

# EL253 - Sistemas Digitales

Semestre 2022-1

Profesor Kalun José Lau Gan

Sesión de Teoría Semana 9

1

## Agenda

- Introducción a la organización y arquitectura de computadores
  - Organización y Arquitectura de Computadoras – William Stallings
  - Structured Computer Organization – Andrew Tanenbaum

2

## Preguntas previas

3

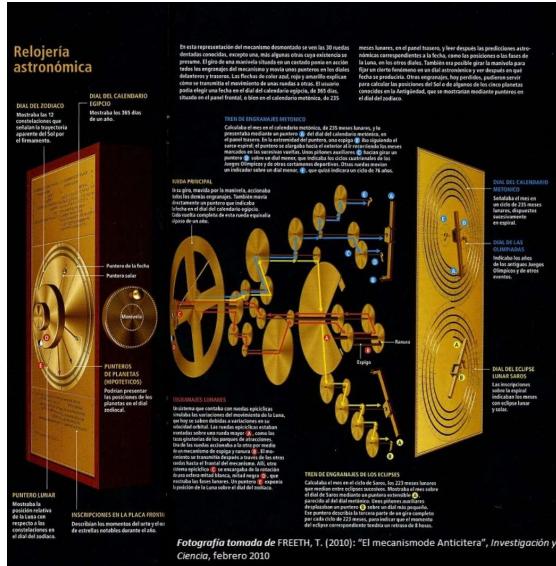
## Video: Mecanismo de Antikythera

- <https://www.youtube.com/watch?v=Yln1EOBCu7c>
- <https://vimeo.com/518734183>

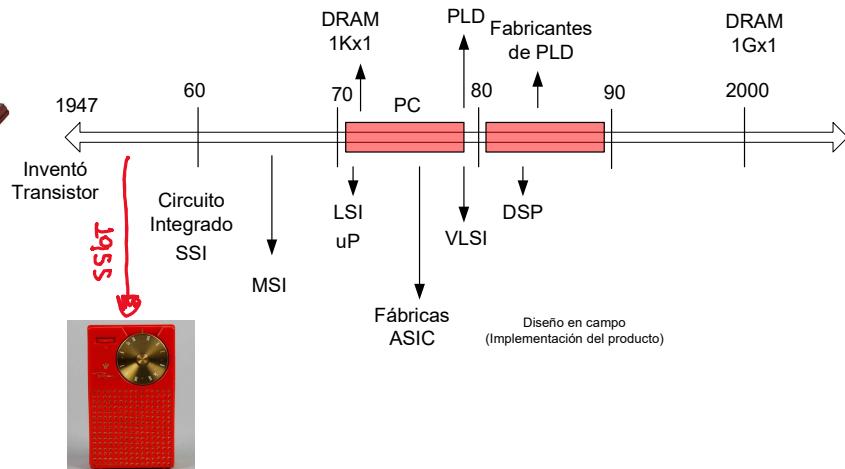


4

## Réplicas funcionales:



## Evolución de los Sistemas Digitales



7

## Calculadora mecánica Curta



<https://www.youtube.com/watch?v=j9uRckJLqLk>

8

¿Computadora?



9

## Brainstorm

- L1
- L2

10

## Brainstorm:

- L3

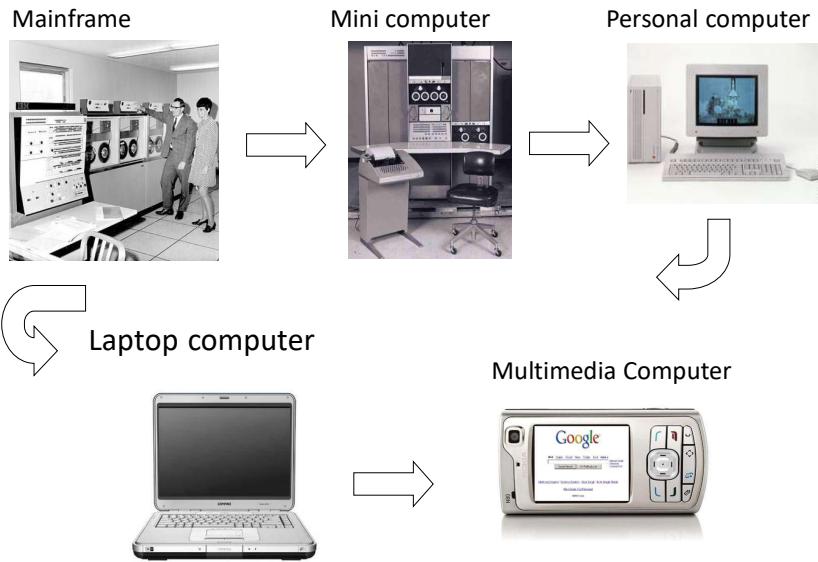
11

## Segun Wikipedia:

- Una **computadora** u **ordenador** es un [sistema digital](#) con tecnología [microelectrónica](#), capaz de procesar [datos](#) a partir de un grupo de instrucciones denominado [programa](#). La estructura básica de una computadora incluye [microporcesador \(CPU\)](#), [memoria](#) y [dispositivos de entrada/salida](#) (E/S), junto a los [buses](#) que permiten la comunicación entre ellos. En resumen la computadora es una dualidad entre [hardware](#) (parte física) tales como: la pantalla, el teclado o el disco duro y [software](#) (parte lógica), que interactúan entre sí para una determinada función.

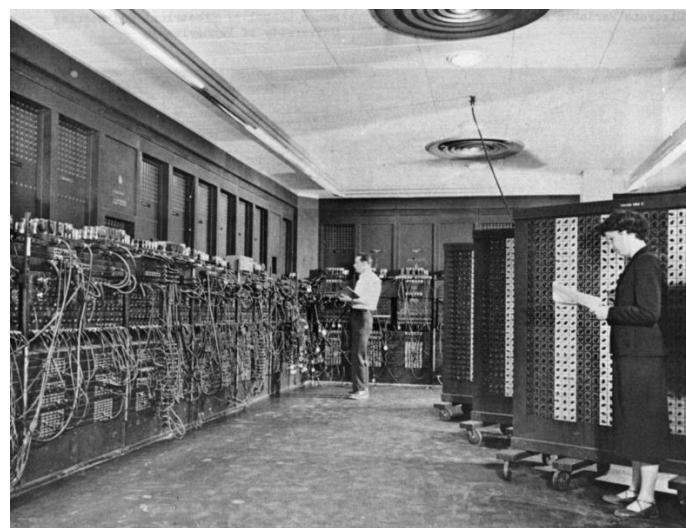
12

## Evolución de la Computadora



13

## Primera Computadora de Propósito General : ENIAC (1943)



14

## ENIAC

- Creadores: Eckert y Mauchly y desarrollado en la Universidad de Pennsylvania.
- Diseñado para calcular la trayectoria de los proyectiles en la época de la Segunda Guerra Mundial.
- Se concluyó cuando la guerra había acabado.

