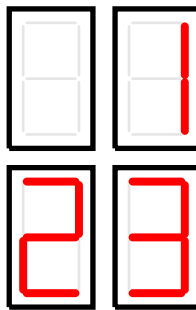


CC4301 Arquitectura de Computadores. Semestre Primavera 2018. Tarea 1

Profesor: Pablo Guerrero

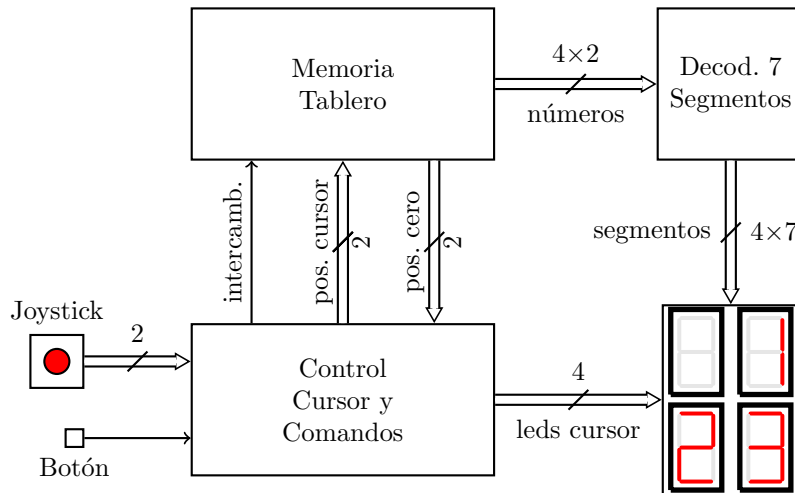
Entrega: Lunes, 29 de octubre de 2018, 23:59 hrs.

Deseamos implementar un puzzle de 2×2 , basado en displays de 7 segmentos, como el mostrado en la figura:



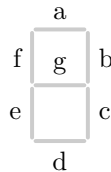
La idea es que un usuario del circuito pueda jugar con él. El juego consiste en mover los números (cero al tres) hasta que queden en el orden mostrado en la figura anterior. Note que el cero está representado como el display apagado. Para poder jugar, el usuario cuenta con un joystick y un botón. El punto (círculo presente en la esquina inferior derecha) de los displays de 7 segmentos hace las veces de cursor. Por lo tanto, en cada instante de tiempo, el punto de solo uno de los displays está prendido, mostrando que el respectivo casillero está seleccionado. Cuando el usuario presiona el botón, el sistema debe verificar si el cero es vecino al cursor y en dicho caso intercambiar de posición el número donde está el cursor por el cero. Si el cero no es vecino (está en diagonal o en la misma posición del cursor), todo debe permanecer igual.

Implementaremos este juego usando diseño modular. Nuestro circuito tendrá la siguiente forma:



P1.- Decodificadores de 7 Segmentos (1,25 puntos)

- a) **Decodificador** (0,75 puntos) Diseñe un decodificador de 7 segmentos que reciba 2 bits y entregue los valores de los 7 segmentos necesarios para mostrar el número representado por la entrada en BCD. En el caso del cero, en vez de mostrar dicho dígito, apagaremos todos los segmentos. Utilice la metodología vista en clases para el diseño de circuitos combinacionales. Como referencia, los segmentos del display son los siguientes:



Implemente el circuito diseñado como un subcircuito de Logisim. Compruebe, conectándolo a un display de prueba, que el display muestra los dígitos deseados para cada una de las combinaciones en los dos bits de entrada.

- b) **Implementación Bloque Decodificación** (0,5 puntos) Implemente el bloque de decodificación como un subcircuito de Logisim. Para ello, utilice 4 decodificadores de los implementados en la parte (a). El bloque debe tener 4 entradas de 2 bits cada una (una para cada display) y 4 salidas de 7 bits cada una (también, una para cada display).

P2.- Control Cursor y Comandos (1,5 puntos)

- a) **Detección vecindad** (0,5 puntos) Diseñe un circuito combinacional que reciba dos posiciones del tablero (cada una en 2 bits) y determine si ellas son o no vecinas. Implemente dicho circuito como un subcircuito en Logisim.
- b) **Control Cursor** (0,5 puntos) Diseñe un circuito secuencial que controle la posición del cursor a partir de la posición del joystick. El circuito debe tener 2 entradas de 4 bits (una para cada eje del joystick) y una salida de dos bits representando la posición del cursor. En cada eje del joystick, debe haber un rango, en torno al medio, dentro del cual el cursor se mantiene en su posición actual. Implemente dicho circuito como un subcircuito en Logisim.
- c) **Diseño Bloque Control** (0,5 puntos) Utilizando los subcircuitos construidos en las partes (a) y (b), diseñe el bloque de Control de Cursor y Comandos. El bloque recibe entradas desde el joystick y el botón. También recibe una entrada de 2 bits, desde la Memoria del Tablero, especificando la posición del cero en el tablero. Cuando es presionado el botón, el bloque debe detectar si el cero es vecino al cursor y en dicho caso, arrojar en la salida de intercambio un 1, para especificarle a la Memoria del Tablero que debe intercambiar ambos números.

