



Evolución y perspectivas futuras de los computadores

Alberto Prieto
Catedrático de Arquitectura y
Tecnología de Computadores
19/4/2005



Contenido

- Desde la antigüedad el hombre ha tratado de reducir al máximo su trabajo físico o intelectual.
- Siempre a tratado de realizar sistemas más capaces
- Los ordenadores pueden considerarse como uno de los sistemas mas complejos que ha ideado el hombre.



Contenido

- **Antecedentes de los computadores**
 - Desarrollo de las formas de representar los números y de los métodos de cálculo
 - Las herramientas mecánicas y electromecánicas.
- **Los computadores**
 - Las cuatro generaciones
- **Perspectivas futuras**

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 3



Desarrollo de las formas de representar los números

- **Representar cantidades era una tarea muy difícil.**
Pueblos primitivos:
 - Tasmania: {uno, dos, muchos}
 - Sudáfrica {uno, dos} 5-> "dos, dos y uno"
- **Lo más difícil: abstracción del concepto de cantidad**
 - Lenguaje Thimshian (indios): 7 conjuntos para representar los n^o:

■ Objetos planos y animales	■ Canoas
■ Objetos redondos y tiempo	■ Medidas
■ Personas	■ Numeración de objetos no particulares
■ Objetos largos y árboles	

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 4

Desarrollo de las formas de representar los números

- Más fácil que abstraer el concepto de n° es contar: asociando las cantidades a piedras, granos de maíz, nudos, etc. Sistemas de numeración aditivos y posicionales.
- S. N. Aditivos: Egipcios (3000 AC)

						
1	10	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000



$$= 1.231.148$$

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

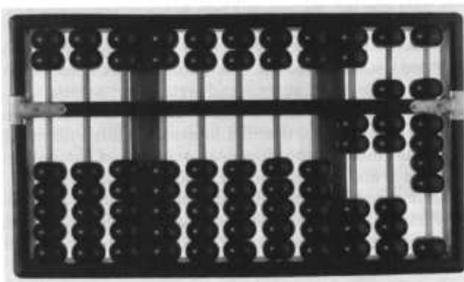
A.Prieto

5

Desarrollo de las formas de representar los números

- En el valle entre el Eufrates y Tigris: ábaco (3000 AC) :
 - Ranuras en una tabla de arena, y piedras ("cálculus")
 - Hilos en los que se insertaban piedras o huesos.

Ábaco chino moderno:

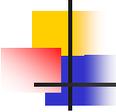


18/4/2005

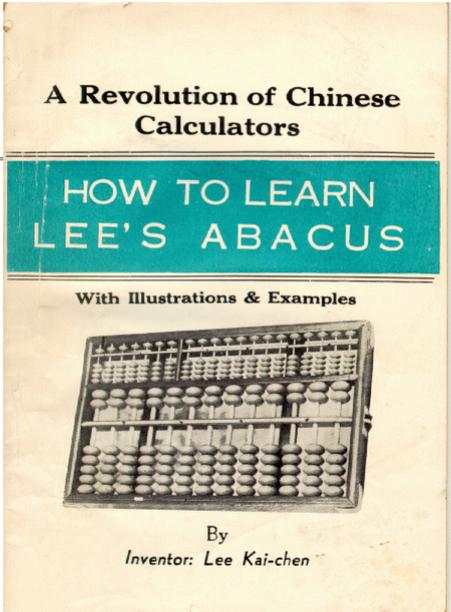
Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

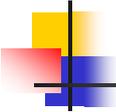
6



- Libro de 1955



18/4/2005
Evolución y perspectivas de la Informática
A.Prieto
7



Desarrollo de las formas de representar los números

- **BABILONIOS Y EGIPCIOS**
 - desarrollaron gran cantidad de métodos de cálculo, utilizando experiencias prueba-error (2600 a de C. No consideraban el 0).
 - Obtuvieron tablas de multiplicar, cuadrados, raíces cuadradas, cubos, raíces cúbicas, exponenciales, etc.
- **ROMANOS:**
 - Sistema de numeración aditivo: {M,D,C,L,X,V,I}
 - CCLXXVII por XXI
 - I vez CCLXXVII CCLXXVII
 - X veces CCLXXVII MMDCLXX
 - X veces CCLXXVII MMDCLXX

CCLXXVIIIMMDCLXXMMDCLXX=
 (simplificando) = MMMMDCCCXXVII (5.817)

18/4/2005
Evolución y perspectivas de la Informática
A.Prieto
8



Desarrollo de las formas de representar los números

- **Sistemas de numeración posicionales:**
 - Imprescindible el símbolo de 0
 - Es necesario aprender tablas
 - Bases usuales: 5, 10,20 (esquimales y franceses), y 60
- **HINDUES (I-II)**
 - Representación posicional de las cifras. Escala decimal. Cero
- **ARABES (VII) (dinastías de los califas de Bagdad)**
 - Álgebra
 - Concepto de algoritmo (mejora en los métodos computacionales)
 - Matemático persa al-Khowarizmi (825): contactó con hindúes y escribió diversos libros de texto e introdujo el concepto de algoritmo, como proceso para realizar cálculos.

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

9



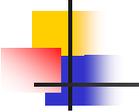
Desarrollo de las formas de representar los números

- **Difusión del sistema de numeración y procedimientos de cálculo a través de Europa:**
 - Manuscritos españoles de 976 (Albelda Cloister) y 992
 - En 1085 Alfonso VI de León reconquista Toledo y se traducen y difunden los escritos árabes
 - Leonardo de Pisa (Fibonacci) (1175-1250?) "Liber Abaci"
 - Alexander de Villa (1220?) "Carmen del Algorismo"
 - (muy difícil de entender, estaba en versos hexamétricos)
 - Sacrobosco (1250) "Algorismus Vulgaris"

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

10



Incipit Algorithmus Editus per Reverendum dominum Johannem de Sacro Palatio ordinis predicatorum magistri et sacre Theologie Doctorum Excellentissimum etc.

Quia que a primis rebus origine processerunt ratione numerorum formata sunt: quodammodo sunt sic cognoscenda. Et in vniuersa rebus cognoscendis numerus est operans. Et hoc igitur scilicet numerus est principium per se nota. Algorismus dicitur unde et Algorithmus nuncupatur. Et ars numerandi vel ars introductio in numerum interpretatur. Numerus quod dupliciter nomen habet. Numerus est multiplicatio unitatum profusa. Unitas quod est quod vnaque res vna dicitur. Numerus autem alius est dignitatis articulus numerus est positus sine mictu. Dignitas quod dicitur omni numerus minor decario. Dignitas est numerus omni alius potest dicitur in se. Dignitas est nihil in se dicitur. Dignitas vero sine mictu est quod dicitur ex digno et articulo. Et sciendum quod omni numerus per articulos duos primos est positus. Dicitur autem articulus non sunt species numerationis a dicitur sub ratione immediata duplicatio in duplicatio: quod dicitur per se dicitur extrinsecus: hoc dicitur quod in numeris dicitur in cubum: inter quo primo de numeratione postea de alio per ordinem dicitur.

De enumeratione.

