

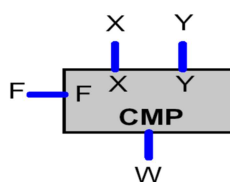
ET8a (Unitat de Procés General)

Exercicis per avaluar objectius de nivell B

Objectius: 8.1, 8.2, 8.8 y 8.11

Exercici 8.1. (Objectiu 8.2)

Dibuixa l'esquema lògic d'un circuit combinacional com el de la figura, anomenat comparador multifunció, CMP, que compara dues paraules, X i Y, de 16 bits cadascuna. La comparació concreta que realitza depèn del valor dels tres bits del bus d'entrada F segons la següent taula. La sortida W, de 16 bits, pren el valor 1 si el resultat de la comparació és veritat i 0 si és fals.

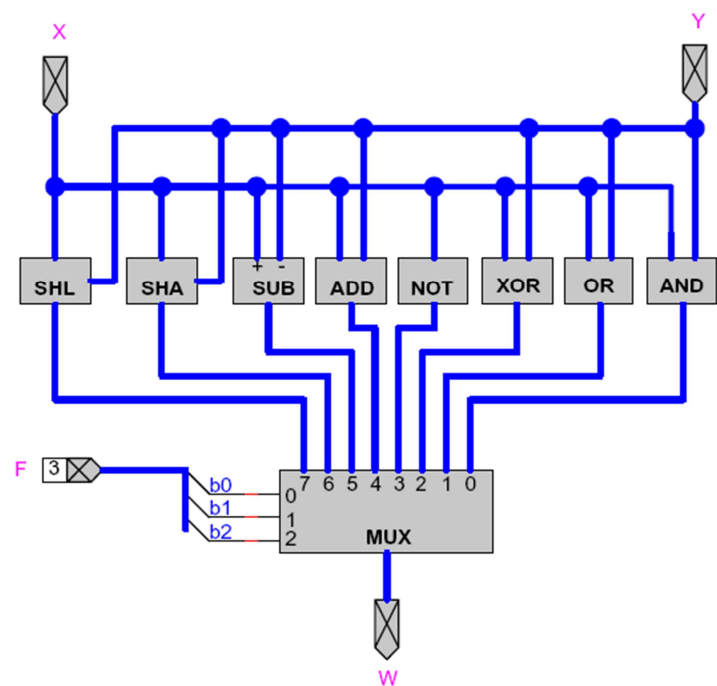


F	W	CMPxx(X, Y)	Name
000	$X_s < Y_s$	CMPLT(X, Y)	Less Than (Signed)
001	$X_s \leq Y_s$	CMPLT(X, Y)	Less than or Equal (Signed)
010	---	---	---
011	$X == Y$	CMPEQ(X, Y)	Equal
100	$X_u < Y_u$	CMPLTU(X, Y)	Less Than Unsigned
101	$X_u \leq Y_u$	CMPLTU(X, Y)	Less than or Equal Unsigned
110	---	---	---
111	---	---	---

Exercici 8.2. (Objectiu 8.5)

La figura següent correspon a l'esquema lògic intern d'un circuit que realitza operacions aritmètico-lògiques entre les paraules d'entrada X i Y (de 16 bits cadascuna). Té una entrada F de 3 bits que codifica l'operació aritmètica o lògica que es realitza.

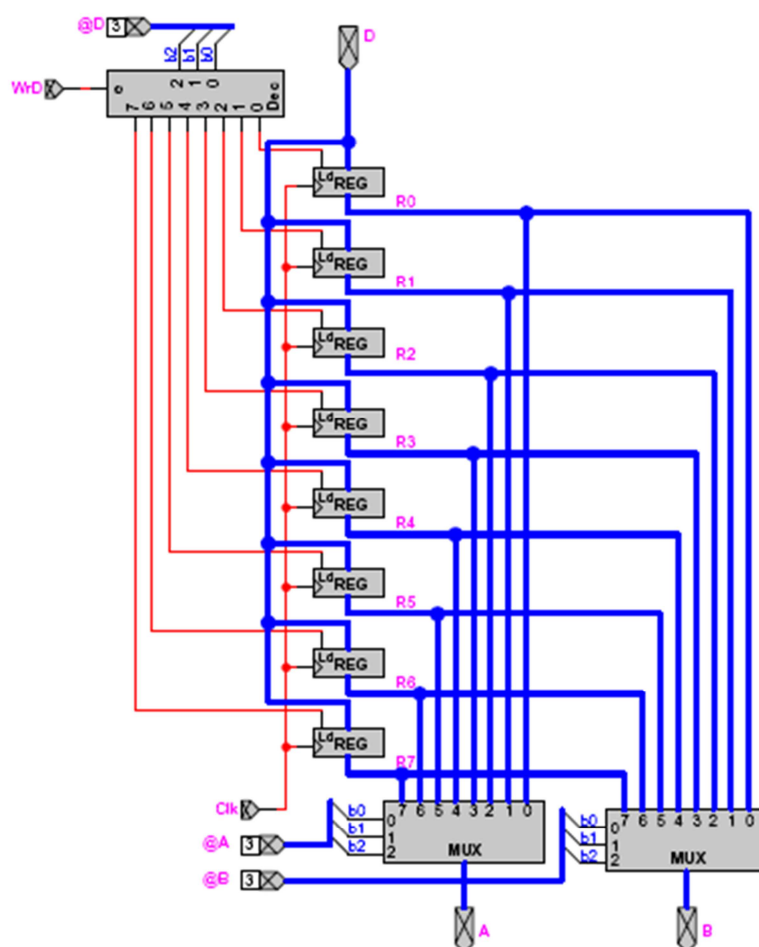
Escriu el valor de la sortida W pels valors d'entrada X, Y i F que s'indiquen a la taula (el format per expressar el valor de qualsevol bus és en hexadecimal, per exemple W: 0xAB12).



