



PRIMERA PARTE (60 min)

Problema 1.1 (1,5 puntos)

Las cuatro líneas de entrada de un circuito combinacional corresponden a un número natural codificado en binario natural. Diseñe un circuito que sirva para detectar cuándo un número es cero o una potencia de dos.

Las entradas del circuito se denominan A_3 , A_2 , A_1 y A_0 , siendo A_3 el bit de mayor peso. La salida se denomina Z .

(Nota: Recuerde que cualquier número elevado a cero es 1.)

Se pide

- Escriba la tabla de verdad de la función
- Obtenga la expresión más simplificada posible de la función como suma de productos.
- Implemente la función utilizando sólo puertas NAND.
- Implemente el circuito con un multiplexor 8:1
- Implemente el circuito con un decodificador 3:8

Cuestión 1.2 (1 punto)

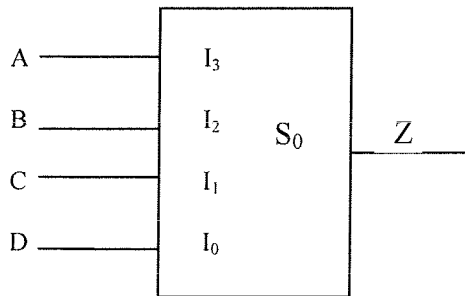
Dados los siguientes números expresados en decimal $A=217$, $B=-221$, responda a las siguientes preguntas:

- Expresa el número A en binario natural, hexadecimal y octal. En todos los casos utilice el menor número posible de dígitos
- Expresa los números A y B en complemento a 2, con el menor número de bits posible. Razone la elección del número de bits.
- Realice la operación $A-B$ en complemento a dos.
- Expresa los números $2 \cdot A$ y $4 \cdot A$ en binario natural. Infiera una regla para multiplicar en binario por potencias de dos.

Problema Junio, Primera Parte: Combinacional, simplificar, multiplexores, decodificadores

Las cuatro líneas de entrada de un circuito combinacional corresponden a un número natural codificado en binario natural.

Diseñe un circuito en dos niveles que sirva para detectar cuándo un número es una potencia de dos y cero. Dibujelo



Nota: Recuerda que cualquier número elevado a cero $x^0=1$

Es un circuito con 4 señales de entrada, A, B, C y D una salida Z. La función de salida debe detectar la llegada de un número potencia de 2. Las potencias de dos son : $2^0=1$, $2^1=2$, $2^2=4$, $2^3=8$ y cero. Cuando en la entrada se detecte alguno de estos números, la salida tomará el valor 1.

1) Escriba la tabla de verdad de función

(03)

A	B	C	D	F
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

El mapa de Karnaugh de esta función es el siguiente:

AB/CD	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	1	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	0	0	0

b) Obtenga la expresión más simplificada posible de la función como suma de productos

La función que se obtiene es:

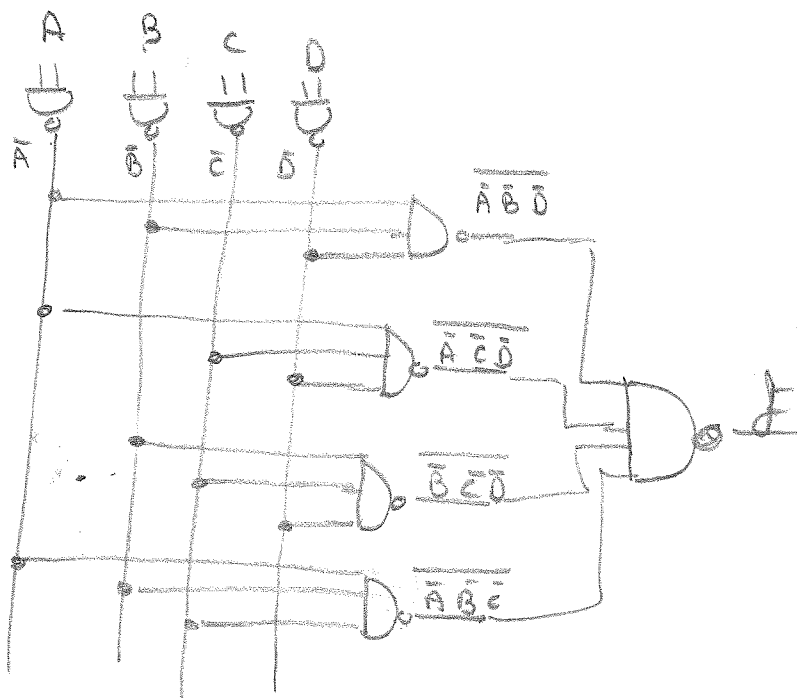
$$Z = A'B'D' + A'C'D' + B'C'D' + A'B'C'$$

