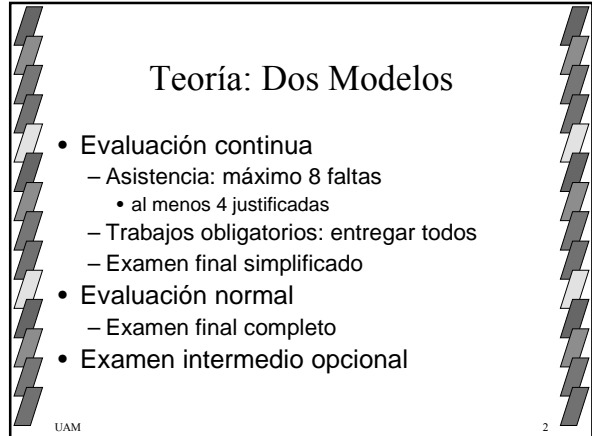


HISTORIA DE LA
INGENIERÍA

Manuel Alfonseca
E.P.S.

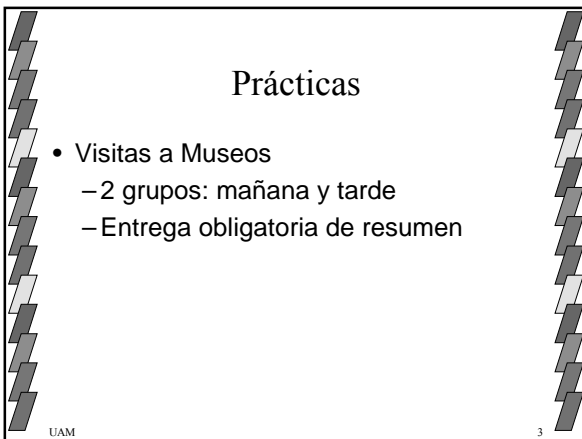
UAM 1



Teoría: Dos Modelos

- Evaluación continua
 - Asistencia: máximo 8 faltas
 - al menos 4 justificadas
 - Trabajos obligatorios: entregar todos
 - Examen final simplificado
- Evaluación normal
 - Examen final completo
- Examen intermedio opcional

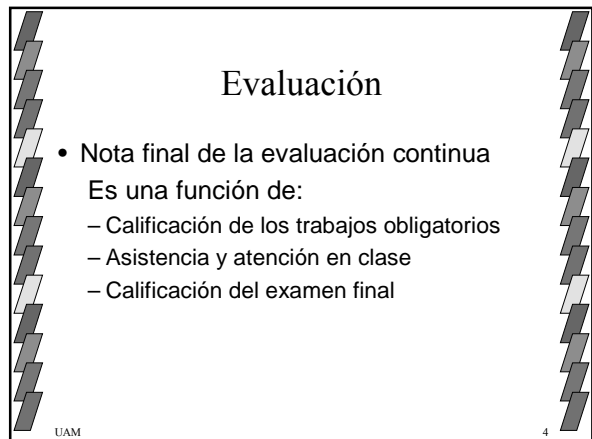
UAM 2



Prácticas

- Visitas a Museos
 - 2 grupos: mañana y tarde
 - Entrega obligatoria de resumen

UAM 3



Evaluación

- Nota final de la evaluación continua

Es una función de:

- Calificación de los trabajos obligatorios
- Asistencia y atención en clase
- Calificación del examen final

UAM 4

Evaluación

- Evaluación de la teoría
 - $NT = \text{Max}(FC, 65\% \times FC + 35\% \times CI)$
 - FC =
 - Evaluación continua: Nota final de la evaluación continua
 - Evaluación normal: Nota del examen final
 - CI = Nota del Control Intermedio

UAM 5

Evaluación

- Evaluación final de la asignatura
 - 80% NT + 20 % NP
 - NT = Nota de Teoría
 - NP = Nota de Prácticas

UAM 6

OBJETIVOS

- Conocer la Historia de las Ingenierías
 - De Telecomunicación
 - Electrónica
 - Informática
- Mejorar la capacidad de síntesis
 - Trabajos de evaluación continua

UAM 7

Bibliografía orientativa

- El tiempo y el hombre, M. Alfonseca, Ediciones UAM, 2008.
- Mil grandes científicos, M. Alfonseca, Espasa Calpe, 1996.
- Francisco Javier Ayala (coordinador): *Historia de la Tecnología en España*, Editorial Valatenea
- Derry, T.K.; Williams, T.I.: *Historia de la Tecnología* (4 vols), Editorial Siglo XXI
- Williams, Michael Roy: *A history of computing technology*, IEEE Computer Society Press, 1997
- *The History Of Computing Foundation*, <http://www.thocp.net/>

UAM 8

Historia de la Ingeniería

- Introducción
- Historia de las Comunicaciones
- Historia de la Electrónica
- Historia de la Informática

UAM 9

HISTORIA

- Heródoto: *La historia es maestra de la vida*
- Ortega y Gasset: *Pues yo creo que esta es la situación de Europa. Las gentes más "cultas" de hoy padecen una ignorancia histórica increíble... Necesitamos de la historia íntegra para ver si logramos escapar de ella, no recaer en ella.*

UAM 10

TECNOLOGÍA

- Arte de hacer cosas por medio de objetos que no son parte del cuerpo
- División de la Tecnología
 - Arquitectura
 - Ingeniería

UAM 11

Uso del fuego

- Única especie biológica capaz de usar el fuego
- Los animales se comunican, usan herramientas primitivas

UAM 12

Uso del fuego

- **Permite:**
 - Emigrar a climas fríos
 - Protegerse contra los predadores
 - Cocinar
 - Obtener metales
- **Peligros:**
 - Incendios
 - Arma
 - Humo

UAM 13

Ante los peligros

- **Tres opciones:**
 - Abandonar el uso
 - Aguantarse
 - Mejorar la tecnología para eliminar los inconvenientes
 - Chimenea
- **La solución crea nuevos problemas**
 - Contaminación atmosférica

UAM 14

CARRERAS TÉCNICAS CLÁSICAS

- 1. Aeronáuticos
- 2. Agrónomos
- 3. Arquitectos
- 4. Civil (Caminos, Canales y Puertos)
- 5. Industriales
- 6. Informática
- 7. Minas
- 8. Montes
- 9. Navales
- 10. Química
- 11. Telecomunicación (Electrónica)

UAM 15

Algunos Datos Curiosos

- Patrono de las Ingenierías: Santo Domingo de la Calzada, 12/5
- Patrono de Telecomunicación: Arcángel Gabriel, 29/9
- Primer ingeniero conocido: Imhotep (2550 a.C.), autor de la pirámide escalonada de Saqqara

UAM 16

Historia de la Ingeniería

- Introducción
- Historia de las Comunicaciones
- Historia de la Electrónica
- Historia de la Informática

UAM 17

Historia de las Comunicaciones

- Prehistoria de la comunicación
- Semáforos - Telegrafía visual
- Telegrafía eléctrica
- Telefonía
- Radio
- Televisión
- Satélites
- Internet

UAM 18

Prehistoria de la comunicación

- Carrera (15-36 km/h)
 - Batalla de Maratón
- Caballo (65 km/h)
- Señales de humo
- Tam-tam
- Hogueras y antorchas
 - Grecia y Roma: Agamenón (Esquilo)
 - 1588: Aviso llegada Armada Invencible