F	X	Y	W
0x0	0x0043	0x0132	
0x4	0x0F00	0x0F0F	
0x2	0xFF00	0x19AB	
0x6	0xA01C	0x001B	
0x6	0xA01C	0x0003	

Exercici 8.3. (Objectiu 8.5)

La figura següent mostra l'esquema intern del bloc REGFILE (banc de 8 registres de 16 bits cadascun, amb 2 busos de lectura, A i B, i un bus de escriptura, D).



Durant el cicle c tenim que:

- Els valors emmagatzemats als registres (R0...R7) són els que indica el cronograma.
- @A, @B @D i el bus de escriptura D, tenen els valors que indica el cronograma.

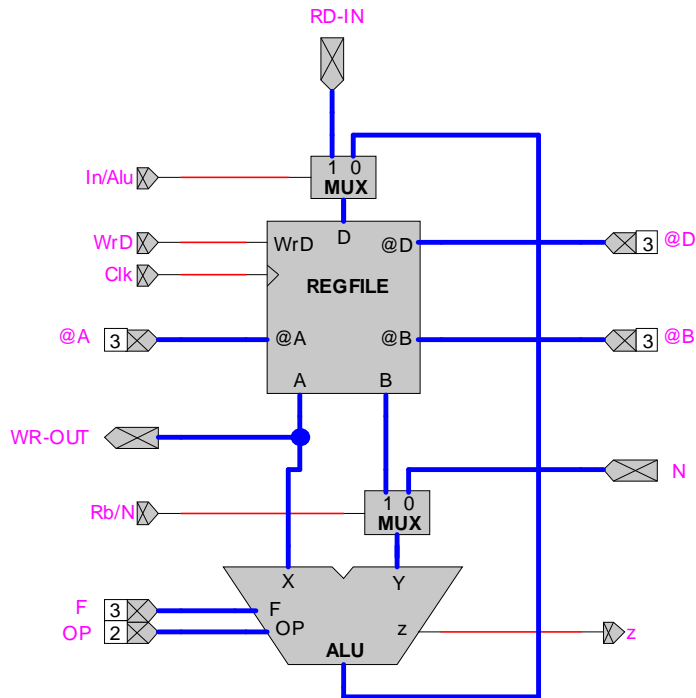
Completa el cronograma simplificat pels cicles $c+1$ fins $c+3$. El formato és hexadecimal pels busos de 16 bits i binari pels de 3.

ciclo	c	c+1	c+2	c+3
WrD	1	0	1	1
@D	001	010	111	101
D	0x0020	0x0020	0x0021	0x0105
@A	001	010	111	100
@B	011	000	111	001
R0	0x0031			
R1	0x0000			
R2	0x0001			
R3	0x001B			
R4	0XFF01			
R7	0x0000			
A	0x0000			
B	0x001B			

Exercici 8.4. (Objectiu 8.8)

La següent taula resumeix diferents accions (expressades amb mnemotècnics) que la UPG pot realitzar en un cicle. Aquestes accions es realitzen correctament si s'alimenta la paraula de control de forma apropiada. Completa la taula indicant els valors que ha de prendre cada senyal de la paraula de control per cada acció. Quan no importi el valor que ha de prendre la senyal de control escriu X. NOTA: Es dona com exemple la primera operació.

Per respondre aquest i altres exercicis d'aquest tema et serà molt útil l'esquema de blocs de la UPG amb el nom dels senyals de la paraula de control i la taula de la funcionalitat de l'ALU segons els 3 bits de control F i els dos bits OP.



