



# MICROCONTROLLORE AT89C2051

*Nello Alessandrini*

Un piccolo-grande processore con economico sistema di sviluppo.

2<sup>a</sup> parte

## Premessa

In questa seconda parte prenderemo in esame l'organizzazione della memoria del 2051, l'installazione del software ed un primo utilizzo del SIMULATORE.

A quanti vorranno cimentarsi nello studio di questo microcontrollore consigliamo di prenotare per tempo in quanto il circuito di emulazione - programmazione è di costruzione estera (SLOVACCHIA) ed i tempi di consegna per quanto veloci non possono essere dall'oggi al domani.

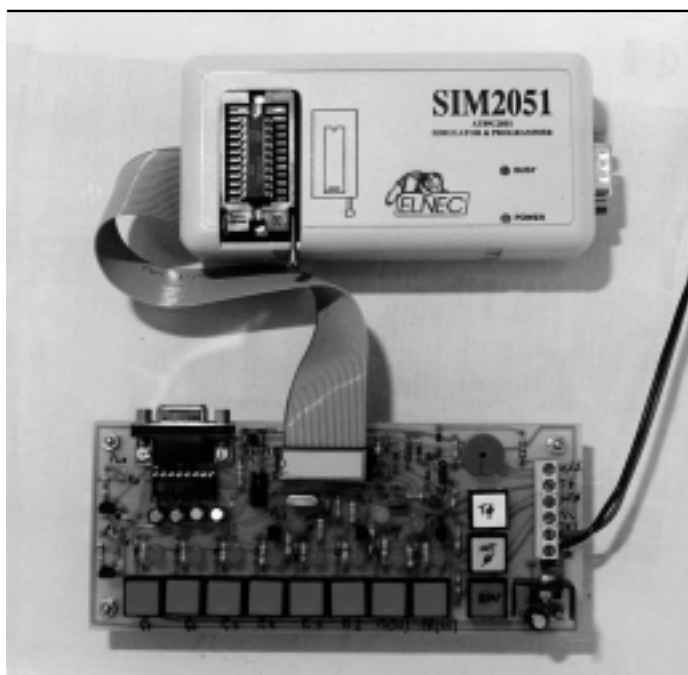
## Organizzazione della memoria

Nella stesura di un qualsiasi programma il 2051 esige alcuni comandi di settaggio e/o di abilitazione. In questo numero ne vedremo tre e cioè SCON - TMOD - PCON.

### SCON: Serial Port Control Register

Con questo Port si forniscono i

comandi per poter gestire la linea seriale collegata al 2051. Tale linea può essere utilizzata per comunicare con un terminale video o con un P.C. in





emulazione terminale.

L'istruzione che utilizzeremo sarà:

```
mov SCON,#01010010b
```

Ogni bit ha un preciso significato ed è corrispondente alla posizione della tabella di figura 1

L'istruzione è indicata in forma binaria (lettera "b" finale) per riconoscere facilmente i bit. Il bit meno significativo è quello di destra (vicino alla lettera "b" ) mentre quello più significativo è vicino al simbolo "#".

Osservando la figura 1 e l'istruzione precedente possiamo dedurre che:

RI è inizializzato a 0 per ricevere l'interrupt

TI è inizializzato a 1 per trasmettere l'interrupt

RB8 e TB8 non importanti per il nostro caso tenuti a 0

REN è inizializzato a 1 per abilitare i flag di ricezione  
SM2 è inizializzato a 0 per disabilitare il multiprocessor  
SM1 e SM0 tenuti a 1 e a 0 per configurarsi UART a 8 bit

### TMOD: Timer/Counter Control Register

Questo registro consente di settare i Timer 1 e 0 (quattro bit ciascuno) sia come Timer che come Counter. L'istruzione è:

```
mov TMOD,#0010 0001b
```

I bit di questa istruzione sono corrispondenti a quelli della figura 2. Come si può notare il bit C/T di entrambi i Timer è 0 quindi il settaggio è come Timer ( con 1 sarebbero settati come Counter). Il Timer 1 ha M1 = 1 e M0 = 0 quindi è settato a 8 bit.

