



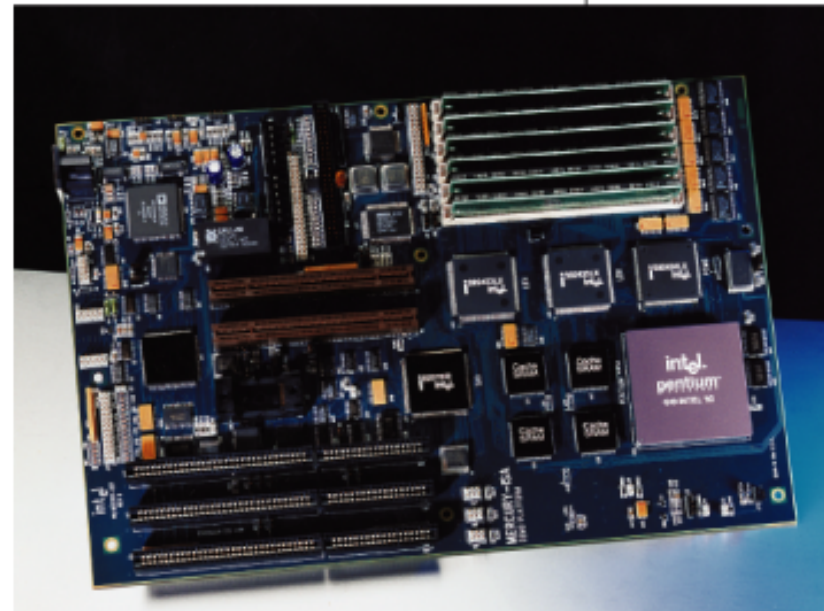
Architettura dei computer

- In un computer possiamo distinguere quattro unità funzionali:
 - il **processore**
 - la **memoria principale**
 - la **memoria secondaria**
 - i **dispositivi di input/output**

La memoria principale

- Fornisce la capacità di "memorizzare" le informazioni
- Può essere vista come una lunga sequenza di componenti elementari, ognuna delle quali può contenere un'unità di informazione (un bit)

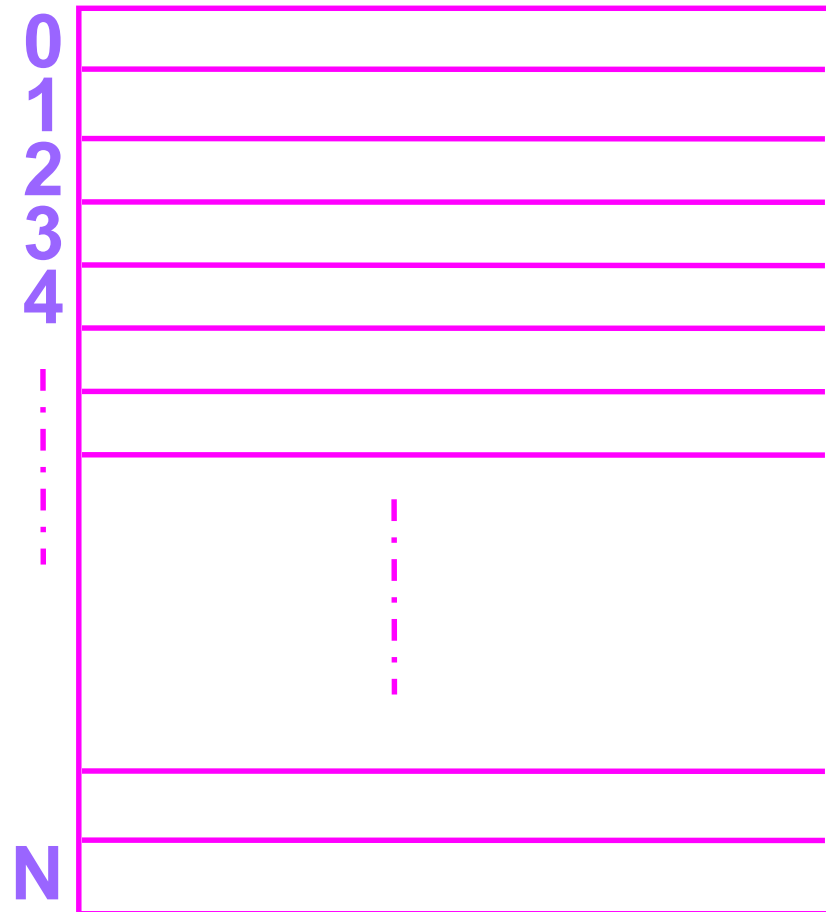
RAM (memoria principale) montata su chip nei moduli (schede)



