

Cuprinsul cursului

- 1. Introducere
- 2. Metode pentru operații de I/E
- 3. Magistrale
- 4. Module de extensie pentru sisteme înglobate
- 5. Afișaje ale calculatoarelor
- 6. Adaptoare grafice
- 7. Discuri optice

2. Metode pentru operații de I/E

- I/E programate
- I/E prin întreruperi
- Acces direct la memorie (DMA)
- Procesoare de I/E

I/E programate

- Principiul I/E programate
- Adresarea dispozitivelor de I/E
- Instrucțiuni de I/E
- Dezavantaje ale I/E programate

Principiul I/E programate (1)

- Datele sunt transferate între UCP și modulul de I/E **sub controlul direct al UCP**
 - Fiecare operație de transfer necesită execuția unei secvențe de instrucțiuni de către UCP
 - Transferul se realizează între un registru al UCP și un registru al dispozitivului de I/E
 - Dispozitivul de I/E nu are acces direct la memoria principală

Principiul I/E programate (2)

- Execuția unei operații de I/E:
 - UCP transmite o comandă modulului de I/E
 - Modulul de I/E execută acțiunea respectivă și setează biții corespunzători în registrul de stare
 - UCP trebuie să testeze periodic starea modulului de I/E pentru a detecta terminarea operației

I/E programate

- Principiul I/E programate
- Adresarea dispozitivelor de I/E
- Instrucțiuni de I/E
- Dezavantaje ale I/E programate

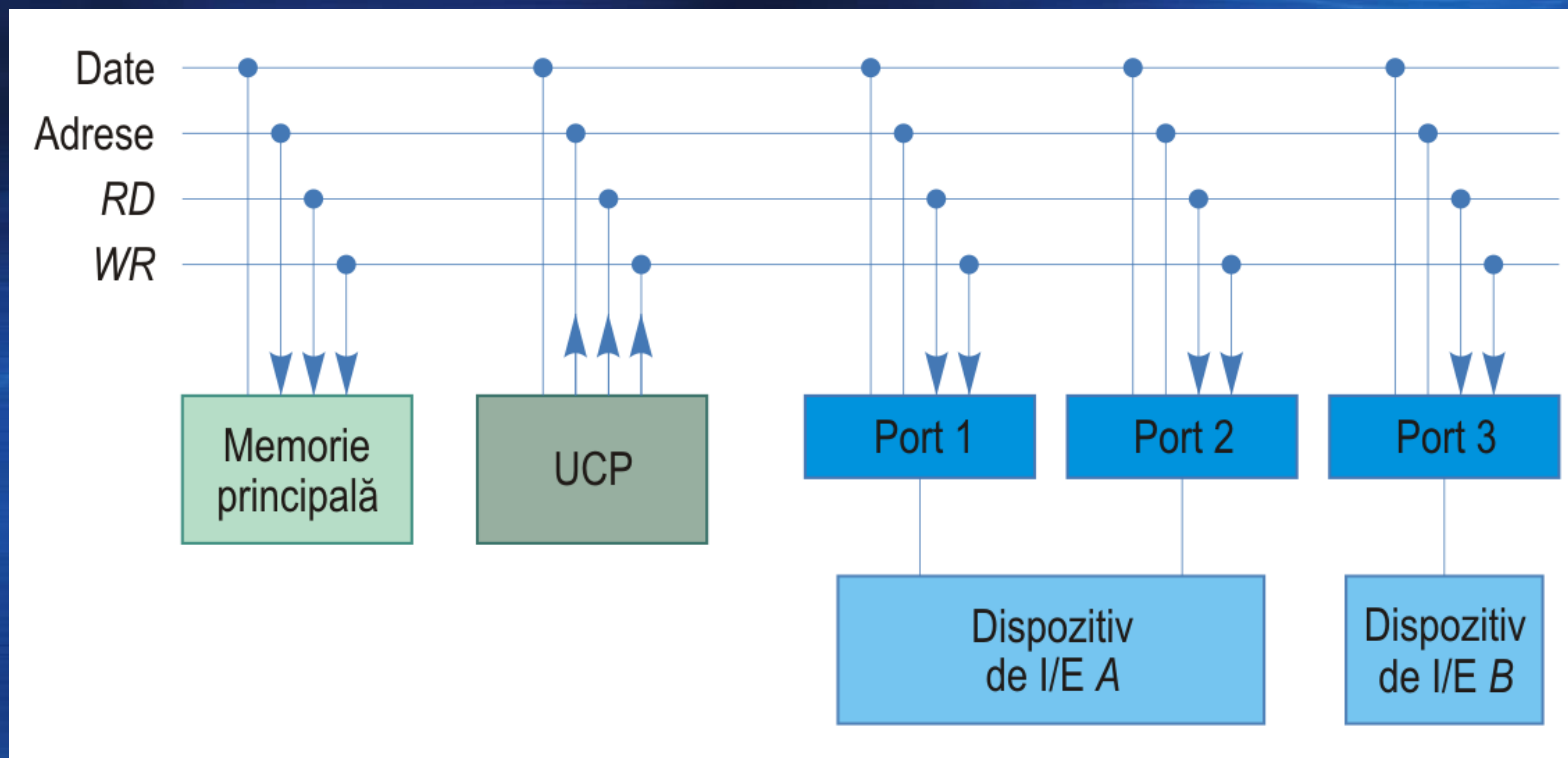
Adresarea dispozitivelor de I/E (1)

