

Arquitecturas y Organización de Computadoras I

1: Abstracciones en la computadora y tecnología

Rafael Ignacio Zurita

Depto. Ingeniería de Computadoras

September 9, 2020

Abstracciones en la computadora y tecnología

- * **Modelo sencillo**
- * **Abstracciones en la computadora**
- * **Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador**
- * **Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones**
- * **Avances y limitaciones tecnológicas**
- * **Tiempo de ejecución (rendimiento)**
- * **MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)**
- * **Recursos**

Abstracciones en la computadora y tecnología

- * **Modelo sencillo**
- * **Abstracciones en la computadora**
- * **Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador**
- * **Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones**
- * **Avances y limitaciones tecnológicas**
- * **Tiempo de ejecución (rendimiento)**
- * **MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)**
- * **Recursos**



» La computadora

Modelo Un modelo simplificado de una computadora, mostrando sus 3 componentes básicos:

- * Procesador (CPU)
- * Memoria
- * Dispositivos de E/S.

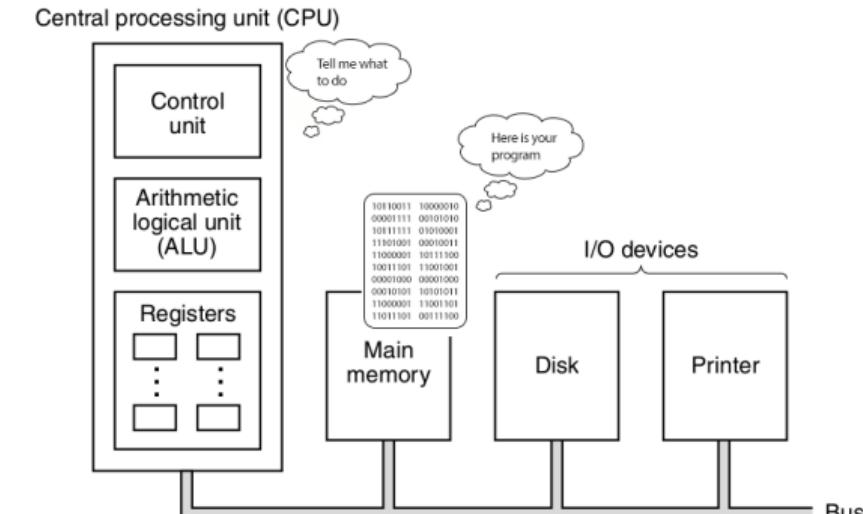


Figure 2-1. The organization of a simple computer with one CPU and two I/O devices.

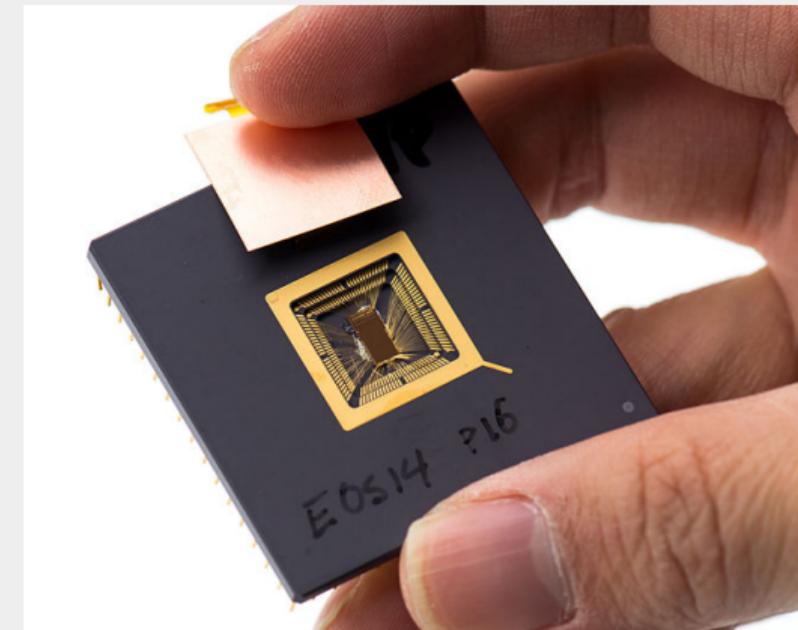
» La computadora: Un sistema complejo

CHIP

Chip Die en inglés, es empaquetado dentro de un componente que permite su utilización mecánica en un PCB.

Densidad La tecnología que se utiliza para fabricar los chips (dies), en los circuitos integrados, es el transistor CMOS.

Actualmente la densidad es tan grande que existen miles de millones de transistores en un único chip.



» La computadora: Un sistema complejo

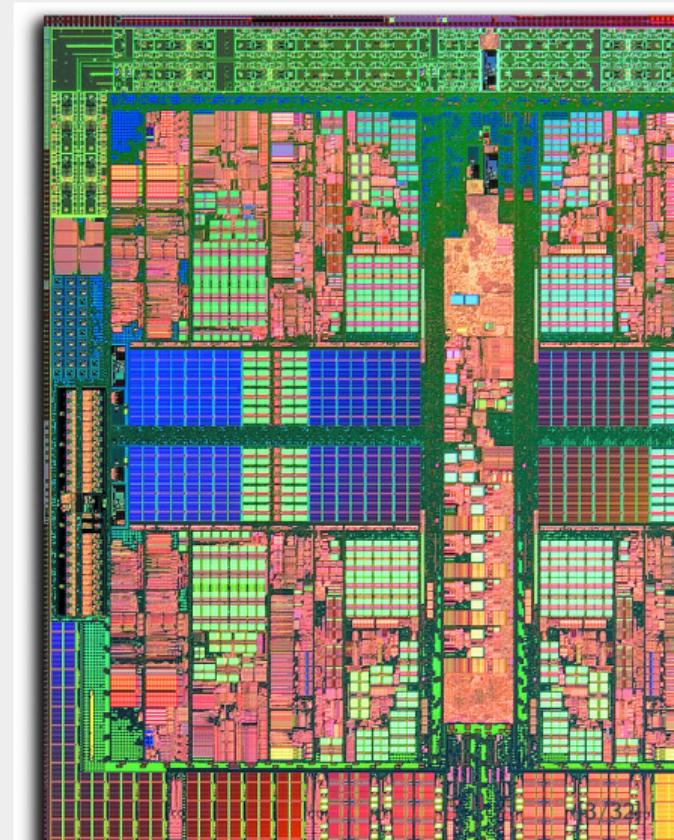
CHIP Barcelona

Chip Die en inglés, es empaquetado dentro de un componente que permite su utilización mecánica en un PCB.

