

9. MAGISTRALA USB





Cuprins și obiective

1. Descriere și caracteristici
2. Arhitectura magistralei
3. Nivelul fizic
4. Transferul de date prin cadre
5. Cuplarea unui microcontroller (MC) la USB printr-o interfață specializată
6. Microcontrollere cu USB integrat

După parcurgerea acestui curs studenții vor înțelege conceptele generale și avantajele USB și vor putea să:

- Vadă diferența între modul asincron de transfer de date și cel sincron;
- Aprecieze diferențele între transferul de date prin cadre și cel gestionat cu semnale auxiliare;
- Aleagă varianta optimă de conectare prin USB în condițiile unei aplicații cu microcontroller.



Din perspectiva teoriei

Magistrala USB este bazată pe o transmisie serială, sincronă, entitatea este cadrul (blocul) de date, codificare de grup cu adăugare de biți, cu refacerea tactului din datele citite, verificarea corectitudinii transferului cu CRC.

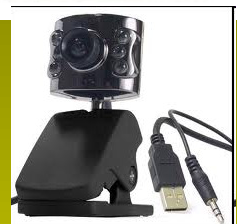


Caracteristici

Magistrala USB a fost introdusă cu dorința de a oferi utilizatorilor o interfață universală, cu viteză mare și ușor de folosit, mai ieftină pentru că, fiind serială, cablurile și conectorii costă mai puțin. Caracteristicile principale ale magistralei USB:

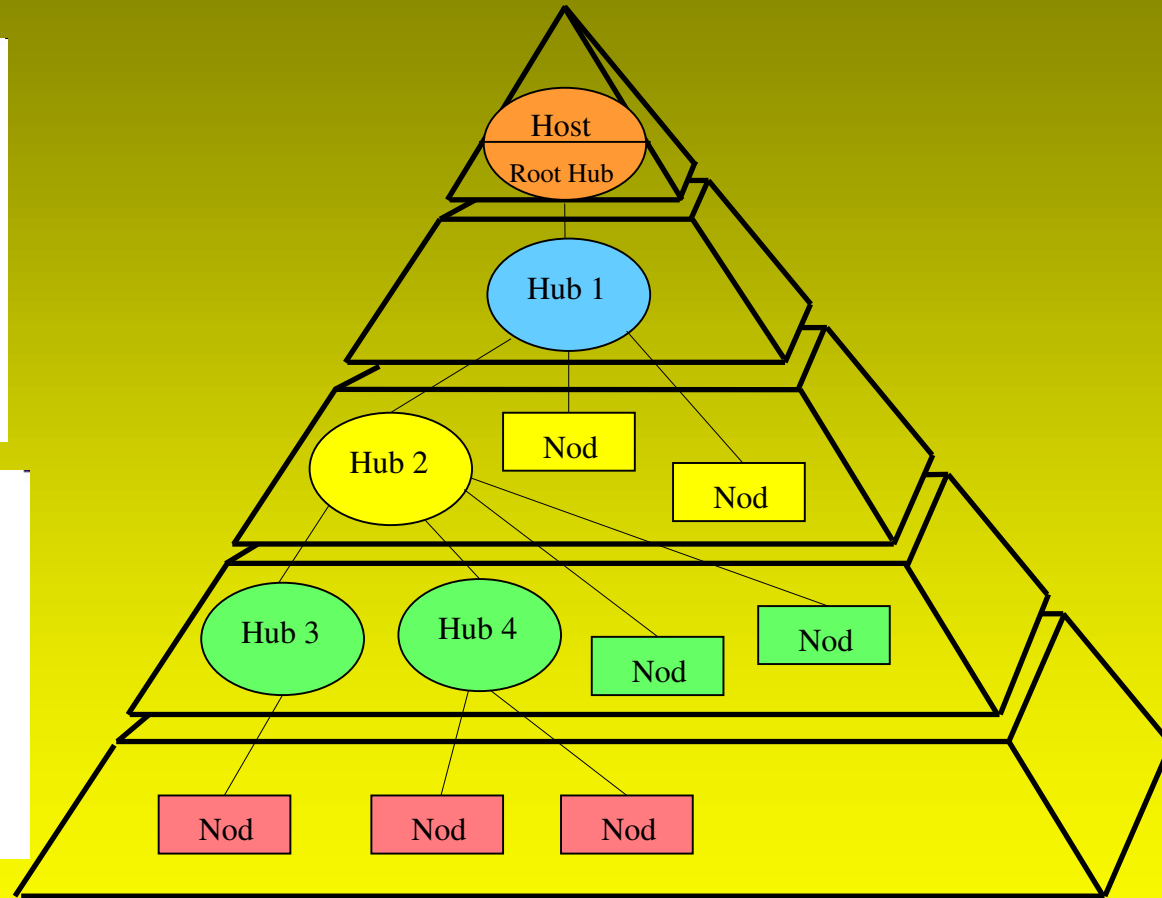
- rata de transfer este de 1,5 Mbps la USB 1.0 (Low Speed), 12Mbps la USB 1.1 (Full Speed), 480Mbps la USB 2.0 (Hi Speed) și 4,8Gbps la USB 3.0 (Super Speed);
- conectează până la 127 de dispozitive la un calculator gazdă, dar nu se pot conecta dispozitive USB fără gazdă ca la IEEE 1394;
- configurarea este automată, adică se poate conecta un dispozitiv USB fizic în mers (Hot Plug In). Se remarcă creșterea complexității software față de partea hardware;