F			OP			
b ₂	b ₁	b ₀	1 1	1 0	0 1	0 0
0	0	0	-	X	CMPLT (X, Y)	AND (X, Y)
0	0	1	-	Y	CMPLT (X, Y)	OR (X, Y)
0	1	0	-	-	---	XOR(X, Y)
0	1	1	-	-	CMPEQ (X, Y)	NOT (X)
1	0	0	-	-	CMPLTU (X, Y)	ADD (X, Y)
1	0	1	-	-	CMPLTU (X, Y)	SUB (X, Y)
1	1	0	-	-	---	SHA(X, Y)
1	1	1	-	-	---	SHL(X, Y)

	Mnemotècnic	Paraula de Control																				
		In/Alu	WrD	@D			@A			OP		F			Rb/N	@B			N (hexa)			
				b2	b1	b0	b2	b1	b0	b1	b0	b2	b1	b0		b2	b1	b0	h3	h2	h1	h0
a)	ADD R1,R2,R1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	X	X	X	X
b)	AND R4,R5,R3																					
c)	CMPLTU R3,R1,R5																					
d)	CMPLTU -,R1,R5																					
e)	NOT R4,R7																					
f)	ANDI R2,R5,0x00F1																					
g)	MOVE R3, R7																					
h)	MOVEI R3, 0xFF45																					
i)	IN R3																					
j)	OUT R7																					
k)	IN R2 // OUT R6																					
l)	IN R4 // CMPEQ -,R0,R1																					
m)	SHAI R5,R1,R2																					
n)	SUBI -,R2, 1																					
o)	SUB R4,R2,R7																					
p)	NOP																					

Exercici 8.5. (Objectiu 8.11 sense entrada/sortida i especificant la funcionalitat en llenguatge C)

Per cada un dels següents apartats, completa les accions que falten (mnemotècnics) en el graf de la unitat de control de propòsit específic per què la UPG (veure figura de l'exercici 8.4) realitzi la funcionalitat que s'indica mitjançant un fragment de codi en llenguatge C. Considerem que els continguts dels registres són números naturals codificats en binari (unsigned integers). NOTA: Es dona com exemple la primera funcionalitat.

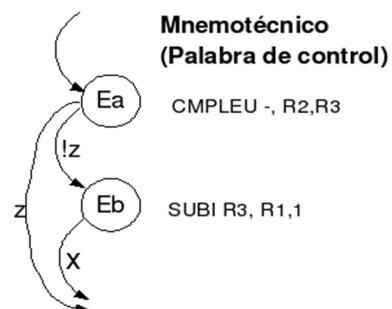
Apartat a. Funcionalitat

```

.
.
.
if (R2 ≤ R3)
    R3 = R1 - 1;
.
.
.

```

Graf d'estat



<p>Apartat b. Funcionalitat</p> <pre> . . . if (R1 != 0) R2 = R2 + R3; else R2 = R2 + 1; R4=R2+5; . . . </pre>	<p>Graf d'estat</p> <pre> graph TD Entry(()) --> Ea((Ea)) Ea -- z --> Eb((Eb)) Ea -- lz --> Ec((Ec)) Eb --> Ed((Ed)) Ec --> Ed Ed --> Exit(()) style Entry fill:none,stroke:none style Exit fill:none,stroke:none </pre>
<p>Apartat c. Funcionalitat</p> <pre> . . . for (R0 = 0; R0 < R5; R0++) { R7 = R7 - 3; } R6++; . . . </pre>	<p>Graf d'estat</p> <pre> graph TD Entry(()) --> Ea((Ea)) Ea --> Eb((Eb)) Eb -- lz --> Ec((Ec)) Eb -- z --> Ee((Ee)) Ec --> Ed((Ed)) Eb --> Ed Ed --> Ee Ee --> Exit(()) style Entry fill:none,stroke:none style Exit fill:none,stroke:none </pre>
<p>Apartat d. Funcionalitat</p> <pre> . . . while (R5 != R4) { R2 = R2-1; if (R2 <= 3) R1= R1+R4; R5++; } R3 = R3/2; . . . </pre>	<p>Graf d'estat</p> <pre> graph TD Entry(()) --> Ea((Ea)) Ea -- z --> Eb((Eb)) Ea -- lz --> Ef((Ef)) Eb --> Ec((Ec)) Ec -- lz --> Ed((Ed)) Ec -- z --> Ee((Ee)) Ed --> Ee Ee --> Ef Ef --> Exit(()) style Entry fill:none,stroke:none style Exit fill:none,stroke:none </pre>

ET8a (Unitat de Procés General)

Exercicis per avaluar objectius de nivell A

Objectius: 8.12 (sense entrada/sortida).

