

Informazioni sul corso

- Panoramica sulle tecnologie degli Elaboratori
- Funzionamento teorico della JVM
- Programmazione della JVM (maggio - ciclo intensivo)
- Aumento delle prestazioni ed architetture parallele
- Testo adottato:
 - Andrew S. Tanenbaum** - Architettura dei Computer, un approccio strutturato - Pearson Education Italia - ISBN 88-7192-271-9
- Inglese (amazon.com):*
 - Andrew S. Tanenbaum** - Structured Computer Organization (4th Edition) - Prentice Hall PTR - ISBN: 0130661023
- Approfondimenti:
 - W. Buchanan, A. Wilson** - Advanced PC Architecture - Addison Wesley - ISBN 0-201-39858-3
- WEB: <http://www.unicam.it/matinf>
- Didattica, Materiale didattico, Trojani, ArcElab

Storia dei calcolatori

Anno	Nome	Costruttore	Descrizione
1642	Pascalina	Blaise Pascal	Dispositivo ad ingranaggi per addizioni e sottrazioni
1716	Calcolatrice	G.W. Leibniz	Dispositivo meccanico per le 4 operazioni
1830	Difference Engine	C. Babbage	Dispositivo meccanico per addizioni e sottrazioni da un unico algoritmo. risultati su una piastra di rame (Write-Once)
1834	Analytical Engine	C. Babbage	4 parti: input, store, unità calcolo, output. Programmabile tramite schede magnetiche. Ada Lovelace 1^a programmatrice
1936	Z1	Konrad Zuse	Serie di calcolatrici funzionanti a relé (distrutti dai bombard.)
1940		Atanasoff e Stibbitze	Calcolatrici automatiche, aritmetica binaria, condensatori come memorie (da rinfrescare - "jogging the memory")
1944	MARK I	H. Aiken	Versione a relé della "Babbage": 72 parole da 23 cifre decimali, 6 secondi/istruzione, I/O su nastro di carta perforato.
1943	COLOSSUS	Gov. Britannico	1^a calc. Elett. Digitale per decifrare messaggi cifrati (A.Turing)
1946	ENIAC I	Eckert / Mauchley	18K valvole, 1.500 relé, 30 t, 140 kW. 6.000 interruttori per la programmazione, 20 registri da 10 cifre decimali
1949	EDSAC	M. Wilkes	1^a con programma in memoria
1951	Whirwind I	MIT	1^a calcolatore "real time". Memoria da 16 bit a nuclei
1952	IAS	Von Neumann	5 parti: mem 4K parole da 40 bit, ALU, UC, input, output.
1953	701	IBM	2 KW x 36 bit, memoria a nuclei, inizio successo IBM
1958	709	IBM	Ultima macchine a valvole termoioniche
1959	TX-0	MIT	Primo calcolatore a transistors
1960	PDP-1	DEC	4KW x 18 bit 5 uS/Ciclo - 120K\$: industria minicalcolatori (50 esemplari) - Primo videogame su schermo 512x512 al MIT
1961	1401	IBM	Applicazioni Commerciali su piccole aziende molto diffuso
1962	7094	IBM	32KW x 36 bit a nuclei 2 uS/Ciclo 4 M\$
1963	B5000	Burrougs	Progettata per linguaggi ad alto livello: Algol 60
1964	6600	CDC	Alto grado di parallelismo (Seymour Cray)
1965	PDP-8	DEC	12 bit, 16K\$, Omnibus (1^ bus), 50.000 venduti
1964	360	IBM	Compatibile con i precedenti grazie alla microprogr. (32 bit)
1970	PDP-11	DEC	16 bit, concorrente del 360, domina il mercato nelle Università
1974	8080	INTEL	Primo PC a 8 bit su singolo Chip
1974	CRAY-I	Cray	Primo supercomputer vettoriale
1978	VAX	DEC	1^a Supermini a 32 bit
1981	IBM PC	IBM	1^a PC a 16 bit a larghissima diffusione
1985	MIPS	MIPS	1^a Sistema RISC commerciale
1987	SPARC	Sun	1^a Workstation RISC ad architettura SPARC
1990	RS6000	IBM	1^a calcolatore RISC superscalare
V Generazione			? "appliance"?


Calcolatrice: Pascalina



Blaise Pascal
(1623-1662)



La rotazione completa di una ruota fa avanzare automaticamente di una unità la ruota alla sua sinistra.

© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori  UNICAM 2008 [3]


Evoluzione della Pascalina



Gottfried Wilhelm
Leibniz
(1646-1716)



La macchina era in grado di effettuare tutte le 4 operazioni fondamentali somma, sottrazione, moltiplicazione e divisione.

© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori  UNICAM 2008 [4]

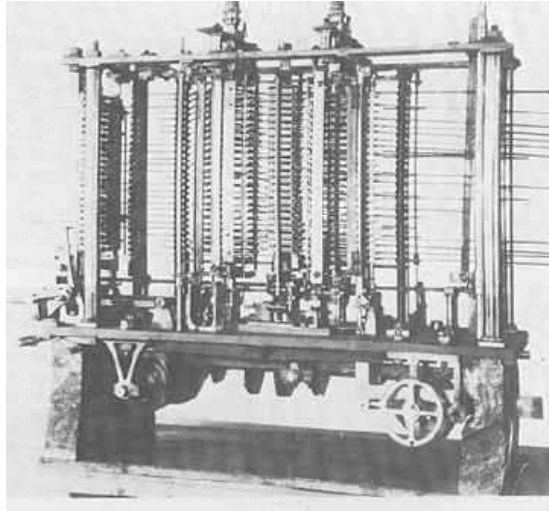
Calcolatrice programmabile: Analytical Engine




C. Babbage
(1792-1871)

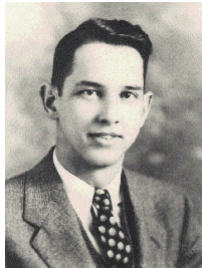


Ada Augusta Lovelace

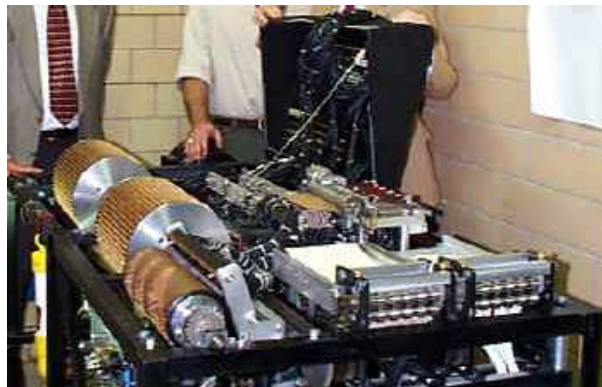


© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori  UNICAM 2008 [5]


L'invenzione del "computer"



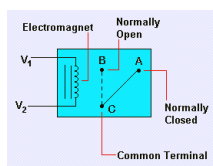
J. Atanasoff 1935



Aritmetica binaria e memoria a condensatore

© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori  UNICAM 2008 [6]

I calcolatori a relè - MARK I

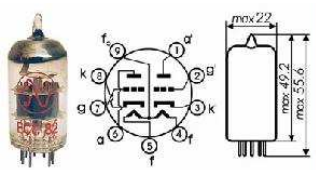


Aiken 1944

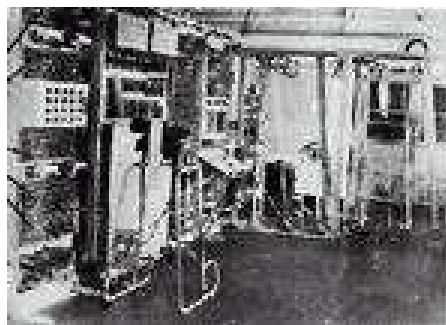
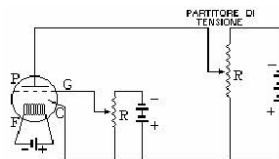


La Hopper conia il termine **BUG**, una volta trovato il responsabile del blocco del computer

I calcolatori elettronici - COLOSSUS



La valvola termoionica è un dispositivo a tre terminali: Anodo, Catodo e Griglia; variando la tensione di griglia si varia la corrente tra Anodo e Catodo. Vedi schema:



A. Turing nel 1943 collaborò alla realizzazione del COLOSSUS, il primo elaboratore elettronico che fu secretato per 30 anni dal governo inglese.