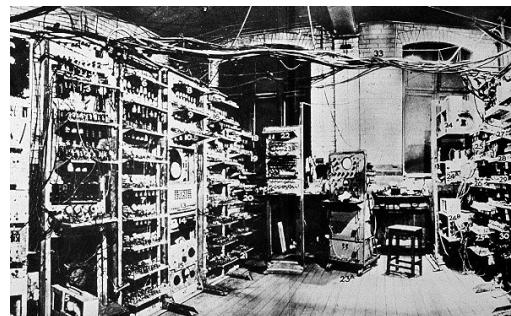
15

## ENIAC: Especificaciones Técnicas

- Programación manual basado en switches.
- 18 000 tubos al vacío (válvulas termoiónicas).
- 30 toneladas
- 1 400 metros cuadrados de área.
- Consumo de energía de 140 kW.
- 5 000 operaciones por segundo.

16

## Manchester Baby



- Primer computador en correr un programa almacenado en memoria.
- Marcó una nueva era en la computación: El nacimiento del software.

[www.youtube.com/watch?v=cozcXiSSkwE&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=cozcXiSSkwE&feature=youtu.be)

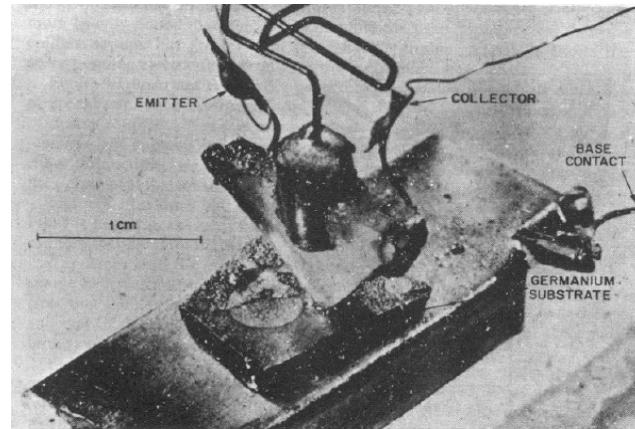
17

## IBM (International Business Machines )

- Sistemas de procesamiento basado en tarjetas agujereadas
- 1953 - 701
  - Primera computadora con almacenamiento de programa
  - Realizaba cálculos científicos
- 1955 - 702
  - Aplicaciones de negocio

18

## El Primer Transistor (1947)



19

## El Primer Transistor - trivia

- Inventado el 23 de Diciembre de 1947
- William Shockley, John Bardeen y  
Walter Brattain.
- Material empleado: Germanio

20

## El Transistor

- El **transistor** es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, comutador o rectificador.
- El término "transistor" es la contracción en inglés de *transfer resistor* ("resistencia de transferencia").
- Actualmente se los encuentra prácticamente en todos los enseres domésticos de uso diario: radios, televisores, grabadores, reproductores de audio y vídeo, hornos de microondas, lavarropas automáticos, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, celulares, etc.

21

## El Primer Circuito Integrado (1958)

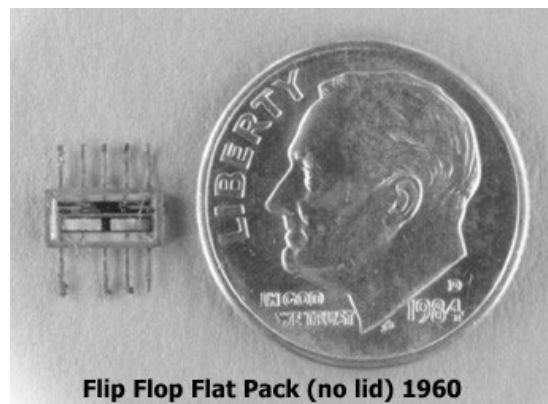
chip



Jack Kilby y Robert Noyce (Texas Instrument)

22

## El Primer IC Comercial (1960)

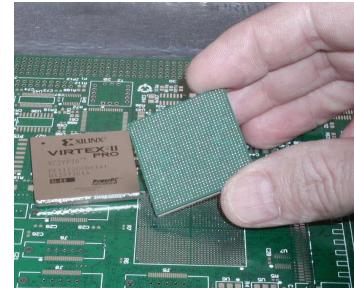
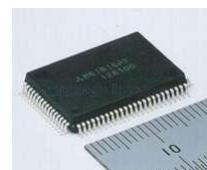


**Flip Flop Flat Pack (no lid) 1960**

SN502 Solid Circuit Flip Flop (USD\$450)

23

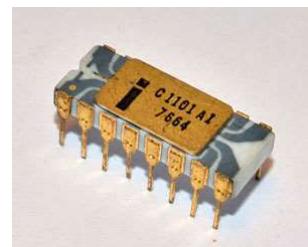
## IC's hoy en día:



24

## Dispositivos de almacenamiento

- SRAM (John Schmidt 1964 – Fairchild Semiconductor)



SRAM Intel 1101 (1969)

25

## Dispositivos de almacenamiento

- DRAM (Robert Dennart – 1968)



(Intel C1103 - 1970)

26

## Dispositivos de almacenamiento



Tape data storage

27

## Dispositivos de almacenamiento

- El disco duro (1953)

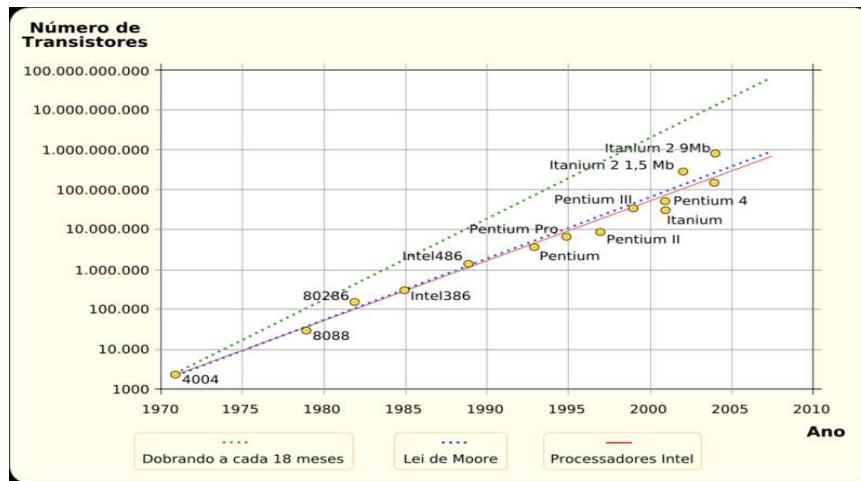


Disco duro 5MByte para IBM305 RAMAC (1956)

