

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

Este enunciado también corresponde a las siguientes asignaturas:

- 81.518 - Fundamentos de computadores

Ficha técnica del examen

- No es necesario que escribas tu nombre. Una vez resuelta la prueba final, solo se aceptan documentos en formato .doc, .docx (Word) y .pdf.
 - Comprueba que el código y el nombre de la asignatura corresponden a la asignatura de la que te has matriculado.
 - Tiempo total: **2 horas** Valor de cada pregunta: **P1:20%; P2:35%; P3:35%; P4:10%**
 - ¿Puede consultarse algún material durante el examen? **No** ¿Qué materiales están permitidos? **Ninguno.**
 - ¿Puede utilizarse calculadora? **No** ¿De qué tipo? **De ningún tipo.**
 - Si hay preguntas tipo test, ¿descuentan las respuestas erróneas? **No** ¿Cuánto?
 - Indicaciones específicas para la realización de este examen: **Razonad todas las respuestas. Las respuestas sin justificar no serán puntuadas.**
-

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30


Ejemplos de soluciones

PROBLEMA 1 [20%]

- a) [5%] Dados los números en las bases indicadas $A = -93_{(10)}$ y $B = -115_{(8)}$. ¿Cómo se representan los números A y B en binario con 8 bits usando la representación de Complemento a 2?

Para pasar $-93_{(10)}$ a complemento a 2 (Ca2) partiremos primero de representar el $93_{(10)}$ aplicando el método de la división entera por 2 a la mantisa (7 primeros bits):

$93_{(10)}$:

$$\begin{array}{rcl}
 93 & = & 46 \cdot 2 + 1 \\
 46 & = & 23 \cdot 2 + 0 \\
 23 & = & 11 \cdot 2 + 1 \\
 11 & = & 5 \cdot 2 + 1 \\
 5 & = & 2 \cdot 2 + 1 \\
 2 & = & 1 \cdot 2 + 0 \\
 1 & = & 0 \cdot 2 + 1
 \end{array}$$


Aplicamos el bit de signo (0) al bit más significativo de los 8 bits: $93_{(10)} = 01011101_{(Ca2)}$

Para obtener $-93_{(10)}$ hay que cambiar el signo haciendo la operación Ca2 a $93_{(10)}$. Para eso recorremos el número de derecha a izquierda, dejando el número igual hasta el primer 1 que encontramos (incluido) y complementándolo bit a bit a partir de ese punto.

$93_{(10)} = 01011101_{(Ca2)} \rightarrow$ (cambio de signo en Ca2) $\rightarrow 10100011_{(Ca2)} = -93_{(10)}$

Para representar $-115_{(8)}$, como es negativo, partiremos primero de representar el $115_{(8)}$ y después haremos la operación Ca2 para obtener el $-115_{(8)}$. Para el caso de base 8, cada dígito se transforma en tres bits. El dígito más significativo en este caso se representa con un único bit (1) para hacer la representación del $115_{(8)}$ en Ca2 en 8 bits.

$115_{(8)} \rightarrow 01\ 001\ 101_{(Ca2)}$

Teniendo en cuenta que el primer bit (más significativo) es 0 porque es el bit de signo y estamos representando un número positivo.

Para hacer la operación Ca2, recorremos el número de derecha a izquierda, dejando el número igual hasta el primer 1 que encontramos (incluido) y complementándolo bit a bit a partir de aquel punto.

$115_{(8)} \rightarrow 01001101_{(Ca2)} \rightarrow$ (cambio de signo en Ca2) $\rightarrow 10110011_{(Ca2)} = -115_{(8)}$

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

- b) **[10%]** Dados los números binarios $A = 01011101$ y $B = 01001101$. ¿Cuál es el resultado de la operación $A - B$, operando en Complemento a 2? ¿Se produce desbordamiento?

Para restar dos números en Ca2, podemos plantear la operación $A + (-B)$, cambiando el signo del sustraendo.

Para cambiar el signo de B, hay que hacer la operación Ca2. Para eso, recorremos el número de derecha a izquierda, dejando el número igual hasta encontrar el primer 1 (incluido) y complementándolo bit a bit a partir de ese punto.

