

O F

N E N

E



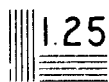
1.0 25

22



1.1 20

18



1.4

16

1.5

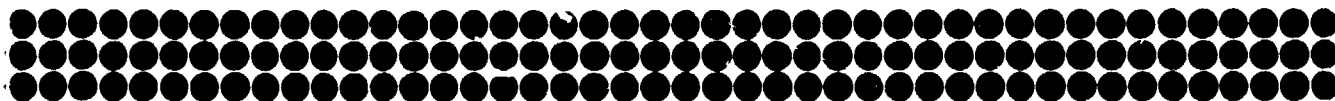
1.6

Comitato Nazionale Energia Nucleare

IT700173

**CDP - Simulatore grafico interattivo
per l'analisi dinamica di sistemi continui.
Manuale d'uso**

A. RICCI, A. TOLIS



Comitato Nazionale Energia Nucleare

**CDP - Simulatore grafico interattivo
per l'analisi dinamica di sistemi continui.
Manuale d'uso**

A. RICCI, A. TEOLIS

RT/EDP(73)5

Testo pervenuto il 10 settembre 1973

Stampato in formato UNI presso il Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare, Divisione Affari Internazionali e Studi Economici, Ufficio Edizioni Scientifiche, Laboratorio Tecnografico Roma, Viale Regina Margherita 125 (tel. 8528)

INTRODUZIONE

Da relativamente lungo tempo le tecniche di simulazione digitale sono divenute uno strumento valido e largamente usato nel progetto di sistemi continui. La recente introduzione di dispositivi interattivi ha naturalmente portato allo sviluppo di sistemi grafici interattivi orientati alla simulazione digitale [1,2,3].

Nel presente lavoro viene illustrato un ulteriore sistema che, pur essendo carente di estese possibilità di presentazione dei risultati di calcolo, ha il merito di essere di uso molto semplice e di sfruttare, a differenza dei sistemi precedenti, la capacità di animazione dell'unità video IBM 2250.

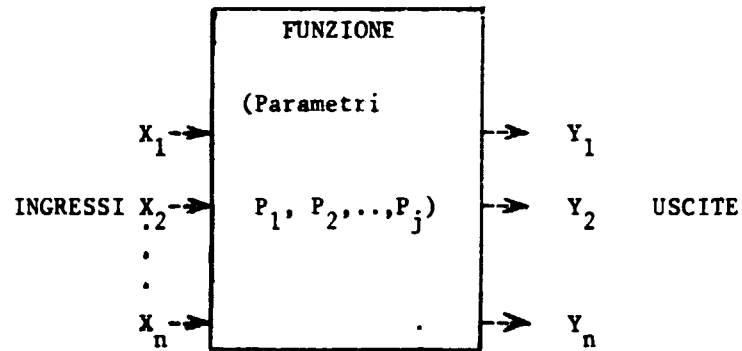
Il sistema CDP permette al progettista di simulare con controllo on-line il comportamento temporale di un sistema continuo descritto da un programma CSMP [4,5]. Le quantità dipendenti dal tempo possono essere visualizzate mediante grafici, oppure può essere prodotta una rappresentazione animata, reale o schematica, del sistema in esame.

Il CDP comprende sostanzialmente un pre-compiler e una sua specifica libreria che possono essere associati ad una qualunque versione del sistema CSMP.

1. IL LINGUAGGIO CSMP

Il linguaggio CSMP (Continuous System Modeling Program) [4] è un linguaggio orientato verso la simulazione digitale di sistemi cosiddetti continui. Il linguaggio CSMP fornisce al programmatore strumenti che gli facilitano la descrizione del sistema in esame, questo potendo essere descritto anche a partire da una rappresentazione mediante diagramma a blocchi. Tale descrizione viene effettuata sostanzialmente mediante i blocchi funzionali previsti dal linguaggio. La natura generale di questi blocchi è illustrata in fig. 1 con la corrispondente rappresentazione matematica e istruzione del linguaggio CSMP. Il blocco funzionale più importante del linguaggio è il blocco integratore (fig. 2).

