



HEWLETT-PACKARD

# CALCOLATORE 9100A

Manuale di Programmazione

# Indice

Scopo del manuale	2
Generalità	3
<b>Parte prima</b>	
<b>Calcolo manuale</b>	4
Virgola fissa e virgola mobile	4
Commutatori	5
Tasti per l'ingresso dei dati	6
Ingresso dei dati	7
Tasti di posizionamento	8
Tasti aritmetici	9
Accesso alla memoria	11
Funzioni	12
Trasformazione di coordinate	14
Operazioni sui vettori e sui numeri complessi	15
<b>Parte seconda</b>	
<b>Introduzione alla programmazione</b>	17
Organizzazione della memoria	17
Tasti operativi	19
Introduzione di un programma	21
Esecuzione di un programma	22
Registrazione su scheda	23
Correzione di un programma	24
Scelte logiche	25
Verifica di un programma	27
Tecniche di programmazione	28
Costanti nel programma e nei registri	31
Costanti su scheda	32
Programmi su più schede	33
Appendice	34

# Scopo del manuale

Il presente manuale è organizzato in due sezioni.

La prima spiega l'uso manuale del calcolatore, fornisce cioè quelle notizie che permettono all'operatore di eseguire le varie operazioni di calcolo intervenendo direttamente sulla tastiera.

La conoscenza della tastiera, acquisita in questa prima sezione, è essenziale per la comprensione della seconda parte del manuale, dedicata all'impiego del calcolatore dal punto di vista del calcolo programmato.

L'attenta lettura del manuale, accompagnata dall'esecuzione pratica sul calcolatore dei vari punti trattati, è sufficiente a garantire una completa padronanza delle tecniche operative e di programmazione relative al calcolatore 9100A.

# Generalità

Il 9100A è un calcolatore scientifico da tavolo.

Esso si presta ad essere impiegato sia manualmente, eseguendo le operazioni dietro comando da tastiera, sia a programma, eseguendo automaticamente tutte le operazioni legate ad un certo procedimento di calcolo, senza l'intervento manuale da parte dell'operatore.

Nel funzionamento a programma il 9100A è anche in grado di eseguire dei cicli di calcolo e delle scelte logiche, può prendere delle decisioni che determinano l'esecuzione di una sequenza di calcolo piuttosto che un'altra, può eseguire subroutines, può arrestare il programma per chiedere l'intervento dell'operatore.

Il 9100A ha due memorie principali.

La memoria di sola lettura (ROM = read only memory), di progetto esclusivo Hewlett-Packard, possiede 32768 bit: essa contiene i sottoprogrammi necessari alla risoluzione delle varie funzioni, che vengono attivati premendo il tasto della funzione relativa nel caso di funzionamento manuale, o prevedendo l'istruzione corrispondente nel caso di funzionamento a programma. Non è possibile accedere alla memoria di sola lettura per depositarvi dati o istruzioni.

La memoria a nuclei (2208 bit) viene utilizzata per immagazzinarvi dati e/o istruzioni. Essa comprende 19 registri così suddivisi: 3 registri di visualizzazione (X, Y, Z) comunemente impiegati per l'introduzione dei dati, la loro manipolazione e la lettura dei risultati parziali e finali; 2 registri di accumulo (e, f) utilizzati per il deposito di dati ed infine 14 registri (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d) che possono contenere sia istruzioni che dati. Ogni registro può contenere un dato di 10 cifre significative con virgola e segno, più 2 cifre di scorta non visualizzate, più 2 cifre con segno per l'esponente.

In un registro possono stare fino a 14 istruzioni elementari (passi di programma). Poichè i registri che possono contenere istruzioni sono 14, ne risulta che la capacità massima della memoria, per quanto riguarda i programmi, è di 196 passi di programma.

Questi argomenti verranno ripresi e trattati più diffusamente nella seconda parte del presente manuale, dedicata alla programmazione.

## Parte prima - Calcolo manuale

### Virgola fissa e virgola mobile

Prima di iniziare la descrizione della tastiera del 9100A è necessario considerare attentamente il modo con cui il calcolatore accetta i dati ed opera su di essi.

Il 9100A tratta un massimo di 12 cifre significative, limitando la visualizzazione alle prime 10 e riservando le ultime due alla protezione contro eventuali errori di arrotondamento. Questo garantisce che i risultati di calcoli anche complessi e laboriosi compaiano sullo schermo e siano letti con errori minimi, generalmente limitati all'ultima cifra significativa.

Il 9100A lavora sui dati considerandoli sempre organizzati nel modo seguente:

$\pm X.XXX \text{ XXX} \text{ XXX YY} \pm ZZ$

dove le X stanno a indicare le dieci cifre significative visualizzate.

La prima cifra significativa è seguita dalla virgola decimale. Le Y stanno ad indicare le due cifre di protezione non visualizzate. Le Z si riferiscono alle due cifre per l'esponente. L'esponente si intende riferito alla base 10 che moltiplica il numero precedente. Cioè a dire, il contenuto di un registro sarà sempre espresso internamente nella forma:

$\pm X.XXX \text{ XXX} \text{ XXX YY} \pm ZZ$

il cui significato numerico è  $\pm (X,XXXXXXXXXXYY) \times 10^{\pm ZZ}$

È a questo modo di operare del calcolatore che ci si riferisce quando si afferma che esso lavora sui dati in virgola mobile. Il campo di valori numerici interessato va da  $10^{-98}$  a  $10^{99}$ .

Per agevolare l'introduzione e la lettura dei dati, l'operatore può scegliere di visualizzare il contenuto numerico dei registri in virgola mobile o in virgola fissa.

Nella rappresentazione in virgola mobile, i dati sono visualizzati con dieci cifre significative e due cifre per l'esponente, cioè nella forma:

$\pm X.XXX \text{ XXX} \text{ XXX} \pm ZZ$

Nella rappresentazione in virgola fissa i dati sono visualizzati nella comune notazione decimale, con un numero di cifre significative dopo la virgola determinato dalla posizione della ruota dei decimali (posizioni da 0 a 9).

L'ultima cifra significativa viene arrotondata: però, dato che il calcolatore lavora sempre in virgola mobile, esso conserva sempre il dato nella forma estesa e su quest'ultima opera le sue elaborazioni. In qualsiasi momento è possibile selezionare un numero maggiore di cifre decimali — compatibilmente con le esigenze di visualizzazione — senza dover cambiare la scala.

Se la rappresentazione in virgola fissa non è compatibile con le esigenze di visualizzazione (dieci cifre significative sullo schermo) per il numero dei decimali selezionato, il 9100A visualizza automaticamente il dato nella notazione in virgola mobile.

Se ad esempio si ha nel registro X il numero 123,456789 con ruota dei decimali in posizione 5, esso verrà visualizzato nel seguente modo:

123.45679 (ultima cifra arrotondata)

Se si moltiplica per 1000, lasciando invariata la posizione della ruota dei decimali, il risultato non potrà essere più espresso in virgola fissa: infatti il numero di cifre prima della virgola dovrebbe essere di sei e il numero di cifre dopo la virgola è sempre cinque.

Ciò supera la capacità di visualizzazione (10 cifre) del calcolatore il quale passerà automaticamente in virgola mobile visualizzando il dato nel modo seguente:

1.234 567 89 05

e quindi nella forma

$+ X.XXXX \text{ XXX} \text{ XXX} + ZZ$

# Commutatori

OFF

ON

Commutatore di alimentazione. Nella posizione ON le scritte di denominazione dei registri, sulla destra del tubo a raggi catodici, risultano accese.

DEGREES

RADIANS

Commutatore per la selezione tra gradi (DEGREES) e radianti (RADIANS) per l'ingresso o la visualizzazione degli angoli nelle funzioni trigonometriche.

PROGRAM

RUN

Nella posizione RUN per eseguire manualmente calcoli, per indirizzare il contatore del programma e per eseguire un programma; nella posizione PROGRAM per scrivere in memoria un programma dalla tastiera e per verificare un programma.

FLOATING

FIXED

Seleziona il modo in cui vengono rappresentati i dati sullo schermo. Nella posizione FLOATING (virgola decimale mobile), il dato viene rappresentato come un numero di dieci cifre significative — un intero e nove decimali — più due cifre per l'esponente della potenza di dieci moltiplicativa.

**Numero**

12345,67898 = 1,234567898 x 10<sup>4</sup>

**Rappresentazione**

1.234 567 898 04

Nella posizione FIXED (virgola decimale fissa), il dato viene rappresentato nella comune notazione decimale, con un numero di cifre dopo la virgola determinato dalla posizione della ruota dei decimali. La cifra meno significativa (l'ultima rappresentata) è arrotondata; se la parte intera del numero è tale che con il numero di cifre decimali selezionato non è possibile una rappresentazione in virgola fissa, il dato viene automaticamente rappresentato in FLOATING.

**Posizione della ruota decimale**

**Rappresentazione**



5

12345.67898



3

12345.679

Ultima cifra arrotondata



7

1.234 567 898 04

Poichè ci sono cinque cifre prima della virgola non è possibile una rappresentazione in FIXED con questo posizionamento della ruota decimale: si passa automaticamente in FLOATING.



Il segnalatore luminoso d'errore (luce rossa) indica un'operazione illegale come la divisione per 0,  $\sqrt{-x}$ ,  $\arcsin x$  ( $|x| > 1$ ),  $\ln x$  ( $x < 0$ ). Un'operazione illegale che si presenta durante l'esecuzione del programma, non provoca arresti, ma il segnalatore d'errori rimane attivato fino al termine del programma.

# Tasti per l'ingresso dei dati

**CLEAR**

Azzerare il contenuto dei registri X, Y, Z, e, f (0 → X, Y, Z, e, f). Annulla il FLAG (vedi pag. 20) e annulla le predisposizioni ARC e HYPER (vedi pag. 12).

