

Corso Sistemi Operativi

Prof. Pierfrancesco Bellini

pierfrancesco.bellini@unifi.it

Laboratorio DISIT

Dip. Ingegneria dell'Informazione

Via S. Marta, 3

Programma A.A. 2018/19

■ Introduzione

- Struttura di un calcolatore, gestione I/O ed interruzioni
- Introduzione ai sistemi operativi
- Struttura dei sistemi operativi

■ Le basi del linguaggio Java

■ Gestione dei processi

- I processi
- I thread
- Scheduling della CPU
- Sincronizzazione tra processi
- Gestione dello stallo

■ Gestione della memoria

- Gestione della memoria centrale
- Memoria virtuale

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Libri di testo principali

A. Silberschaz, P. Galvin, G. Gagne,
Sistemi Operativi: Concetti ed esempi,
nona edizione, Pearson Addison-Wesley.

G. Bucci,
Calcolatori elettronici, Architettura e organizzazione
2017, McGraw-Hill

K. Arnold, J. Gosling, D. Holmes
Java manuale ufficiale,
Pearson Addison-Wesley

Altro materiale su:

<http://www.disit.org/sistemi-operativi>

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Esame

- 6 crediti
- Corso integrato con Calcolatori elettronici, per poter verbalizzare l'esame il modulo di calcolatori deve essere stato sostenuto
- Esame scritto e orale
- Due prove in itinere sostituiscono lo scritto (voto ≥ 16 e media ≥ 18)
- Non è previsto il salto appello
- Uno scritto sufficiente è valido per i due appelli successivi
- All'orale lo studente deve portare implementazione funzionante degli esercizi della prova scritta.

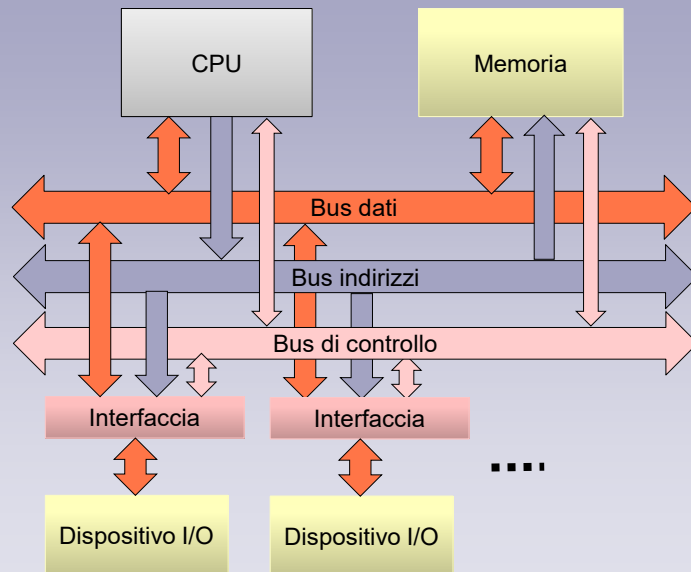
Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Gestione Input/Output e Interruzioni

Architettura del calcolatore

- Componenti del calcolatore
 - CPU
 - Memoria
 - Periferiche I/O
 - ▶ Tastiera, schermo, dischi rigidi, USB, etc
 - Bus (Dati, Indirizzi, Controllo)

Architettura calcolatore



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Interfaccia dispositivo

- Intermediario tra dispositivo e bus
- Dispositivi e CPU procedono in modo asincrono ognuno alla propria velocità.
- L'interfaccia deve fornire:
 - registri di appoggio per i dati da inviare/ricevere
 - registri per i comandi alla periferica
 - tenere traccia dello stato della periferica ed eventuali errori
- L'interfaccia espone dei registri (o pseudo-registri)
 - DREG per lo scambio dei dati
 - CREG per i comandi alla periferica
 - SREG per leggere lo stato della periferica

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Input/output

- La CPU per accedere ai registri delle interfacce può usare
 - I/O mappato in memoria
 - I/O isolato
 - entrambi
- **I/O mappato in memoria:**
 - una parte della memoria riservata per la comunicazione con i dispositivi
 - es. memoria video
- **I/O isolato**
 - istruzioni specifiche usate per interazione con dispositivi tramite porte di input/output
 - porte identificate da un numero (indirizzo)
 - **spazio di indirizzamento distinto da quello della memoria**