Rappresentazione con diagramma a blocchi



Espressione matematica

$$Y_1, Y_2, \dots, Y_n = f(P_1, P_2, \dots, P_j, X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Istruzione equivalente del CSMP III

USCITA = FUNZIONE (PARAMETRI, INGRESSI)

Fig. 1 - Illustrazione dei blocchi funzionali del CSMP

Istruzione di CSMP III	Equivalente espressione matematica
<p>Y = INTGRL (IC, X)</p> <p>dove: IC = y t=t_s</p> <p>oppure</p> <p>Y = INTGRL (IC, X, N)</p> <p>dove:</p> <p>Y = vettore dei risultati</p> <p>IC = vettore delle condizioni iniziali</p> <p>X = vettore da integrare</p> <p>N = numero di elementi nel vettore</p>	$y(t) = \int_{t_s}^t x(\tau) d\tau + y(t_s)$ <p>dove: t_s = tempo iniziale t = tempo</p> $\hat{y}(t) = \int_{t_s}^t \hat{x}(\tau) d\tau + \hat{y}(t_s)$

Fig. 2 - Blocco integratore del CSMP

2. IL SISTEMA CDP

Il sistema CDP [5] è una versione grafica interattiva del linguaggio CSMP, la cui organizzazione generale è illustrata in fig. 3. Essa permette al ricercatore di simulare on-line un sistema continuo descritto da un programma CSMP con la possibilità di ottenere e modificare i valori correnti di variabili prescelte del programma. L'andamento di quantità dipendenti dal tempo può essere tracciato (modo PLOT) oppure può essere mostrata una rappresentazione animata (reale o schematica) del sistema in esame (modo IMAGE).

In questo ultimo modo, particolarmente utile per lo studio di sistemi meccanici, l'immagine che compare sullo schermo è generata, secondo la definizione di essa data dal programmatore, con un sottoprogramma IMAGE, scritto in FORTRAN, da associare in tal caso al programma CSMP.

Il sistema CDP comprende un insieme di sottoprogrammi, DSP [6], per elaborazioni grafiche interattive di tipo generale. Questo insieme di sottoprogrammi permette la definizione della immagine desiderata e, se utilizzate in un altro sottoprogramma Fortran (DISPLX), anch'esso da associarsi al programma CSMP, permette al programmatore di prendere il completo controllo dell'unità video.

Il programmatore può estendere il sistema CDP stesso con l'aggiunta di nuovi comandi interattivi ed orientarlo alla soluzione di una particolare classe di problemi. Infatti il sottoprogramma DISPLX viene reso attivo dal comando "X" del CDP. Se il programmatore ha previsto nel sottoprogramma DISPLX la gestione, mediante il DSP, di un particolare meccanismo di interazione, i comandi interattivi aggiunti sono i soli disponibili all'operatore finché il controllo non è rilasciato dal sottoprogramma DISPLX. I nuovi comandi interattivi costituiscono per il sistema CDP dei sottocoman-