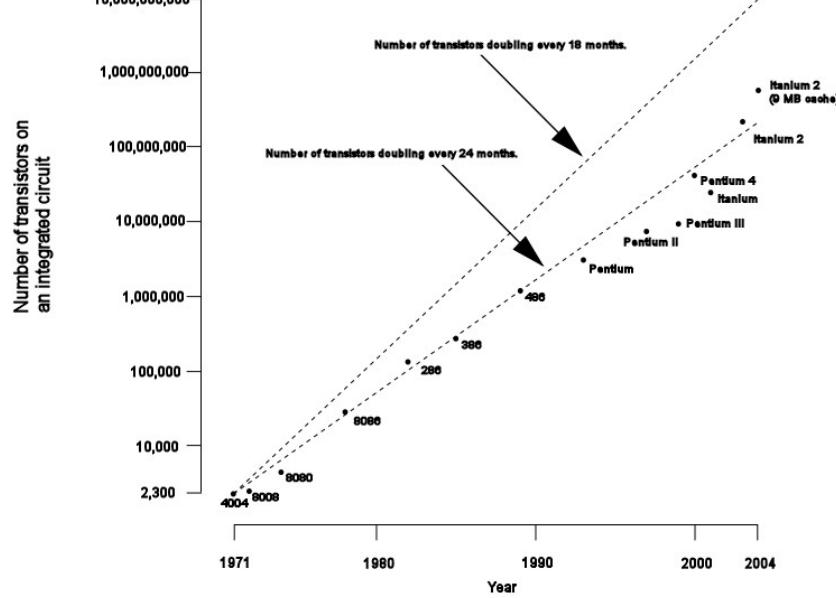
28

## Ley de Moore

"Aproximadamente cada dos años se duplica el número de transistores en un circuito integrado"



29



30

## IBM 360 series

- 1964
- Primera planificación sobre “familias” de computadoras
  - Conjunto de instrucciones similares
  - Sistema operativo idénticos ó similares
  - Aumento de la velocidad de procesamiento
  - Mayor cantidad de puertos de E/S
  - Mayor cantidad de memoria
  - Costo mucho más alto

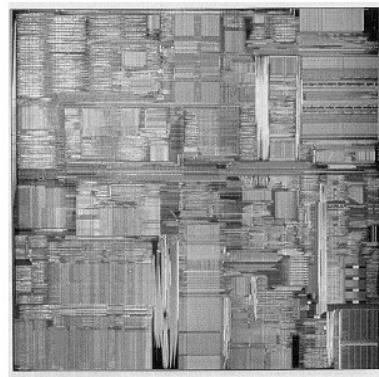
31

## Intel

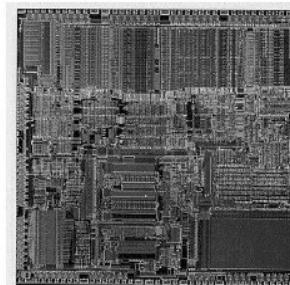
- 1971 - 4004
  - El primer microprocesador
  - Todos los componentes en un solo CHIP
  - 4 bit
- 1972 - 8008
  - 8 bit
  - Diseñado para aplicaciones específicas
- 1974 - 8080
  - Primer microprocesador de propósito general

32

## Los datos (dices) de procesadores Intel



Pentium Pro



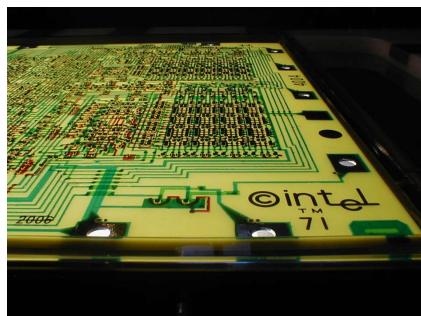
386



4004

33

## Intel 4004



34

## IBM PC (1981)



35

## Primera Laptop:



### Osborne 1

The first laptop **computer** available to the public was the **Osborne 1**. The **Osborne Computer** Corporation released this model in 1981. It cost \$1795 at the time of release. The screen was five inches long and the keyboard was in the lid of the computer.

[meetingtomorrow.com › blog › who-invented-the-laptop-...](http://meetingtomorrow.com/blog/who-invented-the-laptop-...)

[Who Invented the Laptop? - Meeting Tomorrow](http://Who Invented the Laptop? - Meeting Tomorrow)

36

## Evolución de los procesadores Intel 80x86

- 1978 – 8086, se le incluyó en la IBM PC en el año 1981.
- 1982 – 80286, nace la PC/AT, empiezan a salir al mercado las primeras “compatibles”.
- 1986 – 80386, la compañía Compaq entra en escena y se produce una intensa competencia con IBM.
- 1989 – 80486, fué el primer microprocesador en emplear más de un millón de transistores, introduce la tecnología “pipeline”

37

## Intel 80486

- Por problemas de *copyright*, se le denominó i486.
- Hasta 100MHz
- Hasta 41MIPS
- Buses de datos e instrucciones de 32 bits



Información adicional: [http://en.wikipedia.org/wiki/Intel\\_80486](http://en.wikipedia.org/wiki/Intel_80486)

38

## Intel Pentium

- Introducido en el año 1993.
- En 1994 se descubre una falla en la subsección de cálculo de punto flotante, la empresa ofreció reemplazar sin costo alguno el procesador defectuoso, generando pérdidas por \$500m.



Información adicional: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium>

39

## Intel: Microarquitectura Netburst

- Introducido en el año 2000.
- Tecnología de fabricación de 0.18μm hasta 65nm en su última versión
- 64 bits
- Modelo Xeon orientado a servidores



Información adicional: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium>

40

## La batalla de los Hz

- AMD empieza a dar batalla a Intel en el mercado de procesadores con sus procesadores Athlon
- Las frecuencias de funcionamiento de los procesadores se disparan hasta llegar a GHz.
- El desempeño de los procesadores ya no dependen de los GHz (un procesador de 2GHz no doblega a uno de 1GHz en términos de velocidad de procesamiento)

41

## Hafnio

- A inicios del 2007, empresas líderes en la fabricación de microprocesadores (Intel, IBM) anunciaron que la siguiente generación de microprocesadores serán producidos usando el material Hafnio como material semiconductor.