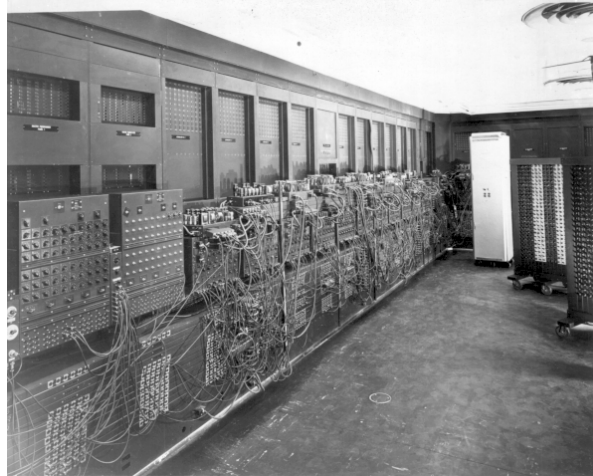
Il primo “conosciuto”: ENIAC I


Pronto nel 1946:

- 18.000 valvole
- 1.500 relè
- 30 tonnellate
- 140 kW consumo

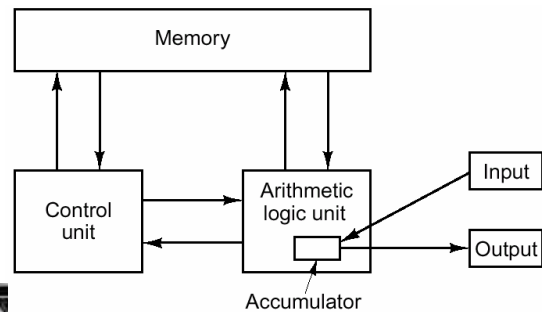
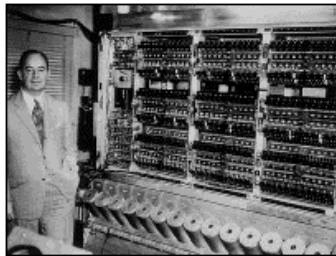
Architettura:

- 20 registri da 10 cifre
- 6.000 interruttori a più posizioni per la programmazione
- una “foresta” di cavi di collegamento




© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori  UNICAM 2008 [9]

IAS - Von Neumann



1952 - con Von Neumann, nasce l'architettura degli elaboratori

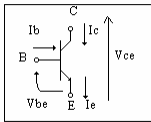
1953 - IBM 701

© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori  UNICAM 2008 [10]

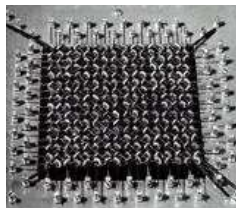
Transistors - dal TX-0 al PDP-1



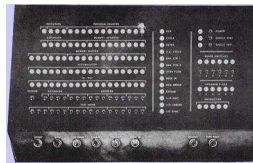
TX-0 1958



PDP-1 1960



Memoria a ferrite



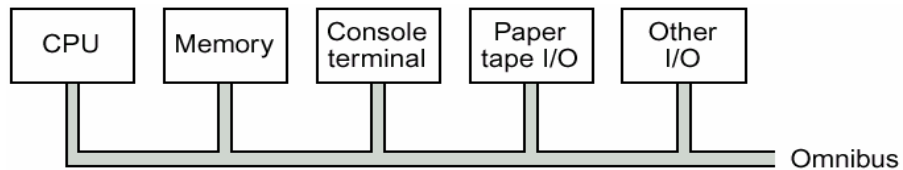
© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori UNICAM 2008 [11]

Il minicomputer



IBM-1401 1961

PDP-8
1964
16K\$,
50.000
venduti



© Ing. Massimo Trojani – Laboratorio di Architettura degli Elaboratori UNICAM 2008 [12]

Il supercomputer



CDC 6600 1964

- Seymour Cray
- CPU altamente parallela (fino a 10 istruzioni/ciclo)
- I/O e gestione ad altre CPU interne
- 9 Mflops

La 3^a generazione - le famiglie di computer

IBM 360:

- Modelli compatibili
- multiprogrammazione
- Emulazione tramite microprogrammazione
- aritmetica binaria e decimale



IBM System 360 Models 30, 40, 50, 65, and 75

Property	Model 30	Model 40	Model 50	Model 65
Relative performance	1	3.5	10	21
Cycle time (nsec)	1000	625	500	250
Maximum memory (KB)	64	256	256	512
Bytes fetched per cycle	1	2	4	16
Maximum number of data channels	3	3	4	6

Dal PDP-11 al LSI-11

L'integrazione su Larga Scala (LSI) ha permesso la produzione dei primi PC e, abbassando i costi, la larga diffusione dei minicomputer