UAM 19

Historia de la comunicación

- Palomas mensajeras
- Alfabeto naval con banderas
 - Jacobo II
 - Kempenfeldt y conde de Howe, 179x
- Semáforos (Telegrafía visual)
 - Robert Hooke (1635-1703)
 - 1684: Pres. Royal Society (24 símbolos)
 - No se llevó a la práctica

UAM 20

Semáforos- Telegrafía Visual (I)

- Claude Chappe (1763-1805)
 - Proyecto aceptado en 1790 (16 símbolos)
 - Nombrado Ingénieur-télégraphe, 1793
 - París-Lille, 230 km
 - Primer mensaje: 15/8/1794
 - Reconquista de Le Quesnoy
 - 1805: suicidio de Chappe
 - Abandonado en 1852 (4800 km)
 - Se usó en Argelia en 1859

UAM

21

Semáforos- Telegrafía Visual (II)

- Lord George Murray (1761-1803)
Primer Lord del Almirantazgo
 - Proyecto aceptado en 1794
 - Londres-Deal, 15 estaciones, 500 millas
 - 3 segundos por estación, 3 min.ida/vuelta
 - Coste: 4000 libras esterlinas
 - 1806: Londres-Plymouth
 - Abandonado en 1847
 - Telegraph Hill conservan el nombre

UAM

22

Semáforos- Telegrafía Visual (III)

- Jonathan Grout (USA)
 - Martha's Vineyard-Boston, 104 km
 - Avisos movimientos de barcos
- Prusia: 1832-34: Berlín-Coblenza
 - Abandonado en 1848
 - 1 minuto y medio

UAM

23

Semáforos- Telegrafía Visual (IV)

- Problemas
 - Noche, malas condiciones atmosféricas
 - Línea Londres-Chelsea inutilizada con viento del este en Putney Head
 - Humo de Londres invade el valle del Támesis
- En barcos y ferrocarriles
 - Utilizado hasta avanzado el siglo XX

UAM

24

Telégrafo electrostático

- 1753: carta a Scots Magazine
 - 26 cables
- 1770: Le Sage
- M.Lomond: un solo cable
- 1795: Francisco Salvá
 - Línea entre Madrid y Aranjuez (?)
- 1816: Francis Ronalds
 - Londres, 13 km

UAM

25

Telégrafo electrodinámico (I)

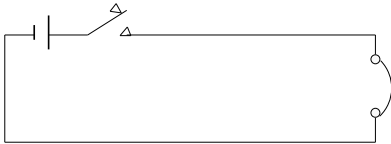
- S.T.von Soenmering / barón Schilling
- Carl Friedrich Gauss (1777-1855) y Wilhelm Eduard Weber 1804-1891
- 1831: Joseph Henry (1797-1878)
 - William F.Cooke (1806-1879)
 - Charles Wheatstone (1802-1875)
 - 1837: Primera patente UK
 - Samuel F.B.Morse (1791-1872)
 - Primera patente USA

UAM

26

Telégrafo electrodinámico (II)

- Circuito básico simplificado



UAM

27

Telégrafo electrodinámico (III)

- Telégrafo de Morse
 - 1835: primer modelo
 - 1837: mejorado con ideas de Henry
 - 1838: código Morse
 - 1843: se inicia la línea Washington-Baltimore (\$30,000)
 - 24/5/1844: primer mensaje

UAM

28

Telégrafo electrodinámico (IV)

- Primer mensaje Morse:
 - What hath God wrought!
 - Números 23:23, KJV
 - Surely there is no enchantment against Jacob, neither is there any divination against Israel: according to this time it shall be said of Jacob and of Israel, What hath God wrought!

29

Código Morse Internacional (1851)

A	.-	N	-.	1	.....	.	.....
B	....	O	---	2	.....	,	.....
C	-.-.	P	---.	3	.....	:	.....
D	-..	Q	---	4	.....	?	.....
E	..	R	..-	5	.....	'	.....
F	...-	S	...	6	.....	-	.....
G	--.	T	--	7	.....	/	.....
H	....	U	..-	8	.....	()	.....
I	..	V	...-	9	.....	"	.....
J	.-.-	W	..-	0	.....		.....
K	-.-	X	-.-				
L	.-..	Y	-.-				
M	--	Z	---.				

30

Telégrafo electrodinámico: expansión mundial

- 1846: Cooke/Wheatstone
 - Electric Telegraph Company
 - 1851: cable submarino Canal de la Mancha
 - 1852: 6500 km red en UK
- 1862: 240000 km en todo el mundo
- 1866: Cable trasatlántico
- 1872: Primer mensaje Australia-Londres

31

Otros códigos

- 1874: Código Baudot
 - Jean Maurice Émile Baudot
 - Secuencias de 5 ceros y unos
 - 32 símbolos
 - CCITT-5
- CCITT-7
 - 128 símbolos

32

Telégrafo electrodinámico: avances

- Escritura en papel perforado
- Lectura de papel perforado
- Teclado tipo piano (Baudet-5)
- Teletipo
 - Transmisión a distancia de escritura
 - Teclado máquina escribir / Impresora

UAM

33

Unión Telegráfica (I)

- 1865: I Conferencia Telegráfica Internacional (París)
- 1868: II Conferencia Telegráfica Internacional (Viena)
 - Oficina permanente en Berna (hasta 1948)
- 1871: III Conferencia Telegráfica Internacional (Roma)

UAM

34

Unión Telegráfica (II)

- 1875: IV Conferencia Telegráfica Internacional (San Petersburgo)
 - Convenio Telegráfico Internacional, 21 artículos
- 1879-1908: Conferencias administrativas
 - 52 países y 25 compañías privadas

UAM

35

Telefonía (I)

- Innocenzo Manzetti (1826-1877)
 - 1850
- Antonio Meucci (1808-1889)
 - Teletrófono, 1871
- Alexander Graham Bell (1847-1922)
 - Teléfono, patentado en 1876
- Elisha Gray
 - Perdió la patente por unas horas, patentó la cabina

UAM

36

Telefonía (II)

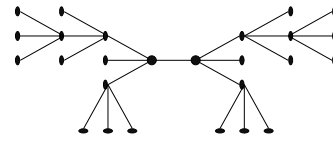
- 1880: 30.000 teléfonos en USA, 5000 en Europa
- 1900: 1.000.000 en USA
- 1963: 159 millones en todo el mundo – 81 millones en USA
- 1975: 300 millones
- 1988: primer cable trasatlántico de fibra óptica
- 1995: 689 millones de teléfonos fijos

UAM

37

Telefonía (III)

- 2000: 1000 millones de teléfonos fijos
- 5×10^{17} interconexiones
- La red mundial tiene que ser arborescente



UAM

38

Telefonía (IV)

- 1977: primeras pruebas de telefonía móvil
- 1982: primer servicio de telefonía móvil (USA)
- 1987: un millón en USA
- 1995: 91 millones en todo el mundo
- 2000: 946 millones

UAM

39

Telefonía (V)

- Conmutación telefónica
 - Manual
 - Electromecánica
 - Rotary, con motores
 - Pentaconta, con relés
 - Electrónica digital
 - Circuitos combinatorios/secuenciales (196x)
 - Con circuitos integrados (198x)

UAM

40

Radio (I)

- Heinrich Rudolf Hertz (Alemania, 1857-1894)
 - Ondas electromagnéticas de baja frecuencia (ondas hertzianas o de radio)
 - 1885: Oscilador de chispa
 - 1887: efecto fotoeléctrico en UV
 - Hertz o herzio
 - Medida de frecuencia en su honor