Et aut numeratio cuiuslibet numeri per figuras est positus articulus repetitio. Figura vero dicitur: hoc est lineae per se dicitur. Figura vero dicitur quod ad lineam pertinet. Dicitur vero quod per se dicitur: quod dicitur per se dicitur. Dicitur vero quod est via ordinata ad quilibet numeri representationem. Dicitur igitur quod intra non lineam: hoc est figure significatio non dicitur dicitur representationem. Dicitur sunt numerus 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 11

Forma de los dígitos (con correcciones) 



Dificultades en los cálculos hasta el Siglo XVI

- El ábaco se utiliza en Europa hasta el Siglo XVIII (se introduce en China hacia el 1200, Corea en 1400 y en Japón 1600).
- Sólo personas extraordinariamente cultas sabían calcular
- Manuscrito anónimo de época de la reina Elizabeth, 1570:
 - La multiplicación es una vejación,
 - la división es un mal
 - la regla de tres es un rompecabezas,
 - y utilizarlos me vuelven loco

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 12

Primeras herramientas de ayuda al cálculo

- **John Napier (Edimburgo, 1550-1617)**
 - Tablillas de Napier
 - inventó los logaritmos, para ayuda del cálculo (se puede multiplicar haciendo sumas)

Julio 1614



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

13

Primeras herramientas de ayuda al cálculo

- **Edmund Gunter (1620) (Prof. Astronomía del Gresham College de Londres)**
 - Cuadrante de Gunter, herramienta astronómica y de cálculo, precursora de la regla de cálculo
- **William Oughtred (1574?-1660) (matemático y clérigo inglés)**
 - Inventó la regla de cálculo

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

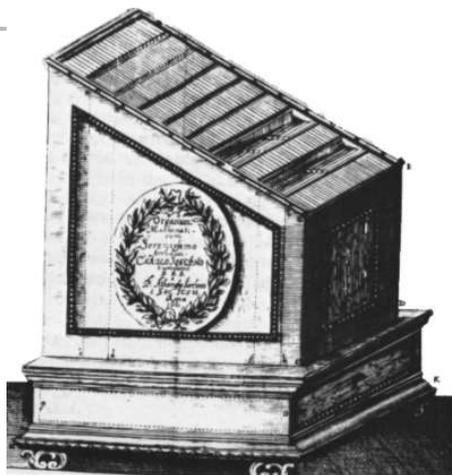
A.Prieto

14

Órgano matemático de Gaspard Schott (1666),

AYUDAS (tablas, parámetros, etc.)
para:

- Aritmética (tablillas de Napier)
- Geometría
- Fortificaciones
- Calendario
- Astronomía
- Obras públicas (construcción de canales)
- Música (composición)



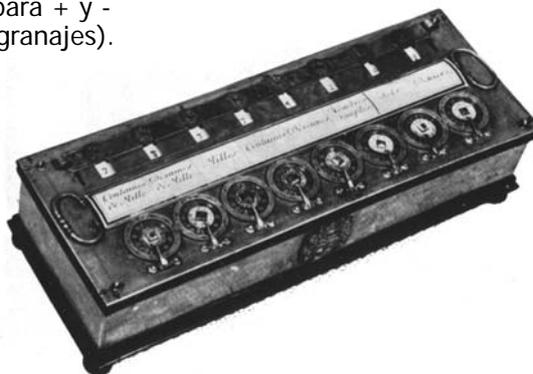
18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

15

Blaise Pascal (1642)

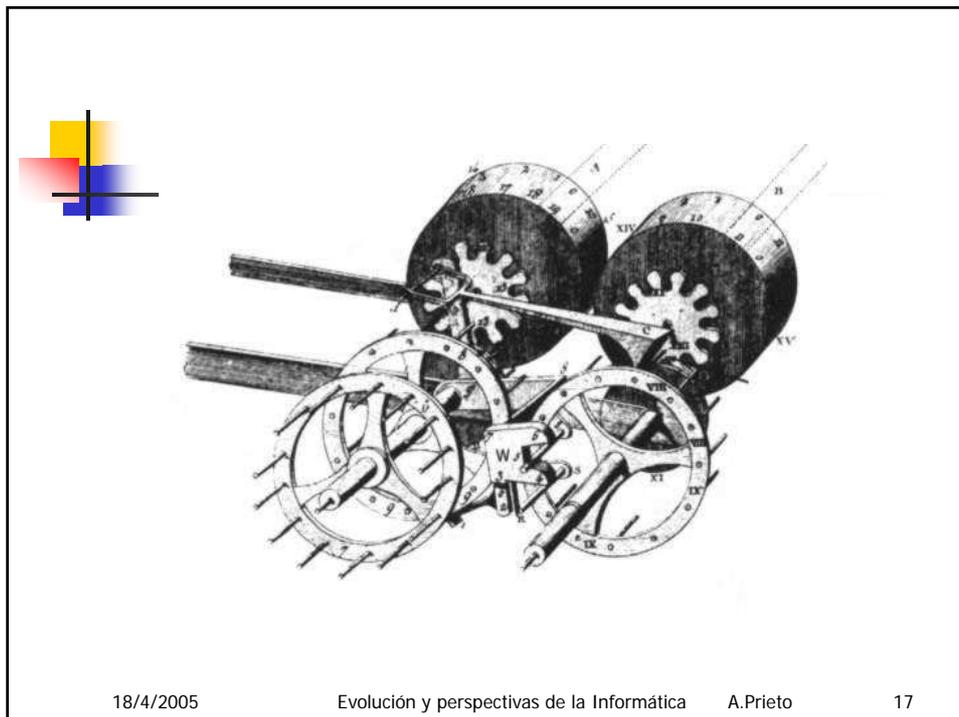
- calculadora mecánica para + y -
(ruedas dentadas y engranajes).



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

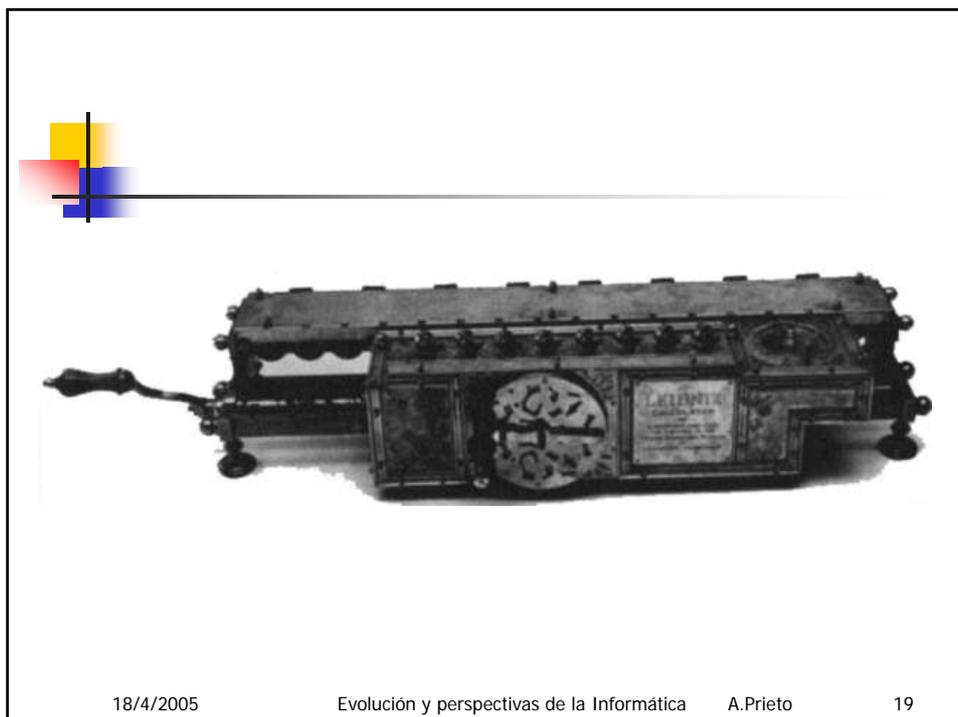
16



■ **Gottfried W. Leibnitz (Leipzig, 1646-1716)**

- calculadora mecánica para +, -, x, / (rueda de Leibnitz)
- investigó la aritmética binaria. Sentó las bases de la lógica simbólica.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 18