PDP-11/20 e UNICS

- 16 KB occupati dal UNICS
- 8 KB disponibili all'utente



Intel 4004 (1971) primo computer singolo chip:

- Processore a 4 bit, frequenza 108 KHz ;60000 istruzioni per secondo
- 640 indirizzi di memoria permessi
- 2300 transistor su singolo chip (10 micron deep)
- Costo: 200 \$

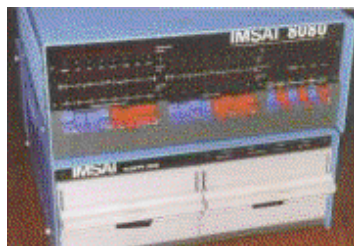


I primi microcomputer

Negli anni '70 la tecnologia LSI porta:



- 1974 - Primo PC in scatola di montaggio: Altair basato su 8080. 2MHz, 256B, 395\$



1976 - IMSAI 8080, basata su 8080 e S.O. CP/M



1976 - Steve Jobs e Steve Wozniac producono il primo Apple a 666.66\$. 175 venduti

Non c'è solo INTEL

La produzione degli altri microprocessori:

- 1974 - Motorola commercializza 6800
- 1974 - RCA - produce il primo RISC: 1802 a 6.4 MHz
- 1975 - MOS technologies - produce il 6501 a 20\$ ed il 6502 a 24\$ contro i 150\$ del 8080
- 1976 - La Zilog Commercializza il processore Z80 a 2.5 MHz compatibile 8080

... e non solo microcomputer

Il computer invade altri campi sociali e scientifici:



1971 - Ping
Pong Atari:
10.000
install. in
pochi mesi



1972 - HP65
100 passi 800\$
missione Apollo
- Soyouz del' 75

1972 - successo delle e-mail
e dei gruppi di discussione

1976 - Il Dod sperimenta
con successo il TCP/IP



1979 - Space Invaders

Dai Personal agli Home Computer

Dopo il 1977, il computer entra nelle case



Apple II: 6502
1300\$, 35000
venduti 1 anno.

Atari 400: 6502



CBM PET:
- 6502 - 800\$



Radio Shack TRS-80: - Z80 - 800\$



Ohio Scientific: 6502

Il Software per PC I

Da apprendista stregone a industriale:

1975

- Paul Allen e Bill Gates fondano la **Microsoft** e vendono Basic per PC
- Gary Kildall fonda la "Digital Research Inc." e vende il CP/M

- Steve Wozniac presenta il suo BASIC per APPLE
- Bill Gates inizia a denunciare la pirateria Informatica

1979

Uscita del "Unix Time-Sharing System V7" per VAX e PDP/11

1980

- Microsoft commercializza XENIX: uno UNIX leggero per PC
- Gary Kildall perde il contratto con IBM a favore di Microsoft
- Microsoft acquista il QDOS (clone CP/M) di Tim Patterson per 50K\$
- Microsoft distribuisce il PC-DOS 1.0 per i sistemi PC-IBM



La 4^a generazione - Very Large Scale Integration

Tra gli anni '70 e '80 arriva la VLSI:

- 1978 - Primo supermini a 32 bit: VAX-11
- 1978 - Primo μ P a 16 bit: Intel 8088
- 1980 - Apollo workstation con 68000
- 1981 - IBM PC con 8088/4,77 MHz 64K Ram FD
- 1982 - SUN-1 successore di Apollo
- 1982 - Olivetti M20 basato su Z-8001 a 16 bit.
- 1982 - Intel μ P 80286 contro microVAX



Very Large Scale Integration II

- 1983 - Apple presenta il Lisa con processore 68000.
investimento 150M\$, costo:10K\$
- 1983 - Olivetti e AT&T M24 con 8086
- 1984 - Apple presenta il Macintosh: costa solo 2500\$
- 1984 - IBM PC-AT con processore 80286 a 6MHz
- 1985 Intel lancia il processore a 32 bits 80386DX
a 16 MHz, 275.000 transistors, 4 GB, 299 \$.
- 1986 - primo RISC: MIPS R2000, a 8 MHz, 5 MIPS.