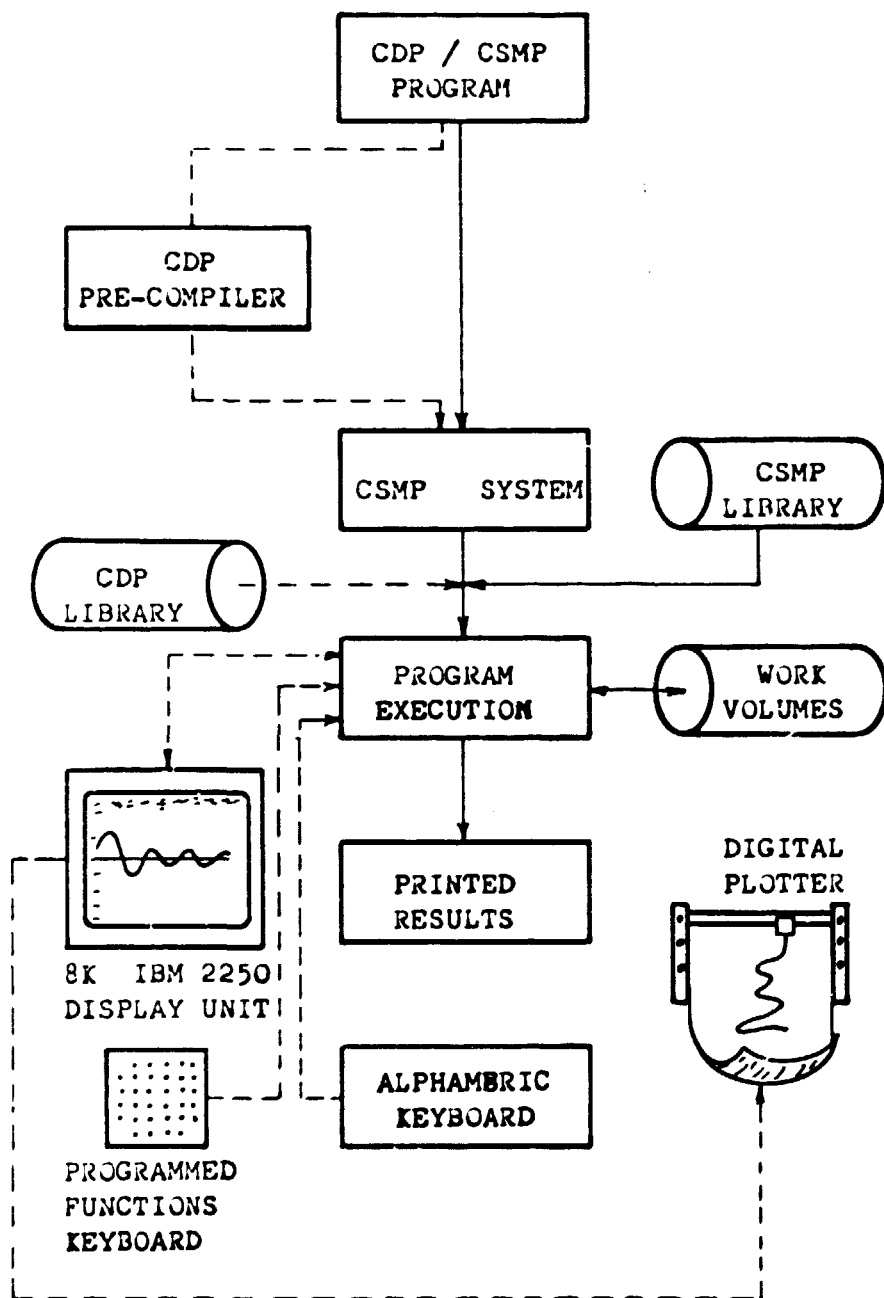


Fig. 3 - Organizzazione generale del sistema CDP

di del comando "X". Naturalmente, la loro sintassi deve essere definita dal programmatore e può differire da quella normale del sistema CDP.

Per definire interattiva una variabile del programma CSMP il sistema CDP prevede l'estensione della sintassi del linguaggio CSMP con l'introduzione della istruzione:

```
“DISPLAY nome variabile [ s1 s2 ]
```

la cui parola chiave “DISPLAY deve iniziare in colonna 1, con i successivi elementi separati da almeno uno spazio.

Se sono presenti i due valori numerici dei parametri di scala s_1 , s_2 , che possono essere scritti con qualsiasi formato, l'andamento temporale della variabile sarà tracciato con una scala verticale tale che il limite inferiore dello schermo corrisponde al valore $s_1 - s_2$, e quello superiore a $s_1 + s_2$. La scala orizzontale è sempre tale che il limite sinistro corrisponde al valore della apposita variabile riservata “U”, con valore implicito zero, mentre il limite destro corrisponde al valore della variabile riservata FINTIM. I valori correnti di “U” e FINTIM sono sempre indicati sullo schermo quando il sistema CDP è in modo "PLOT". I parametri di scala s_1 , s_2 possono essere assegnati durante la simulazione e specifici comandi CDP sono previsti per modificare lo stato di tracciamento o no di una variabile interattiva.

Anche per la scala orizzontale, che corrisponde normalmente all'asse del tempo, è previsto un comando che permette la modifica contemporanea delle variabili “U” e FINTIM. Naturalmente, mentre la scala orizzontale è unica, differenti scale verticali possono essere usate per differenti variabili tracciate. Oltre alle variabili riservate sopracitate, sono implicitamente interattive TIME (valore corrente del tempo), DELT (intervallo di integrazione), DELMIN (minimo valore dell'intervallo di integrazione per metodi di integrazione a passo variabile), PRDEL (incremento di stampa di uscita), che controllano l'esecuzione del programma CSMP.

Nei sottoprogrammi IMAGE e DISPLX, il valore corrente delle variabili interattive è disponibile mediante le funzioni DISPLV e DISPLE della libreria CDP.

