

## Un simulatore parallelo di circuiti elettronici (5) Componenti di libreria

di Giuseppe Cardinale Ciccotti

Nello scorso appuntamento abbiamo finalmente messo a punto i processi che realizzano i flip-flop, così siamo in possesso di tutti i mattoni necessari a costruire i nostri circuiti sequenziali. Ci sono già moltissimi circuiti che si possono realizzare con semplici flip-flop, come per esempio contatori, shift register, registri, etc. Tuttavia prima di implementare direttamente questi dispositivi è utile far un ulteriore passo nell'architettura del nostro simulatore

L'obiettivo che vogliamo raggiungere con il nostro sistema, è di simulare un circuito quanto più possibile vicino alla realtà.

Il progetto di un circuito prevede due fasi: quella di individuazione del circuito, al limite partendo da livelli di una certa astrazione, ed una fase successiva in cui si scelgono e si collegano i componenti commerciali che implementano lo schema evidenziato nella prima fase. Anche se esistono praticamente tutti i tipi di componenti, non è detto che questa seconda fase sia totalmente asservita alla prima: ci possono essere diverse ragioni per le quali la scelta di un componente rispetto ad un altro implichi modifiche al circuito «astratto». Queste sono in genere legate a fattori quali la reperibilità di un certo componente sul mercato, il suo costo, la tecnologia di costruzione, solo per citarne alcune. Ecco quindi che un progettista esperto realizza il suo schema tenendo presenti anche tali fattori, in modo da risparmiare tempo e denaro.

La simulazione del circuito è pertanto eseguita in questa fase finale quando si sono scelti i componenti, perciò il nostro simulatore dovrà mettere a disposizione dell'utente dei moduli di libreria che rispecchino i componenti hardware piuttosto che un dispositivo generico.

Vediamo perciò come costruire un componente hardware sfruttando tutto quanto abbiamo realizzato finora, in questo modo potremo costruire le nostre librerie di componenti.

Per inciso, a parità di tool e prestazioni la qualità di un simulatore si misura dal numero di librerie di componenti a disposizione!

### Un circuito integrato di libreria

Per far vedere come implementare un componente di libreria non possiamo

che scegliere un integrato della famiglia 74, uno dei mattoni sui cui poggia l'elettronica ed in particolare prendiamo l'IC SN7400 che è un integrato 14 pin nel package J. Contiene quattro semplici porte NAND connesse come in figura 1, i tempi di commutazione che ci interessano per simulare il funzionamento corretto del componente vengono desunti dal catalogo TTL di una qualsiasi casa per esempio Texas Instruments e riportano:

	tipico	max	
<sup>t</sup> PHL	11	22	ns
<sup>t</sup> PLH	7	15	ns

in cui <sup>t</sup>PHL indica il tempo necessario affinché una transizione da livello logico alto a basso si propaghi da un ingresso qualsiasi all'uscita e <sup>t</sup>PLH invece è il tempo affinché una transizione da livello basso a livello alto sia propagata all'uscita. Come già avemmo modo di evidenziare qualche mese fa i tempi di commutazione nei due versi non sono affatto uguali.

In figura 2 trovate il listato del processo SN7400 in cui sono stati inseriti come processi locali anche i processi NAND per maggior chiarezza, ma che in una implementazione più realistica risiedono in una libreria separata, in questo modo però possiamo far vedere semplicemente come comunicare al nostro simulatore le caratteristiche fisiche del

### Bibliografia

M.M. Mano, «Digital Design», Prentice-Hall, 1984.  
D. Pountain, D. May, «A tutorial introduction to Occan programming», BSP, 1988.

