



Introducción

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

Objetivo

- Conceptos de Arquitectura de Computadores
- Repaso Von-Neumann
 - Fases, Rendimiento
 - Cálculos Rendimiento
- Perspectivas de aceleración
- Conceptos de paralelismo y concurrencia
- Arquitecturas de Computadores para la explotación del paralelismo

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

Arquitectura de Computadores

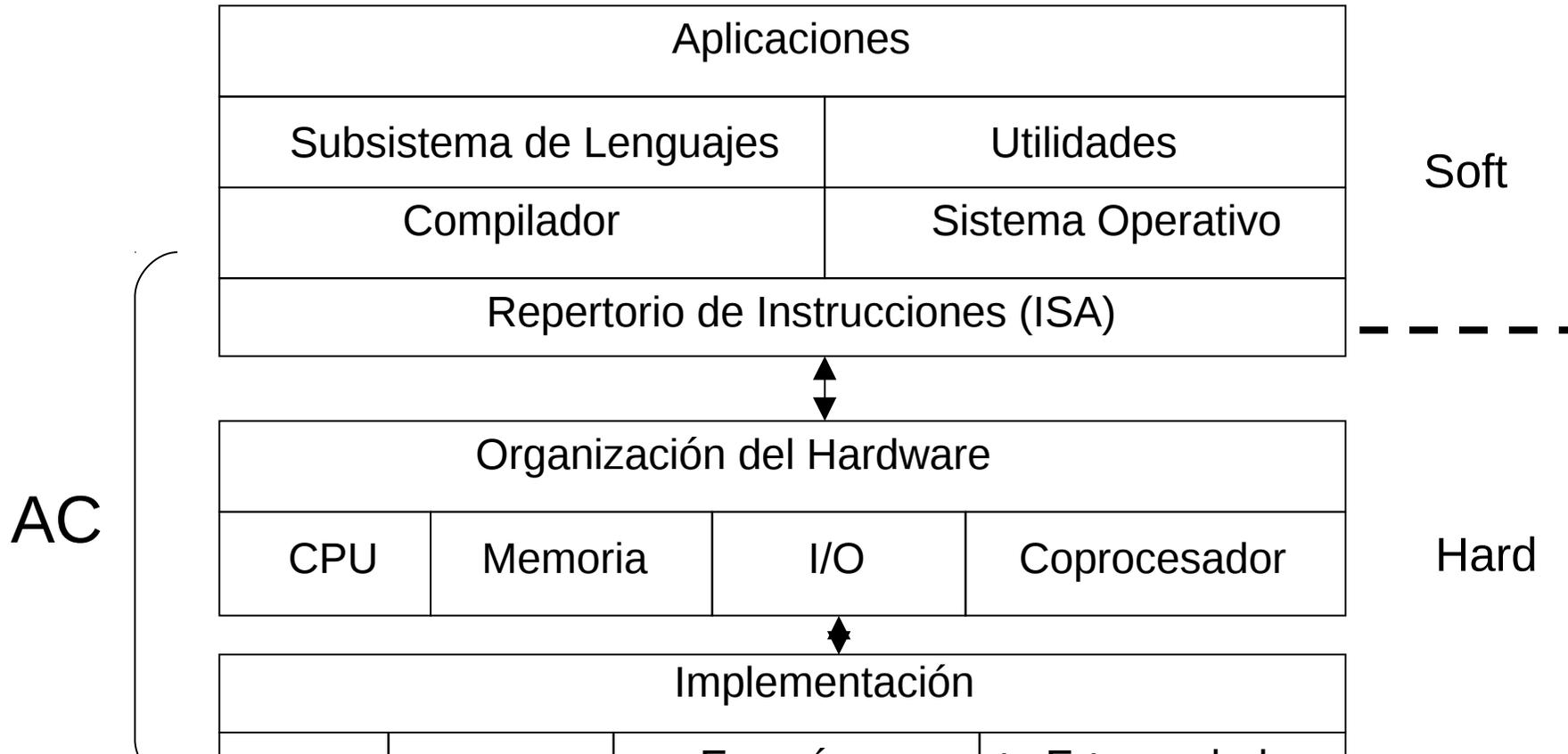
- Los atributos de computador tal cual los ve un programador.
 - (Amdahl, Blaaw, and Brooks, 1964)
- El término ‘arquitectura’ se pretende que cubra los **tres** aspectos del diseño de un computador: repertorio de instrucciones, organización y hardware (Hennessy-Datterson, 1996 & 2017)
- Def. Clásica:
ISA=Instruction Set Architecture
- Evolution
 - ISA
 - +Implementación=
 - Organización
 - Hardware

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

Visión Jerárquica de un computador



Cartagena99

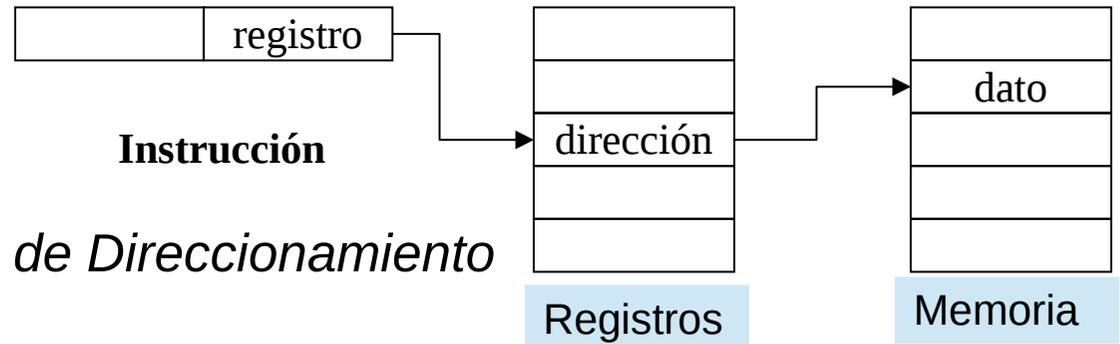
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Arquitectura del Repertorio de Instrucciones (ISA)

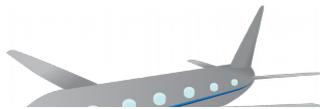
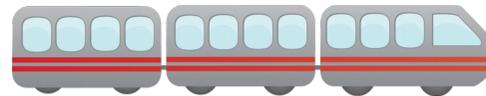
Codificación

```
Op-code Rx Ry
10111 1010
0011
```



Modos de Direccionamiento

Tendencias Diseño



```
andi R1,#0
ld R3, N(r0)
bucle:
```

```
MOV #600, R0
MOV #prtbuf, R1
```