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

19

Primera calculadora mecánica de sobremesa

- **Charles Xavier Thomas de Colmar (Francia)**
 - comercializó la primera calculadora de sobremesa, perfeccionando las ideas de Pascal y Leibnitz: Arithmometer de Thomas (inicio de la década de 1820).

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

20

Piano matemático desarrollado por Thomas para la Exposición de París de 1850??



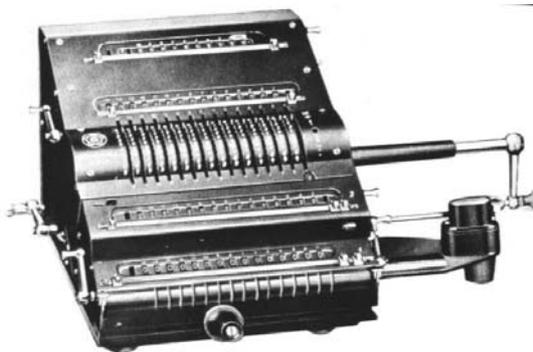
18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

21

La "dupla" Brunsviga

Esta calculadora mecánica de sobremesa fue de las más utilizadas, desde 1885 hasta la década de 1950 (hasta 1912 se vendieron 20000)



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

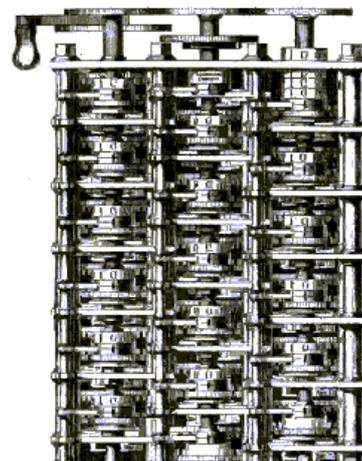
22

Máquina de diferencias

■ Charles Babbage (1791-1871)

- Máquina de diferencias (para hacer tablas matemáticas, evaluación de polinomios por el método de diferencias finitas)

■ .



THE BETTMANN ARCHIVE

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

23

Evaluación de un polinomio por diferencias finitas

■ $F(x) = x^2 + 3x + 2$

■ $x=0, F(0) = 0+0+0 = 2$

$x=1, F(1) = 1+3+2 = 6$ $d(1,0) = 4$

$x=2, F(2) = 4+6+2 = 12$ $d(2,1)=6$ $d'=2$

$x=3, F(3) = 9+9+2 = 20$ $d(3,2)=8$ $d'=2$

■ Evaluación por diferencias

■ $x=0$ $F(0)=2$

■ $x=1$ $d(1,0)=2+2=4$ $F(1)=F(0)+d(1,0) = 6$

■ $x=2$ $d(2,1)=4+2=6$ $F(2)=F(1)+d(2,1) = 12$

■ $x=3$ $d(3,2)=6+2=8$ $F(3)=F(2)+d(3,2) = 20$

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

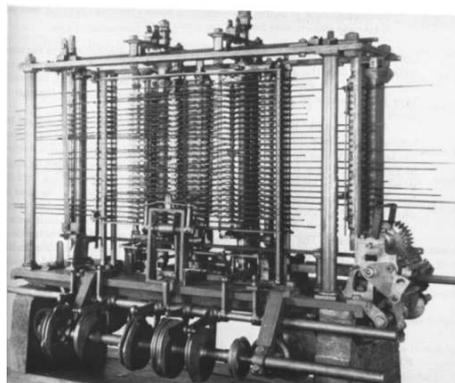
A.Prieto

24

Charles Babbage

■ Charles Babbage (1791-1871)

- Máquina analítica: almacén, taller, muela, tablillas perforadas (telares de Jacquard, 1801). Computación de uso general. Encadenamiento automático de secuencias por medios mecánicos.



taller

V6xV2



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

25

■ George Boole (1815-1864)

- Asoció el álgebra binaria con el proceso de razonamiento (1854). Operaciones lógicas, 0:falso, 1:verdad,... (bases del diseño de circuitos electrónicos binarios y de la actual Lógica formal)

■ Herman Hollerit (1880)

- Tabuladora de tarjetas perforadas (1890 censo de USA en 3 años).

■ Leonardo Torres Quevedo (1852-1936)

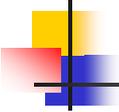
- 1893: propone una máquina electromecánica basada en las ideas de Babbage.

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

26



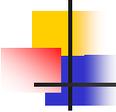
- **K.Zusse (Berlín, 1939 a 1943)**
 - Construye computadores electromecánicos para cálculos aeronáuticos
- **Howard T. Aiken (1900-1973). Unv. Harvard**
 - 1944: Concluye Ila Mark I, computador electromecánico (relés) (x: 6s: /:12s). Instrucciones en cinta de papel. 15 años de uso
- **Claude E. Shannon (MIT)**
 - Aplico el Álgebra binaria de Boole al diseño de circuitos de conmutación.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 27



- **1940: John Atanasoff, (Iowa State College) y Clifford Berry**
 - construyeron (sin concluir) la ABC de uso específico (resolver sistemas de ecuaciones lineales) utilizando *válvulas electrónicas*
- **1943 Alan Turing (1912-1954)**
 - desarrolló en Bletchley Park (Inglaterra) una serie de máquinas electrónicas programables ("Colossus) para descifrar los códigos alemanes.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 28

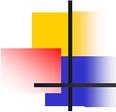


■ **1945: John Mauchly y Presper Eckert**

- terminan el ENIAC, primer computador de uso general (18.000 válvulas y 1.500 relés; 300 opera./seg, 30Tm). Univ. Pennsylvania.
- Tarjetas perforadas, 1 multiplicador, 1 divisor, Raíz cuadrada, 20 sumadores
- Construida para hacer tablas balísticas



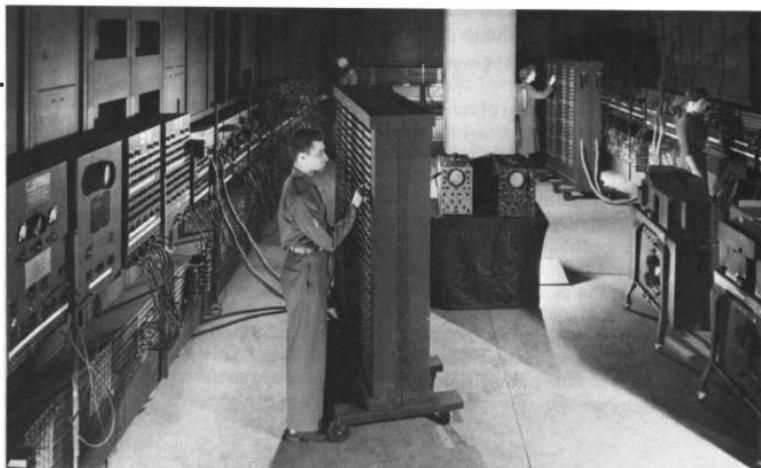
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 29



