

Arquitectura de ordenadores

1. Introducción e Historia

Ignacio Calles González ignacio.gonzalez@ext.live.u-tad.com

Tiago Manuel Louro Machado de Simas tiago.buro@u-tad.com

Francisco Javier García Algarra javier.algarra@u-tad.com

Carlos M. Valez Fernández carlos.valez@u-tad.com

2023-2024

Índice

1. Conceptos básicos

2. Antecedentes de los ordenadores

3. Ordenadores históricos

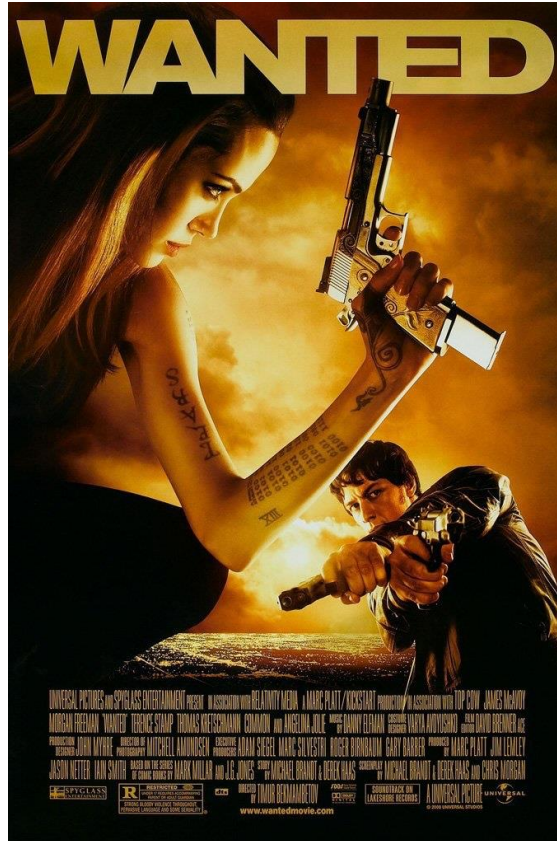
4. Máquina de Turing

5. Arquitectura Von Neuman

6. Generaciones de los Ordenadores

7. Niveles de Abstracción

1. Conceptos básicos



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

1. Conceptos básicos

- *¿Qué es un ordenador?*
 - **Dispositivo/máquina programable, formada por circuitos electrónicos, capaz de procesar información/datos en formato digital.**
 - 2 problemáticas:
 - Variedad de sistemas reciben nombre de ordenador -> cada uno con sus características
 - Rápido avance tecnológico -> Constantes apariciones nuevas versiones y funcionalidades

1. Conceptos básicos

- *¿Cómo surgen los ordenadores y por qué se les llama así?*
 - A partir de la necesidad de automatizar tareas de cálculo y gestión de datos.
 - De las primeras tareas que tuvieron -> gestión de censos de grandes poblaciones.
 - Se basaron para ello inicialmente en tarjetas perforadas.
 - Una de las acciones más conocidas en el momento era la de ordenar dichas tarjetas
 - Se les bautizó en castellano con el nombre de ordenador, aunque su nombre técnico debería ser computador digital.

1. Conceptos básicos

- ¿Qué necesidades identificas que se pueden cubrir con un ordenador?
- ¿son todas cálculos o no?
- Nombra dispositivos que hacen funciones similares a los ordenadores pero no lo son.

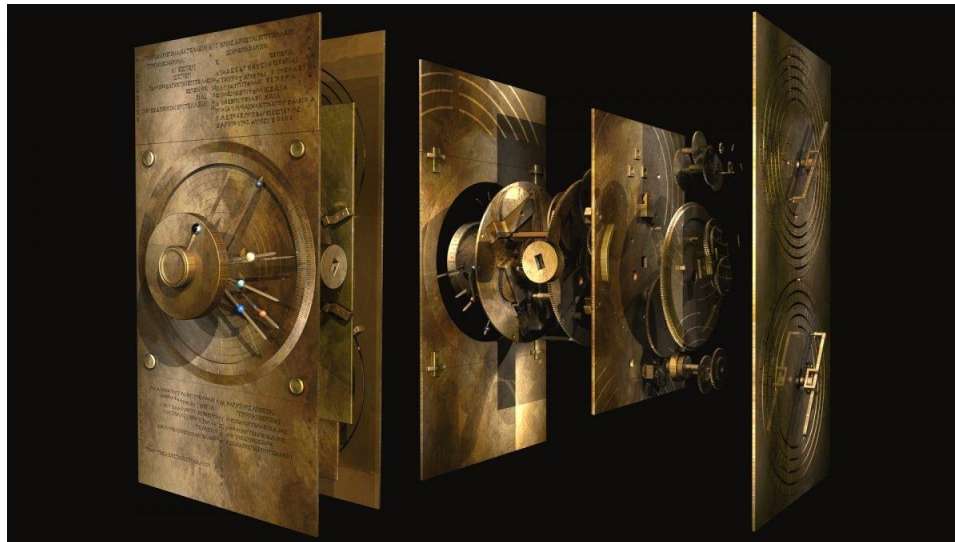


1. Conceptos básicos



The Antikythera mechanism

1. Conceptos básicos



The Antikythera mechanism

1. Conceptos básicos

- *¿Qué es la arquitectura de ordenadores?*
 - El ámbito de conocimiento que integra el estudio del hardware de los equipos que conforman un Sistema Informático.
 - Ese estudio debe garantizar:
 - la integración del hardware con el software.
 - la posibilidad de escalado de los sistemas informáticos
 - su abstracción para permitir su uso por usuarios no técnicos

Índice

1. Conceptos básicos
- 2. Antecedentes de los ordenadores**
3. Ordenadores históricos
4. Máquina de Turing
5. Arquitectura Von Neuman
6. Generaciones de los Ordenadores
7. Niveles de Abstracción

2 Antecedentes de los Ordenadores

- Es necesario conocer cómo funcionan las herramientas que se utilizan de forma habitual.
- Como futuros ingenieros en informática -> el ordenador va a ser esa herramienta básica
- Es necesario conocer su funcionamiento, más allá de lo que sabe un usuario normal.
- Hasta llegar al concepto de ordenador-> diversas soluciones a lo largo de la historia.
- Veremos precursores más relevantes del ordenador y los personajes más relevantes .

2.1 Ábaco

- Primer instrumento de cálculo mecánico
- +- año 5000 A.C
- permite realizar una serie de operaciones aritméticas
- Se basa en
 - una serie de cuentas
 - colocadas en unos alambres que tienen un valor (Unidad, decena, centena, etc) en función de su posición.
- Es una implementación de un sistema de numeración posicional.



