



Pipelining-0

590005

Arquitectura e Ingeniería de Computadores

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

Goal

To transform a Von-Neumann organization into a pipelined microarchitecture

Transformación de una organización Von-Neumann en un cauce segmentado

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Fases

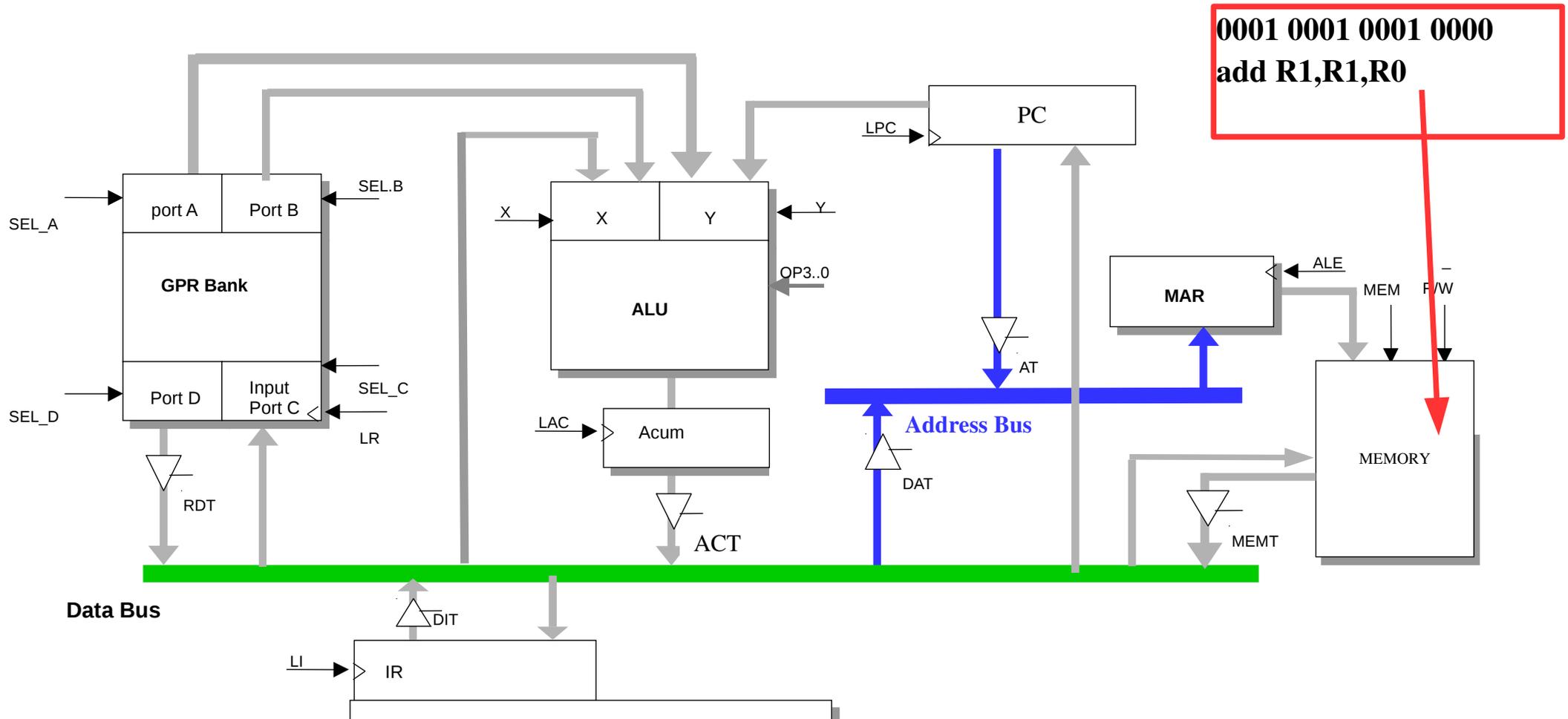
- 1. Búsqueda de la instrucción - Instruction FETCH (IF)
 - $RI \leftarrow M(PC)$.
- 2. Incremento PC (IPC)
 - $PC \leftarrow PC ++$
- 3. Decodificación – Instruction Decoding (ID)
 - Register RI contains the instruction
- 4. Ejecución (ej: instr de proceso like ADD or SUB or SHL)
 - 4. Búsqueda de operandos -Operands Fetch (OF)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Von Neumann



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Fetch

- Steps to read a memory word
 - from a location pointed to by the Program Counter
 - cycle by cycle, specifying active signals in each cycle
-
- Definir paso a paso la lectura de una palabra en memoria
 - almacenada en una posición apuntada por el PC
 - especificando ciclo a ciclo las señales activas necesarias

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Crono-tabla

- Use a table layout as shown and complete the full execution of instruction ADD R1,R1,R0
- Assume memory latency is only 1 cycle (Cache)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

Transforms

- Adder to increment the PC off the ALU
- Overlap Increment PC phase with Fetch Phase
- Maximize overlapping to obtain min. CPI (cycles per instr.)