Periferice USB





Topologia



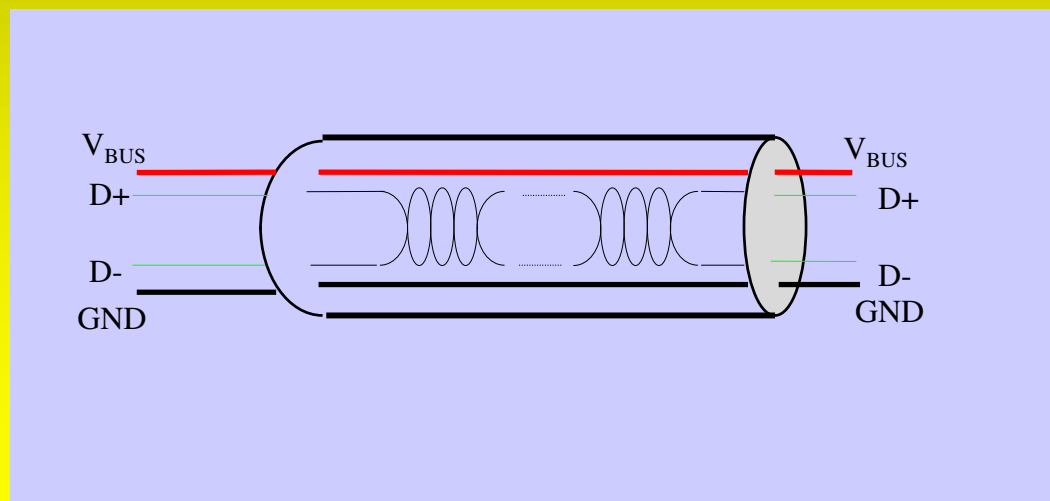
Hub USB



Nivelul fizic

Aspectele electrice și mecanice ale interfeței sunt reglementate foarte precis în specificațiile de magistrală. Semnalele electrice sunt vehiculate sub formă de semnal diferențial (D+ și D-) Semnalul de ceas (clock) este refăcut la recepție din datele transmise. Codificarea utilizată este NRZI cu împănare de biți (*bit-stuffing*).

Transportarea semnalelor se face printr-un cablu cu patru fire conductoare.



Activitate propusă:
Cât poate fi lungimea
maximă a unui cablu
USB?