Densidad La tecnología que se utiliza para fabricar los chips (dies), en los circuitos integrados, es el transistor CMOS.

Actualmente la densidad es tan grande que existen miles de millones de transistores en un único chip.

Barcelona Un microprocesador de 4 cores

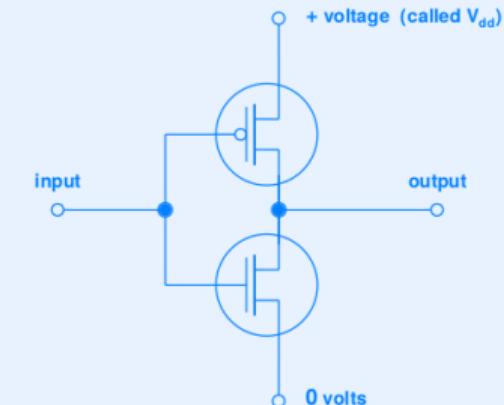


» La computadora: Un sistema complejo

Transistor CMOS

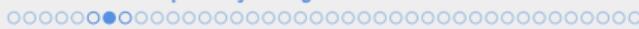
Compuertas Con circuitos CMOS se fabrican compuertas, que pueden operar digitalmente y realizar una simple función lógica.

NOT Una compuerta NOT (circuito básico CMOS) se puede fabricar utilizando dos transistores MOS complementarios.



Abstracciones en la computadora y tecnología

- * Modelo sencillo
- * **Abstracciones en la computadora**
- * Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador
- * Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones
- * Avances y limitaciones tecnológicas
- * Tiempo de ejecución (rendimiento)
- * MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)
- * Recursos

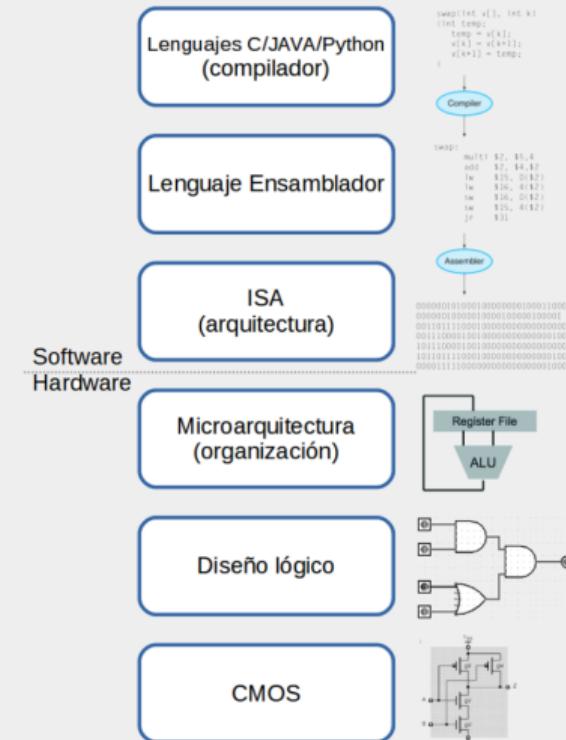


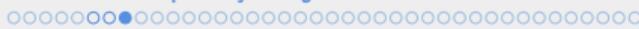
» La computadora: Un sistema complejo

Abstracción El hardware y software de una computadora consiste de una jerarquía en capas, donde cada capa de hardware o software le oculta detalles a la capa superior.

Principio *El principio de abstracción* es el que permite a los diseñadores de hardware y software poder *entender la complejidad* de los sistemas de cómputo que construyen.

Interfaz EL nivel *Arquitectura del Conjunto de Instrucciones (ISA)*, es la interfaz entre el hardware y el software.



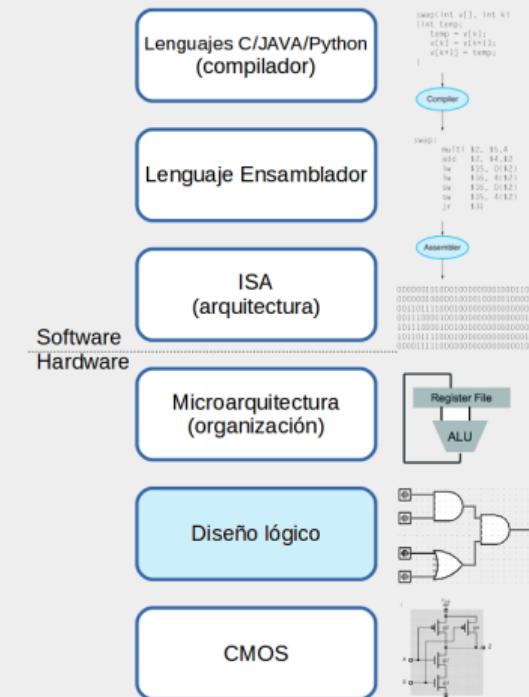


» Diseño lógico

Boole El diseño lógico (o diseño digital), es actualmente realizado utilizando el álgebra de Boole (también llamado álgebra de switching)

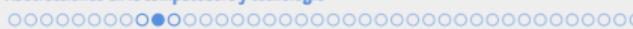
SFM Las máquinas de estado finito pueden ser esquematizadas con diseño digital, y permiten diseñar máquinas algorítmicas.

La computadora: Un sistema complejo



Abstracciones en la computadora y tecnología

- * Modelo sencillo
- * Abstracciones en la computadora
- * Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador
- * Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones
- * Avances y limitaciones tecnológicas
- * Tiempo de ejecución (rendimiento)
- * MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)
- * Recursos



» Organización de una computadora

Es el diseño e implementación de la arquitectura (ISA) del microprocesador.

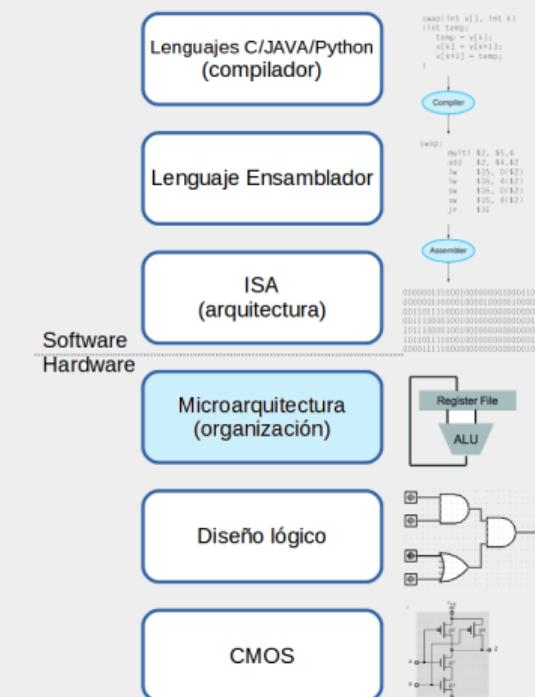
Micro Hoy en día, a la organización de una computadora se la conoce como su **microarquitectura**

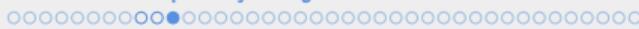
Familia Una arquitectura puede tener muchas organizaciones diferentes.

