

software VIC 20

Sistemi lineari Federico Scoca - Roma

Il programma presentato in queste pagine permette lo studio e la risoluzione di sistemi lineari composti da n equazioni in m incognite.

Il software gira su un Vic 20 in configurazione base quindi, per sistemi di una certa «corposità», vi consigliamo di installare un'espansione di memoria sulla vostra macchina.

Le soluzioni ricavate con il programma risentono naturalmente degli arrotondamenti introdotti per cui è bene effettuare delle verifiche in quei casi di dubbia attendibilità. Comunque, nella maggior parte dei casi, le soluzioni vengono offerte con buona approssimazione. Ad esempio, supponiamo di avere un sistema così composto:

$$\begin{aligned} 3x_1 + 7x_2 + 4 &= 0 \\ 2x_1 + 4x_2 + 4x_3 &= 0 \\ 6x_1 + x_2 + 3 &= 0 \end{aligned}$$

Da esso si ricaverà la matrice $n \times m$

$$\begin{matrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & \dots & \dots & \dots & A_{mn} \end{matrix}$$

composta con i coefficienti delle incognite e con i termini noti. Per il nostro sistema, essa avrà la seguente forma:

$$\begin{matrix} 3 & 7 & 0 & -4 \\ 2 & 4 & 4 & 0 \\ 6 & 1 & 0 & -3 \end{matrix}$$

Seguendo le indicazioni fornite dal programma, a calcolo completato, otterremo le seguenti soluzioni:

$$\begin{aligned} x_1 &= .436 \\ x_2 &= .385 \\ x_3 &= .795 \end{aligned}$$

che non annulleranno esattamente il sistema a causa degli arrotondamenti, ma che sono comunque soluzioni accettabili.

Il programma gira sul Vic-20 in configurazione base e studia i sistemi lineari di EQ equazioni in IN incognite, valutandone:

- 1) la compatibilità e le soluzioni;
 - 2) l'incompatibilità e l'equazione incompatibile;
 - 3) le equazioni dipendenti.
- Il listato è suddiviso in 7 parti:
- A) ingresso dati, loro controllo ed inizializzazione delle variabili;
 - B) calcolo del sistema disposto a gradini;
 - C) controllo dei coefficienti e dei termini noti;
 - D) griglia 1;
 - E) controllo sul sistema e soluzioni;
 - F) griglia 2;
 - G) griglia 3.
- Nella parte A si controlla che i nu-

```

1 REM                                     SISTEMI LINEARI
2 REM
3 REM
4 REM
5 REM -----
6 REM
7 REM INGRESSO DATI, LORO CONTROLLO E INIZIALIZZAZIONE DELLE VARIABILI
8 REM
9 REM -----
10 PRINTCHR$(147):INPUT"EQUAZIONI":EQ:PRINT
11 INPUT"INCOGNITE":IN:PRINTCHR$(147)
12 IF EQ<>INT(EQ)OR IN<>INT(IN)THEN10
13 IF EQ<20OR IN<2THEN10
14 DIMA(EQ,IN+1):DIMP(EQ)
15 FORI=1TOEQ
16 FORJ=1TOIN+1:PRINT"AC(I,J)":PRINT:PRINT:INPUTA(I,J):PRINT"J":NEXT
17 FORJ=1TOIN
18 IF A(I,J)<>0THEN110
19 NEXT:RUN
20 J=IN:NEXT:NEXT
21 K=1:N=1:E1=EQ:V=1:S=1
22 REM -----
23 REM
24 REM CALCOLO DEL SISTEMA DISPOSTO A GRADINI
25 REM
26 REM -----
27 IF A(N,N)<>0THEN180
28 FORI=KTOEQ
29 IF A(I,N)<>0THEN170
30 NEXT:K=K+1:GOTO220
31 FORJ=KTOIN+1:Z=A(N,J):A(N,J)=A(I,N):A(I,N)=Z:NEXT
32 K=K+1
33 FORI=KTOEQ
34 FORJ=KTOIN+1:A(I,J)=A(I,J)-A(I,N)/A(N,N)*A(N,J):NEXT
35 NEXT
36 REM -----
37 REM
38 REM CONTROLLO DEI COEFFICIENTI E DEI TERMINI NOTI
39 REM
40 REM -----
41 FORI=KTOEQ
42 FORJ=KTOIN
43 IF A(I,J)=0THEN260
44 J=IN:NEXT:NEXT:GOTO370
45 NEXT
46 IF A(I,IN+1)=0THEN300
47 PRINT"SYSTEMA: INCOMPATIBILE":P=I+W:PRINT
48 PRINT"EQUAZIONE":P:END
49 REM -----
50 REM
51 REM GRIGLIA 1
52 REM
53 REM -----
54 P=I+W:V=V+1:P(V)=P
55 PRINT"EQUAZIONE":P:PRINT:PRINT"DIPENDENTE":PRINT
56 IF I=EQ THEN360
57 FORM=ITOEQ-1
58 FORJ=KTOIN+1:Z=A(M,J):A(M,J)=A(M+1,J):A(M+1,J)=Z:NEXT
59 NEXT:W=W+1:EQ=EQ-1:GOTO220
60 EQ=EQ-1

