

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
IE0523 – Circuitos Digitales II

## Tarea 8

Yeison Rodríguez Pacheco, B56074

06/06/19

### **Resumen**

Esta tarea consiste en realizar pruebas a un modelo estructural (dado por el profesor) de un contador gray utilizando un modelo conductual (creado por el estudiante) y un probador que realice la verificación de forma automática con el fin de encontrar un error en el modelo estructural.

# 1. Contabilización del tiempo

Tabla 1: Contabilización del tiempo

Sesiones	Sesión 1
Búsqueda y estudio de información	30m
Mejora del Makefile	0min
Programación del código	30m
Ejecución y pruebas	35m
Reporte	01:30m

## 2. Contador gray

### 2.1. Definición

El contador en código gray es un tipo de contador en el cual solo cambia uno de los bits en cada transición de la cuenta, y esto se utiliza para disminuir el número de combinaciones al azar. En la imagen 1 vemos la codificación de un contador gray de 4 bits [1]

ESTADO PRESENTE X3 X2 X1 X0	ESTADO SIGUIENTE X3 X2 X1 X0
0 0 0 0	0 0 0 1
0 0 0 1	0 0 1 1
0 0 1 1	0 0 1 0
0 0 1 0	0 1 1 0
0 1 1 0	0 1 1 1
0 1 1 1	0 1 0 1
0 1 0 1	0 1 0 0
0 1 0 0	1 1 0 0
1 1 0 0	1 1 0 1
1 1 0 1	1 1 1 1
1 1 1 1	1 1 1 0
1 1 1 0	1 0 1 0
1 0 1 0	1 0 1 1
1 0 1 1	1 0 0 1
1 0 0 1	1 0 0 0
1 0 0 0	0 0 0 0

Figura 1: Contador gray 4 bits. Tomado de [1]

### 2.2. Aplicaciones

Son usados ampliamente en comunicación de datos de alta velocidad ya que estos sistemas incrementan el error de enviar datos de manera incorrecta conforme cambien más bits y el contador gray solo cambia uno de sus bits en cada transición. [1]

También son extensivamente usados para sistemas de reloj ya que los diferentes bits de salida proporcionan distintas fases del reloj. [1]

### 3. Instrucciones de utilización de la simulación

Para correr la simulación con la prueba que encuentra el error ejecutar make.

```
make
```

### 4. Pruebas y Análisis de resultados

Para encontrar el error en la descripción estructural lo primero que se hizo fue escribir la descripción conductual de un contador gray, con el fin de ser utilizada como base para encontrar el error presente en la síntesis del contador.

Se comprobó el correcto funcionamiento del contador gray conductual comparando con la imagen dada en el enunciado de la tarea de la simulación. Seguidamente se conectó el modelo conductual y estructural en el probador que incluye un checker para saber en el momento que las salidas no sean iguales.

La primer prueba realizada fue variar las señales de reset y enable entre todos sus posibles estados para verificar que el error no se diera por estas señales. Se encontró que el circuito se comporta de manera correcta ante estos cambios por lo que las respuestas son iguales, como vemos en la figura 2.

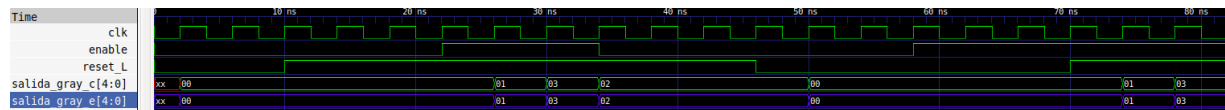


Figura 2: Respuesta conductual y estructural de contador gray, donde aun no se observa el error

Seguidamente revisado las señales internas del modelo estructural en las simulaciones con GTK-wave se encontró una que se llamaba xor\_output\_count que aumentaba un contador cada vez que el contador interno del modelo estructural realizaba un ciclo completo de cuentas (0 a 31). Esto llama la atención ya que no tiene sentido en un circuito de este tipo tener una clase de contador así, por lo que se decidió simplemente simular una gran cantidad de ciclos para verificar qué ocurría conforme este contador avanzaba. Se encontró que cuando el contador xor\_output\_count tiene el valor de 2 el contador gray presenta un problema ya que sostiene un valor (05) por dos ciclos de reloj, cuando solo debería sostenerlo por un ciclo de reloj. Este error lo podemos ver en la figura 3.

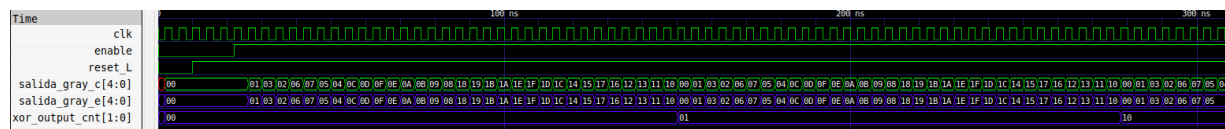


Figura 3: Respuesta conductual y estructural de contador gray, donde se observa el error

El probador encontró el error de manera automática ya que se diseñó para que detenega la simulación cuando la respuesta conductual sea distinta a la estructural.

### 5. Conclusiones y recomendaciones

A continuación se presentan las conclusiones principales que se encontraron en esta tarea de verificación.

- Fue posible encontrar el error de manera automática mediante el uso de un checker en el probador.
- Se pudo crear un modelo conductual de un contador gray que se comportara de manera correcta.
- Se logró realizar pruebas lo suficientemente exhaustivas para encontrar un error que se presentaba ante simulaciones de tiempo más grandes de las usuales.

Ahora se presentan las principales recomendaciones si se quiere replicar esta tarea o alguna similar

- Utilizar pruebas con grandes cantidades de ciclos de reloj, con el fin de buscar posibles casos esquina que no sean tan fáciles de encontrar.
- En caso de requerir realizar verificaciones profundas en los modelos conductuales, se recomienda utilizar herramientas como SymbiYosys que permiten verificación formal.

## Referencias

[1] J. A. V. Repullo, *Circuitos programables Pal*, vol. 48. EDITUM, 1995.