Microprocessore
(con CPU)

La memoria principale

La memoria può essere vista come una sequenza di celle



- Ciascuna cella è caratterizzata da un **indirizzo**
- Gli indirizzi corrispondono all'ordinamento delle celle nella sequenza
- Gli indirizzi sono numeri interi (partono da 0)



La memoria principale

- Un altro nome con cui viene indicata la memoria principale è memoria **RAM** (**R**andom **A**ccess **M**emory)
- Questa definizione indica che il tempo di accesso ad una cella è lo stesso indipendente dalla posizione della cella
- Le operazioni che un Processore può effettuare sulla memoria sono le operazioni di lettura e scrittura di informazioni nelle celle
- **Una cella può contenere un dato o un'istruzione**



La memoria principale

- Per eseguire queste operazioni si deve specificare l'indirizzo della cella su cui si vuole operare
- L'indirizzo di una cella è un numero intero e quindi lo si può codificare in binario
- È necessario stabilire quanti bit devono essere utilizzati per rappresentare l'indirizzo
- Maggiore è il numero di bit utilizzati, maggiore sarà il numero di celle indirizzabili

Spazio di indirizzamento

- Ad esempio, se l'elaboratore utilizza 32 bit per l'indirizzo, la memoria potrà contenere fino a 4.294.967.296 celle. Se una cella contiene 1 byte allora abbiamo una memoria di 4 GB



La memoria principale

- Le dimensioni della memoria principale variano a seconda del tipo di computer e vengono espresse mediante le seguenti unità di misura:
- 1 Kilobyte (KByte) corrisponde a 1024 byte
 - 1 Megabyte (MByte) corrisponde a 1024 Kbyte
 - 1 Gigabyte (GByte) corrisponde a 1024 Mbyte
 - 1 Terabyte (TByte) corrisponde a 1024 Gbyte
- Nei computer attuali le dimensioni tipiche della memoria principale vanno dai 256Mbyte a 2 Gbyte



La memoria principale

- Una **parola di memoria** è, a seconda del tipo di computer, un aggregato di due, quattro o addirittura otto byte, sul quale si può operare come su un blocco unico
- Nei computer attuali le dimensioni tipiche delle parole di memoria vanno dai 32 bit (4 byte) ai 64 bit (8 byte)
- Un altro aspetto che caratterizza la memoria è il **tempo di accesso** (tempo necessario per leggere o scrivere un'informazione in una parola)



La memoria principale

- Le memorie principali dei computer attuali sono molto veloci e i loro tempi di accesso sono di pochi nanosecondi (un miliardesimo di secondo)
- La memoria principale perde ogni suo contenuto quando si interrompe l'alimentazione elettrica. Questa caratteristica viene chiamata **volatilità**
- È quindi necessario per conservare le informazioni (programmi e dati) avere altri tipi di memoria che preservano il contenuto anche senza alimentazione elettrica

