

## Práctico 5 – Circuitos Secuenciales. Máquinas de Estado.

### Objetivo

Familiarizarse con las técnicas de construcción de circuitos secuenciales, el modelado de problemas mediante máquinas de estado y la construcción de los circuitos asociados.

### Notas

- Todos los circuitos construidos deben incluir reset. A menos que se indique lo contrario, el reset debe ser activo por nivel bajo.
- 

### Preguntas teóricas:

- Explique la diferencia de un *flip-flop* sensible al nivel respecto a uno sensible al flanco.
  - ¿Una memoria RAM es un circuito secuencial o combinatorio? ¿Por qué?
  - De acuerdo a la metodología vista en el curso, ¿Cómo se determinaría la cantidad de *flip-flops* a utilizar? ¿Y el tipo?
  - ¿Cual es la diferencia entre la tabla de estados y transiciones codificada y la tabla de verdad?
  - Las señales de reset y preset, ¿Son sincrónicas o asincrónicas?
- 

### Ejercicio 1 ★ ★

Utilizando *flip-flops* y compuertas lógicas, construir un contador de 4 bits, con una entrada adicional: si está en 1 lo incrementa y si está en 0 lo decrementa.

### Ejercicio 2 ★

Construir un circuito verificador secuencial de paridad, con un bit de entrada y un bit de salida, que devuelve 1 en caso de que la cantidad de unos registrados hasta el momento sea par.

### Ejercicio 3 ★

Utilizando *flip-flops* tipo D, construir un circuito comparador serial de bits, que recibe como entrada una cadena de bits y retorna en la salida un 1 si el bit actual es igual al último bit recibido y un 0 en caso contrario. El comparador debe tener una línea de reset que activa en 1.

### Ejercicio 4 ★ ★

Un código de Gray es una secuencia de números binarios con la propiedad de que sólo un bit cambia entre elementos consecutivos. El código de Gray de tres bits codifica los números del 0 al 9 a través de la siguiente secuencia ordenada: 000, 001, 011, 010, 110, 111, 101 y 100.

Utilizando *flip-flops* tipo D, construir un contador de código de Gray de tres bits con dos entradas: reset, que pone el contador a 000, e inc, que incrementa el número al próximo en la secuencia. Cuando el contador llega al último valor (100) y es incrementado, debe volver al inicio.

### Ejercicio 5 ★ ★

Utilizando *flip-flops* tipo D y un sumador, construir un sumador serial de 8 bits, que suma los cuatro bits menos significativos de la entrada a los cuatro bits más significativos de la entrada. El resultado está formado por cuatro bits en paralelo. El sumador debe tener línea de reset que activa en 1.

### Ejercicio 6 ★ (en OpenFing)

Construir un registro contador que cuente solamente los números primos entre 0 y 15 (en cada pulso del reloj, la salida deberá pasar por el conjunto de números: 2, 3, 5, 7, 11 y 13).

### Ejercicio 7 ★ ★ ★

La empresa Rodolfo el Reno S.A., especializada en artículos navideños, desea desarrollar un nuevo sistema innovador en luces navideñas. El sistema utiliza luces de tres colores (rojo, verde y azul) que se encienden y apagan a intervalos regulares de tiempo, de acuerdo a la posición de un switch que indica el modo de funcionamiento del kit, como puede verse en la siguiente tabla:

Switch	Descripción del funcionamiento
0	Todas las luces apagadas
1	Todas las luces encendidas
2	Se encienden secuencialmente Rojo, Verde y Azul durante 1 segundo cada uno
3	Se encienden secuencialmente Rojo, Verde y Azul durante 2 segundos cada uno

Utilizando la metodología presentada en el curso, implementar el sistema de luces navideñas propuesto por la empresa Rodolfo el Reno S.A., utilizando *flip-flops* tipo J-K y compuertas básicas. Se dispone de una señal clk (reloj) de frecuencia 1Hz. El circuito deberá tener tres salidas (LuzRoja, LuzVerde y LuzAzul). Las luces se

encienden colocando un 1 en la señal correspondiente al color que se desea encender y un 0 para apagarla.

### Ejercicio 8 ★★ ★

El restaurante *Le Bascule* utiliza un pequeño montacargas para enviar los platos preparados desde la cocina al salón comedor y retornar los platos vacíos, al retirar el servicio, hacia la cocina. La cocina se encuentra en el nivel inferior y el salón comedor en el nivel superior.