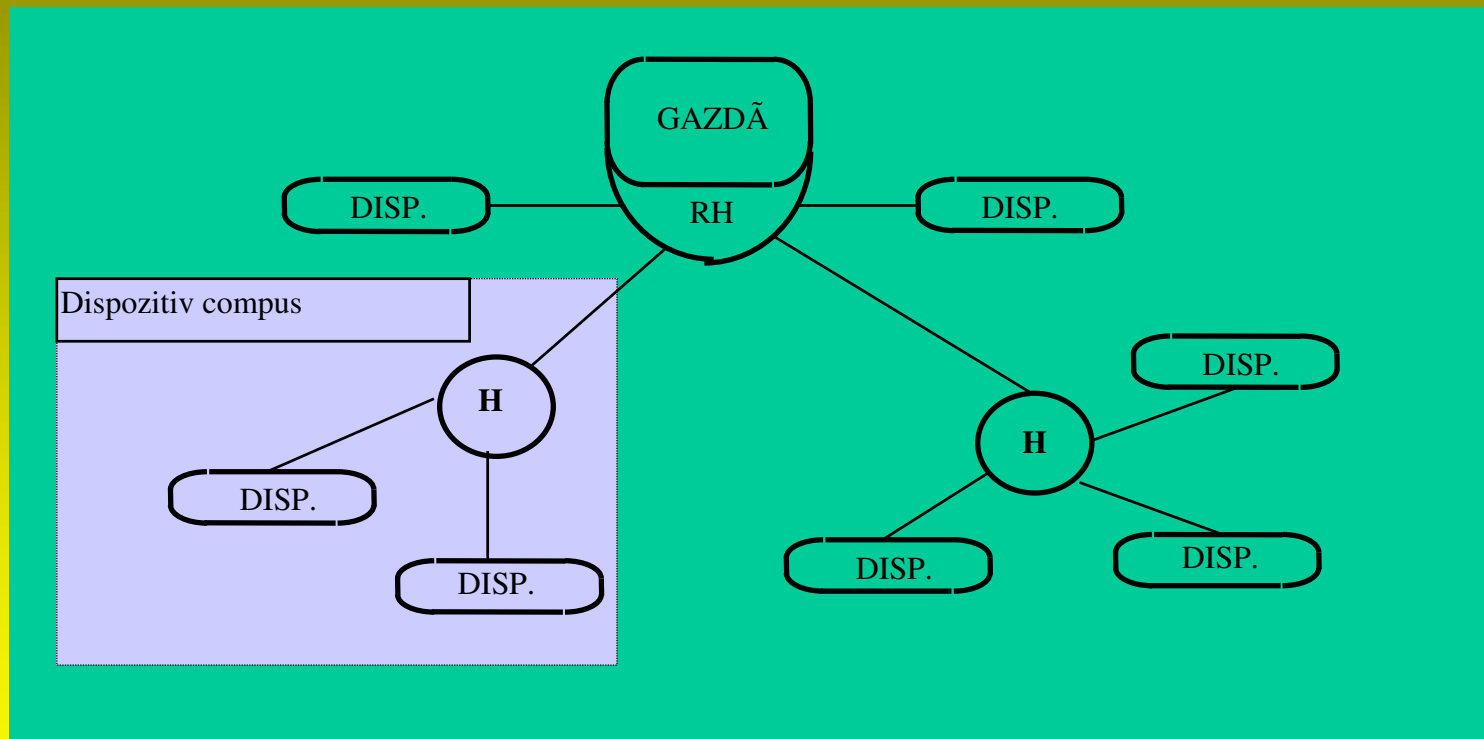


Transferuri USB

1. transferuri de control (*Control Transfers*);
2. transferuri cu volum mare de date (*Bulk Data Transfers*);
3. transferuri prin întreruperi (*Interrupt Data Transfers*);
4. transferuri izocrone (*Isochronous Transfers*).



Topologia USB



Topologia fizică a magistralei USB



Cabluri și conectori USB



Conector USB tip A



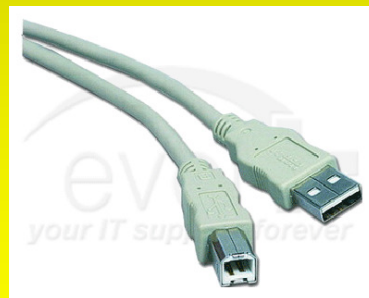
Conectori USB pentru plăci



Conector USB tip B



Cablu prelungitor USB 2.0



Cablu upstream-downstream



Cablu USB mini



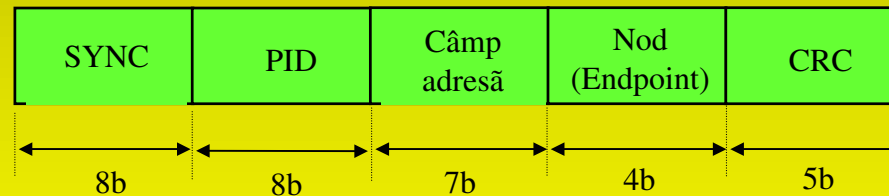
Cablu USB 3.0



Protocol- pachete

Pachetul de semnalizare (Token Packet)