(Recordeu que l'objectiu amb l'asterisc cal fer-lo a casa i portar-lo resolt a classe)

Exercici 8.6. (Objectiu 8.12 sense entrada/sortida i especificant la funcionalitat en llenguatge C)

Per cada un dels següents apartats, dibuixeu el graf d'estats de la unitat de control per a que, junt amb la UPG, faci la funcionalitat descrita mitjançant un fragment de codi en C. Considereu que les dades són nombres enters en complement a dos. Indiqueu les etiquetes dels arcs (només z, z! o res, ja que no hi ha entrada/sortida) i els mnemotècnics de les paraules de control.

Nota: el símbol & en el llenguatge C indica l'operació lògica AND bit a bit dels dos operands.

a)

```
if (R3 > -1)
    R2 = R4 * 8;
else
    R5 = 0x00FF;
R1 = R0 - R3;
```

b)

```
while (R2 < 33) {
    R2 = R2 + 1;
    R3 = R3 / 2;
}
R7 = R3 & R6;
```

(*) Exercici 8.7 (Objectiu 8.12 sense entrada/sortida i especificant la funcionalitat mitjançant un text)

Dibuixeu el graf d'estats de la unitat de control per a que junt a la UPG realitzi la següent funcionalitat: escriure els 16 bits de R7 amb el valor 0, excepte el bit 4 que ha de tenir el mateix valor que el bit 9 de R0. És a dir:

```
R7<15..5> = 0
R7<4>      = R0<9>
R7<3..0>   = 0
```

Indiqueu les etiquetes dels arcs (només z, z! o res, ja que no hi ha entrada/sortida) i els mnemotècnics de les paraules de control.

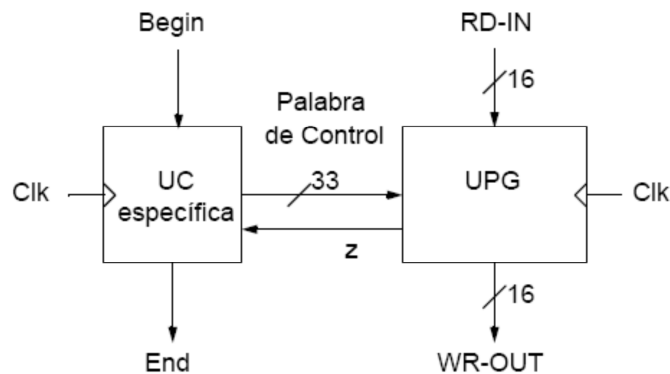
ET8b (Unitat de Procés General)

Exercicis per avaluar objectius de nivell B

Objectius: 8.12

Exercici 8.8. (Objectiu 8.11)

Utilitzant el PPE de la figura, dibuixa el graf de Moore de la Unitat de Control específica que permet realitzar les funcionalitats descrites per a cadascuna de les següents preguntes.



Esquema general del PPE amb unitat de control específica i unitat de procés general

En tots els casos que es presenten es suposa que hi ha un senyal de control Begin que indica quan ha de començar un nou càlcul posant-se a 1 durant un únic cicle i un senyal End que indica que el càlcul ha acabat. El senyal Begin s'usa també per sincronitzar l'entrada de dades pel bus RD-IN i el senyal End per sincronitzar la sortida pel bus WR-OUT.

La paraula de control utilitzada per la UC específica per controlar la UPG és la següent:

In/Alu	WD	@D			@A			OP		F			Rb/N	@B			N (hexa)			
		b ₂	b ₁	b ₀	b ₂	b ₁	b ₀	b ₁	b ₀	b ₂	b ₁	b ₀		b ₂	b ₁	b ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

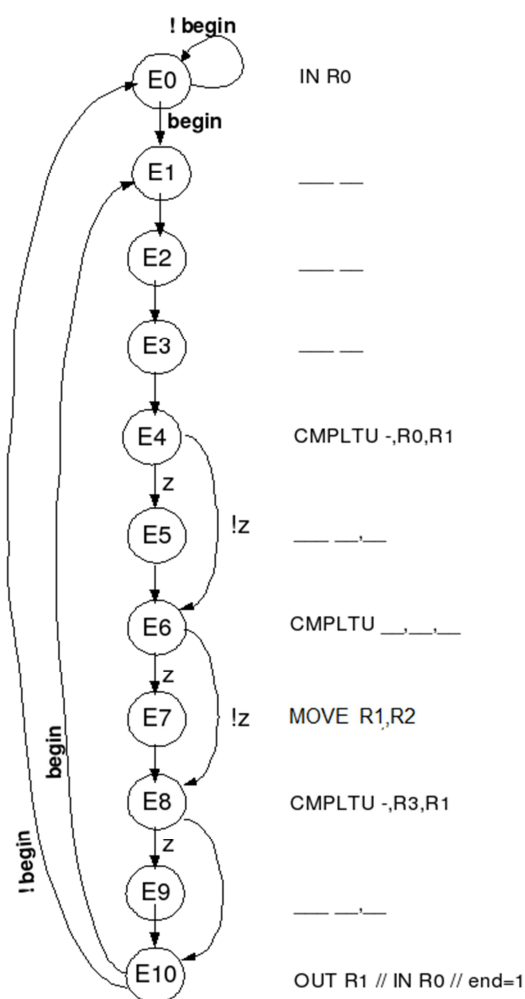
Paraula de control de 33 bits generada per la UC específica per controlar la UPG

Per resoldre aquest exercici és important observar la figura de l'exercici 8.4 que mostra l'esquema a blocs de la UPG, amb els senyals de la paraula de control, i la taula de funcionalitats de l'ALU.