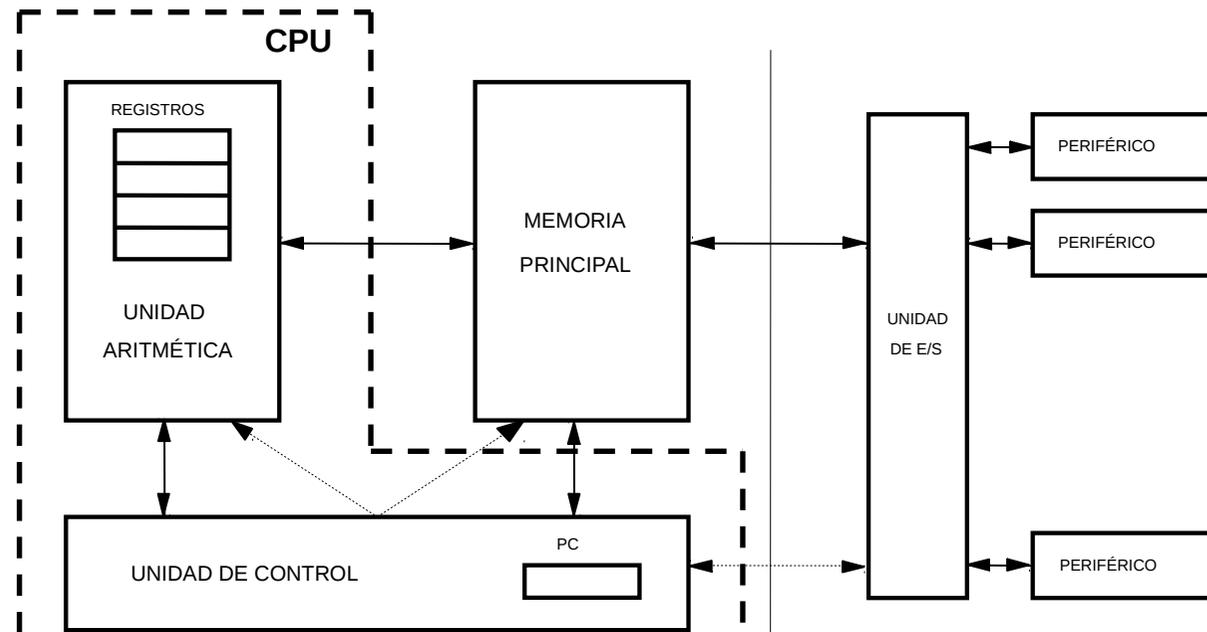
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Organización o Microarquitectura

- Aspectos de diseño del HW de alto nivel
- Unidades funcionales
- Memoria
- Su interconexión



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

Organización o MArq

- Dos procesadores con el mismo ISA (Inst. Set Arch.) pueden tener diferentes implementaciones
 - Ej: AMD Opteron e Intel Core i7
 - Ambos implementan 80x86 ISA
 - Muy distinta organización
 - Diferente cauce de segmentación
 - Diferente sistema memoria cache
 - Diseño de la CPU (aritmética, lógica de saltos etc.)

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

– Término CPU se va usando menos vs. multicore

ATC2-AUT-VEC

Hardware

- Detalles del diseño de bajo nivel
 - Diseño lógico
 - Tecnología de sus circuitos integrados (ICs)
- Dos procesadores con el mismo ISA y organizaciones casi idénticas pueden tener muy diferente implementación hardware
 - Ej: Intel Core i7 y Intel Xeon E7 (Xeon más eficiente Servidores)
 - Diferentes frecuencias de reloj
 - Distintos sistemas de memoria

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

– Arquitecto debe tenerlas en cuenta para un diseño perdurable

ATC2-AUT-VEC

La máquina de Von Neumann

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

Computador

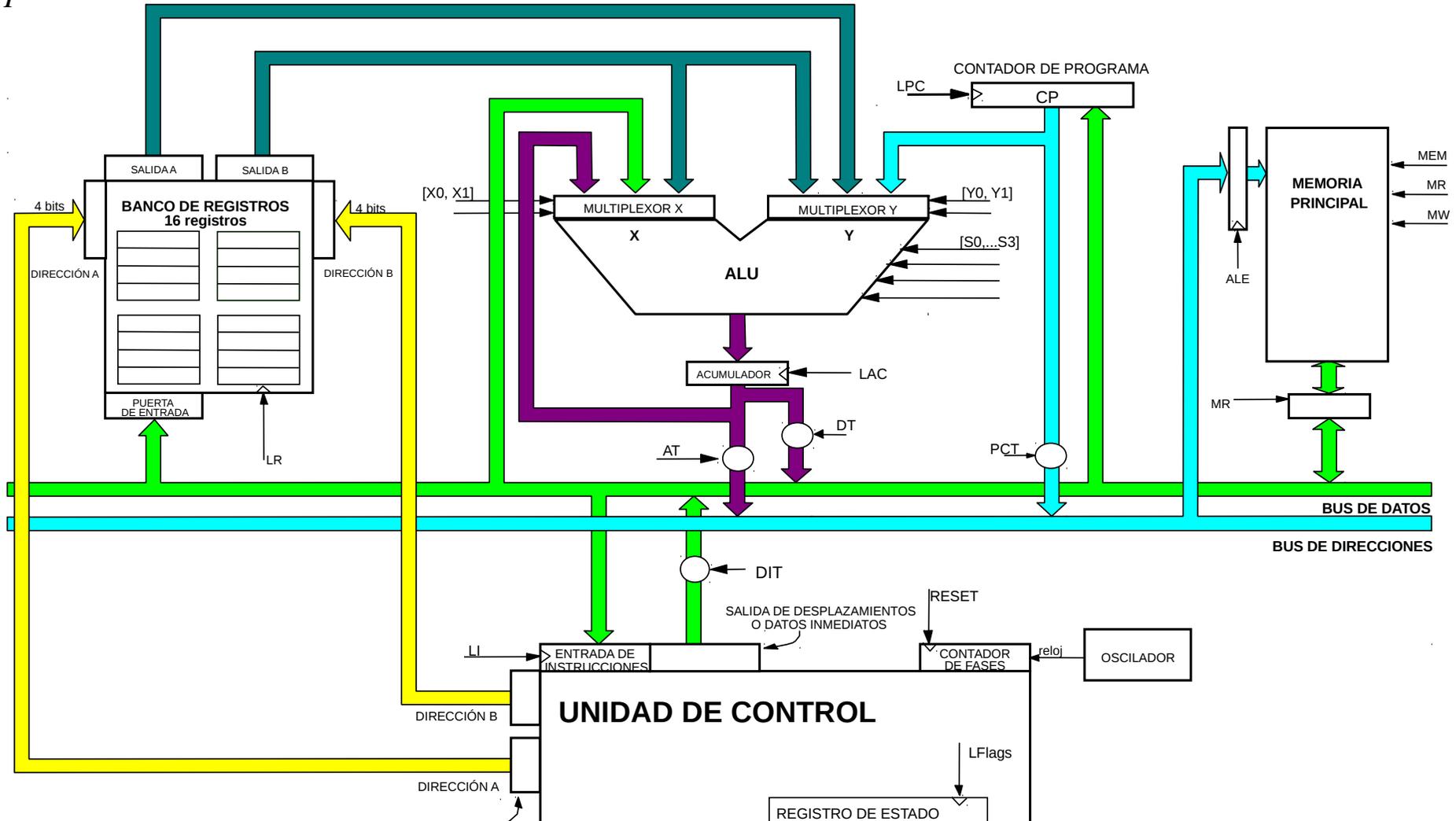
- Máquina capaz de realizar cálculos
- Ejecuta un programa: PROGRAMABLE
 - Las proto-máquinas “siempre tocaban la misma canción”
- Programa: secuencia de instrucciones
 - El computador ha de ejecutar una tras otra sin fin
- Programa + Datos → Memoria
- CPU: Registros especiales, Unidades funcionales, Registros de Propósito General (GPR) - para operar con los datos -

