

Logica e Reti Logiche

Esercitazione

Francesco Pasquale

3 giugno 2021

Esercizio 1. Progettare un circuito che prenda in input un numero x in codifica binaria a tre bit e restituisca il quadrato del numero in input (per esempio, se il numero in input è $x = 011$, ossia “tre”, il circuito deve restituire in output “nove”, cioè $y = 1001$). Quanti bit di output deve avere un tale circuito?

Esercizio 2. Progettare un circuito che prenda in input due numeri in codifica binaria a tre bit e ne restituisca il prodotto.

Esercizio 3. Disegnare il circuito corrispondente al modulo “mycirc” descritto nel seguente codice *HDL*

```
1 module blocco(x0, x1, y);
2     input x0, x1;
3     output y;
4
5     wire w1;
6
7     not(w1, x0);
8     and(y, w1, x1);
9 endmodule
10
11
12 module mycirc(in1, in2, in3, out1, out2);
13     input in1, in2, in3;
14     output out1, out2;
15
16     wire w1, w2;
17
18     blocco b1(.x0(in1), .x1(in2), .y(w1));
19     blocco b2(.x0(w1), .x1(in3), .y(out1));
20
21     not(w2, in3);
22     or(out2, in1, w2);
23 endmodule
```

Listing 1: Un circuito descritto in HDL

Esercizio 4. Descrivere in *HDL* il circuito in Figura 1

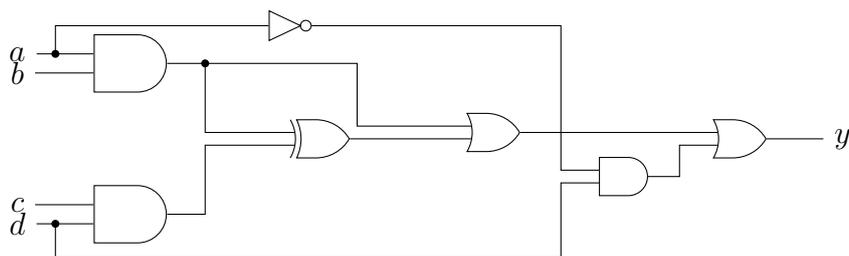


Figura 1: Un circuito combinatorio

Esercizio 5. Descrivere in *HDL* un *SR-Latch*.

Esercizio 6. Progettare i seguenti comparatori per numeri senza segno a 32 bit e tracciarne lo schema circuitale:

- Diverso (prende in input due sequenze binarie da 32 bit e restituisce 1 quando le due sequenze sono diverse);
- Maggiore o uguale (restituisce 1 quando la prima sequenza rappresenta un numero maggiore o uguale a quello rappresentato dalla seconda sequenza);
- Minore.

Esercizio 7. Una *unità di estensione del segno* estende un numero in complemento a due da *M* a *N* bit (con $N > M$). Progettare un'unità di estensione del segno da 4 a 8 bit (per esempio, se l'input è $\mathbf{x} = 1011$, cioè "meno cinque" in complemento a due a quattro bit, l'output deve essere $\mathbf{y} = 11111011$, cioè "meno cinque" in complemento a due a otto bit).

Esercizio 8. Quali sono gli intervalli di numeri rappresentabili dai seguenti sistemi numerici?¹

1. Numeri in virgola fissa a 32 bit, con 16 bit di parte intera e 16 bit di parte frazionaria.
2. Numeri in complemento a due a 32, bit con 16 bit di parte intera e 16 bit di parte frazionaria.

¹Potrebbe essere utile ricordare che, se p è un numero reale diverso da 1, allora per ogni $n \geq 1$ si ha che $\sum_{i=1}^n p^i = \frac{p(1-p^n)}{1-p}$. Se non lo ricordate... dimostrate per induzione.

Esercizio 9. Scrivere in complemento a due a 16 bit in virgola fissa, con 8 bit per la parte intera e 8 bit per la parte frazionaria, i seguenti numeri espressi in decimale. Esprimere poi il risultato in esadecimale.

$$(a) -13.5625 \quad (b) 42.3125 \quad (c) -17.15625.$$

Esercizio 10. Scrivere in decimale i seguenti numeri espressi in complemento a due a 8 bit in virgola fissa con 4 bit per la parte intera e 4 bit per la parte frazionaria

$$(a) 01011000 \quad (b) 11111111 \quad (c) 10000000 \quad (d) 01100110.$$

Esercizio 11. Scrivere i numeri dell'Esercizio 9 in virgola mobile secondo lo standard IEEE 754 a precisione singola. Scrivere il risultato in esadecimale.

Esercizio 12. Scrivere in decimale i seguenti numeri in virgola mobile in formato IEEE 754 a precisione singola espressi in esadecimale

$$(a) C0123456 \quad (b) 81C564B7 \quad (c) D0B10301.$$

Esercizio 13. Secondo voi perché nello standard IEEE-754 si è scelto di usare la codifica ad eccesso, per l'esponente, invece che la codifica in complemento a due?

Esercizio 14. Lo standard IEEE-754 a precisione singola usa 32 bit per codificare i numeri frazionari, quindi può codificare al massimo 2^{32} numeri distinti (in realtà sono un po' meno per via delle stringhe di 32 bit usate per i numeri speciali). Quanti di questi numeri distinti sono compresi nell'intervallo $(0, 1)$? Quanti sono compresi nell'intervallo $(2^{10}, 2^{20})$?

Esercizio 15. Per numeri in virgola mobile a precisione *doppia* vengono usati 64 bit: uno per il segno, 11 per l'esponente e i restanti per la mantissa. Qual è il numero da sommare all'esponente per ottenere la codifica ad eccesso?

Esercizio 16. Come si fa la somma di due numeri in virgola mobile?

Esercizio 17. Sommare i seguenti numeri in virgola mobile in formato IEEE 754 a precisione singola espressi in esadecimale

- $C0123456 + 81C564B7$
- $D0B10301 + D1B43203$
- $5EF10324 + 5E039020$

Esercizio 18. Un *contatore binario* a n bit è un circuito sequenziale con un `clock`, un ingresso di `reset` e n output, che rappresentano un numero fra 0 e $2^n - 1$ espresso in binario. Quando il `reset` viene attivato, tutti gli n bit in output vengono inizializzati a 0; successivamente, ad ogni ciclo di clock gli n bit in output devono rappresentare un numero incrementato di 1 rispetto al precedente.

1. Progettare un contatore binario a n bit usando un sommatore a n bit e un registro a n bit;
2. Progettare un contatore a quattro bit usando solo blocchi HALF-ADDER e FLIP-FLOP.