- De obicei, UCP, memoria și dispozitivele de I/E comunică prin magistrala sistem
- Dispozitivul de I/E este conectat la magistrală printr-un **port de I/E** → registru adresabil
- Atunci când UCP, memoria principală și sistemul de I/E partajează aceeași magistrală, sunt posibile **două tehnici de adresare**:
 - Adresare *cu mapare în memorie*
 - Adresare *izolată*

Adresarea dispozitivelor de I/E (2)

- Adresare cu mapare în memorie
 - Există un singur spațiu de adrese pentru locațiile de memorie și dispozitivele de I/E
 - UCP tratează registrele de stare și de date ale modulelor de I/E ca locații de memorie
 - Se utilizează aceleași instrucțiuni pentru accesul la memorie și la dispozitivele de I/E
 - Nu sunt necesare instrucțiuni speciale de I/E
→ instrucțiuni de încărcare și memorare

Adresarea dispozitivelor de I/E (3)



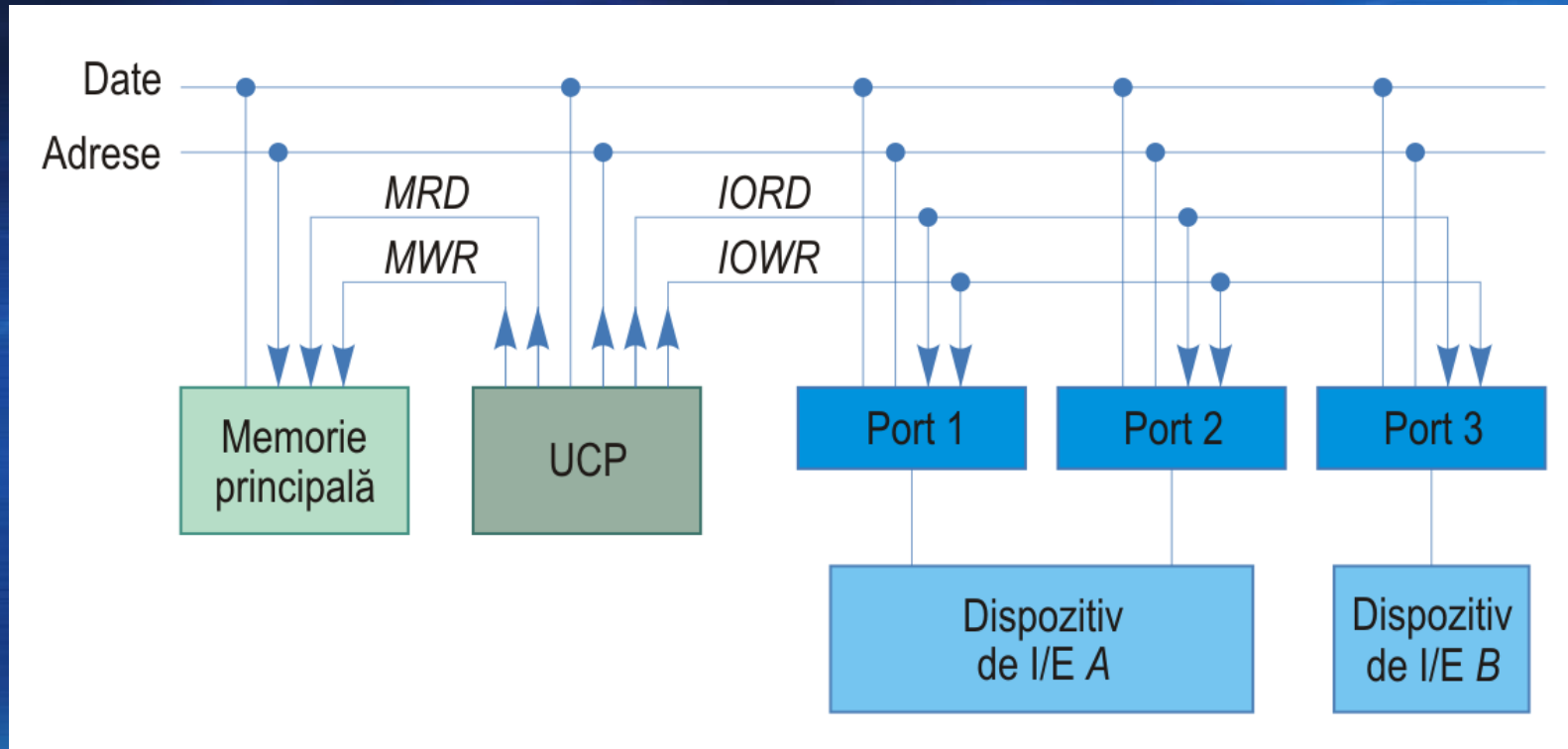
- Liniile de control **RD** și **WR** se utilizează pentru a iniția fie un ciclu de acces la memorie, fie un transfer de I/E

Adresarea dispozitivelor de I/E (4)

- Adresare izolată

- Spațiul adreselor de I/E este separat de cel al memoriei
- Magistrala trebuie să conțină:
 - Linii de citire și de scriere pentru memorie
 - Linii de comandă pentru intrare și ieșire
- O instrucțiune cu referire la memorie activează linia de control *MRD* sau *MWR*
- UCP trebuie să execute instrucțiuni separate de I/E pentru a activa liniile *IORD* și *IOWR*

Adresarea dispozitivelor de I/E (5)



I/E programate

- Principiul I/E programate
- Adresarea dispozitivelor de I/E
- Instrucțiuni de I/E
- Dezavantaje ale I/E programate

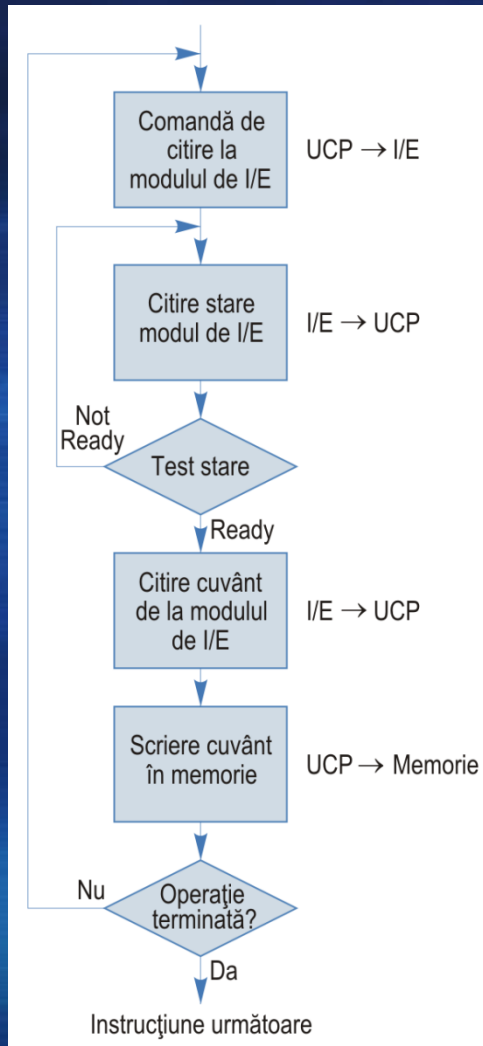
Instrucțiuni de I/E (1)