#### SCON: Serial Port Control Register (Bit Addressable)

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

- SM0 SCON. 7 Serial Port mode specifier. (NOTE 1).
- SM1 SCON. 6 Serial Port mode specifier. (NOTE 1).
- SM2 SCON. 5 Enables the multiprocessor communication feature in modes 2 and 3. In mode 2 or 3, if SM2 is set to 1, then RI is not activated if the received ninth data bit (RB8) is 0. In mode 1, if SM2 = 1, then RI is not activated if a valid stop bit was not received. In mode 0, SM2 should be 0. (See Table 9).
- REN SCON. 4 Set/Cleared by software to Enable/Disable reception.
- TB8 SCON. 3 The ninth bit that is transmitted in modes 2 and 3. Set/Cleared by software.
- RB8 SCON. 2 In modes 2 and 3, is the ninth data bit that was received. In mode 1, if SM2 = 0, RB8 is the stop bit that was received. In mode 0, RB8 is not used.
- TI SCON. 1 Transmit interrupt flag. Set by hardware at the end of the eighth bit time in mode 0 or at the beginning of the stop bit in the other modes. Must be cleared by software.
- RI SCON. 0 Receive interrupt flag. Set by hardware at the end of the eighth bit time in mode 0 or halfway through the stop bit time in the other modes (except see SM2). Must be cleared by software.

NOTE 1:

SM0	SM1	Mode	Description	Baud Rate
0	0	0	SHIFT REGISTER	Fosc./12
0	1	1	8-Bit UART	Variable
1	0	2	9-Bit UART	Fosc./64 OR Fosc./32
1	1	3	9-Bit UART	Variable

Table 9. Serial Port Set-Up

MODE	SCON	SM2 VARIATION
0	10H	Single Processor Environment
1	50H	(SM2 = 0)
2	90H	
3	D0H	
0	NA	Multiprocessor Environment (SM2 = 1)
1	70H	
2	B0H	
3	F0H	

figura 1



**TMOD: Timer/Counter Mode Control Register (Not Bit Addressable)** figura 2

Timer 1				Timer 0			
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

**GATE** When TRx (in TCON) is set and GATE = 1, TIMER/COUNTERx runs only while the INTx pin is high (hardware control). When GATE = 0, TIMER/COUNTERx will run only while TRx = 1 (software control).  
**C/T** Timer or Counter selector. Cleared for Timer operation (input from internal system clock). Set for Counter operation (input from Tx input pin).  
**M1** Mode selector bit (note 1).  
**M0** Mode selector bit (note 1).

NOTE 1:

M1	M0	Operating Mode
0	0	0 13-bit Timer
0	1	1 16-bit Timer/Counter
1	0	2 8-bit Auto-Reload Timer/Counter
1	1	3 Split Timer Mode: (Timer 0) TLO is an 8-bit Timer/Counter controlled by the standard Timer 0 control bits, TH0 is an 8-bit Timer and is controlled by Timer 1 control bits.
1	1	3 (Timer 1) Timer/Counter 1 stopped.

Il Timer 0 ha M1=0 e M0=1 quindi è settato a 16 bit

**PCON: Power control register**

Questo registro per le nostre applicazioni è settato:

```
mov PCON,#0000000b
```

L'unico bit modificabile è l'ottavo che, portato a 1, raddoppia il Baud Rate. Nella figura 3 è visibile la configurazione del PCON. Nella figura 4 è visibile la condizione del Baud Rate. Negli esempi di programmi che presenteremo si farà riferimento ad un Baud Rate di 9600, utiliz-

zando un quarzo di 11.059MHz l'SMOD a 0 e si caricherà TH1 con FDH.

**Scheda Test + Simulatore - Emulatore SIM2051**

La parte pratica che svilupperemo in questo numero consiste nel collegare fra loro il SIM2051 il circuito TEST e il P.C. Una volta realizzato tale collegamento verificheremo le istruzioni immediate di INPUT e di OUTPUT.

