

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ciencia de la Computación



IIC2343 – Arquitectura de Computadores

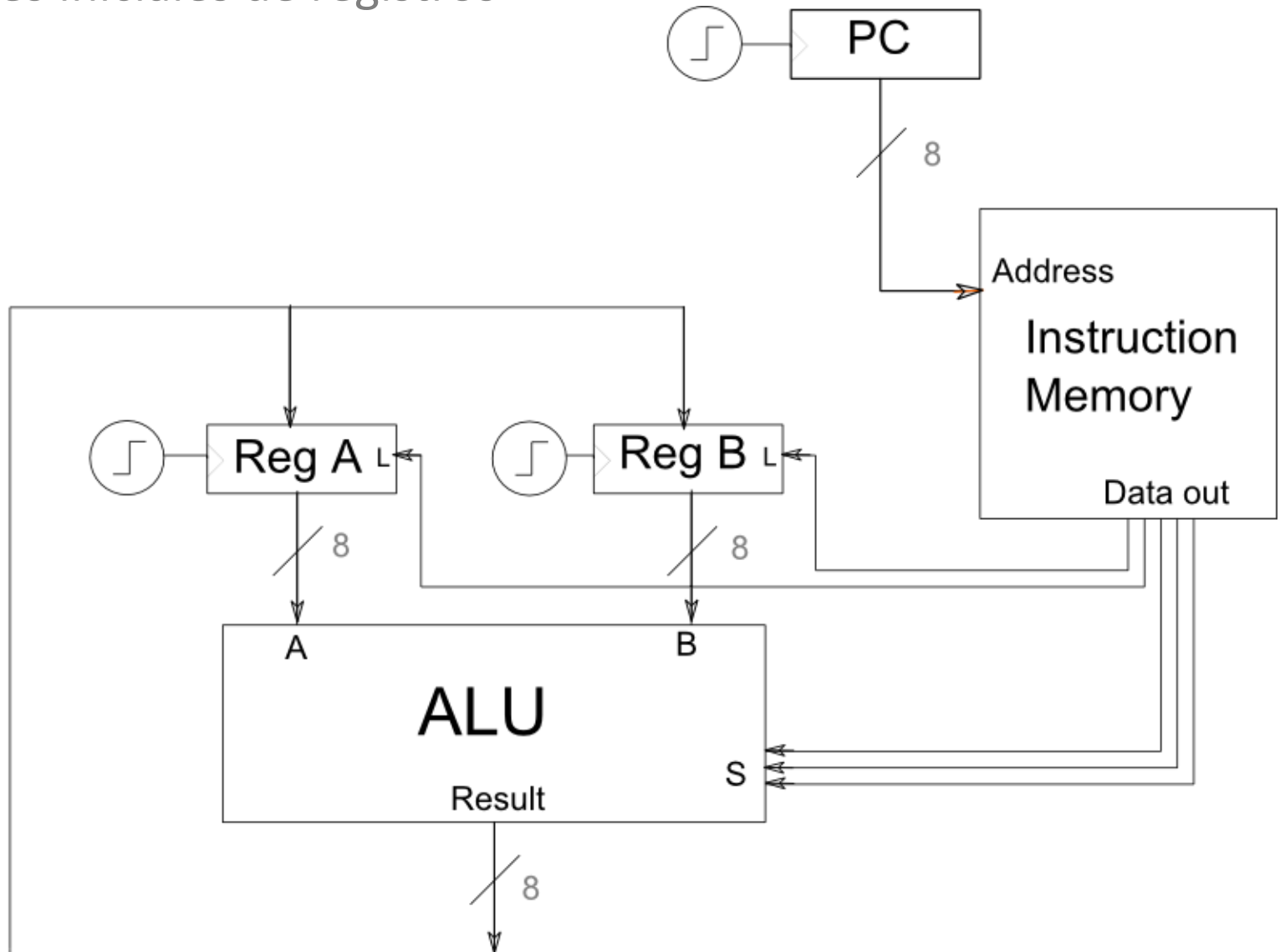
Programabilidad Parte 2 - Computador Básico

Profesor: Hans Löbel

Todavía restan varias cosas para llamar a “esto” un computador

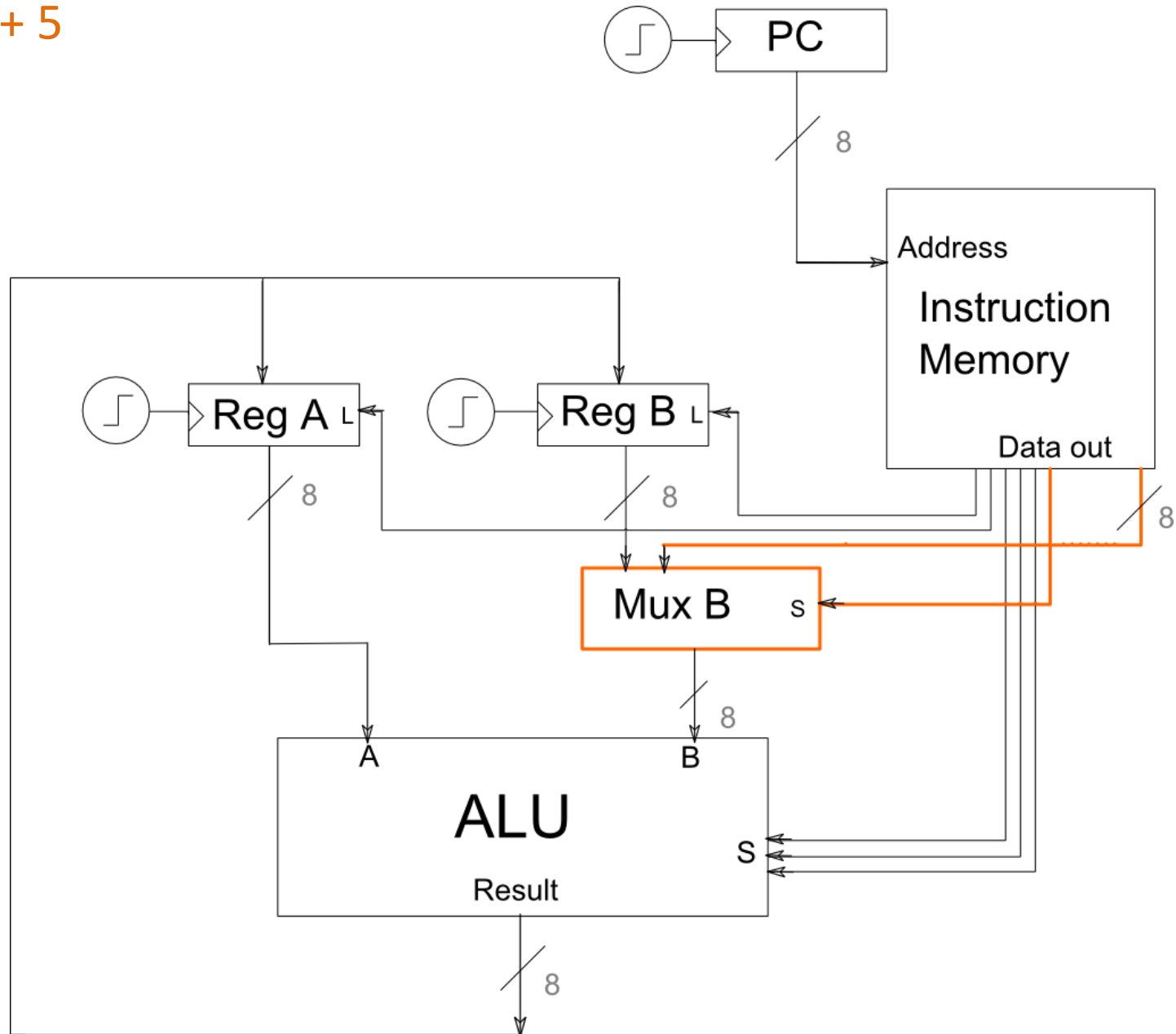
- Tenemos limitaciones en los valores iniciales de los registros.
- No tenemos donde almacenar más de dos datos.
- No podemos programar esta máquina de manera razonable.