W. Mauchly



18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 30

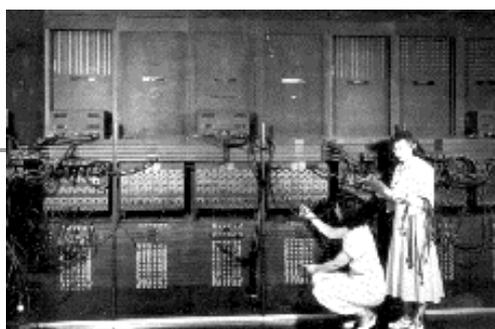


18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

31

ENIAC: Cableando un programa, en los paneles de control



ENIAC: Sustitución de uno de los 18000 tubos de vacío



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

32



- **John von Neumann (1903-1957)**
 - Contribuyó a la sistematización de la lógica.
 - Publica un trabajo en 1945 con el concepto de programa almacenado (idea de Turing y Eckert y Mauchly???)
 - Intervino en el diseño del EDVAC: concepto de programa almacenado en memoria, junto con los datos. Noción de secuenciamiento de operaciones elementales. Utilización de aritmética binaria.
- **1945 Wilkes** (Universidad de Cambridge)
 - adelantándose al EDVAC, construye el EDSAC, primer computador con programa almacenado
 - Concepto de microprogramación

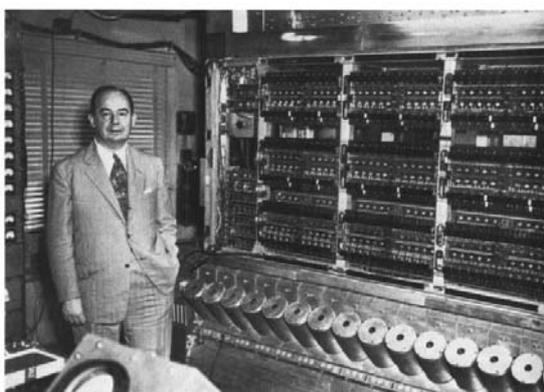
18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

33



- **Foto de von Neumann con el IAS (construido con ayuda de Turing). Memoria con tubos CRT Williams. Con 40 tubos se dispone de 1024 palabras de 20 bits.**



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

34

El primer computador comercial

- **Eckert y Mouchly** crean su propia empresa, construyen el BINAC (se arruinaron: costo,\$240.000; encargo: 100000).
- **1951: UNIVAC I, primer computador comercializado (1000 operaciones/seg). (se vendieron 43 hasta 1957)**
 - Encargado por la oficina de censo de USA, entregado el 31 Marzo 1951
 - Desarrollada por Eckert y Mauchly en Remington- Rand (Sperry-Rand)
 - Se usaban líneas de retardo de mercurio como memoria: 1000 palabras de 11 dígitos decimales, acceso 222 μ s
 - Unidades de cinta magnética

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

35

Univac I



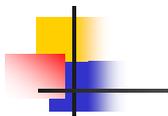
18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

36

Univac I

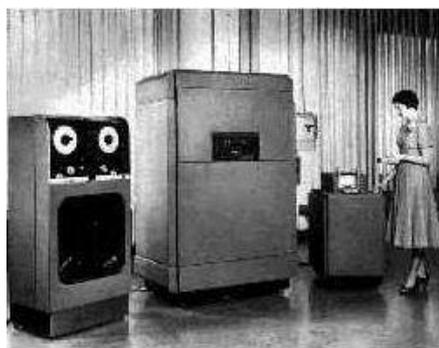


18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

37

Univac I



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

38



El UNIVAC I se utilizó para hacer previsiones de los resultados de las elecciones de 1952 . En la foto Mauckly con uno de los candidatos

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

39

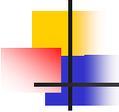
Evolución de los computadores

- **Cada vez se van consiguiendo computadores más:**
 - potentes,
 - pequeños,
 - baratos, y
 - fiables
- **Debido a la evolución de la**
 - Arquitectura de los computadores, y de la
 - Tecnología (Electrónica, etc.): válvulas -> transistores -> CI
- **Generaciones de computadores**

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

40



Las 4 generaciones de computadores

- **PRIMERA GENERACIÓN DE COMPUTADORES (1945-1957)**
 - utilización de válvulas electrónicas, memorias de líneas de retardo (mercurio,...)
 - hasta 1949: lenguajes máquina. Desde 1950 lenguajes simbólicos (ensambladores).
 - 1954: FORTRAN (FORMula TRANslator) (John Backus).
- **SEGUNDA GENERACIÓN DE COMPUTADORES (1959-1964)**
 - utilización de transistores, memorias de ferrita.
 - 1960: COBOL (Common Business-Oriented Language) (Grace Hopper)

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

41



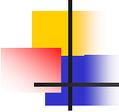
Las 4 generaciones de computadores

- **TERCERA GENERACIÓN DE COMPUTADORES (1965-1970)**
 - utilización de circuitos integrados, memorias semiconductoras.
 - 1970: Pascal (Niklaus Wirth)
 - Grandes computadores atendiendo muchos terminales trabajando con colas de trabajos remotos o locales.
- **CUARTA GENERACIÓN DE COMPUTADORES (1971- ...)**
 - Circuitos integrados LSI y VLSI, memorias semiconductoras.
 - Microprocesadores y microcontroladores. (1981: IBM-PC)
 - Procesamiento paralelo
 - Lenguajes declarativos, y orientados a objetos
 - Sistemas informáticos distribuidos (copartición de recursos).
 - Dominio de ciertos SO: MS y UNIX

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

42



Las 4 generaciones de computadores

Años	Generación	Tecnología	Velocidad operativa	Innovaciones hardware	Innovaciones software	Computadores representativos
1946-58	Primera	Tubos de vacío; memorias de retardo de Hg.; memorias CRT	ms	Aritmética de punto fijo	L. máquina; L. ensambladores	UNIVAC I; NCR 102 IBM 702 IBM 650
1959-63	Segunda	Transistores; ferritas; discos magnéticos	µs	Aritmética expo. Registros índices Proc. de E/S	LANs; Bibliotecas de subrutinas; Monitores batch	IBM 7094 UNIVAC 1004 IBM 1620 CDC 1604
1964-70	Tercera	C.I. (SSI y MSI)	ns	µprogramación segmentación memorias caché	Multiprogramación Multiprocesamiento Memoria virtual	Amdahl, PDP-8 IBM 360, 370 UNIVAC 1108
1971-	Cuarta	C.I. (VLSI)	ns	µprocesadores µcontroladores Arquitecturas RISC, paralelas, ..	L. declarativos L. orientados a objetos; Menús; iconos,...	PCs (8088,...) WorkStation