- I/E programate pot fi implementate prin cel puțin două instrucțiuni de I/E
 - **IN, OUT** (Intel)
- Pentru a preveni pierderea informațiilor sau un timp de execuție nedefinit, UCP trebuie să testeze starea dispozitivului de I/E
- Pentru execuția unei instrucțiuni de I/E, UCP transmite:
 - O **adresă**: modulul de I/E și dispozitivul periferic
 - O **comandă** de I/E

Instrucțiuni de I/E (2)

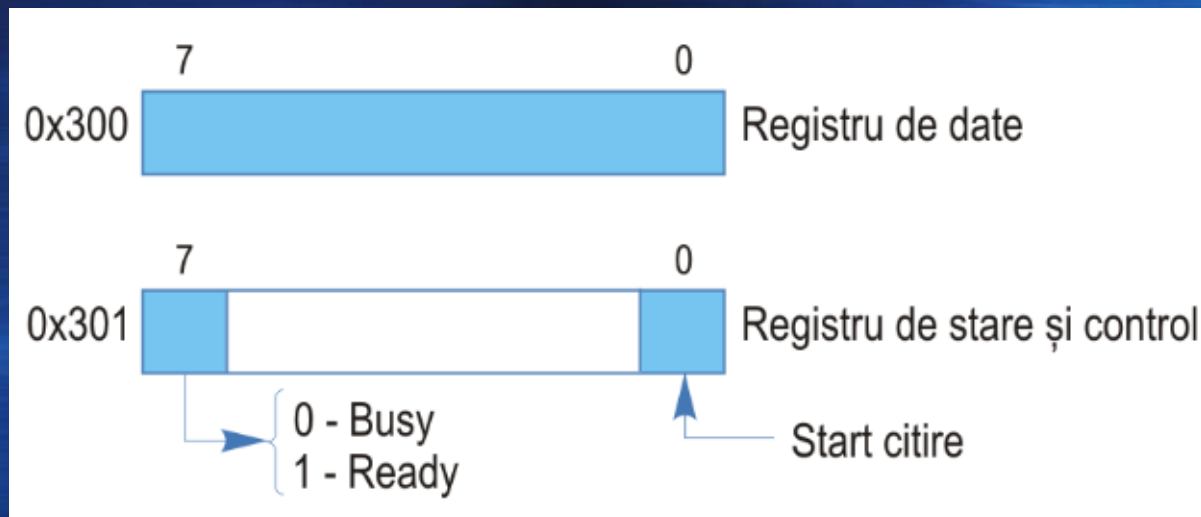
- Tipuri de comenzi de I/E
 - **Control**: pentru activarea unui periferic și specificarea operației de executat
 - **Test**: pentru testarea condițiilor de stare asociate cu un modul de I/E și perifericele acestuia
 - **Citire**: pentru obținerea unui octet sau cuvânt de la periferic
 - **Scriere**: pentru transmiterea unui octet sau cuvânt la periferic

Instrucțiuni de I/E (3)



- Citirea unui bloc de date de la un periferic în memorie
- Pentru fiecare cuvânt citit, UCP trebuie să rămână într-un ciclu de testare a stării

Instrucțiuni de I/E (4)



- Interfața programatorului pentru tastatura unui terminal
- Exemplificarea I/E programate pentru adresarea cu mapare în memorie și adresarea izolată

Instrucțiuni de I/E (5)

- Adresare cu mapare în memorie
 - 512 locații de memorie (0x000 - 0x1FF)
 - 512 adrese de I/E (0x200 - 0x3FF)
 - Citirea unui octet de la tastatură