Orice transfer începe prin trimiterea de către gazdă a unui pachet de semnalizare. Un pachet are 32 de biți împărțiți în cinci câmpuri.

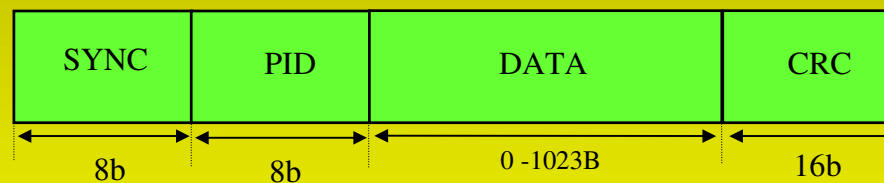




Protocol- pachete

Pachetul de date

Informația propriu-zisă este transferată în sistemele USB sub forma unor pachete de date.

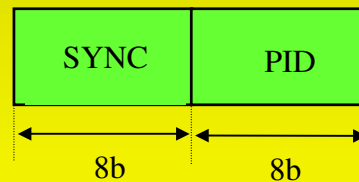




Protocol- pachete

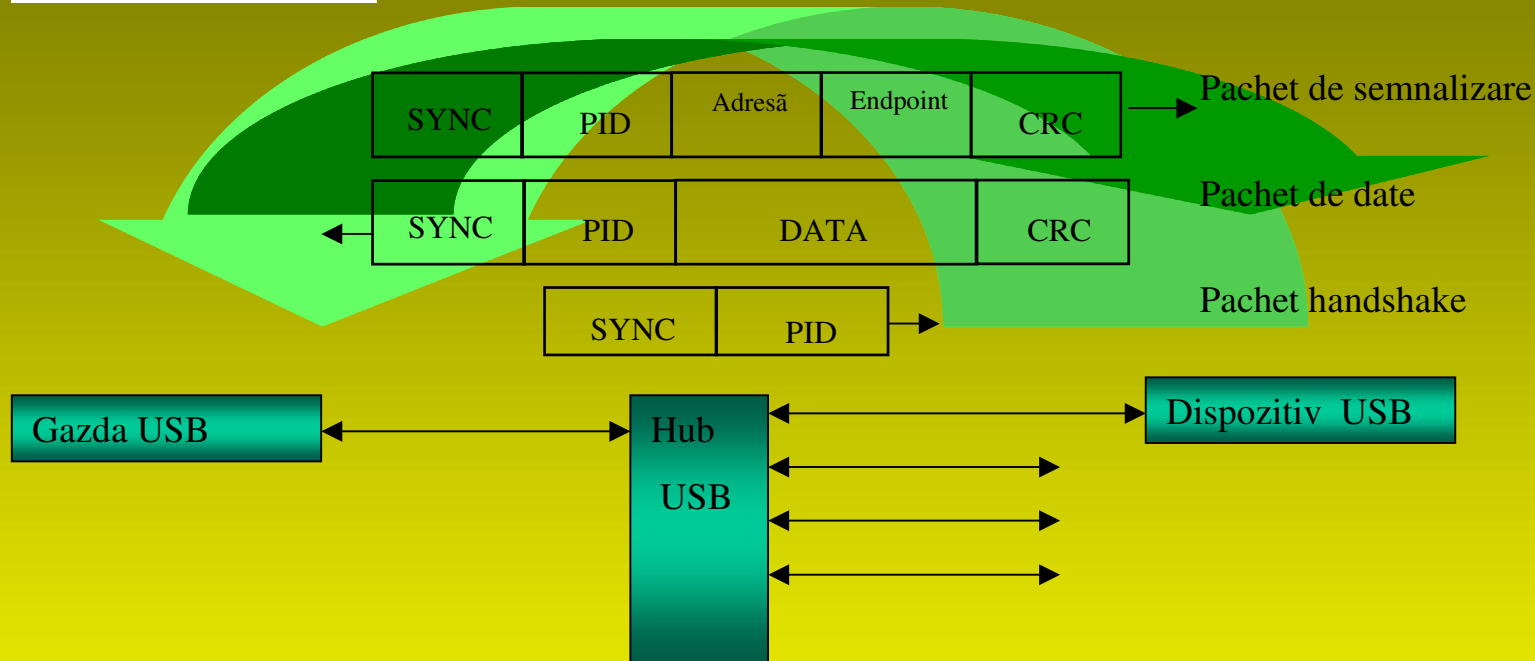
Pachetul handshake

Pachetele handshake, sau de dialog, sunt folosite pentru a raporta starea unui transfer