- Añadir un sumador de uso exclusivo del PC
- Solapar ciclo de incremento de PC con el de Fetch
- Maximizar solapamientos para minimizar el CPI (ciclos por instrucción de proceso)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Add R1,R1,R0
R1 ← R1+R0

<i>Fase</i>	<i>Ciclo</i>	<i>Op El.</i>	<i>Señales</i>
IF + IPC	1	MAR ← PC	AT,ALE
	2	IR ← M(MAR) PC ← PC++	MEM,R,MEMT,LI INCR,LPC
ID	3		
OF/EX	4	Acum ← R1+R0	SEL_A/B,X,Op,LAC
WB	5	R1 ← Acum	ACT,SEL_C,LR,Reset

$$A = (I \cdot 7 \cdot Tc) / (I \cdot 5 \cdot Tc) = 7/5 = 1,4 \quad 40\%$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC



Further Transforms / Más transforms

- If instructions are simple to decode (RISC), may use ID cycle to fetch operands and perform operation
- This may require a longer cycle time
- Si las instrucciones son simples (RISC), no es necesario un ciclo exclusivo de decodificación: asimilamos ID con la operación
- Podría requerir mayor tiempo de ciclo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

Add R1,R1,R0
 $R1 \leftarrow R1+R0$

<i>Fase</i>	<i>Ciclo</i>	<i>Op El.</i>	<i>Señales</i>
IF + IPC	1	MAR \leftarrow PC	AT,ALE
	2	IR \leftarrow M(MAR) PC \leftarrow PC++	MEM,R,MEMT,LI INCR,LPC
ID/OF/EX	3	Acum \leftarrow R1+R0	SEL_A/B,X,Op,LAC
WB	4	R1 \leftarrow Acum	ACT,SEL_C,LR,Reset

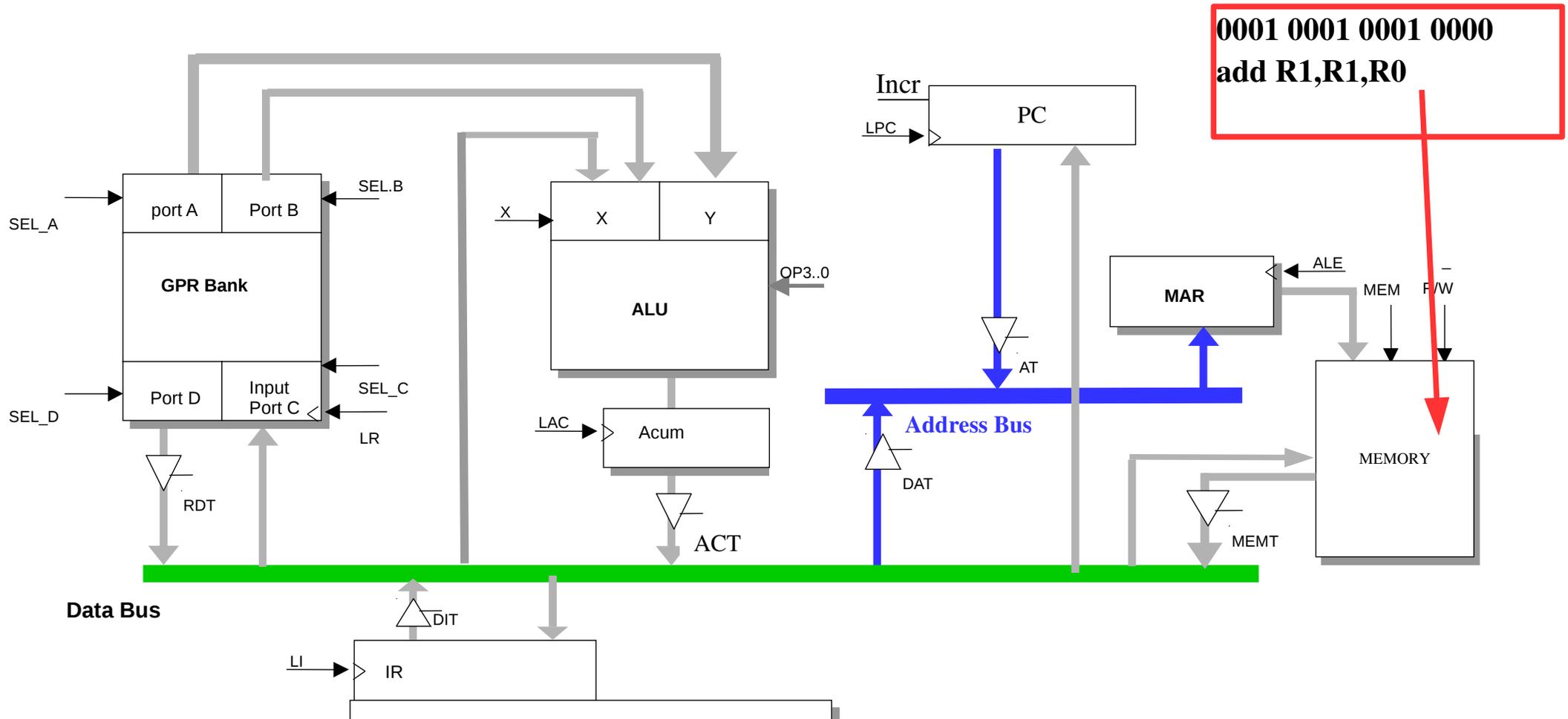
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

