*GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL*

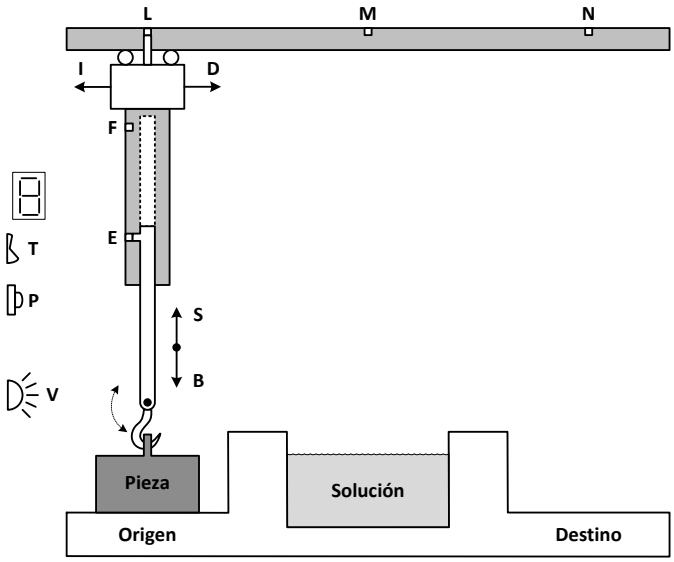
**SISTEMAS DIGITALES II**

Examen de Junio (15/06/2022)

APELLIDOS: _____

NOMBRE: _____ DNI Nº: _____

**1. (4 puntos).** En el proceso industrial de la figura, algunas piezas deben ser sometidas a un tratamiento especial introduciéndolas en una solución química.




Para ello se han instalado los siguientes elementos:

- Un interruptor **T**, cuya puesta a uno por parte de un operario indica al sistema de control que la pieza debe ser sumergida en la solución.
- Un pulsador **P** que debe ser accionado por el operario, para que el proceso continúe, después de enganchar la pieza en la posición de origen y de desengancharla en la de destino.
- Una señal luminosa de color verde **V,** que cuando se encuentra activada indica al operario que puede manipular el gancho con seguridad para enganchar y desenganchar la pieza.
- Tres sensores **L**, **M**, y **N**, que se activan cuando el carro de la grúa está ubicado debajo de los mismos.
- Dos sensores **E** y **F**, que detectan cuando el gancho de la grúa se encuentra en sus posiciones más baja y más alta, respectivamente.
- Un sistema de tracción que desplaza el carro a la izquierda y a la derecha al activar las señales **I** y **D**, respectivamente.
- Un cilindro que hace subir y bajar el gancho al activar las señales **S** y **B**, respectivamente.
- Un visualizador de 7 segmentos que indicará la fase en la que se encuentra el sistema:
  - 'P' cuando está parado en la posición inicial.
  - 'b' cuando una pieza está realizando el tratamiento con la solución (durante el tiempo en que el sistema está en la vertical del baño químico).
  - 'd' cuando está parado en el destino.
  - 'U' cuando está volviendo a la posición inicial.

El funcionamiento del sistema debe ser el siguiente:

- Una vez que el operario ha colocado el interruptor T en la posición adecuada, según se deba aplicar el tratamiento químico a la pieza o no, éste procede al enganche manual de la misma y a continuación activa el pulsador P.
- Cuando esto suceda, la pieza debe subir, y en su recorrido hasta la posición de destino debe sumergirse en la solución si así se ha indicado previamente mediante el interruptor T.
- Al llegar la pieza a la posición de destino, el operario la desenganchará manualmente y una vez hecho esto pulsará de nuevo P, con lo que la grúa retornará a la posición indicada en la figura, donde permanecerá hasta el comienzo de un nuevo ciclo para tratar la pieza siguiente.
- La luz verde se activará cuando el sistema se encuentra listo para enganchar o desenganchar una

pieza. El resto del tiempo permanecerá apagada.