(0' 15)

Implemente la función utilizando sólo puertas NAND

$$Z = \overline{A} \overline{B} \overline{D} + \overline{A} \overline{C} \overline{D} + \overline{B} \overline{C} \overline{D} + \overline{A} \overline{B} \overline{C}$$

$$Z = \overline{\overline{\overline{A} \overline{B} \overline{D}} \cdot \overline{\overline{\overline{A} \overline{C} \overline{D}}} \cdot \overline{\overline{\overline{B} \overline{C} \overline{D}}} \cdot \overline{\overline{\overline{A} \overline{B} \overline{C}}}}$$



(0' 15)

d) Implemente el circuito con un multiplexador 8:1

(0' 3)

A	B	C	D	F	
0	0	0	0	1	I ₀
0	0	0	1	1	
0	0	1	0	1	I ₁
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	I ₂
0	1	0	1	0	
0	1	1	0	0	I ₃
0	1	1	1	0	
1	0	0	0	1	I ₄
1	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	I ₅
1	0	1	1	0	
1	1	0	0	0	I ₆
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	0	I ₇
1	1	1	1	0	

I₀=

Para D='0'=> F='1'

Para D='1'=> F='1'

F=1

I₁= I₂= I₄:

Para D='0'=> F='1'

Para D='1'=> F='0'

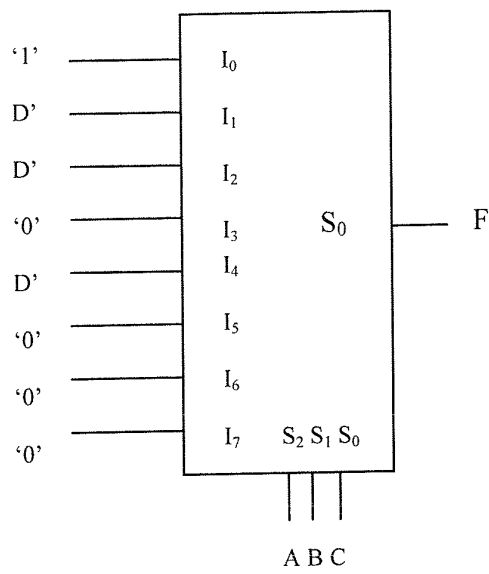
F=D'

I₃= I₅= I₆= I₇:

Para D='0'=> F='0'

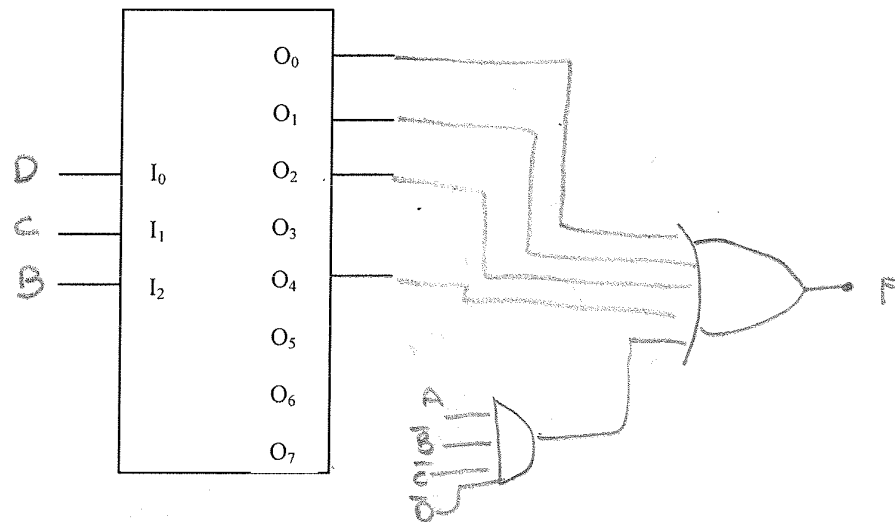
Para D='1'=> F='0'

F='0'



E) Implemente el circuito con un decodificador 3:8

(0'31)



QUESTION 1.2 Sobre
4 pts

Sobre
4 ptes

$$A = 217$$

a)
1 pto

$$\begin{array}{r} 2 \ 17 \ \underline{12} \\ 1 \quad 108 \\ \quad 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} \underline{12} \\ 54 \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} \underline{12} \\ 27 \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \underline{12} \\ 13 \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \underline{12} \\ 6 \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} \underline{12} \\ 3 \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \underline{12} \\ 1 \end{array}$$

$$217_{10} = 11011001_2$$

$$21716 = \overbrace{\quad}^p \overbrace{\quad}^q$$

$$217_8 = 331_{10}$$

b) $A = 217_{10} \nrightarrow$ n: positivo.