La loro utilizzazione è illustrata dai seguenti esempi:

```
VAL = DISPLV ('VAR',3)   e   VAL = DISPLE ('VAR',3,K)
```

dove il primo argomento corrisponde al nome della variabile interattiva, il secondo al numero di caratteri in esso e l'eventuale terzo argomento dà l'indice dell'elemento nel caso la variabile sia un vettore.

Nelle figure 4a, 4b è illustrato un esempio di programma CSMP/CDP e di sottoprogramma IMAGE.

Nella figura 5a è mostrato un andamento temporale tracciato in modo "PLOT", mentre in figura 5b è mostrata l'immagine prodotta dal sottoprogramma IMAGE.

L'estensione di sintassi del CSMP sopra illustrata è permessa da un precompilatore che, assieme ad una speciale libreria di sottoprogrammi, si aggancia al sistema CSMP con completa indipendenza dalla struttura interna di quest'ultimo.

3. I COMANDI INTERATTIVI CDP

I comandi interattivi disponibili per controllare l'operazione del sistema CDP sono forniti dall'utilizzatore dell'unità video mediante la tastiera alfanumerica.

Essi possono essere battuti a formato libero e comprendono i seguenti elementi:

```
codice operativo [ variabile [ n1 [ n2 ] ] ]
```

che devono essere separati da almeno uno spazio. L'operazione da svolgere è indicata dal codice operativo; il nome della variabile e uno o due valori numerici n_1 e n_2 possono essere richiesti a

```
TITLE DAMPED MASS-SPRING COMBINATION
PARAM M=100.,K=10000.,D=100.
INCON HO=0.,VO=0.
:DISPLAY H 0 25
:DISPLAY HP
:DISPLAY H2P
:DISPLAY M
:DISPLAY K
:DISPLAY D
:DISPLAY HO
:DISPLAY VO
DYNAMIC
L4=-L3
L3=L1+L2
HP=INTGRL(VO,H2P)
L1=K:H
H=INTGRL(HO,HP)
L2=D:HP
H2P=L4/M
METHOD RKS
TIMER DELT=0.01, DELMIN=0.000001,PRDEL=1.,FINTIM=10.
PRINT H,HP,H2P,L1,L2,L3,L4,M,K,D,HO,VO
END
STOP
```

Fig. 4a - Esempio di programma CDP/CSMP

```

SUBROUTINE IMAGE
CALL NEWDSP(0.,-4.,15.,11)
X=DISPLV('H',1)
CALL DSP(3.,10.1,0)
CALL DSP(12.,10.1,2)
CALL DSP(5.,8.,0)
CALL DSP(5.,10.1,2)
CALL DSP(10.,10.1,0)
CALL DSP(10.,6.,2)
CALL DSP(9.8,6.,0)
CALL DSP(10.2,6.,2)
CALL DSP(9.6,8.+X,0)
CALL DSP(9.6,4.+X,2)
CALL DSP(10.4,4.+X,2)
CALL DSP(10.4,8.+X,2)
CALL DSP(10.,4.+X,0)
CALL DSP(10.,2.+X,2)
CALL DSP(5.,2.+X,2)
CALL DSP(5.,4.+X,2)
CALL DSP(7.5,2.+X,0)
CALL DSP(7.5,1.5+X,2)
CALL DSP(6.5,1.5+X,2)
CALL DSP(6.,X,2)
CALL DSP(9.,X,2)
CALL DSP(8.5,1.5+X,2)
CALL DSP(7.5,1.5+X,2)
CALL DSP(5.,4.+X,0)
AD=(4.-X)/7.
B=4.+X+AD/2.
C=.5
DO 100 J=1,7
C=-C
CALL DSP(5.+C,B,2)
100 B=B+AD
CALL DSP(5.,8.,2)
RETURN
END