Ortogonales La arquitectura y la organización son ortogonales; es decir, son totalmente independientes

La **arquitectura** especifica lo **que** puede hacer una computadora y la **organización** especifica **cómo** la hace.

La computadora: Un sistema complejo





» Arquitectura de una computadora

Es la descripción del lenguaje máquina de una computadora
(arquitectura del conjunto de instrucciones o ISA)

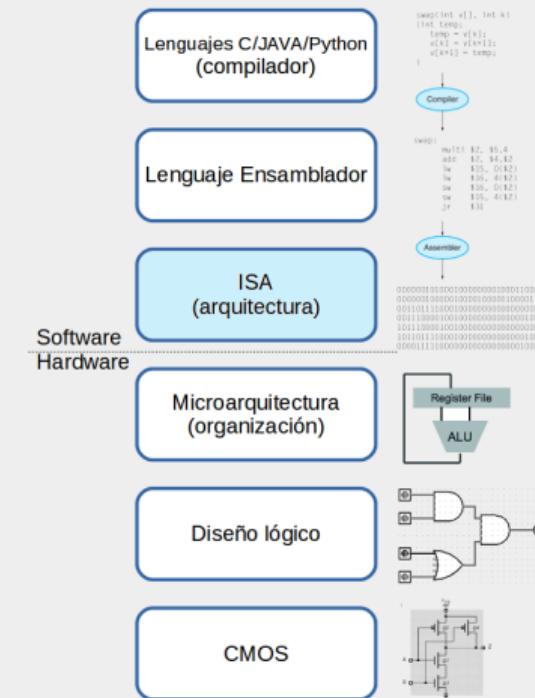
Modelo La arquitectura del conjunto de instrucciones define el modelo de programación.

Abstracción La arquitectura es una entidad abstracta, porque no considera detalles específicos del diseño o implementación.

Componentes La arquitectura (ISA) está compuesta por el conjunto de registros, el conjunto de instrucciones y los modos de direccionamiento.

Interfaz El lenguaje ensamblador de una computadora es una abstracción de la arquitectura

La computadora: Un sistema complejo



Abstracciones en la computadora y tecnología

- * **Modelo sencillo**
- * **Abstracciones en la computadora**
- * **Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador**
- * **Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones**
- * **Avances y limitaciones tecnológicas**
- * **Tiempo de ejecución (rendimiento)**
- * **MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)**
- * **Recursos**



» Algunas computadoras importantes en la Historia

ENIAC

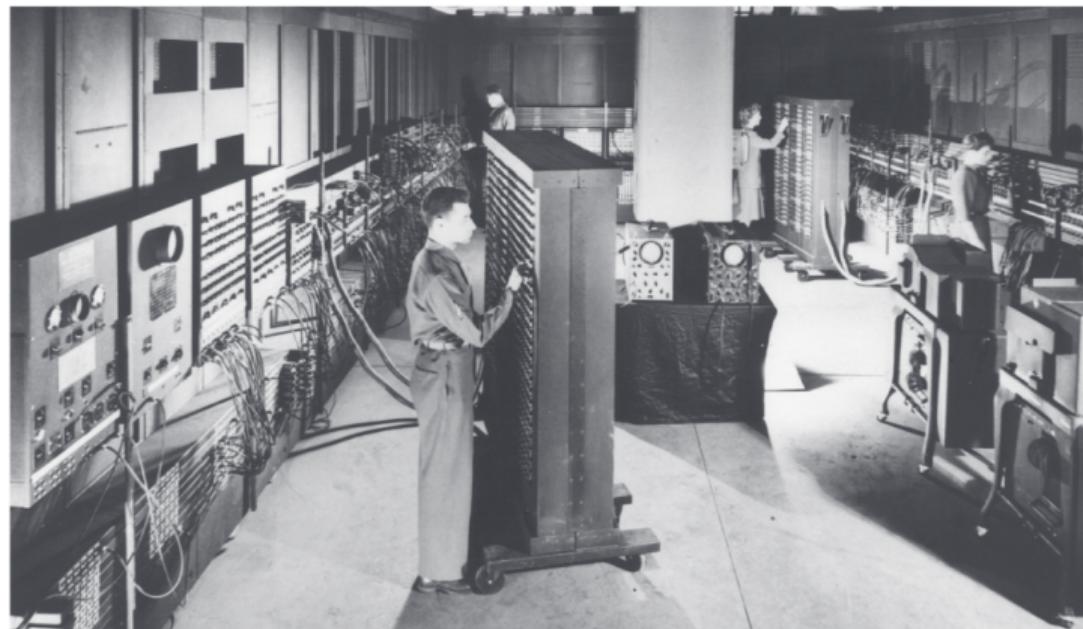


FIGURE 1.12.1 ENIAC, the world's first general-purpose electronic computer.