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Von Neumann

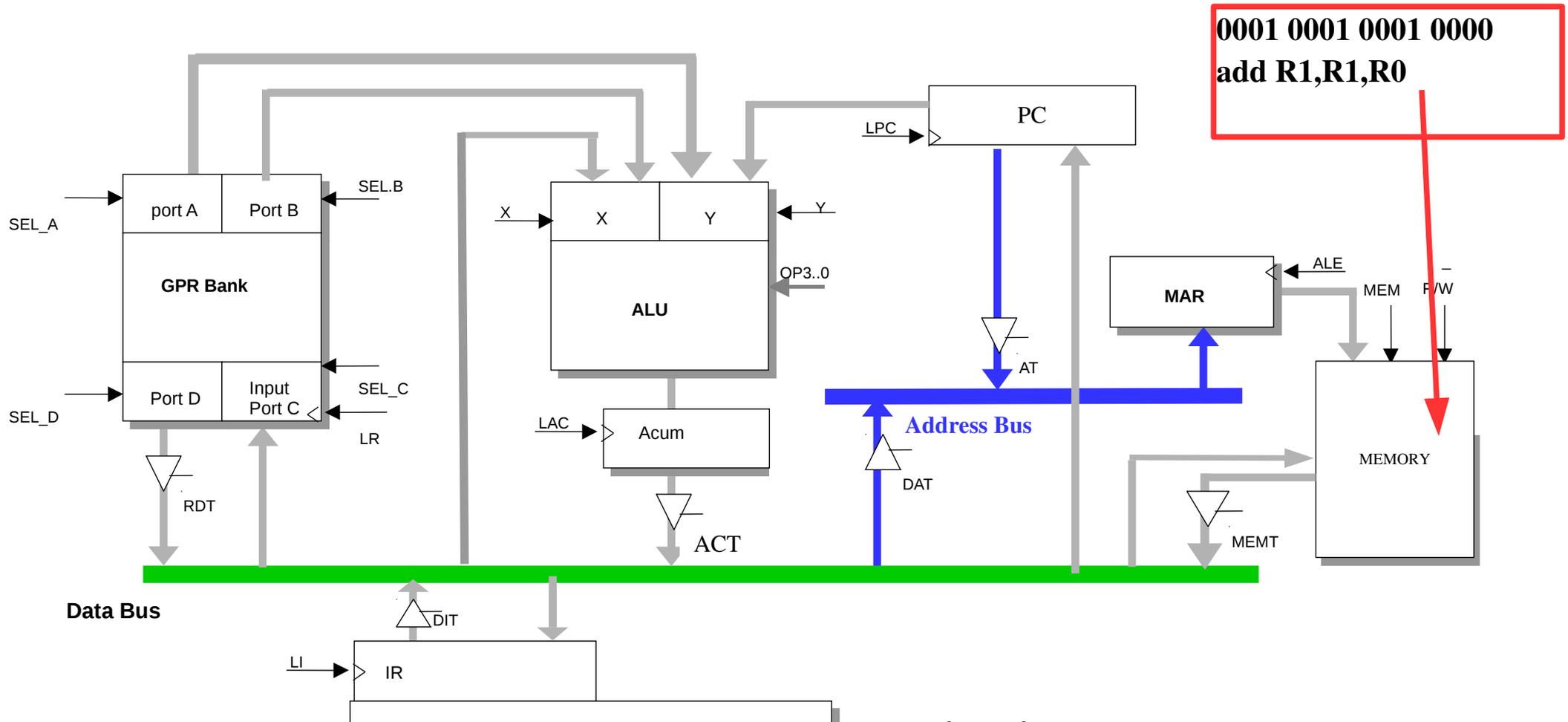


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS 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



```
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

Cartagena99

Fases

- 1. Búsqueda de la instrucción - Instruction FETCH (IF)
 - $RI \leftarrow M(PC)$.
- 2. Decodificación – Instruction Decoding (ID)
 - Manipulación RI para determinar de qué instrucción se trata
- 3. Incremento PC (IPC)
 - $PC \leftarrow PC + 4$ *** depende organización memoria
- 4. Ejecución (ej: instrucción de proceso en máquina R-R)
 - 4. Búsqueda de operandos -Operands Fetch (OF)

Cartagena99

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

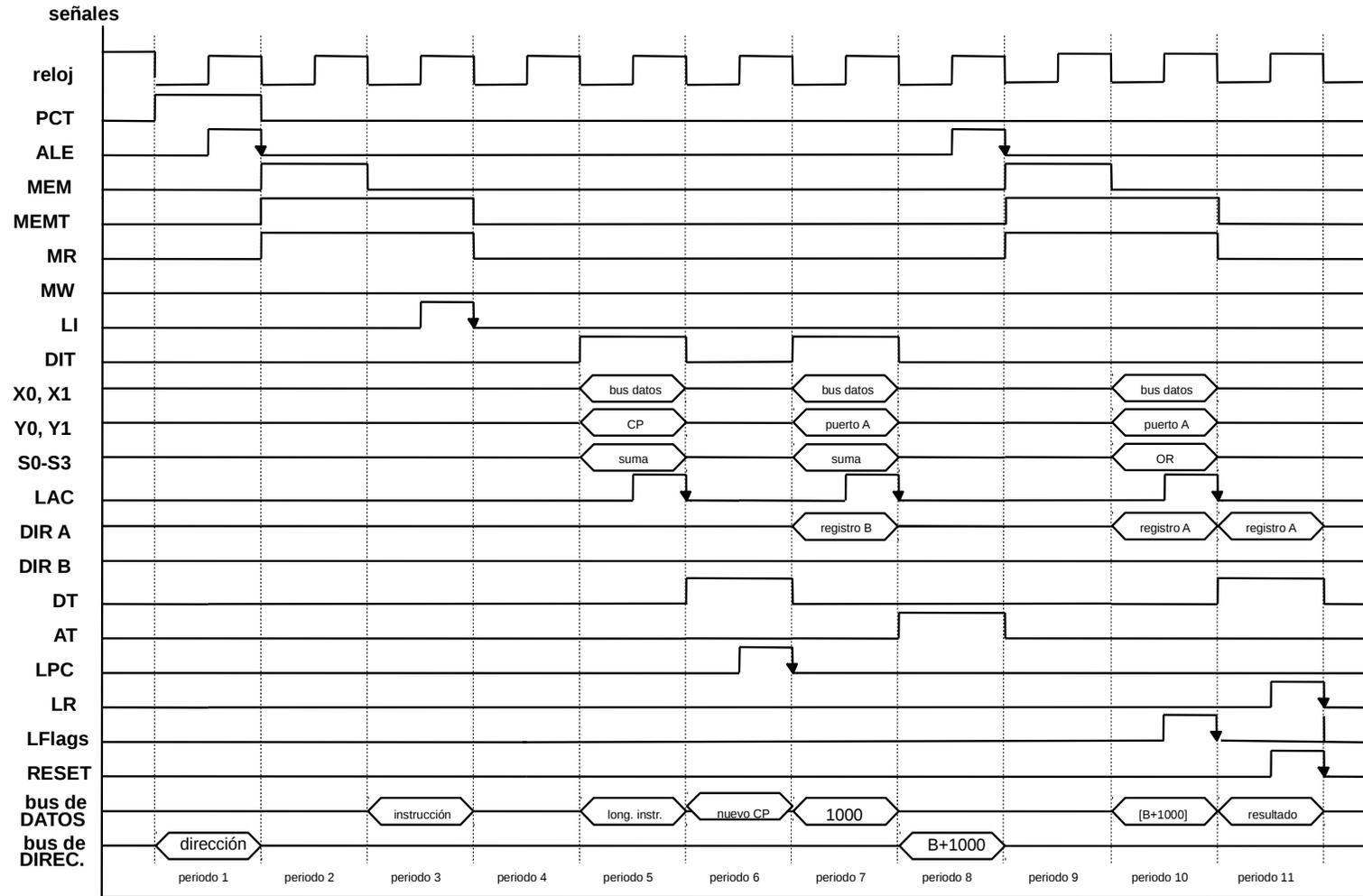
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



UAH

La Unidad de Control

Ejecución de Instrucciones: Operaciones Elementales



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

ATC2-AUT-VEC



Rendimiento Métricas

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

Rendimiento

Rendimiento: rapidez con la que el computador puede ejecutar programas

Acabar un trabajo primero (T. de respuesta o de ejecución)

Completar más trabajos durante un período de tiempo

$$\text{Rendimiento} = 1/\text{Tiempo de ejecución}$$

Rendimiento Relativo = Ganancia = Aceleración

$$\text{Rendimiento de A} / \text{Rendimiento de B} = n > 1$$

Una mejora $n > 1$



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

Rendimiento

- Mediciones en tiempo:
 - Cuánto tarda en ejecutar un programa
 - Tiempo de CPU o **Tiempo de Ejecución** (usaremos este)
 - Excluye interacción con I/O
 - Cuánto tarda en responder a una petición
 - Depende de I/O (no lo usaremos)
- Eficiencia (Throughput).
 - Trabajo completado por unidad de tiempo
 - **MIPS**: Millones de Instrucciones Por Segundo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Ecuaciones Rendimiento

T = Tiempo de ejecución de un programa

$$T = C_y \cdot T_c$$