41

Espectro Electromagnético

Región	Long.onda	Frecuencia
Radio	100000-0,1m	3kHz-3GHz
Microondas	0,1m-100µm	3GHz-3THz
Infrarrojo	100µm-700nm	3-430THz
Visible	700-400nm	430-750THz
Ultravioleta	400-1nm	750THz-300PHz
Rayos X	1nm-10pm	300PHz-30HHz
Rayos gamma	<10pm	>30HHz

42

Espectro de Radio y Microondas

Región	Long.onda	Frecuencia
VLF (s. horarias)	100000-10000m	3-30kHz
LF (onda larga)	10000-1000m	30-300kHz
MF (onda media)	1000-100m	300kHz-3MHz
HF (onda corta)	100-10m	3-30MHz
VHF (TV, FM)	10-1m	30-300MHz
UHF (TV)	1m-1dm	300MHz-3GHz
SHF	1dm-1cm	3-30GHz
EHF	1cm-1mm	30-300GHz

43

Radio (II)

- Guglielmo Marconi (Italia, 1874-1937)
 - Premio Nobel de Física 1909
 - 1895: primer transmisor telegrafía sin hilos, 2,4 km
 - 1896: 15 km, patente UK (ondas de 300-3000 m)
 - 1899: Canal de la Mancha
 - 12/12/1901: Cornualles-Terranova (Morse)
 - 1902: transmisión mejor de noche
 - 1910: Irlanda-Buenos Aires
 - 1918: Inglaterra-Australia
 - 1923: onda corta

44

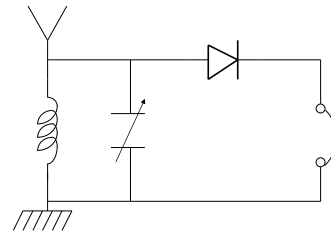
Radio (III)

- Karl Ferdinand Braun (Alemania, 1850-1918) Premio Nobel de Física 1909
 - 1899: acoplamiento inductivo de la antena
 - Galena como rectificador (radio de galena)
- Reginald Aubrey Fessenden
 - AM
 - 24/12/1906: primera transmisión de sonido

UAM

45

Receptor de radio de galena



UAM

46

Radio (IV)

- Edwin Howard Armstrong (USA, 1890-1954)
 - 1912: amplificador con triodo y realimentación (feedback)
 - 1918: circuito superheterodino
 - 1933: patente FM

UAM

47

U.I.T. (I)

- 1903: Berlín (9 países)
 - Contra el marconismo
 - Obligación de transmitir telegramas independientemente del sistema usado (7 países)
- 1906: I Conferencia Radiotelegráfica Internacional (Berlín, 29 países)
 - Convenio de Radiocomunicaciones
 - Nueva señal de socorro

UAM

48

U.I.T. (II)

- Señales de socorro
 - CQD
 - CQ (llamada general) D (urgencia)
 - Come Quick, Danger
 - SOS
 - (Save Our Souls)
 - SOE (Alemania) -> SOS

UAM 49

U.I.T. (III)

- 1912: hundimiento del Titanic
- 1912: I Conferencia Internacional de Radiocomunicaciones (Londres)
 - 479 estaciones costeras
 - 2752 estaciones de barcos
 - 500-1000 kHz: estaciones y barcos
 - radiofaros: >2000 kHz
 - partes meteorológicos/señales horarias: <188 kHz

UAM 50

U.I.T. (IV)

- 1927: II Conferencia Internacional de Radiocomunicaciones (Washington, 80 países, 64 compañías privadas)
 - Idiomas oficiales: francés e inglés
 - Nuevo reglamento general de radiocomunicación.
 - Comité consultivo de radiocomunicaciones
 - Frecuencias de 10 a 60000 kHz
 - Onda corta: >3000 kHz aficionados
 - Radiodifusión
 - Radio en aviones

UAM 51

U.I.T. (V)

- 1932: XIII Conferencia Telegráfica Internacional y III Conferencia Radiotelegráfica Internacional (Madrid, 80 países)
 - Fusión como Unión Internacional de las Telecomunicaciones (I.T.U.)
 - Nuevo Convenio Internacional de Telecomunicaciones y reglamentos telegráfico, telefónico y de radiocomunicaciones

UAM 52

U.I.T. (VI)

- Nuevo vocablo: *telecomunicación*
 - 190x: Edouard Estaunié, Escuela Sup.de Correos y Telégrafos de Francia
 - Definición (1932): *Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos*

UAM

53

U.I.T. (VII)

- 1948: Secretaría General de la U.I.T.
 - Traslado de Berna a Ginebra

UAM

54

Televisión (I)

- Vladimir Kosma Zworykin (Rusia/USA, 1889-1982)
 - 1923: iconoscopio (primera cámara TV)
 - 1924: kinescopio, primer receptor TV
 - 1928: televisión en color
 - Microscopio electrónico

UAM

55

Televisión (II)

- John Logie Baird (UK, 1888-1946)
 - 1925: primer sistema práctico de TV
 - barrido mecánico, primer sistema de TV pública británica y alemana
 - 1937: BBC rechazó su sistema, eligiendo el barrido electrónico de la empresa Marconi
 - 1928: transmisión a distancia TV en color
 - 1946: televisión tridimensional

UAM

56

Televisión (III)

- FAX
 - Elisha Grey: facsimile transmission system
 - 1925: Edouard Belin
 - Primer fax con célula fotoeléctrica
 - 1966: Xerox, primer fax comercial útil

UAM

57

Satélites de comunicaciones (I)

- 1945: Arthur Clarke
 - Órbita geoestacionaria
- Tipos de satélites
 - pasivo
 - activo
- 1960: primer canal de telecomunicaciones vía satélite (la luna)

UAM

58

Satélites de comunicaciones (II)

- 1960: Echo I
 - Primer satélite pasivo de comunicación
- 1963: SYNCOM I y II
 - SYNCOM II: primer satélite síncrono de explotación mundial
 - Apogeo: 35.700 km, perigeo: 35.690 km sobre el nivel del mar
 - Período: 23 horas, 55,9 minutos (día sidéreo)

UAM

59

Satélites de comunicaciones (III)

- Satélites geoestacionarios
 - Aprox. 35.700 km sobre el nivel del mar
 - Unos 42.100 km desde el centro de la Tierra

UAM

60

Satélites de comunicaciones (IV)

- 20/8/1964: Creación de Intelsat
 - Internat. Telecommunications Satellite Org.
- 1965: Early Bird
 - 240 circuitos de voz, un canal de TV
- 1967: Primera transmisión Mundovisión
- 1971: Intelsat IV
 - 5000 circuitos de voz, 12 canales de TV

UAM

61

Satélites de comunicaciones (V)

- Se lanzan de 10 a 20 satélites de comunicaciones por año
- Países con satélites propios:
 - Canadá, USA, Indonesia, Japón, India, Australia, Brasil, México...
- Desde 1988 se utilizan más para radio y televisión, menos para el teléfono

UAM

62

Internet (I)

Redes más antiguas

- 1969: Arpanet, DOD USA
- 1980: VNET, IBM
- 1981: BITNET, Universidades N. América
- 1986: NSFNET, backbone de Internet
- 1988: EARN (Education and Resource Network), Universidades de la U.E.
- 1989: Internet como fusión de redes dispares

UAM

63

Internet (II)

- 1990: Tim Berners-Lee y Robert Cailliau (CERN) desarrollan http
- 1993: CERN hace http del dominio público
 - Marc Andreessen y otros crean Mosaic
- 1994: Marc Andreessen y Jim Clark fundan Netscape
- 1996: Microsoft lanza Explorer