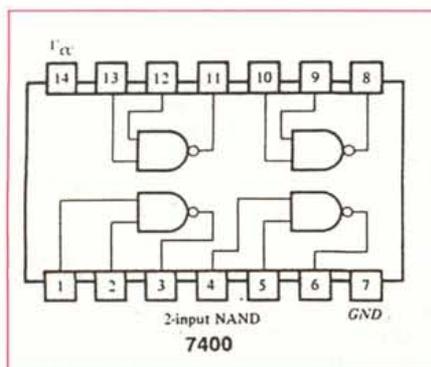


Figura 1 — Piedinatura dell'IC SN7400.



```

VAL UnknowState IS #AAAA:    --Dichiarazioni globali
VAL High IS #FFFF:
VAL Low IS #0000:

CHAN OF INT16 Master.Clock, off.gen: -Dal Master Clock

PROC SN7410(CHAN OF INT16 pin.1,pin.2,pin.3,pin.4,pin.5,
pin.6,pin.8,pin.9,pin.10,pin.11,pin.12,pin.13)

  VAL tPHL IS 15:
  VAL tPLH IS 22:

  [3]CHAN OF INT16 off.loc:

  PROC connect.off(CHAN OF INT16 in,[3]CHAN OF INT16 out)

    INT16 i:

    SEQ
      in ? signal
      PAR i:=0 FOR 3
        out[i] ! signal
      :

  PAR
    gNAND(pin.1,pin.2,pin.13,pin.12,Master.Clock,
off.loc[1])
    gNAND(pin.3,pin.4,pin.5,pin.6,Master.Clock, off.loc[2])
    gNAND(pin.9,pin.10,pin.11,pin.8,Master.Clock,
off.loc[3])
    connect.off(off.gen,off.loc)
  :

```

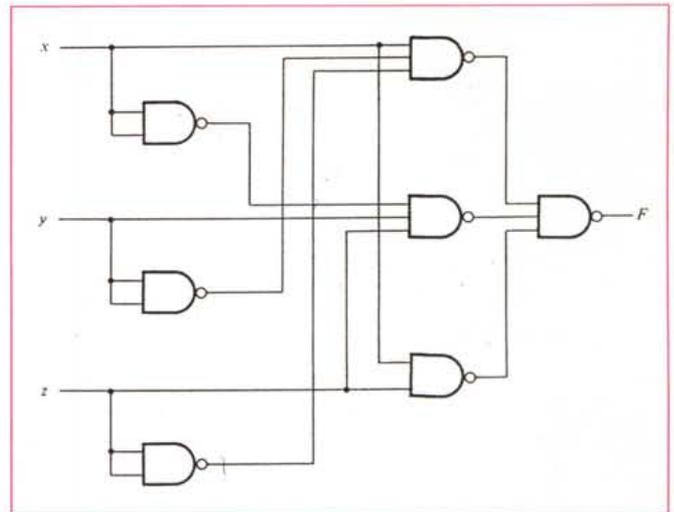


Figura 5 — Schema di un semplice circuito d'esempio, realizzato con un SN7400 e un SN7410.

◀ Figura 4 — Listato del processo SN7410.

— le piste connesse al pin x dell'integrato y sono individuate dalle variabili wy.x (wire).

A questo schema potete poi agganciare i probe e tramite il processo Multitrackrec visualizzare i dati che possono essere cambiati dinamicamente magari connettendo dei generatori di clock agli ingressi x,y,z.

La funzione che viene implementata non è importante, a noi interessava far vedere come poter finalmente costruirsi una libreria di componenti commerciali

e far riferimento soltanto a questa.

Nello stesso modo si possono implementare altri componenti ed altri circuiti, così da avere a disposizione ad esempio una libreria per tutta la famiglia 74 o qualsiasi altra di cui si abbia necessità. Gli schemi di funzionamento e le caratteristiche di commutazione sono desunte direttamente dal data-sheet del componente. Prossimamente vedremo come per componenti più complessi sarà necessario prevedere alcuni accorgimenti al fine di assicurare un corretto

funzionamento rispetto ai tempi di commutazione reali, un altro problema lo affronteremo quando sarà necessario implementare circuiti in tecnologia VLSI e LSI (Very Large Scale Integration e Large Scale Integration), dove non è praticabile l'approccio che abbiamo proposto finora in quanto un circuito di questo tipo comprende migliaia di porte!

Introdurremo di conseguenza il concetto di simulazione comportamentale o come si usa dire con il termine anglosassone «behavioural», in cui il funzionamento del componente è descritto non attraverso il suo circuito interno ma tramite l'insieme delle funzioni ingresso-uscita che lo definiscono.

Tenete presente che questa è una feature che soltanto i simulatori professionali più sofisticati possono offrire, ma che nessun prodotto su PC come Orcad o Microcap mette a disposizione.