Si en algun cas no és possible resoldre algun dels problemes plantejats utilitzant la UPG explica el motiu.

Pregunta a. Completeu el disseny de la unitat de control específica d'un PPE que permeti rebre quatre nombres NATURALS de 16 bits que arriben en cicles consecutius pel bus RD-IN i calcular-ne el màxim. L'entrada de dades se sincronitza amb el senyal Begin i la sortida amb el senyal End. El primer nombre estarà disponible en el bus el mateix cicle que Begin valgui 1. Una vegada s'ha iniciat un càlcul, s'ha d'ignorar el senyal Begin fins al cicle següent al cicle on End pren per valor 1 durant un cicle indicant que l'operació ha finalitzat i el resultat està disponible en el bus WR-OUT. Per això:

a1) Completeu el graf de la unitat de control

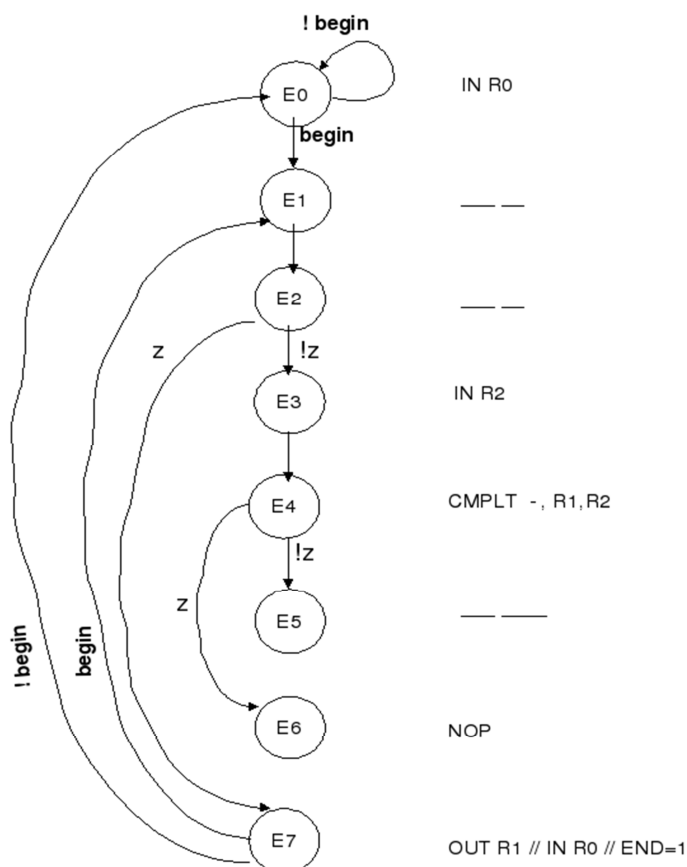


a2) Completeu la taula amb els mnemotècnics de les sortides dels nodes del graf i la paraula de control de 33 bits associada a cada un d'ells.

	Mnemotècnic	Paraula de Control																				
		In/Alu	WrD	@D			@A			OP		F			Rb/N	@B			N (hexa)			
				b2	b1	b0	b2	b1	b0	b1	b0	b2	b1	b0		b2	b1	b0	h3	h2	h1	h0
E0	IN R0																					
E1																						
E2																						
E3																						
E4	CMPLTU -, R0, R1																					
E5																						
E6	CMPLTU																					
E7	MOVE R1, R2																					
E8	CMPLTU -, R3, R1																					
E9																						
E10	OUT R1 // IN R0																					

Pregunta b. Completeu el disseny de la unitat de control específica d'un PPE que permeti rebre N nombres ENTERS en complement a dos de 16 bits i calcular-ne el màxim. El primer valor que arriba és N (on $N \geq 1$) i estarà disponible en RD-IN al mateix cicle que el senyal Begin valgui 1 (cicle k). El primer nombre pel càlcul arriba al cicle següent (cicle k+1). En el cas que $n > 1$, el segon nombre arriba al cicle k+3 i la resta de nombres arriben cada 4 cicles (és a dir, als cicles k+7, k+11, k+15, etc.). Una vegada s'ha iniciat un càlcul, s'ha d'ignorar el senyal Begin fins que aquesta acabi. Al mateix cicle en què el resultat està disponible a la sortida WR-OUT, i per tant el senyal End es posa a 1, Begin es pot posar a 1 i hem de començar un nou càlcul. Per això:

b1) Completeu el graf de la unitat de control



b2) Completeu la taula amb els mnemotècnics de les sortides dels nodes del graf i la paraula de control de 33 bits associada a cada un d'ells.