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

43



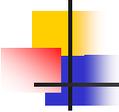
Clasificación de los computadores según su potencia de cálculo

	Orden de magnitud del precio (dolares)	Capacidad Memoria principal	Capacidad de disco	Nº de usuario (terminales)	Objetivo fundamental
Supercomputador	Más de 10.000.000\$	TB	Centenas de GB	Decenas a miles	Cálculo intensivo de tipo científico y técnico
Macrocomputador ("mainframe")	1.000.000 \$	GB	TB	Cientos a miles	Acceso a grandes batos de datos desde muchos terminales
Servidor de red (minicomputador)	10.000 \$	Centenas de MB	Centenas de GB	Decenas a cientos	Aplicaciones múltiples en departamentos o empresas de tipo medio a través de red
Estación de trabajo ("workstation")	5.000 \$	Decenas de MB	Centenas de GB	1	Aplicaciones gráficas, de diseño industrial y científico-técnicas
Computador personal ("PC")	1.000 \$	Decenas de MB	Decenas de GB	1	Aplicaciones múltiples con un sólo usuario
Computadores móviles	100 \$	Menor de 1 MB	No tienen	1	PDA's, Agendas y comunicadores personales, Calculadoras

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

44



Futuro

- **Mejoras en:**
 - Tecnología
 - Arquitecturas:
 - Telecomunicaciones (Redes):
 - Software
 - Modelos computacionales

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 45



Futuro

- **Tecnología:**
 - Microelectrónica
 - Sensores, etc.
 - Alimentación: Compañía Sur Coreana: condensadores pequeños (Kilofaradio) (coches electricos). 5.000 F a 2,7 volt. un condensador del tamaño de una botella de ½ litro: ultracondensadores

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 46



Tecnología electrónica

- $1\text{cm}^2 \rightarrow$ millones de transistores.
- SOC The WSI technique failed commercially, but advances in semiconductor manufacturing allowed for another attack on the IC complexity, known as System-on-Chip (SOC) design. In this approach, components traditionally manufactured as separate chips to be wired together on a printed circuit board, are designed to occupy a single chip that contains memory, microprocessor(s), peripheral interfaces, Input/Output logic control, data converters, etc., i.e., the whole electronic system.

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

47



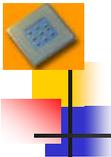
Tecnología electrónica

- In the 1980s programmable integrated circuits were developed. These devices contain circuits whose logical function and connectivity can be programmed by the user, rather than being fixed by the integrated circuit manufacturer. This allows a single chip to be programmed to implement different LSI-type functions such as logic gates, adders and registers. Current devices named FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) can now implement tens of thousands of LSI circuits in parallel and operate up to 400 MHz.
- Limites \rightarrow Computación cuántica y molecular

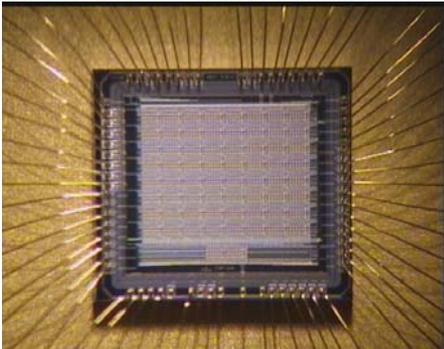
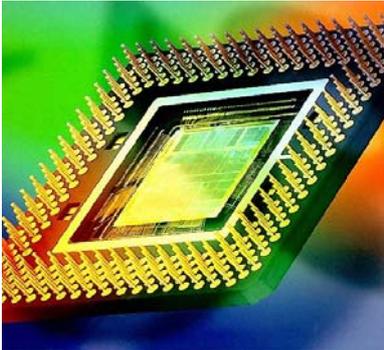
18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

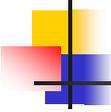
48



Tecnología electrónica

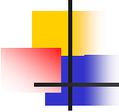
18/4/2005
Evolución y perspectivas de la Informática
A.Prieto
49



Tecnología: redes inalámbricas de sensores miniatura

- **Combinan avances:**
 - Sistemas micro-electrico-mecánicos. Muy bajo consumo
 - Comunicaciones inalámbricas
 - Arquitectura de computadores (fusión de grandes cantidades de datos)
- **Se van a poder desplegar con gran rapidez y van a permitir la monitorización de multitud de eventos de forma remota:**
 - detección de condiciones favorecedoras de incendios en los bosques,
 - localización de francotiradores en zonas de conflicto bélico,
 - implantación de una red de sensores en sitios de difícil acceso (Marte) que permita captar de forma continuada datos de diferentes puntos de la superficie del planeta.
 - Telemonitorización de pacientes.
 - Humedad y temperatura en carreteras

18/4/2005
Evolución y perspectivas de la Informática
A.Prieto
50



Futuro

- **Mejoras en:**
 - Tecnología
 - **Arquitecturas:**
 - **Paralelismo**
 - **Supercomputadores**
 - Telecomunicaciones (Redes):
 - Software
 - Modelos computacionales

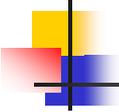
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 51



Paralelismo en computadores

- **Concepto**
- **Tipos:**
 - Instrucción
 - Procesadores:
 - Multiprocesadores
 - Multicomputadores
- **Sistemas multihebra**

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 52



Paralelismo en computadores

- **Aplicaciones**
 - Supercomputación
 - Otros sistemas

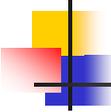
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 53



Paralelismo en computadores

- **El paralelismo va a extenderse de forma masiva a los equipos electrónicos que utilizamos habitualmente (teléfonos móviles, PDAs), incluso los que no vemos (microcontroladores implantados en los automóviles, televisores, etc). Por ejemplo:**
 - entenderán nuestras órdenes habladas y las obedecerán, podrán comprimir y descomprimir vídeo de alta resolución en tiempo real, generarán, también en tiempo real, imágenes tridimensionales que representarán en el cristal de unas gafas especiales, permitiéndonos así un rápido acceso a la información visual, etc. Con probabilidad un turista podrá solicitar, mientras camina por una ciudad, información detallada sobre el punto donde se encuentra, pudiendo consultar mapas, fotografías y vídeos de dicho lugar. Un ingeniero podrá consultar los planos de un edificio, o podrá ver un modelo tridimensional de un avión antes de construirlo, etc.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 54



Los supercomputadores ¿Son necesarios?

- **Predicciones erróneas:**
 - I think there is a word market for about five computers (*Tomas J. Watson, fundador de IBM, 1943*)
 - There is no reason for any individuals to have a computer in their home (*Ken Olsen, DEC, 1977*)

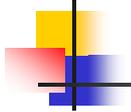
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 55



Aplicaciones de la supercomputación

- **Importancia fundamental en las ciencias relacionadas con la vida y el sector sanitario. Éstas son algunas de las aplicaciones a las que podrá ser dedicado el superordenador:**
 - Estudio del cuerpo humano.
 - Meteorología.
 - Catástrofes naturales.
 - Medio Ambiente.
 - Procesos industriales y empresariales.
 - Otras aplicaciones.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 56



Aplicaciones de la supercomputación

- **Estudio del cuerpo humano:** el superordenador podrá ser utilizado para estudios sobre el genoma humano, el plegamiento de las proteínas y otros procesos complejos relacionados con enfermedades como el Alzheimer o la Fibrosis Cística. Esto posibilitará grandes avances en tratamientos médicos y desarrollo de medicamentos. Incluso permitirá avances notables hacia el objetivo de conseguir una medicina personalizada, adaptada a las condiciones genéticas y médicas concretas de cada paciente.