Ejemplo de uso del ábaco:

<https://www.youtube.com/watch?v=WUjr6ojF7H8>

Ejemplo del uso del ábaco chino:

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

2.2 La Pascalina

- Creada por Pascal en 1642
 - Eran una serie de engranajes que permitían realizar una serie de operaciones aritméticas.
 - Trabajaba con 8 dígitos en base decimal.
-
- Video sobre la Pascalina:
<https://www.youtube.com/watch?v=e03TC6np0Nc>



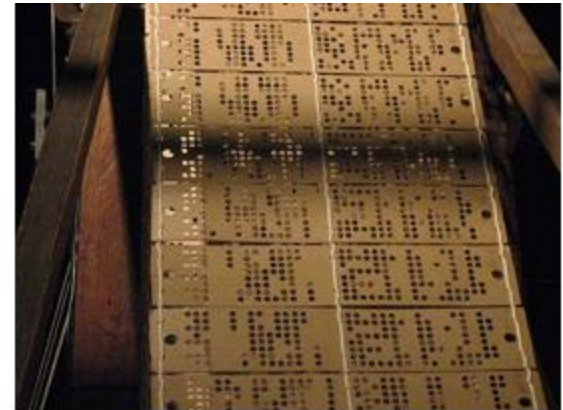
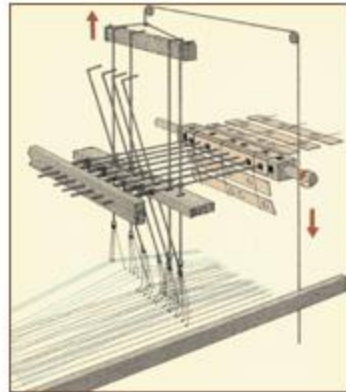
2.3 Calculadora Universal de Leibniz

- Leibniz -> último gran genio universal
- siglos XVII y XVIII.
- Su dispositivo, al contrario que la pascalina, permitía realizar multiplicaciones y divisiones simulando el desplazamiento que realizamos hacia la izquierda cuando multiplicamos a mano.
- Dispositivo fue empleado hasta los años 1960, cuando apareció el cálculo electrónico.
- Video sobre funcionamiento de la máquina de Leibniz:
<https://www.youtube.com/watch?v=OacMkA38QiQ>

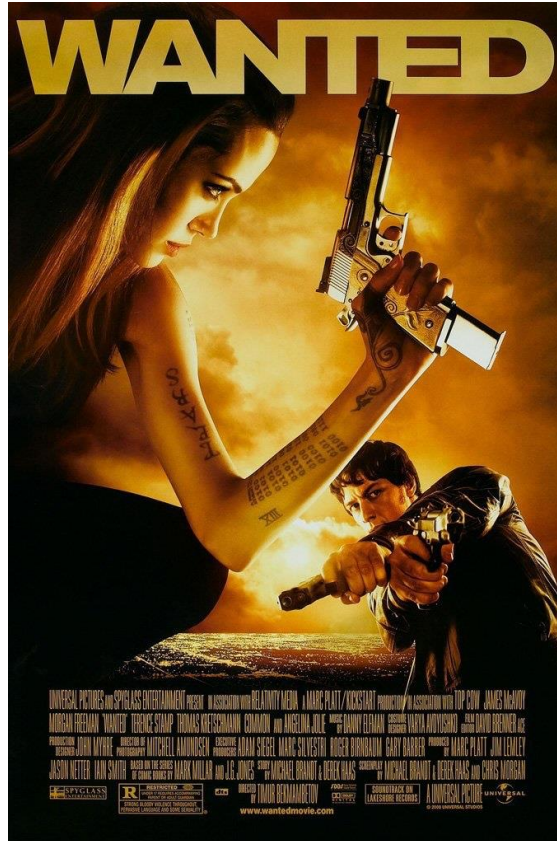


2.4 Telar de Jacquard

- Joseph-Marie Jacquard inventó un telar automático utilizando tarjetas perforadas.
- Con las tarjetas perforadas indicaba el patrón de diseño a seguir en la confección.
- Estamos por tanto ante la primera máquina programada.



1. Conceptos básicos

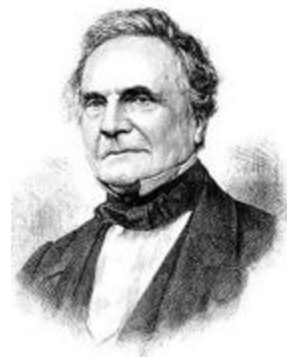


<https://www.youtube.com/watch?v=zRAGv61QkHc&t=59s>

<https://www.youtube.com/watch?v=zRAGv61QkHc&t=59s>

2.5 Máquina de Babbage (I)

- 1822 Charles Babbage, empleando tarjetas perforadas, diseñó -> Máquina Diferencial capaz de construir tablas de logaritmos y funciones trigonométricas.
- Su creación falló por no disponer de la tecnología adecuada para la creación de engranajes resistentes.
- Trabajando en 1834 en mejoras de dicha máquina, concibió la idea de otra máquina: la máquina analítica. Era esencialmente una computadora de propósito general.



- Ada Lovelace(“madre de la programación”) reconoció que la capacidad de la máquina analítica podía ir más allá de la simple ejecución de operaciones.
- Introducía el **concepto de algoritmos** o programas a ser ejecutados por una máquina.
- No en vano el lenguaje de Programación ADA tiene ese nombre en su honor.



Regimen for the Investigation of the Effects of the Treatment of Bismuth. (See Note to page 177-A-10.)															
Patient		Dose		Time		Place		Time		Place		Time		Place	
No.	Name	Age	Sex	Height	Weight	Time	Place	Time	Place	Time	Place	Time	Place	Time	Place
1	John Doe	35	M	5' 8"	160 lbs	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis
2	Jane Smith	28	F	5' 4"	120 lbs	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis
3	Robert Brown	42	M	6' 0"	180 lbs	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis
4	Mary White	30	F	5' 6"	130 lbs	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis
5	William Black	38	M	5' 10"	170 lbs	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis	1900	St. Louis

2.6 Algoritmo

Al-Juarismi fue el astrónomo y jefe de la biblioteca de la Casa de la Sabiduría de Bagdad

Este matemático y geógrafo que vivió entre el 780 y el 850

Es conocido como Al Juarismi y su nombre también ha dado lugar a la palabra guarismo.

"Al-yabr"(restauración) la palabra incluida en el título de su libro que ha dado origen al término álgebra



2.8 Máquina Tabuladora (I)

- Herman Hollerith diseña un sistema de tarjetas perforadas -> calcular el censo de Estados Unidos de 1890.
- Trataba automáticamente 300 tarjetas/min.
- Hollerith establece más tarde una empresa (Tabulating Machine Company) que acabará convirtiéndose en International Business Machines Corporation (IBM) tras la fusión con otras compañías.



- Anécdota: el primer presidente de IBM en 1924 (Thomas Watson) realizó la siguiente predicción: “I think there is a world market for maybe five computers”
- Basado en que el precio de los ordenadores era muy alto -> solo los gobiernos más ricos podrían pagar la factura.
- Actualmente, todos tenemos más de un ordenador (porque nuestro móvil, nuestro Smart watch, nuestra tableta, y muy probablemente alguno de nuestros electrodomésticos no es más que una evolución del ordenador).