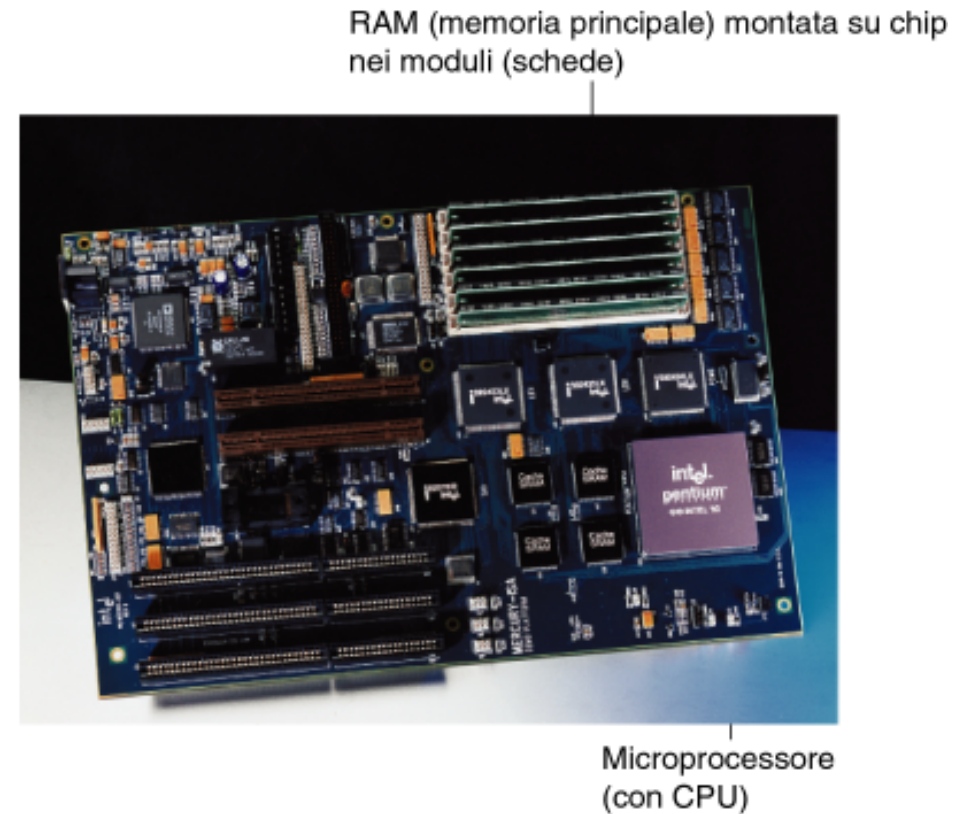


La memoria principale

- DRAM (Dynamic RAM) il contenuto viene memorizzato per pochissimo tempo per cui deve essere aggiornato centinaia di volte al secondo (FPM, EDO, SDRAM, RDRAM)
- SRAM (Static RAM) veloce e costosa, non deve essere aggiornata come le DRAM. Viene usata per le memorie cache (che vedremo più tardi)
- VRAM (Video RAM) usata per la memorizzazione di oggetti grafici sullo schermo

Il processore

- Il processore (detto anche CPU, ovvero, Central Processing Unit) è la componente dell'unità centrale che fornisce la capacità di elaborazione delle informazioni contenute nella memoria principale