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

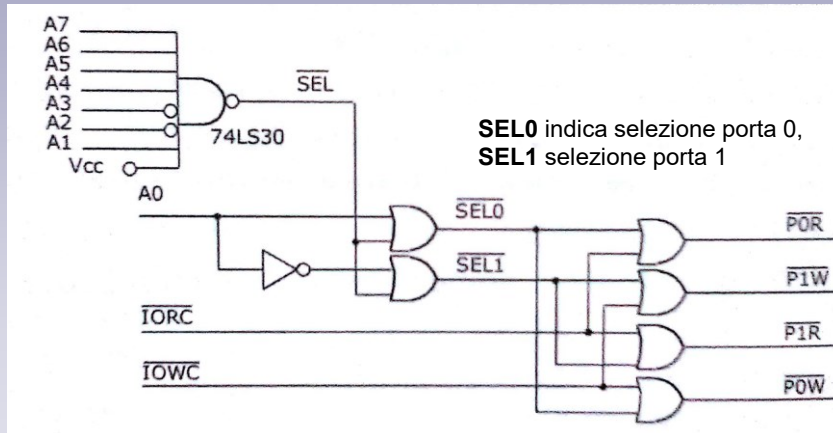
I/O isolato

- **Istruzioni dedicate a input/output**
- la cui esecuzione hanno cicli di bus del tutto analoghi a quelli di accesso alla memoria solo che vengono usate due linee di comando specifiche
 - IORC (I/O Read Command)
 - IOWC (I/O Write Command)
- Processore x86
 - **IN AL, *PORT***
 - ▶ presenta *PORT* sul bus indirizzi
 - ▶ asserisce IORC
 - ▶ legge dal bus dati e mette in AL
 - **OUT *PORT*, AL**
 - ▶ presenta *PORT* sul bus indirizzi
 - ▶ presenta sul bus dati il contenuto di AL
 - ▶ asserisce il comando IOWC

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Decodifica indirizzi

Fa parte dell'interfaccia, identifica se viene richiesto uso di una porta dell'interfaccia, e se richiesta in lettura o scrittura



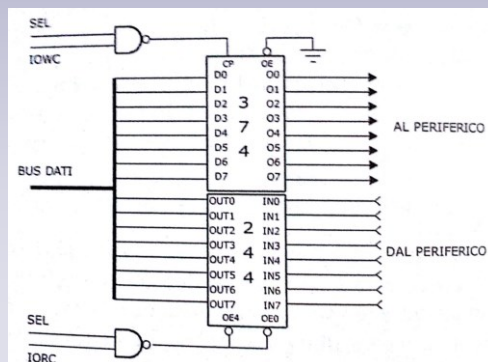
IN AL, F2H
OUT F3H,AL

queste istruzioni quale porta attivano?

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Porte dell'interfaccia

- porta di ingresso (dalla periferica)
 - buffer con uscita in terzo stato, uscita abilitata quando asserito IORC (istruzione IN)
- porta di uscita (verso la periferica)
 - latch per memorizzare il dato, acquisizione effettuata quando viene asserito IOWC (istruzione OUT)



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

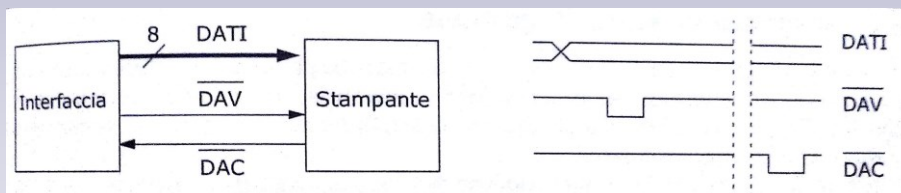
Modalità esecuzione I/O

- nessuna sincronizzazione tra programma in esecuzione e periferiche (molto più lente)
- la CPU deve aspettare...
- le tecniche fondamentali per la gestione delle periferiche sono:
 - I. gestione a controllo di programma
 - II. sotto controllo di interruzione
 - III. tramite accesso diretto alla memoria o con processori I/O