	LD	AC, 0x01	
	ST	0x301, AC	; start citire tastatură
WAIT:	LD	AC, 0x301	; citire octet de stare
	AND	AC, 0x80	; izolare bit 7
	BZ	WAIT	; așteptare octet
	LD	AC, 0x300	; citire octet de date

Instrucțiuni de I/E (6)

- Adresare izolată

- Porturile de I/E au aceleași adrese ca și în exemplul anterior
- Citirea unui octet de la tastatură

	LD	AC, 0x01	
	OUT	0x301, AC	; start citire tastatură
WAIT:	IN	AC, 0x301	; citire octet de stare
	AND	AC, 0x80	; izolare bit 7
	BZ	WAIT	; așteptare octet
	IN	AC, 0x300	; citire octet de date

I/E programate

- Principiul I/E programate
- Adresarea dispozitivelor de I/E
- Instrucțiuni de I/E
- Dezavantaje ale I/E programate

Dezavantaje ale I/E programate

- Performanța sistemului este redusă în mod semnificativ, deoarece:
 - UCP trebuie să aștepte până când perifericul devine disponibil, iar apoi să execute transferul printr-o secvență de program
 - Rata de transfer este limitată de viteza cu care UCP poate testa și deservi dispozitivele de I/E

2. Metode pentru operații de I/E

- I/E programate
- I/E prin întreruperi
- Acces direct la memorie (DMA)
- Procesoare de I/E

I/E prin întreruperi

- Principiul I/E prin întreruperi
- Sisteme de întreruperi multiple
- Sisteme de întreruperi cu priorități
 - Conectarea în paralel a liniilor de întrerupere
 - Conectarea în serie a liniilor de întrerupere

Principiul I/E prin întreruperi (1)

- **Întrerupere**: suspendarea execuției unui program de către un **semnal extern** UCP sau de către un **eveniment intern**
- Suspendarea programului se produce la terminarea execuției instrucțiunii curente
- UCP este eliberat de sarcina de a testa starea dispozitivelor de I/E
- **Sursele de întreruperi** pot fi externe sau interne UCP

Principiul I/E prin întreruperi (2)

- Exemple de surse de întrerupere:
 - Echipamentele periferice → transferuri
 - Memoria virtuală → transferul unor pagini
 - Circuite hardware de supraveghere a funcționării normale a sistemului: detectarea erorilor de memorie, a căderii tensiunii
 - Evenimente software interne: depășiri, împărțiri la zero, instrucțiuni inexistente sau privilegiate

Principiul I/E prin întreruperi (3)

- Pentru întreruperea UCP se activează un semnal de control *IREQ* (*Interrupt Request*)
 - Este setat un indicator de întrerupere
- La recunoașterea cererii de întrerupere, UCP:
 - Activează un semnal de achitare a întreruperii *IACK* (*Interrupt Acknowledge*)
 - Execută o subrutină de tratare a întreruperii, asociată sursei de întrerupere

Principiul I/E prin întreruperi (4)

- Pentru transferul controlului la subrutina de tratare a întreruperii:
 - UCP identifică sursa întreruperii
 - UCP determină adresa subrutinei de tratare corespunzătoare sursei întreruperii
 - UCP salvează contorul de program PC și alte informații de stare
 - UCP încarcă adresa subrutinei de tratare în contorul de program PC

Principiul I/E prin întreruperi (5)

- UCP trebuie să determine **adresa subrutinei de tratare**
- Metode pentru alegerea adresei subrutinei de tratare:
 - **Întreruperi ne-vectorizate**: rutina de tratare se află la o adresă fixă în memorie
 - **Întreruperi vectorizate**: adresa este furnizată de către sursa de întrerupere, sub forma unui ***vector de întrerupere***

I/E prin întreruperi

- Principiul I/E prin întreruperi
- Sisteme de întreruperi multiple
- Sisteme de întreruperi cu priorități
 - Conectarea în paralel a liniilor de întrerupere
 - Conectarea în serie a liniilor de întrerupere

Sisteme de întreruperi multiple (1)