Home and Game Computer

I processori a 8 bit vengono usati negli Home Computer:

1981:

- CBM VIC20 (1 M venduti in 2 anni)
- Sinclair ZX81, 200\$
- Osborne-1 a 1800\$: primo PC portabile
- Proton della Acorn, corso alla BBC



1982

- Commodore-64 600\$ (record di 22 M)
- Amstrad CPC 464, 600\$



1986 - Apple IIs chiude era PC 8bit



Il Software per PC II

1982

- Accordo **Microsoft-Apple** per Software su futuro MacIntosh
- Microsoft commercializza una versione di **MS/DOS per compatibili**.
- Internet sta decollando: oltre 200 macchine connesse
- Microsoft commercializza **Multiplan**, foglio elettronico per MS/DOS

1983

- Microsoft promette che uscirà presto con un'interfaccia grafica ed intanto commercializza il **MS-WORD 1.0** per MS-DOS
- **Bjarn Stroustrup** sviluppa un'estensione Object Oriented del C il **C++**

1984

- Microsoft, dopo l'uscita di Apple-Macintosh, presenta "Interface Manager" (Windows) per PC.

1985

- Microsoft lancia il programma Word per Macintosh e subito dopo Windows 1.0, la nuova interfaccia grafica per PC.

L'evoluzione dei Supercomputer

1976

- CRAY-I: il primo supercomputer vettoriale

1979

- M13 supercomputer sovietico
da 200 MIPS (Mikhail Kartsev)

1982

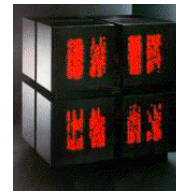
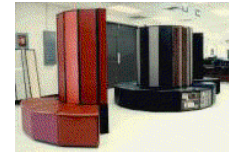
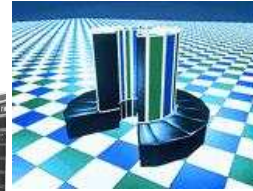
- Cray X-MP, 2/4 processori a 105MHz,
235 Mflops, SSD da 1GB

1985

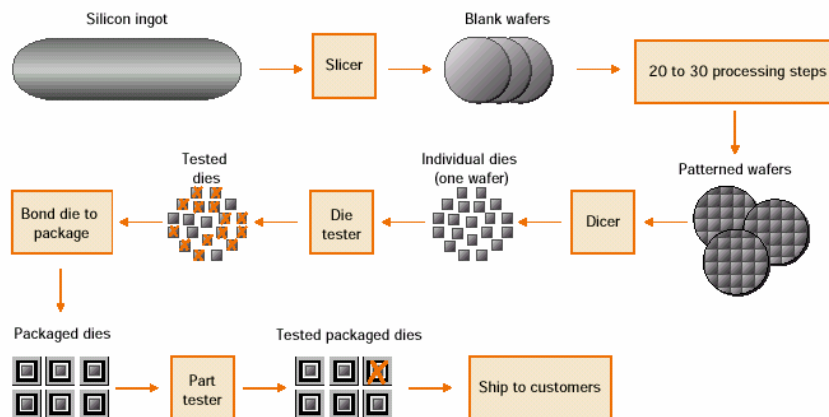
- Cray 2, 4 processori per oltre
1GFlops

1986

- CM-1 di "Thinking Machines": fino a 32K
processori connessi tra di loro



Processo produttivo di un IC



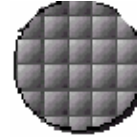
$$Costo_chip = \frac{die + test + pack}{resa_test_finale}$$

Esempio di Calcolo 1/3

$$\text{costo_die} = \frac{\text{costo_wafer}}{\text{numero_die_wafer} \cdot \text{resa_die}}$$

$$\text{numero_die_wafer} = \frac{\text{area_wafer}}{\text{area_die}} - \text{die_periferici}$$

$$\text{die_periferici} \cong \frac{\text{circonferenza_wafer}}{\text{diagonale_die}}$$



Esempio: wafer da 20 cm diametro e die da 1.5 x 1.5 cm:

$$\text{numero_die_wafer} = \frac{\pi \cdot 100}{2.25} - \frac{\pi \cdot 20}{\sqrt{2.25 + 2.25}} = \frac{314.1593}{2.25} - 29.62 = 110$$

Se il die fosse stato 1 x 1 cm avremmo avuto:

$\text{numero_die_wafer} = 269$ Da notare che $110 / 2.25 = 247$ ovvero, diminuendo l'area del die di un fattore k si ottiene un numero di die maggiore del fattore k stesso