R-R



```
0001 0001 0001 0000
add R1,R1,R0
```

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Load Instruction instrucción de carga

LW R1, d(R3)
R1 ← M(R3+d)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

Fases

- 1. IF: $RI \leftarrow M(PC)$.
- 2. IPC: $PC \leftarrow PC + \underline{4}$
- 3. ID
- 4. Ejecución (for a LOAD / CARGA)
 - Búsqueda de operandos de dir – Address Operands Fetch (OF)
 - Cálculo de dir. efectiva – Obtain effective address (EX)
 - Acceso a memoria – Memory Access (ME)
 - Almacenamiento en Registro – Store result: Write Bank (WB)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

LW R1, d(R3)
R1 ← M(R3+d)

<i>Fase</i>	<i>Ciclo</i>	<i>Op El.</i>	<i>Señales</i>
IF	1	MAR ← PC	AT,ALE
	2	IR ← M(MAR)	MEM,R,MEMT,LI
IPC	3	Acum ← PC++	Y(),Op(),LAC
	4	PC ← Acum	ACT,LPC
ID	5		
OF/EX	6	Acum ← R3+d	SEL_A,DIT,X/Y,Op,LAC
	7	MAR ← Acum	ACT,DAT,ALE

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC



Applying same transforms as before...
 Realizando las mismas transformaciones de antes...

LW R1, d(R3)
 R1 ← M(R3+d)

<i>Fase</i>	<i>Ciclo</i>	<i>Op El.</i>	<i>Señales</i>
IF + IPC	1	MAR ← PC	AT,ALE
	2	IR ← M(MAR) PC ← PC++	MEM,R,MEMT,LI INCR,LPC
ID/OF/EX	3	Acum ← R3+d	SEL_A/B,X,Op,LAC
	4	MAR ← Acum	ACT, DAT,ALE
ME/WB	5	R1 ← M(MAR)	MEM,R,MEMT,SEL_C,LR, Reset



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

A CISC instruction

Una instrucción CISC

ADD R1, R4, d+R2(R3++)
R1 ← R4+M(R3+R2+d); R3←--R3+4

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC



cycles 1 & 2 are the same as before

$$R1 \leftarrow R4 + M(R3 + R2 + d);$$

$$R3 \leftarrow R3 + 4$$

Fase	Ciclo	Op El.	Señales
ID/OF	3	Acum \leftarrow R3+d	SEL_A=R3, DIT, X=Bus, Op=+, LAC
	4	Acum \leftarrow Acum+R2	SEL_A=R2, ACT, X=Bus, Op=+, LAC
	5	MAR \leftarrow Acum	ACT, DAT, ALE
EX / WB	6	Acum \leftarrow M(MAR) +R4	MEM,R, MEMT, SEL_A=R4, X=Bus, Op=+, LAC
	7	R1 \leftarrow Acum	ACT, SEL_C=R1, LR
	8	Acum \leftarrow R3+4	SEL_A=R3, DIT,



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ATC2-AUT-VEC

Introducing Pipelining

- Have as many instructions in the CPU as execution phases
- Goal: to have $CPI=1$
- Need to Fetch one instruction each cycle
 - Access Memory every cycle (IF)
 - Whenever there is access to Data in Memory:
 - Structural conflict
- Need simultaneous access to GPRs from all instructions

Identify elements to support those features

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introduciendo Segmentación

- Poder tener tantas instrucciones como fases del cauce
- CPI=1: Fetch de Instrucción cada ciclo
 - Acceso a Memoria en todos los ciclos (IF)
 - Acceso a Memoria de Datos a veces:
 - Conflicto estructural
- Poder acceder simultáneamente a Registros GPR

Identificar qué elementos añadir a estructura

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70