**CLEAR  
x**

Azzerare il registro X (0 → X). Annulla le predisposizioni ARC e HYPER. Non è necessario premere CLEAR x per introdurre un nuovo dato.

**CHG  
SIGN**

Cambia il segno del dato nel registro X. Cambia il segno dell'esponente se in precedenza era stato premuto il tasto ENTER EXP.

•

Introduce la virgola nella notazione decimale. Si ricordi che non è necessario introdurre la virgola quando si usa la notazione normalizzata (infatti il dato che si introduce viene interpretato sempre con la virgola dopo la prima cifra quando si preme ENTER EXP; tale numero viene poi moltiplicato per la potenza di dieci secondo l'esponente scelto).

**ENTER  
EXP**

Azzerare l'esponente e comanda al calcolatore di interpretare le cifre che seguono (da 0 a 99) e il tasto CHG SIGN rispettivamente come esponente e segno della potenza di dieci che moltiplica il numero presente sul registro X.

Tasti

Visualizzazione sullo schermo

CLEAR 2 ENTER EXP 1 0

0. 00  
0. 00  
2. 10

Se si preme ENTER EXP dopo un tasto che non sia numerico, sul registro X si forma automaticamente 1.0.

CLEAR ENTER EXP CHG SIGN 6

0. 00  
0. 00  
1.000 000 000-06

Tutti gli ingressi da tastiera sono visualizzati sul registro X.

Commutatore su: **FLOAT**

Introdurre: 126,78

CLEAR 1 2 6 •

0. 00  
0. 00  
1.267 8 02

7 8 oppure

CLEAR 1 2 6 7 8 ENTER EXP 2

# Ingresso dei dati

Commutatore su: **FLOAT**

Introdurre:  $-39800 = -3,98 \times 10^4$

CLEAR x CHG SIGN 3 9 8 0 0 oppure 0 0

0. 00  
0. 00  
-3.980 0 04

CLEAR x 3 9 8 CHG SIGN ENTER EXP 4

Commutatore su: **FIXED**

Porre la ruota dei decimali su 4

Introdurre: 0,0094

CLEAR x 9 4 ENTER EXP 3 oppure CHG SIGN

0.  
0.  
.0094

CLEAR x . 0 0 9 4

Commutatore su: **FIXED**

Porre la ruota dei decimali su 4

Introdurre: 128,0167

CLEAR x 1 2 8 . 0 1 6 7

0.  
0.  
128.0167

Ruota dei decimali su 3

(Si noti l'ultima cifra arrotondata)

0.  
0.  
128.017

Ruota dei decimali su 8

0.  
0.  
1.280 167 02

Commutatore su: **FLOAT**

Introdurre:  $-4 \times 10^{-12}$

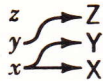
CLEAR x CHG SIGN 4 ENTER EXP CHG SIGN 1 2

0. 00  
0. 00  
-4. -12



# Tasti di posizionamento

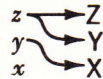
I tasti di posizionamento consentono di scambiare tra loro i contenuti dei registri di visualizzazione: ciò può rendersi necessario per le successive operazioni di calcolo. Nel seguito si indicheranno con x, y e z i contenuti dei registri X, Y e Z.



Duplica il contenuto di X in Y e sposta il contenuto di Y in Z. Il dato prima contenuto in Z viene perduto.

4 ↑ 3 ↑

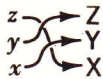
4.
3.
3.



Duplica il contenuto di Z in Y e sposta il contenuto di Y in X. Il dato prima contenuto in X viene perduto.

6 ↑ 5 ↑ ↓

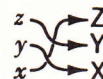
6.
6.
5.



Sposta il contenuto di X in Y; il contenuto di Y in Z e il contenuto di Z in X.

CLEAR 9 ↑ ROLL π ↑ ROLL ↑ ROLL

3.1416
0.
9.

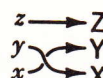
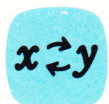


Sposta il contenuto di Z in Y, il contenuto di Y in X e il contenuto di X in Z.

CLEAR x ROLL ↓ 1 1 ROLL ↓

2

11.
0.
2.



Scambia tra loro i dati contenuti in X e Y. Il contenuto del registro Z rimane invariato.

6 ↑ ↑ 3 x ↔ y

6.
3.
6.

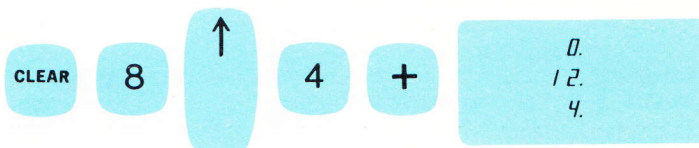
## Tasti aritmetici

Le operazioni aritmetiche vengono eseguite nel seguente modo: si posiziona il primo termine dell'operazione (operando) sul registro Y e il secondo termine (operatore) sul registro X; si qualifica infine l'operazione premendo il tasto relativo. Il risultato appare sul registro Y mentre il contenuto del registro X resta invariato.

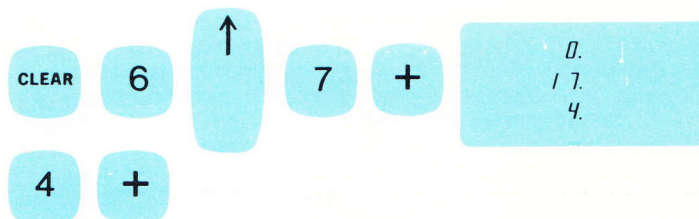
+

Somma il contenuto del registro X al contenuto del registro Y.  
La somma appare sul registro Y mentre il registro X rimane inalterato.

$$8 + 4 = 12 \rightarrow Y$$



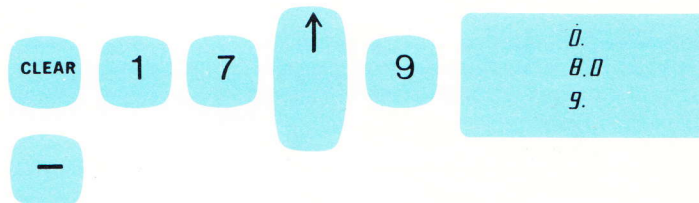
$$6 + 7 + 4 = 17 \rightarrow Y$$



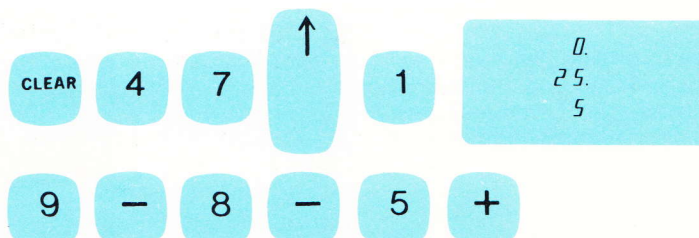
-

Sottrae il contenuto del registro X dal contenuto del registro Y.  
La differenza appare sul registro Y mentre il registro X rimane inalterato.

$$17 - 9 = 8 \rightarrow Y$$



$$47 - 19 - 8 + 5 = 25 \rightarrow Y$$



# Tasti aritmetici



Moltiplica il contenuto del registro Y per il contenuto del registro X.  
Il prodotto appare sul registro Y mentre il registro X rimane inalterato.

$$9 \times 7 = 63 \rightarrow Y$$

CLEAR 9 ↑ 7 ×

$$3 \times 5 \times 4 \div 8 = 7,5 \rightarrow Y$$

CLEAR 3 ↑ 5 ×

4 × 8 ÷



Divide il contenuto del registro Y per il contenuto del registro X.  
Il quoziente appare sul registro Y mentre il registro X rimane inalterato.

$$36 \div 4 = 9 \rightarrow Y$$

CLEAR 3 6 ↑ 4

÷

$$72 \div 6 \div 3 + 9 = 13 \rightarrow Y$$

CLEAR 7 2 ↑ 6

÷ 3 ÷ 9 +

**Esempio**  $\frac{(3 \times 4) + (6 - 9)}{(8 \times 2) - 6} = .9 \rightarrow Y$

Passo	Tasto	Passo	Tasto	Passo	Tasto
1—	3	7—	9	13—	6
2—	↑	8—	—	14—	—
3—	4	9—	8	15—	↓
4—	×	10—	↑	16—	÷
5—	6	11—	2		
6—	+	12—	×		

# Accesso alla memoria

La memoria del calcolatore 9100A è costituita da 19 registri. Tre sono i registri di visualizzazione X, Y e Z. X e Y sono anche registri operativi, in quanto consentono di effettuare tutte le operazioni e le funzioni. Attraverso X e Y è possibile visualizzare i contenuti degli altri registri di memoria 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f. I registri da 0 a 9 verranno chiamati « registri numerici »; quelli da a a f verranno chiamati « registri alfabetici ». I registri e ed f — come verrà precisato in seguito — svolgono una particolare funzione per cui vengono anche chiamati « registri di accumulo ».

**Per memorizzare un dato** in un registro numerico o in un registro alfabetico il procedimento è lo stesso.

Occorre prima di tutto che il dato sia presente nel registro X o nel registro Y; da questo esso viene trasferito nel registro prescelto premendo successivamente i tasti  $x \rightarrow ( )$  o  $y \rightarrow ( )$ , a seconda dei casi, e il tasto che porta l'indicazione del registro desiderato (e cioè uno dei tasti 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f).

**Per richiamare un dato** contenuto in un registro di memoria, e cioè per visualizzarlo sullo schermo del calcolatore, il procedimento cambia a seconda che il registro di partenza sia numerico o alfabetico. Nel caso poi di un registro di accumulo esiste anche un'altra via, come si vedrà in seguito.