Esempio di Calcolo 2/3

$$\text{resa_die} = \text{resa_wafer} \left(1 + \frac{\text{densita_difetti} \cdot \text{area_die}}{\alpha} \right)^{-\alpha}$$

dove:

- resa_wafer = probabilità che non sia tutto difettoso (100%)
- densita_difetti = da 0.6 a 1.2 difetti/cm²; assumiamo = 0.8
- α = complessità processo drogaggio (CMOS = 3)

Applicando la formula agli esempi precedenti:

$$(1.5 \cdot 1.5) : \text{resa_die} = 1 \left(1 + \frac{0.8 \cdot 2.25}{3} \right)^{-3} = 0,244$$

$$(1 \cdot 1) : \text{resa_die} = 1 \left(1 + \frac{0.8 \cdot 1}{3} \right)^{-3} = 0,492$$

Esempio di Calcolo 3/3

Troviamo il costo per die, assumendo un costo del wafer di 3.500 \$:

$$(1.5 \cdot 1.5) : \text{costo}_{die} = \frac{3500}{110 \cdot 0.244} = \frac{3500}{27} = 130\$$$

$$(1 \cdot 1) : \text{costo}_{die} = \frac{3500}{269 \cdot 0.492} = \frac{3500}{132} = 27\$$$

Raddoppiando l'area di un die, il costo Quadruplica



MINIATURIZZARE

Costo di un sistema completo (PC)

–Componenti base, totale:	60%
–Cabinet, comprensivo dell'alimentatore	4%
–Scheda Madre, comprensiva di processore	7%
–Memoria RAM (128 KB, DRAM)	36%
–L'interfaccia video	10%
–Le altre interfacce di I/O	3%
–Unità I/O, totale	36%
–Tastiera e mouse	1%
–Monitor	22%
–HD	7%
–Nastro (DAT)	6%
–Assemblaggio	4%

Costo di vendita da 3 a 4 volte superiore (R&D e Listino)

Le Prestazioni di un Sistema

Quale fra questi aerei ha prestazioni migliori?

Aereo	Passeggeri	Autonomia (mi)	Velocità (mi/h)
Boeing 737-100	101	630	598
Boeing 747	470	4150	610
BAC/Sud Concorde	132	4000	1350
Douglas DC-8-50	146	8720	544

- Quanto è più veloce il Concorde rispetto al 747 ?
- Quanto è più grande il 747 rispetto al DC-8 ?

Nei Computer possiamo misurare:

- Tempo di risposta - per una funzione programma, ..
- Volume di lavoro - programmi eseguiti per ora, ...

Prestazioni di un Computer \Leftrightarrow TEMPO

Tempo totale di esecuzione:

- Accesso alla memoria
- Accesso al disco
- Input/Output
- Overhead di Sistema Operativo
- Processore

Aumentare le prestazioni = agire sui fattori TEMPO

Legge di Pareto - ottimizzare i casi più comuni

Esempio: A = 80% B=20% Tempo Totale = 100 s

Miglioro A di 16 volte $\Rightarrow T = 80/16 + 20 = 5 + 20 = 25 = 4$ volte

\Rightarrow Situazione inversa: A=20% , B=80% \Rightarrow Intervenire su B

Prestazioni del PROCESSORE

CPU governata da un clock di $f = \text{costante}$

Esempio: $f = 50 \text{ MHz} \Rightarrow$ un impulso ogni 20 ns

Equazione prestazioni: $T_{\text{CPU}} = \text{IC} * \text{CPI} * \text{TC}$

- **IC** = Numero istruzioni di programma da eseguire
- **CPI** = numero clock medi per istruzione
- **TC** = Periodo del clock (= $1/f$)

Esempio: IC = 50.000.000, CPI = 5, TC = 12,5 ns ($f = 80 \text{ MHz}$)

$T_{\text{CPU}} = 50 * 10^6 * 5 * 12,5 * 10^{-9} = 50 * 5 * 12,5 * 10^{-3} = 3.125 \text{ s}$

IC, CPI, TC NON SONO INDIPENDENTI

RAM: LOCALITA' dei riferimenti

Il tempo di accesso alla memoria può essere migliorato seguendo il principio di località:

•Località Temporale

- i programmi eseguono cicli ripetitivi
- un blocco di codice indirizza spesso la stessa locazione

•Località Spaziale

- istruzioni prevalentemente contigue, rispetto ai salti
- si opera spesso su dati vettoriali e quindi contigui

Utilizzo della CACHE - MEMORY