```

meri EQ ed IN siano interi e maggiori di 1 e che non vi siano equazioni assurde e con coefficienti e termine noto nulli.

Nella parte B si calcola un sistema equivalente a quello dato con i coefficienti dell'incognita X(N) tutti nulli a partire dall'equazione K per passare poi alla parte successiva; a questo scopo ci si avvale di una opportuna combinazione lineare tra le coppie di equazioni costituite da quella di riga N e le seguenti; affinché questa non sia priva di significato A(N,N) non deve essere nullo. In questo caso viene ricercato tra i coefficienti di X(N) il

primo non nullo, viene individuata la equazione a cui esso appartiene e scambiata con quella di riga N. Se la ricerca ha esito negativo, il sistema possiede già le caratteristiche che si vogliono ottenere e si passa alla successiva parte C.

Nella parte C i coefficienti ed i termini noti del sistema equivalente vengono esaminati per verificare se qualche equazione è ridotta all'assurdo $0=a$ oppure all'identità $0=0$; nel primo caso il sistema è incompatibile ed il programma termina segnalando la riga occupata dall'equazione nel sistema iniziale. Nel secondo caso, si passa

alla griglia 1.

La parte D (griglia 1) si occupa di eliminare l'identità $0=0$ dal sistema; calcola in P il numero di riga occupato da questa nel sistema iniziale e lo inserisce in una opportuna memoria P(V). Se l'identità occupa l'ultima riga si passa alla successiva parte E, se invece occupa una riga intermedia si scambia con la successiva equazione e poi ancora con la successiva fino a quando viene ad occupare l'ultima riga. La memoria W contiene quante volte viene effettuata questa operazione e permette il calcolo di P. Si passa quindi nuovamente al controllo dei coefficienti e dei termini noti, sino a quando il sistema equivalente è privo di equazioni dipendenti oppure, come già visto, ha ancora una equazione dipendente confinata all'ultima riga.

Nella parte E si esamina il numero di equazioni di cui si compone il sistema equivalente in relazione al numero di incognite per stabilire se il sistema è disposto a gradini; a questo scopo si analizza il valore di K.

Si hanno 3 casi:

- 1) EQ > IN;
- 2) EQ = IN;
- 3) EQ < IN.

Nel primo l'ultimo coefficiente a dover essere calcolato è A(IN,IN); poiché gli indici di A sono determinati da K, si ha: $K=IN$.

Nel secondo e nel terzo, per la stessa considerazione $K=EQ$.

Se $EQ < IN$ può darsi che il sistema iniziale fosse caratterizzato da $EQ > IN$ o $EQ=IN$; per questi sistemi si ha la riduzione a gradini quando $K=IN$ (se $EQ=IN$ $K=EQ$ e quindi $K=IN$); sostituendo nella terza disuguaglianza K al posto di IN si ha: $K > EQ$; pertanto nel terzo caso il sistema è a gradini se $K \geq EQ$.

