

1968: Olivetti - NASA, una storia da raccontare

Norberto Patrignani

in collaborazione con

Laboratorio-Museo Tecnologico@mente - L'Innovazione Olivetti

Sommario

Questo articolo parla di una storia vera. La storia dell'uso della Olivetti P101, il primo Personal Computer della storia dell'informatica, alla NASA, l'agenzia spaziale statunitense, nell'ambito del Programma Apollo. Nell'esempio descritto, la Olivetti P101 svolge un ruolo fondamentale nel calcolo delle manovre di cambiamento di orbita e rendez-vous delle navicelle spaziali.

Abstract

This article is about a true story. The history of the use of the Olivetti P101, the first Personal Computer in the history of information technology, by NASA, the US space agency, as part of the Apollo Programme. In the example described, the Olivetti P101 plays a fundamental role in calculating the orbit change and rendezvous maneuvers of the spacecrafts.

Keywords: NASA, Olivetti, P101, Personal Computer

1. Introduzione

Questo lavoro nasce nel cuore di Ivrea, al Laboratorio-Museo Tecnologico@mente - L'Innovazione Olivetti (un progetto della Fondazione Natale Cappellaro) proprio in quei luoghi dove è nata la Olivetti P101 [1]. Qui diverse generazioni di persone, che hanno dedicato alle tecnologie digitali buona parte della loro vita, si incontrano regolarmente per raccontare l'affascinante storia industriale della Olivetti a tutte le generazioni e con linguaggi diversi: dall'arte al design, dalla scienza alla tecnologia. Si fanno passeggiate tra le architetture Olivettiane (oggi "Ivrea, città industriale del XX secolo" è il nome con il quale Ivrea è stata inserita nella lista dei patrimoni dell'umanità dall'UNESCO), giochi, "palestre del pensiero" e attività didattiche.

Qui si incontrano Gastone Garziera, Giovanni De Sandre, Giuliano Gaiti (mancato recentemente) del team storico di progetto della Olivetti P101 diretto nel 1963 dall'Ing. Piero Giorgio Perotto (1930-2002), e persone più giovani (ma non di molto) che hanno contribuito insieme a loro a questo articolo. Alcune hanno avuto proprio Garziera e De Sandre come responsabili alla Ricerca e Sviluppo Olivetti negli anni '70 del secolo scorso.

Un giorno del 2019 Garziera e De Sandre portano un documento della NASA (National Aeronautics and Space Administration) del 1968 [2] (vedi fig.1). Da quel giorno, con frequenza "aperiodica" si ritrovano a discutere di come poter raccontare con un linguaggio semplice ma rigoroso quel documento storico anche utilizzando i preziosi appunti di Giuliano Gaiti.

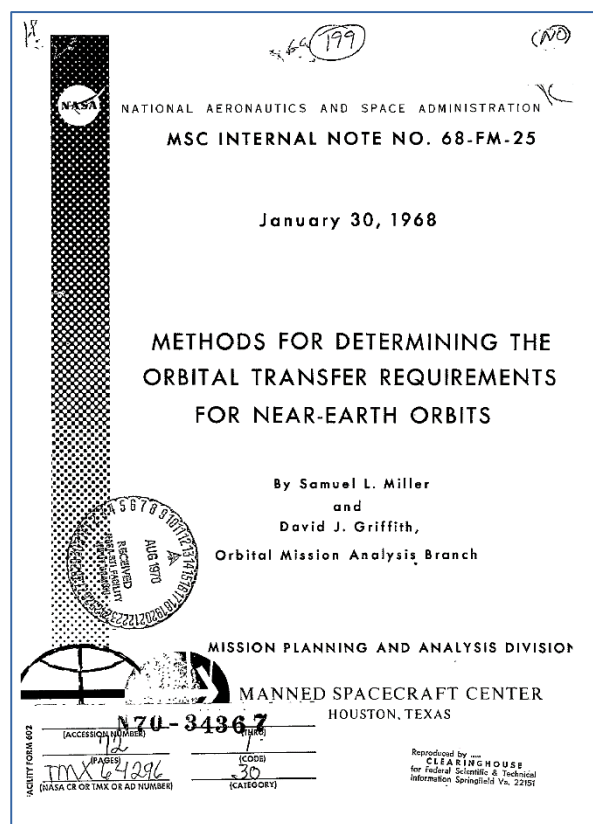


Fig.1

Documento della NASA che descrive l'uso della Olivetti P101 [2]

In questo articolo, come esempio, viene descritto ed esplorato in dettaglio il "Program 1" della NASA riportato a pag.13 del documento stesso (vedi fig.2).