UAM

64

Internet (III)

- 1999: AOL Time Warner compra Netscape por 4800 millones euro
- 2003: 600 millones de usuarios
 - Europa (190 millones)
 - USA/Canadá (182 millones)
 - Asia (187 millones)
 - Otros (41 millones)

UAM

65

Internet (IV)

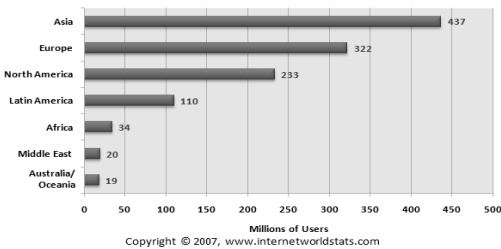
- Usos de la Internet
 - Correo (*e-mail*)
 - Compartición de archivos, chats, listas, etc
 - Mensajería instantánea
 - FAX
 - Voz
 - Imagen (vídeo, televisión)
 - World Wide Web

UAM

66

Internet (V)

- 2007: 1175 millones de usuarios
- Internet Usage by World Region**

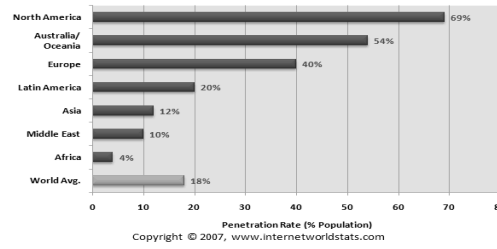


UAM

67

Internet (VI)

- 2007: % de penetración
- Internet Penetration by World Region**



UAM

68

Internet (VII)

- Correo electrónico
 - 1961: CTSS (Compatible Time-Sharing System) del MIT
 - 1965-66: Primeros sistemas en red
 - 1969: ARPANET
 - 1971: Ray Tomlinson inventa separador @
 - 1978: Primer mensaje spam enviado a 600
 - 2007: Más de 100.000 millones de mensajes al día (85% spam)

UAM 69

Historia de la Ingeniería

- Introducción
- Historia de las Comunicaciones
- Historia de la Electrónica
- Historia de la Informática

UAM 70

Historia de la Electrónica

- Componentes
 - Componentes pasivos
 - Válvula de vacío
 - Tubo de rayos catódicos
 - Diodo semiconductor
 - Transistor
 - Circuitos impresos
 - Circuitos integrados
 - Dispositivos cuánticos y superconductores

UAM 71

Componentes pasivos (I)

- Resistencias
- Condensadores
- Autoinducciones (bobinas)
- Transformadores

UAM 72

Componentes pasivos (II)

- Resistencias
 - Devanadas
 - Aglomeradas
 - Pintadas (capa de grafito)
 - Termistores
- Condensadores
 - Electrolíticos
 - Papel, Mica, Cerámicos

73

Componentes pasivos (III)

- Código de colores para resistencias/conden.
 - Dos primeras cifras:
 - 0: negro
 - 5: verde
 - 1: marrón
 - 6: azul
 - 2: rojo
 - 7: violeta
 - 3: naranja
 - 8: gris
 - 4: amarillo
 - 9: blanco
 - Tercera banda
 - Número de ceros

74

Componentes pasivos (IV)

- Cuarta banda: tolerancia

– Ninguna:	20%
– Blanca/Plata:	10%
– Oro:	5%
– Amarilla:	4%
– Naranja:	3%
– Roja:	2%
– Marrón:	1%

75

Componentes pasivos (V)

- Acuerdo internacional de valores
 - 20% tolerancia
 - 10,15,22,33,47,68
 - 10% tolerancia
 - 10,12,15,18,22,27,33,39,47,56,68,82
 - 5% tolerancia
 - 10,11,12,13,15,16,18,20,22,24,27,30,33,36,39,43,47,51,56,62,68,75,82,91

76

Teoría de muestras

Tamaño de la muestra: $n \cong \frac{0,25 \cdot Z^2}{E^2}$

Conf.		Z	N(E,2.5)	N(E,5%)	N(E,10)
0,95	0,975	1,96	1536,58	384,15	96,04
0,9	0,95	1,64	1082,22	270,55	67,64
0,8	0,9	1,28	656,95	164,24	41,06
0,6	0,8	0,84	283,33	70,83	17,71
0,5	0,75	0,67	181,97	45,49	11,37
0,4	0,7	0,52	110,00	27,50	6,87

UAM 77

Válvula de Vacío (I)

- Thomas Alba Edison (USA, 1847-1931)
 - 1879: luz eléctrica
 - 1883: efecto Edison
- John Ambrose Fleming (UK)
 - 1904: diodo rectificador
- Lee De Forest (USA, 1873-1961)
 - 1907: triodo amplificador

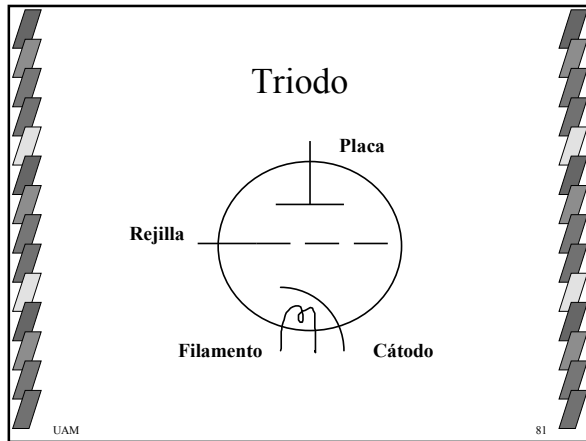
UAM 78

Diodo

UAM 79

Circuito rectificador

UAM 80



Válvula de Vacío (II)

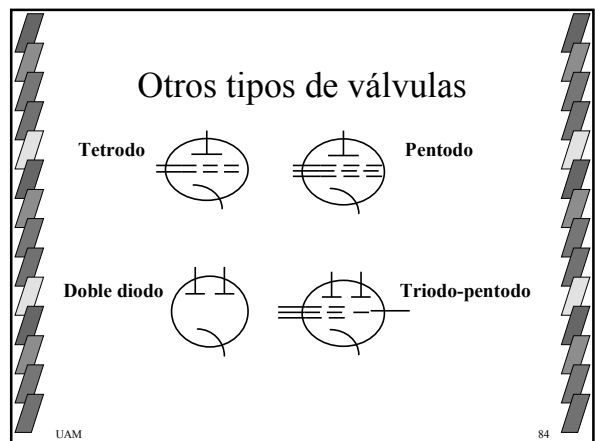
- Owen Willans Richardson (UK, 1879-1959) Premio Nobel Física 1928
 - 1911: teoría del efecto termoiónico, ley de Richardson (intensidad/temperatura)
- Irving Langmuir (USA, 1881-1957) Premio Nobel Química 1932
 - Mejores filamentos (torio), tiratrón

UAM 82

Válvula de Vacío (III)

- Tipos de válvulas de vacío
 - Diodo
 - Triodo
 - Tetrodo
 - Pentodo
 - Válvulas múltiples
- Válvulas con gas
 - Tiratrón (triodo con gas de mercurio)

UAM 83



Tubo de rayos catódicos (I)

