



Sisteme cu microprocesoare

Cursul 10 Proiectarea interfetelor de intrare/iesire (continuare)

USB – Universal Serial Bus

- Scopul:

- standard de comunicare pentru conectarea unei game largi de dispozitive periferice la un PC:
 - Mouse, tastatura, joy-stick – dispozitive de intrare
 - Imprimanta – dispozitive de iesire
 - Scaner, Camera digitala, camera Web – dispozitive multimedia
 - Memory-stick – dispozitive de stocare
- inlocuieste interfetele seriale si paralele clasice

- Solutia de principiu:

- protocol multinivel de tip master-slave



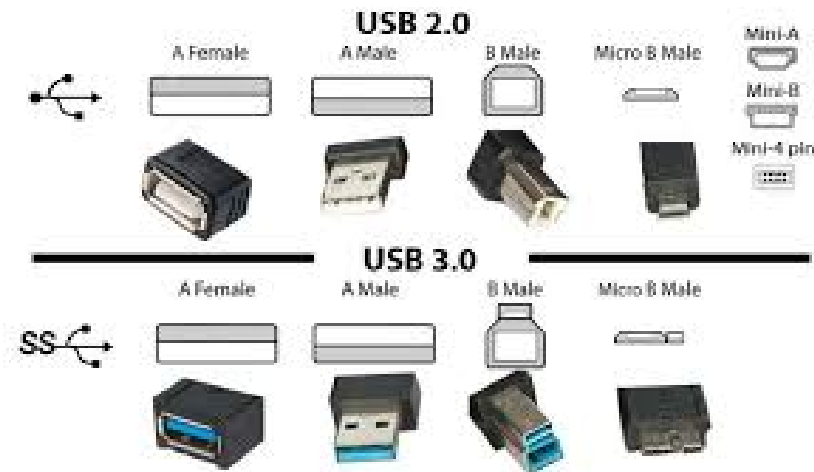
Caracteristici de performanta

- Viteza foarte mare
- Latime de banda ridicata (12 Mbps, 480 Mbps, 5Gbps, 10 Gbps)
- Facilitati PnP (Plag and Play)
- O interfata deserveste simultan mai multe dispozitive
- Mai multe canale de comunicatie pe acelasi suport fizic
- Facilitati de transmisie adaptate mai multor tipuri de date:
 - date sporadice
 - date periodice
 - date de volum mare

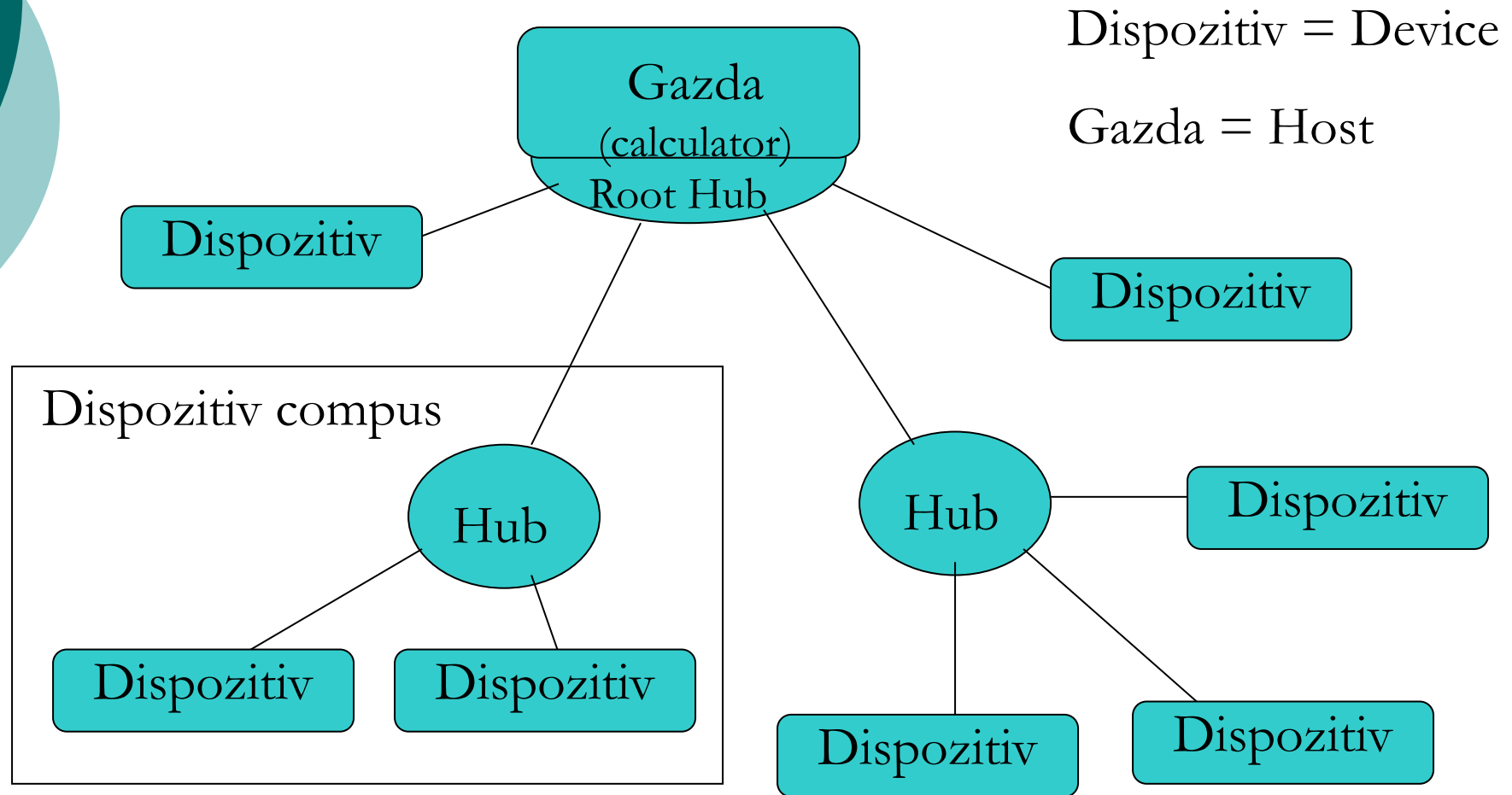
Caracteristici fizice

Transmisie pe cablu standard:

- 4 fire:
 - 2 de alimentare: Vcc(rosu), GND(maro) => 5V, 500mA
 - 2 de date (albastru si galben), torsadate
- Lungimea cablului:
 - maxim 5 m
 - extensibil cu HUB-uri pana la 30 m
- Conectori standard:
 - de tip "A" – pentru calculator (master)
 - de tip "B" – pentru dispozitive periferice
- Conectare in timpul functionarii (hot-swappable)



Topologia fizică a conexiunii (rețelei) USB



Topologie de tip stea

Tipuri de dispozitive:

- **"Host"** (master) – dispozitiv gazda (calculator)
 - dispozitivul care controleaza comunicatia in retea USB
 - distribuie drept de acces la retea celorlalte dispozitive
 - monitorizeaza topologia retelei USB
- **"Device"** – dispozitiv periferic conectat la calculator
 - ofera o anumita "functionalitate" pentru gazda (ex: mouse, imprimanta, scanner, etc.)
 - la conectare, dispozitivul primeste o adresa unica (data de gazda)
 - formatul datelor difera functie de dispozitiv
 - informatiile schimbate intre host si device pot fi:
 - informatii generale
 - informatii particulare dependente de tipul dispozitivului

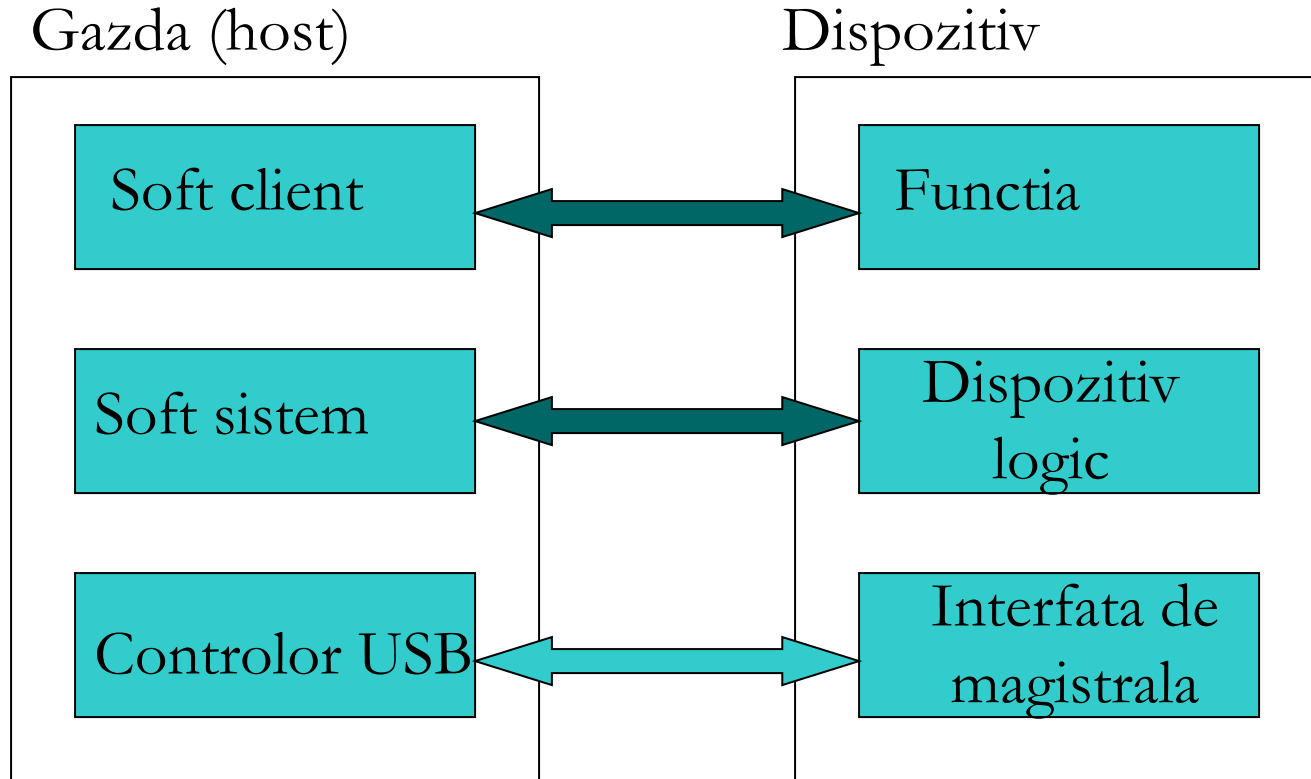
Tipuri de dispozitive (continuare):

- **"Hub"** – dispozitiv de amplificare si ramificare
- **"Compound Device"** – dispozitiv compus
 - contine un hub si mai multe dispozitive
 - fiecare dispozitiv (inclusiv hub-ul) are adresa proprie
- **"Composit Device"** – dispozitiv agregat
 - contine mai multe functii, dar exista o singura adresa

Modelul de protocol USB

- protocol organizat pe 3 nivele ierarhice:
 - **USB bus interface layer** – nivelul fizic
 - se ocupa de transmitia fizica (pe cablu) a datelor
 - **USB device layer** – nivelul dispozitiv
 - asigura conexiunea logica dintre host si dispozitive
 - este viziunea sistemului de operare asupra interfetei USB
 - **Function layer** – nivelul functional
 - asigura comunicatia logica dintre “softul client” din gazda si “functia dispozitivului”