1. Caso di registro alfabetico. Basta premere il tasto con la designazione del registro voluto, per ottenerne la visualizzazione sul registro X. Il contenuto del registro di partenza rimane inalterato.
2. Caso di registro numerico. Si può ricorrere solo all'impiego del tasto  $y \rightarrow ( )$  seguito dalla denominazione del registro voluto: il contenuto del registro appare visualizzato in Y mentre il contenuto di Y va a sostituirsi al dato originale nel registro di partenza.

---

$x \rightarrow ( )$

Trasferisce il contenuto del registro X nel registro di memoria specificato dal tasto successivo (uno qualunque dei 16 registri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f). Il contenuto del registro X rimane inalterato.

---

$y \rightarrow ( )$

Trasferisce il contenuto del registro Y nel registro di memoria specificato dal tasto successivo (uno qualunque dei 16 registri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f). Il contenuto del registro Y rimane inalterato.

---

RCL

Questo tasto interessa solo i registri di accumulo. Esso visualizza il contenuto di f ed e sui registri X ed Y rispettivamente. Il contenuto di f ed e rimane inalterato.

---

$y \rightarrow ( )$

Scambia il contenuto di Y con il contenuto del registro di memoria specificato dal tasto successivo (uno qualunque dei 16 registri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f). Questa è l'unica istruzione che consente di richiamare il contenuto di un registro numerico.

# Funzioni

Una delle caratteristiche più interessanti del 9100A è la possibilità di risolvere numerose funzioni direttamente da tastiera. Il procedimento è semplicissimo: impostato un dato nel registro X, per ottenere il valore della funzione desiderata in corrispondenza di quel valore di  $x$  basta premere il tasto della funzione relativa. Il risultato appare sullo stesso registro X. Fa eccezione la funzione  $|y|$  il cui valore iniziale e risultato interessano solo il registro Y.

DEGREES

RADIANS

Questo commutatore serve ad interpretare come gradi (degrees) o radianti (radians) il dato visualizzato nel registro X, prima di eseguire la funzione nel caso di funzioni trigonometriche dirette e ad esecuzione avvenuta nel caso delle funzioni trigonometriche inverse.

**sin x**

Forma sul registro X il seno dell'angolo, in X precedentemente contenuto.  
 $\sin x \rightarrow X$

**cos x**

Forma sul registro X il coseno dell'angolo, in X precedentemente contenuto.  
 $\cos x \rightarrow X$

**tan x**

Forma sul registro X la tangente dell'angolo, in X precedentemente contenuto.  
 $\tan x \rightarrow X$

**arc**  
▼

Tasto di predisposizione usato per calcolare l'inverso delle funzioni trigonometriche ed iperboliche.

**Nota bene:** Le funzioni trigonometriche inverse sono calcolate solo per il valore principale della funzione.

**Esempio:**

$$\begin{aligned}\sin(+135^\circ) &= +0,7071 \\ \arcsin(+0,7071) &= +45^\circ\end{aligned}$$

**hyper**  
▼

Tasto di predisposizione usato per calcolare le funzioni iperboliche ( $\sinh$ ,  $\cosh$ ,  $\tanh$ ).

**Esempio:** calcolare  $\operatorname{arccosh} 1$

**Procedimento corretto**

**Procedimento errato**

1

arc

hyper

cos x

1

hyper

arc

cos x

# Funzioni

$\sqrt{x}$

Forma sul registro X la radice quadrata del dato, in X precedentemente contenuto.  $\sqrt{x} \rightarrow X$

---

$\ln x$

Forma sul registro X il logaritmo naturale (in base e) del dato, in X precedente contenuto.  $\ln x \rightarrow X$

---

$e^x$

Forma sul registro X il valore di e elevato alla potenza definita dal precedente contenuto di X.  $e^x \rightarrow X$

---

$\log x$

Forma sul registro X il logaritmo decimale del dato, in X precedentemente contenuto.  $\log_{10} x \rightarrow X$

---

$\text{int } x$

Forma sul registro X la parte intera del dato, in X precedentemente contenuto.

**CLEAR** **5** **.** **9** **int x** 0.  
0.  
5.

---

$|y|$

Valore assoluto di y. Rende positivo il contenuto del registro Y.

**CLEAR** **CHG SIGN** **5** **↑** **|y|** 0.  
5.  
-5.

---

$\pi$

Introduce  $\pi$  con 12 cifre sul registro X.

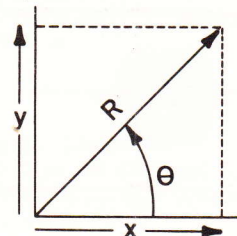
# Trasformazione di coordinate

**TO  
POLAR**

Opera la trasformazione di coordinate da cartesiane a polari. Se le coordinate cartesiane di origine sono espresse da una componente  $x$  nel registro X e da una componente  $y$  nel registro Y, il risultato della trasformazione consiste nelle coordinate polari espresse dall'angolo  $\theta$  presente nel registro Y e dal raggio  $R$  presente nel registro X.

Prima della trasformazione:  $y \rightarrow Y$   
 $x \rightarrow X$

Dopo la trasformazione:  $\theta = \arctan(y/x) \rightarrow Y$   
 $R = \sqrt{x^2 + y^2} \rightarrow X$



**Nota bene:** nella trasformazione da coordinate cartesiane a polari, l'angolo  $\theta$  viene fornito nel seguente intervallo di valori:

$-180^\circ < \theta \leq 180^\circ$  nel caso di gradi

$-\pi < \theta \leq \pi$  nel caso di radianti

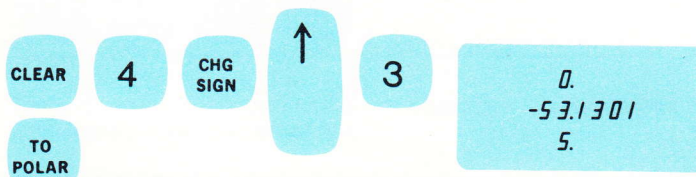
**Esempio:**

Posto il commutatore per gli angoli su **DEGREES**

Per trasformare le coordinate  $(3, -4)$  in coordinate polari, occorrerà innanzitutto formare  $-4$  in Y e  $3$  in X e successivamente premere il tasto TO POLAR.

il risultato sarà:

$\theta = -53,1301$      $R = 5$



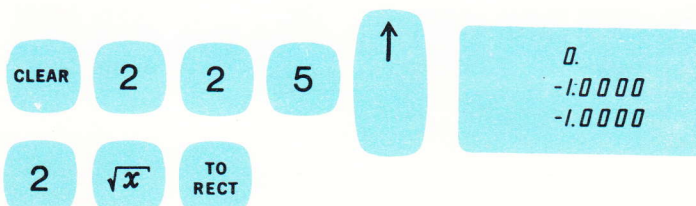
**TO  
RECT**

Opera la trasformazione di coordinate da polari a cartesiane. Se le coordinate d'origine sono espresse da un raggio  $R$  nel registro X e da un angolo  $\theta$  nel registro Y, il risultato della trasformazione consiste nelle coordinate cartesiane espresse da una componente  $y$  presente nel registro Y e da una componente  $x$  presente nel registro X, secondo le relazioni:

$y = R \sin \theta \rightarrow Y$

$x = R \cos \theta \rightarrow X$

**Esempio:** trasformare in cartesiane le coordinate polari  $(\sqrt{2}, 225^\circ)$ . Occorre innanzitutto formare  $225^\circ$  in Y (commutatore su DEGREES) e  $\sqrt{2}$  in X e successivamente premere il tasto TO RECT. Il risultato apparirà nei registri X e Y.



# Operazioni sui vettori e sui numeri complessi

La possibilità di eseguire direttamente le trasformazioni di coordinate e la presenza dei due registri di accumulo  $e$  ed  $f$  con i tasti ACC+, ACC- e RCL che li rendono immediatamente e contemporaneamente accessibili, rende agevole l'esecuzione di operazioni sui vettori nel piano e sui numeri complessi.

ACC  
+

Forma nel registro  $f$  la somma del dato presente in  $X$  e del precedente contenuto di  $f$ . Contemporaneamente, forma nel registro  $e$  la somma del dato presente in  $Y$  e del precedente contenuto di  $e$ .

$$f + X \rightarrow f$$

$$e + Y \rightarrow e$$

ACC  
-

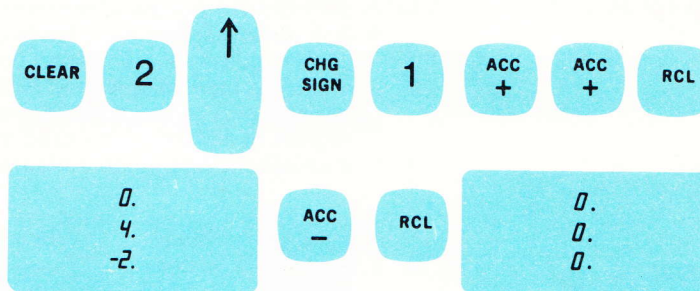
Forma nel registro  $f$  la differenza tra il precedente contenuto di  $f$  e il dato presente in  $X$ ; forma contemporaneamente nel registro  $e$  la differenza tra il precedente contenuto di  $e$  e il dato presente in  $Y$ .

$$f - X \rightarrow f$$

$$e - Y \rightarrow e$$

RCL

Visualizza il contenuto di  $f$  ed  $e$  sui registri  $X$  e  $Y$  rispettivamente. Il contenuto di  $f$  ed  $e$  rimane inalterato.





### Problema

Somma di vettori

$$(2x + 3y) + (4x + 5y) - (3x - 6y) = 3x + 14y$$

Passo	Tasto	Passo	Tasto	Passo	Tasto
1—	CLEAR	6—	5	11—	CHG SIGN
2—	3	7—	↑	12—	↑
3—	↑	8—	4	13—	3
4—	2	9—	ACC +	14—	ACC -
5—	ACC +	10—	6	15—	RCL

### Problema

Prodotto di numeri complessi

$$(3 + j4) (-2 + j3) = -18 + j1$$

### Soluzione

Si ricordi che i numeri complessi si possono esprimere, anzichè come parte reale e parte immaginaria, come modulo e fase.

