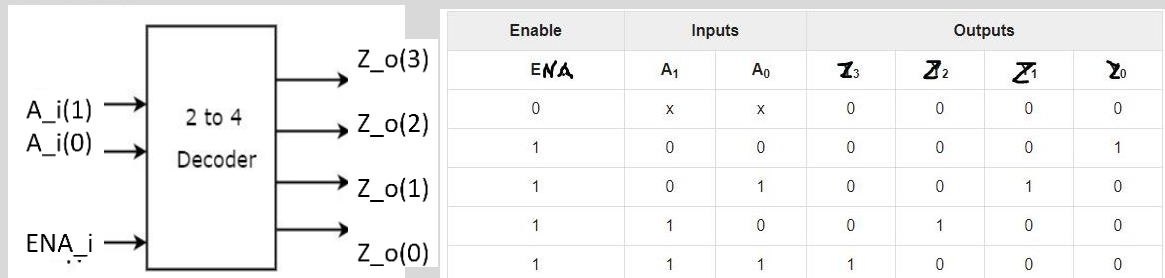


1) Diseña un decodificador de **N bits** (genérico) con entrada de control *Enable*. Como valor por defecto para el parámetro usa 4. **(1 punto)**.

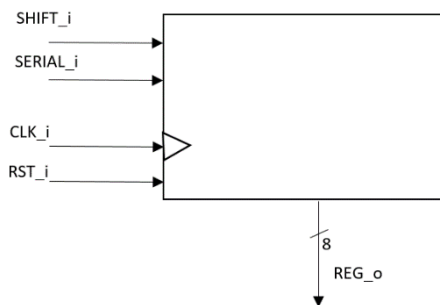
- Crea un *testbench* para comprobar que funciona. **(1 punto)**. Recorta la imagen obtenida tras la simulación.

Recuerda el funcionamiento de un decodificador de 2 bits a 4 con línea de control Enable.



2) Diseña un registro de desplazamiento de 4 bits conversor serie a paralelo. El circuito tiene las entradas que, a continuación se citan y que pueden verse en la figura: **(1,5 puntos)**.

- ✓ Señal de reloj (CLK\_i)
- ✓ Reset asíncrono activo a nivel alto (RST\_i)
- ✓ Entrada serie de datos (SERIAL\_i)
- ✓ Control de desplazamiento hacia la **derecha** (SHIFT\_i)
- ✓ Salida paralela de datos de 4 bits (REG\_o).



El circuito funciona de la siguiente manera:

Mientras “RST\_i” vale ‘0’ y “SHIFT\_i” vale ‘1’, en cada flanco de subida de la señal de reloj se desplaza el contenido del registro un bit a la derecha, cargándose en el bit más significativo del registro el valor de “SERIAL\_i”. En todo momento, la salida “REG\_o” muestra el contenido actual.

El diseño del registro en VHDL debe realizarse describiendo el comportamiento del circuito mediante un único bloque *process*.

- Para comprobar que funciona crea un fichero de restricciones para Nexys4-DDR. Utiliza 4 diodos LED para mostrar el contenido del registro (salida “REG\_o”), un interruptor para introducir el bit serie de entrada (“SERIAL\_i”), un pulsador para el control del desplazamiento a la derecha (“SHIFT\_i”), y otro pulsador para “RST\_i”. Si es necesario

agrega al diseño algún elemento ya diseñado para conseguir que al apretar el pulsador (SHIFT\_i) su respuesta sea solo un pulso de un ciclo de reloj de duración **(1,5 puntos)**

3) Diseña un circuito secuencial que funcione de la siguiente manera **(1,5 puntos)**:

Al apretar uno de los cuatro pulsadores (up, down, right, left) un único display de 7 segmentos debe mostrar un valor decimal equivalente.