1ph

$$A_{C2} = \begin{matrix} & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

↑
es necesario añadir un bit más para indicar el signo.

$$B = -221;$$

$$221_{10} \rightarrow ?_2 \Rightarrow$$

$$221_{10} = 1101\ 1101$$

$$\begin{array}{r} 22 \overline{) 2} \\ 1 \overline{) 110} \overline{) 2} \\ 0 \overline{) 55} \overline{) 2} \\ 1 \overline{) 27} \overline{) 2} \\ 13 \overline{) 2} \overline{) 2} \\ 6 \overline{) 2} \overline{) 2} \\ 3 \overline{) 2} \overline{) 2} \\ 1 \overline{) 2} \overline{) 2} \end{array}$$

Añadimos un bit por la izda, se hace el Car y se suma 1:

$$\begin{array}{r}
 011011101 \\
 \text{Car} \downarrow \\
 100100010 \\
 +1 \downarrow \quad \quad \quad 1 \\
 \hline
 100100011
 \end{array}$$

$$B_{\text{Car}} = 100100011$$

En ambos casos ha sido necesario utilizar 9 bits, si representamos A y $|B|$ con 8 bits, el MSB es 1, por lo q. indicaría erróneamente números negativos en Car .

c) $A - B = A_{\text{Car}} + (-B)_{\text{Car}} \quad // \quad A+B \text{ se considera correcto}$
 1pto

$$-B = (B_{\text{Car}})_{\text{Car}} \rightarrow$$

$$\begin{array}{r}
 100100011 \\
 \text{Car} \downarrow \\
 011011100 \\
 +1 \downarrow \quad \quad \quad 1 \\
 \hline
 011011101
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 A - B \Rightarrow \\
 011011001 \\
 011011101 \\
 \hline
 110110110
 \end{array}$$

$\rightarrow (*)$ Existe overflow si representamos los n en Car con 9 bits

D) 1pto

$$\begin{array}{l}
 2 \cdot A = 110110010 \\
 4 \cdot A = 1101100100 \\
 2^N \cdot A = 11011001 \underbrace{0 \dots 0}_N
 \end{array}$$

Para multiplicar por potencias de 2 se añaden tantos 0 a la derecha como indique el exponente



SEGUNDA PARTE (60 min)

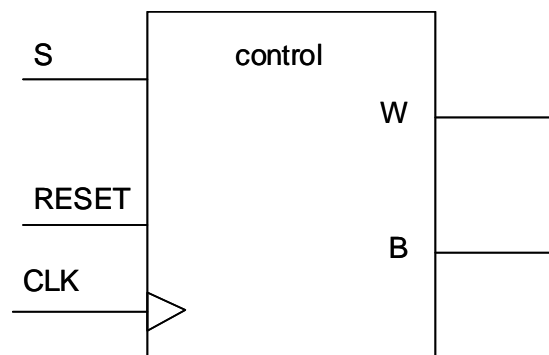
Problema 2.1 (2 puntos)

Se quiere diseñar un circuito para controlar el funcionamiento del módulo de red inalámbrica de un ordenador portátil que dispone de conexión wifi y bluetooth.

El circuito dispone de entradas de reset (R), reloj (CLK) y de una entrada de selección (S) que sirve para controlar la conexión que se quiere activar (WiFi, Bluetooth, ambas, o ninguna)

El circuito tiene dos salidas: W (WiFi), B (Bluetooth) que se ponen a '1' cuando la conexión correspondiente se encuentra activada.

Todas las entradas y salidas del circuito son activas a nivel alto.



Para cambiar el tipo de conexión se dispone de un botón que proporciona un pulso de nivel alto de duración un ciclo de reloj conectado a la entrada S.

El funcionamiento del circuito es el siguiente:

Cuando se activa la entrada de reset (R), se desactivan todas las conexiones. El tipo de conexión se selecciona pulsando el botón (S) las veces que sea necesario de forma consecutiva para cambiar de estado. La primera vez que se pulsa el botón de selección tras el reset, se activa únicamente el WiFi. Si se pulsa otra vez se activa únicamente el Bluetooth. Si el botón de selección se pulsa nuevamente, se activan el WiFi y el Bluetooth. Si se vuelve a pulsar otra vez el botón se desactivan ambas conexiones, repitiéndose el la selección de forma cíclica, es decir, si se pulsa nuevamente el botón se activa únicamente el WiFi, y así sucesivamente.

Se pide, justificando de forma razonada todas las respuestas:

- Diagrama de estados de Moore del circuito secuencial de control. Indique el estado inicial o de reset.
- Asignación de estados y número de biestables T necesarios para implementar el circuito.
- Tabla de transiciones.
- Ecuaciones de estado y salidas simplificadas.
- Dibuje el esquema del circuito. No olvide las señales de reloj y reset.