Índice

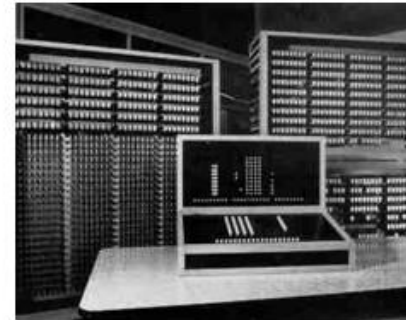
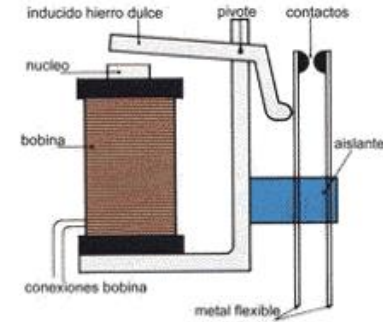
1. Conceptos básicos
2. Antecedentes de los ordenadores
- 3. Ordenadores históricos**
4. Máquina de Turing
5. Arquitectura Von Neuman
6. Generaciones de los Ordenadores
7. Niveles de Abstracción

3 Ordenadores históricos

- Invención del ordenador no puede atribuirse a una sola persona.
- Babbage como el padre de la computación.
- Pero no será sino hasta mucho más adelante que se hará la primera computadora como tal. En el siguiente video
- Iremos haciendo reseñas a las máquinas más significativas por orden cronológico y a aquellas personas que con sus aportes consiguieron hacer avanzar esta tecnología.
- 2 apartados importantes: “Máquina de Turing” y “Arquitectura de Von Neuman”

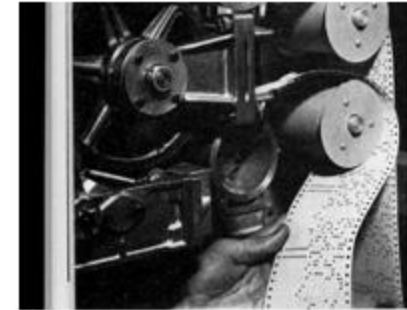
3.1 Z3 (1941)

- Creada por Konrad Zuse en 1941
- Primera máquina programable y completamente automática, características propias de un verdadero computador.



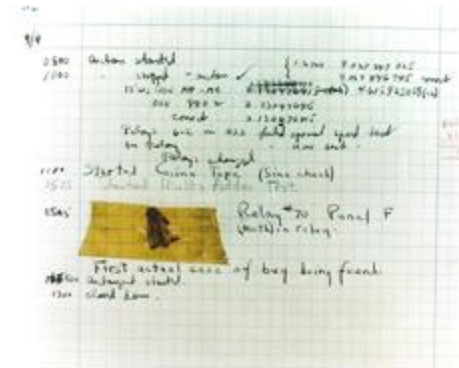
3.2 Mark I (1944) y Mark II (1947)

- Primer ordenador electromecánico, construido en IBM y enviado a Harvard en 1944.
- Diseñado por Howard Aiken(1900-1973) con la ayuda de Grace Hopper.
- Se basaba en la máquina analítica de Charles Babbage.
- Operaciones básicas de Suma, Resta, Multiplicación y División, y cálculos complejos de ecuaciones sobre el movimiento parabólico.



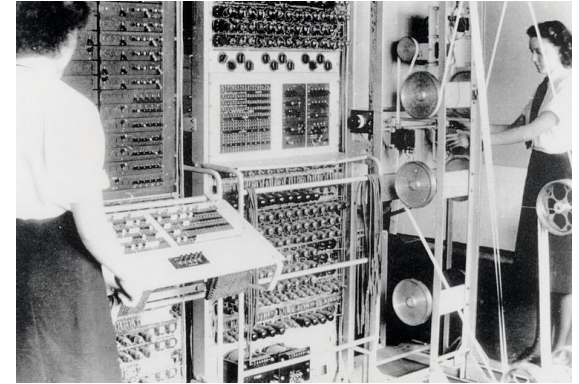
3.2 Mark I (1944) y Mark II (1947)

- Dimensiones 15,5 m de largo x 2,40 m de alto x 60 cm de ancho, 5 toneladas de peso.
- Su entrada de Datos era con cintas perforadas y la entrada de instrucciones con tarjetas perforadas. Su salida eran cintas perforadas o impresiones utilizando máquinas de escribir.
- Posteriormente surgieron nuevas versiones como la Mark III y la Mark IV.
- Como anécdota: con la máquina Mark I con la que se acuñó el término “Bug” para hacer referencia a un error en programación



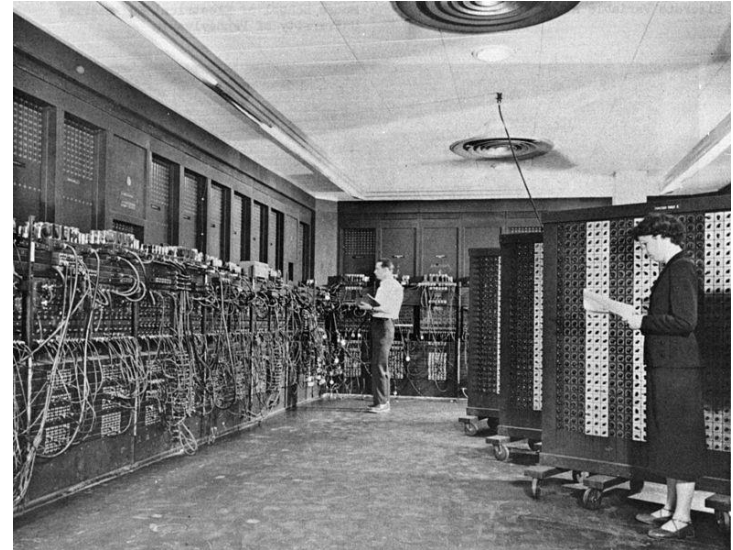
3.3 Colossus (1944)

- Uno de los primeros computadores digitales,
- Usados por los británicos para leer las comunicaciones cifradas alemanas durante la Segunda Guerra Mundial.
- Parte de la operación Colossus era emular electrónicamente la máquina mecánica de Lorenz
- Se basaban en la definición de Alan Turing (en el siguiente apartado escrito comentaremos más)



3.4 ENIAC (1946)

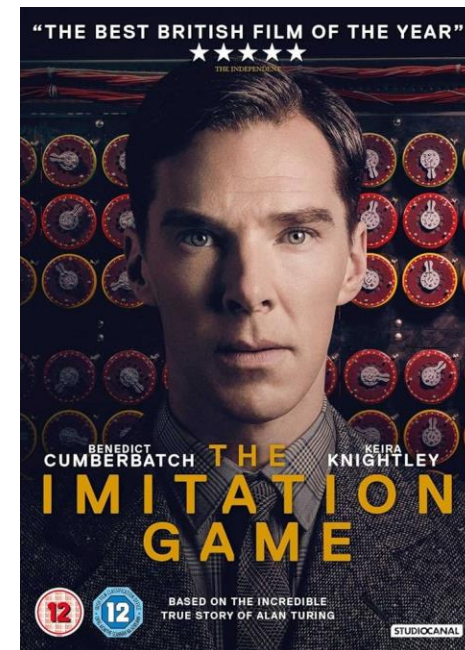
- ENIAC (acrónimo de Electronic Numeral Integrator and Calculator).
- Creado por dos profesores de la universidad de Pensilvania en 1943.
- Fue una de las primeras computadoras de propósito general.
- Podía ser reprogramada para resolver una extensa clase de problemas numéricos. Fue inicialmente diseñada para calcular tablas de tiro de artillería destinadas al Laboratorio de Investigación Balística del Ejército de los Estados Unidos.
- Sus dimensiones eran 167 m² y 27 toneladas



