

Proyecto final

23 de noviembre de 2020

Consideraciones generales:

- La entrega de este proyecto consiste en un informe de resultados, los cuales deben ser debidamente justificados.
- Toda imagen con resultados debe tener una buena calidad para ser calificada.
- Se deben entregar todos los ejecutables que comprueben el análisis de resultados.
- Como parte de la solución debe incluir un Makefile con su respectivo README que contenga la forma de ejecutar las pruebas.
- Se castigará severamente cualquier intento o asomo de copia durante el examen o en las soluciones.

Parte A: Diseño y verificación funcional

Realice la descripción y verificación conductual de un **contador de 4 bits** con los siguientes modos de operación:

- Cuenta hacia arriba.
- Cuenta hacia abajo.
- Cuenta de tres en tres hacia abajo.
- Carga en paralelo.

Especificación de las entradas del contador

1. **CLK**: Entrada de reloj del contador. El flanco activo de la señal CLK **es el flanco creciente**. Entonces, con cada flanco positivo del reloj el contador cambia de estado dependiendo del estado de las señales de MODE y si la señal **ENABLE = 1**.
2. **ENABLE**: Entrada de habilitación del contador. **Si ENABLE = 1**, el contador funciona normalmente respondiendo a los flancos activos de CLK para cambiar de estado de acuerdo a la **señal MODO**. Si ENABLE=0 y RESET = 0, el contador tendrá una salida de Q=0.
3. **RESET**: Entrada que pone todas las salidas del contador en cero.
4. **D[3:0]**: entrada de datos D consta de cuatro líneas. El valor que tengan las entradas D[3:0] será almacenado en Q[3:0] en el flanco activo de CLK si si ENABLE = 1 y MODO = 11.
5. **MODO[2:0]**: entrada de modo que consta de dos líneas y sirve para definir cuál será el próximo estado del contador al llegar el flanco activo del reloj en la entrada CLK. Si el contador se encuentra en el estado Q antes del flanco activo del reloj, luego del flanco activo, su estado será:
 - MODO = 00 → Q + 1
 - MODO = 01 → Q - 1
 - MODO = 10 → Q - 3
 - MODO = 11 → D

Especificación de las salidas del contador

1. **Q[3:0]** : Salida Q que consta de cuatro líneas que indican el estado presente del contador. El estado del contador cambia con el flanco activo de la señal CLK mientras ENB=1 y de acuerdo con el modo seleccionado con las líneas MODO[1:0].
2. **RCO** : Salida de llevo “Ripple-Carry Out” que indica cuando el contador llega a su cuenta límite para que la siguiente etapa, en contadores de más de 4 bits, se habilite para que realice su actualización de

estado. Note que RCO se pone en dependiendo de la señal MODO, además, debe permanecer en bajo durante el MODO = 11 y solo debe estar activo durante medio ciclo de reloj.

3. **LOAD** : Salida que indica cuando el contador esta en modo de carga debe permanecer en bajo para el resto de los modos.

Parte B: Diseño y verificación estructural

Utilice el contador de 4 bits diseñado en la parte A para crear un módulo que corresponda a un contador de 32 bits. En su nuevo módulo, solo puede realizar llamadas de su contador de 4 bits, por lo tanto, las salidas y entradas de su contador de 4 bits no pueden variar en tamaño. Utilice su estructura de testbench para verificar el diseño del contador.

Parte C: Verificación de errores

Modifique el contador de la parte A para que el RCO permanezca un ciclo completo de reloj en estado alto y verifique si las cuentas del contador de 32 bits de la parte B se afectan. En caso de tener afectación, ¿qué explicación como diseñador le encuentra al problema?

Parte D: Timing & Layout

Utilice las librerías qflow (librería osu035/osu050) para determinar lo siguiente:

- Determinar el área y frecuencia del contador de 4 y 32 bits. Deben aparecer las capturas del layout generado.
- Determinar el número de compuertas utilizados para generar cada circuito.
- Mostrar los paths con mayor retardo y los de menor retardo de todo el circuito.

Parte E: Layout

- Realice el diseño de una compuerta NOR3 NAND3 y AOI22 utilizando el programa Electric.
- Realice las simulaciones (utilizando spice) que comprueben que las compuertas diseñadas funcionan correctamente. Debe adjuntar todos los archivos generados del diseño.