42

## Adiós Silicio, bienvenido Hafnio

- El problema hasta ahora ha sido que, a medida que los transistores se hacían más pequeños y su velocidad de trabajo aumentaba también aumentaban las pérdidas de electricidad, lo cual produce más calor e ineficiencia de los circuitos. Con la tecnología usada hasta ahora, seguir disminuyendo el tamaño o aumentando la velocidad podría implicar la destrucción de los transistores. La nueva tecnología consiste en el uso de un elemento químico que limita las pérdidas de corriente, llamado [hafnio](#), químicamente muy parecido al circonio.

(fuente: Wikipedia)

43

## La batalla de los núcleos

- La tecnología en procesadores sufre una limitante: la frecuencia de reloj interna del procesador
- IBM introduce un procesador con dos núcleos en el año 2005
- Intel por su parte incursiona en el mundo de los procesadores multinúcleos con el Pentium-D que es básicamente dos núcleos de Pentium 4 unidos en el FSB.
- AMD hace lo mismo con su procesador Athlon

44

## La batalla de los núcleos

- Al ubicar dos núcleos en un procesador , se reduce la frecuencia de reloj de funcionamiento, disminuyendo el consumo de energía y por ende su temperatura de operación.
- Ej. Un procesador de un núcleo de 3GHz es reemplazado por uno de dos núcleos trabajando a 2.2GHz.
- La carga de trabajo se reparte entre ambos núcleos respetando las leyes del paralelismo.

[www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/inter-vs-amd-guerra-del-procesador.htm](http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/inter-vs-amd-guerra-del-procesador.htm)

45

## Intel: Microarquitectura Nehalem

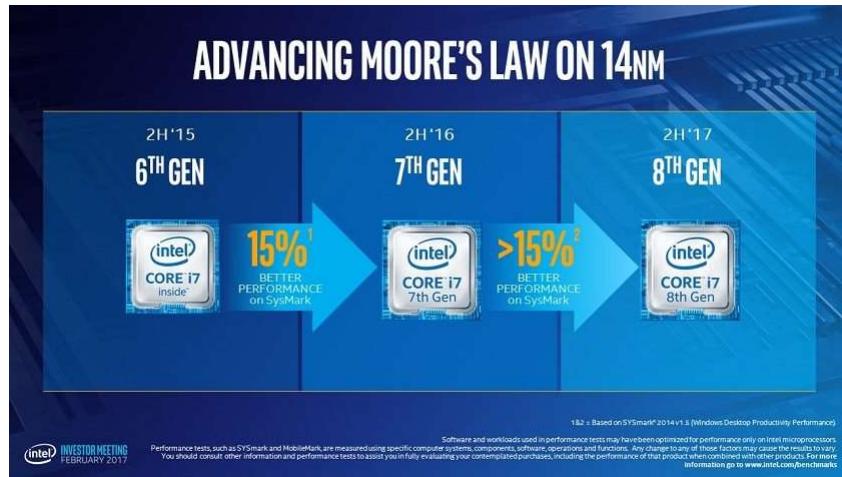
- Introducido en el año 2008.
- Tecnología de fabricación de 45nm hasta 32nm en su última versión
- 64 bits
- Core i3, Core i5, Core i7



Información adicional: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium>

46

## Generaciones Intel core i7



47

## Intel Core i9

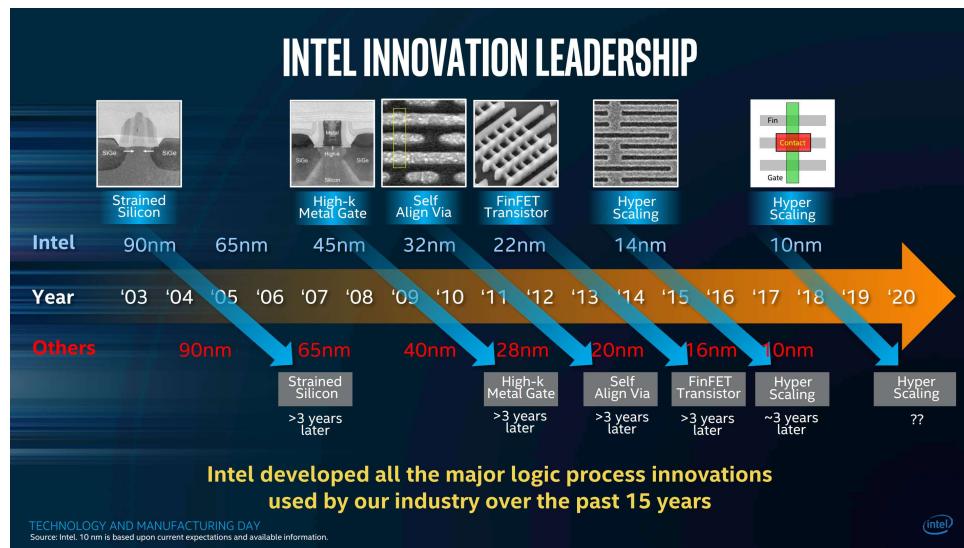
**NEW INTEL® CORE™ i9 EXTREME EDITION PROCESSOR**  
Intel's first 18-core desktop processor  
Intel's highest-performance processor for advanced gaming, VR and content creation

- New! 18 cores, 36 threads
- New! Teraflop CPU
- New! Support for Intel® AVX-512
- Improved Intel® Turbo Boost Max Technology 3.0
- Support for LGA 2066 socket
- 44 PCIe® 3.0 lanes
- Four-channel DDR4-2666 memory support
- Fully unlocked for performance tuning
- Rebalanced Intel® Smart Cache hierarchy
- Intel® Optane™ memory
- Intel® Hyper-Threading Technology (Intel® HT Technology)

For more complete information about performance and benchmark results, visit <http://www.intel.com/benchmarks>.