## Conclusioni

Abbiamo tracciato la via per implementare in maniera concreta il simulatore e quindi andremo avanti ad illustrare i concetti per costruire un sistema sempre più efficiente e sofisticato. Sarebbe interessante a questo punto che i lettori partecipassero in modo attivo contribuendo ad implementare nuovi componenti di libreria, secondo lo schema predisposto, in modo da mettere a disposizione di chiunque voglia sperimentare la progettazione di circuiti un tool efficiente e di pubblico dominio. 

Figura 6  
Listato per il circuito  
di figura 5.

```

VAL UnknowState IS #AAAA:    --Dichiarazioni globali
VAL High IS #FFFF:
VAL Low IS #0000:

CHAN OF INT16 Master.Clock, off: -Dal Master Clock

PROC circuito.di.fig5(CHAN OF INT16 x,y,z,f)

  CHAN OF INT16 w1.1,w1.2,w1.3,w1.4,w1.5,w1.6,w1.8,w1.9,
w1.10,w1.11,w1.12,w1.13,w2.3a,w2.6a,
w2.10a,w2.13a,i1,i2,i3,i4,i5,i6 :

  PAR

    SN7400(w1.1,w1.2,w1.3,w1.4,w1.5,w1.6,w1.8,w1.9,w1.10,
w1.11,w1.12,w1.13)
    SN7410(w1.3,i3,w2.3,w1.4,w1.11,w2.6,f,w1.8,w2.10,w2.6,
w2.10,w2.13)

    connect(x,i1,i2,off)
    connect(y,i3,i4,off)
    connect(i2,w1.1,w1.2,off)
    connect(i4,w1.4,w1.3,off)
    connect(i6,w1.13,w1.12,off)
    connect(z,i5,i6,off)
    connect(i1,w2.3,w2.10,off)
    connect(i5,w2.13,w2.9,off)
  :

```

Finanziamenti  
rateali in 24 ore  
senza cambiali

# LUCKY

Punti vendita  
aperti da Lunedì a Sabato  
dalle 10.00 alle 12.30  
e dalle 15.30 alle 19.30

La Fortuna Di Possedere Un Computer

Vendita per corrispondenza in tutta Italia - Tutti i Prezzi del presente listino sono da considerarsi comprensivi DI IVA

TUTTI I MODELLI DELLA GAMMA ATARI	telefonare
MONITOR BIANCO E NERO A PARTIRE DA	£. 250.000
STAMPANTE LASER SLM605 300x600 DPI	£. 1.790.000
STAMPANTE STAR LC 24-20 24 AGHI	£. 540.000
STAMPANTE STAR LC 209 AGHI	£. 350.000
STAMPANTE STAR INKJET SJ-48	£. 620.000
INSERITORE FOGLIO SINGOLO PER SJ-48	£. 175.000
BATTERIE PER SJ-48	£. 150.000
MOUSE A PARTIRE DA	£. 39.000
MOUSE CORDLESS GOLDEN IMAGE	£. 120.000
TRACKBALL ALFA DATA	£. 75.000
TRACKBALL CORDLESS	£. 140.000
KIT PER DRIVE 1.44 MB MEGA STE	TELEFONARE NEW
LDW POWER - SPREEDSHEET 123 COMP.	£. 160.000
IL REDATTORE 3 - WP PROFESSIONALE	£. 235.000
NOTATOR 3.1	£. 880.000
PACCHETTO STE EXTRA	£. 300.000
SCHERMO ANTIRIFLESSO IN CRISTALLO	£. 60.000
MOUSE SELECTOR	£. 35.000
DISCHI BULK 3"1/2 DSDD PER 500 pz. cad.	£. 800
LABORATORIO ASSISTENZA E RIPARAZIONI	