Se il sistema è a gradini si passa al calcolo delle soluzioni, altrimenti si torna in B.

Per i sistemi in cui $EQ=IN$ l'ultima equazione è già risolta rispetto all'ultima incognita; sostituendo il valore di questa nella precedente equazione, in cui compaiono solo le ultime due incognite, si ha il valore della penultima incognita. Procedendo con questo metodo si ottiene infine la soluzione.

Per i sistemi in cui $EQ < IN$ le soluzioni sono, come noto, infinite di ordine IN-EQ; infine se $EQ > IN$ il sistema è compatibile solo se tutte le equazioni a partire da quella che occupa la riga IN in poi sono uguali.

In questo caso le equazioni indipendenti sono uguali alle incognite e si passa alla griglia 3; in caso contrario il

```

365 REM -----
366 REM
367 REM CONTROLLO SUL SISTEMA E SOLUZIONI
368 REM
369 REM -----
370 IFEQ=IN THEN540
380 IFEQ>IN THEN460
390 IFK=EQ THEN410
400 N=N+1:GOTO130
410 A=IN-EQ
420 PRINT" SOLUZIONI: INFINITE":A:PRINT
430 PRINT" EQUAZIONI: "E1:PRINT
440 PRINT" EQUAZIONI: "PRINT:PRINT" INDIPENDENTI: "EQ:PRINT
450 PRINT" INCOGNITE: "IN:END
460 IFK=IN THEN480
470 GOTO400
480 FORI=IN TO EQ-1
490 A1=A(I,IN+1)/A(I,IN):A2=A(I+1,IN+1)/A(I+1,IN)
500 A1=INT(A1*1000+.5)/1000:A2=INT(A2*1000+.5)/1000
510 IFA1=A2THEN530
520 GOTO650
530 NEXT EQ=IN:GOTO750
540 IFK=EQ THEN560
550 GOTO400
560 DIMX(IN+1)
570 PRINT" SOLUZIONI: ":PRINT
580 FORI=IN TO 1 STEP-1
590 FORJ=I+1 TO IN:X(I)=-A(I,J)*X(J)+X(I):NEXT
600 X(I)=X(I)+A(I,IN+1)/A(I,I)
610 Y=INT(X(I)*1000+.5)/1000
620 PRINT"X(I)=""":Y:"-":PRINT
630 GETA#:IFA#=""THEN630
640 NEXT:GOTO430
645 REM -----
646 REM
647 REM GRIGLIA 2
648 REM
649 REM -----
650 L=I+1
660 FORM=2TOE1
670 FORJ=2TOE1
680 IFP(J)=M THEN720
690 J=E1
700 NEXT:PRINT
710 PRINT" SISTEMA: INCOMPATIBILE":PRINT:PRINT" EQUAZIONE":L:END
720 IFMCL THEN740
730 GOTO690
740 L=L+1:GOTO690
745 REM -----
746 REM
747 REM GRIGLIA 3
748 REM
749 REM -----
750 FORI=2TOE1
760 FORJ=2TOE1
770 IFI=P(J)THEN810
780 NEXT:S=S+1
790 IFS<=IN THEN820
800 PRINT" EQUAZIONE: "I:PRINT:PRINT" DIPENDENTE":PRINT:GOTO820
810 J=E1:NEXT
820 NEXT:GOTO370

```

sistema è incompatibile e si passa alla griglia 2.

La parte F (griglia 2) si occupa di segnalare nei sistemi incompatibili caratterizzati da $EQ > IN$ l'equazione assurda con il suo numero originale di riga. In L è memorizzato il numero di riga occupata dall'equazione incompatibile nel sistema equivalente. Tutte le equazioni del sistema iniziale vengono esaminate dalla seconda in poi e per ciascuna viene controllato se sono state segnalate come dipendenti in P(V).