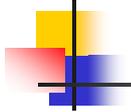
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 57



Aplicaciones de la supercomputación

- **Meteorología:** el estudio de los fenómenos atmosféricos y de la evolución del clima requiere cálculos complejos que incluyen un alto número de variables. La supercomputación se está utilizando ya para realizar simulaciones y predicciones climáticas con una mayor precisión, incluyendo la posibilidad de ampliar los periodos de predicción meteorológica.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 58



Aplicaciones de la supercomputación

- **Medio Ambiente:** los superordenadores permiten avanzar en el estudio de la biodiversidad y el equilibrio de ecosistemas. Asimismo, posibilitan el desarrollo de predicciones hidrológicas. Igualmente, el superordenador podrá ser utilizado para simular el impacto ambiental y social de políticas agrícolas, industriales y urbanísticas.

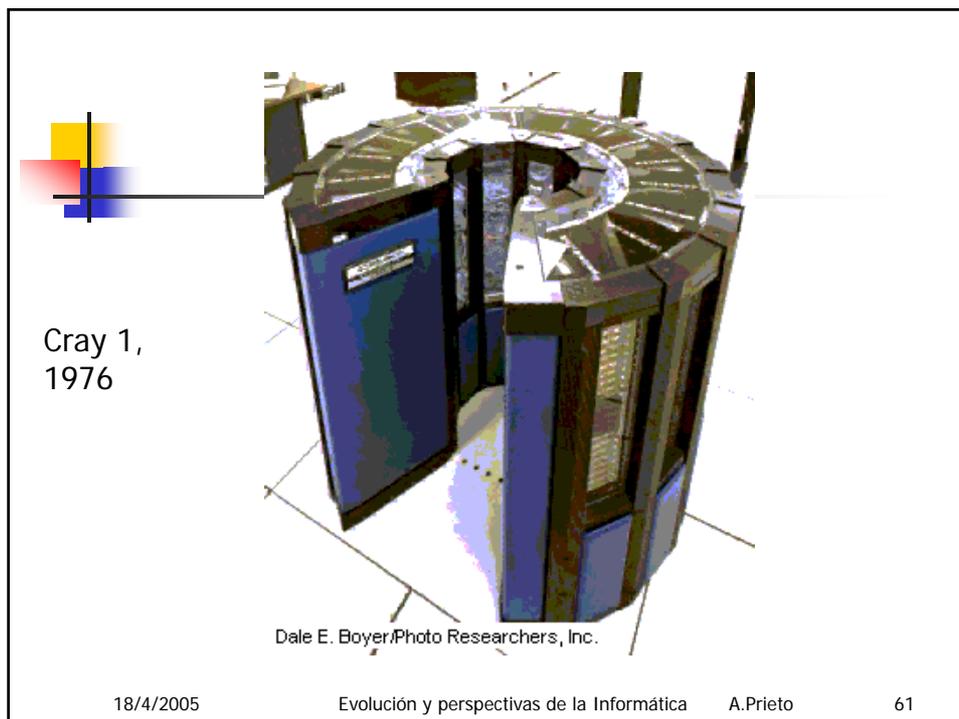
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 59



Aplicaciones de la supercomputación

- **Otras:** En términos generales, los superordenadores se utilizan para todas aquellas operaciones que requieren cálculos muy complejos con un alto número de variables tales como la astronomía o las ciencias aplicada a la agricultura (facilitando, por ejemplo, los estudios sobre los efectos de las alteraciones genéticas en las plantas).

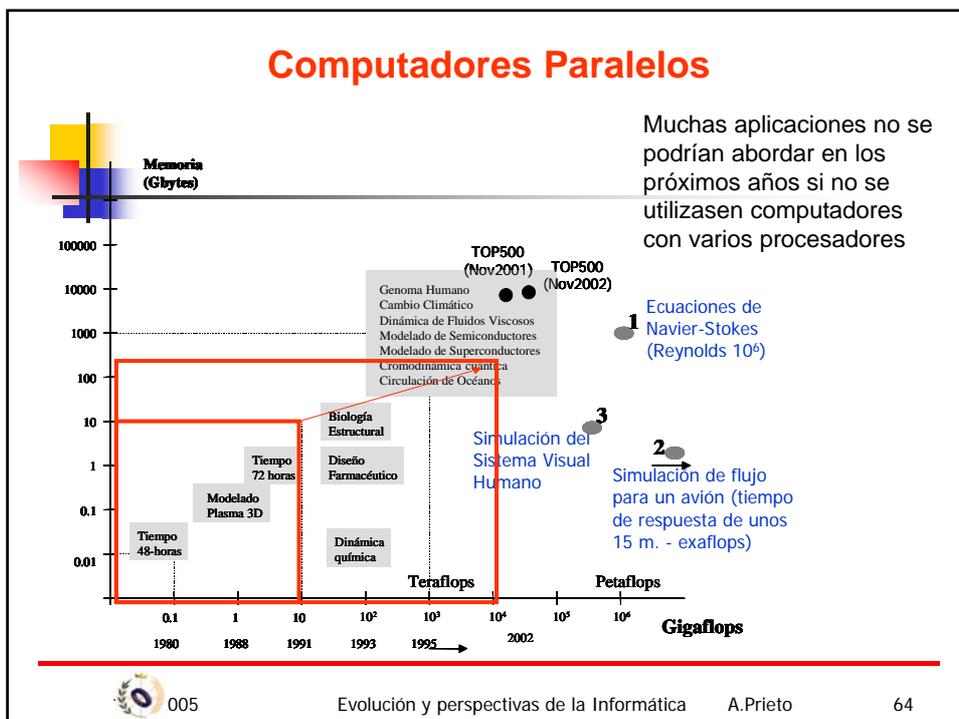
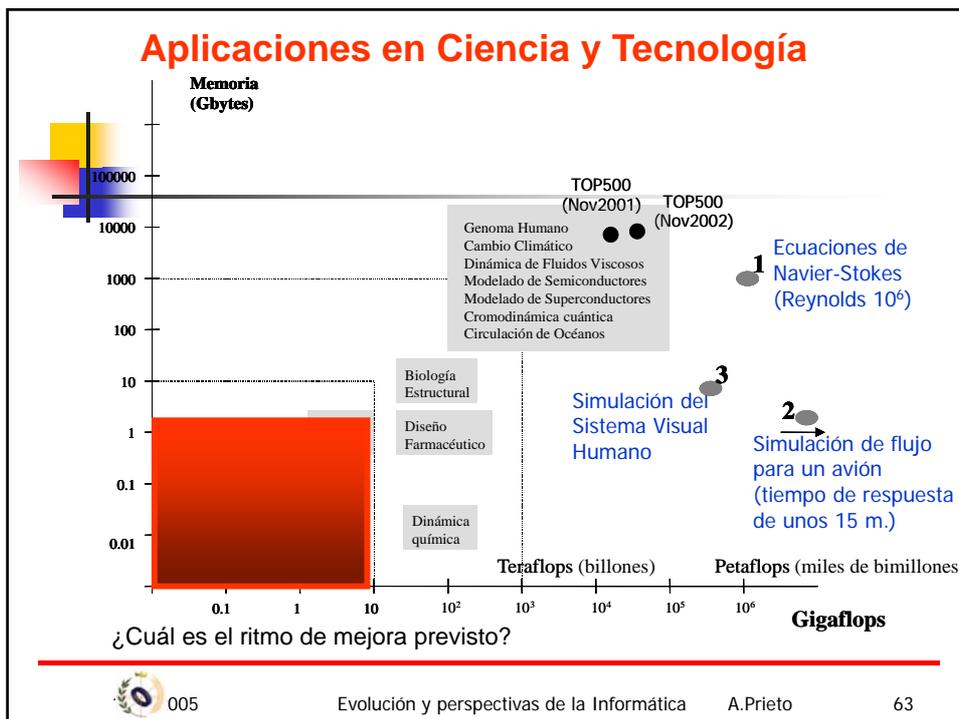
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 60