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

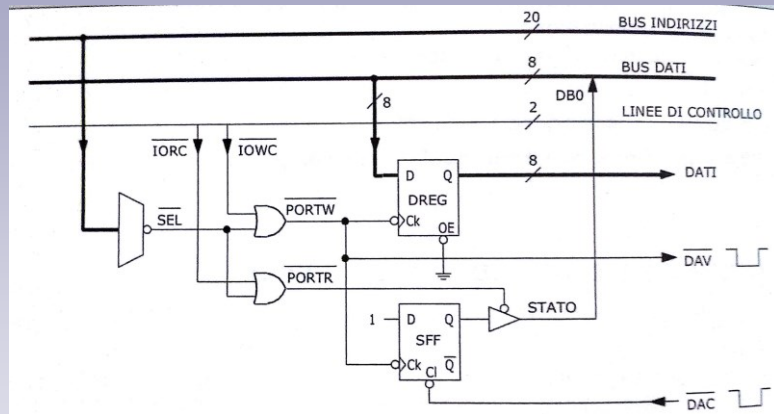
Controllo di programma

- Consideriamo una **interfaccia di uscita** verso una stampante
- è necessario un protocollo di *hand-shaking* con la stampante
 - DAV (Data AVailable) indica che il dato è disponibile
 - DAC (Data ACknowledge) indica che il dato è stato acquisito ed un nuovo dato può essere inviato.



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

interfaccia di uscita



SEL attivo quando sul bus indirizzi c'è E1

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Sottoprogramma di gestione

- sottoprogramma STAMPA che si aspetta:
 - nel registro SI l'offset del buffer da stampare
 - nel registro CX il numero di byte da stampare

- uso:

```
MOV    SI, <offset BUFFER>
MOV    CX, <n>
CALL   STAMPA
```

- implementazione:

```
STAMPA: MOV    AL, [SI]
          OUT    E1h, AL
```

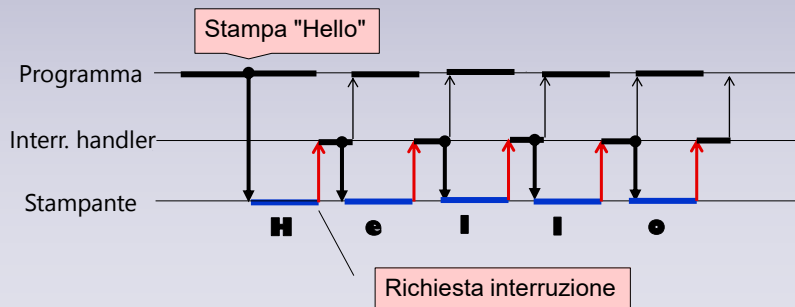
```
ATTESA:  IN      AL, E1h
          AND     AL, 1
          JNZ     ATTESA
          INC     SI
          LOOP    STAMPA
          RET
```

CPU attende il DAC=0 dalla stampante
Tempo CPU sprecato!

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Gestione sotto controllo di interruzione

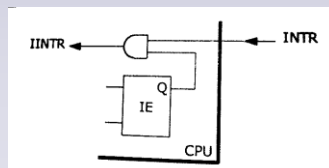
- Durante l'attesa del DAC la CPU è bloccata, in realtà potrebbe fare altro ed essere interrotta quando il DAC viene asserito dalla stampante.
- All'interruzione viene eseguita una routine di servizio (interrupt handler) che invierà l'eventuale nuovo dato alla stampante e la CPU riprenderà esecuzione da dove era stata interrotta.
- L'esecuzione della routine avviene tra l'esecuzione di due istruzioni



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

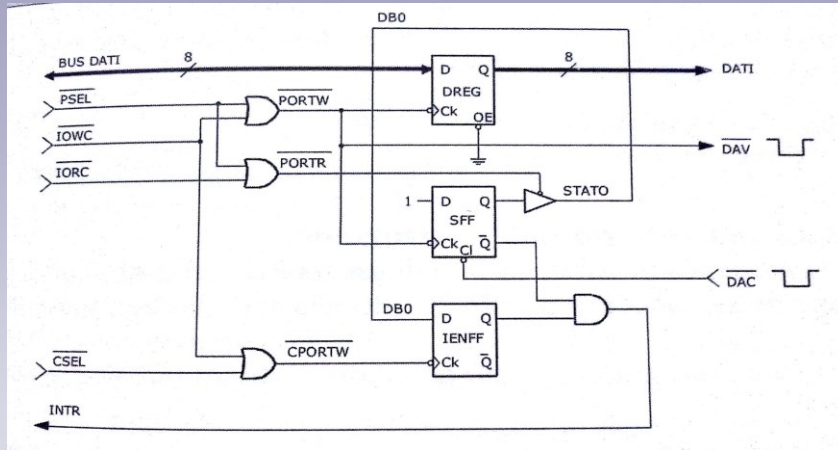
Modello semplificato sistema interruzione

