

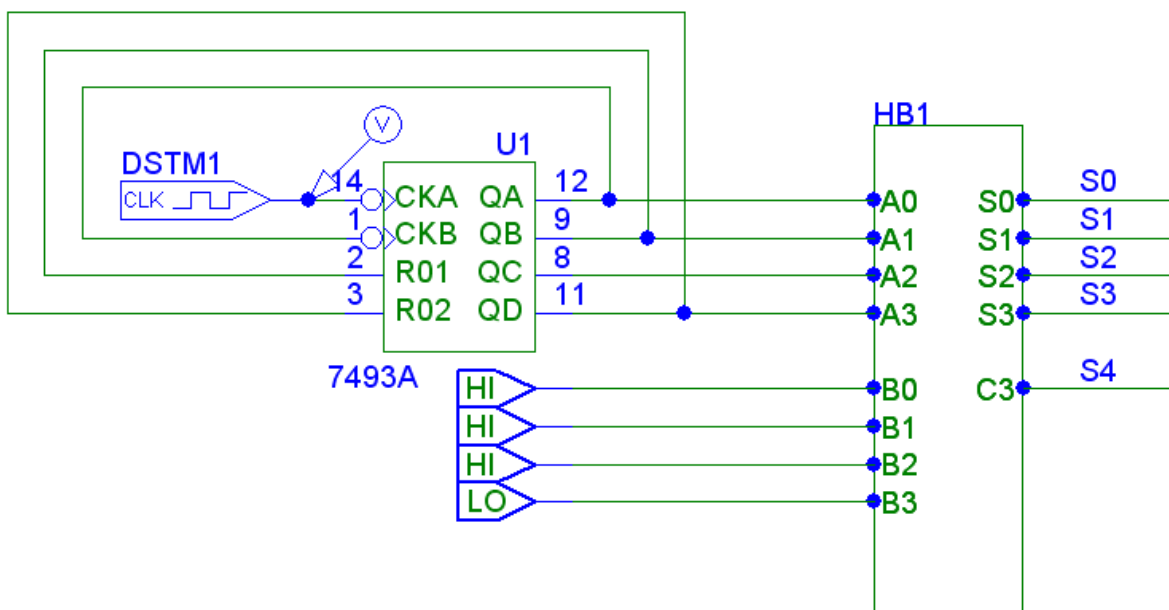
Sommatore binario per parole a 4 bit

Simulazione con PSpice

(dispensa a cura del prof. Giuseppe Spalierno per le IV E.T. Istituto Tecnico "M. Panetti" Bari – a.s.2010 - 2011)

Si mostra in figura un circuito che realizza la somma tra una parola $A=A_3A_2A_1A_0$ ed una parola $B=B_3B_2B_1B_0$.

Il risultato è la parola $S=S_3S_2S_1S_0$ oltre al riporto S_4 .



Per ottenere risultati non troppo complessi si è deciso di applicare in ingresso una parola A che assume, nel tempo, tutte le configurazioni binarie tra 0 e 9 utilizzando un contatore binario a 4 bit 7493 (modulo 16) montato come contatore BCD (modulo 10) grazie all'azzeramento asincrono del contatore quando QD e AB assumono entrambi il valore 1. Infatti dopo il 9, la configurazione binaria del 10 assume il valore QDQCQBQA=1010.

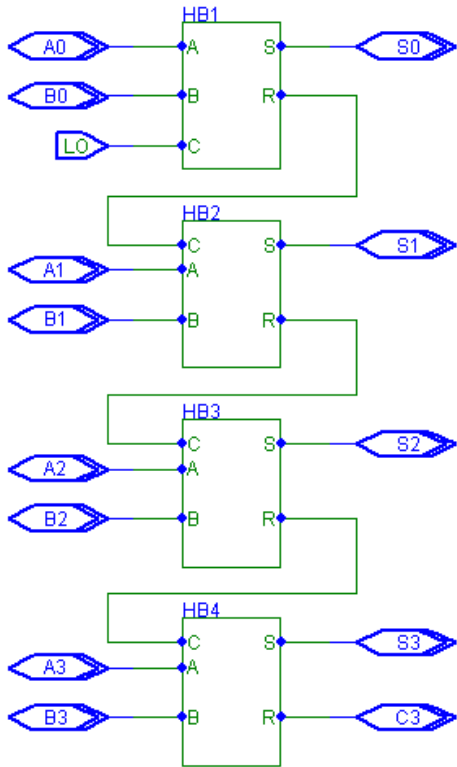
Il contatore è azionato da un generatore di clock **DigClock** di nome DSTM1 avente periodo 1 μ s. La parola B è fissa e vale B3B2B1BB0=0111 cioè il valore decimale 7.