- William Crookes (UK, 1832-1919)
 - 189x: tubo de rayos catódicos
- Joseph John Thomson (UK, 1856-1940)
 - 1897: descubrimiento del electrón
- Karl Ferdinand Braun (Alemania, 1850-1918)
 - Primer osciloscopio (tubo de Braun)

85

Tubo de rayos catódicos (II)

86

Diodo semiconductor (I)

- Semiconductores
 - Germanio
 - Silicio
- Unión P-N
 - Electrones
 - Huecos

P N

87

Diodo semiconductor (II)

88

Transistor (I)

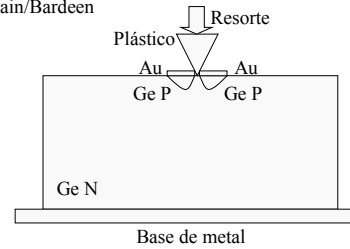
- 23/12/1947: invento del transistor
 - Bell Labs:
 - John Bardeen (USA, 1902-1987)
 - Walter Houser Brattain (USA, 1902-1987)
 - William Bradford Shockley (UK-USA, 1910-1989)
 - Premio Nobel de Física 1956
 - Point Contact Transistor (transfer resistance)
- 1951: Junction transistor

UAM

89

Transistor de punta de contacto

Brattain/Bardeen

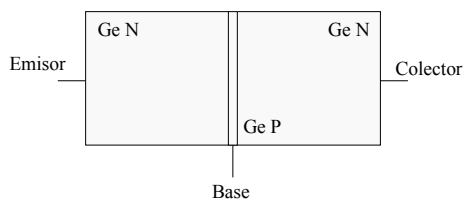


UAM

90

Transistor bipolar de unión

Shockley



UAM

91

Transistor (II)

- Willam G. Pfann
 - 1952: técnica de refinado de zonas, primeros transistores prácticos de Ge
- 1953: miniaturización
 - primeros audífonos en patillas de gafas
 - sistema telefónico

UAM

92

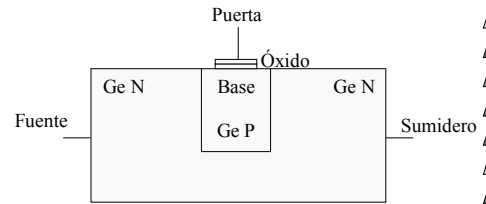
Transistor (III)

- 1954: primer transistor comercial de silicio
 - Texas Instruments
- 1954: Primera radio de transistores
 - Regency TR-1, 4 transistores de germanio
- 1955: Primer transistor de efecto campo
 - Bell Labs

UAM

93

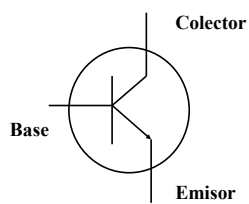
Transistor de efecto campo



UAM

94

Transistor (IV)



UAM

95

Transistor (V)

Tipos de transistor

• NPN



• PNP



UAM

96

Circuitos impresos (I)

- Desde 1935-40
- Ventajas:
 - Rapidez de montaje
 - Reducción de coste
 - Mecanización y estandarización
 - Localización rápida de averías
 - Reducción de tamaño y peso

UAM

97

Circuitos impresos (II)

- Tipos de circuitos impresos:
 - Pintura conductora
 - Metalización a pistola
 - Relleno de metal y desgaste
 - Cinta metálica adhesiva
 - Estampado

UAM

98

Circuitos impresos (III)

- Tipos de circuitos impresos:
 - Corrosión
 - Marcado a mano
 - Marcado fotográfico
 - Marcado por impresión
 - Prefabricados
 - Líneas metálicas con agujeros

UAM

99

Circuitos integrados (I)

- 1950: Grown junction transistor
 - Gordon Teal, Texas Instruments, germanio
 - 1954: silicio
- 1954: Oxide masking process
 - Oxidation, photomask, etching, diffusion
 - Bell Labs

UAM

100

Circuitos integrados (II)

- 1958: Primer circuito integrado
 - Jack Kilby, Texas Instruments
 - Oscilador, 5 componentes, conexiones con hilos de oro
 - 1959: Kilby/Texas Ins. obtiene patente U.S. # 3,138,743 (circuitos electrónicos miniaturizados)
 - 2000: Premio Nobel de Física a Kilby

UAM

101

Circuitos integrados (III)

- 1958: Jean Hoerni (Fairchild)
 - Uniones conectadas con agujeros en capa aislante de SiO_2
- 1959: Planar technology
 - MOS: Metal-oxide semiconductor
 - Robert Noyce (Fairchild)
 - Capa de metal evaporada encima y grabada para formar el circuito

UAM

102

Circuitos integrados (IV)

- 1960: Deposición epitaxial
 - Bell Labs
 - Capa de material cristalino depositada sobre substrato cristalino
- 1960: Primer MOSFET
 - Bell Labs
- 1961: Primer IC comercial
 - Fairchild y Texas Ins.

UAM

103

Circuitos integrados (V)

- 1962: Transistor-transistor logic
 - (DTL, RTL, TTL)
- 1963: Primer MOS IC (RCA)
- 1963: CMOS
 - Frank Wanlass (Fairchild)
 - 6 órdenes de magnitud menos energía
 - 5/12/1967: Patente #3,356,858 Low stand-by power complementary field effect circuitry

UAM

104

Circuitos integrados (VI)

- 1965: Ley de Moore
 - Gordon Moore, Fairchild
 - N° componentes IC se dobla en 2 años
- 1966: Motorola
 - lógica bipolar
- 1966: DRAM cell, 1 transistor
 - Robert Dennard (IBM)
 - 1970: Primer DRAM comercial (1Kbit)

UAM 105

Circuitos integrados (VII)

- 1968: IBM: chip de memoria rápida de 64 bits (S/360:85), 664 componentes
- 1969: BiCMOS
- 1970:
 - Primer CI NMOS
 - Primer DRAM comercial, 1 Kbit (Intel i1103)
 - IBM S/370:145, all transistor memory

UAM 106

Circuitos integrados (VIII)

- 1971:
 - UVEPROM (Dov Frohman, Intel)
 - Primer microprocesador (Federico Faggin, Intel)
 - 4004, 4 bits
 - 3 chips en un DIP (dual in line package):
Procesador, 2kbit ROM, 320 bit RAM
 - 2300 transistores, conex.10µm, reloj 108kHz, 13.5 mm²

UAM 107

Circuitos integrados (IX)

- 1972:
 - MOSFET 1 µm
 - Primer microprocesador de 8 bits (Intel)
 - 8008
 - 3.500 transistores PMOS, conex.10µm, reloj 200kHz, 15.2 mm²
 - Usado en Mark-8

UAM 108

Circuitos integrados (X)

- 1974:
 - DRAM 4Kbits
 - Intel 8080
 - 6.000 transistores NMOS, conex.6 μ m, reloj 2MHz, 20 mm²
 - Usado en Altair
- 1976: DRAM 16 Kbit

UAM 109

Circuitos integrados (XI)

- 1978:
 - Intel 8086/8088, 16 bits
 - 29.000 transistores NMOS, conex.3 μ m, reloj 4.7MHz, 28.6 mm²
 - Usado en IBM PC
 - Fotolitografía “step and repeat” aumenta resolución y disminuye tamaño
- 1979: DRAM 64Kbits

UAM 110

Circuitos integrados (XII)

- 1982:
 - DRAM 256 Kbits
 - Intel 80286
 - 134.000 transistores CMOS, conex.1.5 μ m, reloj 10 MHz, 68.7mm²
- 1983:
 - Intel 8087 coprocessor
 - DRAM CMOS 1Mbit (Intel)
 - EEPROM