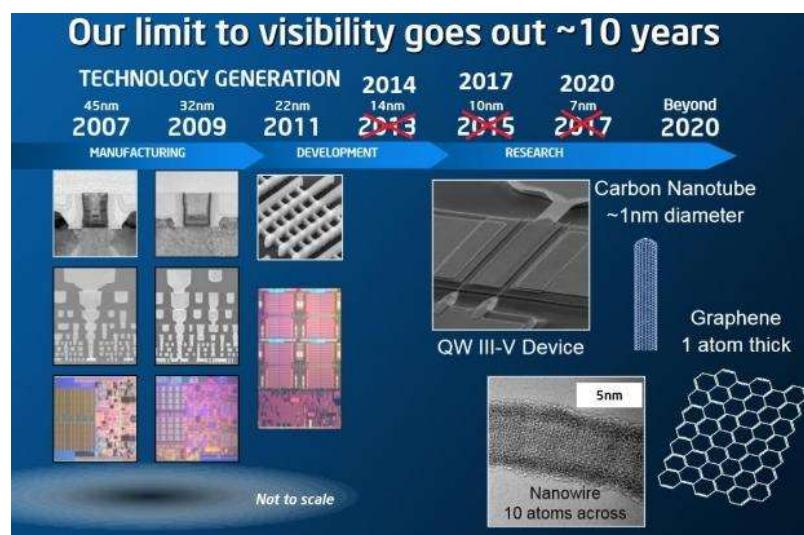
48

## Innovación de procesos de fabricación de IC's en Intel



49

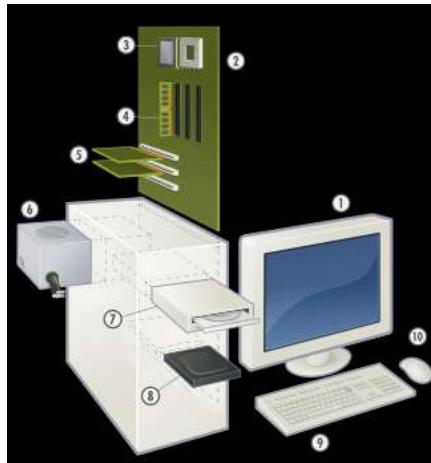
## Tendencias para Intel



50

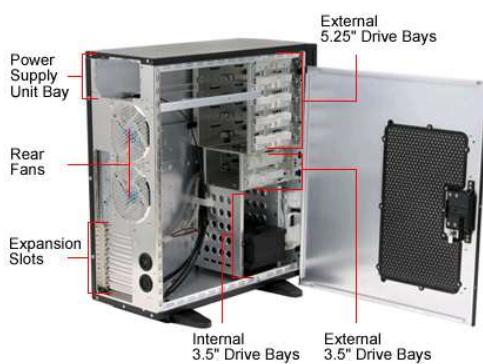
## Partes de la Computadora

1. Monitor
2. Tarjeta madre (motherboard)
3. Microprocesador
4. Memoria RAM
5. Tarjetas de expansión
6. Fuente de energía
7. Unidad CD-ROM
8. Disco Duro (HDD)
9. Teclado (keyboard)
10. Ratón (mouse)



51

## La “Caja” (Case)



- Es en donde se encuentran todos los componentes del computador (PSU, HDDs, Motherboard, CDROMs)

52

## Fuente de Energía (PSU)

Encargado de suministrar energía regulada a toda el interior del CPU

Tecnología Switching

Clasificado por la potencia que pueda entregar:

350W – 400W – 450W – 500W – 600W

Varios tipos: AT y ATX



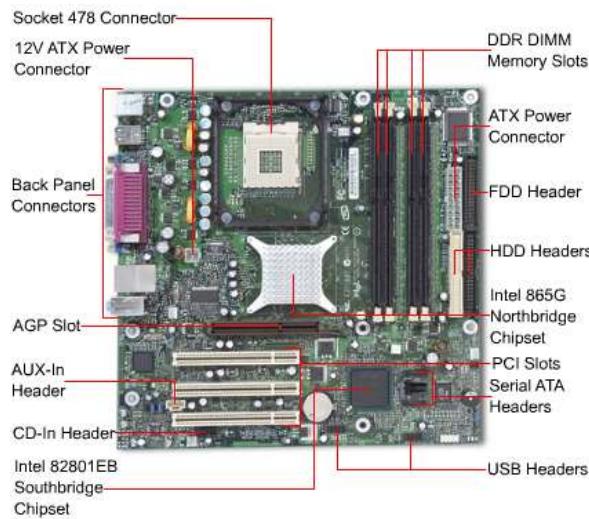
Corsair AX850

### 5. Corsair AX850 ★★★★☆

Best PSU: Up to 850 Watts

53

## Motherboard



54

## Motherboard

- Construida sobre una base rectangular de material sintético sobre el cual se sitúa un circuito electrónico.
- El chipset es el encargado de administrar todos los recursos del motherboard.
- Capaz de soportar familia de microprocesadores y de memorias RAM

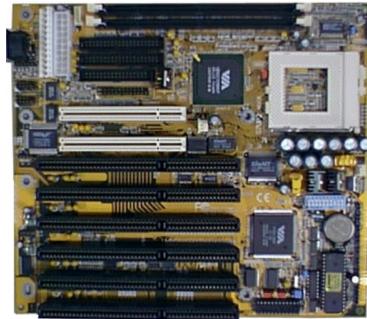
55

## Motherboard

- Formatos: AT, ATX, Micro-ATX, NLX, WTX, etc.
- Actualmente las motherboard vienen con periféricos integrados (los más utilizados) como: EIDE, SATA, Floppy, USB, Video, Audio, Ethernet
- Posee slots de expansión: AGP, PCI, etc.

56

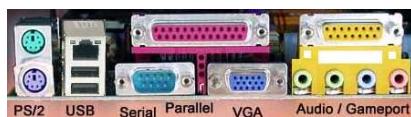
## Motherboard



AT Motherboard



ATX Motherboard



ATX Backpanel

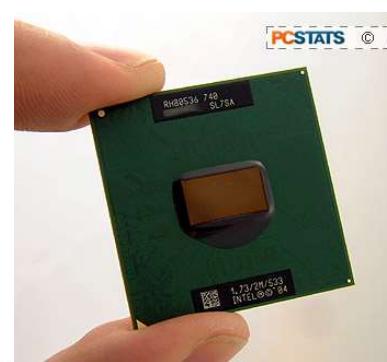
57

## El Microprocesador

El encargado de procesar las instrucciones y datos.

Debido a la gran cantidad de transistores que posee y a la alta velocidad de conmutación entre ellos es que se necesita un dissipador de calor.

Generalmente, el núcleo del procesador trabaja a menor voltaje que sus puertos de comunicación con la motherboard.