Nombre: _____

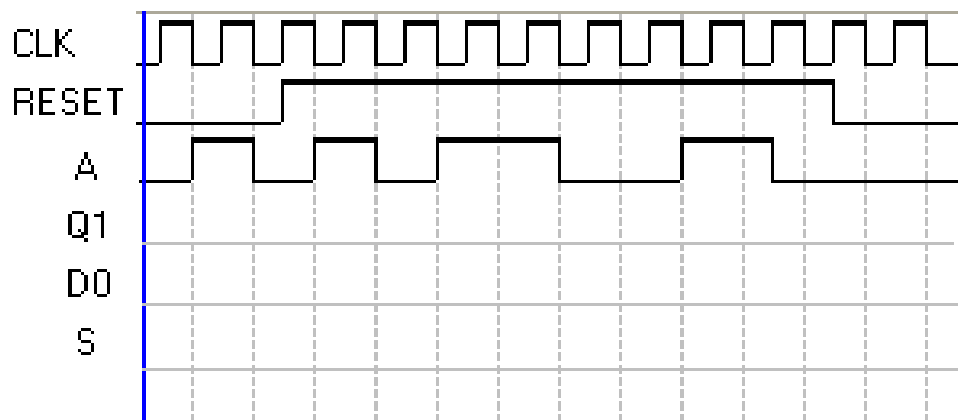
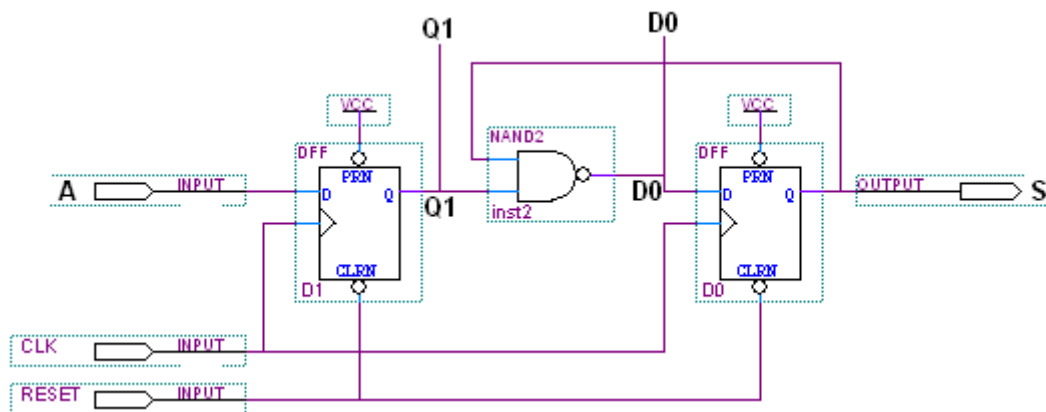
Grupo: _____

Apellidos: _____

Cuestión 2.2 (0,75 puntos)

Dado el siguiente circuito

- Indique las ecuaciones de estado y de salida
- Realice el cronograma de la figura:



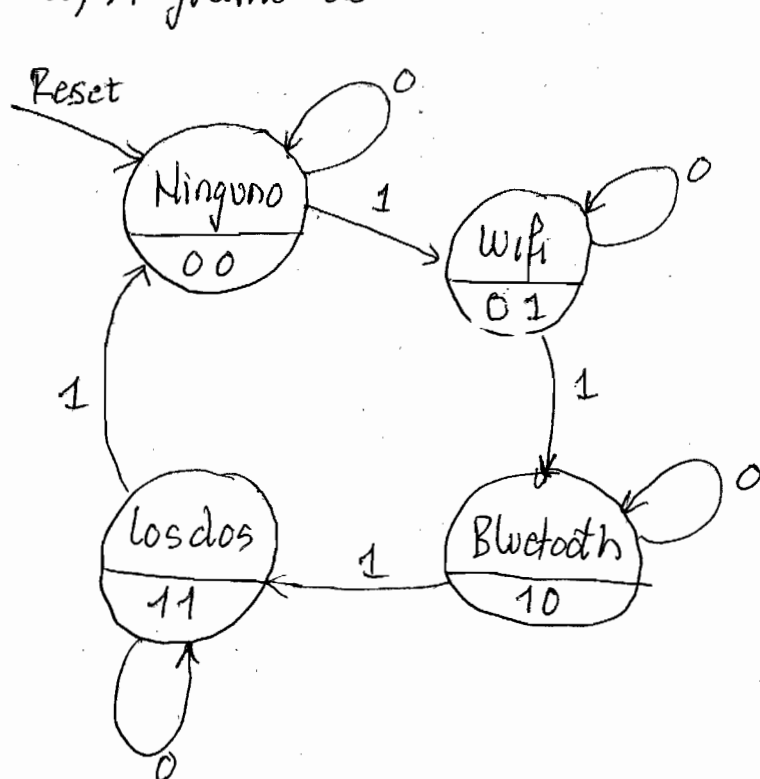
Cuestión 2.3 (0,75 puntos)