Il sommatore HB1 è un blocco costruito col comando **Block** del menù **Draw** di Schematic Editor di PSpice.

Il blocco appare inizialmente vuoto, senza contatti. Per inserire le linee di ingresso e di uscita, ad esempio la linea A0, si attiva il comando **Line** dal menù **Draw**; la freccia del mouse si modifica in una matita. Facendo click su QA e trascinando fino al lato sinistro del blocco HB1, si materializza un nodo con etichetta P1.

Facendo doppio click su P1 si apre una finestra che consente di modificare il nome del pin in A0. Ripeteremo tale procedura per tutte le linee del blocco HB1 che vogliamo definire.

Facendo doppio click all'interno del blocco HB1 si apre un foglio di lavoro che contiene connettori corrispondenti alle linee di ingresso e di uscita che abbiamo definito per il blocco HB1. Definiremo altri blocchi da collegare come nella successiva figura.



Il blocco HB1, che svolgerà la funzione di full-adder, sarà caratterizzato da tre ingressi A B C e due uscite S (somma parziale) e R (riporto).

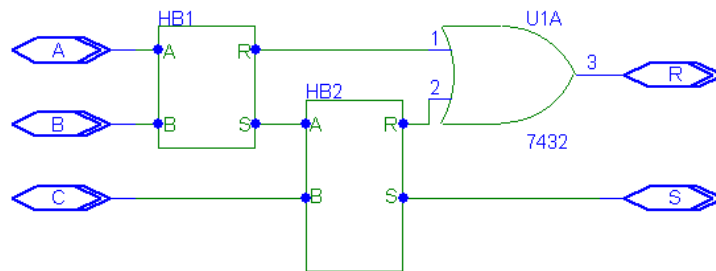
Come è noto, per realizzare un sommatore binario per parole a 4 bit sono necessari 4 full-adder uguali in cui il riporto della somma tra 3 bit viene applicato all'ingresso di riporto C del full-adder successivo. È sufficiente, quindi, collegare i 4 full-adder come in figura con i blocchi HB2, HB3 e HB4 identici tra loro.

Facendo doppio click sul blocco HB1 sarà necessario fornire il nome: ad esempio FA (che ci ricorda Full Adder). Sarà possibile entrare nel blocco per definire la struttura circuitale del full-adder.

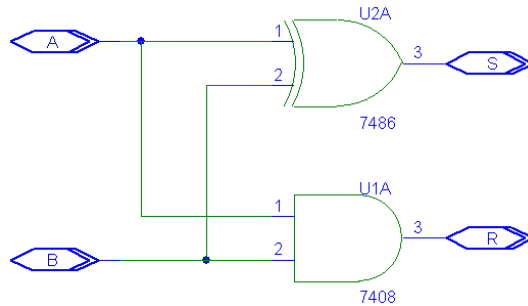
Se facendo doppio click su HB2, HB3 e HB4 inseriamo il nome FA già utilizzato per HB1, verrà associato a ciascuno degli altri 3 blocchi lo stesso circuito realizzato per HB1.

Passiamo quindi a definire il full-adder con due half-adder ed una porta OR.

Per far ciò si realizza il circuito di seguito indicato, ottenuto dopo aver fatto doppio click su HB1 del sommatore precedente ed aver collegato ai connettori ABC RS il relativo circuito.



Nel foglio vuoto definiremo altri due blocchi indicati con HB1 e HB2 con l'aggiunta della porta OR contenuta nel chip 7432. I blocchi HB1 e HB2 saranno identici. Doppio click su HB1: nella finestra che compare inseriamo il nome HA (Half-Adder). All'interno del blocco HB1 troveremo i connettori AB SR che collegheremo alle porte logiche inserite nel circuito indicato nella successiva figura.