Up → '1'  
Right → '2'

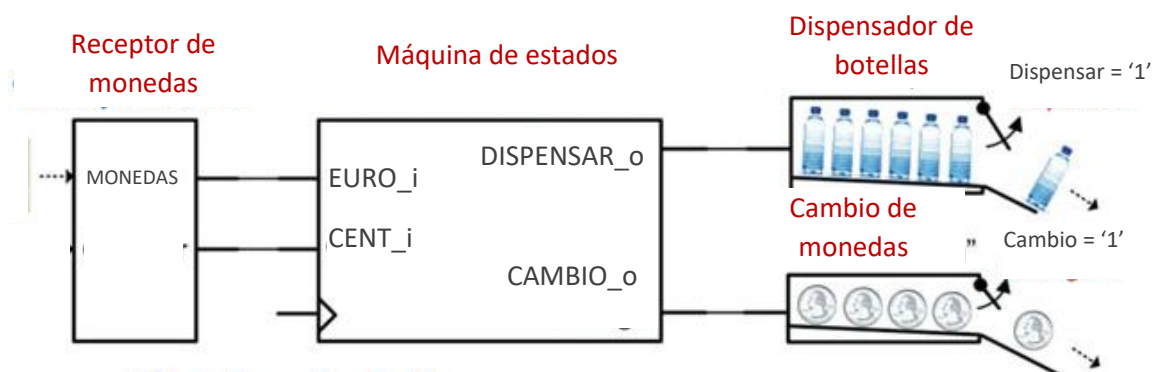
Down → '3'  
Left → '4'

- El valor debe mostrarse hasta que un nuevo pulsador sea apretado.
- Inicialmente, mientras que no se apriete ningún pulsador, el display mostrará el valor '0'.
- Utiliza los módulos prediseñados que consideres oportunos.
- Implementa el diseño en la tarjeta Nexys4-DDR **(1,5 puntos)**.

4) Diseña e implementa en Nexys4-DDR la FSM (mediante máquina de Moore) de una máquina de venta de bebidas. La máquina vende solo botellas de agua a 60 céntimos de euro. Es posible pagar, bien con una moneda de 1 euro, o bien con 3 monedas de 20 céntimos. **(2 puntos)**

Consideraciones:

- Las monedas se introducen por una única ranura. Un receptor de monedas detecta cuando se ha introducido alguna moneda e indica a la FSM si ha llegado 1 euro o 1 moneda de 20 céntimos mediante las señales lógicas "EURO" y "CENT" (manda '1' lógico cuando llega una u otra).
- El sistema dispensador de botellas libera una cuando se han introducido 60 céntimos o más. Esto se lo indica la FSM mediante una señal lógica llamada "DISPENSAR" (toma valor lógico '1').
- Si se introduce 1 euro, la máquina devolverá el cambio, también si se introduce 1 euro tras haber introducido ya alguna moneda de 20 céntimos. Esto se lo indica la FSM mediante una señal lógica llamada "CAMBIO" (toma valor lógico '1').
  - La FSM solo debe indicar si hay que devolver cambio (CAMBIO\_o='1') pero no tiene que indicar la cantidad a devolver.



- Crea un *testbench* para visualizar el correcto funcionamiento de la FSM, deben probarse diferentes situaciones y se comprobará que las transiciones son correctas y las salidas las adecuadas a cada estado. **(1 punto)**.
  - Aplica valores de estímulos a las entradas por 10ns
  - Entre bloques de diferentes situaciones incluye una espera de 40 ns
- Crea un fichero de restricciones para comprobar el diseño en la tarjeta Nexys4-DDR. Emula la introducción de cada tipo de moneda con sendos **pulsadores**, y la activación del dispensador de botellas y del cambio con dos diodos **LED**. **(2 puntos)**
  - Modifica la FSM para añadir un **TIMER de 1 segundo** para los estados donde se dispensa y se activa el cambio. De ese modo, se podrá visualizar correctamente el funcionamiento en los LED de la placa.
  - Reutiliza cualquier diseño que ya tengas realizado si lo crees necesario.