Cioè  $a + jb \rightarrow M e^{j\theta}$ .

Il prodotto di due numeri complessi, una volta eseguita la trasformazione in coordinate polari, sarà il numero complesso che ha per modulo il prodotto dei moduli e per fase la somma delle fasi. Se si passa ai logaritmi naturali dei moduli, l'antilogaritmo della somma dei ln dei moduli è uguale al prodotto dei moduli.

Con questa premessa è facile capire come convenga ricorrere, per il prodotto di più numeri complessi, all'espressione degli stessi in modulo e fase, all'accumulo sul registro  $f$  dei ln dei moduli e sul registro  $e$  delle fasi e infine, per risalire al risultato, al richiamo dei registri di accumulo, all'esecuzione dell'antilogaritmo del contenuto di  $f$ , e all'esecuzione infine della trasformazione in coordinate cartesiane.

Passo	Tasto	Passo	Tasto	Passo	Tasto
1—	CLEAR	7—	ACC +	13—	ln x
2—	4	8—	3	14—	ACC +
3—	↑	9—	↑	15—	RCL
4—	3	10—	2	16—	$e^x$
5—	TO POLAR	11—	CHG SIGN	17—	TO RECT
6—	ln x	12—	TO POLAR		

## Parte seconda

### Introduzione alla programmazione

Nelle pagine precedenti è stato illustrato l'impiego del 9100A per il calcolo manuale ed è stato spiegato il significato dei tasti che a quel tipo d'impiego sono legati. Tale significato è identico anche in fase d'impiego del 9100A a programma: in ogni caso si tratta di istruzioni o comandi dati al calcolatore.

Per programmare l'esecuzione di un certo calcolo è sufficiente trasferire nella memoria del calcolatore una sequenza ordinata di istruzioni: ciò si ottiene premendo nell'opportuna successione — con il commutatore di funzione in posizione PROGRAM (vedi pag. 21) — i tasti, quelli stessi che avrebbero comandato in impiego manuale l'esecuzione del medesimo calcolo.

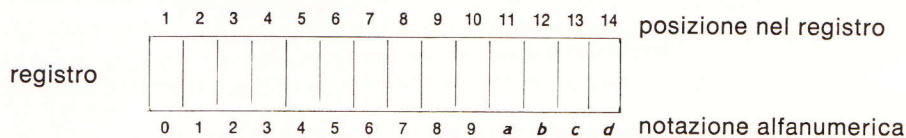
Naturalmente le ampie possibilità di programmazione del 9100A richiedono l'impiego di altri tasti — il cui significato verrà illustrato nel seguito — che consentono l'arresto automatico per l'ingresso dei dati o la visualizzazione dei risultati parziali e finali, le scelte logiche, i ricicli, ecc. Resta però sempre vero che ogni tasto (salvo STEP PRGM, vedi pag. 27) rappresenta un'istruzione per il calcolatore 9100A. Cambia il tipo di esecuzione, a seconda che il tasto venga premuto con commutatore in RUN o in PROGRAM. Nel primo caso (calcolo manuale) il calcolatore interpreta immediatamente l'istruzione che riceve e la esegue; nel secondo (calcolo programmato) il calcolatore « ricorda » l'istruzione che riceve per eseguirla in un secondo tempo, quando il contatore interno, che esplora la memoria per leggere le istruzioni una ad una nell'ordine in cui sono state « ricordate », arriva alla posizione di memoria corrispondente.

## Organizzazione della memoria

I registri che possono essere occupati da istruzioni sono i registri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d.

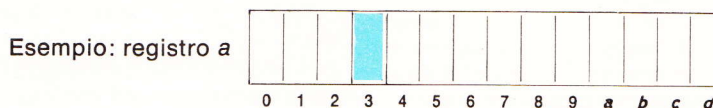
I registri e, f, X, Y, Z possono contenere solo dati, come si è già detto in più occasioni.

Ogni registro è così organizzato



cioè 14 posizioni individuate dalle notazioni da 0 a d.

I quattordici registri su cui si possono scrivere i programmi sono identificati anch'essi dalle notazioni da 0 a d. Le posizioni di memoria sono individuate univocamente da una coppia ordinata di notazioni: la prima individua il registro, la seconda la posizione nel registro.



In tal caso la 4ª posizione del registro a viene identificata dalla coppia ordinata a.3.



In tal caso la 12ª posizione del registro 1 viene identificata dalla coppia ordinata 1.b.

GO TO 2.c significa: « va alla posizione 13ª del registro 2 ».

I registri sono ordinati da 0 a  $d$  cioè 0 è il primo registro, 1 è il secondo registro,  $a$  è l'undicesimo registro,  $d$  il quattordicesimo registro, l'ultimo registro utile per depositare le istruzioni di programma. La prima posizione di memoria è allora la prima posizione (0) del primo registro (0), e viene identificata dalla coppia ordinata 0.0. La quattordicesima posizione di memoria è la 14<sup>a</sup> posizione ( $d$ ) del primo registro (0) e viene identificata dalla coppia ordinata 0. $d$ . La 15<sup>a</sup> istruzione è la prima (0) del registro successivo (1), cioè è la posizione 1.0. L'ultima posizione di memoria è la 196<sup>a</sup>, cioè la posizione  $d$  del registro  $d$  ( $d.d$ ).

		Posizione nel registro													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$a$	$b$	$c$	$d$
registro	0														
	1														
	2														2 $c$
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	$a$														
	$b$														
	$c$			$c$ 2											
	$d$														

Sia in fase di introduzione di un programma che in fase di esecuzione, l'ordine di successione viene garantito dal contatore interno che occupa nel primo caso ed esplora nel secondo le posizioni di memoria a partire dalla prima posizione a cui è stato portato (solitamente 0.0) ed incrementando di 1 per ogni istruzione che viene scritta od eseguita, rispettivamente.

Se l'esecuzione di un programma inizia dalla prima posizione di memoria e cioè 0.0, la seconda istruzione ad essere eseguita sarà quella che è presente nella seconda posizione di memoria, e cioè 0.1. La terza istruzione sarà 0.2, la quattordicesima 0. $d$ , la quindicesima 1.0 e così di seguito.

L'esecuzione di un programma si può far iniziare da una posizione diversa da 0.0: se per esempio la prima istruzione è presente nella posizione di memoria 5. $d$ , la seconda istruzione ad essere eseguita sarà quella presente nella posizione di memoria 6.0, e così via. Arrivati alla posizione  $d.d$ , la posizione successiva è 0.0.

La possibilità di accedere a posizioni diverse della memoria e di li proseguire passo passo con l'esecuzione di istruzioni di programma può essere sfruttata per prevedere delle subroutines (sottoprogrammi) in posizioni della memoria lasciate libere.

Resta da parlare dell'impiego dei registri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  per depositare delle costanti. A questo proposito si tenga presente che l'impiego di un registro per memorizzare una costante diminuisce di 14 il numero massimo di passi di programma a disposizione. Dovranno essere occupati i registri lasciati liberi dalle istruzioni e quindi di preferenza i registri alfabetici: un'altra ragione per preferire i registri alfabetici è che occorre un numero minore di istruzioni per richiamare i dati ivi contenuti (vedi pag. 31).

Un'ultima osservazione, di notevole importanza. Se la costante che si vuole introdurre viene impiegata solo una volta e se essa è formata da poche cifre significative, è chiaro che non conviene assolutamente memorizzare quella costante in un registro, giacchè in tale modo si spreca posizioni di memoria e istruzioni per richiamare il dato. Converrà invece introdurre quella costante da programma (vedi pag. 31).

# Tasti operativi

**PROGRAM**

**RUN**

Questo commutatore di funzione seleziona il modo operativo. La posizione RUN è usata per il calcolo manuale, per indirizzare la posizione di memoria a cui si vuole accedere e per comandare l'esecuzione di un programma.

La posizione PROGRAM è usata per introdurre dalla tastiera un programma in memoria e per verificare, istruzione per istruzione, se il programma è stato introdotto correttamente (cioè se non si sono commessi errori in fase di introduzione dalla tastiera).

Ciascun tasto è in ogni caso un'istruzione data al calcolatore. Quando si preme un tasto in posizione RUN, il calcolatore l'interpreta come un'istruzione, che esegue. Quando si preme un tasto in posizione PROGRAM, l'istruzione corrispondente viene « scritta » nella posizione di memoria determinata dallo stato corrente del contatore interno.

**GO TO**  
( ) ( )

Se il commutatore è in posizione RUN, questa istruzione provoca un salto « incondizionato » alla posizione di memoria individuata dai due tasti premuti subito dopo, ciascuno dei quali dovrà essere uno dei tasti 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d.

Usato in fase di stesura di un programma questa istruzione permette di « saltare » alla posizione di programma individuata dai due passi di programma successivi al « GO TO ».

**Modo corretto**

Passo	Tasto
29	GO TO ( ) ( )
2a	5
2b	⌂

**Modo errato**

Passo	Tasto
29	GO TO ( ) ( )
2a	5 ⌂
2b	

**C  
O  
N  
T  
I  
N  
U  
E**

Inizia l'esecuzione di un programma a partire dall'indirizzo corrente. Se l'esecuzione del programma si era arrestata in corrispondenza di un'istruzione di STOP, la pressione del tasto CONTINUE comanda l'esecuzione del programma a partire dal passo di programma successivo.

Se l'esecuzione del programma si era arrestata in corrispondenza di un'istruzione di END, la pressione del tasto CONTINUE comanda l'esecuzione del programma a partire dall'istruzione 00. CONTINUE può essere anche usato come un passo di programma non operativo (vedi programma per N! Pag. 28).

**STOP**

Arresta l'esecuzione di un programma.