$B = 01001101_{(Ca2)} \rightarrow$ (cambio de signo en Ca2) $\rightarrow 10110011_{(Ca2)} = -B$

A continuación, sumamos $A + (-B)$:

$$\begin{array}{r}
 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \quad \leftarrow \text{acarreo} \\
 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \quad \leftarrow A \\
 + \quad 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \quad \leftarrow -B \\
 \hline
 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0
 \end{array}$$

El resultado es $00010000_{(Ca2)}$. El acarreo se tiene que despreciar. No hay desbordamiento porque estamos sumando un número positivo con uno negativo.

- c) **[5%]** Dada la secuencia de bits 10111011 que representa un número real en formato de coma fija, con 6 bits para la parte entera y 2 bits para la parte fraccionaria, indicad cuál es el valor de este número en decimal.

Según el formato dado, si separamos la parte entera y la parte decimal tenemos:

Parte entera $\rightarrow 101110_2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 46_{(10)}$

Parte decimal $\rightarrow 11_2 = 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = 0,75_{(10)}$

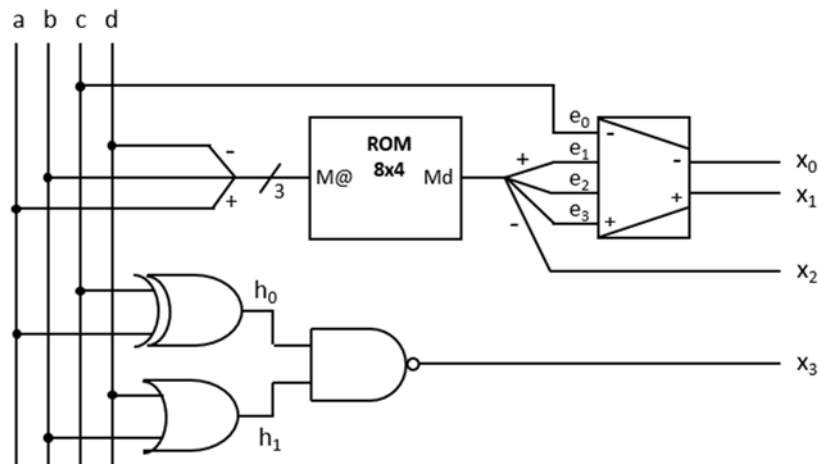
Por lo tanto, el valor en decimal es $46,75_{(10)}$

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

PROBLEMA 2 [35%]

a) [10%] Dado el circuito lógico combinacional siguiente:



Donde el contenido de la memoria ROM, especificado en hexadecimal, es:

M@	[Md]
0	6
1	C
2	9
3	1
4	E
5	5
6	9
7	0

Completad la tabla de verdad que especifica las salidas x_0 , x_1 , x_2 , x_3 en función de las entradas a , b , c y d . Calculad previamente los valores intermedios (e_0 , e_1 , e_2 , e_3 , h_0 y h_1) indicados en el circuito y añadidos a la tabla de verdad siguiente:

a	b	c	d	e_0	e_1	e_2	e_3	h_0	h_1	x_0	x_1	x_2	x_3
0	0	0	0										
0	0	0	1										
0	0	1	0										
0	0	1	1										
0	1	0	0										
0	1	0	1										
0	1	1	0										
0	1	1	1										
1	0	0	0										
1	0	0	1										
1	0	1	0										
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

Para obtener la salida, empezaremos obteniendo la entrada a la memoria ROM. La entrada que indica la dirección de memoria viene directamente dada por los valores de las señales de entrada abd . En la salida de la ROM tendremos $e_1 e_2 e_3 x_2$. Por lo tanto, cuando a y d valen 0, apuntarán a la primera dirección de memoria ROM que tiene el valor 6 o "0110" y entonces $e_1=0$, $e_2=1$, $e_3=1$ y $x_2=0$. Y así podemos hacer con todos los valores de la ROM.

Para obtener x_0 y x_1 miramos la salida del codificador con entradas $e_0 e_1 e_2 e_3$, donde $e_0=c$ y el resto las obtenemos de la salida de la ROM.

Por último, para obtener x_3 del circuito podemos extraer las siguientes expresiones:

$$h_0 = a \oplus c$$

$$h_1 = b + d$$

$$x_3 = (h_0 \cdot h_1)'$$

Por lo tanto, la tabla queda de la siguiente manera:

a	b	c	d	e ₀	e ₁	e ₂	e ₃	h ₀	h ₁	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

b) [10%] Dada la tabla de verdad siguiente:

a	b	c	d	f
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	X
0	0	1	1	1
0	1	0	0	X
0	1	0	1	0
0	1	1	0	X
0	1	1	1	X
1	0	0	0	0
1	0	0	1	X
1	0	1	0	X
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	X
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Sintetizar de manera mínima a dos niveles la función f mediante el método de Karnaugh.