C_y = Ciclos de reloj consumidos por el programa

T_c = Período del ciclo de reloj en segundos (o ns)

$$T_c = 1/f$$

f = frecuencia en Hertz (Hz= ciclos/seg), MHz o GHz)

$$C_y = I \cdot CPI$$

I = Total de instrucciones ejecutadas (recuento dinámico)

CPI = Ciclos por Instrucción.

Media de ciclos de reloj empleados (mezcla particular)



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



Ejemplo 1

Se tiene la siguiente información sobre la mezcla de instrucciones pertenecientes a un repertorio de una máquina que ejecutada un programa Benchmark. Calcular CPI de dicha mezcla

Se debe obtener la media ponderada de 3 cpi

Tipo	Ciclos que consume	% uso
Aritmética y lógica entera	2	50
Carga/Almacenamiento	4	20
Transferencia de control	2	20
Aritmética Coma Flotante	8	10

Ejemplos:

add R1,R2,R3 $R1 \leftarrow R2+R3$

ld R1, 16(R4) $R1 \leftarrow M(R4+16)$

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

Ejemplo 2

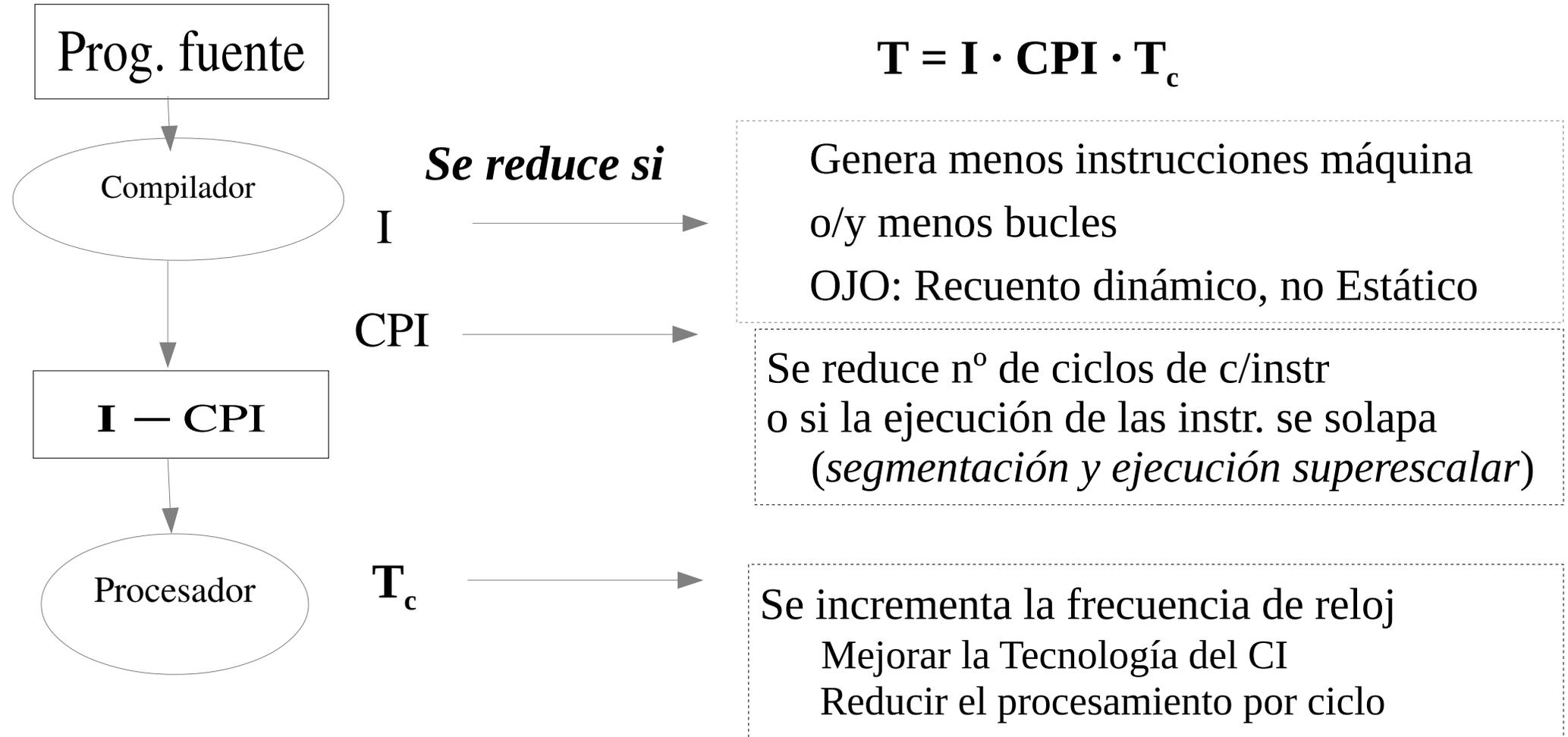
En un procesador de una frecuencia de 40 MHz. se ejecuta un *benchmark* con la mezcla de instrucciones y ciclos mostrada en la tabla a continuación.

Calcular recuento de instrucciones, CPI, MIPS y Tiempo de ejecución.

Tipo	NºInstruc.	Ciclos
Aritmética entera	45.000	3
Transferencia de datos	32.000	2
Coma Flotante	15.000	10
Transferencia de control	8.000	2



UAH



Observar que no son factores independientes:

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

ATC2-AUT-VEC

Factores y su ámbito de influencia

Tej =	Nº Inst.	CPI	Per. reloj
<i>Programa</i>	X		
<i>Compilador</i>	X	(X)	
<i>Repertorio inst.</i>	X	X	(X)
<i>Organización</i>		X	X
<i>Tecnología</i>			X

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

Aceleración o Ganancia

- Mide el efecto de una mejora en un computador “A” o “G”
- **Cociente** entre Tiempos de Ejecución antes y después de la mejora de un mismo programa(s)
 - Adimensional
 - > 1 significa que hay mejora
 - $T1/T2$ es >1 si $T2 < T1$
 - $T2$ es menor: se redujo el tiempo de ejecución, hay ganancia