Usato come istruzione, consente di arrestare l'esecuzione di un programma per l'introduzione dei dati o la visualizzazione del contenuto corrente dei registri X, Y e Z. Per far ripartire il programma dal passo successivo, occorre premere il tasto CONTINUE.

Premendo il tasto STOP durante l'esecuzione di un programma, se ne provoca l'arresto e la visualizzazione del contenuto corrente dei registri X, Y e Z. Per far partire il programma dal passo successivo occorre premere il tasto CONTINUE.

L'istruzione STOP viene usata ogni volta che si vogliono introdurre dei dati. Con il programma fermo in corrispondenza di un'istruzione di STOP o di END, si può operare manualmente intervenendo dalla tastiera, purchè non si memorizzino dati su registri che già contengono passi di programma o dati necessari per la prosecuzione del programma stesso.

**END**

Arresta l'esecuzione di un programma e azzerà il contatore interno, cosicché la pressione del tasto CONTINUE comanda l'esecuzione del programma a partire dalla posizione 00.

END dev'essere in ogni caso l'ultima istruzione di un programma. Quando nella lettura di una schedina magnetica (vedi pag. 21) si incontra l'istruzione END, il processo di lettura si arresta ed il contatore si azzerà portandosi allo stato 00. Quando nella registrazione di una scheda magnetica (vedi pag. 23) si incontra l'istruzione END, il processo di registrazione si arresta ed il contenuto delle posizioni successive della memoria non viene trasferito sulla scheda.

**PAUSE**

L'istruzione PAUSE provoca un momentaneo arresto del programma consentendo la visualizzazione del contenuto corrente dei registri X, Y, Z per un breve tempo. Per ottenere più lunghe visualizzazioni, occorre usare più istruzioni di PAUSE consecutive. (Si noti che durante l'esecuzione di un programma lo schermo è oscurato). Se durante l'esecuzione di un programma si tiene premuto il tasto PAUSE, la prima istruzione di PAUSE incontrata provoca lo stesso effetto di un'istruzione di STOP. Per far ripartire il programma dalla posizione successiva, basterà premere il tasto CONTINUE.

**SET FLAG**

Questa istruzione provoca l'attivazione di un segnalatore interno detto « flag », che viene sentita dall'istruzione IF FLAG (vedi pag. 25). Il « flag » può possedere solo due stati: attivato o disattivato. SET FLAG, sia manualmente che da programma, provoca l'attivazione del « flag ». Le istruzioni CLEAR e IF FLAG disattivano il « flag ».

**Problema**

Scrivere un programma per risolvere  $\frac{A \times B}{A + B}$  per ogni coppia di valori di A e B.

Passo	Tasto	x	y	z	e	f	
00	CLEAR	0	0	0	0	0	Azzerà i registri X, Y, Z, e, f.
01	STOP	A	B				Arresto per l'introduzione dei valori di A (in X) e B (in Y).
02	$x \rightarrow ()$						
03	E				A		Memorizza A e B.
04	$y \rightarrow ()$						
05	f	A	B	0		B	
06	X		AxB				
07	↑		A	AxB			Sposta A x B in Z per calcolare A + B.
08	f		B				
09	+		A+B				
0a	ROLL ↓	A+B	AxB	B			Posiziona A x B in Y e A + B in X per calcolare il quoziente.
0b	÷		$\frac{AxB}{A+B}$				
0c	ROLL ↑	B	$A+B$	$\frac{AxB}{A+B}$			
0d	$x \leftrightarrow y$		B				
10	e	A					
11	END	A	B	$\frac{AxB}{A+B}$			Visualizzazione finale.

# Introduzione di un programma

Un programma può essere introdotto nella memoria del calcolatore in due modi:

- a) da tastiera, battendo le istruzioni nella successione voluta
- b) da scheda magnetica, che contiene il programma registrato.

## Da tastiera

1. Porre il commutatore di funzione in posizione RUN.
2. Premere il tasto GO TO e quindi i tasti che individuano l'indirizzo di partenza, cioè la posizione di memoria che viene scelta come posizione della prima istruzione. Generalmente si tratta della posizione 0.0, che è la più comoda, dato che l'istruzione END azzerà il contatore portandolo in corrispondenza della posizione 0.0.
3. Portare il commutatore di funzione in posizione PROGRAM.
4. Battere i tasti corrispondenti alle diverse istruzioni, nella sequenza opportuna.

A questo punto l'intero programma è presente nella memoria del calcolatore, a partire dall'indirizzo di partenza prescelto. Si noti che, mentre si introduce un programma da tastiera, sul registro X viene visualizzato l'indirizzo dell'istruzione corrente introdotta (cioè la posizione di memoria occupata dall'istruzione corrente) ed il codice che identifica l'istruzione stessa (vedi pag. 27).

0.	00
0.	00
2.c . . . . .	57

cioè nella posizione c del registro 2 è presente l'istruzione « PAUSE » il cui codice, come si vedrà, è appunto 57.

Se in fase di introduzione di un programma da tastiera si commette un errore di battuta, questo si può correggere seguendo le modalità descritte a pag. 24.

## Da scheda magnetica

Ogni scheda può contenere due programmi, ciascuno con un numero di istruzioni fino a 196. I due programmi vengono contrassegnati con le lettere A e B.

1. Porre il commutatore di funzione in posizione RUN.
2. Premere il tasto GO TO seguito dai tasti che identificano l'indirizzo di partenza.
3. Inserire la scheda nell'apposita feritoia, con la parte stampata rivolta verso l'utilizzatore: se si vuole introdurre il programma A, la freccia A dovrà essere rivolta verso il basso; il caso opposto per introdurre il programma B.
4. Premere ENTER fino a che la scheda è espulsa dal lettore. Si noti che, introducendo un programma da scheda, il contenuto dei registri X, Y, Z, e, f rimane inalterato.

**Attenzione:** Occorre fare attenzione a non premere RECORD invece di ENTER, altrimenti, invece di introdurre in memoria il programma presente sulla scheda, si registra sulla scheda il contenuto corrente della memoria, cancellando così il programma preesistente. (Vedi 'Registrazione su scheda' pag. 23).

## Esecuzione di un programma

Quando un programma è presente nella memoria del calcolatore, per comandarne l'esecuzione è sufficiente accertarsi che lo stato corrente del contatore interno sia quello della posizione di partenza (con commutatore in RUN, premere GO TO seguito dall'indirizzo di partenza o END se l'indirizzo di partenza è 0.0).

Introdurre le costanti nei registri previsti, se necessario.

Con il commutatore in RUN, premere il tasto CONTINUE.

Il programma si arresterà alla prima istruzione di STOP per l'ingresso dei dati. Una volta che questi sono stati introdotti ed impostati nei registri di visualizzazione o di memoria, come richiesto dal programma particolare, premendo CONTINUE si fa ripartire il programma.

**Attenzione:** Non introdurre dati su registri che siano impegnati da istruzioni, altrimenti queste ultime risultano cancellate e il programma rovinato.

**Nota:** Si noti che, durante l'esecuzione di un programma, lo schermo risulta oscurato: appaiono solo i risultati parziali o finali in corrispondenza di istruzioni di PAUSE o STOP o END.

## Registrazione su scheda

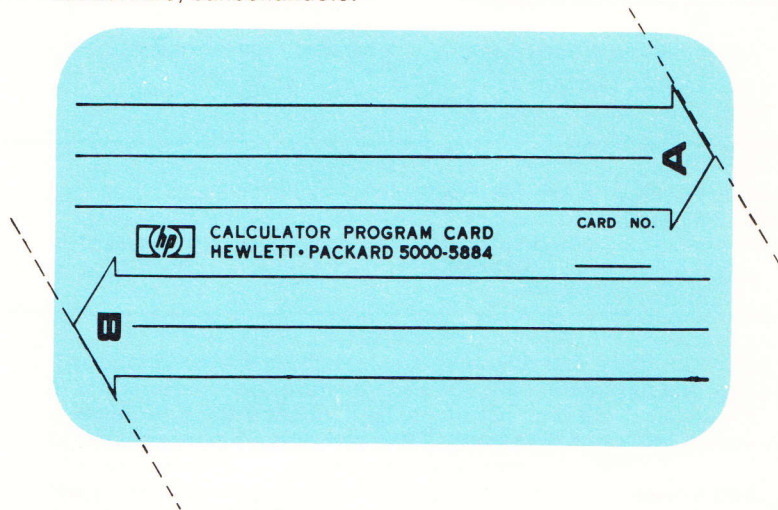
Su ogni scheda si possono registrare due programmi, ciascuno con un numero di istruzioni fino a 196. I due programmi vengono contrassegnati con le lettere A e B.

Per registrare su scheda un programma presente nella memoria del calcolatore, si operi secondo il seguente procedimento:

1. Commutatore in RUN.
2. Portarsi all'indirizzo di partenza (premere GO TO seguito dall'indirizzo della prima posizione di programma).
3. Inserire la scheda nell'apposita feritoia, con la parte stampata rivolta verso l'utilizzatore: se si vuole registrare il programma nella parte A, la freccia A dovrà essere rivolta verso il basso; il caso opposto per registrare il programma su B.
4. Premere RECORD.

Per evitare di cancellare accidentalmente un programma che si desidera conservare su scheda, basta tagliare l'angolo della scheda su cui punta la freccia A o B, a seconda che il programma da conservare si trovi su A o B rispettivamente.

In tale situazione il comando RECORD risulta inattivo, e ciò evita che si registri accidentalmente qualcosa sopra il programma che si desidera conservare, cancellandolo.





## Correzione di un programma

Se in fase di introduzione di un programma da tastiera si commette un errore, questo si può correggere in qualsiasi momento senza dover ribattere l'intero programma.  
Il procedimento da seguire è:

1. Commutatore in RUN.
2. Premere GO TO seguito dall'indirizzo dell'istruzione che si vuole cambiare.
3. Commutatore in PROGRAM.
4. Premere il tasto corrispondente all'istruzione corretta.