» Algunas computadoras importantes en la Historia

UNIVAC

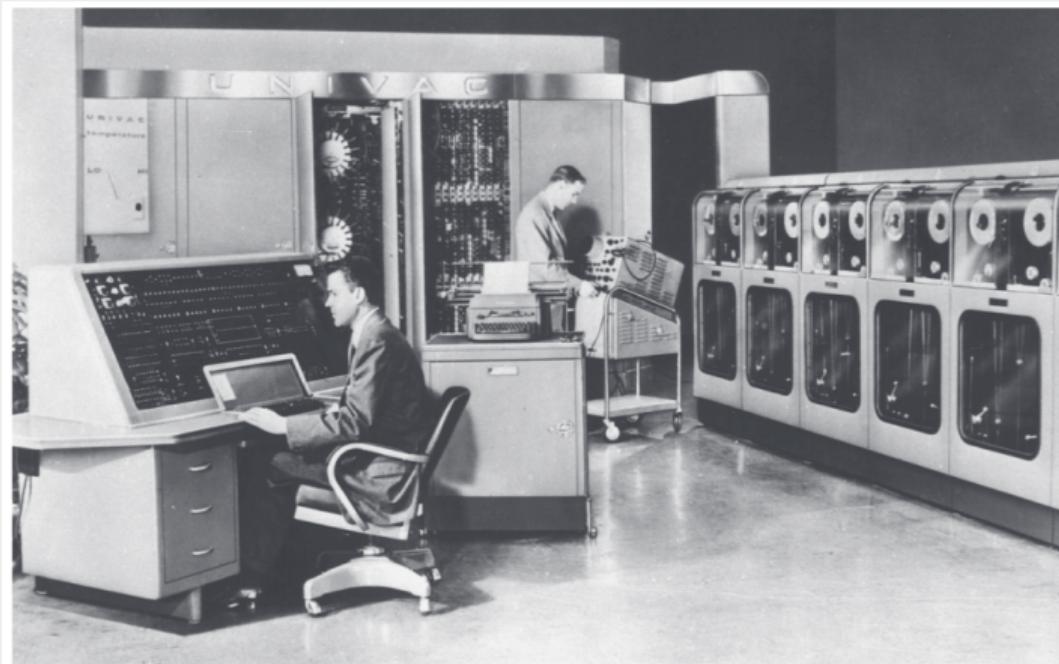


FIGURE 1.12.2 UNIVAC I, the first commercial computer in the United States. It correctly predicted the outcome of the 1952 presidential election, but its initial forecast was withheld from broadcast because experts doubted the use of such early results.



» Algunas computadoras importantes en la Historia

IBM 360

- * El **IBM S/360 (S/360)** fue la primer familia de computadoras, lanzada en 1964, compuesta de computadoras grandes y pequeñas, a diferentes precios y rendimientos; pero **todas de la misma arquitectura**.
- * Esto permitía a los clientes usar modelos más baratos y después ampliarlos a sistemas más potentes conforme se incrementaban sus necesidades.
- * IBM hizo el primer uso comercial de la tecnología de micro código para lograr esta compatibilidad.

Model	M30	M40	M50	M65
Datapath width	8 bits	16 bits	32 bits	64 bits
Control store size	4k x 50	4k x 52	2.75k x 85	2.75k x 87
Clock rate (ROM cycle time)	1.3 MHz (750 ns)	1.6 MHz (625 ns)	2 MHz (500 ns)	5 MHz (200 ns)
Memory capacity	8–64 KiB	16–256 KiB	64–512 KiB	128–1,024 KiB
Performance (commercial)	29,000 IPS	75,000 IPS	169,000 IPS	567,000 IPS
Performance (scientific)	10,200 IPS	40,000 IPS	133,000 IPS	563,000 IPS
Price (1964 \$)	\$192,000	\$216,000	\$460,000	\$1,080,000
Price (2018 \$)	\$1,560,000	\$1,760,000	\$3,720,000	\$8,720,000



An IBM System/360 Model 20 CPU with front panels removed, with IBM 2560 MFCM (Multi-Function Card Machine)



IBM System/360 Model 30 CPU (red, middle of picture), tape drives to its left, and disk drives to its right, at the Computer History Museum



» Algunas computadoras importantes en la Historia

IBM 360



a.



c.



b.



d.

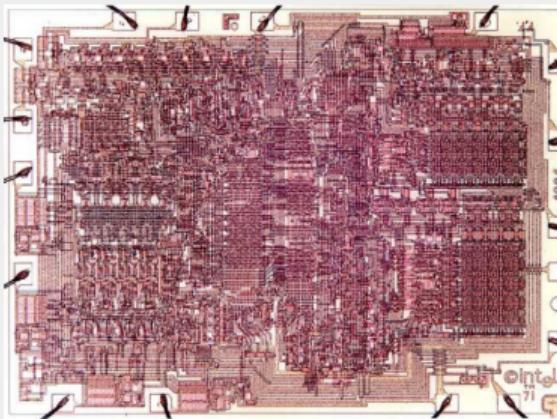
FIGURE 1.12.3 IBM System/360 computers: models 40, 50, 65, and 75 were all introduced in 1964. These four models



» Algunas computadoras importantes en la Historia

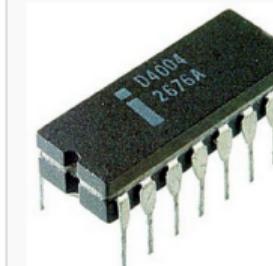
4004

- * El **Intel 4004** (**i4004**), fue el primer microprocesador en un sólo chip, lanzado en 1971.
- * Estaba construido con aproximadamente 2500 transistores, e inició la era de los microprocesadores y Silicon Valley.



(foto del interior del chip 4004)

Intel 4004



Microprocesador Intel 4004

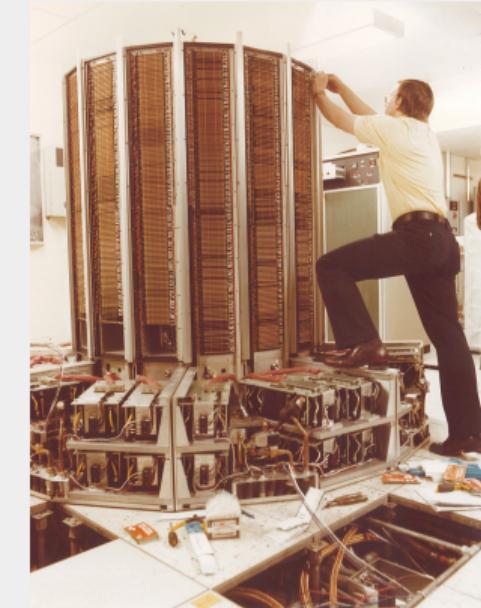
Información	
Tipo	modelo de objeto manufacturado
Fabricante	• Intel
Fecha de lanzamiento	Finales de 1971
Descontinuación	1981
Datos técnicos	
Frecuencia	740 kilohercios
Frecuencia de reloj de CPU	740 kHz
Conjunto de instrucciones	pre x86



» Algunas computadoras importantes en la Historia

Cray-1

- * El **Cray-1** fue una supercomputadora diseñada por varios ingenieros, encabezados por Seymour Cray para Cray Research.
- * El primer sistema Cray-1 fue instalado en el laboratorio nacional de Los Álamos en 1976.
- * Es uno de las supercomputadores más conocidas y exitosas de la historia, y de las más potentes en su época.