Il Processore

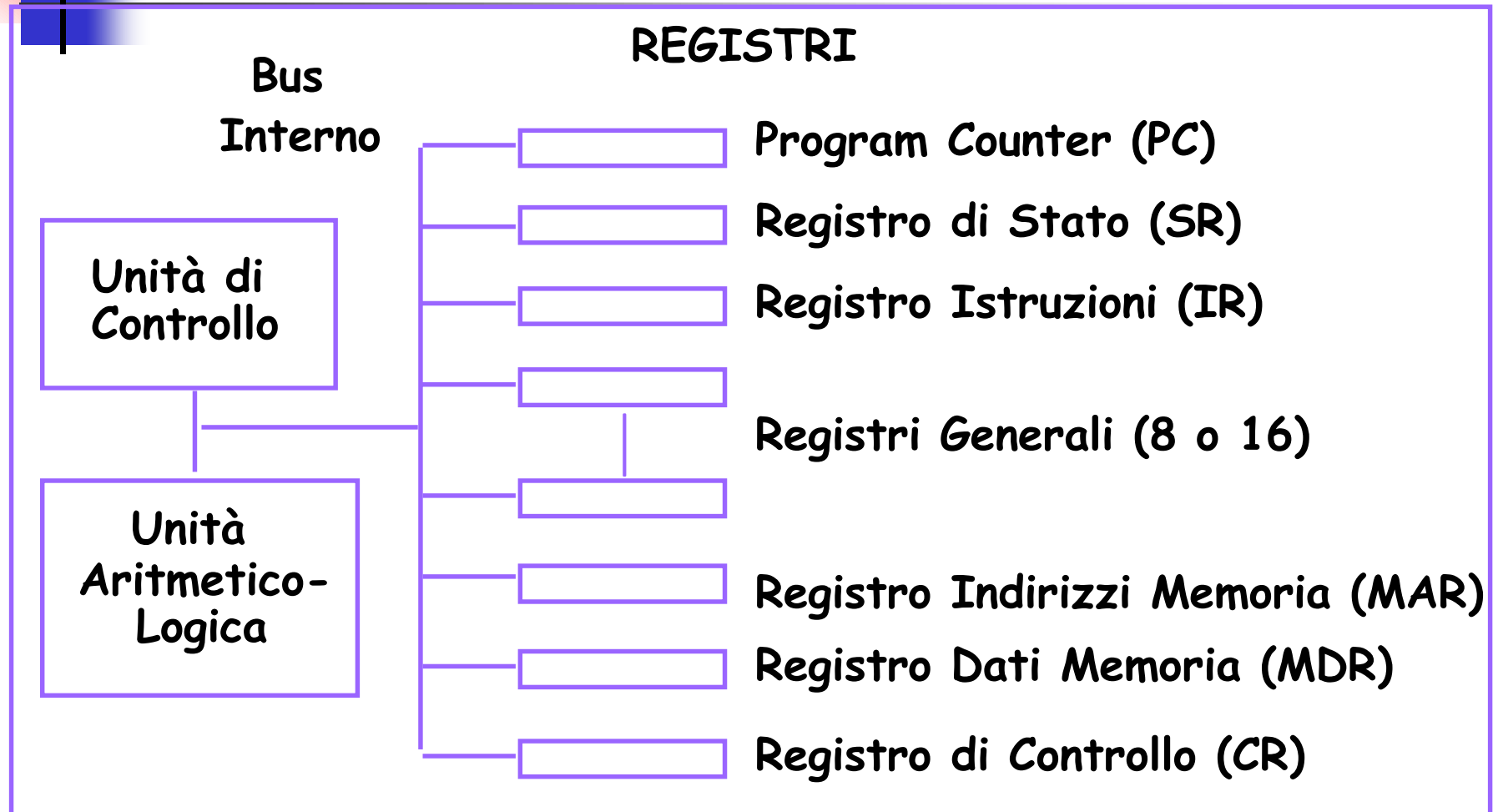
- L'elaborazione avviene in accordo a sequenze di istruzioni (**istruzioni macchina**)
- Il linguaggio in cui si scrivono queste istruzioni viene chiamato **linguaggio macchina**
- **Programma**: specifica univoca di una serie di operazioni che l'elaboratore deve svolgere
- E' costituito da una sequenza ordinata di *istruzioni macchina*
- Il ruolo del processore è quello di eseguire **programmi in linguaggio macchina**



Il Processore

- Nei computer sia il programma che i dati (le informazioni da elaborare) devono essere *caricati* (cioè, copiati) in memoria principale
- La memoria contiene almeno due tipi di informazioni:
 - la sequenza di istruzioni che devono essere eseguite dal processore;
 - l'insieme di dati (informazioni) su cui tali istruzioni operano
- Il processore è costituito da varie componenti che svolgono compiti differenti

Componenti di un processore





Il Processore: l'unità di controllo

- L'Unità di Controllo (UC) si occupa di coordinare le diverse attività che vengono svolte all'interno del processore
- Il processore svolge la sua attività in modo ciclico: ad ogni ciclo corrisponde l'esecuzione di una istruzione macchina
- Ad ogni ciclo vengono svolte diverse attività controllate e coordinate dalla UC
 - si legge (carica) dalla memoria principale la prossima istruzione da eseguire;
 - si decodifica l'istruzione e si leggono (caricano) eventuali dati (informazioni) dalla memoria principale
 - si esegue l'istruzione
 - si memorizza un eventuale risultato (informazione elaborata) in memoria principale

CICLO FETCH-DECODE-EXECUTE



Il Processore: l'unità di controllo

- La frequenza con cui vengono eseguiti i cicli di esecuzione è scandita da una componente detta **clock**
- Ad ogni impulso di clock la UC esegue un ciclo di esecuzione di istruzioni macchina
- La velocità di elaborazione di un processore dipende dalla frequenza del suo clock
- I processori attuali hanno valori di frequenza di clock che variano tra i 500 MHz e 3 GHz (tra 500 e 3000 milioni di impulsi al secondo)



Il Processore: i registri

- Il processore contiene al suo interno un certo numero di registri (unità di memoria estremamente veloci)
- Le dimensioni di un registro sono di pochi byte (4, 8)
- I registri contengono delle informazioni di necessità immediata per il processore
- Esistono due tipi di registri:
 - i registri speciali utilizzati dalla UC per scopi particolari;
 - i registri di uso generale (registri aritmetici)