El mapa de Karnaugh de la función f es el siguiente

ab \ cd	00	01	11	10
00	0	X	1	0
01	1	0	X	X
11	1	X	1	1
10	X	X	1	X

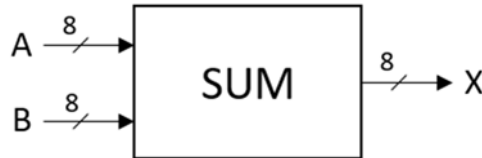
Y obtenemos esta expresión mínima:

$$f(a, b, c, d) = b'd + ab$$

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

c) **[15%]** Se quiere diseñar un circuito combinacional llamado *SUM* con la estructura siguiente:



Las entradas *A* y *B* representan números enteros de 8 bits codificados en SM2. La salida *X*, también de 8 bits y codificada en SM2, tiene que valer la suma de los números *A* y *B*.

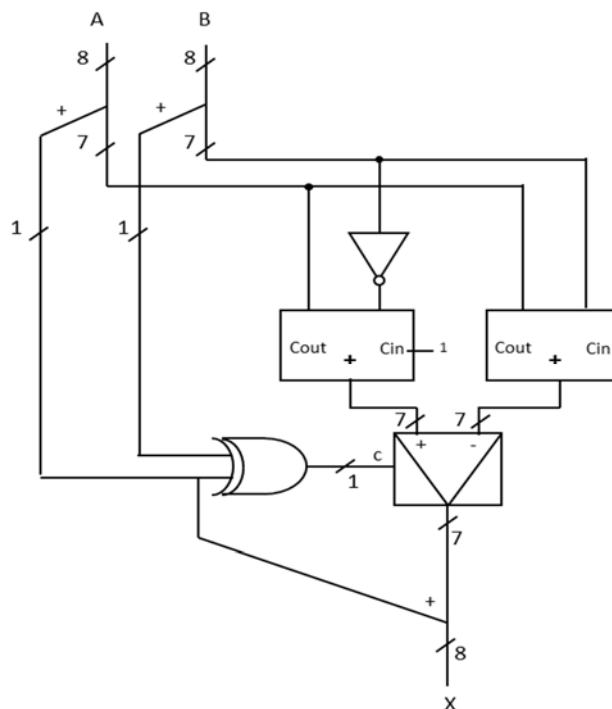
Se pide que diseñéis el circuito *SUM* utilizando bloques y puertas combinatoriales, y especificando claramente la dimensión de todos los buses utilizados.

NOTA: Para simplificar el circuito, podéis asumir que la magnitud del número *A* es siempre más grande que la del número *B*. También podéis considerar que nunca se producirá desbordamiento.

Para resolver este bloque tenemos que diferenciar si *A* y *B* tienen el mismo signo o signo diferente.

- En el caso de que *A* y *B* tengan el mismo signo (valor que obtendremos con una puerta XOR con los dos bits de signo), *X* valdrá directamente la magnitud de $A+B$ (magnitudes sin signo) y añadiendo el signo de *A* (el bit más significativo de *A* será el bit más significativo de *X*).
- En el caso de que *A* y *B* tengan signo diferente, obtendremos *X* haciendo $A+(-B) = A-B$ (magnitudes sin signo), y añadiendo el signo de *A*.

Para hacer esto, tenemos que la salida de la XOR será el bit de control del multiplexor, y las entradas del multiplexor serán dos sumadores: uno que hará la magnitud de *A* (los 7 bits menos significativos de *A*) más la magnitud de *B* (los 7 bits menos significativos de *B*), y la otra que hará la magnitud de *A* (los 7 bits menos significativos de *A*) menos la magnitud de *B* (los 7 bits menos significativos de *B*).