» Algunas computadoras importantes en la Historia

Apple II

- * La familia de computadores Apple II fue la primera serie de microcomputadoras de producción masiva, fabricada por Apple Computer en 1977.
- * El Apple II tenía una arquitectura de 8 bits basada en el procesador 6502.
- * Al igual que la Apple I, la Apple II fue diseñada por Steve Wozniak.

What every educator should know about desk-top computers.

It's easy to get into classroom computing. What's tough is to do it right. With so much talk about computers in the classroom, educators like yourself want all the facts before they recommend any system for classroom use. That's why Apple Computer's new "Curriculum Materials Kit" can help, with answers to your questions and some very important data you may not have considered before.

Who uses desk-top computers.

Hundreds of innovative educators have already discovered the Apple Computer for instructional applications from kindergarten through college. Apple gives you computer power and educational capabilities, including drill and practice, tutorial, problem-solving, games, simulations, and more. Apple engages student interest with sound and color video. In fact, your students will be able to write programs to create high-resolution graphics. And you can use your Apple for testing, counseling, even classroom data processing. That's just the beginning.

What to look for.

Once you've unlocked the power of the

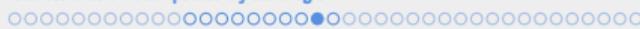
desk-top computer, you'll be using Apple in ways you never dreamed of. That's when the capabilities of the computer you recommend will really count. You don't want to be limited by the availability of pre-programmed cartridges. You want a computer like Apple, so you can program yourself. You want a desk-top computer with a black and white display that lets you just put figures and numbers onto the screen. You'll want a computer like Apple, that can turn any color TV into a dazzling array of color graphics.* The more you and your students learn about computers, the more your imagination will demand. So you'll want a computer that can grow with you as your skills and experience grow. Apple's the one.

How to learn more.

The quickest way to learn more about desk-top computers is to request your free copy of Apple's Curriculum Materials Kit (specify model). Go ahead and call 800/535-9696; in California, 408/996-1030. Or by writing us. Then visit your local Apple dealer. We'll give you his name and address when you call.

*Not all Apple computers are compatible with all color television sets. Color monitors are also available. Call for details.

apple computer™
2050 Baskin Dr., Cupertino, CA 95014
Reader Service Number 2



» Algunas computadoras importantes en la Historia

IBM PC

- * El **IBM Personal Computer (IBM PC)** es la versión original y el progenitor de la plataforma de hardware compatible IBM PC, lanzado en 1981.
 - * El IBM PC tenía una arquitectura de 16bits basado en un microprocesador Intel 8088 (con un bus de 8bits).
 - * El IBM PC es el predecesor de las actuales computadoras personales y progenitor de la plataforma compatible IBM PC.

"My own IBM computer.
Imagine that."

One nice thing about having your own IBM Personal Computer is that it's yours. For your business, your project, your department, your class, your family - indeed, for yourself.

Of course, you might have thought owning a computer was too expensive. But now you can relax.

The IBM Personal Computer starts at less than \$1,600* for a system that, with the addition of one simple device, hooks up to your home TV and uses audio cassette recorder.

You might also have thought running a company was too difficult. But you can relax again.

IBM PERSONAL COMPUTER SPECIFICATIONS	
ADVANCED FEATURES FOR PERSONAL COMPUTERS	
User Memory	Display Screen
80 columns	Color/Congraphic 80x25 monochrome
256 colors (optional)	256 characters 128 colors (optional)
(RS232-C, 48Kb/sec)	256 characters 128 colors (optional)
Microprocessor	Upper case/case conversion/upper case/upper case screen
Intel 8088, 8 MHz	Power on self testing Printer checking
Auxiliary Memory	Processor FDD, Floppy
2 optional internal disk drives (3.5 in.)	FDD, Floppy
50 MB, 100 MB	Processor Hard disk
Keyboard	Processor Hard disk
85 keys, 6.5 oz. and 1.5 in. thick system keys	Processor Hard disk
18 function keys	Processor Hard disk
Three function blocks/trackball	Processor Hard disk
Two function blocks/trackball	Processor Hard disk

Getting started is easier than you might think, because IBM has structured the learning process for you. Our literature is in your language, not in "computerese." Our software *invites* you, the system *invites* with you as if it was made to—and it was.

That's why you can be running programs in just one day. Maybe even writing your own programs in a matter of weeks.

For ease of use, flexibility and performance, no other personal computer offers as many advanced capabilities. (See the box.)

But what makes the IBM Personal Computer a truly useful tool are software programs selected by IBM's Personal Computer Software Publishing Department. You can have programs in business, professional, word processing, computer language, personal and entertainment categories.

You can see the system and the software in action at any ComputerLand® store or Sears Business Systems Center. Or try it out at one of our IBM Product Centers. The IBM Data Processing Division will serve those customers who want to purchase in quantity.

Your IBM Personal Computer. Once you start working with it, you'll discover more than the answers and solutions you seek: you'll discover that getting there is half the fun. Imagine that.

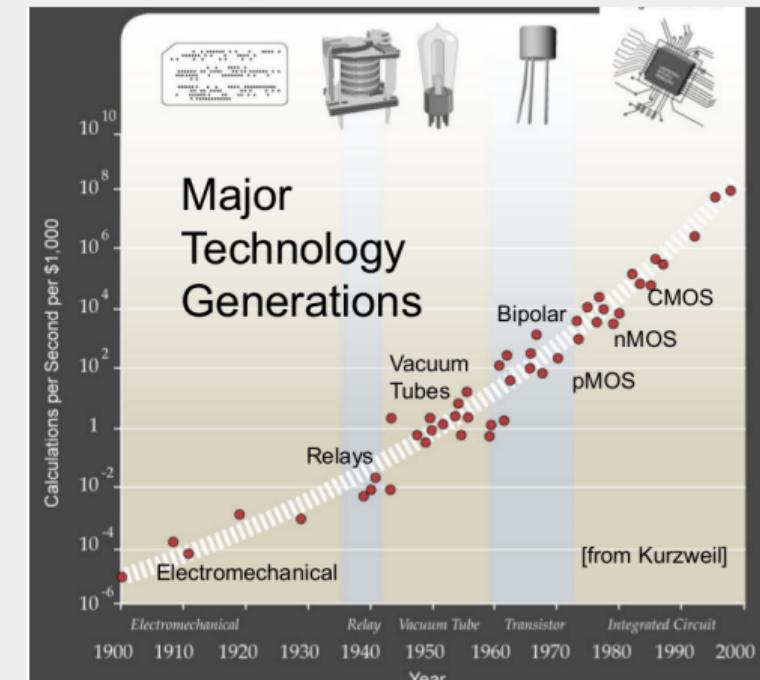
三





» Eras tecnológicas

- * Electromecánicos
- * Relés
- * Tubos de vacío
- * Transistor
- * Circuitos integrados (CMOS)