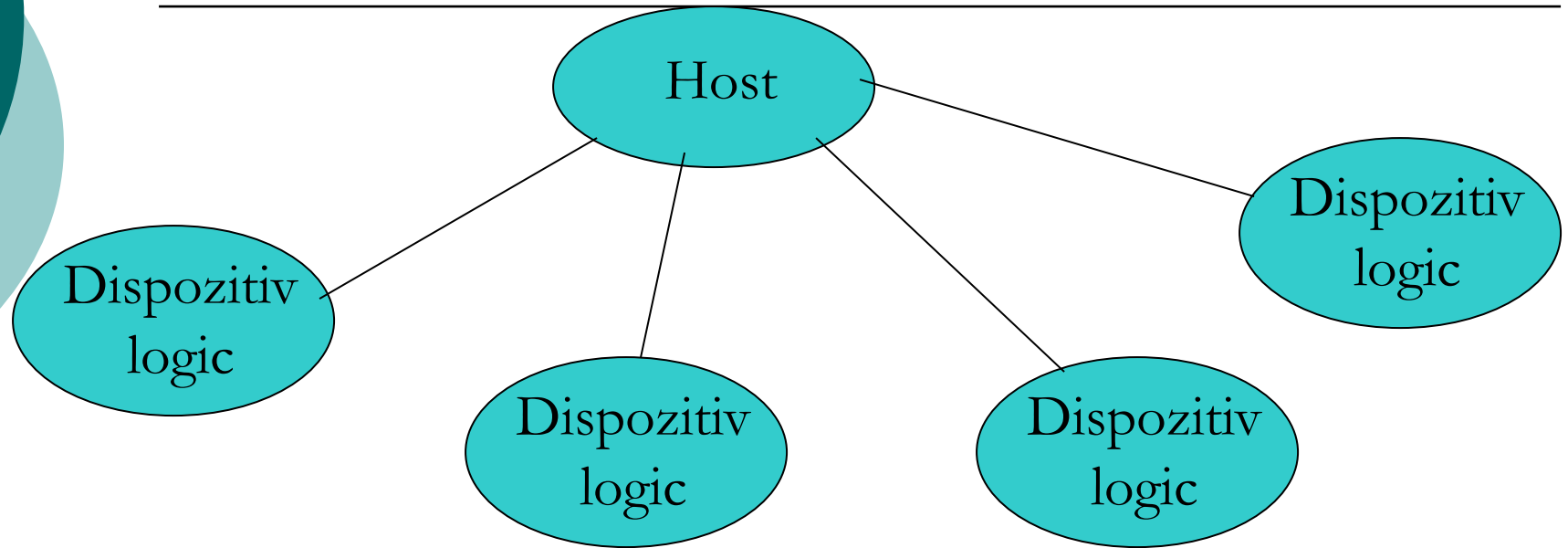
Modelul de protocol USB



↔ Conexiune fizica

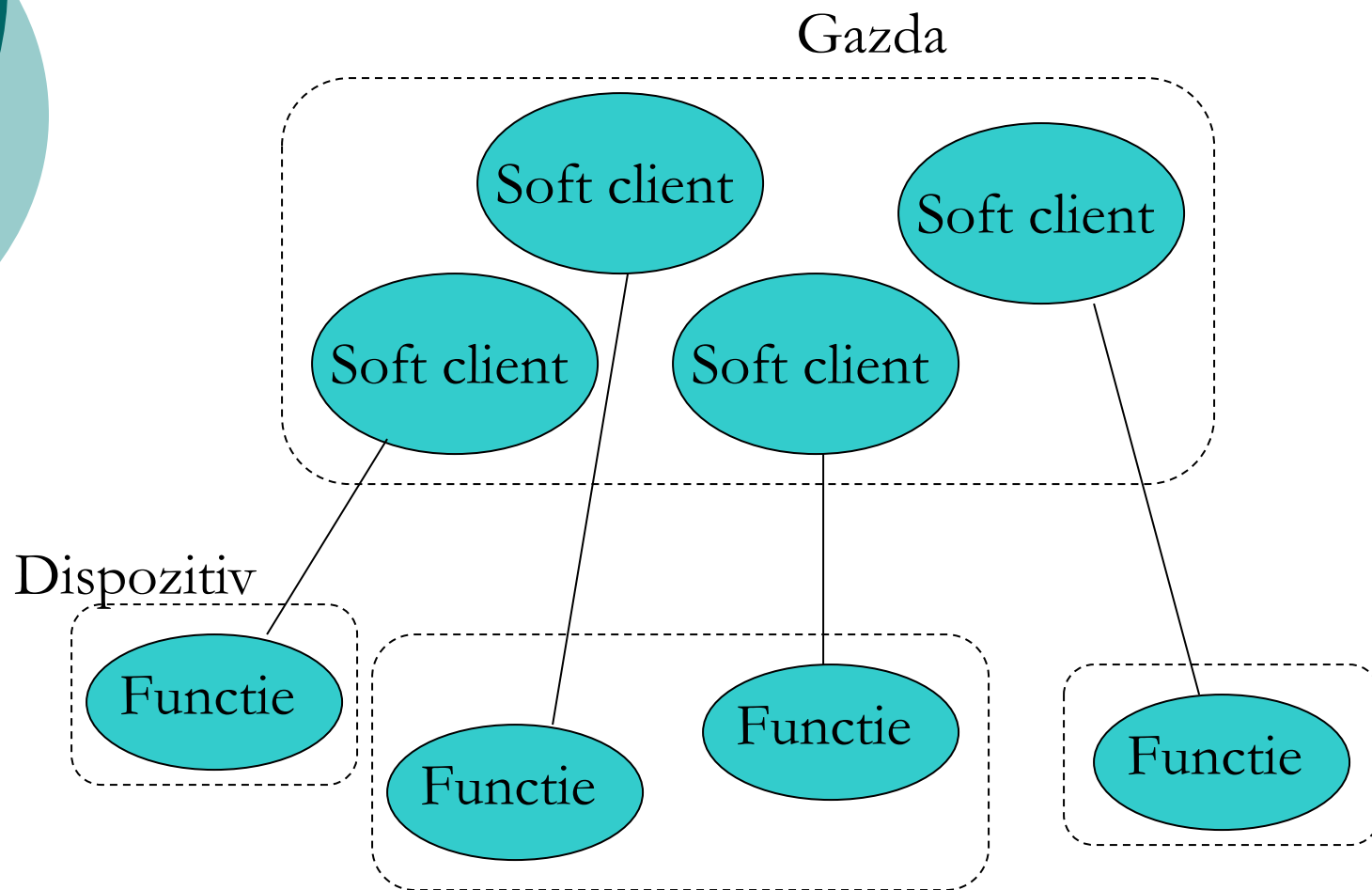
↔ Conexiune logica

Topologia logica (nivelul 2)