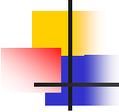


Múltiplo de unidades

- Kilo = 10^3 = 1.000 (miles)
- Mega = 10^6 = 1.000.0000 (millones)
- Giga = 10^9 = miles de millones
- Tera = 10^{12} = billones
- Peta = 10^{15} = miles de billones
- Exa = 10^{18} = trillones =
 - 1_3 000.000 2_2 000.000 1_1 000.000
- Conceptos de MIPS y FLOPS.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 62





Los supercomputadores Ejemplo de aplicación.

- **Predicción meteorológica.** Oficina M. de Bracknell y Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas a Medio Plazo de Reading. Se utilizan un modelo global y un modelo regional (Europa y Atlántico N.)

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

65



Los supercomputadores: Predicción meteorológica.

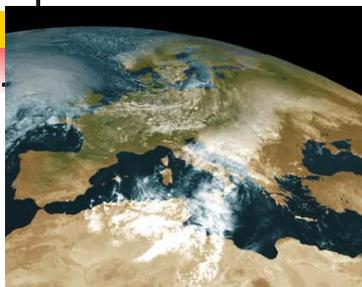
- Actualización cada 12 h. de una base de datos, con información procedente de estaciones meteorológicas, faros, globos, barcos, aviones y satélites del Sistema Global de telecomunicaciones de la OMM.
- Red/retícula de 15 capas de altura, y separación media de unos 75 Km. En cada punto se estima la velocidad de viento, temperatura, presión y humedad.
- A partir del modelo geométrico se utiliza un modelo matemático (ecuaciones diferenciales) para estimar en un instante posterior los movimientos de aire, las transferencias de energía,... entre los distintos puntos de la red. Para predecir lo que ocurre a los 7,5' se tardaban 1,25''.
- En 1990: Cyber 205, 2 IBM 3081, y procesadores de comunicaciones

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

66

Ejemplos en Aplicaciones Científicas



Predicción del Tiempo

Modelos numéricos más avanzados (más fiabilidad en el límite de tiempo establecido para hacer la predicción)

Aumento de la Resolución

Instituto Nacional de Meteorología

Cray C90 (4 Proc.) → Cray X1 (40 Proc.)

Predicción a corto plazo (<72 horas)

Resolución:

45 Km a 15 Km (Europa, África N, Atlántico N)

20 Km a 5 Km (áreas locales)



005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

67

Aplicaciones en Servidores de Internet, Bases de Datos,...

Gestión de volúmenes de datos elevados y gran cantidad de operaciones con un tiempo de respuesta máximo

GOOGLE

- Una respuesta típica a una consulta es de unos 4000 bytes
- Aproximadamente se producen unos 70 millones de consultas diarias
- Demanda media de ancho de banda: (1% del ancho de banda del enlace)

$$\frac{70.000.000(\text{consultas} / \text{día}) \times 4000(\text{Bytes} / \text{consulta}) \times 8(\text{bits} / \text{Byte})}{24 \times 60 \times 60(\text{segundos})} \approx 26(\text{Mbit} / \text{s})$$

- Explorar la Web (se hace semanalmente) para actualizar la información disponible de los sitios necesita más ancho de banda:

$$\frac{1.000.000.000(\text{páginas}) \times 4000(\text{Bytes} / \text{consulta}) \times 8(\text{bits} / \text{Byte})}{24 \times 60 \times 60(\text{segundos} / \text{día}) \times 7(\text{días})} \approx 53(\text{Mbit} / \text{s})$$

- La información se recoge en uno de los sitios, pero el índice final y la cache de páginas (unos 5 TBytes) deben replicarse en los otros dos sitios:

$$2^x \frac{5.000.000.000(\text{MB}) \times 8(\text{bits} / \text{Byte})}{24 \times 60 \times 60(\text{segundos} / \text{día}) \times 7(\text{días})} \approx 132(\text{Mbit} / \text{s})$$

Cluster con más de 15.000 PC

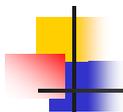


005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

68

Aplicaciones en Tratamiento de Imágenes y Gráficos



Efectos especiales en películas o películas de dibujos animados

Mediante el uso de computadores paralelos (usualmente, clusters de PC) se consigue reducir costes y tiempo de realización.

- Toy Story
- Buscando a Nemo
- El Señor de los Anillos
- Matrix: Reloaded
- Terminator 3

RenderMan 11.5
(Software de Rendering)



005

Evolución y perspectivas de la Informática

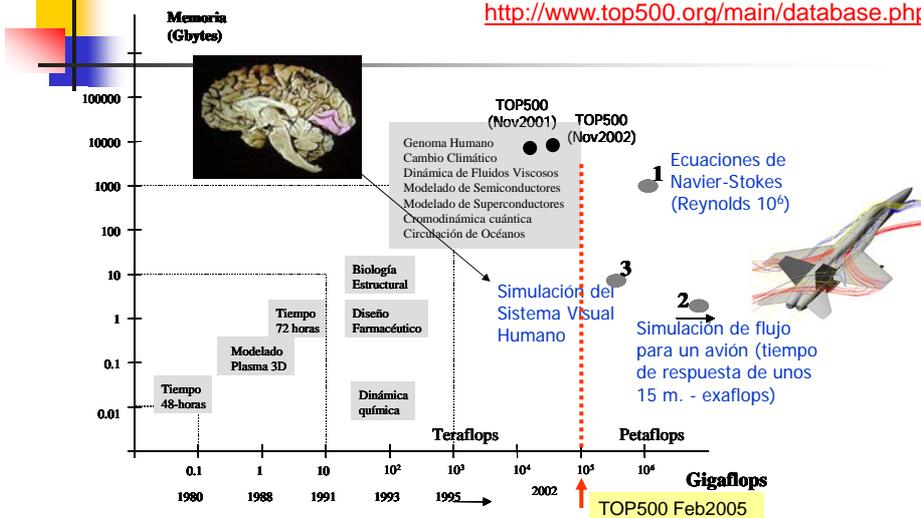
A.Prieto

69

TOP500

<http://www.top500.org/>

<http://www.top500.org/main/database.php>



005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

70

Los supercomputadores actuales

- **Computador mas rápido del mundo en Nov. 2000:**
 - ASCI White, 12,3 Teraflops
 - 8192 procesadores, Power 3, 375 MHz
 - Lawrence Livermore National Lab. (US Energy Dep.)
 - Seguridad y fiabilidad nuclear
 - 6TB MP, 160 TB de disco
 - Superficie de 2 campos de baloncesto.
 - Costo: 110 millones de \$ (20.000 millones de ptas.)