Il programma Apollo è universalmente noto come il progetto spaziale statunitense culminato con lo sbarco di un essere umano sulla Luna il 20 Luglio 1969. Quel giorno Neil Armstrong e Buzz Aldrin mettono piede sulla Luna e Michael Collins li aspetta restando in orbita lunare per poi ritornare insieme sulla Terra [3].

Le tecnologie digitali hanno svolto un ruolo fondamentale nel programma Apollo: dal software di bordo della navicella spaziale, scritto da Margaret Hamilton, nota come la prima software engineer della storia [4], alle ricerche sui primi circuiti integrati. Forse meno noto è l'utilizzo della Olivetti P101 alla NASA nell'ambito del programma Apollo.

Le caratteristiche principali della Olivetti P101 sono: la sua portabilità, programmabilità (il suo linguaggio di programmazione permette il "salto condizionato", essenziale per implementare i tre costrutti fondamentali "sequenza", "bivio", "ciclo", necessari per la codifica di qualsiasi algoritmo) e interattività (input e output disponibili direttamente all'utente tramite tastiera e stampante). Inoltre, novità assoluta per l'epoca, permette di salvare i programmi e i dati in comode schede magnetiche tascabili [5]. Per tutto questo, viene unanimemente riconosciuto come il primo Personal Computer della storia, come scrive il 15 Ottobre del 1965 il Wall Street Journal, dopo la prima apparizione al padiglione Olivetti alla manifestazione della Business Equipment Manufacturers Association (BEMA) di New York del 1965 [6].

13

INSTRUCTION LISTING OF PROGRAM 1

AV	b↓	bX	R*	R◇
a↑	b÷	B÷	R÷	R+
R↓	A÷	b↓	R÷	R-
r↑	-	A+	R-	R↓
R+	A÷	B-	R*	R↓
R+	C↑	b↓	R+	rX
D↓	b÷	b÷	r÷	R÷
b↑	c↓	A÷	D-	RS
S	B÷	b↑	÷	DX
↑	c-	-	AX	c↑
b+	a↑	A√	B↑	c÷
B↓	r+	CX	a↑	C↓
S	R-	S	d↑	C-
↑	R÷	X	↑	cX
b+	R↑	b↓	-	A◇
b↓	DX	A√	A√	b↑
S	X	CX	B↓	cX
+	A√	C↓	S	B↓
b+	C↓	S	X	B-
a↑	AX	+	B↓	A◇
d↑	A÷	a↑	X	V
c↑	-	R↑	a↑	
c÷	bX	R-	RX	

Fig.2

Istruzioni in linguaggio di programmazione della Olivetti P101 del Program1 della NASA fonte: [2]

Perché la NASA adotta la Olivetti P101 per il suo programma Apollo?
La risposta si trova nel documento principale della NASA che ha ispirato questo articolo (vedi fig.1).

Infatti il viaggio di andata e ritorno dalla Terra alla Luna richiede molti aggiustamenti di orbita (vedi fig.3).