	Mnemotècnic	Paraula de Control																				
		In/Alu	WrD	@D			@A			OP		F			Rb/N	@B			N (hexa)			
				b2	b1	b0	b2	b1	b0	b1	b0	b2	b1	b0		b2	b1	b0	h3	h2	h1	h0
E0	IN R0																					
E1																						
E2																						
E3	IN R2																					
E4	CMPLT -, R1, R2																					
E5																						
E6	NOP																					
E7	OUT R1 // IN R0																					

ET8b (Unitat de Procés General)

Exercicis per avaluar objectius de nivell A

Objectius: 8.12

(Recordeu que l'objectiu amb l'asterisc cal fer-lo a casa i portar-lo resolt a classe)

(*) Exercici 8.9. (Objectiu 8.12)

Dibuixa el graf de Moore de la Unitat de Control específica que permet realitzar les funcionalitats descrites per a cadascuna de les següents preguntes, utilitzant l'estructura del PPE de l'exercici 8.8 (veure figura de l'esquema general), en el qual l'entrada/sortida de dades a través dels busos RD-IN i WR-OUT es sincronitza mitjançant els senyals Begin i End.

Per resoldre aquest exercici és important observar la figura de l'exercici 8.4 que mostra l'esquema a blocs de la UPG, amb els senyals de la paraula de control, i la taula de funcionalitats de l'ALU.

Dibuixeu la llegenda del graf i pels nodes del graf indiqueu les etiquetes dels arcs i els mnemotècnics de les paraules de control. ***Sí en algun cas no és possible resoldre algun dels problemes plantejats utilitzant la UPG explica'n el motiu.***

Pregunta a. El PPE rep n nombres naturals, codificats en binari amb 16 bits, pel bus RD-IN, en calcula el màxim i l'envia a l'exterior pel bus WR-OUT. El primer valor que arriba és n (on $n \geq 1$) i estarà disponible en el mateix cicle que el senyal Begin valgui 1 (cicle k). El primer nombre pel càlcul arriba al cicle següent (cicle $k+1$). En el cas que $n > 1$, el segon nombre arriba al cicle $k+3$ i la resta de nombres arriben cada 4 cicles (és a dir, als cicles $k+7$, $k+11$, $k+15$, etc.). Una vegada s'ha iniciat una operació, s'ha d'ignorar el senyal Begin fins que aquesta acabi. En el mateix cicle en que el resultat està disponible a la sortida, i per tant el senyal End es posa a 1, Begin es pot posar a 1 i hem de començar un nou càlcul.

Pregunta b. El PPE ha de realitzar un senzill càlcul: canviar el signe d'un nombre enter codificat en Ca2 amb 16 bits que entra pel bus RD-IN i treure'l pel bus WR-OUT. El cicle en què Begin val 1, el nombre enter codificat en Ca2 està present al bus d'entrada RD-IN. Una vegada el senyal Begin es posa a 1, s'ignora fins al cicle en el qual el senyal End es posa a 1. Si en aquest últim cicle, mentre el resultat està disponible a la sortida WR-OUT, el senyal Begin es posa a 1 cal començar un nou càlcul.

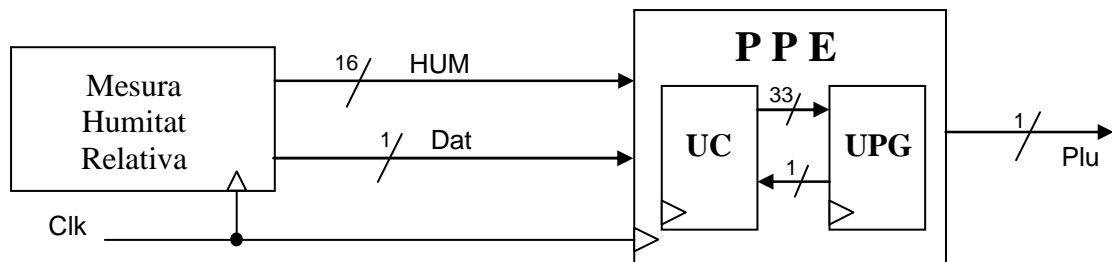
Pregunta c. El PPE ha de sumar dos nombres naturals X i Y , codificats en binari amb 16 bits cadascun, que arriben pel bus RD-IN al mateix cicle, quan Begin val 1, i retornar el resultat de la suma pel bus WR-OUT al cicle següent, posant el senyal de sortida End a 1. Cal poder començar un nou càlcul en el mateix cicle en el qual el resultat està disponible a la sortida WR-OUT.