- Pentru înregistrarea cererilor de întrerupere, există un *registru al cererilor de întrerupere*
- Pentru un control individual asupra surselor de întrerupere, se utilizează bistabili mască → *registru al măștilor de întrerupere*
- Probleme principale:
 - Identificarea sursei de întrerupere
 - Alegerea întreruperii care va fi deservită în cazul mai multor cereri simultane

Sisteme de întreruperi multiple (2)

- Tehnici pentru identificarea sursei de întrerupere:
 - Linii multiple de întrerupere
 - Interogare software
 - Conectarea dispozitivelor în lanț (interogare hardware)
 - Arbitrajul de magistrală

Sisteme de întreruperi multiple (3)

- Linii multiple de întrerupere între UCP și modulele de I/E
 - Soluția cea mai simplă
 - Nu este practic să se dedice un număr prea mare de linii ale magistralei sau de pini ai procesorului pentru liniile de întrerupere
 - De obicei, la fiecare linie vor fi conectate mai multe module de I/E

Sisteme de întreruperi multiple (4)

- Interogare software (“*polling*”)
 - Atunci când UCP detectează o întrerupere, execută o subrutină de tratare a întreruperii
 - Se interoghează modulele de I/E pentru a determina modulul generator al întreruperii
 - Pentru interogare se poate utiliza o linie de comandă separată (de ex., *TEST I/E*)
 - Fiecare modul de I/E poate conține un registru de stare adresabil

Sisteme de întreruperi multiple (5)

- Interogare hardware
 - Se utilizează un lanț de dispozitive (“*daisy chain*”)
 - Toate modulele de I/E partajează o linie comună de cerere de întrerupere
 - La detectarea unei cereri de întrerupere, UCP activează un semnal de achitare a întreruperii
 - Linia de achitare a întreruperii este înlănțuită prin modulele de I/E

Sisteme de întreruperi multiple (6)

- Semnalul de achitare se propagă prin modulele de I/E până când ajunge la un modul solicitant
- Acest modul răspunde prin **plasarea unui vector de întrerupere** pe magistrala de date
- UCP utilizează **vectorul ca un pointer la subrutina de tratare** pentru modul
- **Avantaj:** nu este necesară execuția unei subrutine generale de tratare a întreruperii

Sisteme de întreruperi multiple (7)

- Arbitrajul de magistrală
 - Utilizează întreruperile vectorizate
 - Un modul de I/E trebuie să preia mai întâi controlul asupra magistralei pentru a putea activa semnalul de cerere a întreruperii
 - La detectarea întreruperii, UCP activează semnalul de achitare a întreruperii
 - Modulul care a efectuat cererea își plasează vectorul pe liniile de date

Rezumat (1)

- **I/E programate:** UCP execută o secvență de instrucțiuni pentru fiecare transfer
- Tehnici de adresare
 - **Adresare cu mapare în memorie:** registrele modulelor de I/E sunt tratate ca locații de memorie
 - **Adresare izolată:** registrele modulelor de I/E au adrese într-un spațiu de adrese separat de cel al memoriei
- I/E programate au **dezavantaje importante**

Rezumat (2)

- Întreruperile eliberează UCP de testarea stării dispozitivelor de I/E
- Două metode pentru alegerea adresei subrutinei de tratare: întreruperi nevectorizate sau vectorizate
- Tehnici pentru identificarea sursei de întrerupere: linii multiple de întrerupere; interogare software; interogare hardware; arbitrajul de magistrală

Noțiuni, cunoștințe (1)

- Principiul I/E programate
- Execuția unei operații de I/E
- Adresare cu mapare în memorie
- Adresare izolată
- Dezavantaje ale I/E programate
- Operații executate de UCP la detectarea unei cereri de întrerupere
- Metode pentru alegerea adresei subrutinei de tratare

Noțiuni, cunoștințe (2)

- Întreruperi ne-vectorizate
- Întreruperi vectorizate
- Tehnici de identificare a sursei de întrerupere într-un sistem de întreruperi multiple
- Tehnica de interogare software
- Tehnica de interogare hardware
- Tehnica arbitrajului de magistrală