A questo punto la sostituzione dell'istruzione è ormai acquisita nella memoria del calcolatore. È chiaro che, volendo sostituire gruppi di istruzioni, basterà portarsi nella posizione della prima e quindi battere la sequenza, purchè il numero di istruzioni non superi quello del gruppo di istruzioni che si vogliono sostituire.

# Scelte logiche

Oltre alle istruzioni che comandano l'esecuzione di operazioni e di funzioni, l'accesso alla memoria ed il trasferimento tra registri, interessano, per le ampie possibilità che offrono alle tecniche di programmazione, le istruzioni di « salto condizionato ».

Queste istruzioni consentono di scegliere una sequenza di programma piuttosto che un'altra, a seconda del contenuto dei registri X e Y o dello stato in cui si trova un segnalatore interno (« flag »).

Quando il calcolatore incontra una di queste istruzioni (IF  $x < y$ , IF  $x = y$ , IF  $x > y$ , IF FLAG), esso esamina se è verificata o meno la condizione particolare preposta e si comporta in un modo o in un altro a seconda del risultato di questo esame.

IF  
 $x < y$

La condizione è verificata se il numero contenuto in X è minore del numero in Y, cioè se  $x < y$ ; non è verificata se  $x \geq y$ .

IF  
 $x = y$

La condizione è verificata se  $x = y$ , non è verificata se  $x \neq y$ .

IF  
 $x > y$

La condizione è verificata se  $x > y$ , non è verificata se  $x \leq y$ .

IF  
FLAG

La condizione è verificata se il « flag » si trova attivato. Per attivare il « flag » basta premere il tasto SET FLAG o prevedere l'istruzione corrispondente nel programma. Ricordiamo che l'istruzione CLEAR annulla il « flag ». Anche l'istruzione IF FLAG annulla il « flag ».

**Se la condizione è verificata**, si presentano due casi:

a) i due passi di programma che seguono l'IF identificano una posizione di memoria (cioè sono tasti alfanumerici, da 0 a d).

b) i due passi di programma che seguono l'IF sono due istruzioni che non individuano una posizione di memoria.

Nel primo caso il programma esegue l'istruzione presente nella posizione di memoria individuata e procede in sequenza a partire da quel punto.

Nel secondo caso esegue le istruzioni contenute nelle due posizioni successive all'IF e continua regolarmente con la terza, e via di seguito.

Fa eccezione il caso in cui il primo passo che segue l'IF è

un'istruzione alfanumerica seguita da un'istruzione non alfanumerica (vedi nota a pag. 26).

**Se la condizione non è verificata**, i due passi che seguono l'IF vengono saltati e il programma riprende in sequenza dalla terza posizione.

**Esempio:**

Passo	Tasto	Passo	Tasto
00	CLEAR	06	↑
01	STOP	07	STOP
02	IF $x > y$	08	1
03	0	09	↑
04	8	0a	END
05	2		

Se il contenuto di X è 6 e il contenuto di Y è 5, la condizione  $x > y$  è verificata. In tal caso la prossima istruzione ad essere eseguita è quella presente nella posizione di memoria 08, il cui indirizzo è identificato

dai due passi di programma, 03 e 04, che seguono immediatamente IF. Alla fine risulta che in X e Y è presente il numero 1. Se la situazione di partenza è invece, per esempio,  $x = -5$  e  $y = -2$ , la condizione  $x > y$  non è verificata. Il programma salta alla posizione 05 con il risultato di scrivere in X e Y il numero 2.

Passo	Tasto	Passo	Tasto
00	CLEAR	04	↑
01	STOP	05	X
02	IF $x = y$	06	↓
03	TO POLAR	07	END

Se  $x = y$  la condizione è verificata. Il programma esegue i passi 03 e 04 e continua con il passo 05, calcolando  $x^2 + y^2$  (vedi trasformazione di coordinate, pag. 14) e dando il risultato in X. Se i contenuti di X e Y non sono uguali, il programma salta al passo 05, calcola il prodotto di x per y e introduce il risultato in X.

### Problema

Calcolare il valore medio ( $\bar{X}$ ) di N dati  $x_i$ . Usare l'istruzione SET FLAG per indicare quando viene introdotto l'ultimo dato.

### Soluzione

Introdurre il programma

Premere GO TO (0) (0) oppure END

Premere CONTINUE

Introdurre  $x_1$  in X

Premere CONTINUE

Introdurre  $x_2$  in X

Premere CONTINUE

.....

Introdurre  $x_i$  in X

Premere CONTINUE

.....

Quando è stato introdotto l'ultimo dato, premere SET FLAG

e poi CONTINUE. Situazione finale sullo schermo:  $\bar{X} \rightarrow Y$   
 $n \rightarrow X$

### Nota

Se il passo di programma successivo ad un'istruzione di salto condizionato contiene un'istruzione alfanumerica seguita da un'istruzione non alfanumerica, il tipo di esecuzione che risulta al verificarsi della condizione preposta all'IF è del tutto particolare.

Infatti il programma esegue in tal caso l'istruzione contenuta nel secondo passo dopo l'IF e quindi salta all'indirizzo individuato dall'istruzione (numerica o alfabetica) presente nel primo passo dopo l'IF e dalla seconda cifra dell'indirizzo che corrisponde al terzo passo dopo l'IF.

### Esempio

Passo	Tasto
04	IF $x < y$
05	2
06	ROLL ↓
07	÷

Supponiamo che  $x = 3$  e  $y = 5$ . La condizione  $x < y$  è verificata. Viene allora eseguita l'istruzione ROLL ↓ e quindi il programma salta al passo 27, individuato dall'istruzione 2 presente nel passo 05 e dalla seconda cifra dell'indirizzo 07.

Passo	Tasto
00	CLEAR
01	1
02	↑
03	STOP
04	IF FLAG
05	0
06	b
07	ACC +
08	GO TO ( ) ( )
09	0
0a	1
0b	RCL
0c	$x \leftrightarrow y$
0d	÷
10	END

# Verifica di un programma

Una volta introdotto un programma nella memoria del calcolatore, è interessante poter controllare che le istruzioni siano state introdotte correttamente e non si siano commessi errori di battitura. Una volta stabilita l'esattezza « grammaticale » del programma, è anche utile poter esaminarne l'esecuzione passo passo per controllare che essa corrisponda effettivamente al comportamento che ci si attende. Entrambe queste operazioni di verifica sono possibili con il calcolatore 9100A, utilizzando il tasto STEP PRGM (« Step program »).

## STEP PRGM

Codice	Tasto	Codice	Tasto
00	0	10	8
01	1	11	9
02	2	12	B
03	3	13	a
04	4	14	b
05	5	15	f
06	6	16	c
07	7	17	d

Codice	Tasto	Codice	Tasto
20	CLEAR	30	$x \leftrightarrow y$
21	.	31	ROLL ↓
22	ROLL ↑	32	CHG SIGN
23	$x \rightarrow ( )$	33	+
24	$y \rightarrow ( )$	34	-
25	↓	35	÷
26	ENTER EXP	36	X
27	↑	37	CLEAR X

Codice	Tasto	Codice	Tasto
40	$y \rightarrow ( )$	50	IF $x = y$
41	STOP	52	IF $x < y$
42	FMT	53	IF $x > y$
43	IF FLAG	54	SET FLAG
44	GO TO ( ) ( )	55	y
45	PRINT	56	$\pi$
46	END	57	PAUSE
47	CONTINUE		

Codice	Tasto	Codice	Tasto
60	ACC +	70	$\sin x$
61	RCL	71	$\tan x$
62	TO POLAR	72	arc ▽
63	ACC -	73	$\cos x$
64	int $x$	74	$e^x$
65	ln $x$	75	log $x$
66	TO RECT	76	$\sqrt{x}$
67	hyper ▽		

Questa istruzione opera in modo diverso a seconda che il commutatore sia in PROGRAM o in RUN. Questa è la sola istruzione che non può essere un passo di programma.

**PROGRAM.** Esplora passo a passo il programma presente in memoria, visualizzando in X l'indirizzo ed il codice dell'istruzione corrente.

### Esempio

5.  
4.  
1.2----- 54

Il passo di programma 12 contiene l'istruzione SET FLAG il cui codice è 54.

Qui di fianco sono riportati i codici relativi ai vari tasti. Ogni codice è un numero ottale di due cifre. La tabella è riportata nel foglio d'istruzioni plastificato estraibile dalla base del calcolatore.

**RUN.** Esegue passo a passo il programma presente in memoria, visualizzando il contenuto corrente dei registri X, Y e Z. Per controllare l'esatta esecuzione, introdurre i dati in corrispondenza del passo di programma appropriato.

Nel caso di istruzione GO TO (0) (0), la pressione di STEP PRGM provoca l'esecuzione di tutti e tre i passi di programma previsti per un salto incondizionato.

Nel caso di istruzioni di IF, il comportamento è il seguente:

a) Se la condizione è verificata e i due passi di programma successivi forniscono un indirizzo, la pressione di STEP PRGM porta il programma sulla posizione individuata da quell'indirizzo.

b) Se la condizione è verificata e i due passi di programma successivi sono istruzioni che non forniscono un indirizzo, la pressione di STEP PRGM provoca l'esecuzione della prima istruzione.

c) Se la condizione non è verificata, la pressione di STEP PRGM provoca il salto al terzo passo successivo all'IF e l'esecuzione dell'istruzione in esso contenuta.

**Nota bene:** Per verificare l'esecuzione di un programma in RUN, occorre preventivamente sostituire ogni istruzione CONTINUE eventualmente presente nel programma, con un'istruzione PAUSE o STOP: se infatti nell'esecuzione passo a passo il calcolatore incontra un'istruzione CONTINUE, esso comincia l'esecuzione normale del programma.