Abstracciones en la computadora y tecnología

- * **Modelo sencillo**
- * **Abstracciones en la computadora**
- * **Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador**
- * **Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones**
- * **Avances y limitaciones tecnológicas**
- * **Tiempo de ejecución (rendimiento)**
- * **MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)**
- * **Recursos**

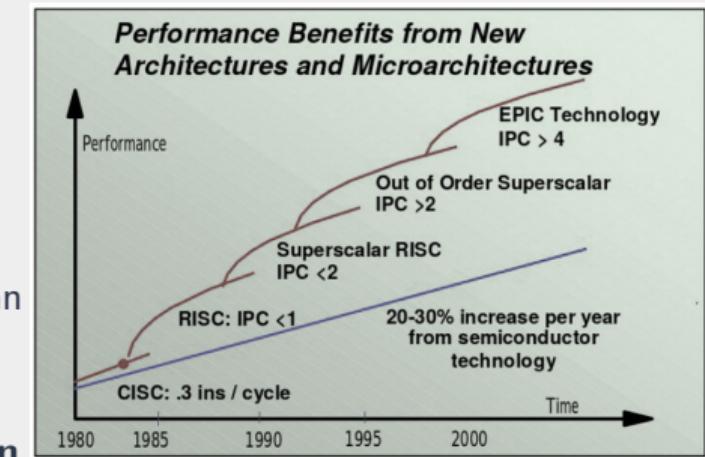


» Avances y limitaciones tecnológicas

Tecnológicos El incremento de transistores que anualmente pudieron incorporarse en un chip significó una mejora de rendimiento del 23%.

Microarquitectura Los avances en la Organización del procesador han producido grandes mejoras en la performance.

Balance De todas maneras, los avances en la **organización** son mas esporádicos que los **tecnológicos**.





» Avances tecnológicos

Tecnológicos El incremento de transistores que anualmente pudieron incorporarse en un chip significó una mejora de rendimiento del 23%.

Aumento del rendimiento

Limitaciones:

- * Frecuencia del reloj
- * Número de transistores
- * Disipación del calor

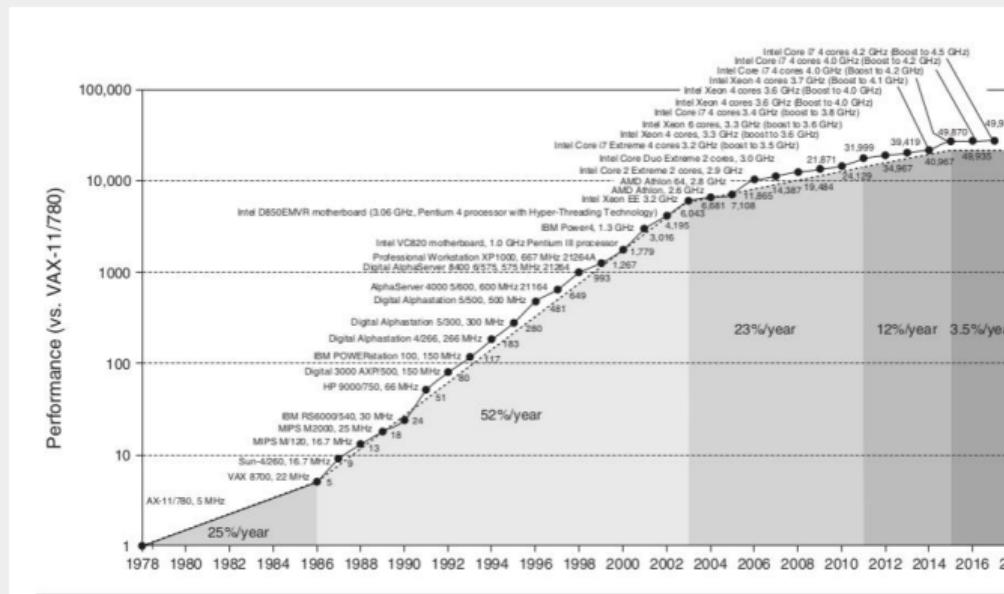


Figure 1.1 Growth in processor performance over 40 years. This chart plots program performance relative to the VAX 11/780 as measured by



» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Resuelva 1 ¿Son las dos estructuras de datos idénticas?
(¿tienen los mismos elementos?)

Resuelva 2 Si se ejecutan ambos programas
¿Utilizan la misma cantidad de espacio en
memoria? (RAM)
¿Si?/¿No?, ¿Por qué?

```
/* mem1.c */
struct persona {

    char edad;
    int DNI;
    char dir_CP; /* codigo postal */
    double sueldo;
    int nro_hermanos;
    double hs_trabajadas;
    int NRO_cta_bancaria;
};

struct persona BD_personal[4000000];
-----


/* mem2.c */
struct persona {

    char edad;
    char dir_CP; /* codigo postal */
    char nro_hermanos;
    int DNI;
    int NRO_cta_bancaria;
    double sueldo;
    double hs_trabajadas;
};

struct persona BD_personal[4000000];
```



» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Ayuda 1 Ambas estructuras de datos son idénticas

Ayuda 2 Un programador experimentado (y que conoce la arquitectura)

elige el programa mem2.c
¿Por qué?

Probable Un programador sin experiencia (que no conoce la arquitectura)

opina que "da lo mismo" si ambas estructuras son iguales

```
/* mem1.c */
struct persona {

    char edad;
    int DNI;
    char dir_CP; /* codigo postal */
    double sueldo;
    int nro_hermanos;
    double hs_trabajadas;
    int NRO_cta_bancaria;
};

struct persona BD_personal[4000000];
-----
```



```
/* mem2.c */
struct persona {

    char edad;
    char dir_CP; /* codigo postal */
    char nro_hermanos;
    int DNI;
    int NRO_cta_bancaria;
    double sueldo;
    double hs_trabajadas;
};

struct persona BD_personal[4000000];
```



» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Respuesta El programa mem2.c utiliza mucho menos memoria RAM

¿Por qué? Respuesta: Aprenda con nosotros sobre arquitecturas :)

```
rafa@ARM-m1:~/ayodc1 $ ./size.sh mem1 mem2
160 millones de bytes
128 millones de bytes
```



» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Respuesta El programa mem2.c utilza mucho menos memoria RAM

```
rafa@ARM-m1:~/ayodcl $ ./size.sh mem1 mem2
160 millones de bytes
128 millones de bytes
  32M de diferencia.
```

¿Por qué? Respuesta: Aprenda con nosotros sobre arquitecturas :)

POR FAVOOOOORRRRR!!!!!! DIGAN LA
RESPUESTAAAAAA!!!



» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Respuesta El programa mem2.c utiliza mucho menos memoria RAM

```
rafa@ARM-m1:~/ayodcl $ ./size.sh mem1 mem2
160 millones de bytes
128 millones de bytes
```

¿Por qué? Respuesta: Aprenda con nosotros sobre arquitecturas :)

Bien, Ahí va:

El programa mem2.c utiliza menos RAM. Esto se debe a que las palabras en memoria deben estar alineadas. Es una imposición de la arquitectura.

Aprender sobre Arquitecturas y Organización aporta conocimiento que ayudan a ser mejores programadores.

» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Ejemplo 2

Resuelva 1 ¿Son los dos programas idénticos?
¿Si?/¿No? ¿Por qué?

Resuelva 2 Si ejecutamos ambos programas:
¿Demoran lo mismo?

```
/* img1_4k.c */  
  
main()  
{  
    char imagen_4k[3840][2160];  
    int i, j, n;  
  
    for (n=0; n<100; n++) {  
        for (i=0; i<3840; i++)  
            for (j=0; j<2160; j++)  
                imagen_4k[i][j]++;  
    }  
}  
  
-----  
  
/* img2_4k.c */  
  
main()  
{  
    char imagen_4k[3840][2160];  
    int i, j, n;  
  
    for (n=0; n<100; n++) {  
        for (j=0; j<2160; j++)  
            for (i=0; i<3840; i++)  
                imagen_4k[i][j]++;  
    }  
}
```



» ¿Nos sirve estudiar arquitecturas en ciencias de la computación?

Ejemplo 2

Respuesta 1 Si, son iguales.

Respuesta 2 El programa img2-4k se ejecuta mucho mas lento que el otro.

¿Por qué? Respuesta: Aprenda con nosotros sobre arquitecturas :)

Recorrer una matriz por filas -es decir, todas las columnas de la primer fila, luego todas las columnas de las segunda fila, etc- es más rápido que acceder por columnas.

Aprender sobre Arquitecturas y Organización aporta conocimiento que ayudan a ser mejores programadores.

```
/* img1_4k.c */
main()
{
    char imagen_4k[3840][2160];
    int i, j, n;

    for (n=0; n<100; n++) {
        for (i=0; i<3840; i++)
            for (j=0; j<2160; j++)
                imagen_4k[i][j]++;
    }
}

-----
/* img2_4k.c */
main()
{
    char imagen_4k[3840][2160];
    int i, j, n;

    for (n=0; n<100; n++) {
        for (j=0; j<2160; j++)
            for (i=0; i<3840; i++)
                imagen_4k[i][j]++;
    }
}
```

Abstracciones en la computadora y tecnología

- * Modelo sencillo
- * Abstracciones en la computadora
- * Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador
- * Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones
- * Avances y limitaciones tecnológicas
- * Tiempo de ejecución (rendimiento)
- * MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)
- * Recursos



» Como evaluar el rendimiento

matemáticamente

Evaluación Para evaluar el rendimiento *de un mismo programa* en dos computadoras diferentes, se debe:

- * utilizar el mismo sistema operativo en ambos equipos;
- * utilizar el mismo programa (código fuente), compilado con el mismo compilador;
- * utilizar la siguiente fórmula:

Tiempo de ejecución = Número de instrucciones × CPI × Tiempo de ciclo
o bien, dado que la frecuencia es el inverso del tiempo de ciclo:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{\text{Número de instrucciones} \times \text{CPI}}{\text{Frecuencia de reloj}}$$

Estas fórmulas son especialmente útiles porque distinguen los tres factores claves que influyen en las prestaciones. Estas fórmulas se pueden utilizar para comparar dos realizaciones diferentes o para evaluar un diseño alternativo si se conoce el impacto en estos tres parámetros.

Componentes de las prestaciones	Unidades de medida
Tiempo de ejecución de CPU de un programa	Segundos por programa
Número de instrucciones	Número de instrucciones ejecutadas por el programa
Ciclos por instrucción (CPI)	Número medio de ciclos por instrucción
Tiempo de ciclo del reloj	Segundos por ciclo de reloj

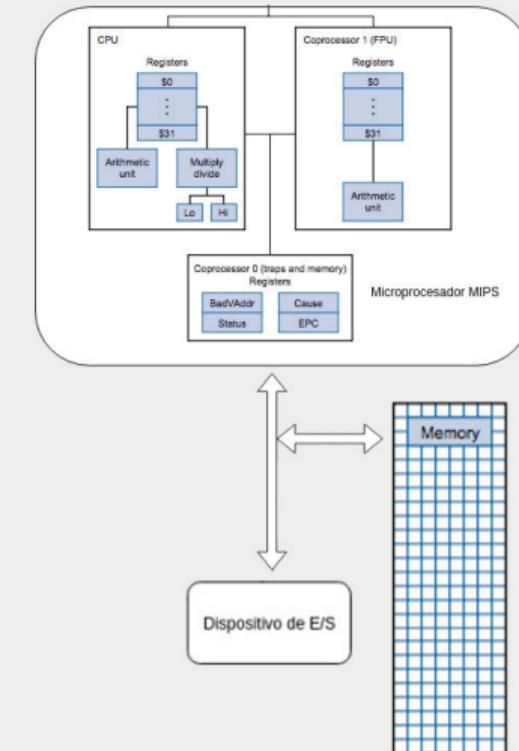
Abstracciones en la computadora y tecnología

- * Modelo sencillo
- * Abstracciones en la computadora
- * Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador
- * Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones
- * Avances y limitaciones tecnológicas
- * Tiempo de ejecución (rendimiento)
- * MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)
- * Recursos



» Arquitectura MIPS

- MIPS** Es una arquitectura de computadoras utilizada en microprocesadores generalmente de bajo consumo.
- 1980's** Creada en los 80's en la Universidad de Standford, y luego se produjo comercialmente.
- RISC** Inició la era de arquitecturas de tipo RISC, lo que predominó el diseño de nuevos microprocesadores desde entonces.
- Uso** Fue la arquitectura de la Nintendo 64, de algunas versiones de Playstation, de varias computadoras de escritorio en los 2000. En la actualidad se utiliza mucho en la fabricación de routers hogareños.