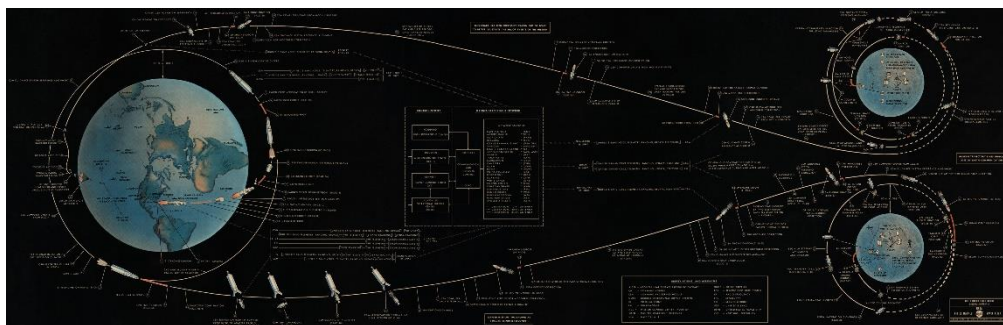


Fig. 3

Manned Lunar Landing Mission Profile (NASA, 1967) - fonte: wikimedia commons

Nel documento della NASA si spiega dettagliatamente che durante le fasi di test del progetto Apollo sono richieste molte manovre di cambio di orbita e di rendezvous e quindi:

"...This suggests a need for a method that quickly and accurately estimates the changed maneuver. This document provides both a graphical (plots) and an analytical method (Olivetti programs) for estimating the delta V requirements for the orbital transfer maneuvers" [2].

In altre parole, per questi test nasce la necessità di avere un metodo che *rapidamente* (vedi l'*interattività* fornita dalla *Olivetti P101*) e *accuratamente* (vedi la precisione della *Olivetti P101* fino a nove cifre decimali) permetta il calcolo analitico delle variazioni di velocità richieste per le manovre di cambio di orbita.

Nel presente lavoro ci si concentra proprio nel calcolo di ΔV , in particolare delle due variazioni della velocità ΔV_x e ΔV_z necessarie a portare il satellite dall'orbita attuale ad una nuova orbita ellittica.

2. Il Program 1 della NASA (analisi)

Prima di entrare nei dettagli del *Program 1* si può sintetizzare il suo scopo principale:

- in *input* al programma (con le istruzioni "S" della *Olivetti P101*) vengono forniti:

- h (attuale distanza dalla superficie della Terra, in *nautical miles*, n.mi.);
- V_1 (velocità attuale tangente alla traiettoria ellittica, in *feet per second*, fps);
- γ_1 ("*flight-path angle*" attuale, angolo tra la velocità V_1 tangente alla traiettoria attuale e la normale al vettore posizione, in gradi sessagesimali, vedi fig.4);

la nuova orbita ellittica richiesta viene semplicemente indicata con

- h_p (distanza dalla superficie della Terra al *perielio* della nuova orbita ellittica, in n.mi.);
- h_a (distanza dalla superficie della Terra all'*afelio* della nuova orbita ellittica, in n.mi.);

- in *output* il programma fornisce tramite l'istruzione di stampa:

ΔV_x (variazione della velocità sull'asse x in fps)

ΔV_z (variazione della velocità sull'asse z in fps).

Ad esempio (tratto dal documento NASA) fornendo in input i dati di posizione, velocità e angolo di volo attuali:

$h = 175$ n.mi. (324,1 Km)
 $V_1 = 25291$ fps (27751,3 Km/h)
 $\gamma_1 = 0,898924^\circ$

e la nuova orbita ellittica richiesta con distanza al *perielio* e all'*afelio*:

$h_p = 121$ n.mi. (224,1 Km)
 $h_a = 277$ n.mi. (513,0 Km)

il *Program 1* fornisce in output:

$\Delta V_x = 98,6026$ fps (108,1 Km/h)
 $\Delta V_z = -120,9121$ fps (-132,67 Km/h).

0

1

0

1

0

Dall'esempio si vede l'importanza della precisione di calcolo fino a nove cifre decimali.