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

71



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

72

TOP500 (Febrero de 2005)

Blue Gene/L DD2

Procesadores: 32.768

PowerPC 0.7 GHz

Rpico = 91.75 TFLOPS

Rmax = 70.72 TFLOPS

Nmax = 933.887

Previstos 360 TFLOPS (finales 2005)



Columbia (10.240 procesadores)



Earth Simulator (5.120 procesadores)



005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

73

Mare Nostrum

- Agencia EFE

TORREJÓN DE ARDOZ (MADRID).- La ministra de **Educación y Ciencia**, María Jesús San Segundo, presentó el superordenador '**Mare Nostrum**', el más potente de Europa, que estará a disposición de los científicos a partir de enero con capacidad de realizar 40 billones de operaciones en un segundo.

Durante el acto de presentación del superordenador, desarrollado por **IBM**, su presidenta para España, Amparo Moraleda, avanzó que en las primeras semanas de enero la máquina estará ya operativa en su **destino final**, que es el **Centro de Supercomputación de la Universidad Politécnica de Cataluña**.

- Este superordenador adquirido por el Gobierno español dispone de 4.564 procesadores con tecnología Power contenidos en una superficie menor a la mitad de una pista de baloncesto. Con una superficie de 160 metros cuadrados, su consumo es de 600 kilowatios, lo que equivale a 6.000 bombillas de 100 vatios.

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática

A.Prieto

74

Características

- **Capacidad de proceso:** 40 Tflops (40 billones de operaciones por segundo)
- **Memoria principal:** 9.0 TeraBytes (equivalente a la 18.000 PCs)
- **Disco:** 128 TB (1TB=1.000 GB), equivale a 2.200 PC o 29 millones de libros
- **Arquitectura** escalable de 64 bits.
- **Procesadores:** 4.500 (Power)
- **Sistema operativo:** Linux
- **Superficie:** 120 m². (30 menos que el mayor del mundo)
- **Consumo:** 600 KW (15.000 bombillas de 40W)

18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

75



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

76



18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 77



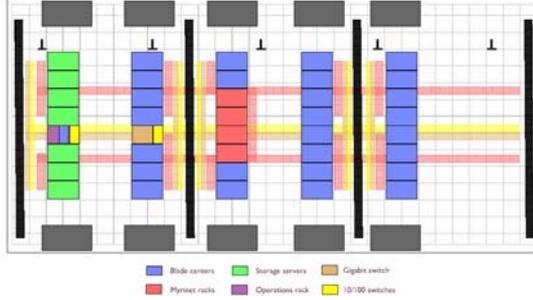
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 78



18/4/2005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

79

Mare Nostrum (ii)

Tarjetas JS20 Blade
 (14 tarjetas por chasis, 6 chasis por rack, 27 racks)

2 procesadores
 PowerPC970 SMP 2.2GHz

4 GB memoria (512 KB L2)

Drive IDE local (40 GB)

2x1 Gb Ethernet

Tarjeta Myrinet

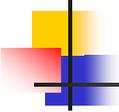




005

Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto

80



Futuro

- **Mejoras en:**
 - Tecnología
 - Arquitecturas:
 - **Telecomunicaciones (Redes):**
 - **TV por Internet (bajo demanda)**
 - **WiFi → WiMax**
 - **Bluetooth**
 - Software
 - Modelos computacionales

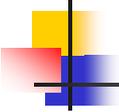
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 81



WiMax

- **WiMAX (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas)**
 - estándar de transmisión inalámbrica de datos diseñado para ser utilizado en el área metropolitana o **MAN**.
 - Integra la familia de estándares IEEE 802.16 y el estándar **HyperMAN** del organismo de estandarización europeo **ETSI**.

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 82



WiMax

- La nueva versión 802.16a, ratificada en marzo de 2003, utiliza una banda del espectro más estrecha y baja de 2-11 GHz, facilitando su regulación.
- Requiere el despliegue de estaciones base (BS) formadas por antenas emisoras/receptoras con capacidad de dar servicio a unas 200 estaciones suscriptoras (SS) que dan cobertura y servicio a edificios completos.
- Su instalación es muy sencilla y rápida (culminando el proceso en dos horas)
- Precio realmente competitivo en comparación con otras tecnologías de acceso inalámbrico como Wi-Fi: entre 5.000 euros y 25.000 euros.

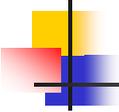
18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 83



WiMax

- Esta tecnología de acceso transforma las señales de voz y datos en ondas de radio dentro de la citada banda de frecuencias. Está basada en OFDM, y con 256 subportadoras puede cubrir un área de 48 kilómetros permitiendo la conexión sin línea vista, es decir, con obstáculos interpuestos, con capacidad para transmitir datos a una tasa de 75 Mbps con un índice de modulación de 5.0 bps/Hz y dará soporte para miles de usuarios con una escalabilidad de canales de 1,5 MHz a 20 MHz. Este estándar soporta niveles de servicio (SLA) y calidad de servicio (QoS).

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 84



WiMax

- . Después de la fase de pruebas y estudios cuya duración prevista es de unos dos años, se espera comenzar a ofrecer servicios de conexión a **Internet** a 4 Mbps a partir de 2007, incorporando WiMAX a los ordenadores portátiles y PDA.

18/4/2005
Evolución y perspectivas de la Informática
A.Prieto
85



WiMax

Innovation for WiMAX Fixed Wireless Broadband Platforms

The Intel® PRO/Wireless 5116 is a highly integrated, IEEE 802.16-2004 compliant system on chip (SoC) for both licensed and license-exempt radio frequencies. The unmatched level of integration streamlines the design process and delivers a solid foundation for the development of cost-effective customer premise equipment (CPE).
When combined with third-party RFICs and power amplifiers, manufacturers can create a broad range of outdoor and indoor self-installable WiMAX modems and residential gateways capable of delivering high-rate IP-based data, voice, and real-time video. To further reduce cost and speed hardware product development, Intel PRO/Wireless 5116 hardware implementations will be available through third-party ODMs.



18/4/2005
Evolución y perspectivas de la Informática
A.Prieto
86



Futuro

- **Mejoras en:**
 - Tecnología
 - Arquitecturas:
 - Telecomunicaciones (Redes)
 - **Software**
 - **Modelos computacionales**

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 87



Bibliografía

- M.R. Williams, "A history of computing technology", Prentice Hall 1985
- D.A. Paterson, J.L. Hennessy, "Estructura y diseño de computadores", Edt. Reverté, 2000.
- A.Prieto, A.Lloris, J.C.Torres, "Introducción a la Informática", McGraw-Hill, 1995. (*Capítulo 14*).
- *J.Ortega*
- J.Meyers, "A short history of the computer", <http://www.softlord.com/compt>
- B. Randell (Edt.), "The origins of digital computers", Springer Verlag, 1970 (recopila artículos originales de los pioneros de los computadores)
- Top500

18/4/2005 Evolución y perspectivas de la Informática A.Prieto 88