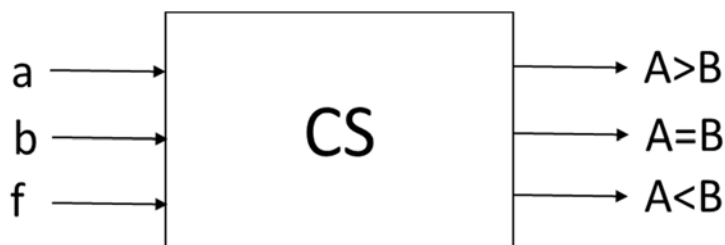
Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

PROBLEMA 3 [35%]

- a) **[15%]** Diseñad el grafo de estados de un circuito secuencial que haga la comparación de dos números enteros A y B representados en complemento a 2 donde los bits de cada número (a_i y b_i) se van introduciendo en el circuito ciclo a ciclo empezando por el de menor peso.

El circuito tiene también una entrada f que indica cuando se acaban los bits. Cuando esta señal se activa, la salida pasa a indicar si A es más grande, igual, o más pequeño que B . Una vez finalizada la comparación, el circuito deja de funcionar hasta que no se vuelve a inicializar. Mientras no se llega al final de los números de entrada las salidas valen 0. El número mínimo de bits a comparar será 2.



A continuación, se muestra un ejemplo de funcionamiento donde queremos comparar los números de 8 bits $A=01100001$ y $B=11011110$. Las entradas y las salidas tendrían que evolucionar de la siguiente manera, indicando que, en este caso, A es más grande que B :

Entrada a	1	0	0	0	0	1	1	0	X	X	X	X
Entrada b	0	1	1	1	1	0	1	1	X	X	X	X
Entrada f	0	0	0	0	0	0	0	1	X	X	X	X
Salida $A > B$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	X	X
Salida $A = B$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X
Salida $A < B$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X

Indicad claramente la funcionalidad de cada estado que tenga vuestro grafo y la salida que tiene que tener. No hace falta que expliquéis las transiciones del grafo, solo que estén claramente especificadas.

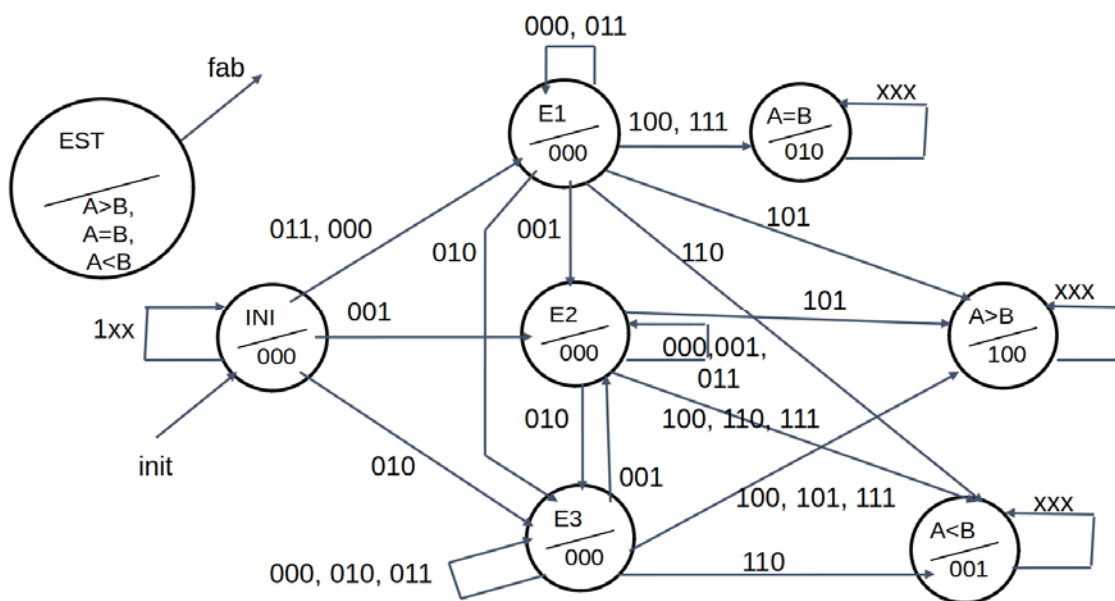
Para conseguir el funcionamiento deseado, el circuito tiene que tener los siguientes estados:

Estado	Descripción	Salida
INI	Estado inicial, no se ha recibido ningún bit.	000
$E1$	El número A recibido hasta el momento es igual al número B .	000
$E2$	El número A recibido hasta el momento es menor que el número B .	000