- Si ipotizza che il sistema piloti una sola periferica
- la linea INTR in ingresso alla CPU indica una richiesta di interruzione
- esiste un flag nella CPU che indica abilitazione delle interruzioni IE (Interrupt Enable)
- Quando viene ricevuta una interruzione IINTR la CPU deve azzerare IE (in modo che non possa essere interrotta) e fare fetch dell'istruzione all'indirizzo 0 (senza modificare PC)
- L'istruzione all'indirizzo 0 dovrà essere una CALL alla procedura di gestione interrupt
- La procedura terminerà con istruzione IRET che abiliterà anche interruzioni



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Interfaccia modificata



- aggiunto IENFF tipo D, registro accessibile in scrittura per attivare/disattivare generazione interrupt (usando una porta specifica)
- DAV asserito \rightarrow INTR=0
- DAC asserito \rightarrow INTR=1 (se IENFF=1)

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Routine di servizio

- L'esecuzione della routine di servizio dell'interrupt deve essere trasparente rispetto al programma interrotto
- alla posizione 0 viene inserita istruzione CALL alla routine gestione interruzione
- la routine deve:
 1. salvare sullo stack PSW (parola di stato) e tutti i registri usati
 2. trasferire il prossimo dato
 3. disassembler la richiesta di interruzione
 4. ripristinare registri
 5. ritornare al programma interrotto
- per il punto 5 c'è istruzione IRET che è come RET solo che abilita le interruzioni

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Routine di servizio

■ Sezione di inizializzazione:

```
STAMPA:  MOV  BUSY,1
          MOV  IND, SI
          MOV  COUNT, CX
          MOV  AL, [SI]
          OUT  PORT, AL
          MOV  AL, 1
          OUT  CPORT, AL
          RET
```

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Routine di servizio

■ Routine di servizio:

```
INTSTAMP: PUSH  PSW
          PUSH  AX
          PUSH  CX
          PUSH  SI
          MOV  SI, IND
          INC  SI
          MOV  CX, COUNT
          DEC  CX
          JZ   FINE
          MOV  AL, [SI]
          OUT  PORT, AL
          MOV  IND, SI
          MOV  COUNT, CX
```

```
ESCI:     POP   SI
          POP   CX
          POP   AX
          POP   PSW
          IRET
FINE:     MOV   BUSY,0
          MOV   AL,0
          OUT   CPORT,AL
          JMP   ESCI
```

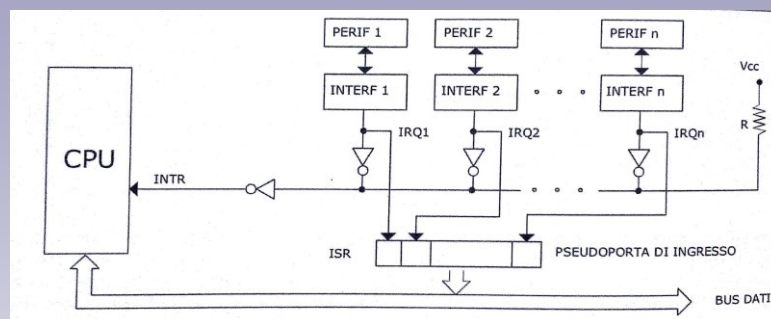
Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Interruzione da parte di più periferiche

- Si hanno i seguenti problemi:
 - riconoscere la periferica dal quale arriva l'interruzione
 - scegliere quale è la routine di servizio da eseguire
 - gestione priorità, si possono avere richieste contemporanee, si deve stabilire quale ha priorità maggiore
 - gestire l'interrompibilità della routine di servizio da parte di periferica a priorità maggiore

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Discriminazione da programma