Il Processore: i registri speciali

- Program Counter: i bit del registro PC indicano l'indirizzo di una parola in RAM il cui contenuto rappresenta la prossima istruzione da eseguire
- Registro Istruzione: i bit del registro IR indicano l'istruzione appena letta dalla RAM e da decodificare
- Registro Indirizzi Memoria (MAR): i bit del registro MAR indicano l'indirizzo di una parola in RAM il cui contenuto deve essere letto o scritto dal processore



Il Processore: i registri speciali

- Registro Dati Memoria (MDR): i bit del registro MDR indicano una copia del contenuto di una parola in RAM letto dal processore o il valore di bit che devono essere scritti in RAM dal processore
- Registro di Stato (SR): i bit del registro SR indicano che una particolare condizione si è verificata a seguito dell'esecuzione di un'istruzione, ad esempio, se un'istruzione di somma genera un overflow allora la ALU scrive un certo valore nel registro SR.



Il Processore: i registri di uso generale

- I registri generali sono usati per l'esecuzione di istruzioni memorizzando, ad esempio:
 - il contenuto di una parola di memoria letto dal processore
 - il risultato di un'elaborazione sul contenuto di uno o più registri
 - gli operandi di un'istruzione aritmetica
 -



L'Unità Aritmetico-Logica

- L'**U**nità **A**ritmetico-**L**ogica (**ALU**) è costituita da un insieme di circuiti in grado di svolgere le operazioni di tipo aritmetico e logico
- La ALU legge i dati contenuti all'interno dei registri generali, esegue le operazioni e memorizza il risultato in uno dei registri generali
- Vi sono circuiti in grado di eseguire la somma di due numeri binari contenuti in due registri e di depositare il risultato in un registro, circuiti in grado di eseguire il confronto tra due numeri



Come sono fatte le istruzioni

- Che tipo di istruzioni può eseguire un processore
 - leggi la parola in RAM all'indirizzo 5 e mettila nel registro R0
 - scrivi il contenuto del registro R1 nella parola di memoria all'indirizzo y
 - somma il contenuto dei registri R0 e R8 mettendo il risultato nel registro R4
 - inverti i bit del registro R6 mettendo il risultato in R2
 - trasla verso sinistra di una posizione i bit del registro R9 e scrivi il risultato nella parola di memoria il cui indirizzo è contenuto nel registro R6
 - cambia il contenuto del registro PC (istruzioni di salto)
 -



Come sono codificate le istruzioni

- Le istruzioni che un processore può eseguire sono anch'esse rappresentate in formato digitale.
- Si sceglie di usare un certo numero di bit e si fa corrispondere ad un'operazione una configurazione.
- Si sceglie di usare un certo numero di bit e si fa corrispondere ad un registro una configurazione.
- A seconda dello spazio di indirizzamento, si sceglie di usare un certo numero di bit e si fa corrispondere ad un indirizzo una configurazione.
- In questo modo, le istruzioni sono rappresentate in formato digitale e mantenute all'interno della RAM per essere prelevate (lette) ed eseguite dal processore.



Come sono codificate le istruzioni

- Istruzione che somma il contenuto del registro R3 con il contenuto del registro R8 e mette il risultato nel registro R13. In linguaggio macchina scriveremmo

ADD R3,R8,R13

- Ipotizziamo di avere 16 registri in tutto e di avere una dimensione della parola di memoria di 16 bit (per cui un'istruzione è codificata con 16 bit)
- associo all'operazione ADD 4 bit fatti così: 1011
- associo 4 bit ad ogni indice di registro per cui ottengo per R3 (0011), per R8 (1000), per R13 (1101) per cui si ha che
- ADD R3,R8,R13 si codifica con 1011 0011 1000 1101