P3.- Memoria Tablero (2,25 puntos)

- a) **Intercambiador** (1 punto) Diseñe un circuito combinacional intercambiador que reciba 4 entradas de 2 bits e intercambie las posiciones de dos de ellas, entregando 4 salidas de 2 bits, donde las posiciones de las entradas seleccionadas están intercambiadas. Para especificar cuáles son las entradas intercambiadas, el circuito debe tener 2 entradas adicionales de 2 bits, cada una de las cuales señala el subíndice de una de las entradas a intercambiar. Las dos salidas que no se intercambian pueden tener cualquier valor (*Don't Care*). Implemente este circuito como un subcircuito en Logisim.
Indicación: Puede implementar el intercambiador utilizando multiplexores para seleccionar las entradas y demultiplexores para seleccionar las salidas. En este caso, las salidas que no importan pueden quedar en cero.
- b) **Registros** (0,25 puntos) Diseñe e implemente en Logisim un banco de registros donde se almacenen los valores de cada posición del tablero. Estos valores los puede inicializar manualmente usando la herramienta para cambiar valores en Logisim.
- c) **Selector** (0,25 puntos) El circuito debe ser capaz de seleccionar cuáles registros cambiarán en cada movimiento. Para ello, implemente un subcircuito selector en Logisim. El selector debe recibir 2 entradas de 2 bits y entregar 4 salidas de 1 bit. Las 2 salidas de un bit correspondientes a los índices indicados por las entradas deben ser igual a 1 y las otras 2 a cero. La forma obvia de implementar el selector es con 2 decodificadores en paralelo (uno por cada entrada).

- d) **Diseño Bloque Memoria Tablero** (0,75 puntos) Utilizando los subcircuitos construidos en las partes (a), (b) y (c), diseñe el bloque de Memoria de Tablero. El circuito debe calcular internamente la posición del cero, para lo cual debe usar las salidas de los registros. Esta posición debe ser arrojada en una salida de 2 bits. Además, el circuito debe entregar, en 4 salidas de 2 bit, el número que hay en cada uno de los 4 casilleros. Finalmente, el circuito debe tener la capacidad de intercambiar de posición el número seleccionado por el cursor con el cero, cuando la entrada de 1 bit que indica intercambio se activa. La posición del cursor llega a través de una entrada de 2 bits. Para efectuar el intercambio, utilice el circuito intercambiador para realimentar los registros y el selector para permitir que solo se escriban los registros que se van a intercambiar. Note que la entrada *Chip Enable* (en en Logisim) de un registro, permite seleccionar cuándo se puede escribir y cuándo no.

P4.- Circuito Principal (1 punto)

- a) **Entrada / Salida** (0,25 puntos) Agregue al circuito principal los elementos de entrada y salida necesarios para la interfaz con el usuario. Ellos deberían ser al menos: 1 joystick, 1 botón y 4 displays de 7 segmentos. Podría, dependiendo del diseño de los bloques anteriores, requerir uno más relojes.
- b) **Circuito Principal** (0,75 puntos) Agregue al circuito principal cada uno de los bloques implementados en las preguntas anteriores. Conéctelos entre ellos y con los elementos de entrada y salida. Pruebe en simulación el correcto funcionamiento del juego. Para ello, inicialice con la herramienta de cambio de valor de Logisim los números del tablero en los registros y vea si es posible jugar con el joystick y el botón y si los displays muestran lo esperado (incluyendo el cursor).

Entregue en u-cursos:

- Un documento en pdf que contenga:
 - Una explicación del diseño del circuito. Agregue todas las tablas, mapas de Karnaugh, etc. utilizados para el diseño de circuitos combinacionales y secuenciales de los distintos subcircuitos. Para los circuitos diseñados de forma modular, explique claramente el diseño implementado.
 - Una impresión de pantalla de las hojas de Logisim de cada circuito y subcircuito implementado.
- El archivo Logisim con el circuito implementado.

Descuentos: Una décima por hora, un punto por día de atraso.