Máquina programable aún está limitada
por valores iniciales de registros



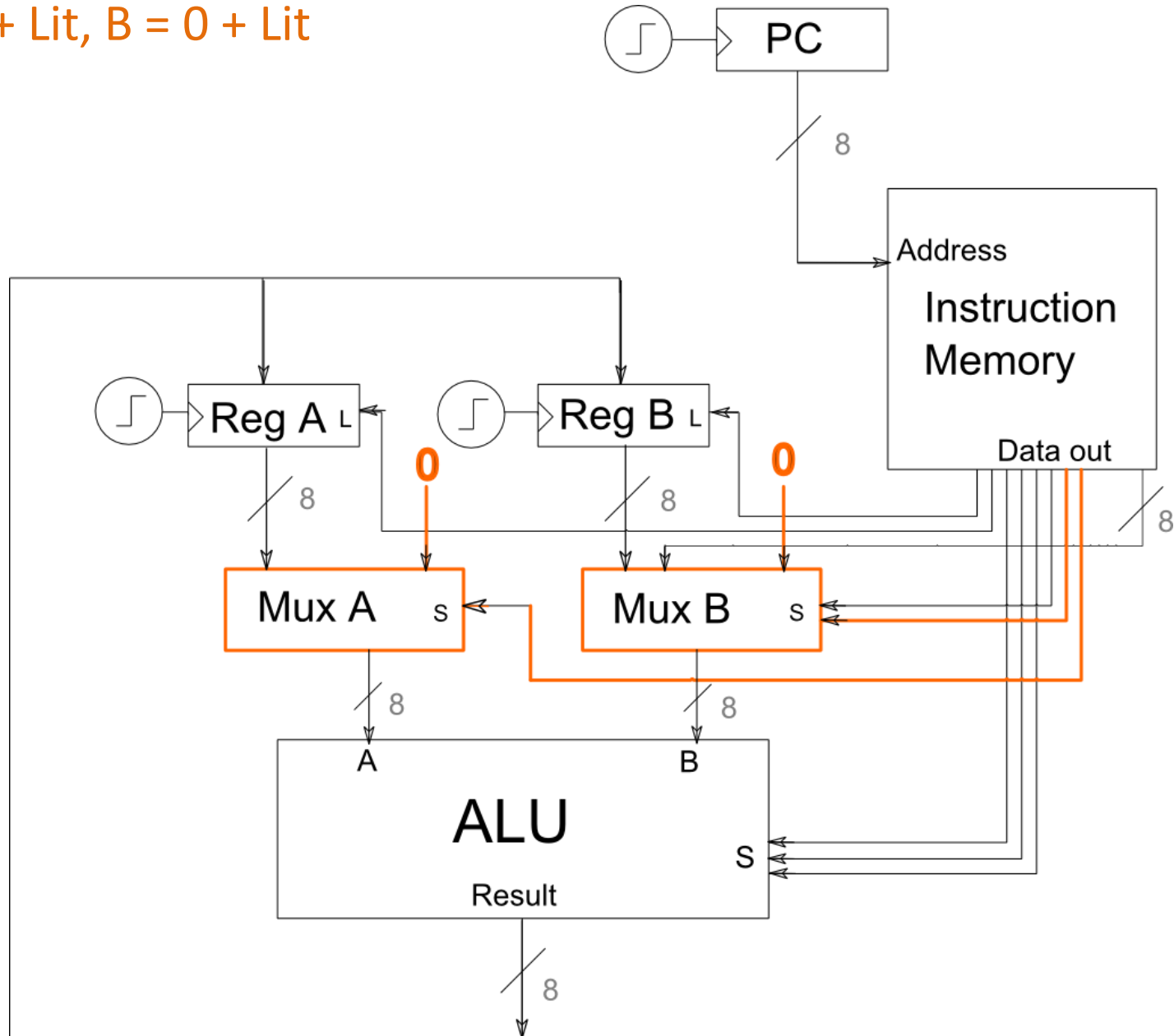
Literales aumentan poder expresivo

Ej.: $A = A + 5$



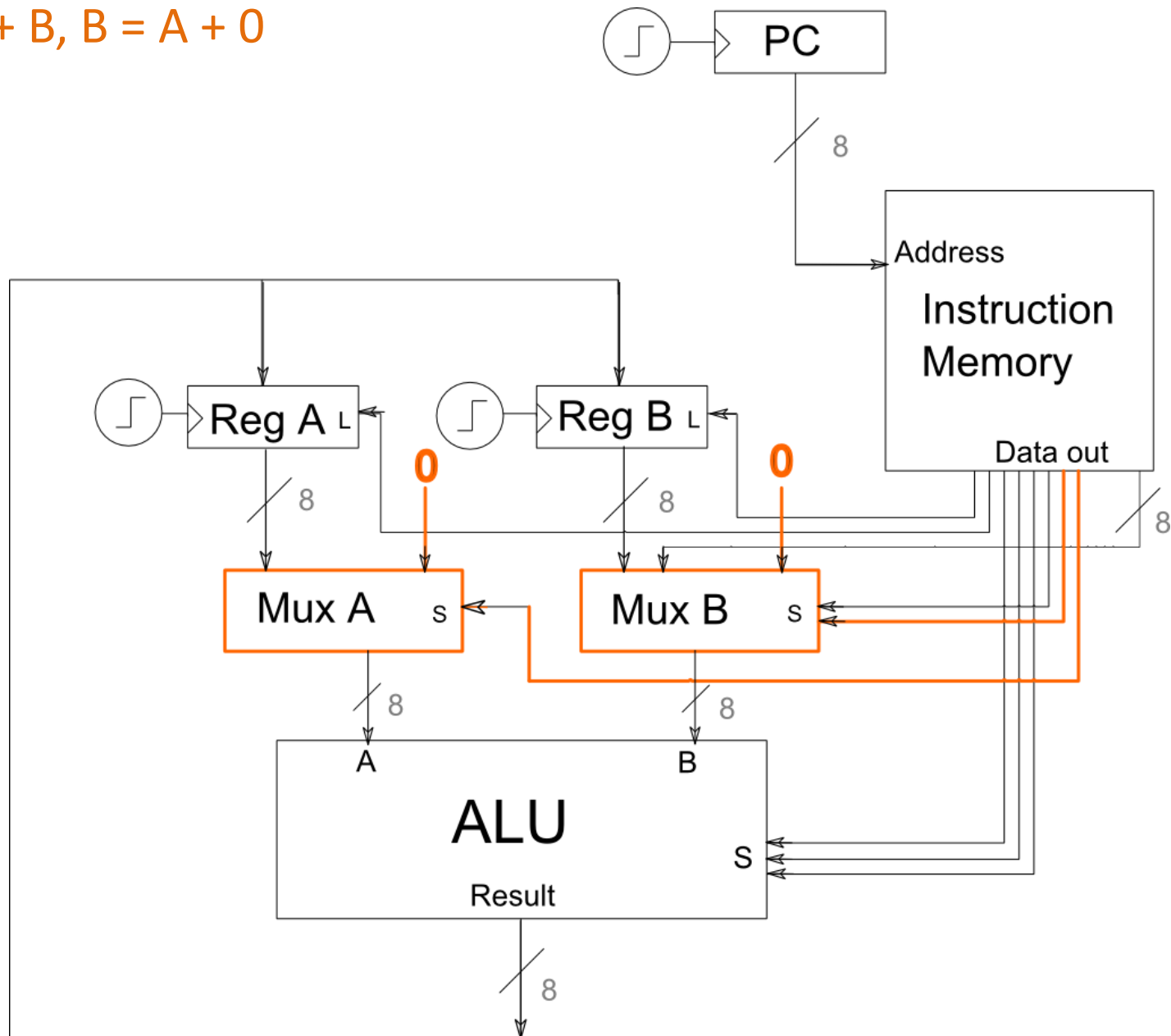
Ahora podemos inicializar registros

Ej.: $A = 0 + \text{Lit}$, $B = 0 + \text{Lit}$



Y también copiarlos

Ej.: $A = 0 + B$, $B = A + 0$



Tenemos palabras de control de 8 bits.

Podemos escribir en la memoria cualquier cosa (esto es malo)

Pero tenemos solo 28 instrucciones válidas.

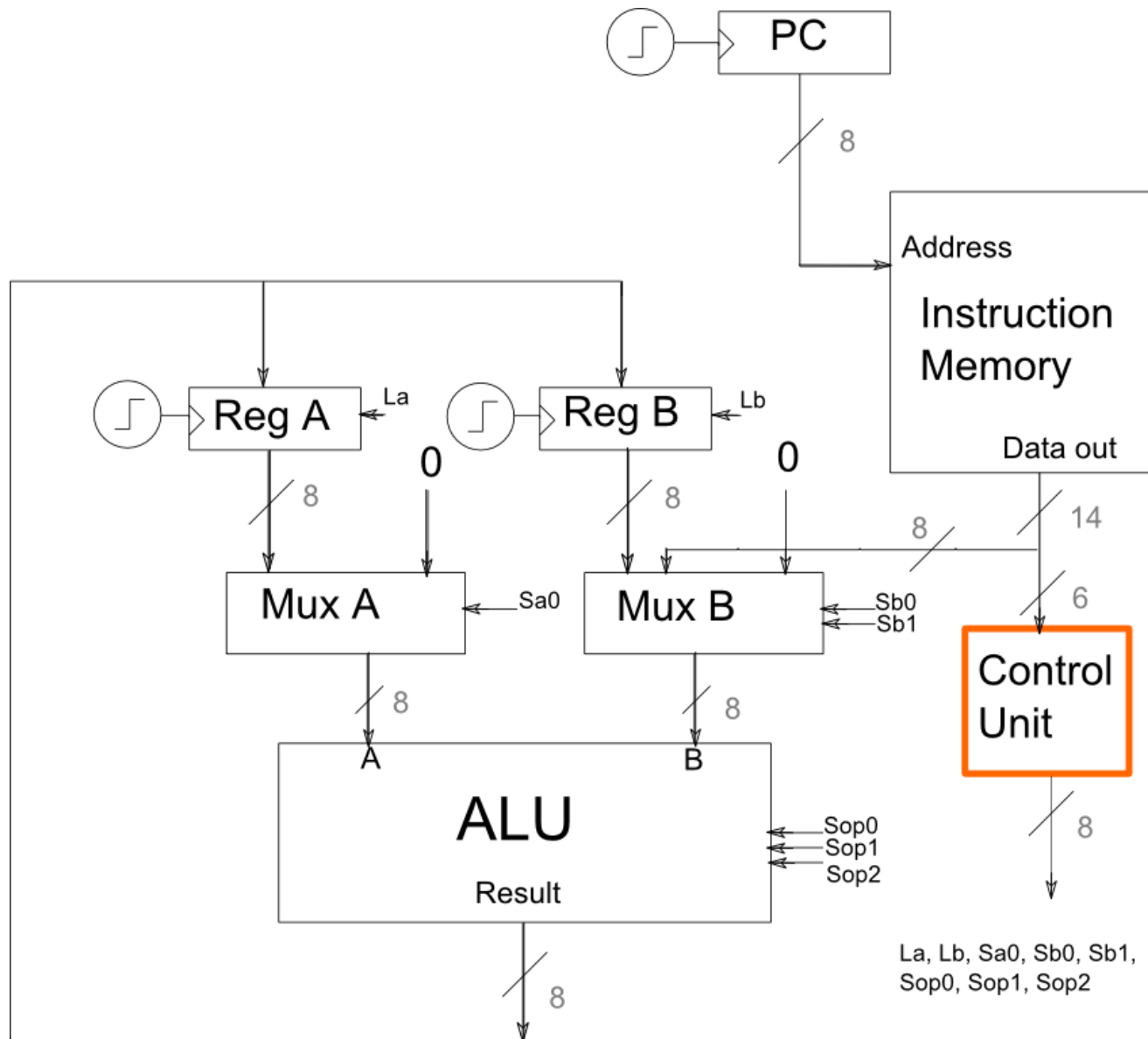
La	Lb	Sa0	Sb0	Sb1	Sop2	Sop1	Sop0	Operación
1	0	1	0	0	0	0	0	A=B
0	1	0	1	1	0	0	0	B=A
1	0	0	0	1	0	0	0	A=Lit