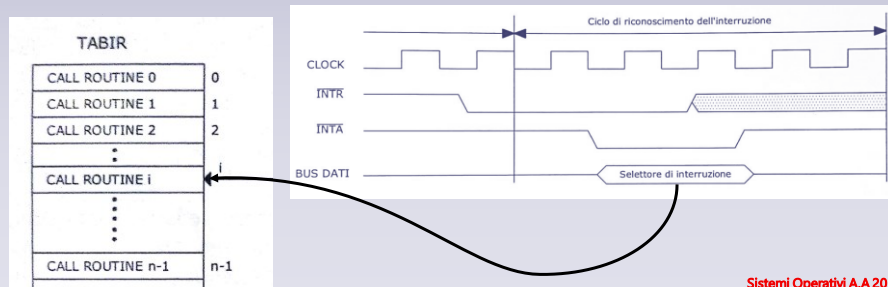
- Ogni periferica indica la sua eventuale richiesta in un bit del registro ISR (Interrupt Service Request)
- Leggendo la porta ISR la routine di servizio stabilisce quale periferica ha generato interruzione
- L'ordine di esame dei bit indica la priorità
- è necessario che la richiesta venga disassorbita prima della fine della gestione altrimenti genera una nuova interruzione
- metodo inefficiente per le istruzioni in più per determinare periferica

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Interruzioni vettorizzate

■ inefficienza superata:

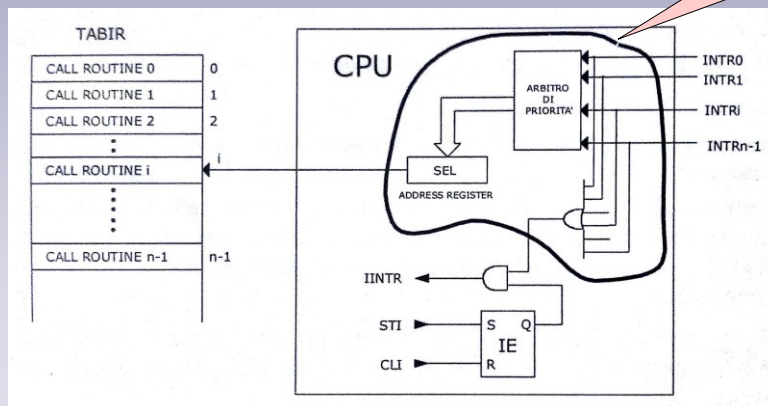
- il dispositivo indica il numero di interrupt (IRQ i)
- la CPU esegue direttamente la routine associata usando tabella TABIR (contenente le procedure di gestione)
- Il numero della interrupt viene acquisito tramite un ciclo di bus
 - il segnale INTA indica che la CPU ha ricevuto interruzione e attende su bus dati il numero IRQ



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

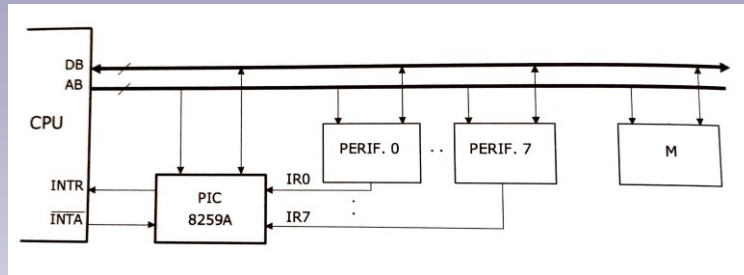
Interruzioni vettorizzate

Tipicamente gestito da un PIC all'esterno della CPU



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

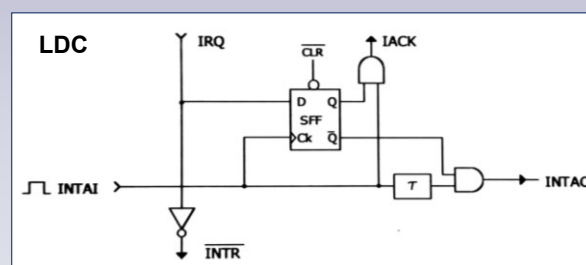
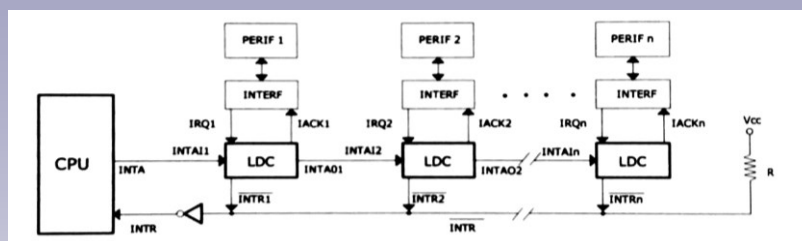
Interruzioni vettorizzate con PIC