Exercici 8.10. (Objectiu 8.12)

Dissenyeu un PPE que predigui si plourà o no. A tal efecte, disposem d'un dispositiu que és capaç de mesurar la humitat relativa de l'aire i codificar-la en un número natural de 16 bits. Aquest dispositiu mesura la humitat un cop cada minut i posa el valor mesurat en el bus HUM de 16 bits durant un cicle i, simultàniament, activa el senyal Dat a 1 durant este mateix cicle. El bus HUM i el senyal Dat estan sincronitzades amb el mateix rellotge que el PPE.

El PPE ha de generar un senyal Plu que valgui 1 durant un cicle si, durant les darreres 200 mesures (en els 200 darrers minuts) cada valor de la humitat llegida pel PPE ha estat sempre igual o superior a l'anterior lectura. En qualsevol altre cas el senyal Plu valdrà 0.

L'esquema es el següent:



Un operador inicialitza tot el sistema un cop al mes, per evitar possibles sobreseïments del registre de la UPG que compta minuts.

Per resoldre aquest exercici és important observar la figura de l'exercici 8.4 que mostra l'esquema a blocs de la UPG, amb els senyals de la paraula de control, i la taula de funcionalitats de l'ALU.

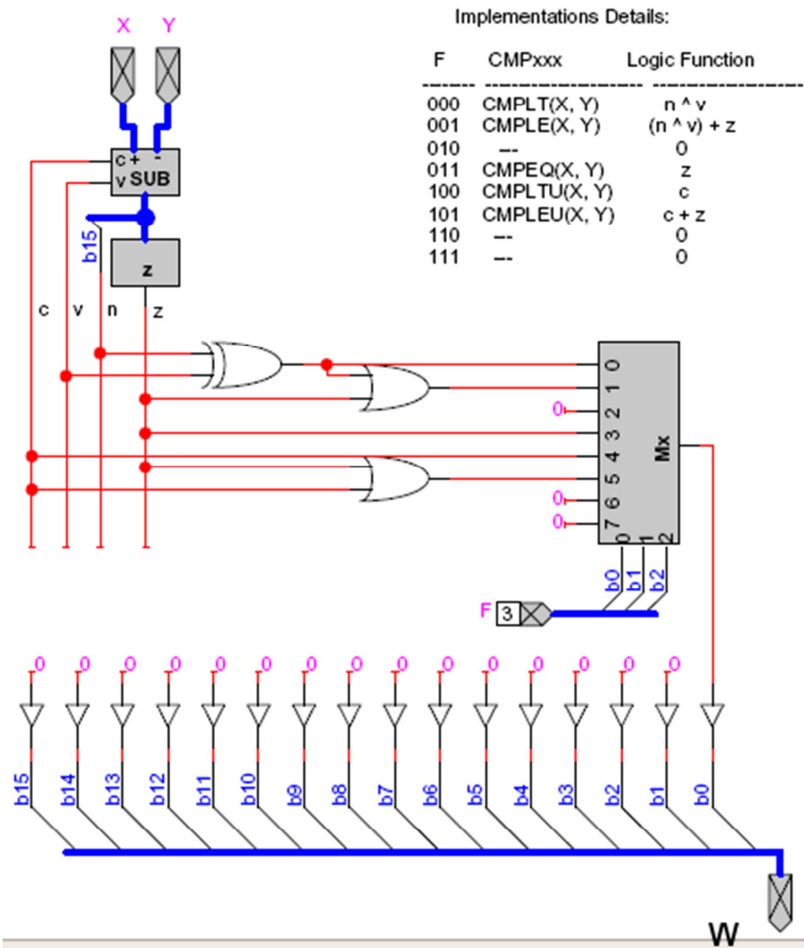
Dibuixa el graf d'estats de la UC (y la seva llegenda) per a que el PPE tingui la funcionalitat descrita. Indica clarament el valor de les sortides de la UC en cada estat usant la següent taula.

Nombre Sortida Estat	Paraula de Control									Plu	Mnemotécnic
	In/Alu	WrD	@D $b_2 b_1 b_0$	@A $b_2 b_1 b_0$	OP $b_1 b_0$	F $b_2 b_1 b_0$	RbN	@B $b_2 b_1 b_0$	N $b_{15} b_{14} b_{13} \dots b_3 b_2 b_1 b_0$		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Solucions ET8 (Unitat de Procés General)

ET8a

Exercici 8.1.



Exercici 8.2.