0	1	0	0	1	0	0	0	B=Lit
1	0	0	0	0	0	0	0	A=A+B
0	1	0	0	0	0	0	0	B=A+B
1	0	0	0	1	0	0	0	A=A+Lit
1	0	0	0	0	0	0	1	A=A-B
0	1	0	0	0	0	0	1	B=A-B
1	0	0	0	1	0	0	1	A=A-Lit
1	0	0	0	0	0	1	0	A=A and B
0	1	0	0	0	0	1	0	B=A and B
1	0	0	0	1	0	1	0	A=A and Lit
1	0	0	0	0	0	1	1	A=A or B
0	1	0	0	0	0	1	1	B=A or B
1	0	0	0	1	0	1	1	A=A or Lit
1	0	0	0	0	1	0	0	A=notA
0	1	0	0	0	1	0	0	B=notA
1	0	0	0	1	1	0	0	A=notLit
1	0	0	0	0	1	0	1	A=A xor B
0	1	0	0	0	1	0	1	B=A xor B
1	0	0	0	1	1	0	1	A=A xor Lit
1	0	0	0	0	1	1	0	A=shift left A
0	1	0	0	0	1	1	0	B=shift left A
1	0	0	0	1	1	1	0	A=shift left Lit
1	0	0	0	0	1	1	1	A=shift right A
0	1	0	0	0	1	1	1	B=shift right A
1	0	0	0	1	1	1	1	A=shift right Lit