**SIM2051**

La parte simulatrice è costituita da un microcontrollore 89C51 con relativa RAM esterna per immagazzinare ed eseguire i programmi impiegati. L'89C51 contiene un programma monitor

**PCON: Power Control Register (Not Bit Addressable)** figura 3

SMOD	—	—	—	GF1	GF0	PD	IDL
------	---	---	---	-----	-----	----	-----

**SMOD** Double baud rate bit. If Timer 1 is used to generate baud rate and SMOD = 1, the baud rate is doubled when the Serial Port is used in modes 1, 2, or 3.  
**—** Not implemented, reserved for future use. \*  
**—** Not implemented, reserved for future use. \*  
**—** Not implemented, reserved for future use. \*  
**GF1** General purpose flag bit.  
**GF0** General purpose flag bit.  
**PD** Power Down bit. Setting this bit activates Power Down operation in the AT89C51.  
**IDL** Idle Mode bit. Setting this bit activates Idle Mode operation in the AT89C51.  
 If 1s are written to PD and IDL at the same time, PD takes precedence.  
 \* User software should not write 1s to reserved bits. These bits may be used in future microcontrollers to invoke new features. In that case, the reset or inactive value of the new bit will be 0, and its active value will be 1.



Baud Rate	Crystal Frequency	SMOD	TH1 Reload Value	Actual Baud Rate	Error
9600	12.000 MHz	1	-7 (F9H)	8923	7%
2400	12.000 MHz	0	-13 (F3H)	2404	0.16%
1200	12.000 MHz	0	-26 (E6H)	1202	0.16%
19200	11.059 MHz	1	-3 (FDH)	19200	0
9600	11.059 MHz	0	-3 (FDH)	9600	0
2400	11.059 MHz	0	-12 (F4H)	2400	0
1200	11.059 MHz	0	-24 (E8H)	1200	0

**NOTE:** Due to rounding, there is a slight error in the resulting baud rate. Generally, a 5% error is tolerable using asynchronous (start/stop) communications. Exact baud rates are possible using an 11.059 MHz crystal. The table above summarizes the TH1 reload values for the most common baud rates, using a 12.000 MHz or 11.059 MHz crystal.

figura 4

che comunica con il programma di controllo dei registri e seleziona il modo di scelta dei Port.

Il monitor è in grado di eseguire i programmi passo - passo e di modificare il contenuto della RAM e dei registri. Il Monitor non utilizza gli Interrupt perciò gli stessi sono sempre disponibili anche debolmente rallentati dalle istruzioni LJM verso l'area di RAM.

Il SIM2051 è collegato al circuito TEST 2051 tramite un connettore per cavo flat da 20 poli. Per non danneggiare il connettore si consiglia sempre di inserirlo in uno zoccolo da 20 pin torniti e di considerare il tutto come PROBE.

La parte di programmazione comprende le funzioni di Lettura, Black Check, Programmazione Flash, Programmazione del Look Bit, Verifica del programma e circuito di cancellazione.

Per utilizzare il SIM2051 occorre disporre di un P.C. IBM compatibile, utilizzare un DOS dal 3.2 in su, avere un FFD da 1,44MB, un Port seriale con velocità inferiore a 57600 Baud Rate. La Ram del P.C. deve essere di almeno 520KB.

Il SIM2051 può utilizzare qualsiasi Port Seriale

avendo la possibilità di riconoscerlo automaticamente.

#### Cavo di Connessione

Il collegamento fra il P.C. e il SIM2051 dovrà avere le seguenti specifiche:

PC 25 pin	PC 9 pin	SIM2051 9 pin	segnali
pin 7	pin 5	pin 5	GND
pin2	pin 3	pin 2	Tx
pin 3	pin 2	pin 3	Rx
pin 20	pin 4	pin 6	DTR

Sia il connettore per il PC che quello per il SIM2051 sono del tipo a vaschetta femmina.

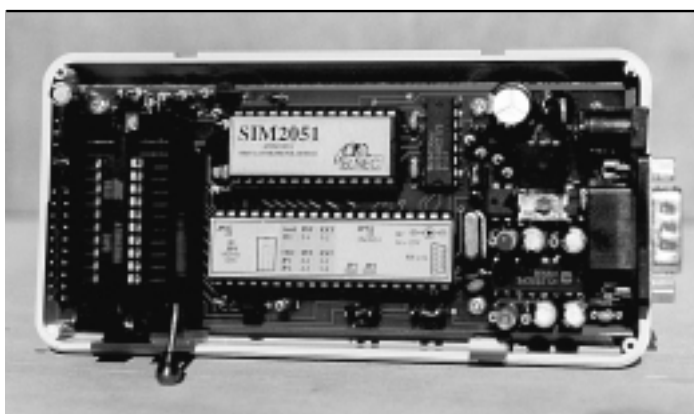
#### Precauzioni

Quando si utilizza il dispositivo SIM2051 con il circuito TEST 2051 (o altro circuito da controllare) è ASSOLUTAMENTE INDISPENSABILE procedere alla loro connessione a dispositivi non alimentati (PC compreso).