- PIC = Programmable Interrupt Controller
- Priorità programmabile
- Usa due porte di I/O (nei PC 20h/21h e A0h/A1h), una per la programmazione e una per il mascheramento delle interruzioni
- E se ci si vogliono gestire più di 8 periferiche?
- Si usano due PIC in cascata per gestire 15 periferiche (master + slave)

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

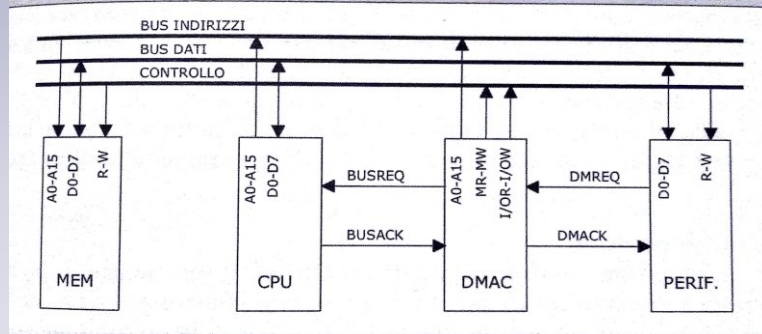
Interruzioni con daisy-chain



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Accesso diretto alla memoria

- Per dispositivi che leggono/scrivono tanti dati velocemente (es. dischi rigidi, schede di rete) trasferire tutti i singoli byte usando le interruzioni sarebbe molto inefficiente
- La CPU può delegare questa attività al **DMAC** (Direct Memory Access Controller)

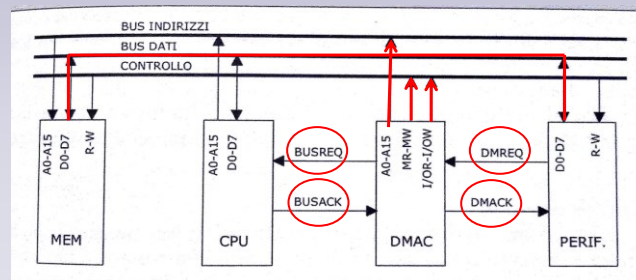


Sistemi Operativi A.A 2018/2019

DMA

Operazioni

1. Interfaccia richiede servizio DMA (DMREQ)
2. DMAC richiede alla CPU uso del bus (BUSREQ)
3. CPU concede bus al DMAC (BUSACK) fintanto che BUSREQ è asserted
4. DMAC mette indirizzo su bus indirizzi, attiva MR e IOW o MW e IOR
5. La periferica scrive/legge su bus dati il dato da trasferire
6. Finito il trasferimento DMAC disattiva BUSREQ e CPU acquisisce nuovamente BUS e disattiva BUSACK



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Struttura DMA

- L'architettura del DMA prevede:
 - un contatore del numero di caratteri/parole da trasferire
 - un puntatore alla posizione dove andrà scritto/letto il dato in memoria
 - un registro di comando con il tipo di trasferimento
 - un eventuale registro di stato
- Fase di programmazione
 - visto come dispositivo dotato di un insieme di registri
- Trasferimento dati con due modalità
 - **trasferimento singolo**, trasferisce un singolo carattere
 - **trasferimento a blocchi**, trasferisce tutte le parole indicate dal contatore, incrementando o decrementando la posizione, occupa il BUS fino alla terminazione del trasferimento, **al termine del trasferimento viene generata interruzione**

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Interruzioni

- **asincrone**: generate dai dispositivi I/O
- **sincrone**: generate dall'esecuzione delle istruzioni
 - **dovute ad errori** che avvengono nell'esecuzione di una istruzione (dette in questo caso anche eccezioni)
 - **dovute ad una chiamata esplicita** con una istruzione specifica es. "INT 21h", simile a chiamata a procedura, chiama la procedura associata a una posizione della tabella delle interruzioni

Sistemi Operativi A.A 2018/2019