Opcode	La	Lb	Sa0	Sb0	Sb1	Sop2	Sop1	Sop0	Operación
000000	1	0	1	0	0	0	0	0	A=B
000001	0	1	0	1	1	0	0	0	B=A
000010	1	0	0	0	1	0	0	0	A=Lit
000011	0	1	0	0	1	0	0	0	B=Lit
000100	1	0	0	0	0	0	0	0	A=A+B
000101	0	1	0	0	0	0	0	0	B=A+B
000110	1	0	0	0	1	0	0	0	A=A+Lit
000111	1	0	0	0	0	0	0	1	A=A-B
001000	0	1	0	0	0	0	0	1	B=A-B
001001	1	0	0	0	1	0	0	1	A=A-Lit
001010	1	0	0	0	0	0	1	0	A=A and B
001011	0	1	0	0	0	0	1	0	B=A and B
001100	1	0	0	0	1	0	1	0	A=A and Lit
001101	1	0	0	0	0	0	1	1	A=A or B
001110	0	1	0	0	0	0	1	1	B=A or B
001111	1	0	0	0	1	0	1	1	A=A or Lit
010000	1	0	0	0	0	1	0	0	A=notA
010001	0	1	0	0	0	1	0	0	B=notA
010010	1	0	0	0	1	1	0	0	A=notLit
010011	1	0	0	0	0	1	0	1	A=A xor B
010100	0	1	0	0	0	1	0	1	B=A xor B
010101	1	0	0	0	1	1	0	1	A=A xor Lit
010110	1	0	0	0	0	1	1	0	A=shift left A
010111	0	1	0	0	0	1	1	0	B=shift left A
011000	1	0	0	0	1	1	1	0	A=shift left Lit
011001	1	0	0	0	0	1	1	1	A=shift right A
011010	0	1	0	0	0	1	1	1	B=shift right A
011011	1	0	0	0	1	1	1	1	A=shift right Lit

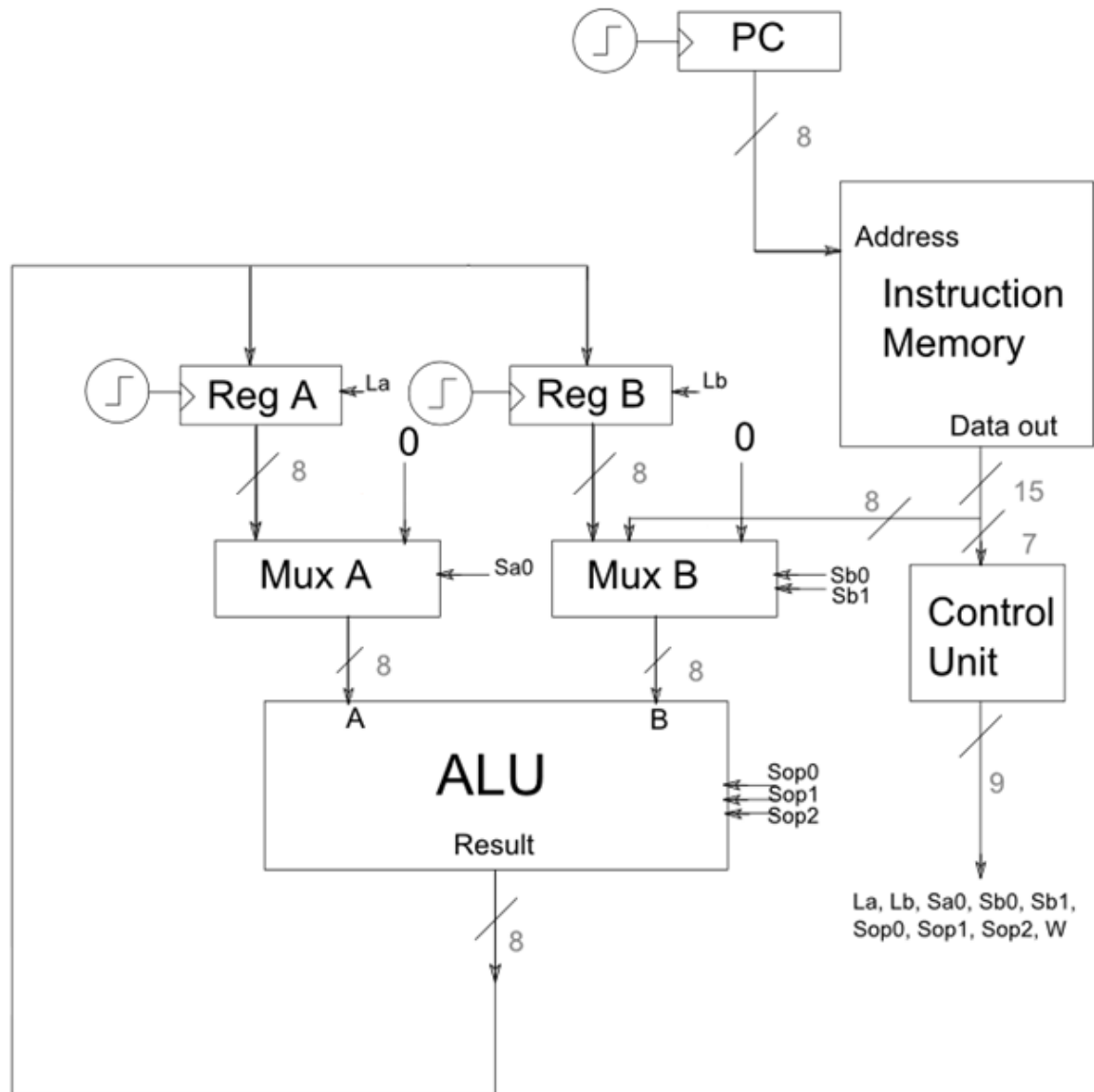
Solucionamos esto
usando **opcodes**.