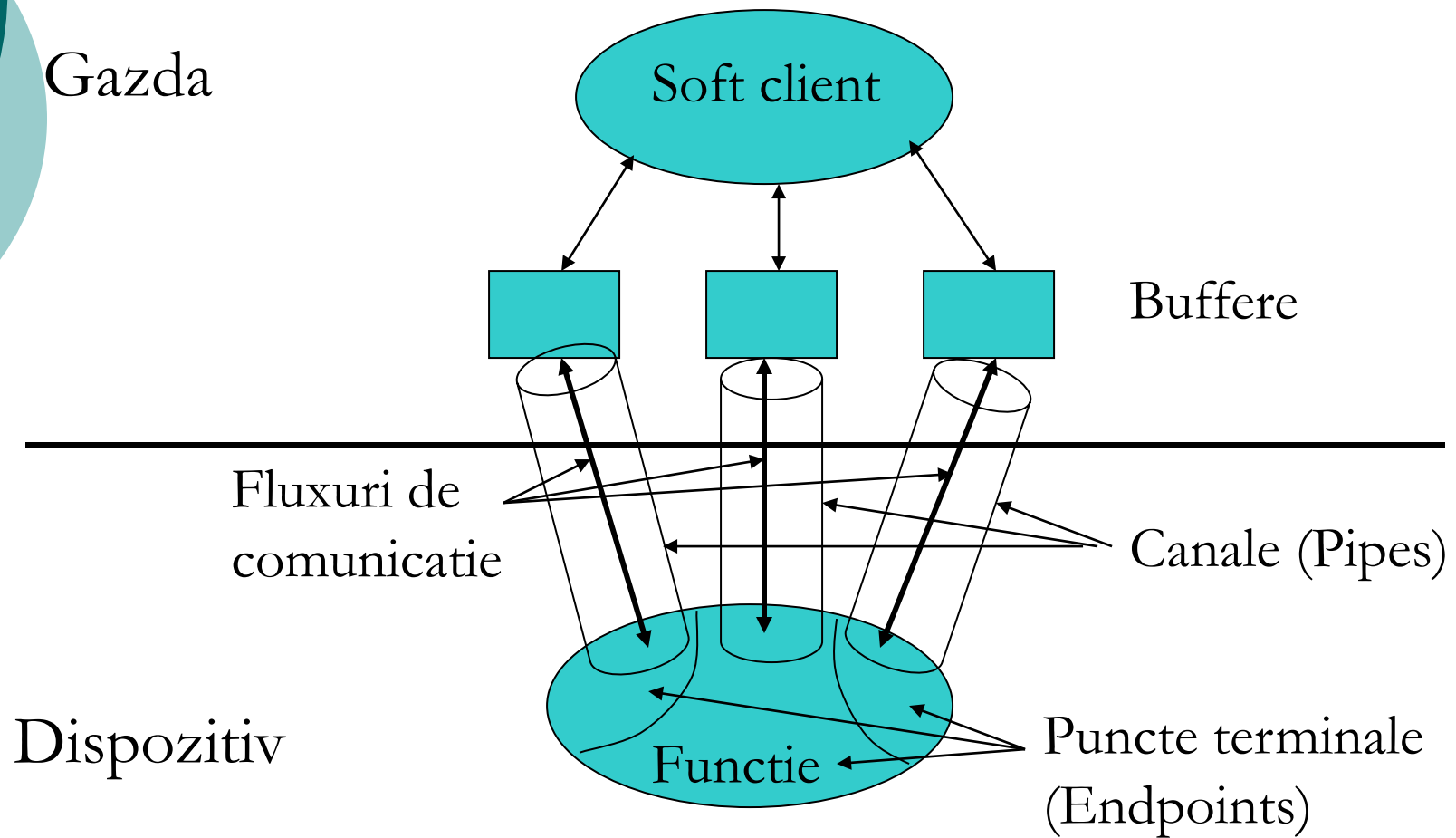


- Conexiuni directe între Host și Dispozitivele logice
- Se face abstracție de legăturile fizice, care implică și Hub-uri

Topologia la nivel de aplicatie (nivel 3)



Canale de comunicatie



Canale de comunicatie

- **Canal de comunicatie:** o conexiune logica dintre un dispozitiv si softul care ruleaza pe gazda
- un dispozitiv poate avea nevoie de mai multe canale de comunicatie
- gazda alocă cate o anumita latime de banda pentru fiecare canal, functie de:
 - tipul transferului de date si
 - latimea de banda disponibila
- Fiecare canal se termina cu un "punct terminal" (endpoint), folosit pentru:
 - configurarea canalului de date
 - adresarea canalului

Puncte terminale

- **Punct terminal (endpoint):** o portiune dintr-un dispozitiv USB care:
 - se poate identifica in mod unic printr-un numar
 - incheie un canal de comunicatie
 - pastreaza parametrii canalului de comunicatie:
 - frecventa de acces la magistrala
 - largimea de banda necesara
 - numarul punctului de capat
 - comportamentul in caz de eroare
 - marimea maxima a pachetelor acceptate
 - tipul de transfer
 - directia de transfer

Puncte terminale

- un dispozitiv USB este o colectie de puncte terminale
- fiecare dispozitiv are doua puncte terminale predefinite, unul de intrare si unul de iesire, ambele avand numarul 0 ; restul punctelor sunt nedefinite
- celelalte puncte terminale sunt configurate de gazda, la conectare
- punctele terminale pot fi de intrare sau de iesire
- un canal de comunicatie se identifica in mod unic prin:
 - adresa dispozitivului,
 - numarul punctului terminal si
 - directia fluxului de date

Comunicatia pe magistrala USB

- Comunicatia USB se desfasoara in cadre (frame-uri) de cate o milisecunda (1000 cadre/s)
- Un cadru contine mai multe tranzactii
- Un anumit tip de transfer se realizeaza prin mai multe tranzactii
- **Tipuri de transfer pe magistrala USB:**
 - transfer de control
 - transfer de tip izocron (isochronous), sau periodic
 - transfer de tip intrerupere (interrupt), sau aperiodic
 - transfer de tip bloc (bulk)