58

## Memoria RAM

Memoria de Acceso Aleatorio  
(volátil)

Sirve para el almacenamiento de información de manera temporal

Evolución de diversas tecnologías:

SRAM – DRAM – EDO RAM –  
SDRAM

Diversos formatos de presentación:

SIMM 30pin – SIMM 72pin

DIMM – SODIMM



59

## Bus de Expansión

Para expandir la capacidad de funcionamiento de una computadora

Diversas tecnologías:

- ISA – EISA – VESA – PCI - AGP

Existen diversos periféricos:

- Tarjetas de Ethernet, USB, Video, DVR, Firewire.



60

## Tarjeta de Video

- Encargadas de la interfaz visual con el usuario
- Se conecta al monitor usando puertos VGA ó HDMI
- Emplean un procesador dedicado para la aceleración de funciones gráficas.
- Interfase PCI, AGP



61

## Tarjeta de Video

- En algunas tarjetas de video podemos encontrar dos salidas para conectar dos monitores en forma simultánea (dual head)



62

## El Monitor

Unidad de visualización de la computadora.

Clasificados por su resolución:

- VGA : 640x480 pixeles
- SVGA : 1024 x 768 pixeles
- Formatos Wide-Screen : 1200x600

Clasificados por su tecnología:

- CRT
- LCD
- Plasma
- Conectores HDMI, VGA



63

## CDROM

Unidad óptica para la lectura de información desde un Disco Compacto (CD)

Existen grabadores (CD-RW)

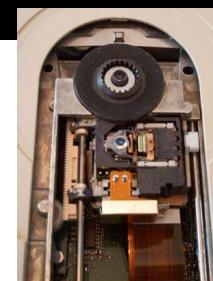
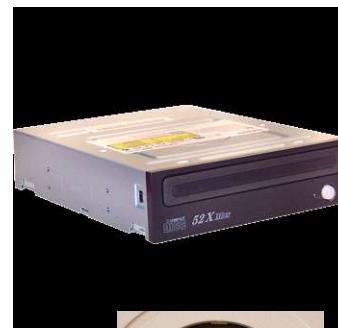
Capacidad máxima 700MB

Los DVD-ROM son unidades ópticas para la lectura de discos versátiles digitales (DVD) de gran capacidad (desde 4.7GB)

Existen grabadores (DVD-RW) y son compatibles con los CDs

Diversos estándares:

DVD+R, DVD-R, DVD-RW, Double Layer

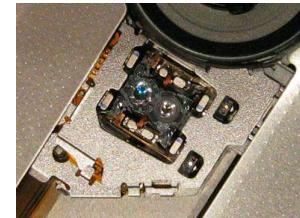


64



## El Disco Blu-Ray

- La longitud de onda del haz es de 405nm (DVD 650nm), lo cual hace que el almacenamiento de información en un disco sea mas denso y por ende, mayor capacidad.
- Un disco BD de doble capa puede almacenar hasta 50GB!



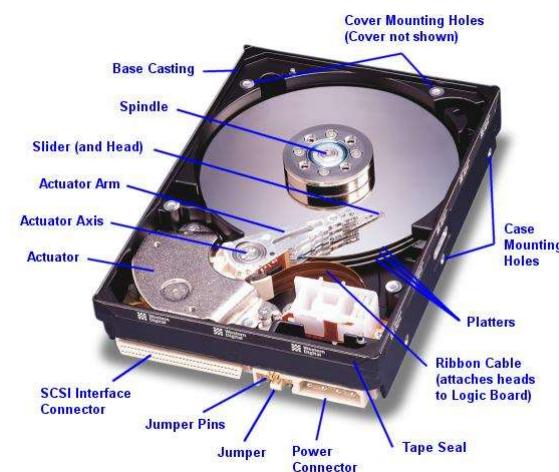
65

## El Disco Duro (HDD)

Unidades de almacenamiento generalmente no removibles.

De gran volumen de almacenamiento llegando a los terabytes.

Diversas interfaces de comunicación: EIDE, SATA, SCSI.



66

## Unidades de estado sólido (SSD)

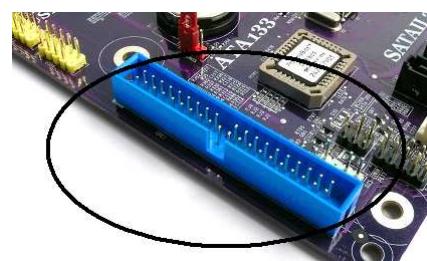
- Son unidades de almacenamiento basados en chips de memoria en lugar de discos.
- Son de poca capacidad pero muy veloces en acceso a la información almacenada.



67

## Conecotor IDE (P-ATA)

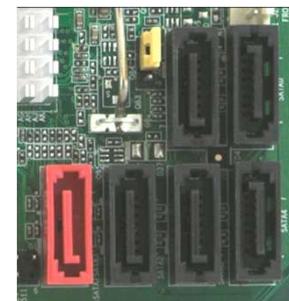
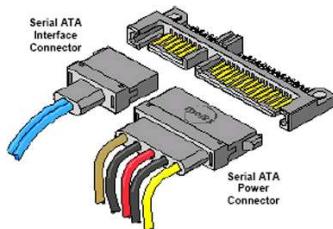
- El conector es de 40 pines.
- Interfase paralela de datos.
- Los cables nuevos son de 80 pines para mejorar la velocidad de transmisión entre el periférico y la placa madre.



68

## Conektor S-ATA

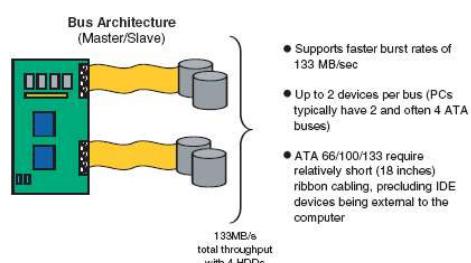
- Interfase serial de datos entre el periférico y la PC.



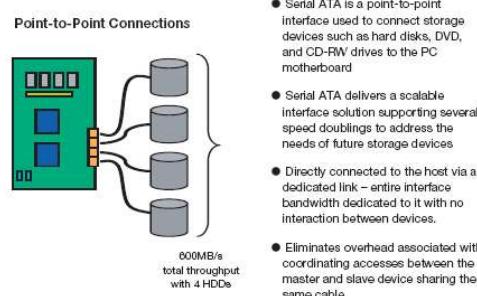
69

## P-ATA vs S-ATA

- En P-ATA, dos periféricos pueden ser conectados en un puerto de la PC



- En S-ATA, los periféricos poseen una conexión punto a punto hacia la PC.