 - El programa/programas se denomina “benchmark”

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

Ejemplo 3

- Un programa *benchmark* en un procesador se ejecuta en 250 ms de los cuales, 200 ms se emplean en operaciones que manipulan números enteros.
- Se realiza un cambio en la circuitería de este procesador con el propósito de acelerar estas operaciones de enteros.
- Tras hacer estos cambios se comprueba que el mismo programa que se ejecutaba antes en 250 ms ahora tarda 210 ms.

-

¿Cuál es la Ganancia o Aceleración obtenida?

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

Ejemplo 3

¿Cuánto se ha acelerado el procesamiento de enteros para obtener esta ganancia?

$$T1 = 250\text{ms} = \underline{200\text{ms}} + 50 \text{ ms} \quad T2 = 210\text{ms} = \underline{??} + 50\text{ms}$$

El tiempo de proceso de enteros (??) tras la mejora fue de 160ms

La aceleración parcial sobre los enteros es de $200\text{ms}/160\text{ms} = 1,25$

Conclusión: una aceleración de un 25% sobre los enteros

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Aumentar el rendimiento es la cuestión

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

Necesidad de aumentar Rendimiento

- ¡Siempre se superan las capacidades de los computadores!
 - Mayor Potencia de Cálculo
 - Saturación de las máquinas (tarde o temprano)
- Aumento lineal en algunos problemas implica un aumento exponencial del cálculo asociado. Ejemplo:
 - Si multiplicar matrices cuadradas de tamaño N requiere N^3 operaciones (N^2 elementos, cada uno requiere N multiplicaciones y $N-1$ sumas)...
 - Multiplicar matrices de $2N$ implicarán $(2N)^3 = 8N^3$

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

Necesidad-..

Ejemplos de aplicaciones ávidas de potencia de cálculo

Procesos de control en *tiempo real*

(centrales nucleares, vehículos auto-guiados, vehículos espaciales, aplicaciones de tráfico reactivas, ...)

Simulación

(modelos biológicos, predicciones meteorológicas, aviónica, ...)

Otros