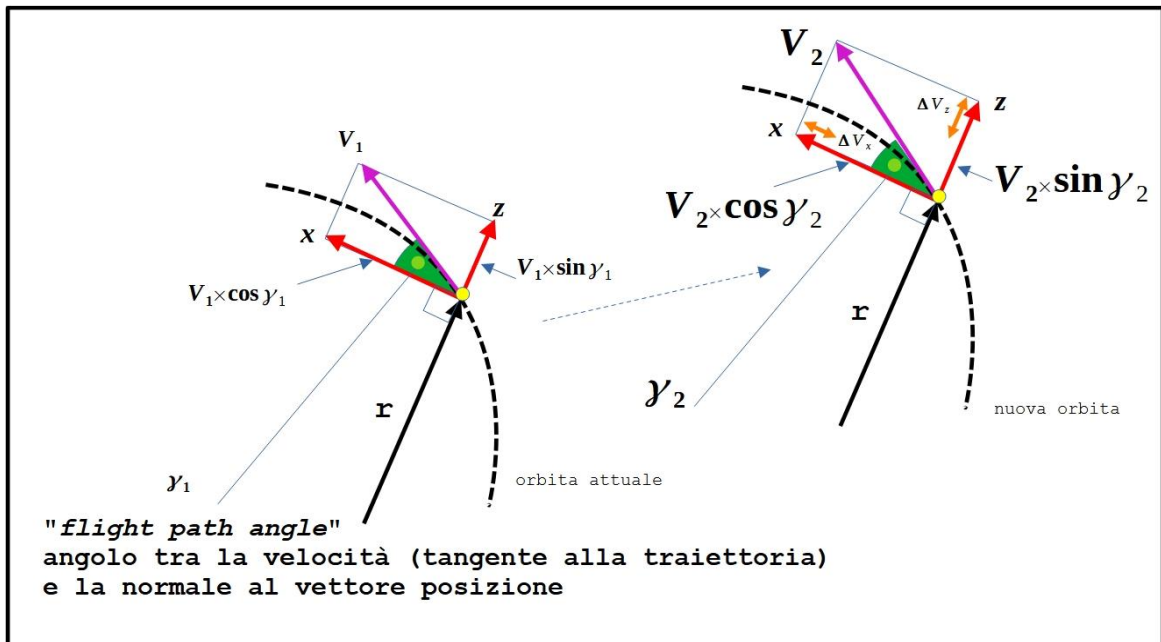


Fig.4

Flight-path angle γ_1 , velocità V_1 tangente e sue componenti x, z

Nel *Program 1* della NASA vengono utilizzate alcune costanti:

$r_E = 3441,3 \text{ (n.mi.)}$ raggio della Terra in *nautical miles* n.mi.

$\mu = 62751 \frac{\text{(n.mi.)}^3}{\text{s}^2}$ costante gravitazionale della Terra

$C_{RG} = 57,29577951^\circ$ fattore di conversione da **radianti** a **gradi**

$C_{mf} = 6076,115486 \text{ (ft/n.mi.)}$
 fattore di conversione
 dai **n.mi./s**
 ai **feet per second (fps)**

Il *Program 1* inizia con l'input di h (attuale distanza dalla **superficie** della Terra, in *nautical miles*, **n.mi.**) e per calcolare r la distanza dal **centro** della Terra, somma il raggio della Terra in **n.mi.**:

$$r = h + r_E = h + 3441,1 \text{ (n.mi.)}$$

Quindi passa al calcolo della nuova orbita ellittica richiesta usando i due parametri forniti in input

h_p (distanza dalla **superficie** della Terra al *perielio* della nuova orbita ellittica, in **n.mi.**);

h_a (distanza dalla **superficie** della Terra all'*afelio* della nuova orbita ellittica, in **n.mi.**);

con questi dati calcola la distanza dal **centro** della Terra al *perielio*

$$r_p = h_p + r_E = h_p + 3441,1 \text{ (n.mi.)}$$

e la distanza dal **centro** della Terra all'*afelio*

$$r_a = h_a + r_E = h_a + 3441,1 \text{ (n.mi.)}$$

quindi calcola il semiasse maggiore a e l'eccentricità e dell'ellisse della nuova orbita

$$a = \frac{(r_a + r_p)}{2}$$

$$e = 1 - \frac{r_p}{a}$$

Per calcolare le due variazioni della velocità ΔV_x e ΔV_z dalla fig.4 si vede che:

$$\Delta V_x = V_2 \times \cos \gamma_2 - V_1 \times \cos \gamma_1$$

$$\Delta V_z = V_1 \times \sin \gamma_1 - V_2 \times \sin \gamma_2$$

come riportato a pag.12 del documento della NASA.