Transferuri de control

- sunt initiate de gazda, sunt nonperiodice
- se folosesc pentru configurarea si interogarea dispozitivului
- un transfer de control contine:
 - o tranzactie "setup" – prin care se interogheaza dispozitivul
 - zero sau mai multe tranzactii de transfer de date
 - o tranzactie de stare – indica starea dispozitivului
- daca se initiaza un nou transfer de control inaintea incheierii celui precedent, atunci cel precedent se abandoneaza
- transferurile de control se transmit printr-un canal standard de date prezent in orice dispozitiv USB
- canalul standard este folosit pentru configurarea dispozitivului si pentru interogare
- prin acest canal se configureaza celelalte canale de date (implicit punctele terminale)

Transferuri de control

- **dimensiunea maxima a pachetelor de control** (specificata in punctul terminal) poate fi de 8, 16, 32 sau 64 de octeti
- pachetul "setup" are dimensiunea fixa de 8 octeti
- **descriptorul de dispozitiv** specifica lungimea maxima acceptata a pachetelor de date
- transferurile de control au **prioritate mai mica** fata de transferurile izocron sau intrerupere
- maxim 10% dintr-un cadru se alocă pentru transferuri de control, restul se alocă pentru transferurile izocron si intrerupere
- transferul de control are **metode "handshake"** prin care se **garanteaza corectitudinea** datelor transmise
 - pachetele eronate sau pierdute se retransmit



Transferuri izocrone (periodice)

- asigura o latime de banda garantata, pentru transferuri periodice
- formatul pachetului nu este specificat prin standardul USB (depinde de dispozitiv), continutul se interpreteaza numai la nivelul softului client
- transmisia este in flux continuu, nu se incheie decat la o comanda expresa
- mecanism sumar de detectie a erorilor, cadrele eronate nu se retransmit
- un transfer printr-un punct terminal se face intr-un singur sens; pentru transfer bidirectional se folosesc doua puncte terminale

Transferuri izocrone (periodice)

- dimensiunea maxima a unui pachet izocron este de 1023 octeti
- daca sunt conectate mai multe dispozitive cu transmisie izocrona dimensiunea pachetului se divizeaza corespunzator
- sistemul aloca 90% din latimea de banda pentru transfer izocron si de tip intrerupere
- fiecare dispozitiv va indica rata de transfer de care are nevoie, care poate fi intre 1 si 2^{16} , adica un pachet la un numar de cadre

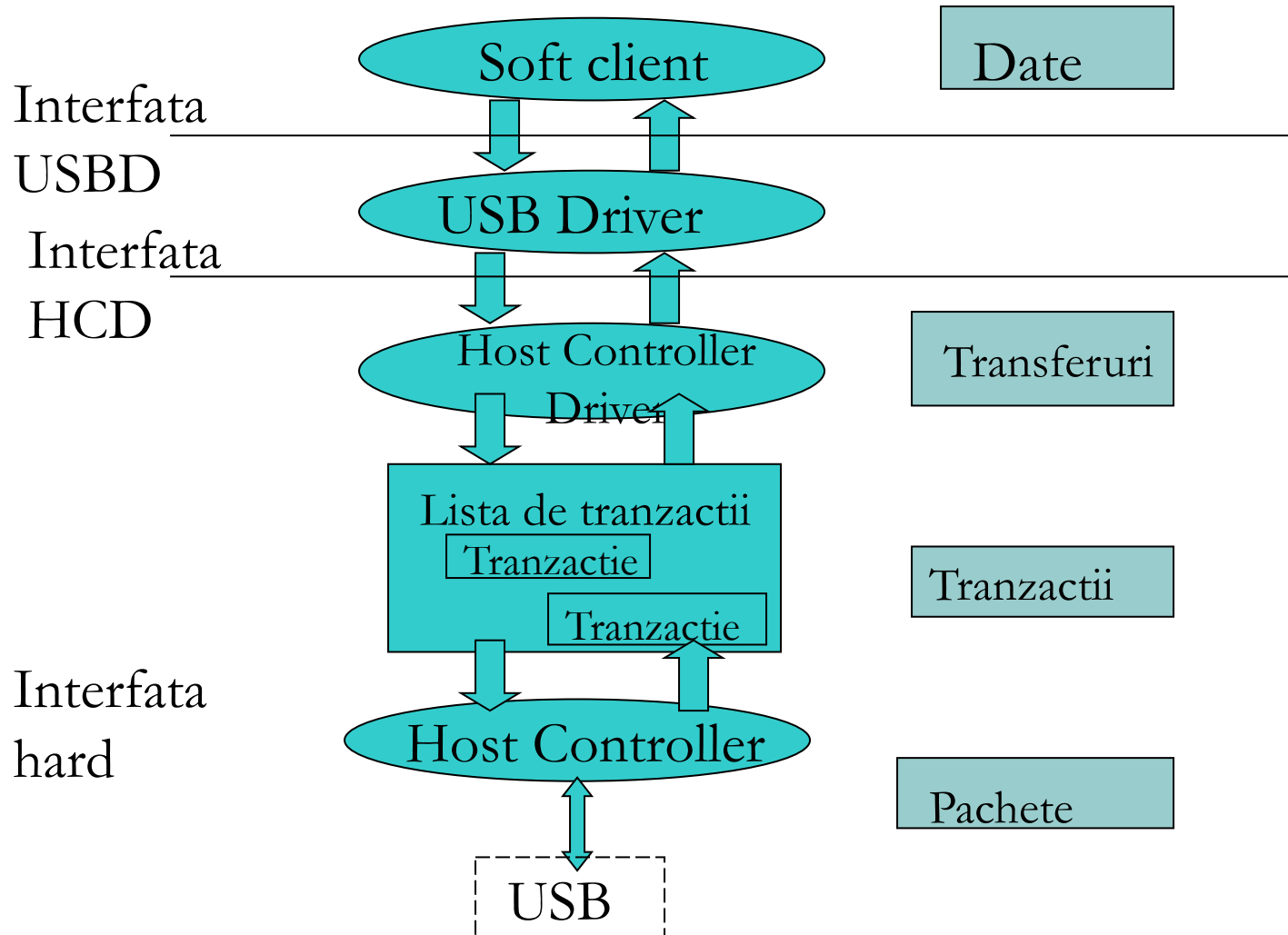
Transferuri de tip intrerupere

- folosite pentru transmiterea unor date de volum mic in regim aperiodic (sporadic)
- exemple de utilizare: mouse, tastatura, dispozitive cu canale multiple de mai multe tipuri
- dimensiunea maxima a pachetului: 64 octeti
- pachetele pot fi de dimensiuni variabile dar mai mici decat dimensiunea maxima
- pentru un canal de intrerupere se garanteaza o anumita latime de banda prin alocarea unei portiuni dintr-un cadru
- la configurare se precizeaza perioada minima de utilizare unui transfer de tip intrerupere, cuprinsa intre 1-255 microsecunde
- la configurare sistemul verifica daca se poate aloca latimea de banda care sa garanteze frecventa specificata