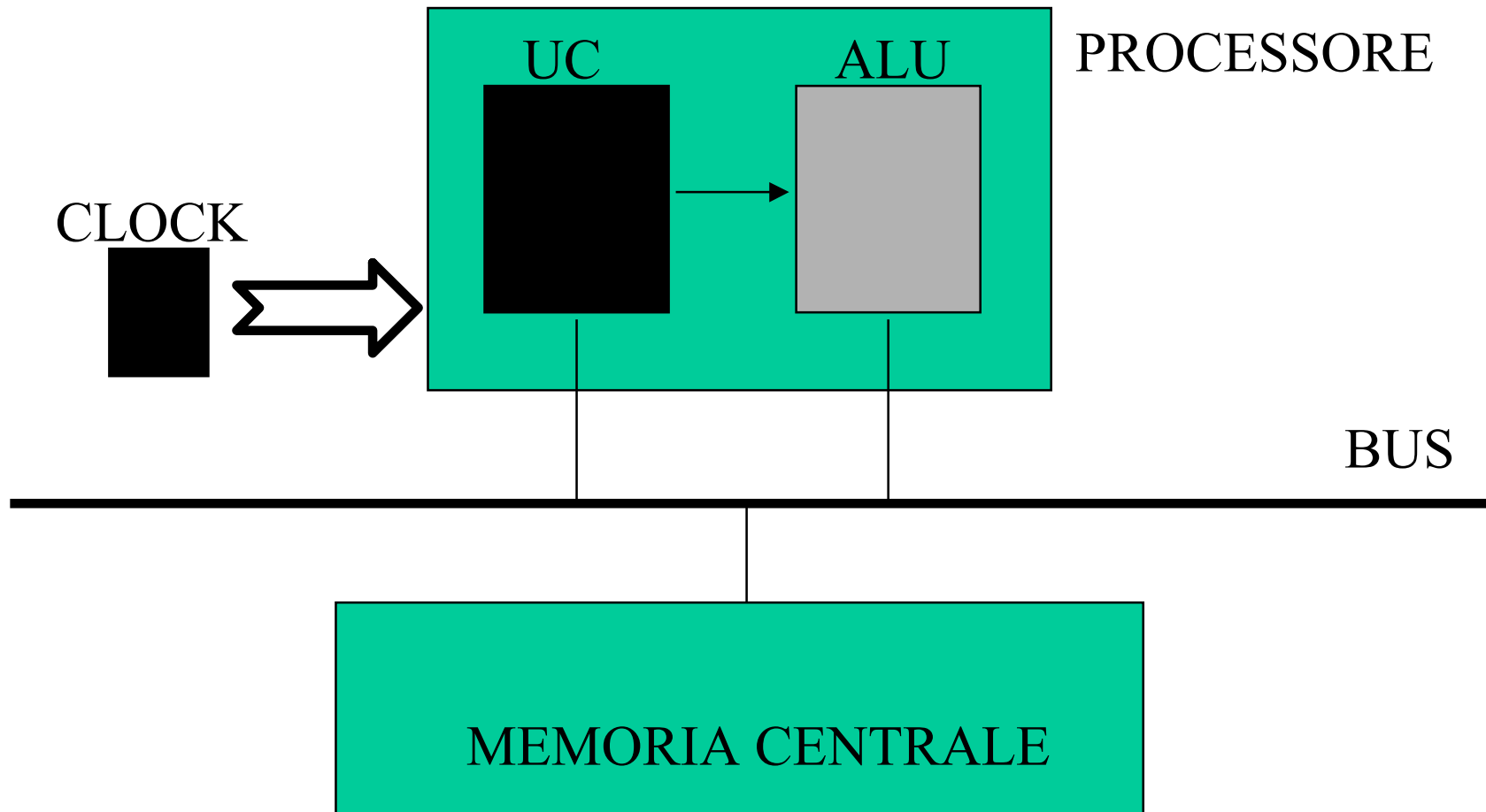


Il bus

- Problema: collegare le varie componenti (fisicamente separate) di un calcolatore, ad esempio, processore e memoria centrale
- Problema: come fa il processore a trasmettere alla RAM i bit che codificano l'indirizzo di una parola, il contenuto di un registro, etc.?
- Problema: come fa la RAM a trasmettere al processore i bit che sono contenuti in una parola di memoria?
- Collegare ogni componente a tutte le altre (costoso se ho molte componenti separate)
- Usare un unico collegamento condiviso

Bus di sistema: insieme di collegamenti (solitamente in rame) che connette tutti i componenti di un'architettura

Interazione tra processore e memoria





Stato dell'arte per PC

- Processori INTEL della famiglia Pentium
 - Pentium III (con frequenze di clock di oltre 1GHz)
 - Pentium IV (ottimale con RAM di tipo RDRAM con frequenze fino a 3 GHz)
- Processori AMD
- Processori Motorola (PowerPC, Processori per Macintosh)
-
-