Índice

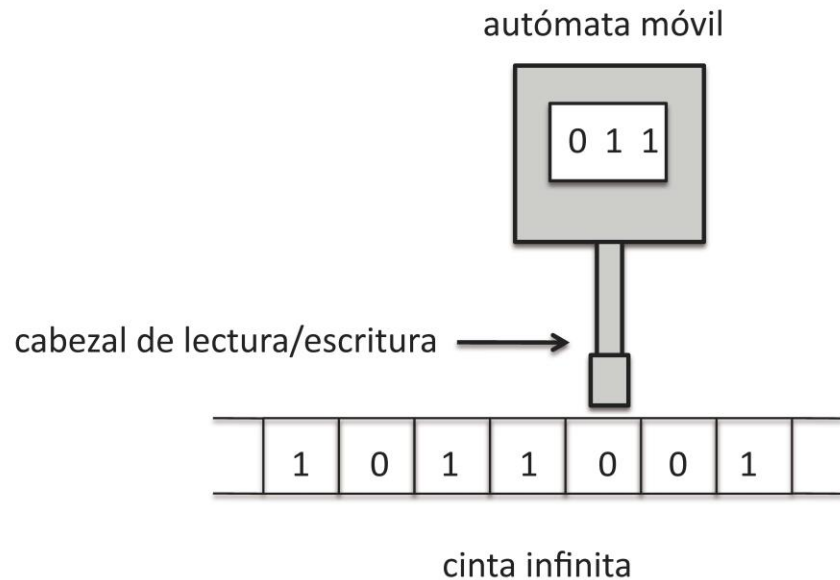
1. Conceptos básicos
2. Antecedentes de los ordenadores
3. Ordenadores históricos
- 4. Máquina de Turing**
5. Arquitectura Von Neuman
6. Generaciones de los Ordenadores
7. Niveles de Abstracción

4. Máquina de Turing (I)



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

4. Máquina de Turing (I)



4. Máquina de Turing (I)

- Concepto de máquina de Turing -> importancia y las implicaciones que ha tenido en la historia de la informática.
- Breve reseña acerca de quién fue Alan Turing:
 - Matemático británico
 - Uno de los padres de la ciencia de la computación
 - Trabajó durante la II Guerra Mundial en el descifrado de códigos nazis,
 - Participó en la creación de la máquina denominada Bombe.
 - Tras finalizar la guerra, participó en el diseño de los primeros computadores electrónicos.



Alan Turing



La Bombe



Enigma M4 (4 rotores).
Submarinos (1942/02)



Marian Rejewski

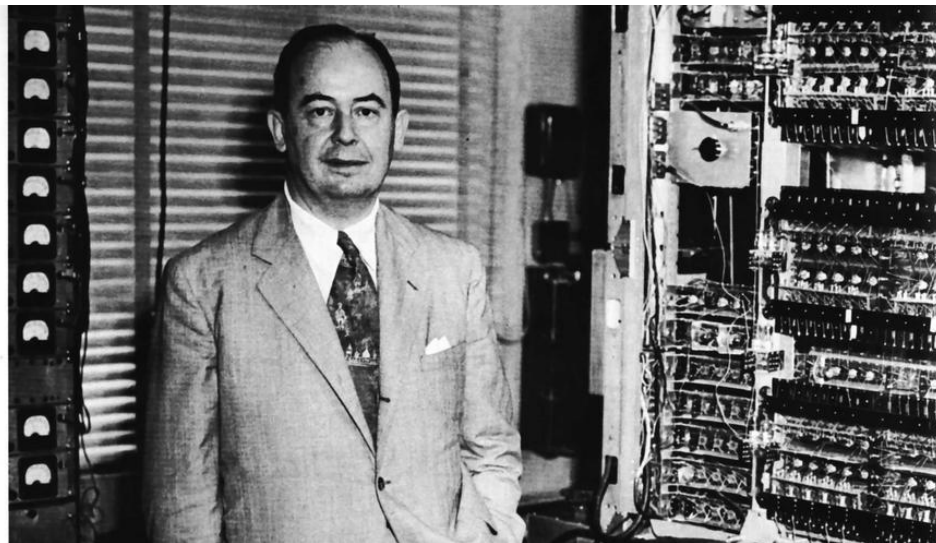
4. Máquina de Turing (II)

- Una máquina de Turing es un dispositivo capaz de simular la lógica de cualquier algoritmo de un ordenador.
- El diseño planteado por Alan Turing :
 - un dispositivo capaz de leer una cinta en la cual hay una serie de símbolos, los cuales iba procesando conforme a unas reglas establecidas en una tabla.

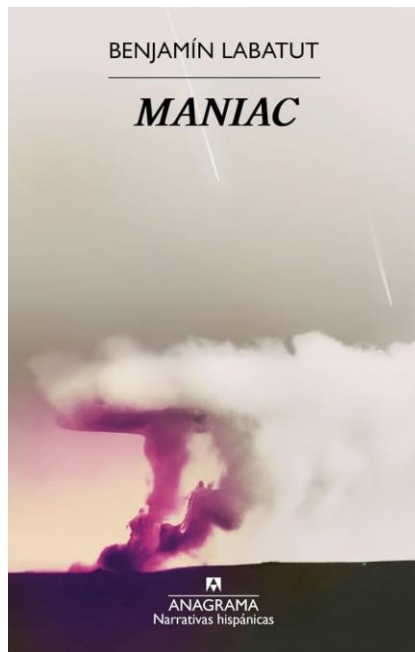
Índice

1. Conceptos básicos
2. Antecedentes de los ordenadores
3. Ordenadores históricos
4. Máquina de Turing
- 5 Arquitectura Von Neuman**
6. Generaciones de los Ordenadores
- 7 Niveles de Abstracción