Transferuri pe bloc (bulk)

- se utilizeaza pentru transferul unor blocuri mari de date, la care nu exista restrictii de timp
- transferurile sunt aperiodice
- exemple de utilizare: imprimanta, camera digitala
- transferul pe bloc ocupa latimea de banda maxima disponibila pe maxistrala
- pachetele eronate se retransmit
- dimensiunea maxima a unui pachet: 8,16, 32, sau 64 pt. USB1.1 sau 512 pt. USB 2.0
- nu se garanteaza o anumita latime de banda
- transferurile pe bloc au prioritatea minima

Comunicatia pe o interfata USB



Componente implicate in comunicatie

- **Soft-ul client**

- determina tipul de transfer realizat cu fiecare dispozitiv
- nu se implica in stabilirea canalelor de comunicatie
- pentru comunicatie foloseste driverele (interfetele USB) oferite de sistemul de operare

- **Driver-ul USB (USBD)**

- trateaza cererile de configurare si de transfer normal primite de la soft-ul client
- stabileste si configureaza canale de comunicatie pe baza cererii primite; unele cereri sunt refuzate datorita limitarilor legate de capacitatea de transmisie

Componente implicate in comunicatie

- **Driver-ul controlorului gazda (HCD)**
 - primește cererile de transfer și se ocupă de transmiterea acestora
 - pune datele receptionate în buffere
 - verifică limitele de comunicație (cereri v.s. lățime de bandă)
 - anunță sfârșitul unui transfer
- **Lista de tranzacții**
 - **conține lista tranzacțiilor în curs de desfășurare**
- **Controlor gazda**
 - transformă tranzacțiile aflate în așteptare în activitate pe magistrală
 - se ocupă de controlul cadrelor și transmiterea și recepția pachetelor

Interfata paralela

- Transferul se realizeaza prin mai multe linii:
 - Linii de date (ex: 8) – pentru datele propriu-zise
 - Linii de control – pentru sincronizare si pentru controlul fluxului de datei
- Caracteristici:
 - Viteza mai mare
 - Distanțe mici
 - Transfer (de obicei) unidirectional
- Tipuri de transfer paralel:
 - a) fără semnale de control
 - b) protocol asincron fără confirmare
 - c) protocol asincron cu confirmare (hand - shaking)

Tipuri de transfer

a) fără semnale de control

- se folosesc numai semnale de date
- se poate citi starea unor semnale digitale sau se pot comanda semnale digitale
- nu se pot transfera secvențe de date – nu există semnale care să indice secvența de date
- exemple: testarea stării unor senzori, comanda unor elemente de acționare

b) protocol asincron fără confirmare

- se folosește un semnal de control emis fie de transmitator fie de receptor
- se pot transmite secvențe de date
- viteza de transfer este controlată de unitatea care generează semnalul de control
- nu există semnal de reacție (confirmare) din partea unității partenere; viteza trebuie să fie suficient de mică pentru a acoperi toate întârzierile posibile

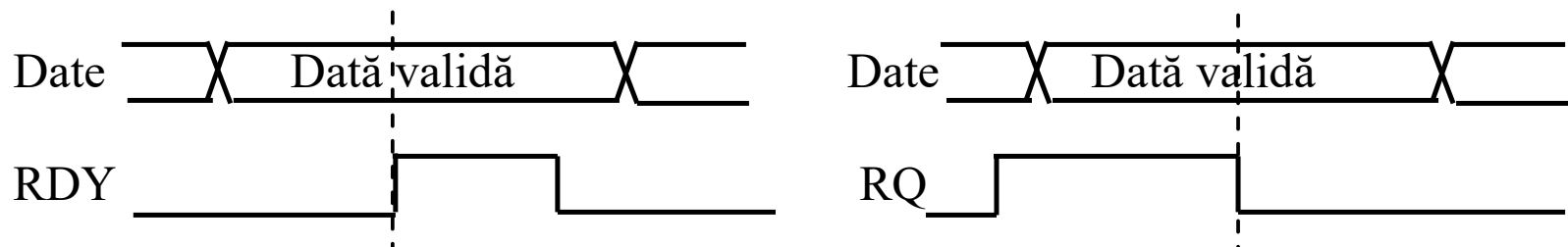
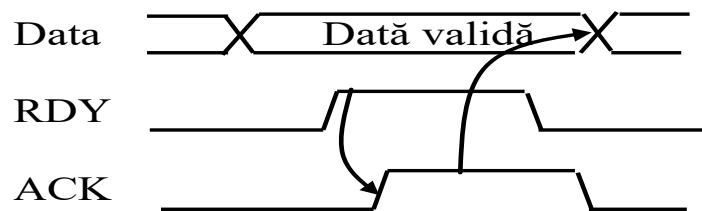


Figura 10-14 Transfer paralel asincron fără confirmare

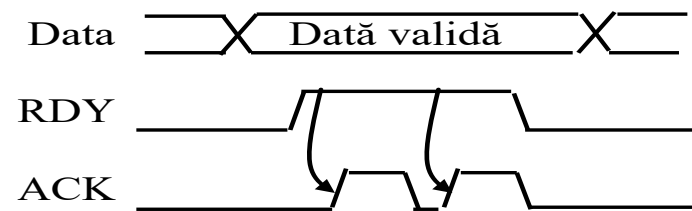
Transferul paralel

c) protocol asincron cu confirmare (hand - shaking)