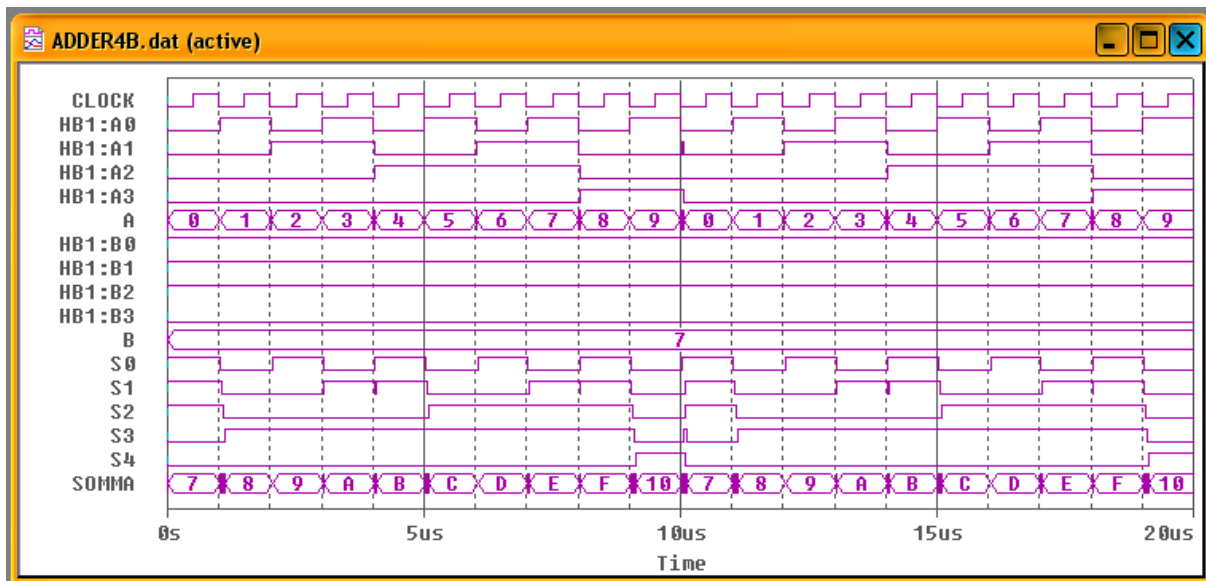


Questo è l'Half-Adder, il più piccolo elemento del sommatore realizzato.

In tutta la procedura di definizione del circuito col metodo delle scatole cinesi, è stato necessario definire il nome da attribuire ai vari schemi elettrici. Nella cartella in cui faremo i vari salvataggi troveremo 4 file schematics (quelli con l'estensione SCH).

Per passare da un blocco a quello gerarchicamente inferiore o superiore è sufficiente utilizzare il menù **Navigate** di Schematics con i comandi **Push** e **Pop**.

Per simulare il funzionamento del sommatore si attiva il comando **Analysis / Setup** e si sceglie il comando **Transient** inserendo **Print Step: 0** e **Final Time: 20us**. Successivamente si esegue il comando **Analysis / Simulate** (o il tasto funzione **F11**).



Nella figura si evidenziano le forme d'onda del clock (periodo 1us), quelle dei bit A0 A1 A2 A3. Da notare la presenza della linea A che raggruppa i 4 bit precedenti con una cifra decimale che si ripete periodicamente da 0 a 9. La parola B espressa sia in bit che in cifra decimale, è costante e vale 7.

Per ottenere le varie forme d'onda si attiva il comando **Add Trace** dal menu **Trace** di PSpice A/D.

Nella barra **Trace Expression** si inserisce il nome della linea di uscita del DigStim: **DSTM1:1**. Se si vuole far comparire a sinistra del grafico il nome CLOCK, più esplicitivo, anziché DSTM1:1 è sufficiente aggiungere nella barra Trace Expression, dopo DSTM1:1 un punto e virgola seguito dal testo che desideriamo far comparire, cioè: DSTM1;CLOCK.

Per far comparire i codici numerici alla parola A che raggruppa i 4 bit del primo addendo si inserisce nella barra Trace Expression: {HB1:A3 HB1:A2 HB1:A1 HB1:A0};A

Si ripete la stessa procedura per il secondo addendo B e per la somma S (a 5 bit!)

Dai grafici possiamo osservare i risultati della somma tra i valori di A e B=7.

Proposta di lavoro:

Impostare per B il valore 3 e ripetere la simulazione.

I parts HI (livello logico alto) e LO (livello logico basso) dovranno essere inseriti opportunamente agli ingressi B del sommatore.

Per evitare un laborioso lavoro di impostazioni delle linee logiche da visualizzare in simulazione si può procedere salvando le impostazioni delle linee visualizzate impartendo il comando **Display Control** dal menù **Window** di PSpice A/D. Si inserisce il nome desiderato, **sommatore** ad esempio, e si clicca su Save.

Dopo la modifica del circuito che si potrà effettuare tornando in Schematics, si procederà con la simulazione e potremo richiamare le impostazioni delle forme d'onda da visualizzare sempre col comando **Display Control** dal menù **Window di PSpice A/D**. Troveremo in una lista anche la voce **sommatore** che selezioneremo e poi si dovrà far click sul pulsante **restore**.