Von Neuman



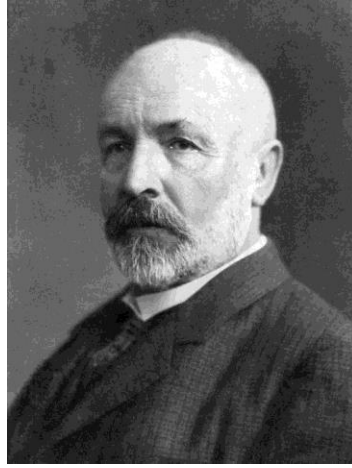
Von Neuman



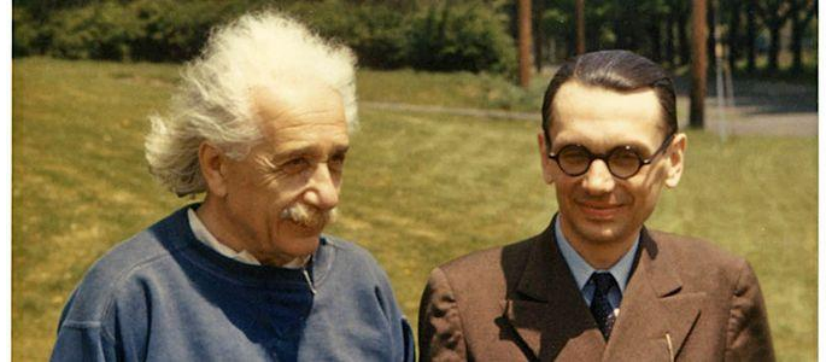
Von Neuman



David Hilbert



George Cantor



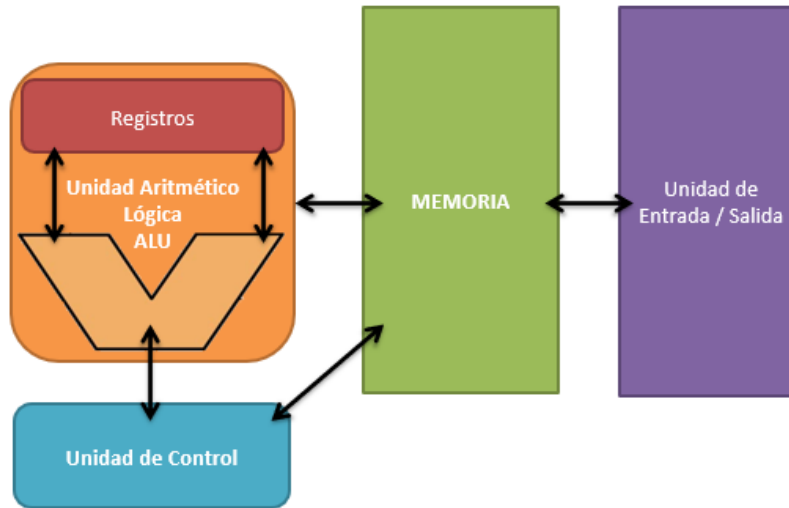
Kurt Gödel

5. Arquitectura Von Neuman (I)

- John Von Neuman:
 - matemático-físico de origen húngaro
 - asesor en la creación de ENIAC
 - Aplicó un diseño capaz de mejorar la lenta programación de ENIAC: “El concepto del programa almacenado”
 - Para ello estableció una arquitectura que comentaremos a continuación.
- Esta arquitectura fue implementada por primera vez en una máquina denominada EDVAC.
- A diferencia de la máquina ENIAC que funcionaba en base 10, EDVAC funcionada en base 2.
- Este diseño se convirtió en estándar de arquitectura para la mayoría de las computadoras modernas.

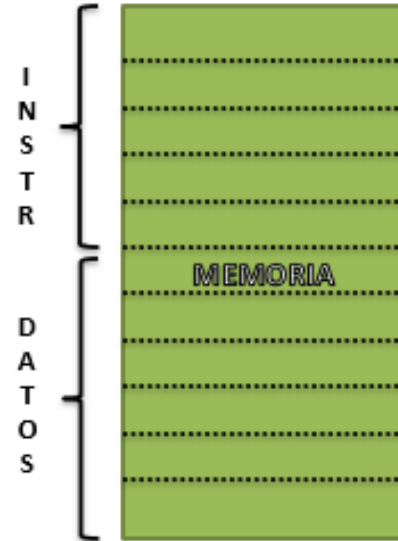
5. Arquitectura Von Neuman (II)

- Los componentes básicos de la arquitectura Von Neuman son: la **Unidad Aritmético Lógica (ALU)**, la **Unidad de Control (CU)**, la **Memoria** y la **unidad de Entrada y Salida**.



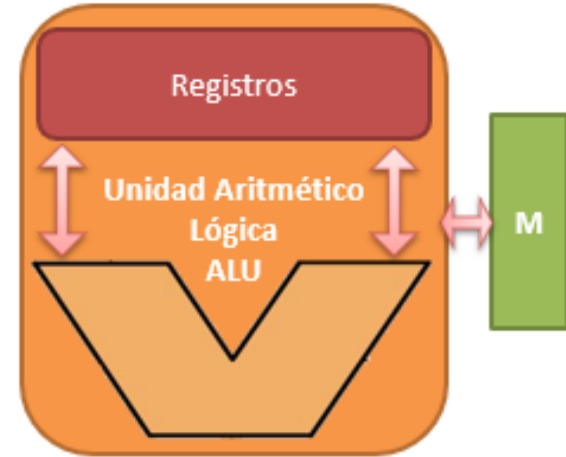
5. Arquitectura Von Neuman (III)

- **La Memoria** está compuesta por un conjunto de celdas de idéntico tamaño que contienen información.
- En un instante dado, se puede acceder a cualquiera de estas celdas mediante una dirección que las identifica.
- Las celdas se pueden leer y se puede escribir en ellas. En ellas, se puede almacenar: datos o instrucciones.



5. Arquitectura Von Neuman (IV)

- **La Unidad Aritmético Lógica (ALU)** permite realizar operaciones elementales: suma, resta, AND, OR, etc.
- Los datos sobre los que opera provienen de la Memoria o de los Registros.

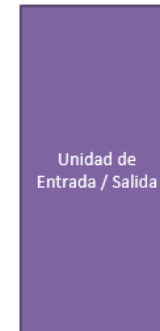
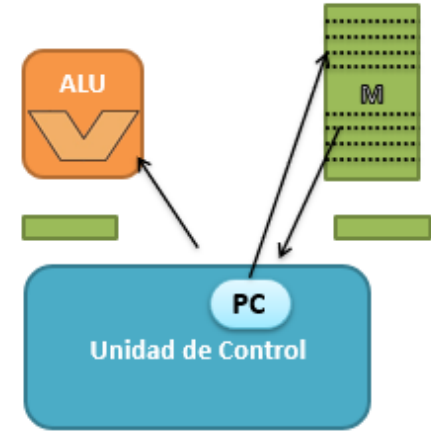


MEMORIA

Registros

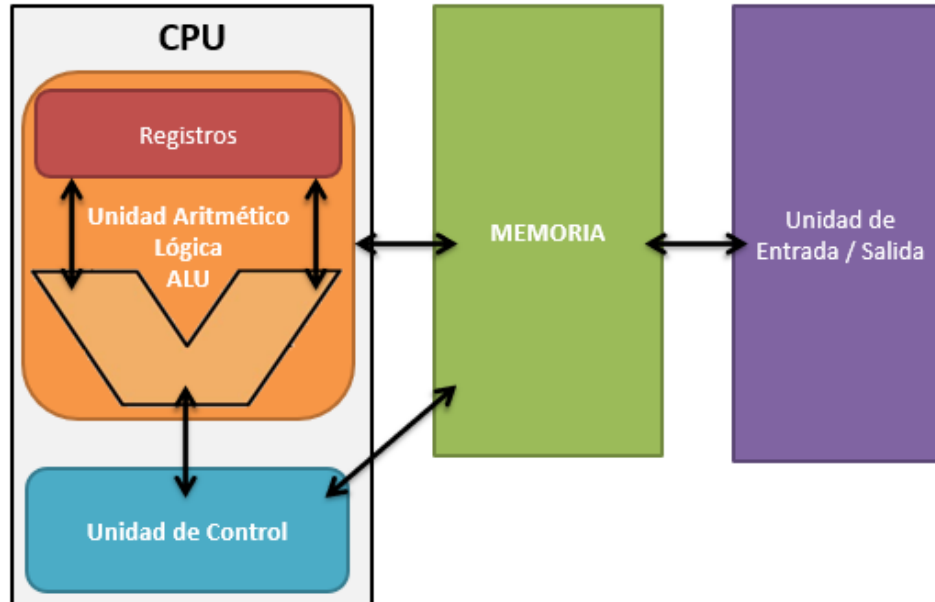
5. Arquitectura Von Neuman (V)

- **La Unidad de Control** se encarga de leer las instrucciones almacenadas en la memoria.
 - Una vez leída una instrucción, la CU genera las señales de control necesarias para la correcta ejecución de la misma.
 - La instrucción actual que se debe ejecutar está en todo momento indicada mediante un puntero: el contador de programa (PC).
-
- **La Unidad de Entrada y Salida** se encarga de transferir información a/de los periféricos. Periféricos usuales: Monitor, Teclado, Impresora, Escáner, Unidades de almacenamiento externo, etc.