```

Fig. 4b - Sottoprogramma IMAGE utilizzato nel programma di esempio della fig.4a

— CDP - COMP DISPLAY PACKAGE (CHEN 1972) RUN# 010 01 000000

IMMAGINE DELLO SCHERMO CON IL SISTEMA CDP IN MODO PLOT

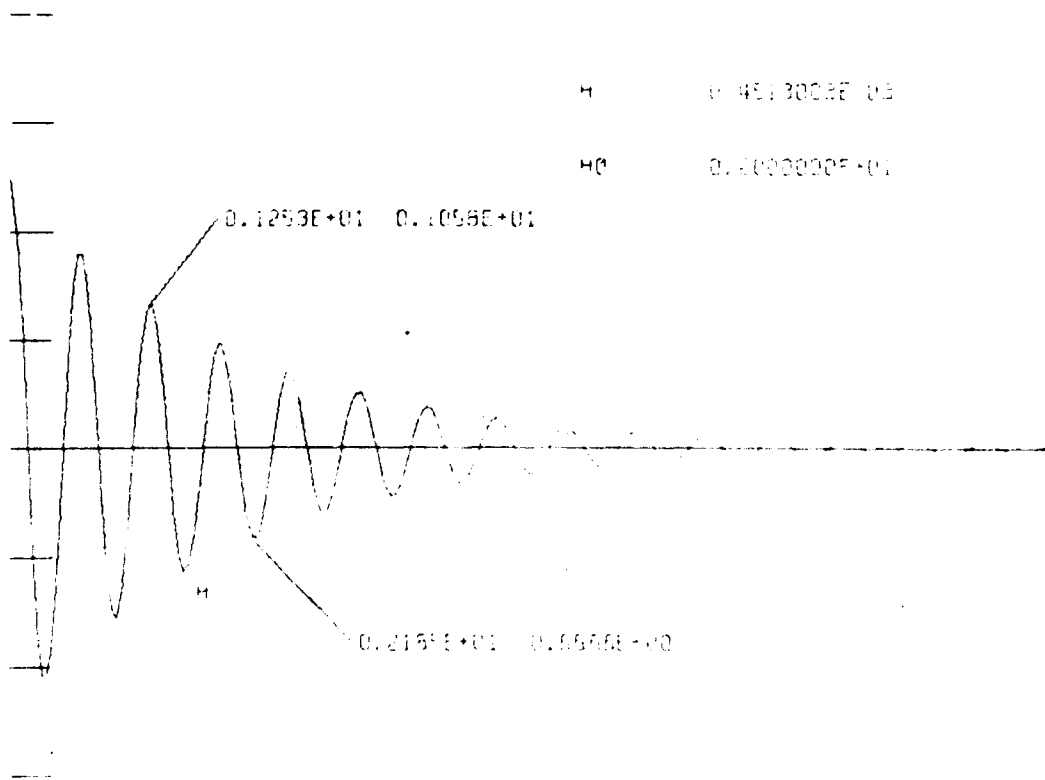


Fig. 5a - Esempio di immagine in modo "PLOT"

ESEMPLO DI IMMAGINE IN MODO "IMAGE" (ESEMPIO DI IMMAGINE IN MODO "IMAGE")

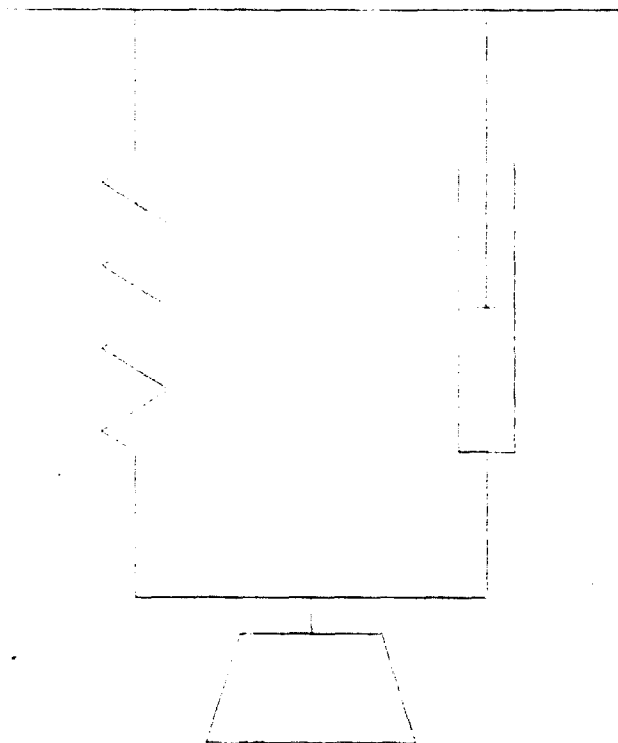


Fig. 5b - Esempio di immagine in modo "IMAGE"

seconda dell'operazione voluta.

Ogniqualvolta per un errore dell'utilizzatore un comando risulta incomprendibile per il sistema CDP, esso non viene eseguito.