V_1 (in **fps**) e γ_1° (in **gradi**) sono forniti in ingresso al *Program 1*. Per il calcolo di $\sin \gamma_1$ e di $\cos \gamma_1$ si vede facilmente che, dopo aver trasformato γ_1° in radianti tramite il fattore di conversione C_{RG}

$$C_{RG} = 57,29577951^\circ$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{C_{RG}} \gamma_1^o$$

Come noto, per $\gamma_1^o < 5^\circ$ il valore dell'angolo espresso in radianti si può approssimare al seno dell'angolo stesso:

$$\gamma_1 \approx \sin \gamma_1$$

infatti nel documento della NASA (pag.12) specifica:

"This program should not be used when the flight-path angle of either ellipse exceeds 5° at the point of transfer, since a small angle approximation is used for both the sine, and cosine of γ_1 "

ovvero il programma si può usare solo se la condizione $\gamma_1^o < 5^\circ$ è vera.

Quindi una volta ricavato $\sin \gamma_1$ dall'approssimazione:

$$\gamma_1 \approx \sin \gamma_1$$

si ricava facilmente $\cos \gamma_1$ dalle proprietà della circonferenza trigonometrica:

$$\cos \gamma_1 = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma_1}$$

Ora si hanno: V_1 (fornito in input in fps), $\sin \gamma_1$ e $\cos \gamma_1$ (ricavati da γ_1 fornito in input).

Per il calcolo di ΔV_x e ΔV_z :

$$\Delta V_x = V_2 \times \cos \gamma_2 - V_1 \times \cos \gamma_1$$

$$\Delta V_z = V_1 \times \sin \gamma_1 - V_2 \times \sin \gamma_2$$

restano da calcolare la velocità tangenziale V_2 nella nuova orbita e il seno e il coseno del nuovo *flight-path angle*: $\sin \gamma_2$ e $\cos \gamma_2$.

Per calcolare la velocità tangenziale V_2 nella nuova orbita sono sufficienti:

- la distanza dal centro della Terra r (in n.mi.),
- il semiasse maggiore a (in n.mi.) della nuova orbita ellittica e
- la costante gravitazionale della Terra μ

$$\mu = 62751 \frac{(n.mi.)^3}{s^2}$$

Infatti secondo *una delle formule principali dell'astrodinamica* la velocità tangenziale V_2 è data da:

$$V_2 = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)} \quad (n.mi./s)$$

Per calcolare il nuovo *flight-path angle* γ_2 invece si fa ricorso ad un'altra formula fondamentale dell'astrodinamica che fornisce $\cos \gamma_2$ conoscendo:

- il semiasse maggiore a della nuova orbita,
- l'eccentricità e della nuova orbita e
- la posizione r :

$$\cos \gamma_2 = \sqrt{\frac{a^2(1-e^2)}{r(2a-r)}}$$

e quindi anche $\sin \gamma_2$:

$$\sin \gamma_2 = \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_2} = \sqrt{1 - \frac{a^2(1-e^2)}{r(2a-r)}}$$

Ora si possono infine calcolare ΔV_x e ΔV_z :

$$\Delta V_x = V_2 \times \cos \gamma_2 - V_1 \times \cos \gamma_1$$

$$\Delta V_z = V_1 \times \sin \gamma_1 - V_2 \times \sin \gamma_2$$

si può così sintetizzare il risultato dell'analisi con il diagramma di flusso (vedi fig.5)