70

## Multilector de tarjetas de memoria



- En algunos modelos de multilector de tarjetas vienen en formato de 3½, para colocarlos en donde va la unidad de diskettes.
- De interfase de datos USB.

71

## El Teclado y el Mouse



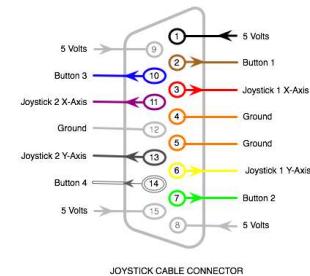
Interfase PS/2 heredado de IBM

72

## El mando para juegos (joystick)



- Conector Sub-D de 15 pines (doble fila)



73

## Conecotor de video VGA



- Conector del tipo Sub-D de 15 pines.
- Posee dimensiones similares al Sub-D de 9 pines, pero éste se diferencia fácilmente porque tiene 3 filas de pines.
- Las señales enviadas al monitor son analógicas

74

## Conecotor HDMI

- High Definition Multimedia Interface
- Conecotor de video de alta definición



- Las actuales tarjetas de video vienen con conector DVI

75

## Puerto Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet

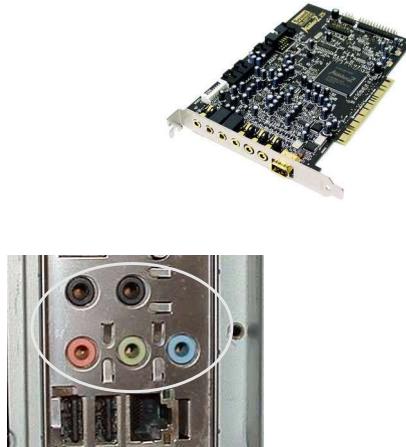
- Puerto del tipo RJ45 en donde conectamos nuestra PC a una red LAN para la comunicación entre otras PCs y el Internet
- Ethernet = 10Mbps
- Fast Ethernet = 100Mbps
- Gigabit Ethernet = 1Gbps



76

## Puertos de audio

- Donde conectamos nuestros dispositivos de sonido
- Diversas funciones: entrada de micrófono, entrada de línea, salida de línea, salida de parlantes, puertos S/PDIF.



77

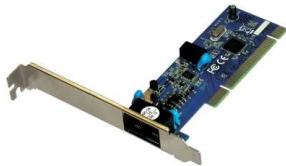
## Wireless LAN

- Comunicación inalámbrica entre PCs y entre redes
- Estándar 802.11 con diferentes evoluciones (802.11a/b/g/n/s)



78

## Puerto Fax/Modem



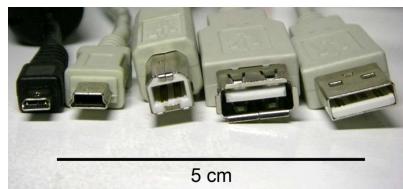
- Conector tipo RJ11.
- Para que nuestra PC envíe o reciba faxes.
- Sirve para comunicarnos con otra PC ó Internet usando la RTB.

79



## Puertos USB

- Los actuales periféricos emplean el USB para su conexión con la PC
- Mouse, teclado, webcam, unidades de almacenamiento, impresoras, escáneres, etc



80

## Dispositivos USB



81

## USB Type C

- Nuevo estándar para conexión de dispositivos.
- Nuevas funcionalidades:
  - Señal de video (Thunderbolt, DisplayPort, superMHL, HDMI)
  - Energía (PD: Power delivery, Quick Charge 3.0)
  - Audio
  - Datos
- En algunos casos, se requiere de cables certificados



The Single Connector Platform Model



82

## Bluetooth



- W-PAN (Wireless Personal Area Network)
- Permite la comunicación inalámbrica entre diversos dispositivos personales (headsets, mouse, celulares, etc)
- Actualmente v5.0, permite mejores tasas de transferencia de datos y reducción del consumo energético (Bluetooth Low Energy)
- Protocolo Apt-X para transferencia de audio en alta calidad y baja latencia

**Qualcomm®  
aptX™ HD**



83

## Puerto e-SATA

- Puerto SATA externo
- Para conectar unidades de disco duro externo
- Alta tasa de transferencia de datos



84

## Puerto dual USB/e-SATA

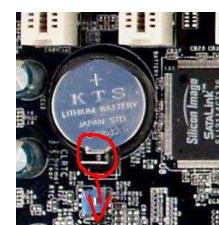


- Permite conectar tanto dispositivos USB como dispositivos e-SATA.

85

## La pila de litio

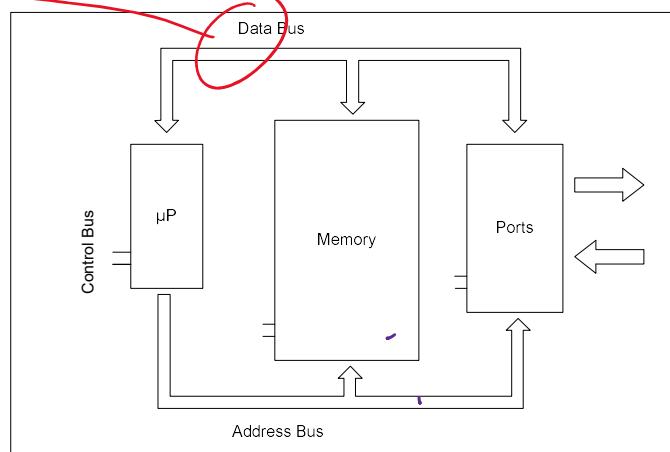
- Es empleado para preservar la configuración de la BIOS y proporcionar energía al reloj interno.
- Es conocido como “CMOS Battery”
- En la mayoría de casos es una pila modelo CR2032 de litio.



86

## Sistema de Procesamiento de Datos

*Bottleneck*



87

## Sistema de Procesamiento de Datos

- **Microprocesador ( $\mu$ P)**
  - Encargado de procesar instrucciones.
  - Se apoya en registros de trabajo.
- **Memoria (Memory)**
  - Encargado de almacenar datos.
- **Puertos (Ports)**
  - Interface con el mundo exterior.

88

## Sistema de Procesamiento de Datos

- **Bus de Datos (Data Bus)**
  - Intercambio de información (datos e instrucciones) entre los componentes del sistema.
- **Bus de Direcciones (Address Bus)**
  - Le permite al  $\mu$ P elegir el recurso a trabajar (memoria o puerto).
- **Bus de Control**
  - Para que el  $\mu$ P pueda leer ó emitir eventos de lectura, escritura, estado, etc.