Solo dopo avere inserito il dip da 20 poli nello zoccolo del circuito test (al termine del test in tale zoccolo troverà posto il micro 2051), il cavo seriale tra PC e SIM2051 si potrà alimentare il PC, il SIM2051 (tramite l'alimentatore fornito nel kit), la scheda test (tramite un piccolo alimentatorino da 9V).

#### Installazione del Software

L'installazione del Software è molto semplice; è sufficiente trasferire in una directory (chiamata ad esempio 2051) il contenuto del dischetto in dotazione al SIM2051





```

S I M 2 0 5 1  AT89C2051/1051 SIMULATOR/PROGRAMMER  ELNEC s.r.o.  v 2.32/09.9
  Simulator  Programmer  File  Buffer  Options  Quit  Info
  -----
  FILE
  Drive:
  Directory:
  Filename:
  Disk free: 349,159,424 bytes

  STATUS
  SIM2051 : READY
  COM address : 2F8
  Buffer : MEMORY, 64kB
  Current drive : D:
  Current dir : \2051

  ADDRESSES
  SIZE  START  END
  -----
  DEVICE  800    0    7FF
  BUFFER 10000  1000 17FF
  FILE

  DEVICE
  Type : AT89C2051
  Manufakt : ATMEL
  Oscillator : 11,0592 MHz

  Vpp : 12V
  Algorithm : FPEROM WRITE

  F1-Help F2-Save F3-Load F4-Edit F5-Select F6-Blank F7-Read F8-Verify F9-Progr
  AT89C2051/1051 simulation control commands
  
```

figura 5

e il contenuto del dischetto MICRO/ASM del relocatable cross-assembler.

Nel primo dischetto è presente il file di simulazione S2051.EXE nel secondo dischetto sono presenti i file MA51.EXE e ML51.EXE necessari per convertire i file editati in file.hex.

### Simulazione di I/O

Dopo avere alimentato il circuito test e il SIM2051 lanciare il programma S2051.EXE. Comparirà una pagina come quella di figura 5 con in evidenza la voce SIMULATOR (in alto a sinistra). Premendo invio comparirà una tabella come quella di figura

```

S I M 2 0 5 1  AT89C2051/1051 SIMULATOR/PROGRAMMER  ELNEC s.r.o.  v 2.32/09.9
  Simulator  Programmer  File  Buffer  Options  Quit  Info
  -----
  Input      @N
  Output     @P
  Call       @C
  Goto       @G
  Single step by INT0 @0
  Single step by INT1 @1
  View/Edit int. RAM @I bytes
  Registers  @E
  Baud       @B
  Find       @F
  Reset      @R
  Oscillator @O

  STATUS
  SIM2051 : READY
  COM address : 2F8
  Buffer : MEMORY, 64kB
  Current drive : D:
  Current dir : \2051

  DEVICE
  Type : AT89C2051
  Manufakt : ATMEL
  Oscillator : 11,0592 MHz

  Vpp : 12V
  Algorithm : FPEROM WRITE

  T  END
  0  7FF
  BUFFER 10000  1000 17FF
  FILE

  F1-Help F2-Save F3-Load F4-Edit F5-Select F6-Blank F7-Read F8-Verify F9-Progr
  Input value from port P1 and P3
  
```

figura 6



```

S I M 2 0 5 1 AT89C2051/1051 SIMULATOR/PROGRAMMER ELNEC s.r.o. v 2.32/09.9
  