(inteligencia artificial, minería de datos, demanda psicológica, ...)



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

La pregunta es

¿Podemos seguir aumentando las capacidades de una máquina clásica, la máquina von Neumann?

¿De qué factores depende este aumento?

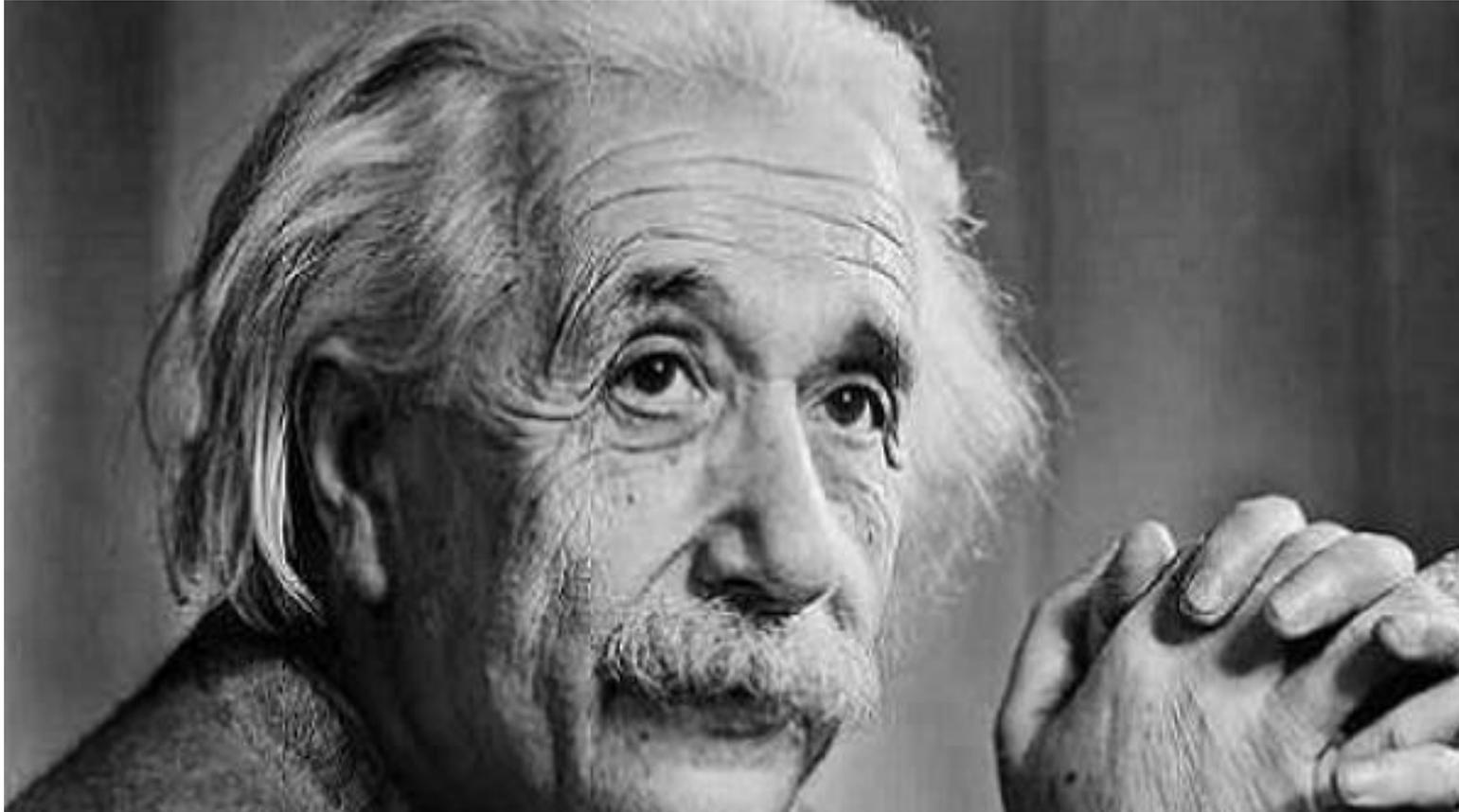
Cartagena99

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

Los límites físicos del crecimiento



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

Limitaciones físicas: propagación

Aumentar la FRECUENCIA del Reloj

Límites:

Velocidad transición 0-1, 1-0 en Si

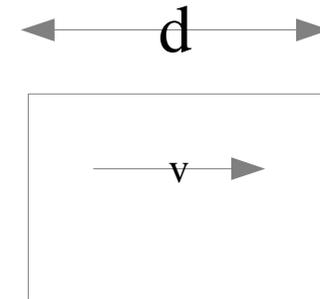
Generación excesiva de calor: Disipación

Espacio ocupado (densidad del CI)

Propagando en una superficie de 3x3cm.

transiciones (1 --> 0) en Si:

$$d = 3 \text{ cm}$$



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

Limitaciones físicas...

Objetivo: Aumentar la densidad de integración, componentes/cm³

Límites: ancho de *calle* ya cercano a la longitud de onda

La fabricación de CI tiene procesos de impresión en material fotosensible

Es lo que permite “dibujar” vías de conexión entre componentes. Una calle es una de estas “líneas”.

La separación entre ellas se consigue con una máscara debe

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

Limitaciones físicas...

Las Memorias no son tan rápidas como los Elementos de cálculo

- > Cuellos de Botella en el uso de Memoria
- > Circuitos de Cómputo infrutilizados

¿Y qué alternativas de mejora tenemos?

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



Cómo aumentar rendimiento

- Seguir persiguiendo el “techo tecnológico” actual
 - Incremento de la densidad de integración
 - Técnicas de disipación de calor
- Búsqueda de nuevas tecnologías
 - Transistores moleculares
 - Computación cuántica
- Buscar el PARALELISMO
 - “Hacer tareas a la vez”
 - Disponer de Unidades que operen simultáneamente

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

Estudio de
Dependencias

Asignación de
recursos a tareas