Alcuni comandi richiedono l'intervento dell'utilizzatore, mediante la tastiera a pulsanti, per la loro conferma (uno qualsiasi dei pulsanti da 1 a 31) o per la loro cancellazione (pulsante 0). Tali comandi saranno, nella loro illustrazione dettagliata, segnalati con '+ '.

Alcuni altri comandi richiedono l'indicazione di un punto sullo schermo dove riportare l'informazione relativa all'operazione svolta. A questo scopo un cursore grafico può essere spostato sullo schermo mediante la tastiera a pulsanti (fig. 6). Tali comandi, nella loro illustrazione dettagliata, saranno segnalati con '°'.

La tastiera a pulsanti, dopo un comando di "restart" o di "continue", può essere usata anche per interrompere e riprendere la simulazione (pulsanti da 1 a 31) oppure per porre il sistema CDP in stato di attesa di un nuovo comando (pulsante 0).

La seguente lista elenca i comandi CDP e ne illustra le funzioni:

- R⁺ - Riprende la simulazione dal valore iniziale di TIME ("restart") utilizzando i valori correnti delle variabili interattive.
- C⁺ - Riprende la simulazione con il valore corrente di TIME ("continue").
- S⁺ - Termina la simulazione.
- N - Porta il sistema CDP in modo "PLOT". Ogniqualvolta questo comando viene dato, anche se il sistema CDP è già in modo "PLOT", cancella l'immagine corrente sullo schermo.
- I - Porta il sistema CDP in modo "IMAGE". Se al programma CSMP non è stato associato il sottoprogramma IMAGE, questo comando risulta inattivo.

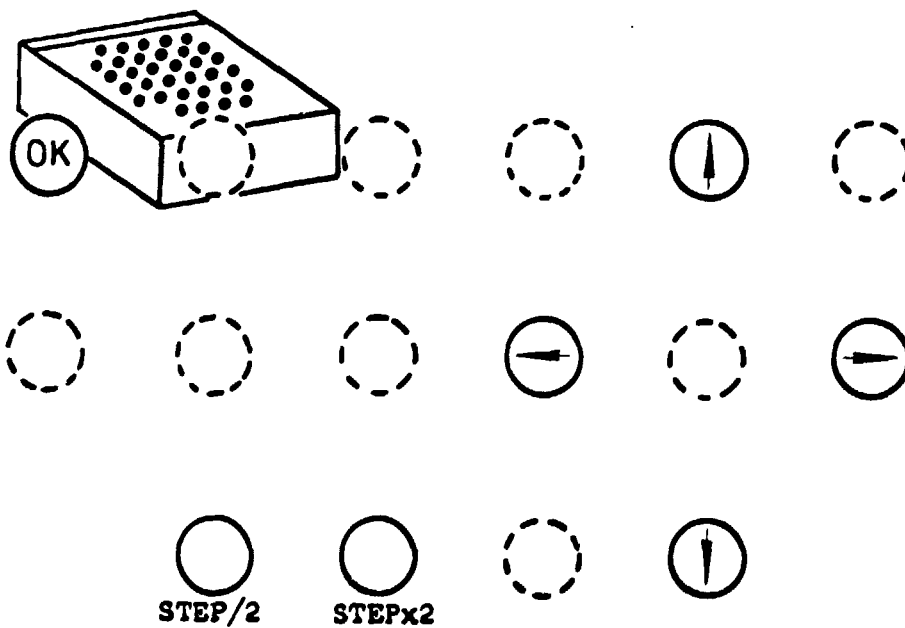
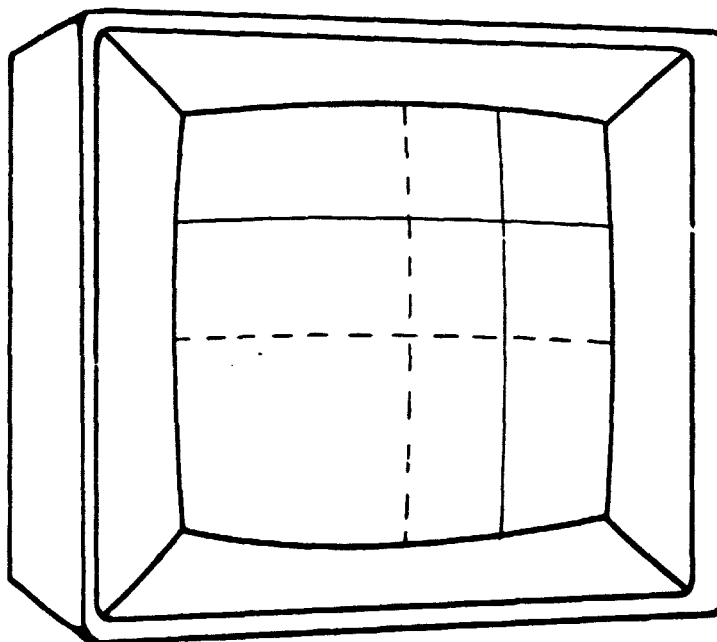