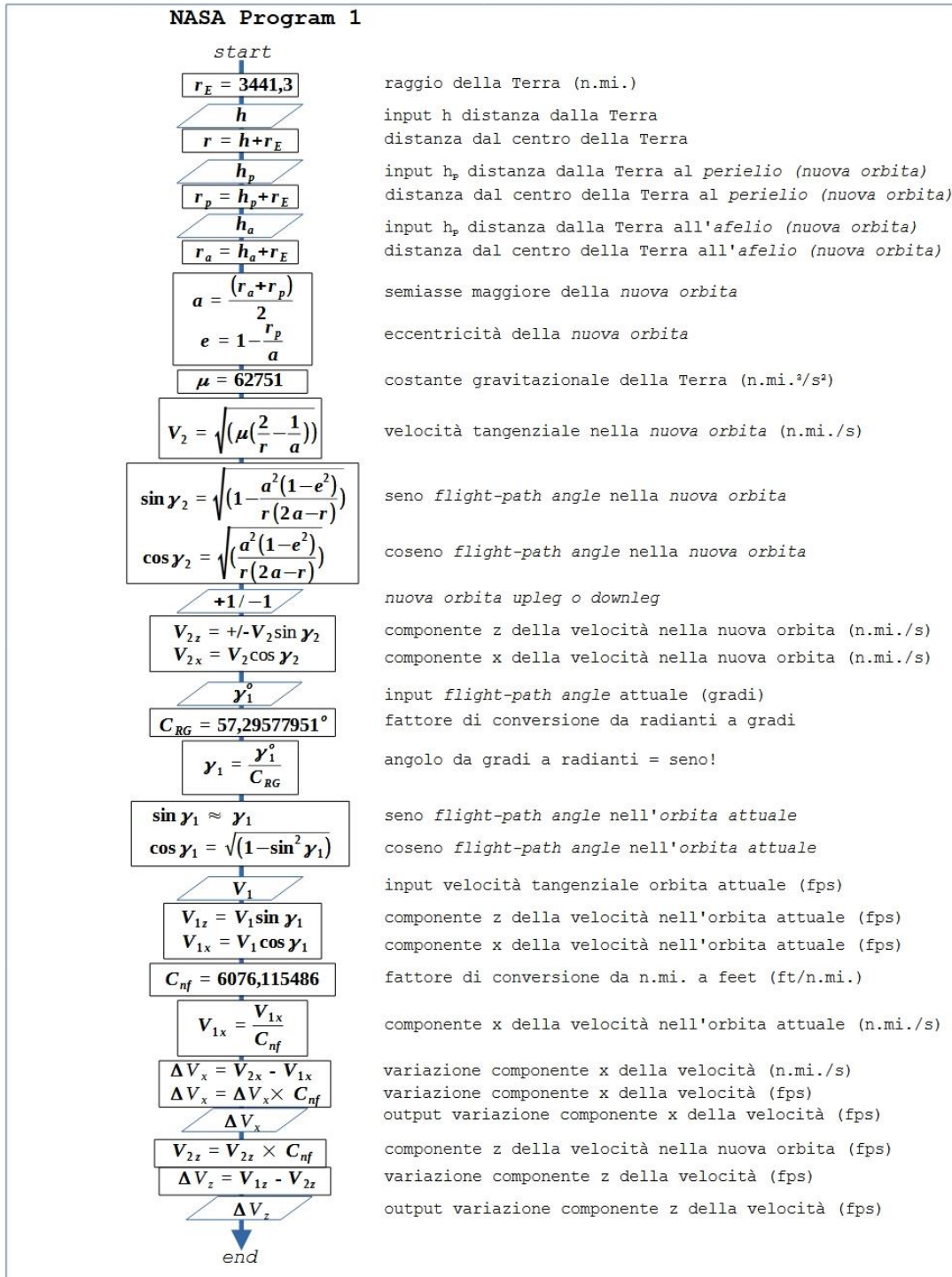


Fig.5

Diagramma di flusso del Program 1

3. Il Program 1 della NASA (codifica con Olivetti P101)

Per descrivere la codifica del Program 1 della NASA in linguaggio di programmazione della Olivetti P101 si può affiancare l'INSTRUCTION LISTING OF PROGRAM 1 del documento originale ad una descrizione affiancata ai cambiamenti interni alla macchina tramite i suoi registri (vedi fig.6):