UAM 111

Circuitos integrados (XIII)

- 1985: Intel 80386, 32 bits
 - 275.000 transistores CMOS, conex.1.5 μ m, reloj 16 a 33 MHz, 104 mm²
- 1988: DRAM CMOS 4Mbit
- 1989: Intel 80486
 - Coprocesador incorporado
 - 1.200.000 transistores CMOS, conex.1 μ m, reloj 25 a 50 MHz, 163 mm²

UAM 112

Circuitos integrados (XIV)

- 1991: DRAM CMOS 16Mbit
- 1993: Intel Pentium
 - 3.100.000 transistores BiCMOS, conex.0.8 μ m, reloj 60 a 66 MHz, 264 mm²
- 1994: DRAM CMOS 64Mbit
- 1995: Intel Pentium Pro
 - 5.500.000 transistores BiCMOS, conex.0.35 μ m, reloj 150 a 200 MHz, 310 mm²

113

Circuitos integrados (XV)

- 1997: Intel Pentium II
 - 7.500.000 transistores CMOS, conex.0.35 μ m, reloj 233 a 300 MHz, 209 mm²
- 1998: DRAM CMOS 256Mbit
- 1999: Intel Pentium III
 - 28.000.000 transistores CMOS, conex.0.18 μ m, reloj 500 a 733 MHz, 140 mm²

114

Circuitos integrados (XVI)

- 2000: Intel Pentium IV
 - 42.000.000 transistores CMOS, conex.0.18 μ m, reloj 1400 a 1500 MHz, 224 mm²
- 2004: Intel Itanium
 - 280.000.000 transistores, conex. 0.065 μ m, reloj 2660 MHz
- 2007: Intel Pemryn
 - 410.000.000 transistores, conex. 0.045 μ m

115

Ley de Moore (I)

- Gordon Moore, Fairchild
- 1965-2003: Ley de Moore:
 - En 18 meses se dobla
 - El número de componentes
 - La frecuencia de reloj
 - La capacidad de memoria
 - Y se divide por 2
 - El precio
 - El consumo de energía

116

Ley de Moore (II)

- Gordon Moore, 2003:
 - *No exponential is forever* (IBM Academy Meeting)
- Límites:
 - A la miniaturización
 - Al consumo de energía
- 10-12 años de aplicabilidad

117

Ley de Moore (III)

- Ejemplos:
 - 1965: Por \$1, un transistor
 - 2003: Por \$1, 15 millones de transistores

118

Ley de Moore (IV)

Transistores/tiempo MHz/tiempo

119

Dispositivos cuánticos y superconductores

- Leo Esaki (Japón, 1925-)
 - Diodo túnel
- Ivar Giaever (Noruega-USA, 1929-)
 - Diodo túnel superconductor
- Brian David Josephson (UK, 1940-)
 - Unión Josephson
- Premio Nobel de Física 1973

120

Tecnologías alternativas

- Computación lumínica
 - Fotones en lugar de electrones
- Superconductores
 - Computación con uniones Josephson
- Computación cuántica
- Efectos sobre la ley de Moore

UAM 121

Historia de la Ingeniería

- Introducción
- Historia de las Comunicaciones
- Historia de la Electrónica
- Historia de la Informática

UAM 122

Historia de la Informática

- Calendarios
- Algoritmos
 - Mecanización de los algoritmos
- Máquinas de calcular
 - Computadoras analógicas
 - Computadoras digitales
 - Computadoras cuánticas
- Robótica

UAM 123

Algoritmo

- Sistema de reglas para obtener un resultado a partir de ciertos datos
- Cada paso está perfectamente definido
- Origen: Mesopotamia, 2º milenio A.C.
- Nombre: por Abu Jáfar Muhammad ibn Mûsâ al-Juwârisimî (~780- ~850)

UAM 124


Ejemplo de algoritmo

- Algoritmo de Euclides
 - Dados A y B
 - 1. Hacer $C = A$
 - 2. Hacer $A = \text{Resto de dividir } B \text{ entre } A$
 - 3. Hacer $B = C$
 - 4. Si $A \neq 0$, ir al paso 1
 - 5. La solución es C

125

Mecanización de los algoritmos (I)

- 30000 AC
 - Marcas en piedras o astas de hueso





- África, 8500 AC
 - Marcas de números primos: 11, 13, 17, 19

126

Mecanización de los algoritmos (II)

- Grecia, 2º milenio AC
 - > Roma
 - Piedrecitas (calculi)
- Grecia, siglo I AC
 - Instrumento astronómico de Antikythera
 - Engranaje diferencial redescubierto en 1823
- Stonehenge
 - Máquina de calcular astronómica (?)

127

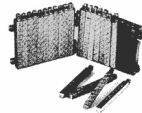
Mecanización de los algoritmos (III)

- Oriente Medio, 500-1000 (?)
 - Ábaco de diez cuentas
 - Llegó a Europa a través de los árabes
 - Ábaco chino, 5+2 cuentas, siglo XII-XIII
 - Ábaco japonés, 4+1 cuentas, ~1600
- Países árabes, 1040
 - Astrolabio de Al-Biruni

128

Mecanización de los algoritmos (IV)

- España, 1272
 - Máquina lógica universal de Ramón Llull (~1235- ~1315)
- UK, 1617
 - Varillas de John Napier(1550-1617) (Rabdologia)



UAM

129

Mecanización de los algoritmos (V)

- Multiplicación por el método de la celosía

	4	5	6				
0	0	4	0	5	0	6	1
5	0	8	1	0	1	2	2
8	3	2	4	0	4	8	8
3		6		8			

UAM

130

Mecanización de los algoritmos (VI)

- Primera calculadora mecánica
 - Leonardo Da Vinci (1452-1519)
 - Reconstrucción

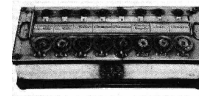


UAM

131

Mecanización de los algoritmos (VII)

- Francia, 1642
 - Calculadora de Blaise Pascal (1623-1662)
 - Primera máquina de sumar con "lleva" automático



UAM

132

Mecanización de los algoritmos (VIII)

- Alemania, 1673
 - Calculadora de Gottfried Wilhelm von Leibnitz (1646-1716)



UAM

133

Mecanización de los algoritmos (IX)

- Calculadora de Grillet, 1678
 - Basada en las varillas de Napier



UAM

134

Mecanización de los algoritmos (X)

- 1621, regla de cálculo
 - William Oughtred(1575-1660)
 - Simplificada por Amedée Mannheim (1850)
- 1805, telar de Jacquard
 - Joseph Marie Jacquard (1752-1834)
 - Programable con fichas perforadas

UAM

135

Mecanización de los algoritmos (XI)

- Charles Babbage (1792-1871)
 - 1820-1832: Máquina diferencial
 - 1834-1837: Máquina analítica
 - Construida en 1992



UAM

136

Mecanización de los algoritmos (XII)

- Augusta Ada Byron, condesa de Lovelace (1815-1852)
 - Amiga de Babbage
 - 1842: traductora del artículo de Louis Menabrea sobre la máquina analítica
 - Notas a la traducción
 - Lenguaje ADA (finales de 197x)
- Leonardo Torres Quevedo (1852-1936)