Se quiere implementar un detector de la secuencia 1010 con un circuito digital síncrono basado en un registro de desplazamiento con entrada serie A. Por la entrada serie A se irán cargando uno a uno cada uno de los bits de la secuencia. El circuito tendrá una salida S, tal que para $S = 1$ indicará que hemos detectado la secuencia.

Se pide:

- Indique cuantos biestables son necesarios y de qué tipo.
- Dibuje el esquema usando los biestables y las puertas lógicas necesarios. Dibuje las líneas correspondientes a la señales de reloj y reset, suponiendo que los biestables deben inicializarse a '1' cuando se activa el reset.
- Indique razonadamente si el circuito implementado responde a un modelo de Moore o de Mealy.

a) Diagrama de estados



$W \equiv \text{Wifi activo}$
 $B \equiv \text{Bluetooth activo}$

b) Codificación de los estados y número de biestables

4 estados \Rightarrow 2 biestables tipo T ($2^2=4$)

Ninguno	0 0
Wifi	0 1
Bluetooth	1 0
los dos	1 1

c) Tablas de transición

Q_0	Q_1	S	Q'_0	Q'_1	T_0	T_1	B	W
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1	1

d) Ecuaciones de estado y salidas simplificadas

T_0 $Q_1 S$

Q_0	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0

$T_0 = Q_1 \cdot S$

T_1 $Q_1 S$

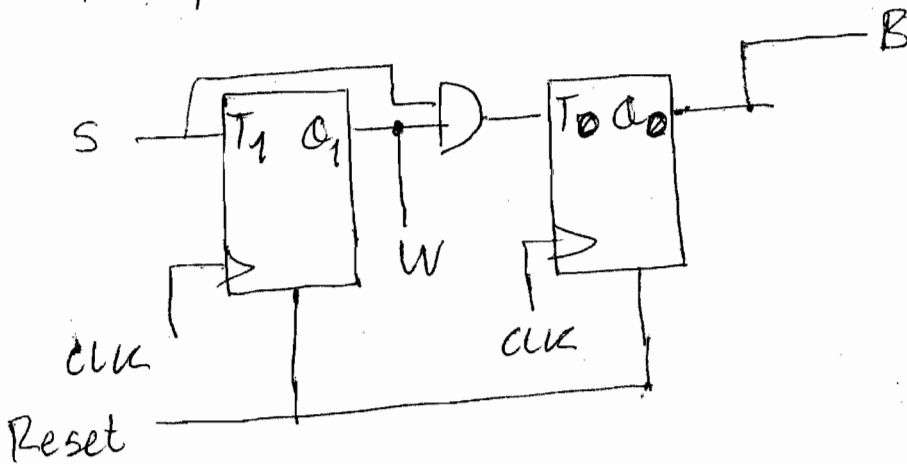
Q_0	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

$T_1 = S$

$B = Q_0$

$W = Q_1$

e) Esquema del circuito



Cuestión 2.2

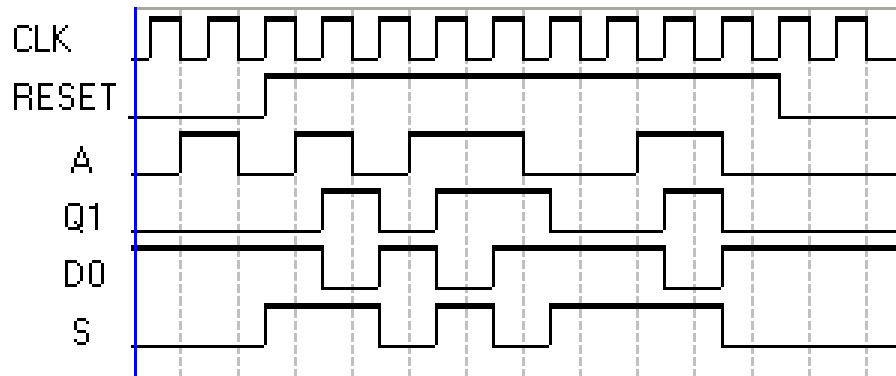
a) Funciones de estado:

$$D_0 = \overline{Q_1} \cdot Q_0$$
$$D_1 = A$$

Funciones de salida:

$$S = Q_0$$

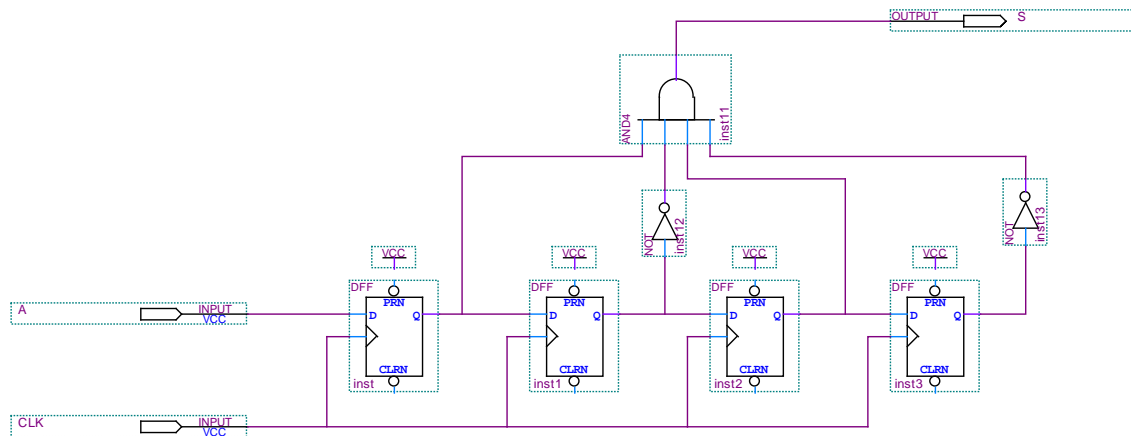
b) Cronograma



Cuestión 2.3

a) Si se hace un circuito de tipo Moore, son necesarios 4 biestables de tipo D. Si se hace de tipo Mealy son necesarios 3 biestables de tipo D.

b) El esquema para un circuito de Moore:



c) El esquema del apartado b es de tipo Moore, ya que la salida S es función únicamente del estado (las salidas Q de los biestables) y no depende de la entrada.



Nombre: _____ Grupo: _____

Apellidos: _____

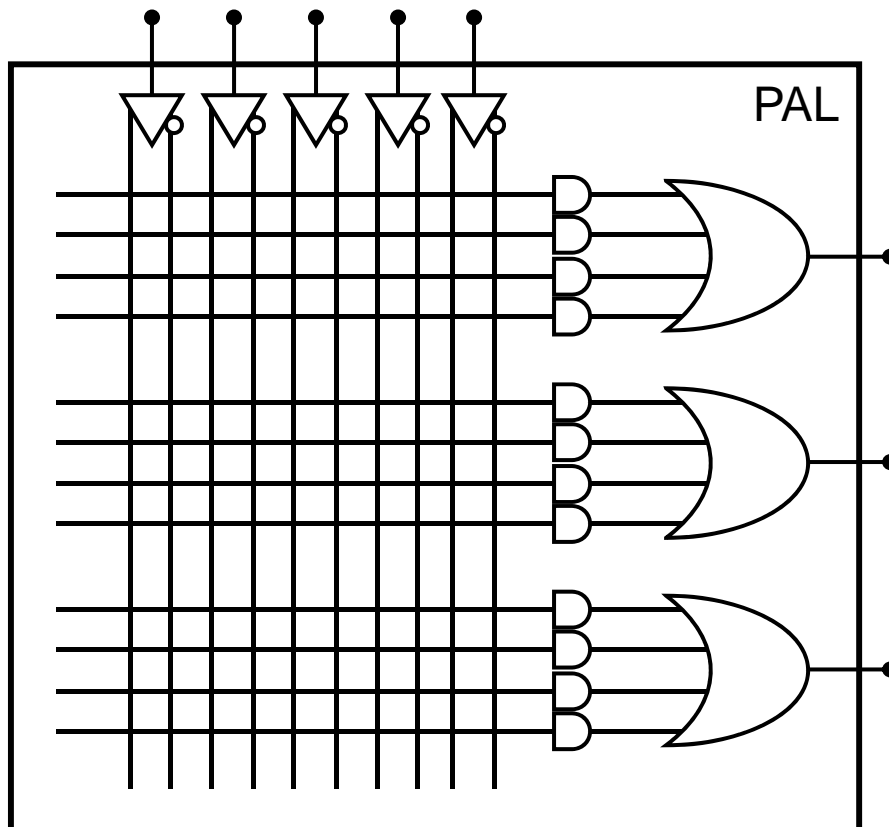
TERCERA PARTE (60 min)

Cuestión 3.1 (0,75 puntos)

Mediante la PAL de la figura, implemente las funciones lógicas siguientes:

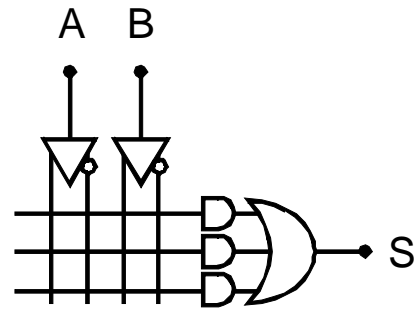
$$F_1(a, b, c, d) = \sum(0, 5, 10, 15)$$

$$F_2(a, b, c) = a \oplus b \oplus c$$



Cuestión 3.2 (1 punto)

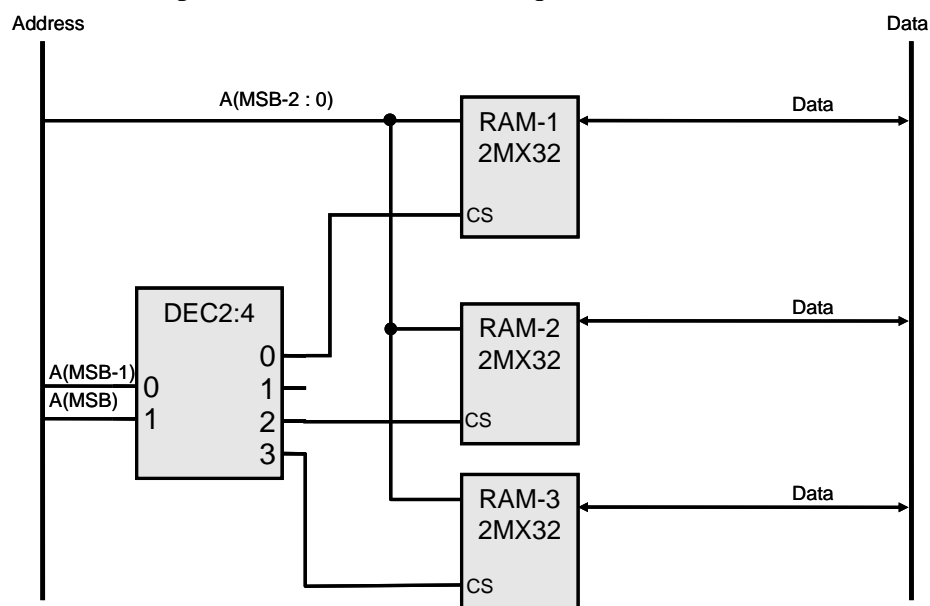
- a) Explique la diferencia entre memoria no volátil, volátil y dinámica. Indique de cuáles de los tres tipos pueden ser las memorias ROM y RAM.
- b) ¿Cuántos bits, bytes y palabras de 16 bits se pueden almacenar en una memoria ROM de 16Mx16? No es necesario calcular el número exacto, simplemente indique las operaciones a realizar.
- c) Los diagramas que se usan normalmente para representar los circuitos programables son abreviados, en el sentido de que se dibujan menos cables de los que realmente hay. Dibuje el esquema completo con todos sus cables y posibles conexiones de la siguiente PAL. Indique con puntos gruesos las posibles conexiones.
- d) Describa brevemente en qué consisten los circuitos de ruta de datos y unidad de control de un circuito digital (puede usar un microprocesador como ejemplo). Indique qué componentes suelen formar cada parte.



Cuestión 3.3 (0,75 puntos)

En la asociación de memorias de la figura, las entradas al decodificador corresponden a los bits más significativos del bus de direcciones (MSB y MSB-1). Se pide:

- Determinar el ancho de los buses de direcciones y datos.
- Determinar el rango de direcciones del sistema (en hexadecimal) que no tienen memoria asociada.
- Si se da la dirección 56789AH, ¿a cuál de las tres memorias se accede y en qué posición relativa a esa memoria (en hexadecimal)?
- ¿Qué dirección de memoria del sistema (en hexadecimal) debe utilizarse para acceder a la posición 000ABCH del bloque RAM-3?