de date, pentru a indica recepția cu succes a datelor sau pentru a întoarce valori care indică acceptarea/respingerea unei comenzi sau o stare de HALT la dispozitiv.





Protocol- funcționare



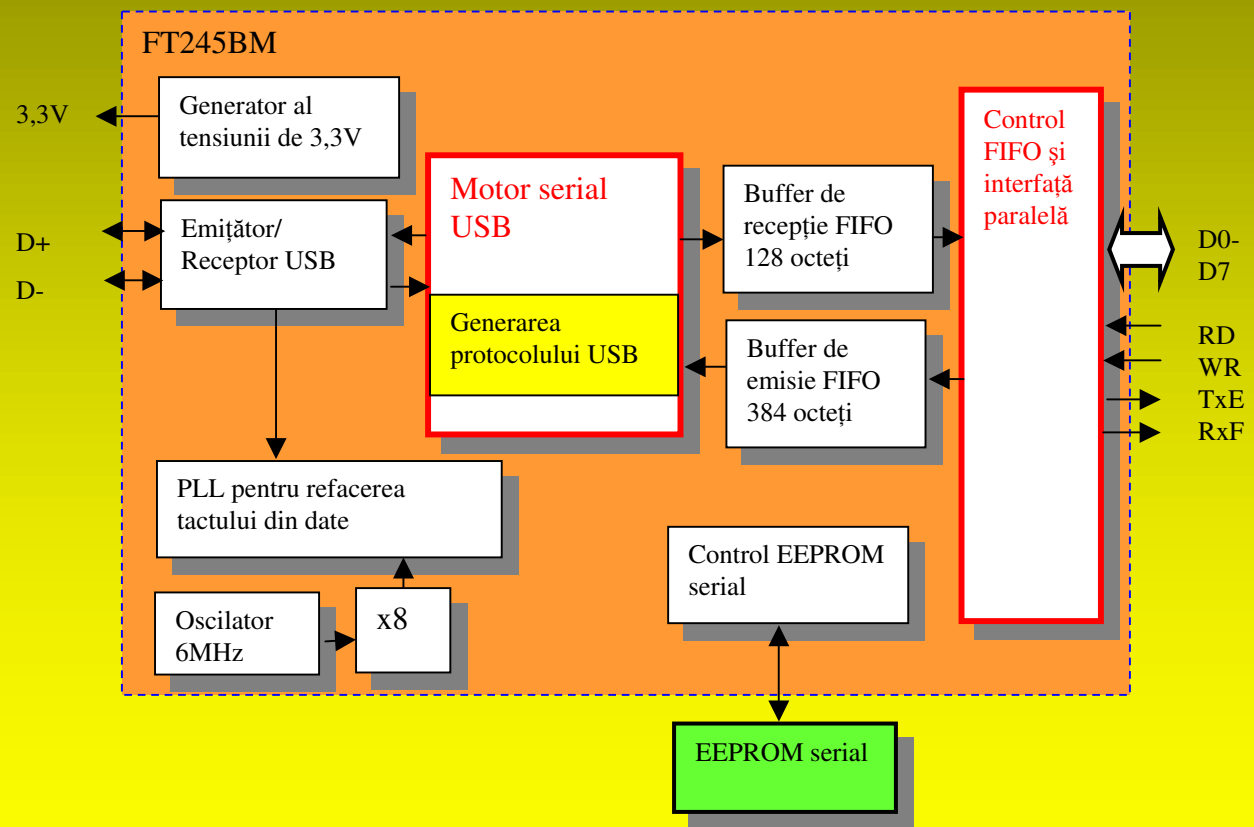
Un dialog simplificat este dat în figură. Cu un pachet de semnalizare se indică adresa dispozitivului și tipul tranzacției care presupunem că este un transfer de date spre gazda USB. Dispozitivul USB răspunde cu pachetul de date. Gazda confirmă primirea cu un pachet handshake.