F	X	Y	W
0x0	0x0043	0x0132	0x0002
0x4	0x0F00	0x0F0F	0x1E0F
0x2	0xFF00	0x19AB	0xE6AB
0x6	0xA01C	0x001B	0xFD00
0x6	0xA01C	0x0003	0x00E0

Exercici 8.3.

ciclo	c	c+1	c+2	c+3
WrD	1	0	1	1
@D	001	010	111	101
D	0x0020	0x0020	0x0021	0x0105
@A	001	010	111	100
@B	011	000	111	001
R0	0x0031	0x0031	0x0031	0x0031
R1	0x0000	0x0020	0x0020	0x0020
R2	0x0001	0x0001	0x0001	0x0001
R3	0x001B	0x001B	0x001B	0x001B
R4	0xFF01	0xFF01	0xFF01	0xFF01
R7	0x0000	0x0000	0x0000	0x0021
A	0x0000	0x0001	0x0000	0xFF01
B	0x001B	0x0031	0x0000	0x0020

Exercici 8.4.

	Mnemotènic	Paraula de Control																				
		In/Alu	WrD	@ D			@ A			OP		F			Rb/N	@ B			N (hexa)			
				b2	b1	b0	b2	b1	b0	b1	b0	b2	b1	b0		b2	b1	b0	h3	h2	h1	h0
a)	ADD R1,R2,R1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	X	X	X	X
b)	AND R4,R5,R3	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	X	X	X	X
c)	CMPLTU R3,R1,R5	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	X	X	X	X
d)	CMPLTU -,R1,R5	x	0	x	x	x	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	X	X	X	X
e)	NOT R4,R7	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	x	x	x	x	X	X	X	X
f)	ANDI R2,R5,0x00F1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	x	x	x	0	0	F	1
g)	MOVE R3, R7	0	1	0	1	1	x	x	x	1	0	0	0	1	1	1	1	1	X	X	X	X
h)	MOVEI R3, 0xFF45	0	1	0	1	1	x	x	x	1	0	0	0	1	0	x	x	x	F	F	4	5
i)	IN R3	1	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
j)	OUT R7	x	0	x	x	x	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
k)	IN R2 // OUT R6	1	1	0	1	0	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
l)	IN R4 // CMPEQ -,R0,R1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	X	X	X	X
m)	SHA R5,R1,R2	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	X	X	X	X
n)	SUBI -,R2, 1	x	0	x	x	x	0	1	0	0	0	1	0	1	0	x	x	x	0	0	0	1

Exercici 8.5.

- b) Eb: ADD R2, R2, R3
Ed: ADDI R4, R2, 5
- c) Ea: MOVEI R0, 0
Ec: SUBI R7, R7, 3
Ed: ADDI R0, R0, 1
Ee: ADDI R6, R6, 1
- d) Ea: CMPEQ -, R4, R5
Eb: SUBI R2, R2, 1
Ed: ADD R1, R1, R4
Ee: ADDI R5, R5, 1
Ef: SHLI R3, R3, 1

ET8b**Exercici 8.8.****Pregunta a.**

	Mnemonètic	Paraula de Control																					
		In/Alu	WD	@ D			@ A			OP		F			Rb/N	@ B			N (hexa)				
				b2	b1	b0	b2	b1	b0	b1	b0	b2	b1	b0		b2	b1	b0	b2	b1	b0	h3	h2
E0	IN R0	1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E1	IN R1	1	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E2	IN R2	1	1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E3	IN R3	1	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E4	CMPLTU -, R0, R1	x	0	x	x	x	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	X	X	X	X
E5	MOVE R1, R0	0	1	0	0	1	x	x	x	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	X	X	X	X
E6	CMPLTU -, R2, R1	x	0	x	x	x	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	X	X	X	X
E7	MOVE R1, R2	0	1	0	0	1	x	x	x	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	X	X	X	X
E8	CMPLTU -, R3, R1	x	0	x	x	x	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	X	X	X	X
E9	MOVE R1, R3	0	1	0	0	1	x	x	x	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	X	X	X	X
E10	OUT R1 // IN R0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X

Pregunta b.

	Mnemonotècnic	Paraula de Control																				
		In/Alu	Wd	@D			@A			OP		F			Rb/N	@B			N (hexa)			
				b2	b1	b0	b2	b1	b0	b1	b0	b2	b1	b0		b2	b1	b0	h3	h2	h1	h0
E0	IN R0	1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E1	IN R1	1	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E2	SUBI R0, R0. 1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	x	x	x	0	0	0	1
E3	IN R2	1	1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E4	CMPLT -, R1, R2	x	0	x	x	x	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	X	X	X	X
E5	MOVE R1, R2	0	1	0	0	1	x	x	x	1	0	0	0	1	1	0	1	0	X	X	X	X
E6	NOP	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X
E7	OUT R1 // IN R0	1	1	0	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	X	X