Dotación de recursos
(Hardware)

PARALELISMO

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

Una definición formal de paralelismo:

“El procesamiento paralelo es una forma eficaz de procesamiento de información que favorece la explotación de los sucesos concurrentes en el proceso de computación”
[Hwang-Briggs]

Conceptos básicos:

Granularidad: tamaño de la tarea computable

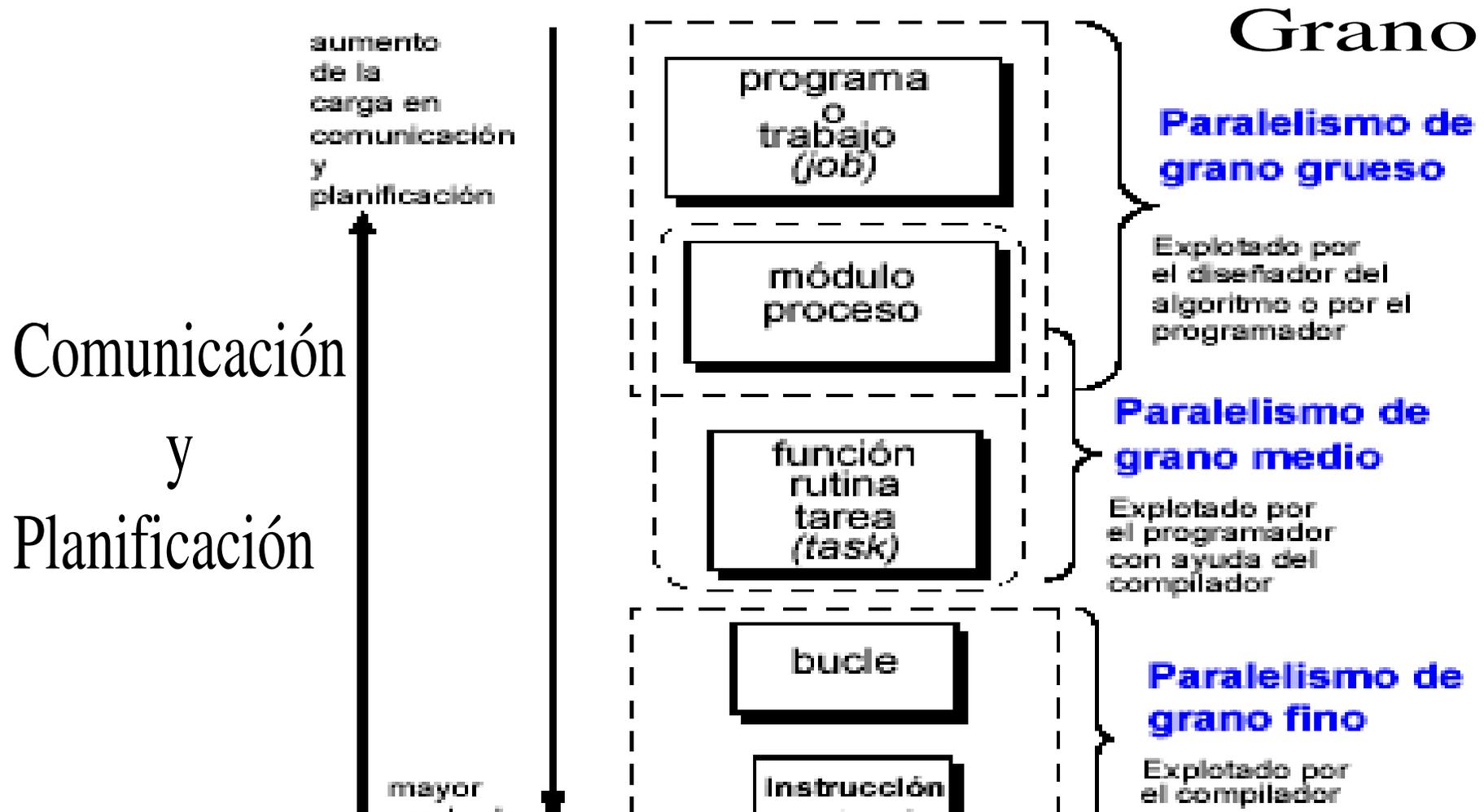
Planificación: asignación de los recursos a las tareas

Comunicación: sincronización de tareas independientes

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



Cartagena99

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

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

Tipos de Paralelismo

Paralelismo implícito:

Programas convencionales. Invisible al programador.

El compilador se encarga de “paralelizar” y de asignar los recursos de la máquina

Ventajas

No es necesario reescribir el programa: se aprovecha todo el código secuencial existente

El trabajo del programador es fácil (clásico)

Inconvenientes

Gran dependencia del compilador y su nivel de optimización

Aprovechamiento del paralelismo de nuevas máquinas y portabilidad del compilador son factores contrapuestos



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

Tipos de Paralelismo

Paralelismo explícito:

el programador utiliza lenguajes de procesamiento paralelo para desarrollar su sistema

Ventaja

Mejor aprovechamiento del paralelismo de la máquina

Inconveniente

El trabajo del programador es más sofisticado, requiere mayor cualificación

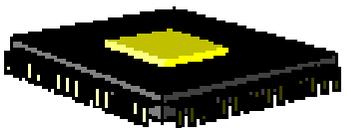
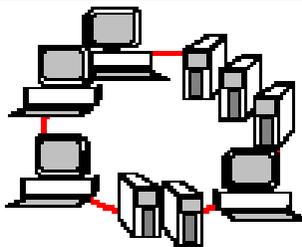


Cartagena99

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

Tipos de P.: “hardware” de soporte e implementación del paralelismo

nivel		técnicas de implementación	
estructuras paralelas		paralelismo a nivel de procesador	→ <ul style="list-style-type: none"> - segmentación - división funcional - procesadores vectoriales
