

# 1 Lezione del 08-11-24

## 1.1 Contatori e divisione in frequenza

Si ha che i contatori *contano* i cicli di clock a cui sono sottoposti (cioè incrementano per ogni ciclo). Possiamo usare un contatore per **dividere** la frequenza del clock per un dato valore. Ad esempio, il MSB di un contatore in base 3 va 3 volte più lento del clock che lo pilota. In generale, si ha che per un contatore a  $N$  cifre in base 2 che riceve clock a periodo  $T$ , l'MSB è a periodo  $2^N \cdot T$ .

Si potrebbe pensare di usare l'uscita di riporto del contatore in MSB come uscita divisa del clock: questo non è raccomandabile in quanto l'uscita di riporto è un **uscita combinatoria**, che non è né **stabile** né a **temporizzazione certa** (a differenza dell'uscita di un registro).

## 1.2 Registro multifunzionale

Un registro multifunzionale è una rete che, all'arrivo del clock, memorizza nello stesso registro una tra  $K$  funzioni combinatorie possibili, scelte impostando un certo numero di variabili di comando  $W = \log_2 K$ .

L'implementazione effettiva del registro è data da un multiplexer da 0 a  $K - 1$  reti combinatorie, dove  $W$  è la variabile di comando, la cui uscita viene inviata a un certo registro (che spedisce poi la sua uscita in retroazione alle reti combinatorie funzionali, e così via).

## 1.3 Modello di reti sequenziali sincronizzate

Definiamo tre modelli per le RSS (che abbiamo già introdotto parlando delle regole di pilotaggio):

### 1.3.1 Modello di Moore

Una RSS di Moore è definita a partire da:

- Un insieme di  $N$  variabili logiche di ingressi;
- Un insieme di  $M$  variabili logiche di uscita;
- Un **meccanismo di marcatura**, che a ogni istante marca uno **stato interno presente**, scelto fra  $K$  finito stati interni  $S \equiv \{S_0, \dots, S_{K-1}\}$ ;
- Una legge di evoluzione nel tempo  $A : X \times S \rightarrow S$ , che mappa una coppia, data da un  $X$  stato di ingresso e un elemento  $s \in S$  stato interno, ad un nuovo stato interno (diciamo  $s' \in S$ );
- Una legge di evoluzione nel tempo  $B : S \rightarrow Z$ , che mappa uno stato interno  $s \in S$  a uno stato di uscita  $Z$ .

La rete riceve **segnali di sincronizzazione**, come ad esempio le transizioni da 0 a 1 del segnale di clock (avevamo detto il *leading edge*). La legge di temporizzazione di una RSS di Moore è quindi la seguente: dato un elemento  $s \in S$ , stato interno marcato ad un certo istante, e dato  $X$  ingresso ad un certo istante immediatamente precedente l'arrivo di un segnale di sincronizzazione:

1. Si individua il nuovo stato interno da marcare  $s' = A(X, s)$ ;
2. Si aspetta  $T_{prop}$  dopo l'arrivo del segnale di sincronizzazione;
3. Si promuove  $s'$  al rango di **stato interno marcato**.

Lo stato interno marcato viene memorizzato in un apposito registro, detto **STAR** (da *STAtus Register*). Questo viene implementato con una batteria di D flip-flop non trasparenti.

In una RSS di Moore si hanno quindi i seguenti vincoli di pilotaggio:

$$\begin{cases} T \geq T_{hold} + T_{a\_monte} + T_A + T_{setup} \\ T \geq T_{prop} + T_A + T_{setup} \\ T \geq T_{prop} + T_Z + T_{a\_valle} \end{cases}$$

che riguardano rispettivamente i tempi ingresso-STAR, STAR-STAR e STAR-uscita.

### 1.3.2 Flip-flop JK

Un'esempio di RSS di Moore è il flip-flop JK, che valuta due ingressi  $j$  e  $k$  e si comporta come segue:

$j$	$k$	Azione
0	0	Conserva
1	0	Setta
0	1	Resetta
1	1	Commuta

Un modo di vedere questa rete è come un registro multifunzionale ad un bit, con tabella di applicazione:

$q$	$q'$	$j$	$k$
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

quando puoi fai un ripassone

Vediamone la sintesi: visto che conosciamo soltanto la sintesi di reti combinatorie attraverso le mappe di Karnaugh, basterà sintetizzare le due reti combinatorie, dalla definizione di rete di Moore. **RCA** e **RCB** che implementano le funzioni  $A$  e  $B$ . Il registro STAR conterrà a questo punto lo stato interno, che nel caso del flip-flop JK ridurrà RCB a un cortocircuito per ogni uscita del registro.

Per la sintesi di RCA, invece, dovremo consultare la tabella di flusso: riportala e applica Karnaugh