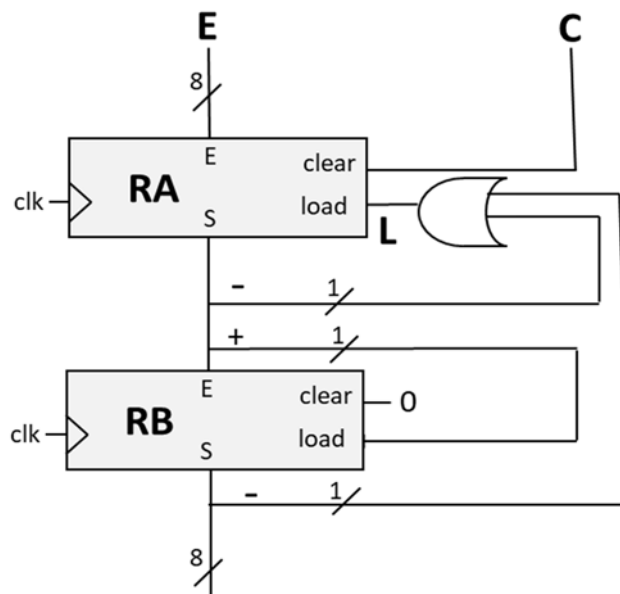
Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30

$E3$	El número A recibido hasta el momento es mayor que el número B.	000
$A=B$	$A=B$.	010
$A>B$	$A>B$.	100
$A<B$	$A<B$.	001



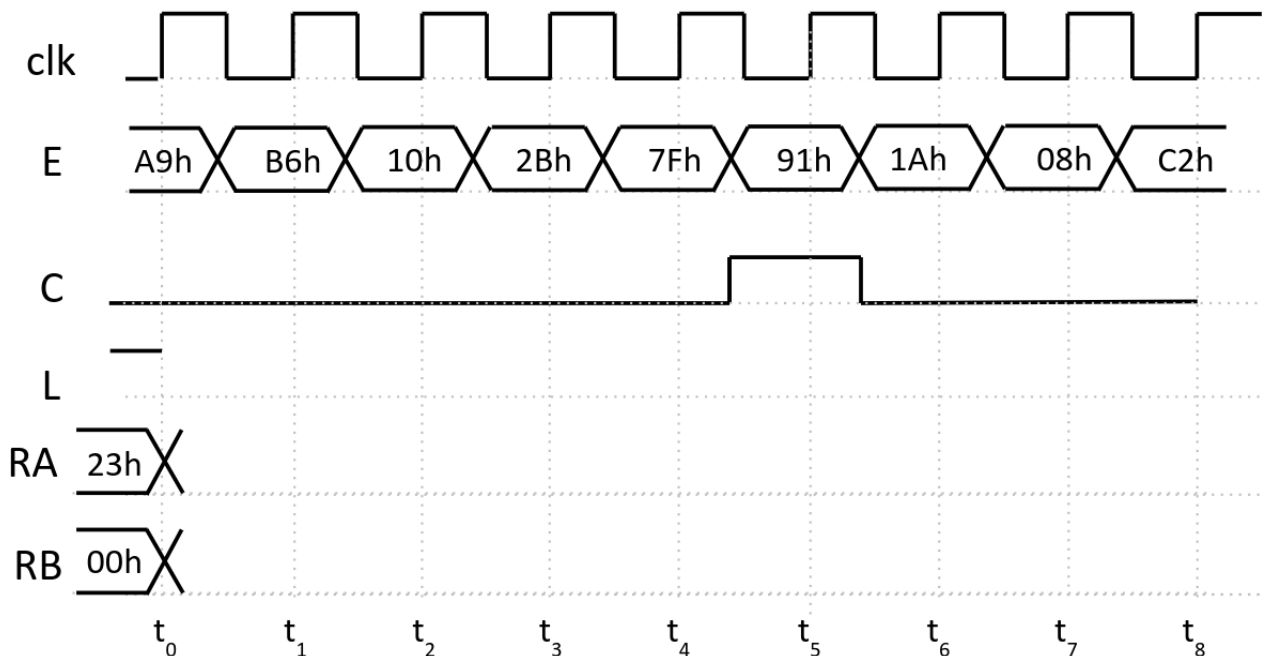
b) [20%] A partir del siguiente circuito secuencial



Completad el cronograma que se muestra a continuación:

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30



No es necesario explicar el cronograma ni el procedimiento seguido para completarlo

Registro RA: Su valor depende de la entrada E , de la señal C (que controla la entrada asíncrona clear y de la señal L , que controla la entrada load.