		paralelismo en multiprocesadores	→ <ul style="list-style-type: none"> - memoria compartida - memoria distribuida
		paralelismo en multicomputadores	→ <ul style="list-style-type: none"> - <i>clusters</i> - sistemas distribuidos

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

Taxonomía de Flynn

SISD (Simple Instruction Simple Data): flujo de instrucciones único que trabaja sobre un flujo de datos único (arquitectura clásica, superescalares)

SIMD (Simple Instruction Multiple Data): flujo de instrucciones único que trabaja sobre un flujo de datos múltiple (computadores matriciales)

MISD (Multiple Instruction Simple Data): flujo de instrucciones múltiple que trabaja sobre un flujo de datos único (sin realizaciones prácticas)

MIMD (Multiple Instruction Multiple Data): flujo de instrucciones múltiple que trabaja sobre un flujo de datos múltiple (multiprocesadores)

Cartagena99

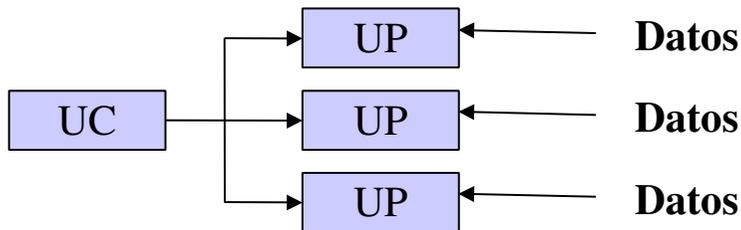
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Tipos de Paralelismo – Taxonomía de Flynn

SISD

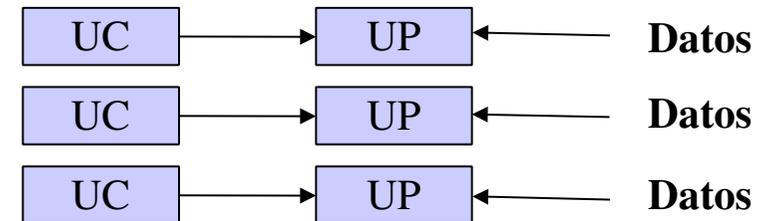
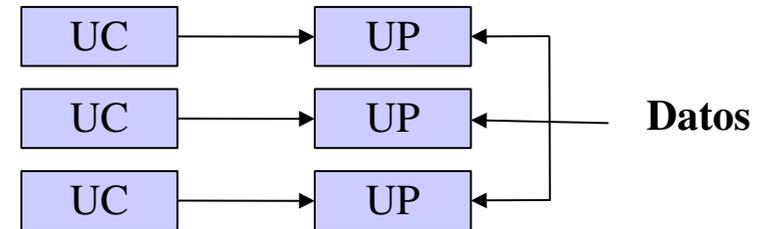
todas máquinas serie (von Neumann)



SIMD

MISD

????



MIMD

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

SEGMENTACIÓN Pipelining

Cartagena99

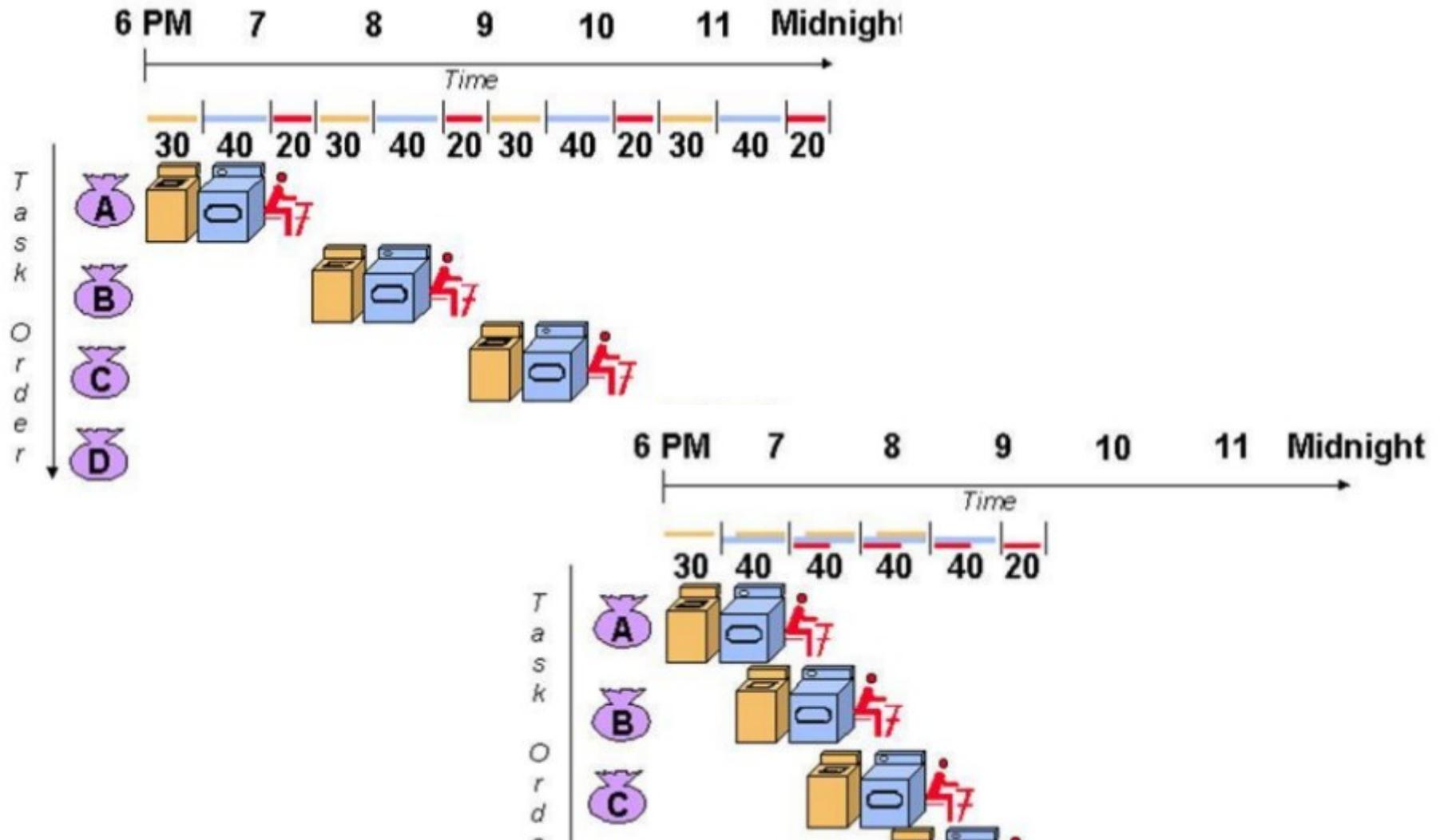
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

ATC2-AUT-VEC



UAH

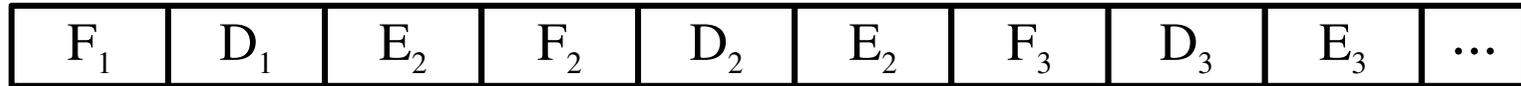


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

ATC2-AUT-VEC



Sin segmentación

Cauce segmentado en 3 fases:

Ciclos de reloj



Instrucciones

I₁



I₂



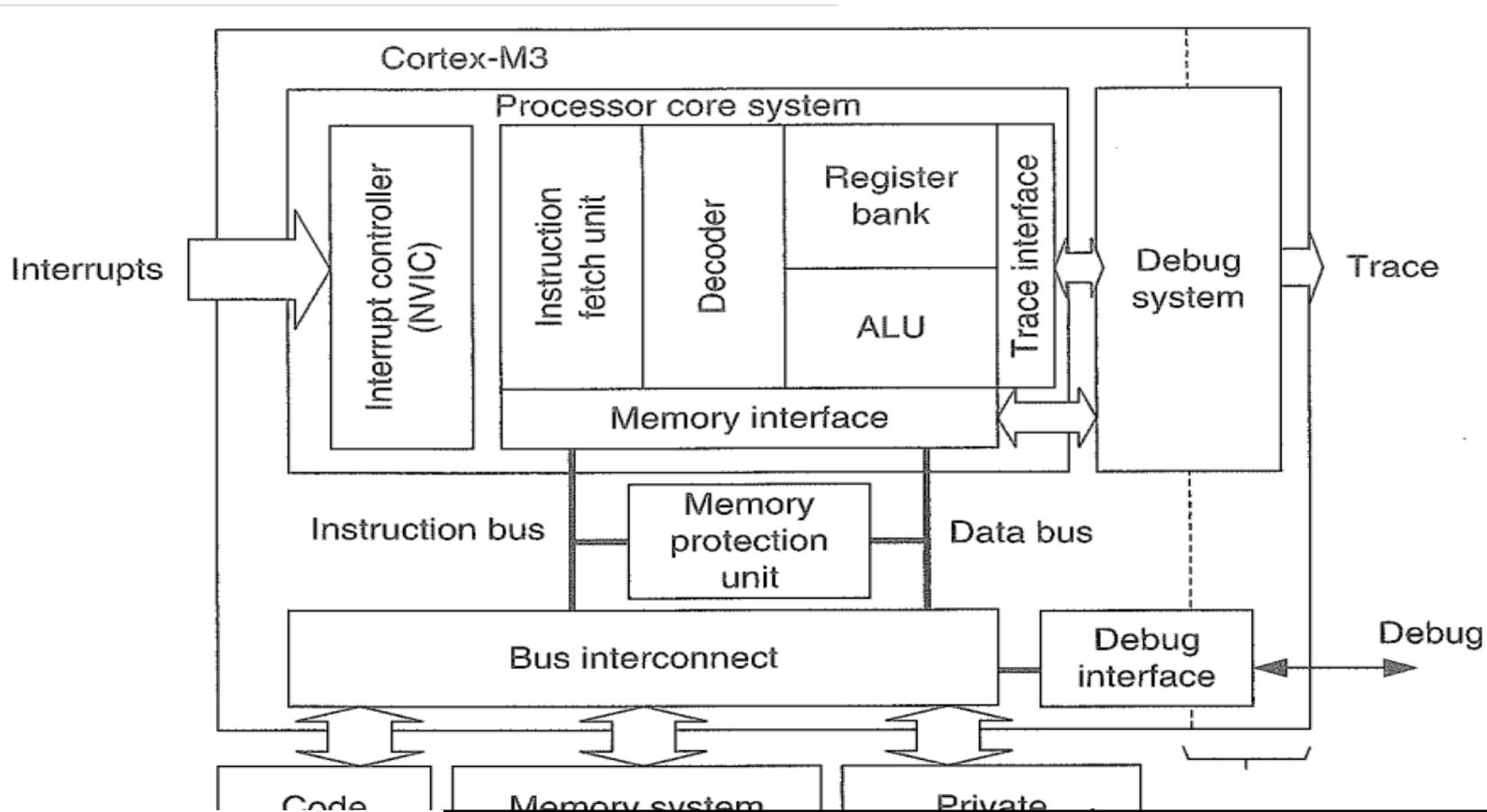
I₃



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

Cortex M3 Pipeline

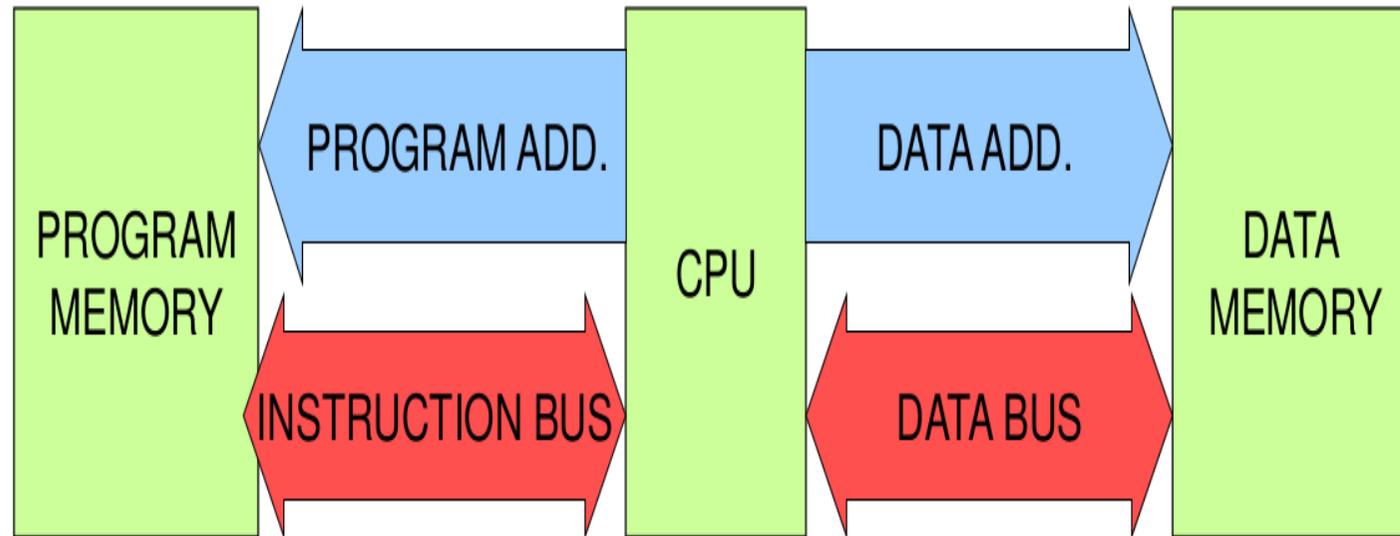


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Arquitectura Harvard



Cartagena99

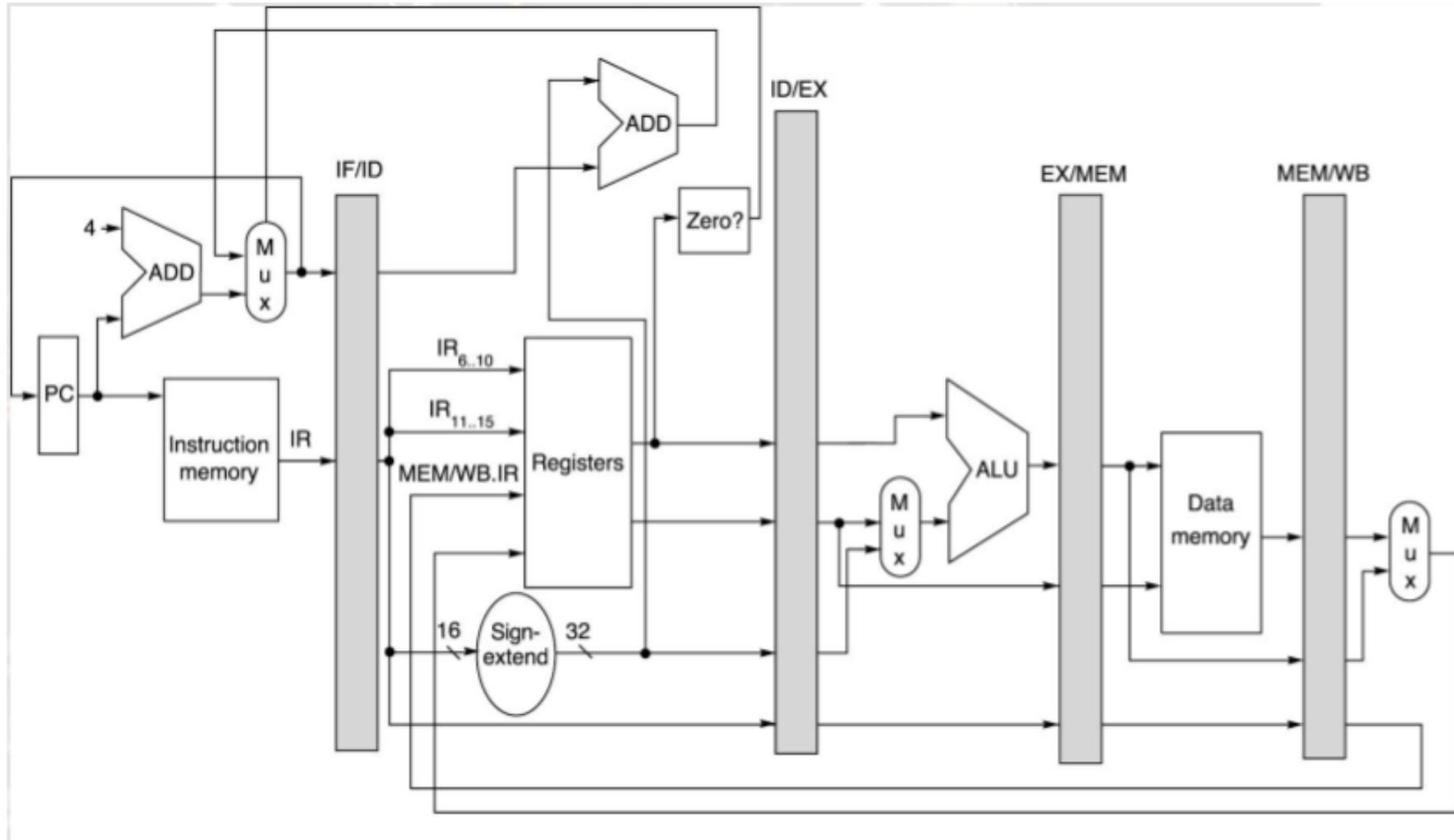
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

ATC2-AUT-VEC



UAH



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

ATC2-AUT-VEC