		Registri Olivetti P101					
		M	A	B	b	c	c
A V	/* arrivo salto inc. da V						
a :	/* INIZIO CODIFICA COSTANTE						
R :	/* "3" raggio della Terra r_3						
r :	/* "1," in nautical miles n.mi.						
R +	/* "4"						
R +	/* "4"						
D :	/* "3" fine costante M=3441,3	3441,3					
b :	/* copia M in b = 3441,3 (r_3)				r_3		
S	/* attendi input (h)	h			r_3		
M :	/* A = M = (h)	h	h		r_3		
b +	/* A = A + b = (r_3+h+r_3)	h	r		r_3		
B :	/* B = A = (r_3+h+r_3)	h		r	r_3		
S	/* attendi input (h_p)	h_p			r_3		
M :	/* A = M = (h_p)	h_p	h_p		r_3		
b +	/* A = A + b = ($r_3+h_p+r_3$)	h_p	r_p		r_3		
b :	/* b = A = ($r_3+h_p+r_3$) A=b= r_3	h_p	r_3		r_3		
S	/* attendi input (h_s)	h_s	r_3		r_3		
M +	/* A = A+M = 3441,3+h _s = r_3 = h_s+r_3	h_s	r_3		r_3		
b +	/* A = A + b = $r_3 + r_p$		r_3+r_p		r_3		
a :	/* INIZIO CODIFICA COSTANTE						
d :	/* "2" fine costante M=2	2					

		M	A	B	b	C	c
c :	/* c=M=2	2	r_3+r_p	r	r_3		2
c :	/* A = A:c = a/(r_3+r_p)/2		a	r	r_3		2
b :	/* A=b= r_p , b=A= a/(r_3+r_p)/2		r_p	r	a		2
b :	/* A=A:b= r_p/a		r_p/a	r	a		2
A :	/* A = A : A = (r_p/a)/(r_p/a)=1 M= r_p/a !!!	r_p/a	1	r	a		2
-	/* A = A - M = e=(1-(r_p/a))	r_p/a	e	r	a		2
A :	/* A = A : A = 1 M= e !!!	e	1	r	a		2
C :	/* C=M=e	e	1	r	a	e	2
b :	/* A=A:b=(1/a)	e	1/a	r	a	e	2
c :	/* A=C=2 c=A=(1/a)	e	2	r	a	e	1/a
B :	/* A=A:B= (2/r)	e	2/r	r	a	e	1/a
c -	/* A=A-C= (2/r)-(1/a)	e	$2/r-1/a$	r	a	e	1/a
a :	/* INIZIO CODIFICA COSTANTE						
r :	/* "1"						
R -	/* "5"						
R :	/* "7"						
R :	/* "2"						
D x	/* "6" fine costante M=62751= μ	μ		r	a	e	1/a
x	/* A=AxM = $\mu((2/r)-(1/a))$	μ	$2/r-1/a$	r	a	e	1/a
A √	/* A=√A= $\sqrt{\mu((2/r)-(1/a))}$ = V_2 in n.mi./s!!!	μ	V_2	r	a	e	1/a
C :	/* A=C=e C=A= V_2	μ	e	r	a	V_2	1/a

Si può notare un uso molto sofisticato delle istruzioni e dei registri da parte delle persone della NASA che programmavano la Olivetti P101 (vedi fig.7).