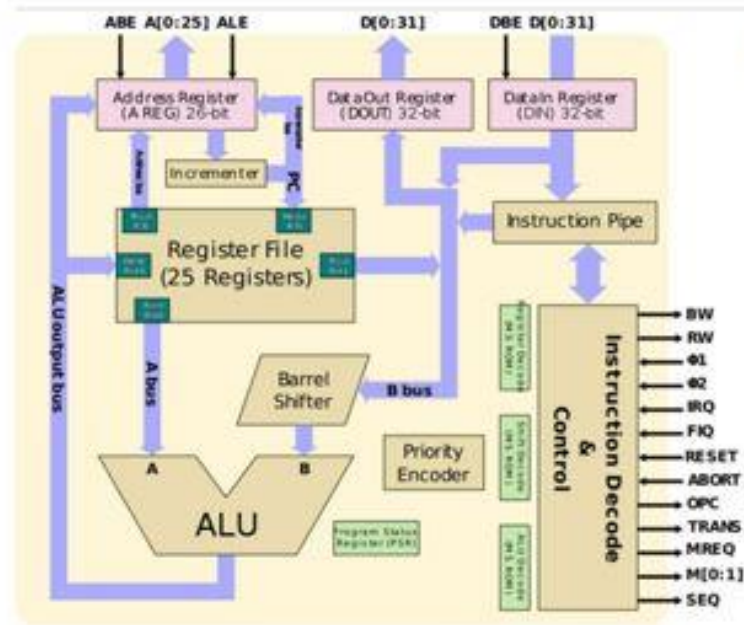
5. Arquitectura Von Neuman (VI)

- **La Unidad Central de Proceso (CPU)** es el conjunto de la Unidad Aritmético Lógica (ALU) más la Unidad de Control (CU).
- Es común conocer a la CPU como procesador.



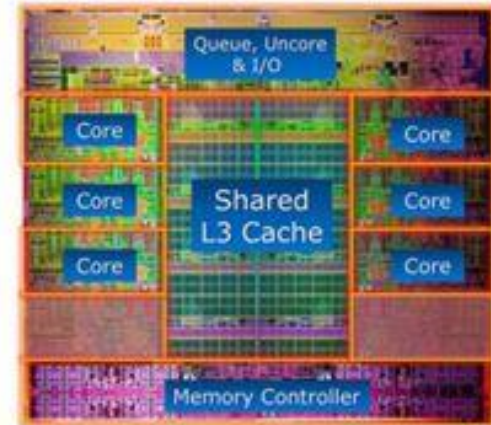
5. Arquitectura Von Neuman (VII)

- Ejemplos de la implementación de la arquitectura Von Neuman en la actualidad:



Un solo core

Intel® Core™ i7-3960X Processor Die Detail



Imágenes wikichip.org

Índice

1. Conceptos básicos
2. Antecedentes de los ordenadores
3. Ordenadores históricos
4. Máquina de Turing
5. Arquitectura Von Neuman
- 6. Generaciones de los Ordenadores**
7. Niveles de Abstracción

6. Generaciones de los ordenadores (I)

- La configuración y prestaciones de los ordenadores han variado enormemente en las últimas décadas, motivados por el desarrollo vertiginoso de los componentes electrónicos básicos que conforman los ordenadores.
- Ha habido evolución en las CPU, las memorias, los soportes de información etc.
- Clasificación de las generaciones tradicionales.
 - Primera generación (1940-1952)
 - Segunda generación (1952-1964)
 - Tercera generación (1964-1971)
 - Cuarta generación (1971-1981)
 - Quinta generación (1981-?)

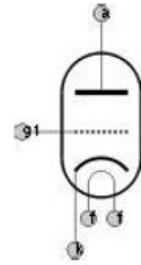
6.1 Primera generación (1940-1952)

- Funcionaban con válvulas electrónicas que provienen de las bombillas incandescentes y básicamente son tubos de cristal con filamentos y placas metálicas.
- Consumo de energía muy elevado.
- Tamaño muy considerable porque era necesario separar las válvulas y refrigerarlas para evitar sobrecalentamiento.
- Uso de tarjetas perforadas y cintas magnéticas.
- Solamente programables en lenguaje máquina muy específico.
- Ordenadores mas representativos: Univac I y II e IBM 701 y 702

Válvulas de vacío



Diodo de cristal



6.2 Segunda generación (1952-1964)

- Sustitución de las válvulas de vacío por transistores. Inventado en los Laboratorios Bell: John Bardeen, Walter Houser Brattain y William Bradford Shockley. Están hechos con materiales semiconductores basados en Silicio.
- Más pequeño y más barato.
- Disipa menos calor, por tanto menor gasto energético
- Más fiable.
- Aparición de los lenguajes de programación de alto nivel.
- Aparición del software del sistema.
- Ejemplo: IBM 7094 (1964)

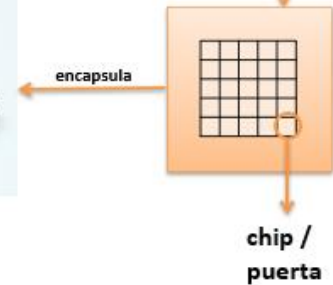
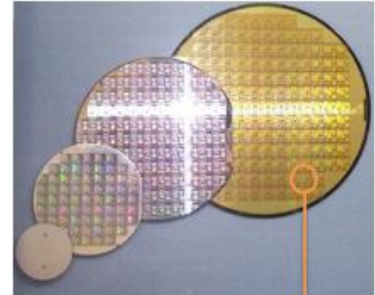


6.3 Tercera generación (1964-1971) (I)

- Se benefician de la aparición de la microelectrónica y los circuitos integrados (elemento con forma de cucaracha por ser negros y tener patas) conocidas popularmente por chips).
- Permite sustituir a los circuitos fabricados con componentes discretos: transistores, resistencias, etc.
- Aparecen elementos como Puertas lógicas, Celdas de memoria y Circuitos de interconexión se verán en detalle al final de esta unidad y en la siguiente). Con estos elementos se cubren las cuatro funciones básicas del computador:
- Almacenamiento: es llevado a cabo en las celdas de memoria.
- Procesamiento de datos: es realizado en las puertas.
- Transferencia de datos: la información se transfiere por los circuitos de memoria a puertas y a memoria.
- Control: los circuitos transportan también señales de control para gestionar las puertas y la escritura/lectura de memoria.
- Menor coste (Producción en cadena) y mayor eficiencia energética.
- Miniaturización de todos sus componentes implica menor tamaño y menor consumo.

6.3 Tercera generación (1964-1971) (II)

- Ejemplos: IBM 360 y DEC PDP-8



6.3 Tercera generación (1964-1971) (III)

- Consecuencias derivadas de los avances de esta generación vistas en nuestros días:
- El precio del chip ha permanecido invariable. El coste del computador ha caído con los años.
- Al estar los componentes del chip más próximos entre sí, la longitud de las conexiones entre ellos es menor, por lo que incrementa la velocidad.
- El ordenador es más pequeño.
- Se reduce la necesidad de potencia y refrigeración.
- Disminuyen las conexiones entre chips, aumentan las conexiones dentro del chip.