Cada uno se asocia a
una instrucción.

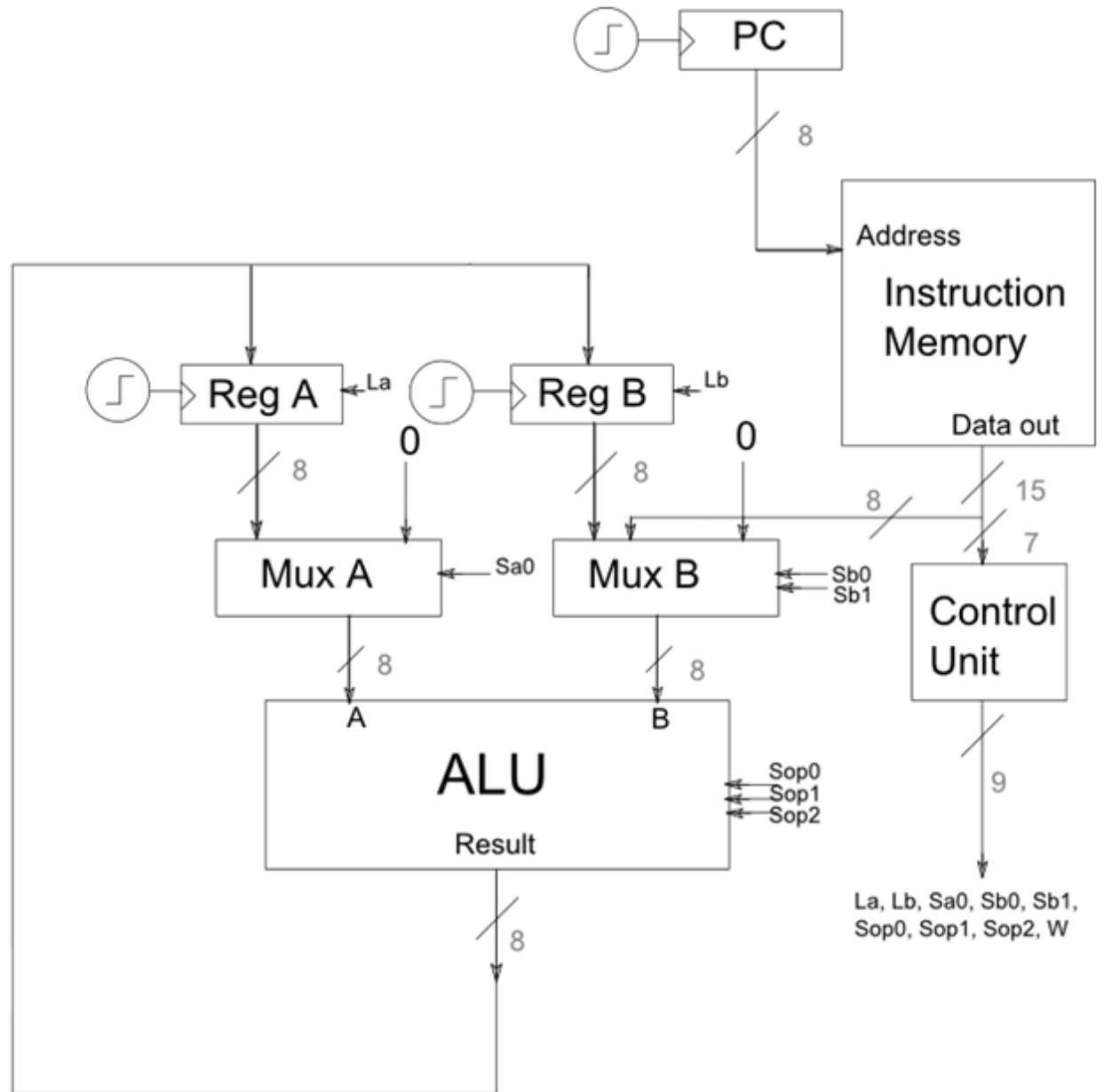
La **CU** traduce **opcodes** a señales de control y se implementa con una ROM (pero puede ser más compleja)



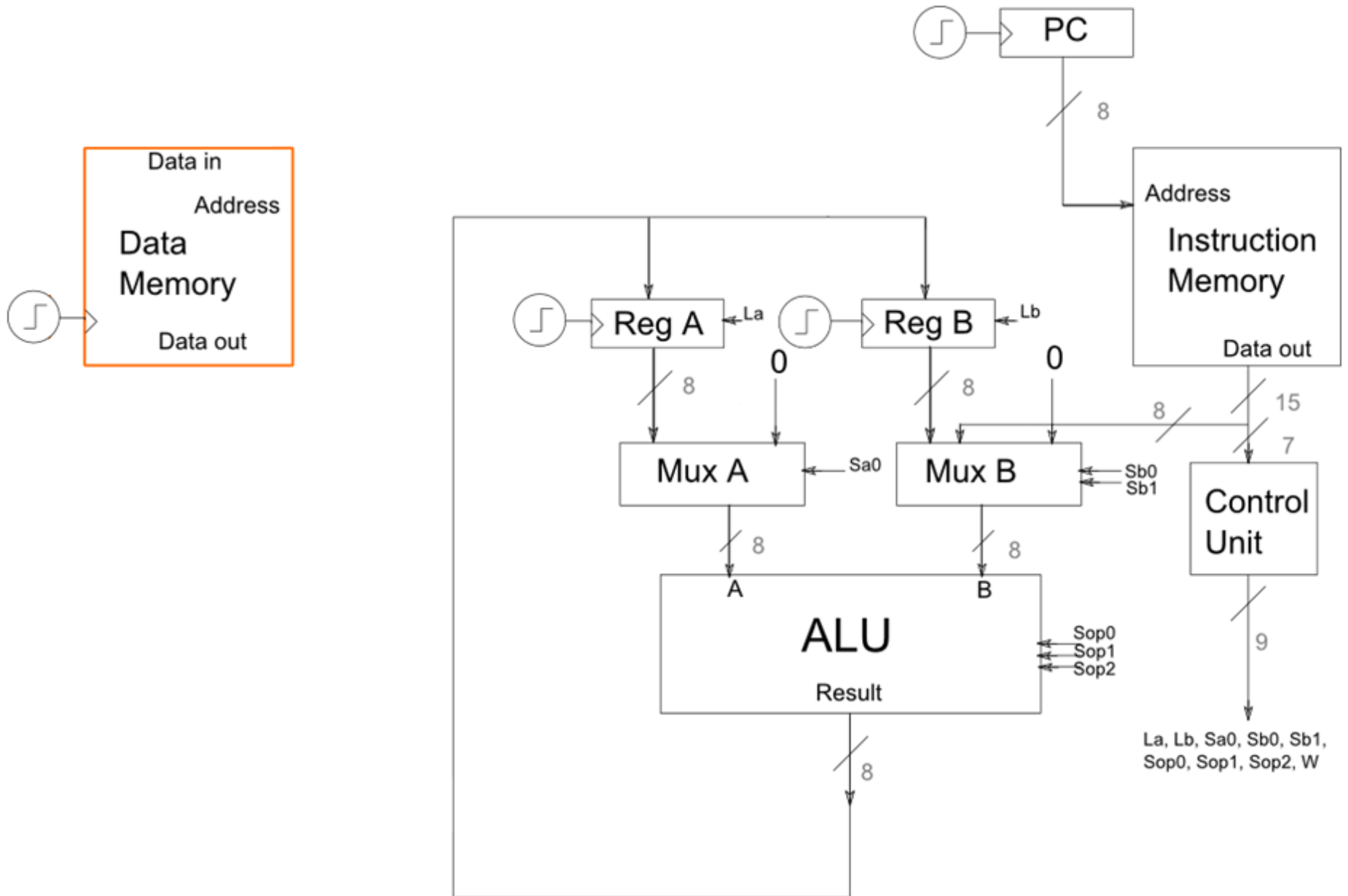
Aún necesitamos una manera para almacenar una **mayor cantidad de datos**