Amiga 600 1MB WB 2.0 con controller HD	£. 510.000 NEW
Amiga 600 con Hard Disk	£. 820.000 NEW
Espansione Amiga 600 DA 1 MB	£. 110.000
Kickstart 1,3 Amiga 600	£. 69.000
Amiga 1200 (68020 2 MB WB 3.0)	£. 750.000
Amiga 2000 WB 2.0 - 1MB	£. 990.000
Amiga 3025-50 - 2MB - HD 50 MB	£. 2.690.000
Amiga 3025-100 - 2MB - HD 100 MB	£. 3.100.000
Amiga 3000 T3-10 - 5MB - HD 100 MB	£. 3.800.000
Amiga 3000 T3-20 - 5MB - HD 200 MB	£. 4.800.000
Amiga 4000/40 (68040 HD 40 MB 6 MB RAM)	£. 3.800.000
Amiga 4000/120 (68040 HD 120 MB 6 MB RAM)	£. 4.000.000
Amiga 4000/213 (68040 HD 213 MB 6 MB RAM)	£. 4.400.000
Lettore CD-TV per Amiga 500	£. 750.000
Monitor Commodore 1084 Stereo	£. 410.000
Monitor Commodore 1960 Trisync	£. 750.000
Stampante Commodore MPS12309 Aghi	£. 309.000
Stampante Commodore MPS1270	£. 309.000
Stampante Commodore MPS1550C	£. 399.000
Mouse a partire da	£. 45.000
Switch KICK-START da 2.0 a 1.3	£. 69.000
Switch KICK-START da 1.3 a 2.0	£. 120.000
Coprinter Amiga 600	£. 15.000

Accessori vari ed ultime novità software ed hardware

## ATARI CENTER

via Adige, 6 tel 02/5468342

## COMMODORE CENTER

via Passeroni, 2 tel. 02/58302624

### Personal Computer "Lucky 286/16"

Cabinet babyfull, Motherboard 80286/16, 1 MB RAM, 1 Floppy Disk Drive 3"1/2, 1 Hard Disk 40 MB, Controller, 2 seriali, 1 parallela, 1 porta game, tastiera Italiana estesa, Monitor VGA 14" Colore, mouse e mousepad.

£. 1.490.000

### Configurazioni personalizzate: aggiungere

CASE MINI TOWER	£. 50.000
CASE TOWER	£. 140.000
MOTHERBOARD 80386SX/25MHZ	£. 200.000
MOTHERBOARD 80386/33MHZ 32KB CACHE	£. 420.000
MOTHERBOARD 80386/40MHZ 32KB CACHE	£. 460.000
MOTHERBOARD 80486/33MHZ 256KB CACHE	£. 1.150.000
ESPANSIONE PER OGNI MB AGGIUNTIVO	£. 85.000
HARD DISK 100 MB	£. 540.000
HARD DISK 200 MB	£. 1.000.000
DRIVE AGGIUNTIVO	£. 125.000
SCHEDA VGA 1 MB	£. 140.000
SCHEDA VGA 1 MB TSENG 32.768 COLORI	£. 250.000
MONITOR SVGA 14" 1024X768	£. 160.000

### HARDWARE

MONITOR VGA 14" MONOCROMATICO	£. 210.000
MONITOR VGA 14" MONO LOW RADIATION	£. 265.000
MONITOR VGA 14" COLORE	£. 475.000
MONITOR VGA 14" 1024X768	£. 570.000
SCHEDA AUDIO ATI STEREO FX SB COMP.	£. 180.000
SCHEDA AUDIO SOUNDBLASTER 2	£. 250.000
SCHEDA AUDIO SOUNDBLASTER PRO BASIC	£. 330.000
SCHEDA MIDI COMP. ROLAND MPU 401	£. 140.000

STAMPANTI E PERIFERICHE HEWLETT PACKARD  
USATO RICONDIZIONATO E GARANTITO  
MANUTENZIONI COMPUTER E PERIFERICHE

SHARP LASER JX 9500 H (9PPM 300 DPI)	£. 1.900.000
SHARP JX 735 (INK JET A3/A4 COLORE)	£. 2.800.000
TEXAS TRAVELMATE 2000 (HD 20 MB)	£. 1.170.000
ZENITH ZDS620NL/80 (386SL/20MB HD80)	£. 2.600.000
TOSHIBA T 1800 (386SL/20 HD 40)	£. 2.380.000

MILANO NORD - via Rovereto, 12 tel. 02/26141136

MILANO SUD - via Piacenza, 20 tel. 02/55016554

ASSISTENZA HARDWARE - via Adige, 6 Milano tel. 02/5468342  
PRODUZIONE SOFTWARE - via Strettone, 4 Vignate tel 02/9567752