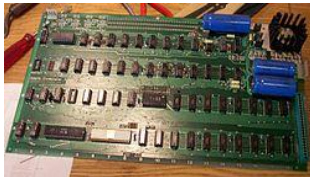
6.3 Cuarta generación (1971-1981) (I)

- Nueva evolución de la microelectrónica: que partía de circuitos integrados con una baja escala de integración (SSI con una máximo de 10 puertas lógicas aproximadamente) en la 3ª generación.
- Pasa por media, grande y muy grande escala de integración, esta última (VLSI) con más de 10000 puertas lógicas por chip. En la siguiente tabla se muestran los distintos nombres que han recibidos los diferentes niveles de integración y su respectivo número de puertas.
- El tiempo de computación en estos chips se reduce a 10 nanosegundos.
- Estos avances posibilitaron la aparición de ordenadores personales

Nivel de integración	Nº de puertas
Pequeña escala de integración (SSI)	1 a 10
Mediana escala de integración (MSI)	10 a 100
Gran escala de integración (LSI)	100 a 1.000
Muy gran escala de integración (VLSI)	1.000 a 10.000
Ultra gran escala de integración (ULSI)	10.000 a 100.000
Giga gran escala de integración (GLSI)	Más de 100.000

6.4 Cuarta generación (1971-1981) (II)

- Algunos ejemplos de esta generación:
 - **MITs Altair**
 - Apple I 1976
 - Apple II 1977
 - IBM PC 1981



6.4 Quinta generación (1981-????) (II)

- Durante la década de los 80 se desarrollaron los procesadores de 16 bits consiguiendo que se acercara la microinformática a millones de usuarios. Seguidamente surgieron los procesadores de 32 bits que redujeron notablemente el volumen de los grandes ordenadores (mainframes) y en la actualidad hablamos de arquitectura de 64 bits.
- Los dispositivos informáticos más avanzados de quinta generación, destinados al procesamiento de inteligencia artificial principalmente, aún están en desarrollo. Es por ello que no damos por cerrada esta generación aún. Vemos a diario noticias de nuevas IA capaces de resolver problemas y realizar acciones maravillosas pero que necesitan de grandes máquinas y de tiempo para poderlas llevar a cabo.
- El uso de procesamiento paralelo y superconductores está ayudando a hacer realidad la inteligencia artificial. La computación cuántica y la nanotecnología molecular cambiarán radicalmente el paradigma de las computadoras en los próximos años, y quizás sea entonces cuando acuñemos el término de sexta generación.

Cualquiera de los ordenadores que tenemos hoy en día

6.5 Video resumen evolución de los ordenadores

<https://www.youtube.com/watch?v=h1wRsbwnvDI>

Índice

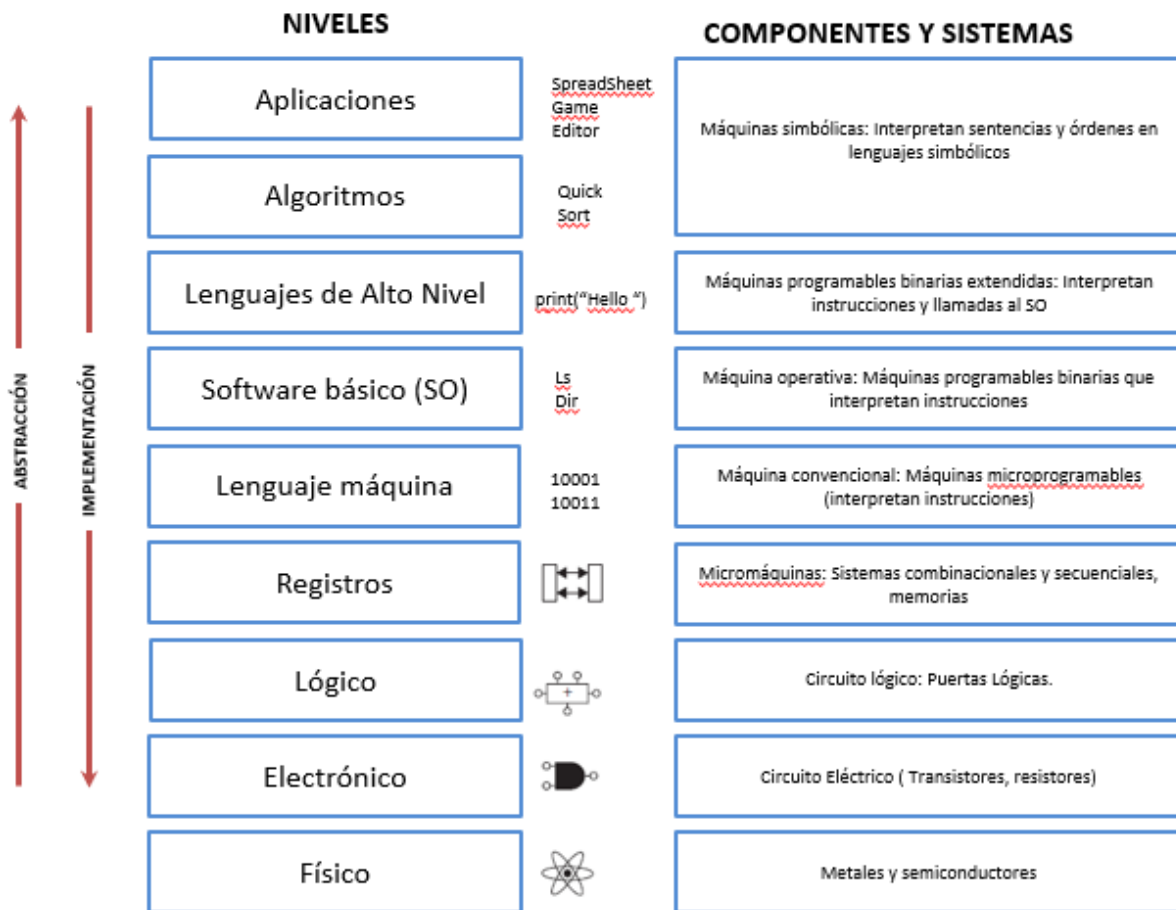
1. Conceptos básicos
2. Antecedentes de los ordenadores
3. Ordenadores históricos
4. Máquina de Turing
5. Arquitectura Von Neuman
6. Generaciones de los Ordenadores
- 7 Niveles de Abstracción**

7. Niveles de Abstracción (I)

- Los ordenadores actuales son unos dispositivos con una alta complejidad.
- Práctica muy habitual abordar problemas complejos por partes. “Divide y vencerás”
- Es decir, plantear el problema original subdividido en distintos niveles de abstracción
- ¿Qué caracteriza cada nivel?:
 - A) Unos elementos de entrada: son “la materia prima” Estos elementos de entrada proceden del nivel inmediatamente inferior.
 - B) Unos elementos de salida: son el resultado o productos finales del propio nivel. Serán los elementos de entrada del siguiente nivel.
 - C) Unas normas, reglas, procedimientos para obtener los elementos de salida basándose en los elementos de entrada.