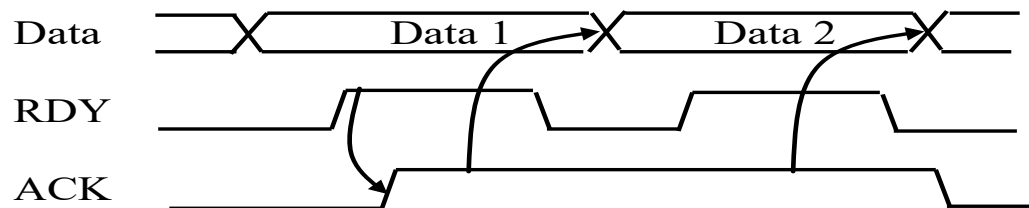
- se folosesc 2 semnale de control: unul emis de transmitator si unul de raspuns de la receptor
- transmisie cu "feed-back, cu reactie
- se poate adapta mult mai usor la viteza de lucru a ambelor unitati comunicante; viteza mai mare
- pot sa apara situatii de eroare, in cazul necorelarii corespunzatoare a semnalelor de control



(a) Corect



(b) Eroare



(c) Eroare

Figura 10-15. Transfer asincron cu confirmare

Transferul paralel

c) protocol asincron cu confirmare (hand - shaking), cu interconditionare între semnalele de control

- rezolva problema corectitudinii transferului
- activarea și dezactivarea celor 2 semnale de control se face interconditionat;

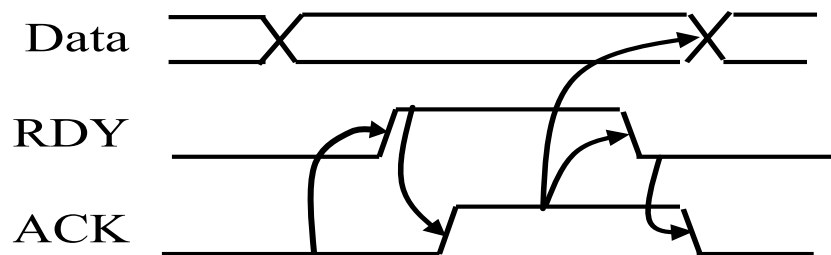


Figura 10-16. Transfer asincron cu confirmare și cu condiționare totală

Transferul paralel

- Circuitul I8255 – controlor pentru transfer paralel
 - 3 porturi de date a câte 8 biti (A, B și C)
 - Moduri de lucru pentru cele 3 porturi:
 - Intrări
 - Iesiri
 - Transfer bidirectional – mai problematic
 - Registrul C se poate diviza în 2 pentru a deservi cu semnale de control registrele A și B

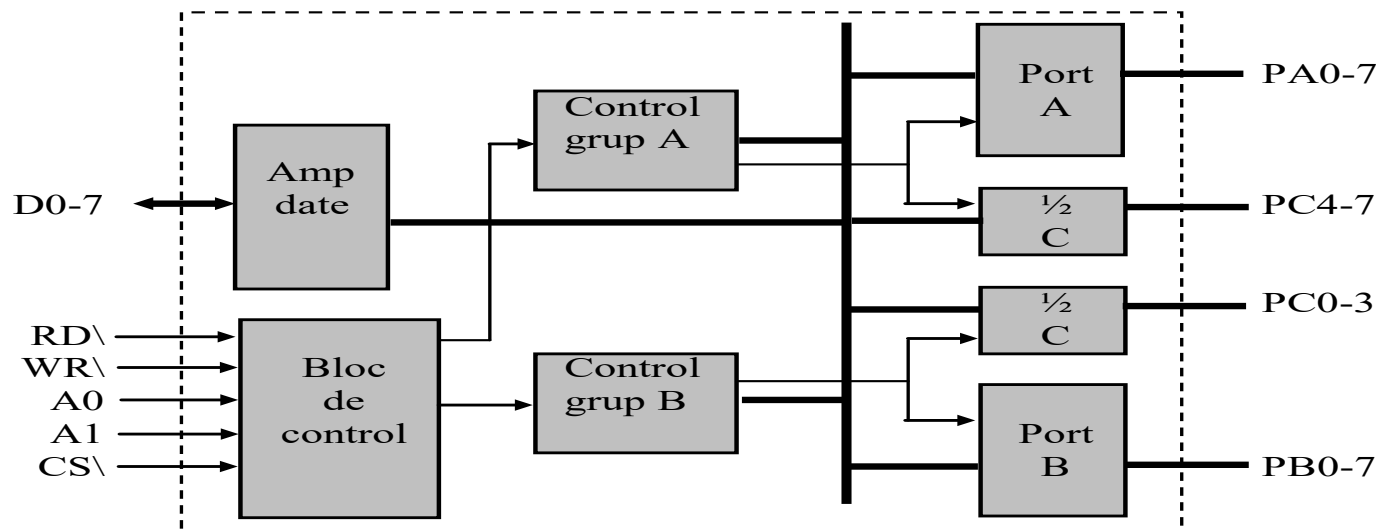


Figura 9.17 Controlorul programabil de intrare/ieșire I8255

Circuite de numarare/contorizare/temporizare

Utilizate pentru:

- contorizarea unor evenimente externe
- generarea unor semnale de o anumită frecvență prin divizarea unui semnal de ceas
- întârzierea unor semnale (monostabil)
- generarea unor întreruperi periodice sau după un anumit timp de la apariția unui eveniment.

Exemplu de controlor specializat: I8253

- 3 contoare a 16 biti
- Diverse moduri de lucru

Utilizare in cadrul unui calculator PC:

- generarea unor întreruperi periodice necesare pentru contorizarea timpului
- declanșarea periodică a unor cicluri de reînprospătare a memoriei
- generarea unor semnale sonore de avarie la difuzorul sistemului