Fig. 6 - Schema di operazione del cursore grafico

- D° variabile s₁ s₂ - Definisce "tracciabile" una variabile interattiva (se la variabile è un vettore, ne viene tracciato solo il primo elemento). I valori numerici s₁ s₂ hanno il significato illustrato nel capitolo precedente per l'istruzione "DISPLAY".
- A° variabile - Indica i valori correnti di s₁ e s₂ della variabile indicata. Se la variabile non è in stato "tracciabile" il comando è inattivo.
- E variabile - Porta la variabile in stato "non tracciabile".
- B - Porta tutte le variabili interattive in stato "non tracciabile".
- T° testo - Questo comando costituisce una eccezione al formato generale dei comandi CDP in quanto il secondo elemento del comando è costituito da un testo, al massimo di 70 caratteri spazi inclusi, che comparirà sullo schermo a partire dal punto indicato dall'utilizzatore.
- H - Produce su carta una copia della immagine corrente mediante un tracciatore digitale.
- P° variabile - Indica il valore corrente della variabile scalare.
- P° variabile n₁ - Indica il valore corrente del n₁-simo elemento della variabile vettoriale.
- M° variabile n₁ - Modifica il valore della variabile scalare assegnandole il valore numerico n₁. Questo comando è inattivo per la variabile riservata FINTIM.
- M° variabile n₁ n₂ - Modifica il valore del n₂-simo elemento della variabile vettoriale assegnandole il valore numerico n₁.
- M "U" n₁ n₂ - Cancella l'immagine corrente

e assegna rispettivamente alle variabili riservate "U" e FINTIM i valori numerici n_1 , n_2 . Questo comando è inattivo quando il sistema CDP è in modo "IMAGE".

V°° [variabile] - Se il sistema CDP è in modo "PLOT" e la variabile è in stato tracciabile, le coordinate della prima posizione del cursore grafico sono indicate nella seconda posizione di quest'ultimo, in accordo con i parametri di scala s_1 , s_2 della variabile.

Se il sistema CDP è in modo "IMAGE" la variabile non è necessaria perchè ignorata, le coordinate corrispondono alle scale fissate nel sottoprogramma IMAGE. Ogni altra condizione del sistema CDP e/o della variabile rende il comando inattivo.

X [arg₁ [arg₂ [arg₃]]] - Trasferisce il controllo al sottoprogramma DISPLX. La prima istruzione

SUBROUTINE DISPLX [(arg₁ [, arg₂ [, arg₃]])]

deve essere in accordo con il formato scelto dal programmatore per il comando X. L'argomento arg₁ deve essere una stringa di caratteri alfanumerici (non più di 8), mentre arg₂ e arg₃ devono essere valori numerici, a virgola mobile.