7. Niveles de Abstracción (II)

- En esta asignatura consideraremos los siguientes niveles de abstracción dentro del estudio de un ordenador



7.1 Nivel Físico

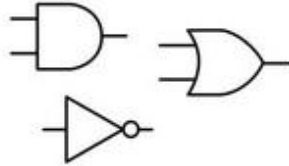
- Es el nivel más básico.
- Ámbito de conocimiento -> Física, concretamente el estudio del comportamiento de los electrones.
- Elemento de entrada es el semiconductor llamado Silicio.
- En el futuro se está pensando sustituir este material por otros como el grafeno.
- Al ser un semiconductor, permite el paso de la electricidad, pero, a diferencia de los metales, permite controlar fácilmente el flujo de electrones. Modificando sus propiedades de conducción de electrones obtenemos resistencias, transistores, diodos (elementos de salida de este nivel).



7.2 Nivel Electrónico

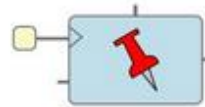
- En este nivel se parte de los elementos de salida del nivel anterior (resistencias, transistores, etc.)
- Los elementos de salida serían los biestables y las puertas lógicas. En unidades posteriores profundizaremos en estos elementos.

Puertas Lógicas



Transformar/
combinar bits

Biestables

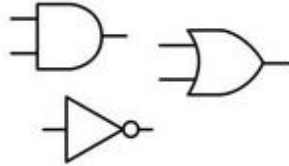


Almacenar
bits

7.3 Nivel Lógico

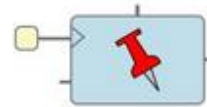
- En este nivel se parte de los elementos de salida del nivel anterior (resistencias, transistores, etc.)
- Los elementos de salida serían los biestables y las puertas lógicas. En unidades posteriores profundizaremos en estos elementos.

Puertas Lógicas



Transformar/
combinar bits

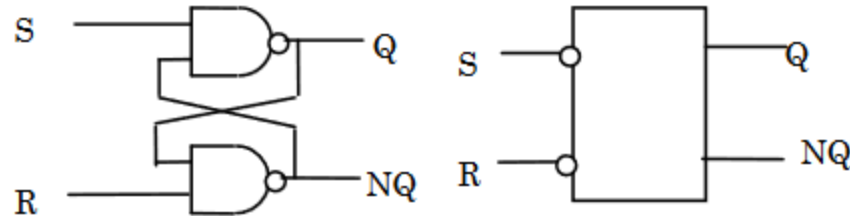
Biestables



Almacenar
bits

7.3 Nivel Lógico

- Los elementos de entrada a este nivel son los biestables y las puertas lógicas
- Los de salida son módulos combinacionales y secuenciales tales como multiplexores, codificadores, sumadores, registros, contadores, etc.
- De la misma forma que en el nivel anterior, comentar que se profundizará en estos componentes en capítulos posteriores.
- . Ejemplos de circuitos lógicos:..



7.4 Nivel Transferencia de registros (RT)

- Los elementos de entrada al nivel RT son:
 - Registros: mantienen el estado del sistema.
 - Módulos combinacionales: definen las transformaciones elementales del estado.
 - Elementos de interconexión (buses y/o multiplexores): permiten el intercambio de información entre los dos primeros.
- Los elementos de salida son el conjunto de transferencias elementales posibles en la ruta de datos construida con los tres tipos de elementos de entrada.

7.5 Nivel Lenguaje Máquina (I)

- Define la frontera entre el hardware y el software.
- Los elementos básicos de entrada son las transferencias y transformaciones posibles de información.
- Transferencias/transformaciones se asocian (mapean) con las instrucciones máquina y el orden o secuencia en las cuales se ejecutan. Se crea lo que se denomina un lenguaje máquina.
- Lo más significativo de este nivel es que con él comienzan los niveles propiamente simbólicos, es decir, niveles cuyos componentes básicos no son objetos físicos, sino símbolos relacionados por un lenguaje.
- El nivel de lenguaje máquina suele ser el primer nivel al que tiene acceso el usuario de un computador.
- Normalmente, el usuario no utiliza directamente el lenguaje máquina, sino una representación del mismo conocida como lenguaje ensamblador.

7.5 Nivel Lenguaje Máquina (II)

- Por tanto este nivel queda definido por:
 - El repertorio de instrucciones
 - La memoria y el conjunto de registros visibles por el programador.
- Otros elementos importante en este nivel son la gestión de memoria y la entrada/salida. Sin embargo, en los computadores actuales estos recursos los utiliza el programa del usuario a través del sistema operativo.
- Por ejemplo, la arquitectura Intel x86 utilizada por los microprocesadores de la mayoría de los ordenadores personales (PC) se define por un conjunto de instrucciones y registros que el programador puede utilizar.

7.6 Nivel Software básico Sistema Operativo

- El Sistema Operativo (SO) no constituye un nivel del mismo tipo que los demás, por ejemplo, el lenguaje máquina o el lenguaje de alto nivel. En realidad, se trata de un gestor de determinados recursos del nivel máquina que por la frecuencia y complejidad de uso resulta más eficiente utilizarlos agrupados en una "entidad" que nos proporcione dichos servicios. Esa entidad es el SO.
- En los primeros computadores las funciones del SO eran escasas, limitadas básicamente a la carga del programa y a la entrada salida. Sin embargo, las competencias de este sistema han ido aumentando con la complejidad y sofisticación de las máquinas modernas. En cursos posteriores tendréis asignaturas dedicadas a este nivel.

7.7 Nivel Lenguajes de alto nivel

- Lenguajes de programación con una sintaxis de nivel superior (más cercanas a nuestro lenguaje natural y más alejadas del lenguaje máquina).
- Este nivel requiere un proceso de traducción al nivel máquina que es realizado por un programa denominado compilador. Esto es un simple recuerdo de conceptos que deben verse en otras asignaturas como programación.

7.8 Nivel Algoritmos

- Es el nivel que se encarga de la resolución de un problema mediante un conjunto de reglas aplicadas de forma sistemática y ordenada, es decir, mediante un algoritmo.
- Los procedimientos que define un algoritmo son independientes de cualquier lenguaje de programación y de cualquier máquina particular.

7.9 Nivel Aplicaciones

- Es el nivel más alto.
- Corresponde a las distintas actividades/necesidades/ problemas que pueden resolverse de forma automatizada.
- Del análisis de esas especificaciones funcionales, se crearán los diseños técnicos basados en algoritmos que son la salida del nivel anterior.

7.10 Consideraciones acerca de los niveles (I)

- Gracias a la abstracción: podemos navegar por la web sin tener en cuenta el movimiento de los electrones o la organización de la memoria en su ordenador.
- Es bueno saber algo sobre los niveles de abstracción inmediatamente por encima y por debajo de donde estás trabajando.
- Por ejemplo, un informático no puede optimizar completamente el código sin entender la arquitectura para la que se está escribiendo el programa.

7.10 Consideraciones acerca de los niveles (II)

- La abstracción es una herramienta muy útil pero puede ocasionar problemas a la hora de optimizar procesos.
- Por ejemplo, si implementamos un lenguaje de alto nivel que facilite la vida al programador, puede ser que, a la hora de traducir sus sentencias a las instrucciones del procesador, no resulte en una secuencia de ejecución óptima.
- De ahí que muchos compiladores a veces cambien un poco la lógica implementada por el programador (en tiempo de compilación), a fin de optimizar la ejecución de dicho código.