Nombre: _____ Grupo: _____

Apellidos: _____

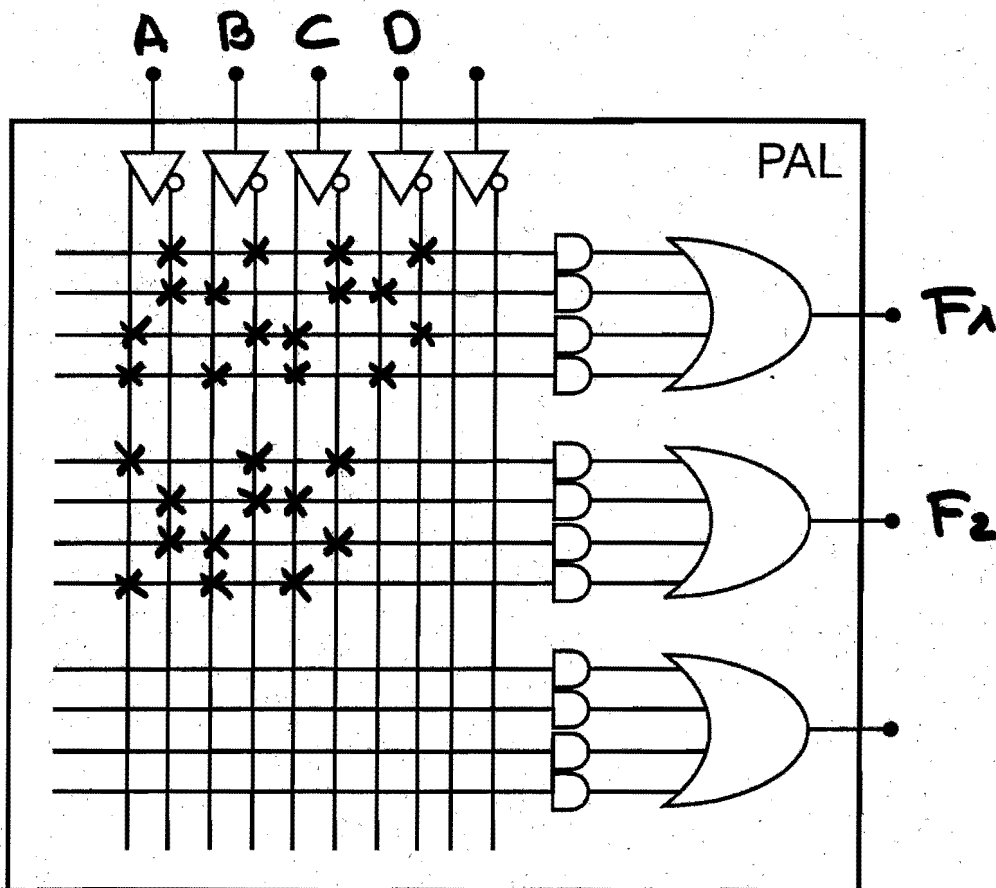
TERCERA PARTE (60 min)

Cuestión 3.1 (0,75 puntos)

Mediante la PAL de la figura, implemente las funciones lógicas siguientes:

$$F_1(a, b, c, d) = \sum(0, 5, 10, 15) = \bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + a\bar{b}c\bar{d} + abcd$$

$$F_2(a, b, c) = a \oplus b \oplus c = a\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}\bar{b}c + abc$$



Cuestión 3.2

- a) La memoria volátil pierde su contenido al apagarse la alimentación. La memoria no volátil conserva su contenido al apagar la alimentación. La memoria dinámica es volátil, pero además pierde su contenido al pasar cierto tiempo, aunque haya alimentación. Por eso es necesario refrescar el contenido periódicamente.

La memoria ROM es no volátil y la memoria RAM es volátil, y puede ser dinámica.

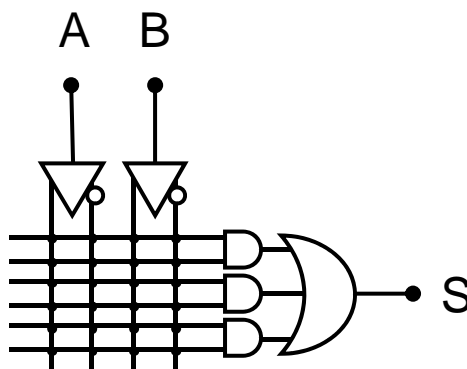
- b) Una memoria de 16Mx16 almacena $16 \cdot 2^{20}$ palabras de 16 bits cada una.

Palabras de 16 bits: $16 \cdot 2^{20} = 2^{24}$

Bytes: $16 \cdot 2^{20} \cdot 2 = 2^{25}$

Bits: $16 \cdot 2^{20} \cdot 16 = 2^{28}$

- c) Es una función de dos entradas, por tanto las puertas AND deben tener dos entradas.



- d) La ruta de datos de un circuito digital es donde se almacenan, transmiten y procesan los datos y resultados del circuito. Suele estar compuesta por buses, registros, multiplexores, circuitos aritméticos y lógicos (ALU), etc.

La unidad de control de un circuito digital se encarga de controlar la secuencia de operaciones que se realizan en la ruta de datos. Suele estar formada por máquinas de estados, contadores, decodificadores, etc.

Cuestión 3.3

- a) Bus de direcciones: 23 bits; bus de datos: 32 bits
- b) 200000H a 3FFFFFFH
- c) RAM-2 en la posición 16789AH
- d) 600ABCH