El montacargas tiene un botón en cada nivel que lo hace subir o bajar dependiendo de dónde esté actualmente la plataforma. Por ejemplo, si el cocinero desea enviar un plato hacia el salón comedor y la plataforma del montacargas está en ese momento en el nivel del salón comedor, primero debe pulsar el botón, esperar que llegue la plataforma hasta su nivel, colocar el plato y luego pulsar de nuevo el botón para que suba.

Los botones de ambos niveles están cableados en paralelo y su estado está disponible en la señal botón (“1” si el botón está apretado).

El montacarga tiene un sensor de presencia de la plataforma en cada nivel. Si la plataforma se encuentra en el nivel, el sensor correspondiente se activará y su señal asociada pasará al valor “1”. El sensor del nivel cocina se refleja en la señal cocina, y el del salón comedor en la señal comedor.

El motor del montacarga se enciende poniendo a “1” la señal motor, mientras que el sentido de desplazamiento se establece en la señal sentido (“1” es subir, “0” es bajar).

Diseñar, aplicando la metodología del curso, y dibujar un circuito secuencial que controle las señales motor y sentido a partir de los valores de las señales botón, cocina y comedor. Se dispone de *flip-flops* tipo D y compuertas básicas.

#### Observaciones:

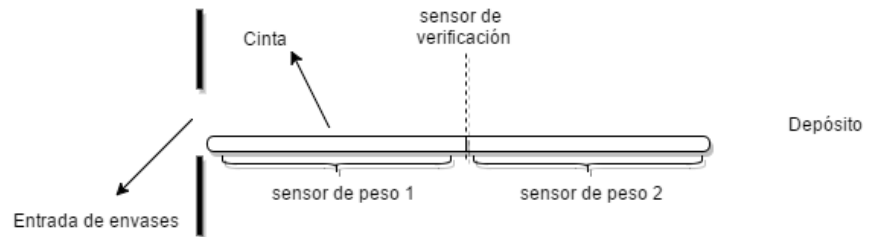
- No siempre hay activado un sensor de presencia.
- Como máximo, un único sensor de presencia está activado en cada momento.

### Ejercicio 9 ★★ ★

La empresa **ENVARQUI** desea implementar su propio sistema de recepción de envases para supermercados.

La máquina debe encargarse de recepcionar envases (botellas). Para cada envase debe reconocer si el mismo es del tipo retornable y en caso que no lo sea devolverlo al cliente. Cuando un cliente desea utilizar el sistema debe colocar el envase sobre la cinta transportadora, la cual mueve el envase por la máquina. Allí, un sensor detecta si se trata de un envase retornable o no. En caso afirmativo, el

envase se debe transportar mediante la cinta hasta la zona de depósito, y si no, se debe devolver a la zona de entrada para que el cliente lo retire.



El movimiento de la cinta transportadora se controla con las señales (de salida) **cinta** y **sentido**. Si **cinta** vale **1**, la misma se moverá en la dirección que indique **sentido**, con la convención que si **sentido** vale **1** se mueve a la derecha (llevando el envase hacia el depósito) y si vale **0** es hacia la izquierda (hacia la boca de entrada).

La cinta contiene dos sensores de peso que permiten conocer la posición del envase, accesibles en las señales (de entrada) **sensor1** y **sensor2**, las cuales indican con un **1** que hay un envase sobre dicha parte de la cinta y **0** en caso contrario. Estos sensores se encuentran dispuestos como muestra la figura, si se activa la cinta hacia la derecha, la fabricación asegura que primero se activará el primer sensor, luego ambos sensores a la vez (mientras el envase pasa por encima de ambos), y luego el segundo sensor únicamente.

La señal (de entrada) **retornable** indica con un **1** que el envase es retornable (y por tanto debe ser aceptado) y con **0** que el envase no lo es (y por tanto debe ser rechazado y devuelto al cliente). Esta entrada es válida mientras el envase se encuentra únicamente sobre el segundo sensor de peso.

En caso de que el envase sea retornable, la cinta debe continuar moviéndose hacia la derecha hasta que el envase caiga en la zona de depósito. En caso de rechazo, la cinta debe moverse en dirección opuesta hasta que salga el envase.

### Se pide:

Implementar, utilizando la metodología del curso, el circuito secuencial que controla el sistema de recepción de envases, con las entradas y salidas descriptas. Se dispone de flip flops tipo D y compuertas básicas.

Asuma que el sistema procesa un único envase a la vez.