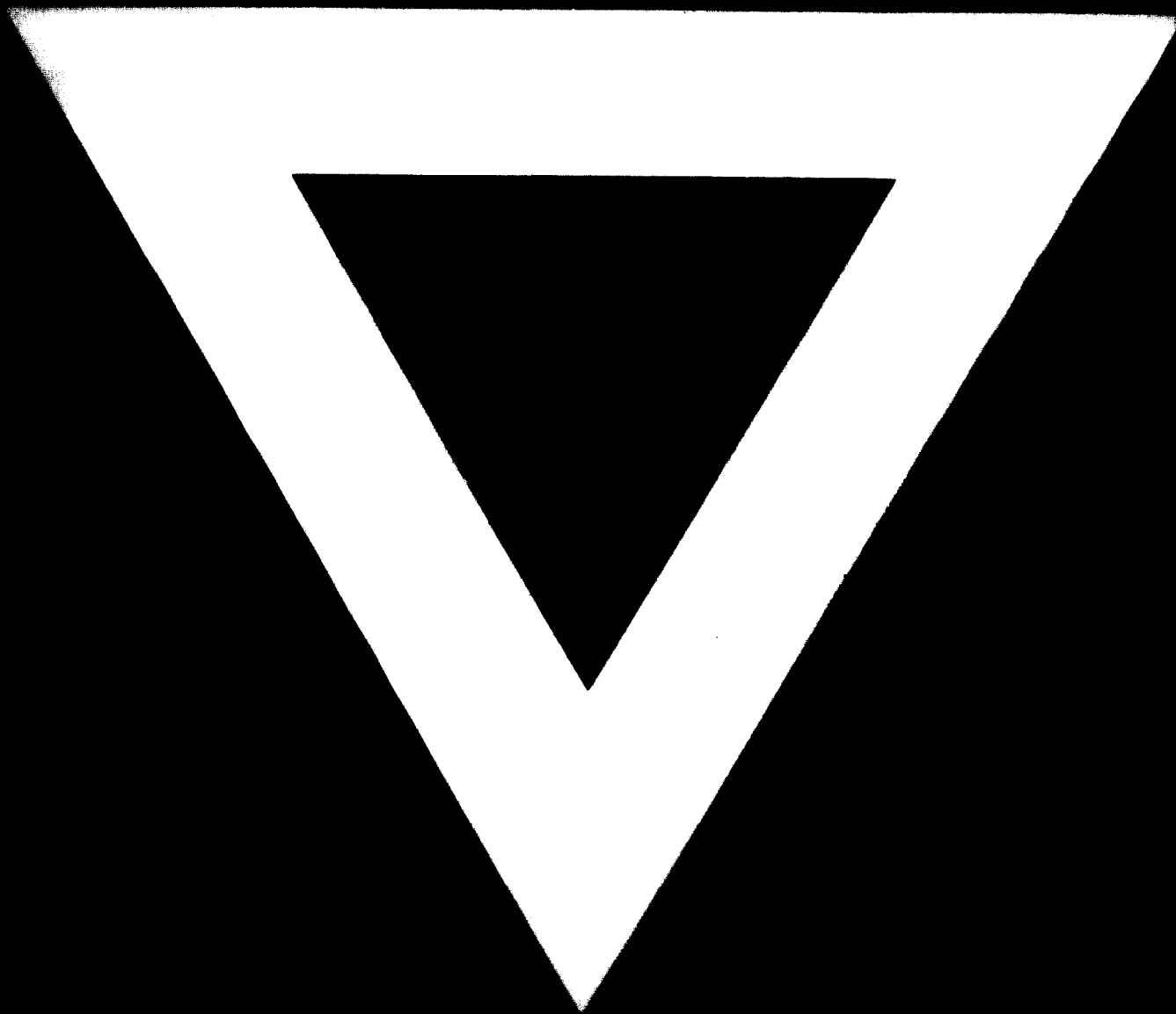
Un esempio di utilizzo degli argomenti è illustrato in [7]

Se non viene associato al programma CSMP il sottoprogramma DISPLX, il comando X risulta inattivo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) - Continuous System Modeling Program III (CSMP III) and Graphic Feature (CSMP III Graphic Feature) General Information Manual
IBM GH 19 - 7000
- (2) - R.P. CULLEN D.T. GREEN
OLDAS: An On-Line Digital Analog Simulator
Simulation, November 1971, pp. 177-186
- (3) - A. ENDRIZZI
Interactive graphic version of S/360 Continuous System Modeling Program. User's and system manual.
Euratom report EUR 4836 e
- (4) - Continuous System Modeling Program III (CSMP III)
Program Reference Manual
IBM SH 19 - 7001 - 2
- (5) - A. RICCI, A. TEOLIS
CDP - A CSMP extension for animated dynamic analysis.
Proceedings of the SEAS (SHARE European Association)
72 Meeting, Gothenburg, 25-29 Settembre 1972
- (6) - A. RICCI
DSP - A package for interactive computer graphics.
Proceedings of the SEAS (SHARE European Association)
XVI Meeting, Pisa, 27 Settembre - 1 Ottobre 1971
(anche Rapporto Tecnico CNEN RT/FIMA (72) 4)
- (7) - I. DAL BONO, A. RICCI
An interactive computer graphics method for the study of the motion of mechanical linkages.
1973 SCSC Proceedings, 17-19 July 73, Montreal
(anche Rapporto Tecnico CNEN RT/EDP (73) 2)

C-106



77.01.26