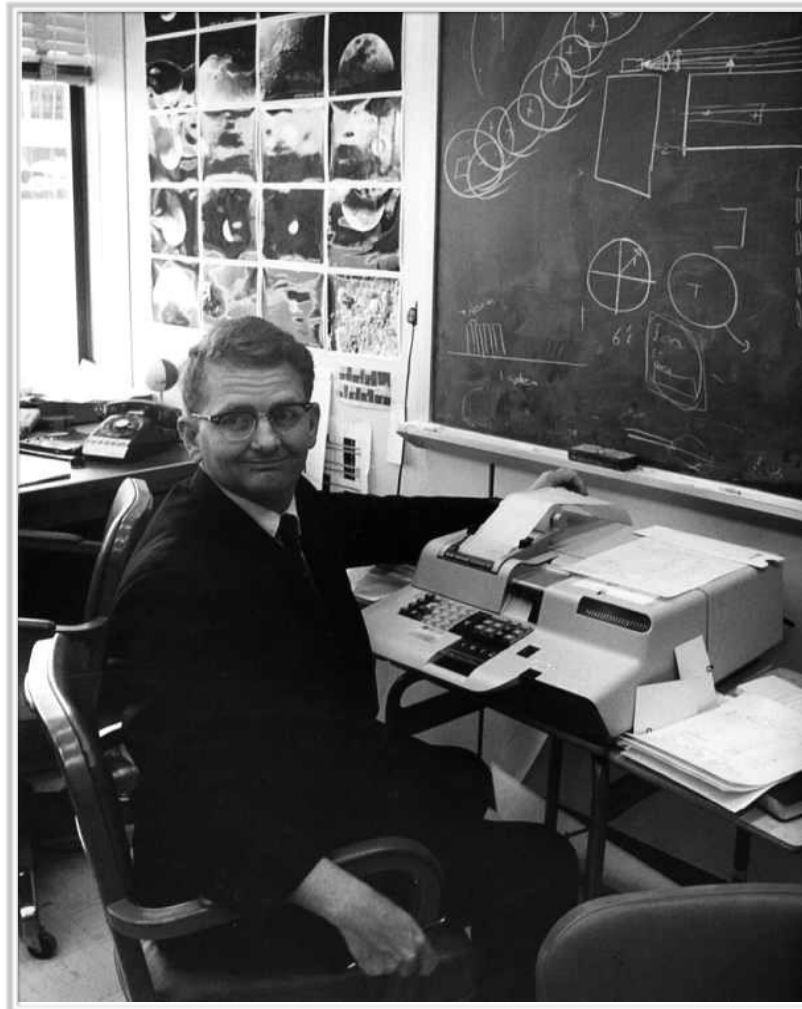


Fig.7

La Olivetti P101 in azione alla NASA (fonte: Archivio Storico Olivetti)

BIBLIOGRAFIA

- [1] Perotto, P.G. (2015). P101. Quando l'Italia inventò il personal computer, Edizioni di Comunità.
- [2] Miller S.L., Griffith D.J. (1968, January 30). Methods for determining the orbital transfer requirements, National Aeronautics and Space Administration (NASA), Mission Planning and Analysis Division, Orbital Mission Analysis Branch, MSC INTERNAL NOTE NO. 68-FM-25, Manned Spacecraft Center, Houston, Texas.
- [3] Brooks C.G., J.M. Grimwood, L.S. Swenson (1979). Chariots for Apollo: A History of Manned Lunar Spacecraft, NASA Special Publication-4205, NASA History Series, 1979.
- [4] NASA (2010). About Margaret Hamilton. A scientific study of the problems of digital engineering for space flight systems, with a view to their practical solution, Office of Logic Design, NASA.
- [5] Olivetti (1965). Manuale di programmazione, Programma 101.
- [6] WSJ (1965, 15 October). Desk-top size computer is being sold by Olivetti for first time in US, Wall Street Journal.

BIOGRAFIA

Norberto Patrignani. Docente di Computer Ethics alla Scuola di Dottorato del Politecnico di Torino, rappresentante nazionale italiano al TC9-Technology and Society dell'IFIP (International Federation for Information Processing), membro dell'ACM (Association for Computing Machinery) Committee on Professional Ethics e dell'ACM SIGCAS (Special Interest Group on Computers and Society). Dal 1974 al 1999 ha lavorato alla Ricerca Olivetti di Ivrea. Ha conseguito il diploma in Elettronica all'I.T.I. Montani di Fermo, la laurea in Informatica all'Università di Torino e il dottorato di ricerca in Computer Ethics alla Uppsala University (Svezia).