# Tecniche di programmazione

Vengono qui di seguito riportati alcuni esempi di problemi risolti adottando particolari accorgimenti in sede di programmazione. Per il primo problema viene indicato, accanto ad ogni passo di programma, il contenuto corrente dei registri X, Y, Z, e, f. La mancanza di indicazione in corrispondenza di un passo di programma significa che il contenuto del registro non è stato modificato dall'istruzione relativa.

Si consiglia di ricorrere a questo accorgimento, soprattutto con programmi complessi, poichè esso aiuta ad avere sempre sotto controllo l'evoluzione del calcolo. I fogli di programmazione vengono forniti con delle colonne riservate appunto all'indicazione del contenuto dei registri X, Y, Z, f, e, d, c, b, a.

**Problema:** Calcolare N!

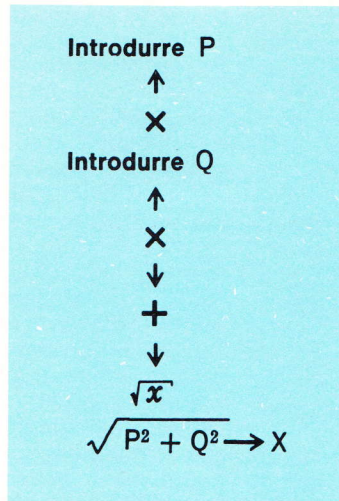
Passo	Tasto	x	y	z	f	e
00	CLEAR	0	0	0	0	0
1	STOP	N	Introdurre N → X			
2	x → ( )					
3	f				N	
4	IF x = y					
5	CONTINUE					
6	1	1				
7	↑	N	N			
8	↑	N	N	N		
9	1	1				
a	—	1	N' - 1	N'		
b	IF x > y					
c	1					
d	6					
10	ROLL ↓	N' - 1	N'	1		
1	X		N'(N' - 1)			
2	ROLL ↑	1	N' - 1	N'(N' - 1)		
3	GO TO ( ) ( )					
4	0					
5	9					
6	0	0	N' - 1	N!		
7	ROLL ↓	N' - 1	N!	0		
8	f	N	N!	0		
9	END	N	N!	0		- Risultato -

## Osservazioni:

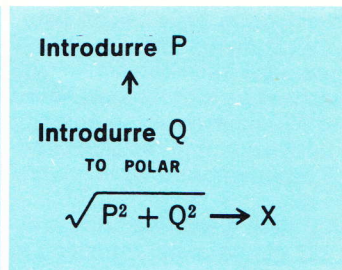
La condizione IF X = Y presente al punto 04 è verificata se N = 0; in tal caso si pone 0! = 1. Con N' viene indicato il risultato parziale del calcolo. Ogni volta che la condizione IF X > Y, presente al punto 0 b, non è verificata, si sviluppa il prossimo prodotto parziale. Dopo il primo passaggio N' = N(N - 1) dopo il secondo N' = N(N - 1)(N - 2), e così via.

**Problema:** Calcolare  $\sqrt{P^2 + Q^2}$

**1ª soluzione**



**2ª soluzione**



Osservazioni: con « INTRODURRE P » si intende: prevedere l'istruzione STOP e a quel punto, quando l'esecuzione del programma si arresta, introdurre il dato P da tastiera.

La seconda soluzione, più veloce, sfrutta il tasto **TO POLAR** che fa comparire in X il modulo di P e Q, cioè proprio  $\sqrt{P^2 + Q^2}$

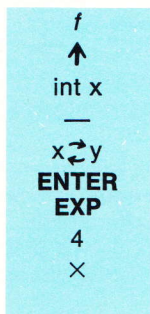
**Problema:** Memorizzare due numeri interi di quattro cifre ciascuno, P e Q, in un unico registro.

Sia ad esempio  $P = 1234$  e  $Q = 5678$  ed  $f$  il registro.

Per inviare P e Q nel registro  $f$ , sarà sufficiente introdurre da tastiera il numero 1234.5678 e quindi premere il tasto  $x \rightarrow ( )$  seguito da  $f$ .

Per richiamare P e Q sarà sufficiente prevedere una sequenza di istruzioni da inserire nel punto del programma in cui si desidera utilizzare le due costanti.

(si noti che a questo punto P è già operabile)



(si noti che a questo punto P è già operabile)

Alla fine si ottengono le costanti P e Q rispettivamente in Z ed Y.

**Problema:** Calcolare  $\sum_{n=1}^m (-1)^{n-1} f_n(X) = f_1(X) - f_2(X) + \dots + (-1)^{m-1} f_m(X)$

**Soluzione:**

Passo	Tasto
00	
01	Calcolare $f_n(X)$ in X o Y
⋮	
⋮	
42	IF FLAG
43	4
44	8
45	SET FLAG
46	ACC +
47	ACC +
48	ACC -

Osservazioni: Si tenga presente che il « flag » viene attivato dall'istruzione SET FLAG e viene automaticamente disattivato in corrispondenza dell'istruzione IF FLAG.

Col programma sopra riportato, per  $n = 1$  la condizione IF FLAG non è verificata, i passi 43 e 44 vengono saltati e il programma riprende dal passo 45, attivando il « flag » e accumulando  $2f_1 - f_1 = f_1$ .

Al secondo passaggio, la condizione IF FLAG è verificata: la prossima istruzione è allora la 48, che accumula  $-f_2$ . Poichè IF FLAG annulla il « flag », il passaggio successivo accumula  $+f_3$ . E così via.

## Costanti nel programma e nei registri

Qualora si presenti la necessità di dover utilizzare, nel corso di un programma, una o più costanti, l'operatore deve valutare se gli convenga inserire tali costanti nei registri o non piuttosto direttamente dentro il programma, alla stregua di una serie di istruzioni.

Occorre a tal fine tener conto di qual è l'impegno di posizioni di memoria richiesto dal dato (numero di cifre, eventuale virgola decimale, eventuale segno negativo) e quante volte esso dev'essere utilizzato nel corso dell'elaborazione, per valutare se la memoria è meglio sfruttata inserendo la costante nel programma: è noto infatti che una costante memorizzata in un registro lo occupa totalmente, impegna cioè 14 posizioni di memoria, indipendentemente dal numero delle cifre.

Supponendo di dover impiegare una volta nel corso di un programma un dato costante che impegna tre posizioni (ad esempio 123 o 2,4 o -52), sarà senz'altro conveniente inserirlo in programma, dove occupa tre sole posizioni ed è immediatamente operabile: se lo stesso dato si inviasse in un registro, occuperebbe 14 posizioni di memoria e ancora dovrebbe essere richiamato nel registro X per divenire operabile. Se il dato costante occupasse invece 5 posizioni (ad esempio 45273 o 4,567 o -12,8) e dovesse venire impiegato tre volte, si raggiungerebbe il limite della convenienza: esso infatti, inserito dentro il programma, occuperebbe 15 posizioni, però sarebbe direttamente operabile; mentre invece, depositato su un registro, ne occuperebbe le 14 posizioni, richiedendo inoltre tre posizioni di programma per essere richiamato sul registro X.

**Per introdurre una costante nel programma** è sufficiente, in fase di registrazione di un programma — commutatore sulla posizione PROGRAM — al punto desiderato battere una dopo l'altra le cifre che compongono la costante: esse vengono così interpretate alla stregua di istruzioni. Ogni cifra occupa una posizione di programma, così come la virgola e il segno negativo (ogni dato porta sempre con sé il segno positivo).

Supponiamo di dover inserire la costante -12,3 alla posizione 6.6. Essa verrà introdotta prevedendo, a partire dalla posizione 6.6, le seguenti istruzioni:

Passo	Tasto	Registro X
6.6	1	1
6.7	2	12
6.8	.	12.
6.9	3	12.3
6.a	CHG SIGN	-12.3

La costante si formerà in X ed il contenuto di Y e Z rimarrà invariato.

**Per inserire una costante nel registro** è sufficiente, al termine della registrazione del programma, dopo aver posizionato il commutatore su RUN, impostare il dato ed inviarlo sul registro selezionato, premendo il tasto X → ( ) seguito immediatamente dal tasto di identificazione del registro.



## Costanti su scheda

Le costanti sono registrabili su scheda magnetica come le istruzioni di qualsiasi tipo. Per quanto riguarda le costanti previste entro il programma, non è necessaria alcuna operazione particolare, perché esse vengono interpretate come istruzioni e come tali lette e registrate. Per quanto riguarda invece la registrazione su scheda delle costanti presenti nei registri, occorre procedere nel modo seguente: in primo luogo si batte il programma dalla tastiera e al termine, dove si sarebbe programmata l'istruzione END, si programma un'istruzione di GO TO seguita dall'indirizzo della posizione iniziale del registro successivo a quello nel quale si è inserita l'ultima costante: in tale posizione si programmerà l'istruzione END.

Portando poi il commutatore su RUN si provvede ad inviare la costante nel registro selezionato.

Si consideri il seguente caso pratico.

Si abbia un programma che impegna la memoria dalla posizione 00 alla posizione 9b e si voglia registrare il programma su scheda, registrando contemporaneamente una costante presente nel registro c. I registri a e b non vengono interessati, in quanto utilizzati da programma per contenere risultati intermedi.

Se nella posizione 9b fosse prevista l'istruzione END, la registrazione terminerebbe a quel punto e la costante presente nel registro c non verrebbe memorizzata sulla scheda.

Occorre quindi prevedere le seguenti istruzioni:

9.b	Go TO ( ) ( )
9.c	d
9.d	0

Nella posizione d.0 occorre infine prevedere l'istruzione END.

Con questo accorgimento la scheda può essere registrata sino alla posizione d.0 riportando anche il contenuto precedente dei registri a, b, c.

In c viene poi inviata la costante; a e b possono essere considerati di servizio poiché, a causa dell'istruzione di salto incondizionato, nel corso dell'esecuzione non vengono presi in esame.