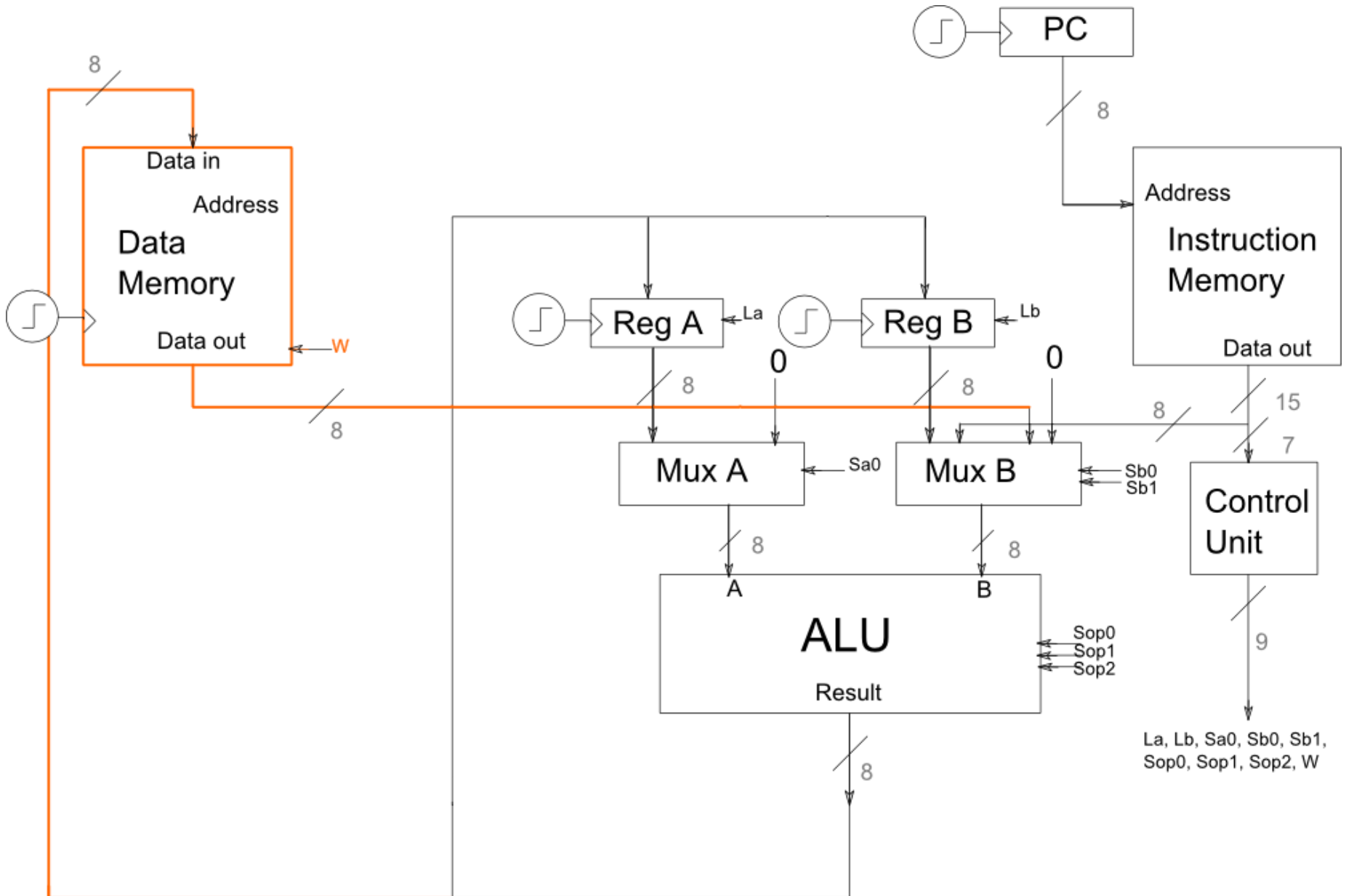
¿Donde podemos agregar una memoria?