Registro RB: Con clear=0, cuando load=1 carga en flanco ascendente del reloj el valor del registro RA. La entrada load recibe la señal RA_7 .

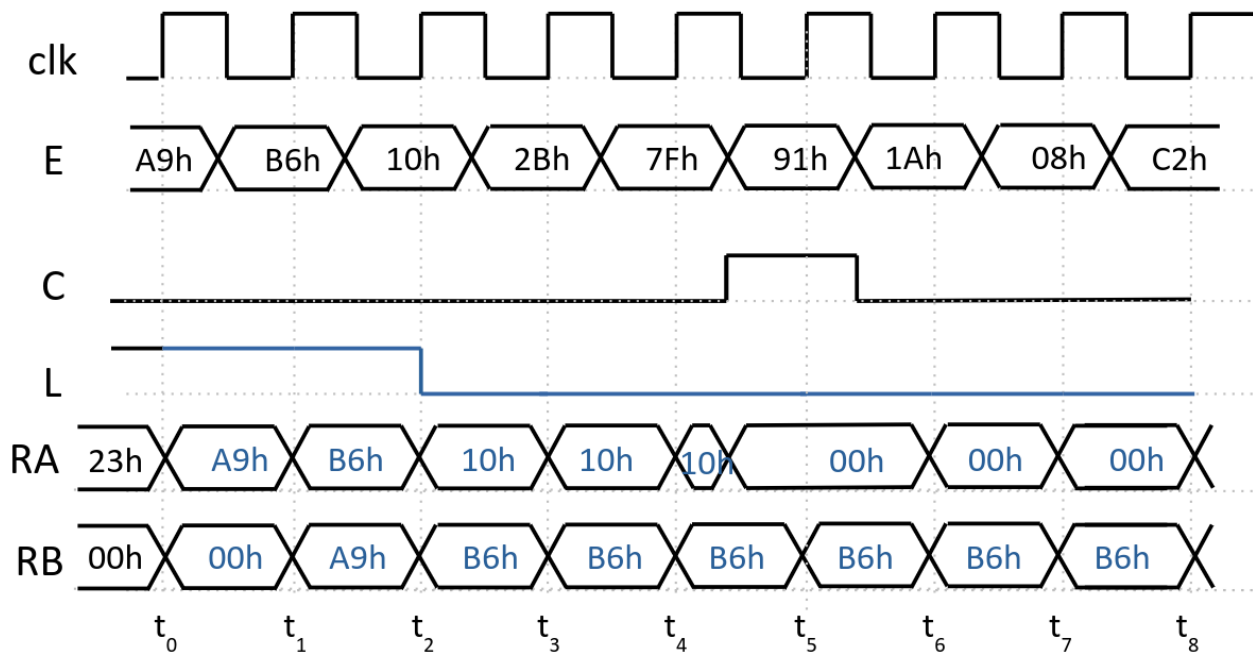
Señal L : Corresponde a RA_0 OR RB_0 .

La entrada asíncrona clear tiene prioridad sobre la entrada load (cuando clear=1 pone el registro a 0 independientemente del valor de load).

intervalo	RA	RB	L
t_0-t_1	1010 1001	0000 0000	1
t_1-t_2	1011 0110	1010 1001	1
t_2-t_3	0001 0000	1011 0110	0
t_3-t_4	0001 0000	1011 0110	0
t_4-t_5	0001 0000 / 0000 0000	1011 0110	0
t_5-t_6	0000 0000	1011 0110	0
t_6-t_7	0000 0000	1011 0110	0
t_7-t_8	0000 0000	1011 0110	0

Examen 2021/22-2

Asignatura	Código	Fecha	Hora inicio
Fundamentos de computadores	75.562	11/6/2022	12:30



PROBLEMA 4 [10%]

a) [5%] ¿Cuáles son los elementos en que se organiza la arquitectura básica de un computador?

Periféricos de entrada, periféricos de salida, periféricos de entrada/salida y procesador.

b) [5%] ¿Para qué se usa el PC (program counter)?

x Para guardar la posición de memoria de la instrucción a ejecutar.

x