```

Simulator	Programmer	File	Buffer	Options	Quit	Info																												
Input	@N	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORTS</th> <th colspan="2">STATUS</th> </tr> <tr> <th>P1</th> <th>P3</th> <th colspan="2">P1 : FC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">SIM2051 : READY</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">address : 2F8</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Buffer : MEMORY, 64kB</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Current drive : D:</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Current dir : \2051</td> </tr> </tbody> </table>					PORTS		STATUS		P1	P3	P1 : FC				SIM2051 : READY				address : 2F8				Buffer : MEMORY, 64kB				Current drive : D:				Current dir : \2051	
PORTS		STATUS																																
P1	P3	P1 : FC																																
		SIM2051 : READY																																
		address : 2F8																																
		Buffer : MEMORY, 64kB																																
		Current drive : D:																																
		Current dir : \2051																																
Output	@P	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DEVICE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Type : AT89C2051</td> <td>Manufakt : ATMEL</td> </tr> <tr> <td>Oscillator : 11,0592 MHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vpp : 12V</td> <td>Algorithm : FPEROM WRITE</td> </tr> </tbody> </table>					DEVICE		Type : AT89C2051	Manufakt : ATMEL	Oscillator : 11,0592 MHz		Vpp : 12V	Algorithm : FPEROM WRITE																				
DEVICE																																		
Type : AT89C2051	Manufakt : ATMEL																																	
Oscillator : 11,0592 MHz																																		
Vpp : 12V	Algorithm : FPEROM WRITE																																	
Call	@C	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">T</th> <th colspan="2">END</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>0</th> <th>7FF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bytes</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BUFFER</td> <td>10000</td> <td>1000</td> <td>17FF</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					T		END				0	7FF	bytes				BUFFER	10000	1000	17FF	FILE											
T		END																																
		0	7FF																															
bytes																																		
BUFFER	10000	1000	17FF																															
FILE																																		
Goto	@G																																	
Single step by INTO	@0																																	
Single step by INT1	@1																																	
View/Edit int. RAM	@I																																	
Registers	@E																																	
Baud	@B																																	
Find	@F																																	
Reset	@R																																	
Oscillator	@O																																	

F1-Help F2-Save F3-Load F4-Edit F5-Select F6-Blank F7-Read F8-Verify F9-Progr  
 Enter a new value for the port and press ENTER to confirm (Alt+B edit binary)

figura 7

6 in cui sono messi in evidenza Input Output ... oscillator. Premendo il tasto con la freccia verso il basso selezionare output, poi premere invio per visualizzare una ulteriore finestra indicante i Ports P1 e P3.

quello con la freccia verso sinistra selezionare P1 o P3 e confermare con invio la scelta. Dopo la premuta del tasto invio apparirà una ulteriore finestra indicante il contenuto del port scelto.

Con il tasto avente la freccia verso destra e

il valore FC. A questo punto per verificare se tutte

```

S I M 2 0 5 1 AT89C2051/1051 SIMULATOR/PROGRAMMER ELNEC s.r.o. v 2.32/09.9
  
```

Simulator	Programmer	File	Buffer	Options	Quit	Info																								
Input	@N	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PORTS</th> <th colspan="2">STATUS</th> </tr> <tr> <th>P1</th> <th>P3</th> <th colspan="2">M2051 : READY</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HEX</td> <td>FD</td> <td colspan="2">dress : 2F8</td> </tr> <tr> <td>BIN</td> <td>11111101</td> <td colspan="2">uffer : MEMORY, 64kB</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">drive : D:</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Current dir : \2051</td> </tr> </tbody> </table>					PORTS		STATUS		P1	P3	M2051 : READY		HEX	FD	dress : 2F8		BIN	11111101	uffer : MEMORY, 64kB				drive : D:				Current dir : \2051	
PORTS		STATUS																												
P1	P3	M2051 : READY																												
HEX	FD	dress : 2F8																												
BIN	11111101	uffer : MEMORY, 64kB																												
		drive : D:																												
		Current dir : \2051																												
Output	@P	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DEVICE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Type : AT89C2051</td> <td>Manufakt : ATMEL</td> </tr> <tr> <td>Oscillator : 11,0592 MHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vpp : 12V</td> <td>Algorithm : FPEROM WRITE</td> </tr> </tbody> </table>					DEVICE		Type : AT89C2051	Manufakt : ATMEL	Oscillator : 11,0592 MHz		Vpp : 12V	Algorithm : FPEROM WRITE																
DEVICE																														
Type : AT89C2051	Manufakt : ATMEL																													
Oscillator : 11,0592 MHz																														
Vpp : 12V	Algorithm : FPEROM WRITE																													
Call	@C	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">T</th> <th colspan="2">END</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>0</th> <th>7FF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bytes</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BUFFER</td> <td>10000</td> <td>1000</td> <td>17FF</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					T		END				0	7FF	bytes				BUFFER	10000	1000	17FF	FILE							
T		END																												
		0	7FF																											
bytes																														
BUFFER	10000	1000	17FF																											
FILE																														
Goto	@G																													
Single step by INTO	@0																													
Single step by INT1	@1																													
View/Edit int. RAM	@I																													
Registers	@E																													
Baud	@B																													
Find	@F																													
Reset	@R																													
Oscillator	@O																													