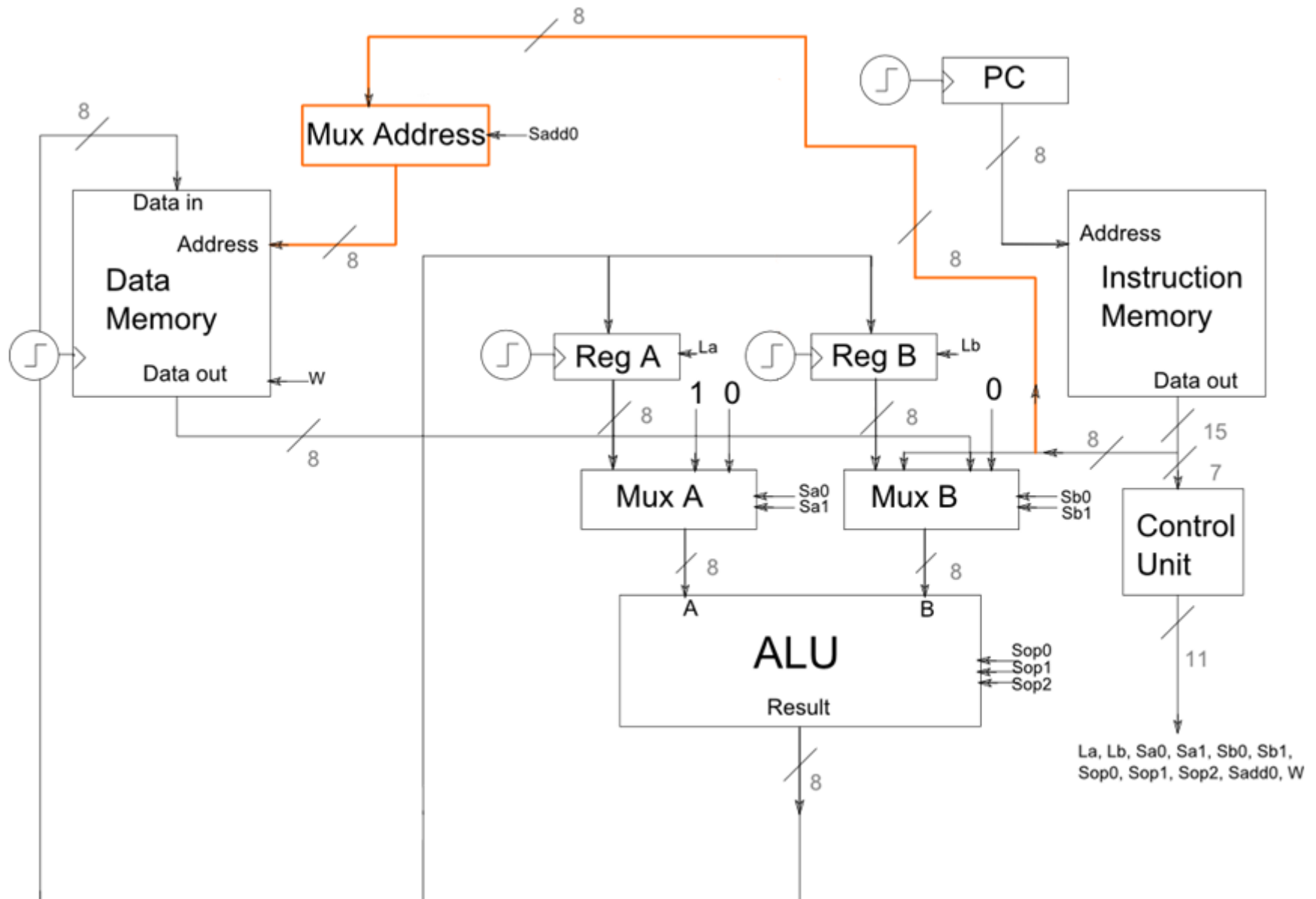
¿Donde podemos agregar una memoria?



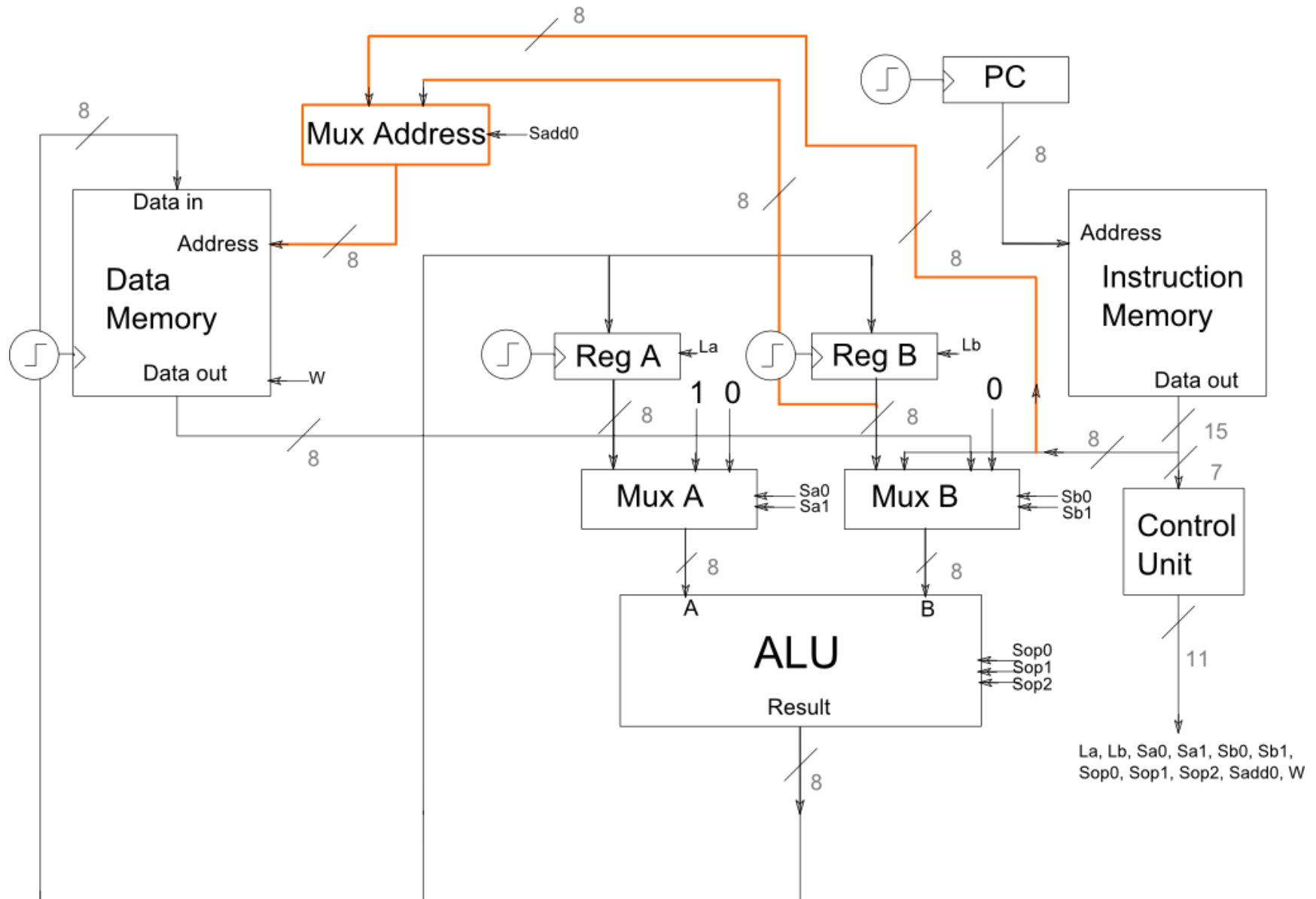
Ahora podemos almacenar variables



Podemos direccionar la memoria mediante un literal...
(direccionamiento directo)



...o también mediante el registro B
(direccionamiento indirecto por registro)



¿Cómo podemos darle órdenes (**programar**) a la máquina programable?