» Arquitectura MIPS

Versión de 32bits

Regularidad:

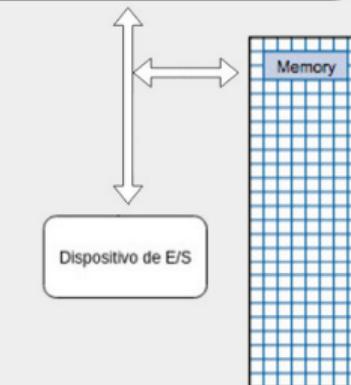
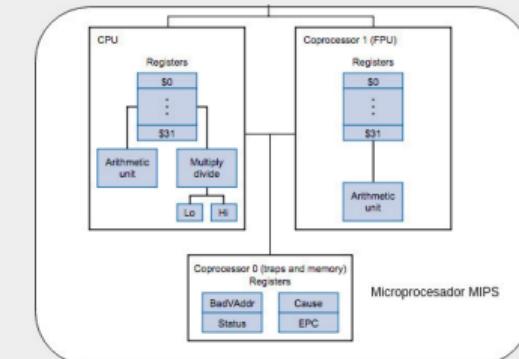
32 registros La CPU cuenta con 32 registros de propósito general.

32 bits La **palabra** en MIPS es de 32 bits. Los registros son de 32 bits.

R-R La ALU opera únicamente con valores en registros.

Load-Store Las instrucciones de carga y almacenamiento son las únicas que acceden a memoria.

Alineación Los datos en memoria están alineados (las palabras a direcciones múltiplos de 4, y las medias palabras a direcciones múltiplos de 2).



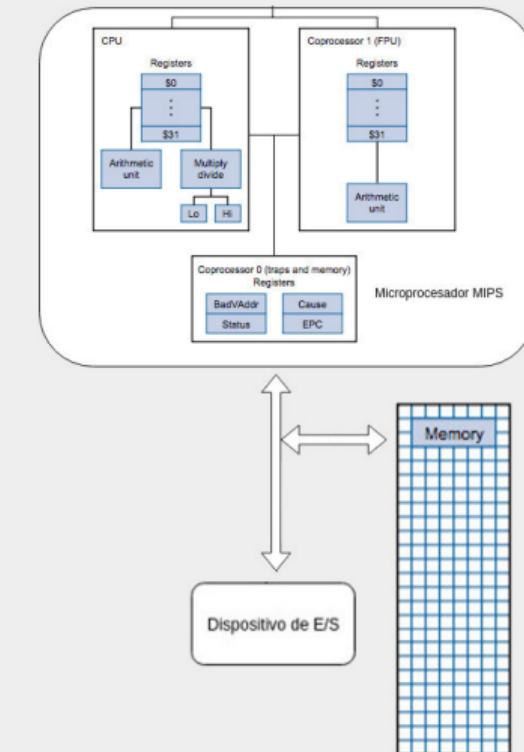


» Arquitectura MIPS

Versión de 32 bits

La **palabra o word de una arquitectura** es el tamaño de datos natural con la cual trabaja.

- * En MIPS, la palabra es el tamaño de datos de los operandos que ingresan y salen de la ALU.
- * En un procesador MIPS de 32 bits la palabra es de 32 bits.
- * Por su regularidad, casi todas las características de MIPS tienen el tamaño de la palabra.





» Arquitectura MIPS

Memoria

Alineación

```

char edad = 23;
int DNI = 25345123;
float pi = 3.1416;
char mensaje[] = "Hola mundo!";

main()
{
    edad = edad + 1;

    mensaje[3] = 'B';
}

.data
.edad: .noalign
.edad: .byte 23
.DNI: .word 25345123
.pi: .float 3.1416
.mensaje: .asciiz "Hola mundo!"

.text
.globl main
main:
    lw $2, edad
    addiu $3,$2,1
    sb $3, edad
    li $3,66
    la $2, mensaje
    sb $3, 3($2)

```

Memoria			Memoria		
Dirección (base 10)	Dirección (base 16)	Contenido	Dirección (base 10)	Dirección (base 16)	Contenido
256	0x00000100	0x17000000	256	0x00000100	0x17
260	0x00000104	0x0182BC63	257	0x00000101	0x00
264	0x00000108	0x40490FF9	258	0x00000102	0x00
268	0x0000010C	0x486F6C61	259	0x00000103	0x00
272	0x00000110	0x206D756E	260	0x00000104	0x01
276	0x00000114	0x646F2100	261	0x00000105	0x82
			262	0x00000106	0xBC
			263	0x00000107	0x63
			264	0x00000108	0x40
			265	0x00000109	0x49
			266	0x0000010A	0x0F
			267	0x0000010B	0xF9
			268	0x0000010C	0x48
			269	0x0000010D	0x6F
			270	0x0000010E	0x6C
			271	0x0000010F	0x61
			272	0x00000110	0x20
			273	0x00000111	0x6D
			274	0x00000112	0x75
			275	0x00000113	0x6E
			276	0x00000114	0x64
			277	0x00000115	0x6F
			278	0x00000116	0x21
			279	0x00000117	0x00

Abstracciones en la computadora y tecnología

- * Modelo sencillo
- * Abstracciones en la computadora
- * Terminología: Arquitectura y Organización de un procesador
- * Historia: Eras tecnológicas, avances, y limitaciones
- * Avances y limitaciones tecnológicas
- * Tiempo de ejecución (rendimiento)
- * MIPS/RISCV ISA (Arquitectura de una computadora real)
- * Recursos



» Recursos de la materia

- * Web: <http://se.fi.uncoma.edu.ar/ayod1c/>
(se alcanza también desde la materia en PEDCO).
- * FOROs de PEDCO (Novedades y Consultas)
- * Telegram (para consultas)
- * Google meet para las exposiciones y discusiones temáticas online
(se darán los enlaces de encuentros en las clases).
- * Bibliografía:
 - * Andrew S. Tanenbaum (2000), ORGANIZACIÓN DE COMPUTADORAS un enfoque estructurado, Editorial Prentice Hall. (10 copias en biblioteca)
 - * David. Patterson, John L. Hennessy, ORGANIZACIÓN Y DISEÑO DE COMPUTADORES La interfaz hardware/software, McGraw-Hill (8 copias en biblioteca).
 - * Apuntes y artículos en la web de la materia
 - * David. Patterson, John L. Hennessy, Computer Organization and Design RISC-V Edition 1st Edition The Hardware Software Interface. ISBN: 9780128122754
- * Apuntes:
 - * Apunte de MIPS disponible en <http://se.fi.uncoma.edu.ar/ayodc1/>