Cuplarea unui MC la USB printr-o interfață specializată

Dacă aplicația necesită cuplarea unui MC la USB atunci există două variante, utilizarea unei interfețe specializate așa cum sunt cele din familia FTDI sau alegerea unui MC care are interfață USB integrată.

În figură este circuitul USB-paralel FT8U245AM.





Temă



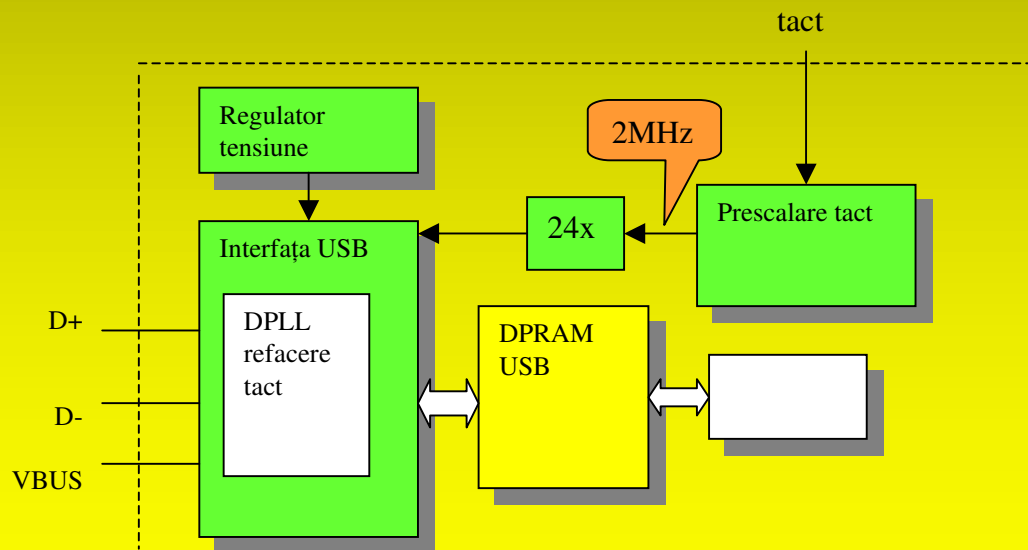
Activitate propusă:

Să se conecteze un circuit FT245BM pe un port paralel. Să se scrie programul în limbaj de asamblare x86 pentru recepția și emisia unui caracter.



Microcontrollere cu USB integrat

Un model de microcontroller cu USB integrat este ATMEL AT90USB care este disponibil în diverse combinații de memorie.





Concluzii

Cursul care tratează magistrala USB începe cu o descriere a contextului în care a apărut această magistrală, caracteristicile și avantajele ei. Arhitectura magistralei este descrisă alături de elementele care fac parte din structura acesteia. O scurtă prezentare a nivelului fizic și a cablurilor de conexiune folosește studenților ca utilizatori ai echipamentelor USB. Mai detaliat este prezentat protocolul de transfer de date prin cadre de date, arătând structura și tipurile cadrelor de date. Un exemplu de dialog cu cadre de date arată desfășurarea unei operații de transfer.

Pentru ca studenții să poată fi capabili să proiecteze un sistem propriu cuplat la USB sunt prezentate două variante, realizarea unei interfețe USB cu un circuit specializat și cu un microcontroller cu USB integrat.

Mulțumesc pentru atenție