## Programmi su più schede

Può presentarsi il caso che un problema sia talmente lungo e complesso che la sua soluzione richieda più di 196 passi di programma: è possibile allora scinderlo in sezioni successive, assegnando la soluzione di ciascuna parte ad una scheda diversa (o a piste diverse di una stessa scheda).

Per stabilire il collegamento di una scheda alla successiva, non occorre alcuna procedura particolare, ma è sufficiente avere l'avvertenza di memorizzare i risultati parziali, che costituiscono i dati per la susseguente elaborazione, su registri della memoria che non vengono interessati dalla lettura della scheda successiva.

Sono tali in ogni caso i registri X, Y, Z, e, f; a questi si aggiungono tutti i registri non occupati dal programma presente sulla scheda successiva e che viene trasferito nella memoria.

Supponiamo di risolvere un problema programmato su 2 schede, in cui sulla prima si è programmata l'istruzione END alla posizione 9d (140° di programma) e si abbiano 9 risultati intermedi da trasferire alla successiva per l'elaborazione finale. Nella seconda scheda l'istruzione END è programmata alla posizione 7d (112° di programma). Nel corso della programmazione della prima scheda si sarà fatto in modo che 5 risultati intermedi si posizionino nei registri X-Y-Z-e-f e gli altri 4 nei registri a-b-c-d. L'introduzione della seconda scheda e la conseguente lettura farà sì che il contenuto della memoria si modifichi solo fino all'istruzione END, vale a dire fino all'istruzione 7d: i risultati intermedi memorizzati nei registri X-Y-Z-e-f-a-b-c-d possono così essere riutilizzati automaticamente nel corso della 2ª scheda, per portare alla determinazione del risultato finale.

# Appendice

**Limiti degli argomenti per le funzioni trigonometriche, iperboliche, logaritmiche ed esponenziali.**

sin X, cos X, tan X;	$ X  < 1 \times 10^{10}$
$\sin^{-1} X$ ;	$ X  < 1$
$\cos^{-1} X$ ;	$ X  < 1$
$\tan^{-1} X$ ;	qualsiasi X
sinh X;	$X < 230.25$
cosh X;	$X < 230.25$
tanh X;	$X < 230.25$
$\sinh^{-1} X$ ;	qualsiasi X
$\cosh^{-1} X$	$X \geq 1$
$\tanh^{-1} X$ ;	$ X  < 1$
ln X	$X > 0$
log X;	$X > 0$
$e^x$ ;	$-227.95 < X < 230.25$

**Tempi massimi di esecuzione in msec.**

TO POLAR 400	y  0,03	arc 0,03	a 0,25	b 0,25	ROLL ↓ 0,45
TO RECT 400	int x 0,06	hyper 0,03	c 0,25	d 0,25	↑ ROLL 0,45
RCL 0,5	$e^x$ 130	sin x 200	e 0,25	f 0,25	↓ 0,3
ACC - 5	ln x 70	cos x 200	y→() 0,03	y↔() 0,03	↑
ACC + 5	log x 90	tan x 200	x→() 0,03	x↔y 0,25	0,3
$\sqrt{x}$ 30	CHG SIGN 0,03	ENTER EXP 0,03	CLEAR x 0,12	CLEAR 1	IF FLAG 3
÷ 27	7 0,03	8 0,03	9 0,03	SET FLAG 0,03	IF FLAG 3
×	4 0,03	5 0,03	6 0,03	FMT 0,02	IF x < y 3
-	1 0,03	2 0,03	3 0,03	PRINT 0,03	IF x = y 3
+	0 0,03	· 0,03	π 0,1	CONTIN U 0,05 E	IF x > y 3
				GO TO ( ) ( ) 0,03	STOP 0,03
					END 0,2
					STEP PRGM -

# Uffici di vendita e assistenza tecnica in Europa

## EUROPA

### AUSTRIA

Unilabor GmbH - Wissenschaftliche Instrumente  
Rummelhardtgasse 6/3 - P.O. Box 33 - **Vienna IX/71**  
Tel.: 426 181 - Teleg.: LABORINSTRUMENT Vienna

### BELGIO

Hewlett-Packard Benelux S.A.  
348 Boulevard du Souverain - **Bruxelles 16**  
Tel.: 72 22 40 - Teleg.: PALOBEN Brussels - Telex: 23 494

### DANIMARCA

Hewlett-Packard A/S  
Langebjerg 6 - **2850 Naerum**  
Tel.: 01 80 40 40 - Teleg.: HEWPACK AS - Telex: 66 40

### FINLANDIA

Hewlett-Packard Oy  
Gyldenintie 3 - **Helsinki 20**  
Tel.: 67 35 38 - Telex: 12-1563

### FRANCIA

Hewlett-Packard France  
150 Boulevard Masséna - **75 Parigi 13\***  
Tel.: 707 97 19 - Teleg.: HEWPACK Paris - Telex: 25048

Hewlett-Packard France  
4, quai des Etroits - **69 Lione 6\***  
Tel.: 52 35 66 - Telex: 31617

### GERMANIA

Hewlett-Packard Vertriebs-GmbH  
Lietzenburger Strasse 30 - **1 Berlino W.30**  
Tel. 24 86 36

Hewlett-Packard Vertriebs-GmbH  
Herrenberger Strasse 110 - **703 Böblingen, Württemberg**  
Tel.: 07031-6971 - Teleg.: HEPAG Böblingen - Telex: 72 65 739

Hewlett-Packard Vertriebs-GmbH  
Achenbachstrasse 15 - **4 Düsseldorf 1**  
Tel.: 68 52 58/59 - Telex: 85 86 533

Hewlett-Packard Vertriebs-GmbH  
Kurfürstenstrasse 95 - **6 Francoforte 50**  
Tel.: 52 00 36 - Teleg.: HEWPACKSA Frankfurt - Telex: 41 32 49

Hewlett-Packard Vertriebs-GmbH  
Beim Strohhause 26 - **2 Amburgo 1**  
Tel.: 24 05 51/52 - Teleg.: HEWPACKSA Hamburg - Telex: 21 53 32

Hewlett-Packard Vertriebs-GmbH  
Reginfriedstrasse 13 - **8 Monaco 9**  
Tel.: 69 51 21/22 - Teleg.: HEWPACKSA München - Telex: 52 49 85

### GRAN BRETAGNA

Hewlett-Packard Ltd.  
224 Bath Road - **Slough, Bucks**  
Tel.: Slough 28406-9, 29486-9 - Teleg.: HEWPIE Slough - Telex: 84413

### GRECIA

Kostas Karayannis  
18, Ermou Street - **Atene 126**  
Tel.: 230 301 - Teleg.: RAKAR Athens

### IRLANDA

Hewlett-Packard Ltd.  
224 Bath Road - **Slough, Bucks, Gran Bretagna**  
Tel.: Slough 28406-9, 29468-9 - Teleg.: HEWPIE Slough - Telex: 84413

#### ITALIA

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
Viale Lunigiana 46 - 20125 Milano  
Tel.: 691584 - Teleg.: Hewpackit Milano - Telex: 32046

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
Palazzo Italia - Piazza Marconi 25 - 00144 Roma-Eur  
Tel.: 591 25 44 - Teleg.: Hewpackit Roma

#### JUGOSLAVIA

Belram S.A.  
83 Avenue des Mimosas - Bruxelles 15 Belgium  
Tel.: 34 33 32 - Teleg.: BELRAMEL Bruxelles - Telex: 21790

#### NORVEGIA

Hewlett-Packard Norge A/S  
Nesveien 13 - Haslum  
Tel.: 53 83 60 - Teleg.: HEWPACK Oslo - Telex: 6621

#### OLANDA

Hewlett-Packard Benelux N.V.  
De Boelelaan 1043 - Amsterdam, Z.2  
Tel.: 42 77 77 - Teleg.: PALOBEN Amsterdam - Telex: 13 216

#### PORTOGALLO

Telectra  
Rua Rodrigo da Fonseca 103 - P.O. Box 2531 - Lisbona 1  
Tel.: 68 60 72 - Teleg.: TELECTRA Lisbon - Telex: 1598

#### SPAGNA

Ataio Ingenieros  
Enrique Larreta 12 - Madrid, 16  
Tel.: 235 43 44 - Teleg.: TELEATAIO Madrid - Telex: 2 72 49

Ataio Ingenieros  
Urgel, 259 - Barcellona, 11  
Tel.: 230 69 88

#### SVEZIA

HP Instrument AB  
Svetsarvägen 7 - Fack - Solna  
Tel.: (08) 98 12 50 - Teleg.: MEASUREMENTS Stockholm - Telex: 10 721

HP Instrument AB  
Hagakergatan - Molndal  
Tel.: 031 27 68 00

#### SVIZZERA

Hewpack ag  
Zurcherstrasse 20 - 8952 Schlieren Zurigo  
Tel.: (051) 98 18 21 - Teleg.: HEWPACKAG Zurich - Telex: 53933

Hewpak A.G.  
7, Rue du Bois-du-Lan - 1217 Meyrin 2 Ginevra  
Tel.: (022) 41 54 00 - Teleg.: HEWPACKSA Geneva - Telex: 22486

#### TURCHIA

Telekom Engineering Bureau  
P.O. Box 376 Galata - Istanbul  
Tel.: 49 40 40 - Teleg.: TELEMATION Istanbul

Per gli altri paesi europei:

Hewlett-Packard S.A.  
7, Rue du Bois-du-Lan - 1217 Meyrin 2 Ginevra  
Tel.: (022) 42 81 50 - Telex: 22 486 - Teleg.: HEWPACKSA Geneva



Hewlett-Packard Italiana SpA  
20125 Milano, Viale Lunigiana 46, Tel. 691584  
00144 Roma-Eur, Piazza Marconi 25, Tel. 5912544