F1-Help F2-Save F3-Load F4-Edit F5-Select F6-Blank F7-Read F8-Verify F9-Progr  
 Ports are reading permanently now. Press any key for return to back menu

figura 8



```

S I M 2 0 5 1  AT89C2051/1051 SIMULATOR/PROGRAMMER  ELNEC s.r.o.  v 2.32/09.9
  Simulator  Programmer  File  Buffer  Options  Quit  Info
  
```

---

FILE

Drive:  
Directory:  
Filename:

---

Disk free: 349,159,424 bytes

Sure ?

No S  
Yes @X EADY

COM F8

Buffer : MEMORY, 64kB  
Current drive : D:  
Current dir : \2051

---

ADDRESSES

	SIZE	START	END
DEVICE	800	0	7FF
BUFFER	10000	1000	17FF
FILE			

DEVICE

Type : AT89C2051  
Manufakt : ATMEL  
Oscillator : 11,0592 MHz

---

Vpp : 12V  
Algorithm : FPEROM WRITE

---

F1-Help F2-Save F3-Load F4-Edit F5-Select F6-Blank F7-Read F8-Verify F9-Progr  
Terminate program and exit to DOS

figura 9

le uscite sono efficienti basterà fornire il dato 00 al port 1 e il dato 1F al port 3 per avere i LED illuminati; il dato FC al port 1 e il dato E0 al port 3 per avere i LED spenti.

Se si osserva lo schema elettrico del circuito test (vedi numero precedente) si osserva che i LED LO...L7 si illuminano quando i catodi vanno a zero, e i LED Rx, Tx, INTO, INT1, TO si illuminano quando sulle basi dei rispettivi transistor pilota è presente livello 1.

Per verificare il comando immediato relativo all'input occorrerà prima portare le uscite P1.7 ... P3.5 a livello 1, come pure P3.3, P3.4, P3.2. Per fare ciò fornire al port 1 il dato FD e al port 3 il dato FF.

Portarsi ora con il tasto che ha la freccia verso l'alto al menu principale Simulator e posizionarsi sulla voce input. Premendo invio avremo l'apertura di una finestra supplementare con la presenza di un asterisco rotante sopra la voce HEX/BIN.

A questo punto premendo i tasti del circuito testo vedremo le variazioni direttamente sul video. Nella figura 8 è visibile la pagina video testé menzionata. Per uscire dalla simulazione premere il tasto con la freccia verso l'alto, portarsi con il tasto con la freccia di destra sull'opzione QUIT, selezionare la voce YES e premere invio.

Il programma di simulazione delle I/O è terminato; nella figura 9 è visibile la schermata video.

### Conclusioni

Per meglio chiarire il collegamento fra il circuito TEST e il SIM2051 si può osservare la fotografia 1. In essa è visibile il cavo flat ed il micro 2051 montato sullo zoccolo di programmazione. Ricordo che in fase di SIMULAZIONE sullo zoccolo NON DEVE ESSERCI NESSUN COMPONENTE, quindi nemmeno il 2051. Nella fotografia 1 non sono visibili il cavo seriale per il PC e il cavo di alimentazione del SIM2051. Nella fotografia 2 è visibile l'interno del nostro circuito Emulatore - Programmatore.

### Reperibilità e costi

KIT completo di microcontrollore .....	£ 75.000
Programmatore-Emulatore SIM2051 .....	£ 400.000
Software ASM-51 .....	£ 240.000
Chip 89C2051 .....	£ 15.000
CD ROM manuale del 2051 .....	£ 145.000

Ai prezzi sopra riportati occorre aggiungere le spese di spedizione.

Indirizzare richieste e informazioni a:

**Nello Alessandrini - via Timavo, 10  
40131 Bologna - tel. e fax 051/649.10.80**

Nelle richieste sia telefoniche che fax ricordarsi di lasciare anche un recapito telefonico. \_\_\_\_\_