89

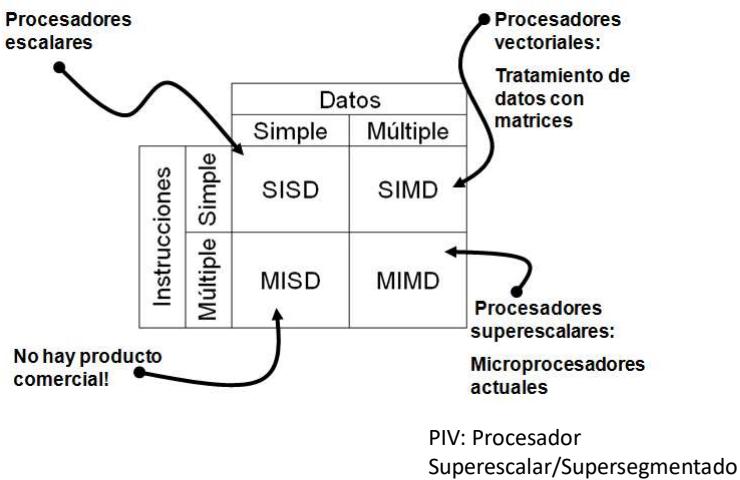
## Sistema de Procesamiento de Datos

- Cada recurso del sistema posee una dirección única el cual el microprocesador utiliza para realizar diversas operaciones (lectura, escritura, etc)

90

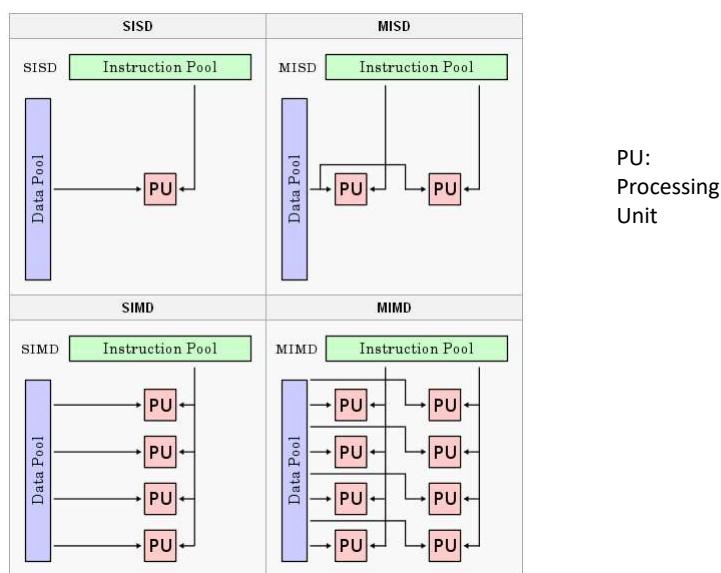
## Taxonomía Flynn

- Atendiendo a la forma en cómo se ejecutan las instrucciones:



91

## Taxonomía Flynn a detalle



92

## Taxonomía Flynn a detalle

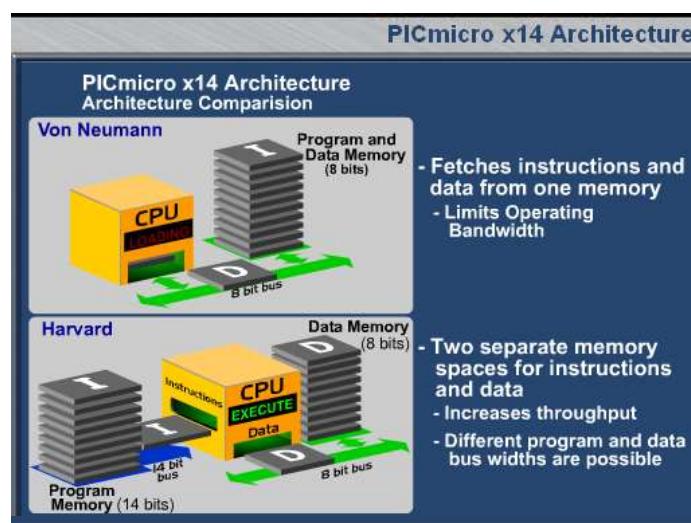
Actualmente dentro del grupo MIMD podemos encontrar:

**SPMD (Single Program, Multiple Data)**

**MPMD (Multiple Program, Multiple Data)**

93

## Arquitecturas: Harvard vs Von Neumann



94

## Discusión

- Si la Arq. Harvard es mejor, ¿Por qué no se usa en una PC?
  - Problemas de compatibilidad?
  - ~~Es muy caro?~~
  - ~~Porque se ha estandarizado la otra?~~
  - ~~Consumo mas energía?~~
  - ~~Implementación mas compleja?~~
  - ~~Retraso de transporte?~~
  - ~~Por la caché?~~
  - ???
  - ??
  - ?

95

## Discusión:

- Si Harvard es mejor. ¿Por qué no se usa en PC?
  - Costos?
  - Capacidad?
  - Eficiencia?
  - Limitaciones?
  - Frecuencia del procesador?
  - Porque los dispositivos móviles tienen sistema táctil y las PCs no?
  - Refrigeración?
  - La Harvard se utiliza en computadores para apps específicas?
  - Difíciles de implementar?

# •COMPATIBILIDAD

- ¿Cuál sería el porcentaje de usuarios de Windows y PC con respecto a MacOS y Apple?
  - 99.9999%
  - 98%
  - 95%
  - 78%
  - 70%

96

## Arquitecturas: Harvard vs Von Neumann

- Von Neumann

- Instrucciones y Datos en una sola memoria
- Cuando la CPU se dirige a la memoria principal, primero saca la instrucción y después saca los datos necesarios para ejecutarla, esto retarda el funcionamiento de la CPU

- Harvard

- Instrucciones en una memoria dedicada
- Datos en una memoria dedicada
- Cada memoria dispone de su respectivo bus, lo que permite, que la CPU pueda acceder de forma independiente y simultánea a la memoria de datos y a la de instrucciones

97

## CISC vs RISC

- **CISC (Complex Instruction Set Computer)**

- Las instrucciones son de diferente longitud
- El software resulta mucho más caro que el hardware.
- El nivel del lenguaje era cada vez más complicado.

- **RISC (Reduced Instruction Set Computer)**

- Las instrucciones son de un solo tamaño
- Gran número de registros de uso general
- Repertorio de instrucciones limitado y sencillo.
- Énfasis en la optimización de la segmentación de instrucciones

98

Fin de la sesión de teoría