Realizar el sistema de control del proceso. Se pide:

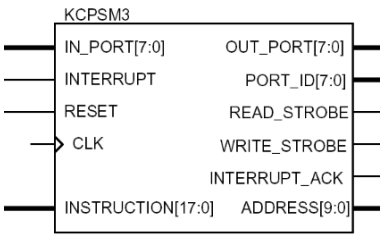
a) Diagrama ASM de funcionamiento del sistema de control *(2,5 puntos).*
b) Módulo VHDL que represente el diagrama ASM diseñado *(1,5 puntos).*

**2. (3,5 puntos)** Resolver el problema anterior mediante un microcontrolador *picoBlaze*. Se pide:

a) Diagrama hardware del sistema de control diseñado con un microcontrolador picoBlaze, detallando **bien** las conexiones y las entradas y salidas, así como la memoria de programa. *(1 punto).*

b) Programa en ensamblador comentado para el picoBlaze *(2,5 puntos).*

| Instrucción | | | | Comentario |
|---|---|---|---|---|
| ADD sX, sY | ADD sX, kk | ADDC sX, sY | ADDC sX, kk | Operaciones sin y con acarreo (finalizadas en C) |
| SUB sX, sY | SUB sX, kk | SUBC sX, sY | SUBC sX, kk | |
| SL0 sX | SL1 sX | SLX sX | SLA sX | Desplazamientos introduciendo un 0, 1, el último elemento y el bit de acarreo |
| SR0 sX | SR1 sX | SRX sX | SRA sX | |
| RL sX | RR sX | | | Rotación |
| AND sX, sY | AND sX, kk | | | Instrucciones lógicas |
| OR sX, sY | OR sX, kk | | | |
| XOR sX, sY | XOR sX, kk | | | |
| COMP sX, sY | COMP sX, kk | | | Instrucciones de verificación |
| TEST sX, sY | TEST sX, kk | | | |
| LOAD sX, sY | LOAD sX, kk | | | Movimiento de registros |
| IN sX, (sY) | IN sX, kk | | | Operaciones con puertos |
| OUT sX, (sY) | OUT sX, kk | | | |
| FETCH sX, (sY) | FETCH sX, kk | | | Operaciones con memoria |
| STORE sX, (sY) | STORE sX, kk | | | |
| JUMP etiq | JUMP (N)Z, etiq | JUMP (N)C, etiq | | Instrucciones de saltos |
| CALL etiq | CALL (N)Z, etiq | CALL (N)C, etiq | | |
| RET | RETI | | | |
| EINT | | | | Habilitación Y deshabilitación de interrupciones |
| DINT | | | | |




**3. (2,5 puntos)** Una CPU cuenta con un bus de datos de 16 bits y un bus de direcciones de 20 bits. Se quiere dotar a esa CPU de una memoria con las siguientes características:

- 256 K posiciones de memoria ROM.
- 512 K posiciones de memoria RAM.
- Módulo de E/S con las siguientes características: ocupa 16 posiciones de memoria, línea CS activa a nivel alto.

Se desea que la RAM ocupe las posiciones más bajas del mapa de memoria, y justo antes debe situarse la ROM. El módulo de E/S debe ir justo antes de la ROM. Diseñar la memoria con el menor número de circuitos integrados (CI) posible, sabiendo que disponemos de los CI de la siguiente tabla:

| **Memorias ROM disponibles (línea CS activa a nivel alto)** | **Memorias RAM disponibles (línea CS activa a nivel bajo)** |
|---|---|
| 64K x 8 | 128K x 1 |
| 128K x1 | 256K x 8 |
| 128K x 8 | 16K x 4 |

Se pide:

*a)* Calcular los módulos de memoria que serían necesarios usando los distintos circuitos disponibles, diseñar el mapa de memoria y dibujarlo. *(0,5 puntos)*
b) Crear una tabla donde se observen las direcciones inicial y final de cada bloque, tanto en binario como en hexadecimal. Determinar en esta tabla cómo se decodificará el mapa de memoria. *(0,5 puntos)*
*c)* Dibujar el diagrama lógico completo del sistema. *(1 punto)*
*d)* Escribir un módulo VHDL que sustituya el circuito de decodificación del mapa (para realizarlo mediante una FPGA). *(0,5 puntos)*