In caso negativo, si passa alla equazione successiva; in caso affermativo invece si controlla se il numero di riga dell'equazione dipendente nel sistema iniziale è minore od uguale a L; in caso affermativo vuol dire che l'equazione perduta è precedente L e quindi all'equazione viene attribuito il numero di riga successivo; si passa quindi all'esame dell'equazione che viene anche nel caso negativo.

La parte G (griglia 3) individua le equazioni dipendenti nei sistemi compatibili caratterizzati da $EQ > IN$.

Nel sistema equivalente tutte le equazioni a partire da $IN+1$ fino ad EQ sono dipendenti.

Si esaminano tutte le equazioni nel sistema originale; se l'equazione è già stata segnalata in P(V) si passa alla successiva equazione, in caso contrario si controlla che il numero di equazioni dipendenti sia maggiore di IN; in questo caso si segnala che l'equazione è dipendente, altrimenti si incrementa di una unità la memoria S che contiene il numero di equazioni indipendenti e si passa alla riga successiva.

Elenco delle variabili

A:	contiene l'ordine di infinitesimo quando le soluzioni sono infinite
A(EQ, IN+1):	matrice dei coefficienti e dei termini noti
A1-A2:	memorie in cui per i sistemi EQ IN vengono arrotondate le soluzioni delle ultime equazioni a partire da quella che occupa la riga IN onde evitare errori da parte del Vic
EQ:	equazioni indipendenti
EI:	equazioni iniziali
I:	indice di riga del generico elemento della matrice A
IN:	incognite
J:	indice di colonna del generico elemento della matrice A

K:	indice diagonale; delimita l'area entro la quale debbono essere ricalcolati gli elementi della matrice A; si ha: $K = N + 1$
L:	memoria contenente il numero di riga occupato dall'equazione incompatibile in un sistema dove $EQ > IN$
M:	indice di riga per il generico elemento della matrice A usato quando non è possibile servirsi dell'indice I
N:	indice diagonale; individua l'elemento A(N,N) e consente la sua eventuale sostituzione
P:	riga occupata dall'equazione dipendente nel sistema iniziale
P(EQ):	vettore contenente tutti i valori assunti da P
S:	memoria contenente le equazioni indipendenti in un sistema compatibile dove $EQ > IN$
W:	memoria contenente quante identità $0=0$ interne al sistema vengono eliminate
X(IN+1):	vettore contenente tutte le soluzioni quando $EQ = IN$
Y:	memoria dove tutti gli elementi del vettore X(IN+1) vengono arrotondati.

MC

Ci sono
i compatibili.