UAM 137

Tabuladora de Hollerith

- Censos en USA
 - Cada 10 años
 - 1790: 9 meses (<4 millones)
 - 1880: 7 años (>30 millones)
 - 1890 (previsto): más de diez años (45 mill.)
- Herman Hollerith (1860-1929)
 - Tabuladora (56 alquiladas para el censo)
 - \$1000/año/máquina + \$0.65/1000 tarjetas
 - 6 meses resultados parciales, 2 años totales

UAM 138

Empresa de Hollerith

- 1896: Tabulating Machine Company
 - Censo 1900: 70 millones, \$0.5 millones
- 1910: censo concedido a James Powers
 - Tabuladora más barata, ganó pleito
 - Hollerith vende a Charles Ranlett Flint
 - CTR: Computing Tabulating Recording

UAM 139

Empresa de Hollerith

- 1914: Thomas Watson director de CTR
- 1924: Nuevo nombre de CTR
 - International Business Machines (IBM)
- 1928: Nuevo formato de tarjetas perforadas
 - Paso de 45 a 80 columnas

UAM 140

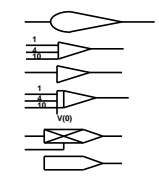
Límites de las Matemáticas

- 1884-1903: Gottlob Frege (1848-1925)
- 1902: Bertrand Russell (1872-1970)
- 1930: Kurt Gödel (1906-1978)
- 1935: Alan Mathison Turing (1912-1954)
 - Define la máquina universal
 - Prueba de Turing

UAM141

Computadoras analógicas

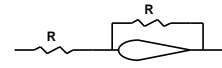
- Vannevar Bush (1890-1974)
 - 1930: Primer Analizador Diferencial Mecánico
 - 18 variables independientes
- Amplificador Operacional
 - Sumador
 - Inversor
 - Integrador
 - Multiplicador
 - Generador de funciones
 - Etc.



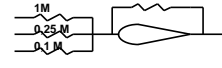
UAM142

Circuitos

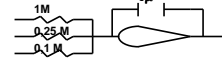
Inversor



Sumador



Integrador

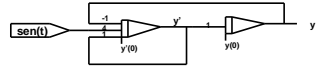


UAM143

Modelos por ordenador

Formas de Representación

- Funcional (diagrama de bloques)



- Matemática (ecuaciones)
 - * Causal o explícita
 - $y'' = y' - y + 4 \text{sen}(t)$
 - * No causal o implícita
 - $y'' - y' + y = 4 \text{sen}(t)$

UAM144

Primeras computadoras digitales

- 1936-41: Konrad Zuse, Berlín
 - Z1 (mecánica), Z3 (relés telefónicos)
- 1937-50: George Stibitz, Bell Labs
 - Modelos I a VI, con relés
- 1937-44: Howard Aiken, Harvard
 - Mark I (con IBM)
 - relés, cinta de papel
 - programación con interruptores

UAM

145

Primeras computadoras electrónicas (I)

- 1946: John P. Eckert y John W. Mauchly
 - ENIAC, Univ. Pennsylvania
 - Electronic Numerical Integrator And Computer
 - 30 tons, 1500 pies², 18000 válvulas
- 1951: UNIVAC I
 - Primer computador comercial
 - Basado en ENIAC
 - Cálculo decimal

UAM

146

Tasa media entre fallos

- Vida media del tubo: 6000 horas
- Tasa media entre fallos: 20 minutos
- Régimen no permanente
 - Probabilidad de fallo < 1/18000 (3,9σ)

Desv.típica	Duración prevista
1000	2100 horas
1500	150 horas

UAM

147

Primeras computadoras electrónicas (II)

- John von Neumann (1903-1957)
 - 1946, define computador de programa almacenado
- 1949: EDSAC, univ. Cambridge (UK)
 - Primer computador de programa almacenado
- 1954: IBM 650, 701
 - Cálculo binario

UAM

148

Computadoras electrónicas (I)

- 1946: primera generación
 - válvulas electrónicas de vacío
- 1959: segunda generación
 - transistores (IBM 1401)
- 1965: tercera generación
 - circuitos integrados, comunicaciones, multiproceso (IBM S/360)

UAM

149

Computadoras electrónicas (II)

- (1970: cuarta generación)
 - microprogramación/vsqa/memoria virtual
 - IBM S/370
- (1980: quinta generación japonesa)

UAM

150

Computadoras electrónicas (III)

- 1953: 2000 componentes electrónicas
- 1961: 10000 componentes electrónicas
- 1970: 100000 componentes electrónicas

UAM

151

Computadoras electrónicas (IV)

- 1972: Primer microordenador 8 bits (Mark-8)
- 1975: IBM-5100
- 1982: IBM PC, 16 bits
- 1983: IBM PC XT, disco duro
- 1986: IBM PS/2, 32 bits

UAM

152

Computadoras electrónicas (V)

- 1977: 8080, 6000 transistores, 2 MHz
- 1982: IBM PC, 8088, 29000 transis., 4.7MHz
- 1984: IBM PC, 80286, 134000 trans., 10 MHz
- 1986: IBM PS/2, 80386, 275000 tr., 16 MHz
- 1990: con 80486, 1200000 transis., 25 MHz
- 1994: con Pentium, 3100000 transis., 60 MHz
- 1998: con P-II, 7500000 transis., 233 MHz
- 2000: con P-III, 28000000 transis., 500 MHz
- 2002: con P-IV, 42000000 transis., 1400 MHz
- 2005: P-Prescott, 125000000 tr., 3600 MHz

UAM 153

Mercado de las computadoras electrónicas

- 1950-60: 1º IBM (65%), 2º Sperry (12%)
- 1960-70: IBM y los 7 enanitos
- 1970-80: 1º IBM, 2º DEC
- 1990-00: 1º IBM, 2º HP

UAM 154

Generaciones de software (I)

- Primera generación
 - Lenguaje de la máquina
- Segunda generación
 - Lenguaje simbólico
 - Ensambladores
- Tercera generación
 - Lenguajes de alto nivel

UAM 155

Lenguajes de tercera generación (I)

- FORTRAN
 - Formula Translator
 - John Backus (1954-1957)
- LISP
 - List Processor
 - John McCarthy (1957-1960)
 - Primer lenguaje funcional e interpretativo

UAM 156

**Lenguajes de tercera generación
(II)**

- ALGOL
 - Algorithmic Language
 - ACM y GAMM (1958-1960): ALGOL-60
 - ALGOL-68: IFIP, Van Wijngaarden (1968)
- COBOL
 - Common Business Oriented Language
 - USDOD (1959-1960)
 - Data division (->DBMS), IF-THEN-ELSE

UAM 157

**Lenguajes de tercera generación
(III)**

- APL
 - A Programming Language
 - Ken Iverson (1962-1965)
 - Primer lenguaje sobre arrays
- PL/I
 - IBM (1965-1970)
 - Manejo de excepciones, multi-tasking

UAM 158

**Lenguajes de tercera generación
(IV)**

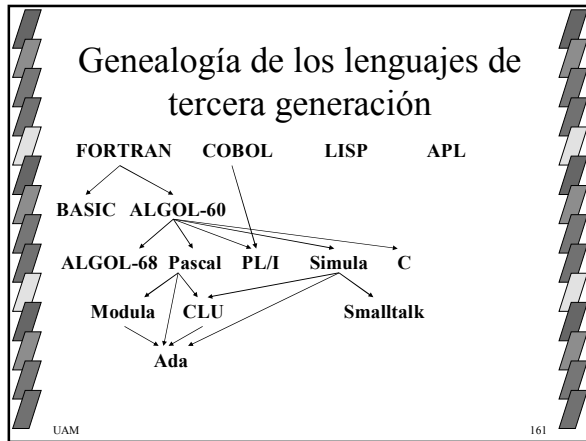
- Pascal
 - Niklaus Wirth (1972)
 - Reducido, eficiente. Estructuras de datos
- Basic
 - FORTRAN simplificado
- C
 - Kernigham & Ritchie (1975)
 - Simbólico de alto nivel

UAM 159

**Lenguajes de tercera generación
(IV)**

- ADA
 - USDOD (1975-80)
 - STRAWMAN->WOODENMAN->TINMAN->IRONMAN->STEELMAN->ADA
 - Concurrencia, modularidad
- LOGO, RPG, SNOBOL, FORTH, CLU...