Opcode	La	Lb	Sa0	Sb0	Sb1	Sop2	Sop1	Sop0	Operación
000000	1	0	1	0	0	0	0	0	A=B
000001	0	1	0	1	1	0	0	0	B=A
000010	1	0	1	0	1	0	0	0	A=Lit
000011	0	1	1	0	1	0	0	0	B=Lit
000100	1	0	0	0	0	0	0	0	A=A+B
000101	0	1	0	0	0	0	0	0	B=A+B
000110	1	0	0	0	1	0	0	0	A=A+Lit
000111	1	0	0	0	0	0	0	1	A=A-B
001000	0	1	0	0	0	0	0	1	B=A-B
001001	1	0	0	0	1	0	0	1	A=A-Lit
001010	1	0	0	0	0	0	1	0	A=A and B
001011	0	1	0	0	0	0	1	0	B=A and B
001100	1	0	0	0	1	0	1	0	A=A and Lit
001101	1	0	0	0	0	0	1	1	A=A or B
001110	0	1	0	0	0	0	1	1	B=A or B
001111	1	0	0	0	1	0	1	1	A=A or Lit
010000	1	0	0	0	0	1	0	0	A=notA
010001	0	1	0	0	0	1	0	0	B=notA
010010	1	0	0	0	1	1	0	0	A=notLit
010011	1	0	0	0	0	1	0	1	A=A xor B
010100	0	1	0	0	0	1	0	1	B=A xor B
010101	1	0	0	0	1	1	0	1	A=A xor Lit
010110	1	0	0	0	0	1	1	0	A=shift left A
010111	0	1	0	0	0	1	1	0	B=shift left A
011000	1	0	0	0	1	1	1	0	A=shift left Lit
011001	1	0	0	0	0	1	1	1	A=shift right A
011010	0	1	0	0	0	1	1	1	B=shift right A
011011	1	0	0	0	1	1	1	1	A=shift right Lit

Assembly nos permite trabajar de forma más natural y con menor **redundancia**

Instrucción	Operandos	Opcode	La	Lb	Sa0	Sb0	Sb1	Sop2	Sop1	Sop0	Operación
MOV	A,B	000000	1	0	1	0	0	0	0	0	A=B
	B,A	000001	0	1	0	1	1	0	0	0	B=A
	A,Lit	000010	1	0	0	0	1	0	0	0	A=Lit
	B,Lit	000011	0	1	0	0	1	0	0	0	B=Lit
ADD	A,B	000100	1	0	0	0	0	0	0	0	A=A+B
	B,A	000101	0	1	0	0	0	0	0	0	B=A+B
	A,Lit	000110	1	0	0	0	1	0	0	0	A=A+Lit
SUB	A,B	000111	1	0	0	0	0	0	0	1	A=A-B
	B,A	001000	0	1	0	0	0	0	0	1	B=A-B
	A,Lit	001001	1	0	0	0	1	0	0	1	A=A-Lit
AND	A,B	001010	1	0	0	0	0	0	1	0	A=A and B
	B,A	001011	0	1	0	0	0	0	1	0	B=A and B
	A,Lit	001100	1	0	0	0	1	0	1	0	A=A and Lit
OR	A,B	001101	1	0	0	0	0	0	1	1	A=A or B
	B,A	001110	0	1	0	0	0	0	1	1	B=A or B
	A,Lit	001111	1	0	0	0	1	0	1	1	A=A or Lit
NOT	A,A	010000	1	0	0	0	0	1	0	0	A=notA
	B,A	010001	0	1	0	0	0	1	0	0	B=notA
	A,Lit	010010	1	0	0	0	1	1	0	0	A=notLit
XOR	A,A	010011	1	0	0	0	0	1	0	1	A=A xor B
	B,A	010100	0	1	0	0	0	1	0	1	B=A xor B
	A,Lit	010101	1	0	0	0	1	1	0	1	A=A xor Lit
SHL	A,A	010110	1	0	0	0	0	1	1	0	A=shift left A
	B,A	010111	0	1	0	0	0	1	1	0	B=shift left A
	A,Lit	011000	1	0	0	0	1	1	1	0	A=shift left Lit
SHR	A,A	011001	1	0	0	0	0	1	1	1	A=shift right A
	B,A	011010	0	1	0	0	0	1	1	1	B=shift right A
	A,Lit	011011	1	0	0	0	1	1	1	1	A=shift right Lit

Ocupando el **assembly** recién descrito, escriba un programa que realice las siguientes operaciones:

- Cargar los valores 5 y 6 en los registros **A** y **B** respectivamente
- Guardar en **A** la suma de los valores almacenados en **A** y **B**
- Guardar en **A** la resta de los valores almacenados en **A** y **B**
- Setear en 0 el valor de **B**

Necesitamos dar soporte para “variables” y direccionamiento en el assembly

- Separamos el código en 2 segmentos: datos y código
- En el de datos definimos las “variables” indicando su contenido y un *label* para facilitar el acceso
- En el de código, va lógicamente el código

Dirección	Label	Instrucción/Dato
	DATA:	
0x00	var0	Dato 0
0x01	var1	Dato 1
0x02	var2	Dato 2
0x03		Dato 3
0x04		Dato 4
	CODE:	
0x00		Instrucción 0
0x01		Instrucción 1
0x02		Instrucción 2
0x03		Instrucción 3
0x04		Instrucción 4

Necesitamos dar soporte para “variables” y direccionamiento en el assembly

- Para el direccionamiento, usaremos ()
- (*label*) para el direccionamiento directo

MOV A, (*var*) significa guardar en A el contenido de la dirección de memoria indicada por el label *var*

- (B) para el indirecto

MOV A, (B) significa guardar en A el contenido de la dirección de memoria indicada en B

Instrucción	Operandos	Operación	Condiciones	Ejemplo de uso
MOV	A,(Dir)	A=Mem[Dir]		MOV A,(var1)
	B,(Dir)	B=Mem[Dir]		MOV B,(var2)
	(Dir),A	Mem[Dir]=A		MOV (var1),A
	(Dir),B	Mem[Dir]=B		MOV (var2),B
	A,(B)	A=Mem[B]		-
	B,(B)	B=Mem[B]		-
	(B),A	Mem[B]=A		-
ADD	A,(Dir)	A=A+Mem[Dir]		ADD A,(var1)
	A,(B)	A=A+Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=A+B		ADD (var1)
SUB	A,(Dir)	A=A-Mem[Dir]		SUB A,var1
	A,(B)	A=A-Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=A-B		SUB (var1)
AND	A,(Dir)	A=A and Mem[Dir]		AND A,(var1)
	A,(B)	A=A and Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=A and B		-
OR	A,(Dir)	A=A or Mem[Dir]		OR A,(var1)
	A,(B)	A=A or Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=A or B		OR (var1)
NOT	A,(Dir)	A=notMem[Dir]		NOT A,(var1)
	A,(B)	A=notMem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=not A		NOT (var1)
XOR	A,(Dir)	A=A xor Mem[Dir]		XOR A,(var1)
	A,(B)	A=A xor Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=A xor B		XOR (var1)
SHL	A,(Dir)	A=shift left Mem[Dir]		SHL A,(var1)
	A,(B)	A=shift left Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=shift left A		SHL (var1)
SHR	A,(Dir)	A=shift right Mem[Dir]		SHR A,(var1)
	A,(B)	A=shift right Mem[B]		-
	(Dir)	Mem[Dir]=shift right A		SHR (var1)
INC	B	B=B+1		-
INC	(B)	(B)=(B)+1		-
INC	(Dir)	(Dir)=(Dir)+1		INC (var)

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ciencia de la Computación



IIC2343 – Arquitectura de Computadores

Programabilidad Parte 2 - Computador Básico

Profesor: Hans Löbel