E ci sono i

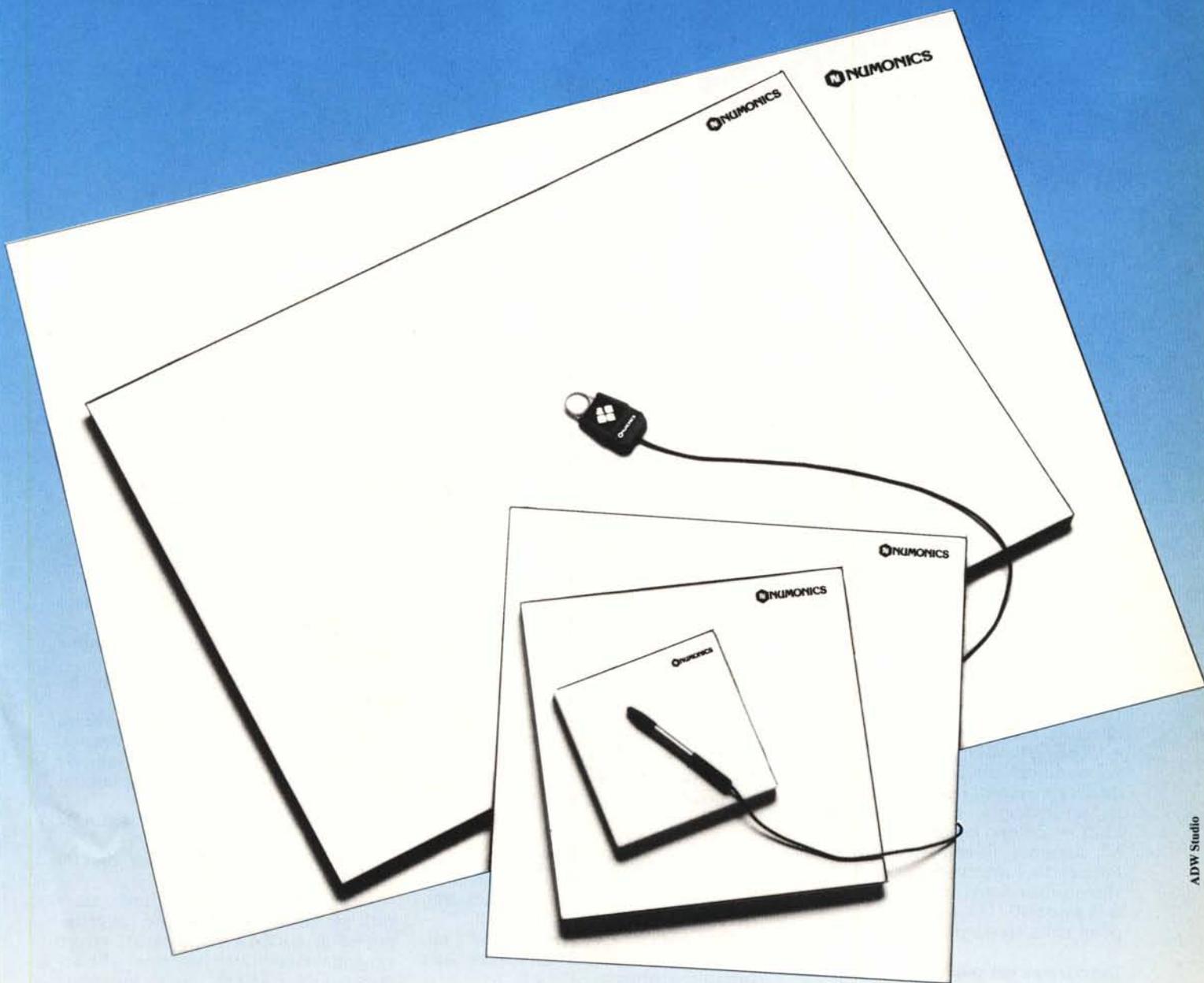
PCbit

PCbit: *totalmente compatibile PC/XT IBM*
PCbit at: *totalmente compatibile PC/AT IBM*

A Napoli
Vi aspettano da

**GENERAL
COMPUTERS**

TAVOLETTE GRAFICHE NUMONICS 2200/2210



Numonics serie 2200 e 2210. Le tavolette grafiche sulle quali potete fare affidamento e sulle quali potete anche dimenticare il vostro dischetto programma.

La tecnologia utilizzata evita i campi elettromagnetici e ne elimina le conseguenze negative. Le tavolette NUMONICS sono disponibili nei seguenti formati: 15x15 cm; 30x30 cm; 30x43 cm; 50x50 cm; 60x90 cm; 90x120 cm.

La precisione è di $\frac{1}{1000}$ " (0,00251 mm), l'interfaccia standard è seriale RS 232C,

inoltre le tavolette NUMONICS possono essere fornite in emulazione di altri modelli. Ampia gamma di accessori per tutte le necessità.



COMPUTER PERIPHERALS DIVISION

MILANO: Via L. da Vinci, 43 - 20090 Trezzano S/N
Tel. 02/4455741/2/3/4/5 - Tlx: TELINT I 312827

ROMA: Via Salaria, 1319 - 00138 Roma
Tel. 06/6917058-6919312 - Tlx: TINTRO I 614381