UAM 160



- ### Generaciones de software (II)
- (Cuarta generación: Lenguajes de desarrollo de aplicaciones)
 - (Quinta generación: Inteligencia artificial, programación lógica y sistemas expertos)
 - ¿Cuarta generación?: Programación orientada a objetos
- UAM 162

- ### Programación procedimental
- Programas jerárquicos
 - Datos no organizados
 - FORTRAN, ALGOL...
 - Teorema de Dijkstra
-
- Diagrama de flujo que muestra un programa procedimental. Comienza con un nodo 'main' que se divide en dos ramas. La rama izquierda tiene dos nodos, y la rama derecha tiene un solo nodo. Los nodos de la izquierda están conectados entre sí y con el nodo de la derecha.
- ```

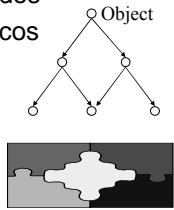
 graph TD
 main((main)) --> node1(())
 main --> node2(())
 node1 --> node3(())
 node1 --> node4(())
 node2 --> node5(())
 node3 --> node5
 node4 --> node5

```
- UAM 163

- ### Programación lógica
- Programas no organizados
  - Datos no organizados
  - PROLOG (Programmation Logique)
  - Cláusulas de Horn
  - Sistemas expertos
- UAM 164

## Programación orientada a objetos

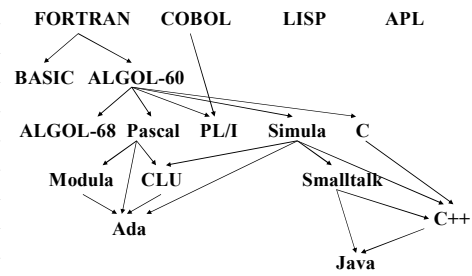
- Programas no organizados
- Datos (objetos) jerárquicos
- Smalltalk, C++, Java
- Programación con
  - Objetos
  - Clases
  - Herencia



UAM

165

## Genealogía de los lenguajes orientados a objetos



UAM

166

## Inteligencia Artificial

- Nombre debido a John McCarthy:
- 1956: Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence
    - 12 asistentes
  - 1959: Diseña el lenguaje LISP
  - 1960-62: Crea con Marvin Minsky el Laboratorio de Inteligencia Artificial del M.I.T.
  - 1963: Crea el Laboratorio de Inteligencia Artificial de Stanford

UAM

167

## Desafíos de la Inteligencia Artificial

- Juegos inteligentes: ajedrez
- Traducción automática
- Redes neuronales
  - 1956-1972: perceptrón
  - 1982-ahora: redes de tres o más capas
- Sistemas expertos (1972-1992)

UAM

168

### Quinta generación japonesa

- 1980: plan de 10 años (1982-1992)
- Traducción automática inglés-japonés
- Basada en programación lógica y sistemas expertos
- Fracaso

UAM 169

### Reacciones a la quinta generación

- Departamento de Defensa U.S.A.
  - Automóvil sin conductor
  - Guerra inteligente
  - Iniciativa de Defensa Estratégica
- Unión europea
  - Traducción automática: proyecto EUROTRA

UAM 170

### Robótica I

- *Robot*: Karel Čapek, R.U.R. (1920)
- *Robótica*: Isaac Asimov (1941)
  - Las tres leyes de la Robótica
    - Un robot no debe dañar a un ser humano ni permitir que sufra daño.
    - Un robot debe obedecer toda orden de un ser humano que no se oponga a la primera ley.
    - Un robot debe protegerse a sí mismo, excepto en lo que se oponga a las otras dos leyes.

UAM 171

### Robótica II

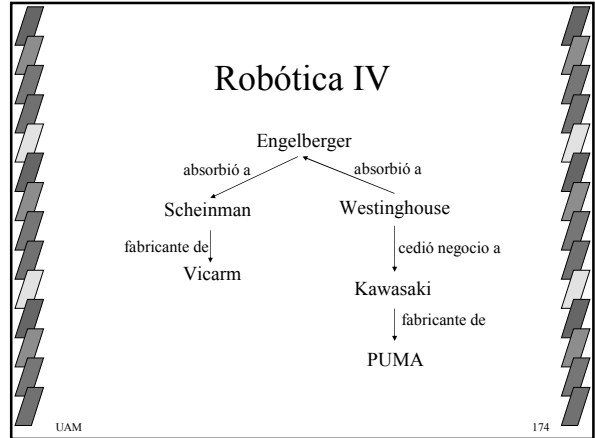
- 1958: Brazo robot hidráulico
  - J. Engelberger
  - Grande, fuerte, rígido
  - Capaz de asir objetos y de soldar
  - Movimientos repetitivos exactos
- Cadenas de montaje de automóviles

UAM 172

### Robótica III

- Década de 1960: brazo robot eléctrico
  - Laboratorio de Inteligencia Artificial de Stanford
  - Modelos de laboratorio
- 1971: Victor Scheinman
  - Stanford → M.I.T. → empresa propia
  - *Vicarm*: brazo eléctrico con hombro, codo y muñeca
  - Antecesor del PUMA

173



### Robótica V

PUMA (P U Mechanic Arm)

- Cadenas de montaje de automóviles
  - Gran fuerza y velocidad: peligrosas
- Fabricación de chips
  - Versiones más pequeñas
  - Peligro de contaminación
- No se autoriza la presencia humana

175

### Criaturas artificiales I

- 1943: William Grey Walter
  - Tortugas
  - Dos motores eléctricos, tres ruedas, engranajes, electrónica de 1ª generación
  - Sensores: detector de colisión, célula fotoeléctrica, micrófono
  - Autoabastecimiento de energía
  - Conducta: exploración, atracción hacia la luz, evitación de obstáculos

176

### Criaturas artificiales II

- 1968-72: *Shakey*
  - Nils Nilsson
  - Stanford Research Institute
  - Gran tamaño, cámara TV, movía objetos
- 1967-80: *Cart*
  - NASA, McCarthy y otros
  - Vehículo automático

UAM 177

### Criaturas artificiales III

- 1988: *Genghis*
  - Rodney A. Brooks (M.I.T.)
  - 6 patas, 6 sensores piroeléctricos
  - Sin inteligencia, movido por 51 autómatas
  - Conducta: camina por encima de los obstáculos, sigue a los objetos que emiten calor
- 1997: *Sojourner*
  - Primer vehículo robótico en Marte
  - Descendiente de Genghis

UAM 178

### Criaturas artificiales IV

- 2004: robot limpiador
  - Aspirador robótico, 34x7 cm, 3 kg
  - Más tiempo en las zonas más sucias
    - Láser y célula fotoeléctrica
  - Autoabastecimiento de energía
  - Movimientos aleatorios

UAM 179