende oplade van Texas Instruments wordt garantie verstrekt **AAN DE OORSPRONKELIJKE AANKOOPDATUM** — bij normaal gebruik en onderhoud — voor fabricage en/of materiaalfouten. Eventuele stilzwijgend overeengekomen garanties zijn ook in duur beperkt tot **EEN JAAR GEREKEND VANAF DE OORSPRONKELIJKE AANKOOPDATUM**

Deze garantie vervalt intien en nadat :
de rekenmachine is beschadigd door een ongeval of door onjuist gebruik of door onachtzaamheid, onzorgvuldig onderhoud of andere oorzaken niet zijnde fabricage- en/of materiaalfouten ;

TEXAS INSTRUMENTS IS NIET AANSPRAKELIJK VOOR DOOR DE KOPER GELEDEN VERLIES TENGEVOLGE VAN HET NIET KUNNEN GEBRUIKEN VAN DE REKENMACHINE OF VOOR ANDERE DOOR DE KOPER OPGELOPEN KOSTEN OF GELEDEN SCHADE, DIE HET GEVOLG ZIJN VAN OF VERBAND HOUDEN MET DE FABRICAGE- EN/OF MATERIAALFOUTEN.

Gedurende de garantieperiode zal de rekenmachine of zullen de defekte onderdelen daarvan worden gerepareerd, bijgesteld en/of vervangen door een rekenmachine van gelijkwaardige kwaliteit ("REFURBISHED") zijnde echter niet een nieuwe rekenmachine, maar een gebruikt exemplaar, dat in het verleden defekt is geweest, maar dat is gerepareerd en, na een volledige controle, weer geschikt voor gebruik is bevonden — zonder kosten voor de koper mits de rekenmachine, gefrankeerd en verzekerd, aan Texas Instruments wordt geretourneerd, met daarbij ingesloten het bewijs van de datum waarop de rekenmachine is gekocht. Rekenmachines, die zonder een dergelijk bewijs worden geretourneerd, zullen worden gerepareerd tegen de op dat moment geldende reparatietarieven.

Het staat ter keuze van de Fabrikant of de rekenmachine of de defekte onderdelen daarvan word(t)(en) gerepareerd of bijgesteld of vervangen door een ander exemplaar van gelijkwaardige kwaliteit, als hierboven bedoeld.

In het geval van vervanging van de oorspronkelijke rekenmachine door een exemplaar van gelijkwaardige kwaliteit, wordt de garantie, van toepassing op de oorspronkelijke rekenmachine, ten aanzien van het vervangende exemplaar voortgezet. Indien de resterende termijn van de garantie, te rekenen vanaf de datum van vervanging, minder dan 90 dagen beloopt, wordt hij automatisch tot 90 dagen verlengd. Indien de resterende termijn 90 dagen of meer beloopt, blijft de garantie gedurende deze termijn van kracht.

BELANGRIJK : Lees eerst goed de verzend- en service instructies voordat U de machine voor reparatie opstuurt.

SERVICE CENTERS

BELGIE - BELGIQUE

Avenue Edouard Lacomblé, 21
1040 - Bruxelles Brussel
Tel. (2) 733 96 23

CANADA

41 Shelley Road
Richmond Hill, Ontario
Tel. (416) 889 73 73

DANMARK

Marielundvej 46 E
2730 Herlev
Tel. (02) 91 74 00

DEUTSCHLAND

Kepserstraße 33
8050 - Freising
Tel. (08161) 7411

ENGLAND

Manton Lane
Bedford, MK41 7PU
Tel. (0234) 67466

ESPAÑA

Apartado 98
Torrejon de Ardoz - Madrid
Tel. 675 53 00
675 53 50

FRANCE

B.P. 28
06021 - Nice Cedex

ITALIA

Casella Postale 1
02015 - Cittaducale
Tel. (0746) 690 34/35/36

NEDERLAND

Postbus 43
Kolthofsingel 8
Almelo
Tel. (05490) 63967

NORGE

Ryensvingen 15
Oslo 6
Tel. (02) 68 94 87

ÖSTERREICH

Marxergasse 10
1030 - Wien
Tel. (0222) 72 41 86

PORTUGAL

2650 Rua Eng^o,
Frederico Ulrich
Moreira Da Maia
Douro
Tel. (02) 948 1003

SCHWEIZ - SUISSE

Aargauerstraße 250
8048 - Zürich
Tel. (01) 64 34 55/56

SUOMI FINLAND

P.L. 917
Freesenkatu 6
00101 - Helsinki 10
Tel. (80) 40 83 00

SVERIGE

Norra Hamnvägen 3
Fack
100 54 Stockholm 39
Tel. (08) 23 54 80

TEXAS INSTRUMENTS