

## Metastabilità

### Quando si verifica? (MS1)

Ci sono casi nei quali non si può garantire il sincronismo tra dati e clock.

Un registro rimedia al problema solo se non è violato il setup time. Se sfortunatamente cadiamo nella *critical time window* (tipicamente larga da 10 a 100 ps), sono guai: Si verifica la metastabilità.

### Come si manifesta? (MS2) (MS3)

In diversi modi, ma essenzialmente con uno stato indefinito per un tempo  $\Delta t$ , detto **recovery time** tipico di ogni dispositivo.

### Cosa possiamo fare?

Dobbiamo evitare di considerare l'uscita di un registro durante il suo possibile stato di metastabilità.

### Come possiamo agire?

Dobbiamo cercare di prevedere quanto può durare l'evento metastabile: in pratica dobbiamo aggiungere al tp classico un ulteriore  $\Delta t$ , ed evitare di prelevare l'uscita del registro critico prima di  $tp + \Delta t$

### Come possiamo valutare $\Delta t$ ? (MS4)

Indirettamente, con il metastable test circuit: questo ci permette di misurare, per un certo DUT, lo MTBF relativo al  $\Delta t$  che impostiamo noi. Variando  $\Delta t$  si ricava l'andamento MTBF vs  $\Delta t$ .

In questo caso noi *vogliamo forzare* la metastabilità, perchè lo scopo è misurare  $\Delta t$ . Per forzare la metastabilità, si sceglie  $F_{ck} = 2F_{in}$ , così che i dati varino a tutti i colpi di ck (worst case), e si fa in modo che  $F_{in}$  sia centrato su  $F_{ck}$  e affetto da un jitter almeno uguale al  $T_{su}$ .

*Nota:* in questo schema,  $\Delta t$  ingloba la somma del  $tp$  del DUT con il Trec

### Dobbiamo sempre valutare sperimentalmente $\Delta t$ ? (MS5)

Alcuni costruttori, forniscono un paio di costanti, per ogni tecnologia, che, sostituite nell'espressione esponenziale, definiscono analiticamente la relazione tra MTBF e  $\Delta t$ .

### Come possiamo utilizzare la relazione che lega MTBF e $\Delta t$ ? (MS6)

Per valutare quale  $\Delta t$  è necessario per garantire un certo MTBF o, viceversa, per valutare quale MTBF possiamo ottenere con un  $\Delta t$  prefissato.

### Esistono, in generale, logiche più affidabili? (MS7)

Sì, quelle più veloci, perchè hanno minore critical window, e quindi consentono un  $\Delta t$  più breve, a pari MTBF

### A cosa serve il dual rank synchronizer? (MS8)

Garantisce un MTBF ridottissimo per periodo di  $Ck$  è superiore a  $\Delta t$ .