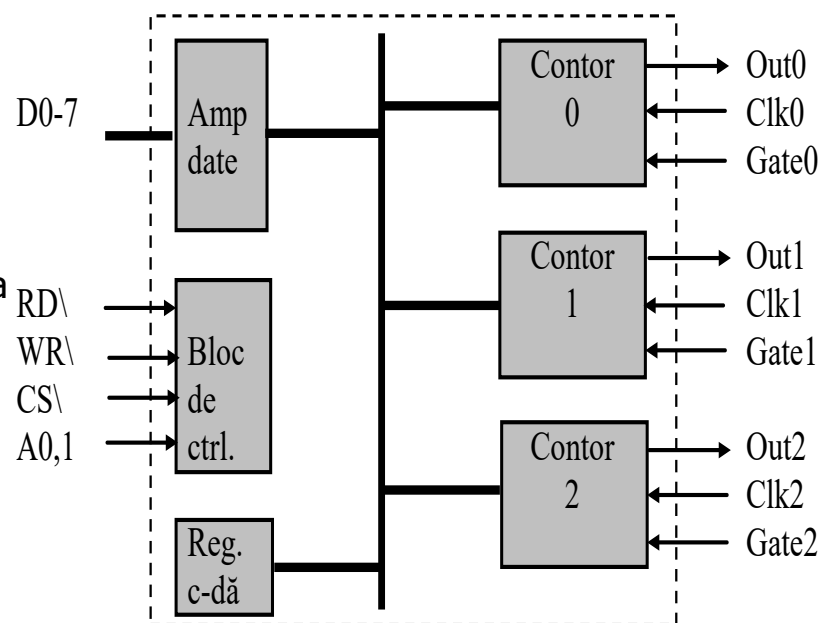


Figura 10-18. Controlorul de numărare/temporizare I8253

Proiectarea unei interfete de intrare/iesire

- **Etape (pasi):**

- definirea schemei bloc funcționale
- alegerea circuitelor care implementează funcțiile interfeței
- alocarea adreselor de porturi din spațiul UCP dedicat perifericelor
- alegerea modului de selecție
- proiectarea circuitelor de generare a comenzilor și a selecțiilor.

- **Blocuri functionale:**

- blocul de selecție
- registre (porturi) de intrare/ieșire
- dispozitiv de comandă
- registre de comandă
- registre de stare
- blocul de interfață cu perifericul

Proiectarea interfetelor de intrare/iesire

○ Blocul de selectie:

- Rolul: Selectarea interfetei si selectarea registrelor din interfata
- Mod de selectie:
 - Totala – se iau in considerare toate liniile de adresa (nu se prea foloseste)
 - Partiala – se considera numai o parte din semnalele de adresa (cel mai frecvent utilizat)
 - Liniara – fiecare linie de adresa se considera un semnal de selectie pentru un registru (se foloseste la sistemele mici, dedicate)

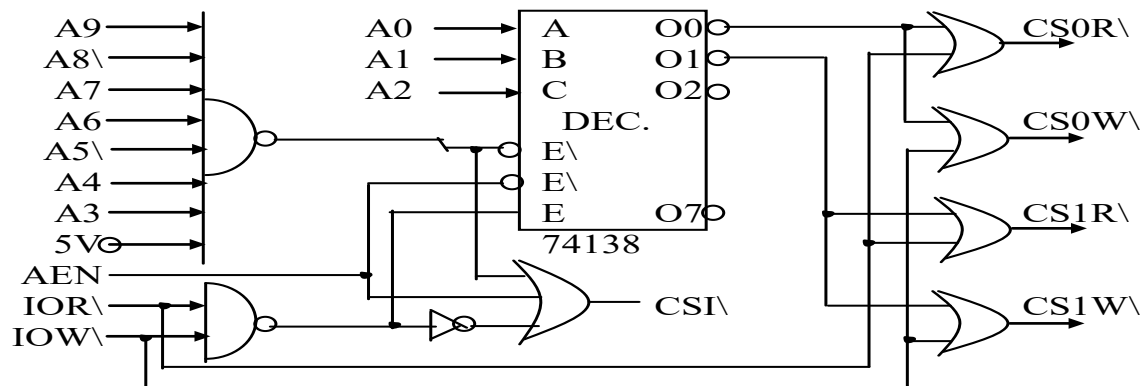


Figura 10-19. Schema de selecție a porturilor de i/e

Proiectarea interfetelor de intrare/iesire

○ **Blocul de registre:**

- Registre de date – pentru transferul de date:
 - De intrare
 - De iesire
- Registru/registre de control
 - Genereaza semnale de control catre dispozitivul periferic sau determina modul de lucru al interfetei
- Registru/registre de stare:
 - Indica starea interfetei si a dispozitivului periferic

○ **Amplificatorul de date:**

- asigura incarcarea magistralei cu o singura sarcina TTL

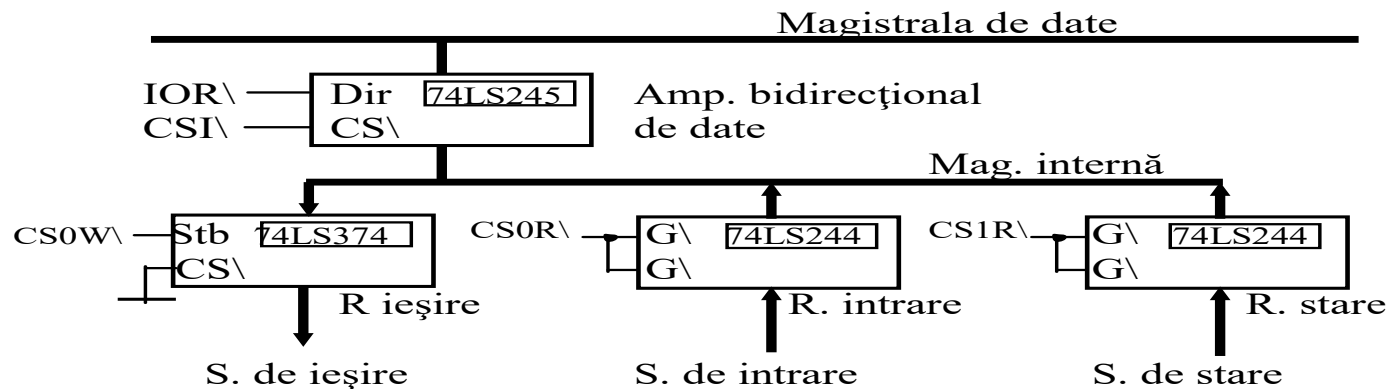


Figura 10-20 Conectarea registrelor unei interfete

Circuite specializate pentru anumite tipuri de interfete

- Controlor pentru interfata paralela
 - PIO – parallel I/O: **I8255**
- Controlor pentru interfata seriala
 - SIO – serial I/O, sau USART – universal serial asynchron receiver and transmitters: **I8251**
- Controlor pentru contorizare/temporizare:
 - CTC – counter/timer controller: I8253
- Controlor pentru interfata floppy: I8272
- Controlor DMA: I8237
- Controlor de intreruperi: I8259A