

Cuprins

- 1. Introducere
- 2. Modele și limbaje pentru specificația sistemelor
- 3. Microcontrolere
- 4. Procesoare dedicate
- 5. Interfețe de comunicație
- 6. Periferice pentru sisteme dedicate
- 7. Dezvoltarea programelor
- 8. Sisteme de operare dedicate

Interfețe de comunicație

- Interfețe seriale
- Interfețe paralele
- Interfețe fără fir

Interfețe seriale

- RS-232
- RS-422
- RS-485
- I²C
- SPI
- USB
- IEEE 1394
- CAN

SPI

- Prezentare generală
- Semnalele interfeței
- Funcționarea
- Avantaje și dezavantaje
- Aplicații
- Comparatie cu interfața I²C

Prezentare generală

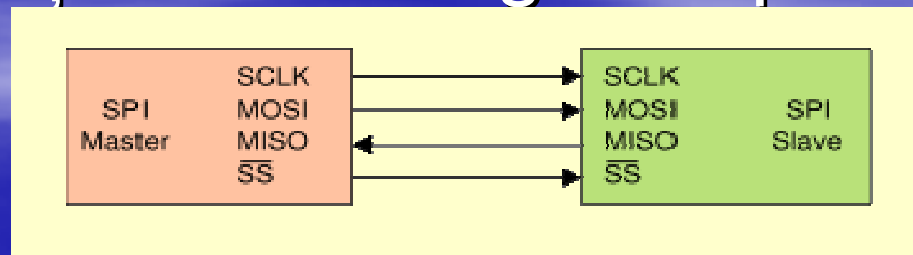
- **SPI (*Serial Peripheral Interface*)**
 - Elaborată de firma Motorola și adoptată de numeroși producători
 - Interfață serială sincronă
 - **Comunicație duplex**
 - Patru linii de comunicație
 - Mod de comunicație **master/slave**
 - Se pot conecta mai multe dispozitive *slave*
 - Datele sunt transferate în ambele direcții

SPI

- Prezentare generală
- Semnalele interfeței
- Funcționarea
- Avantaje și dezavantaje
- Aplicații
- Comparatie cu interfața I²C

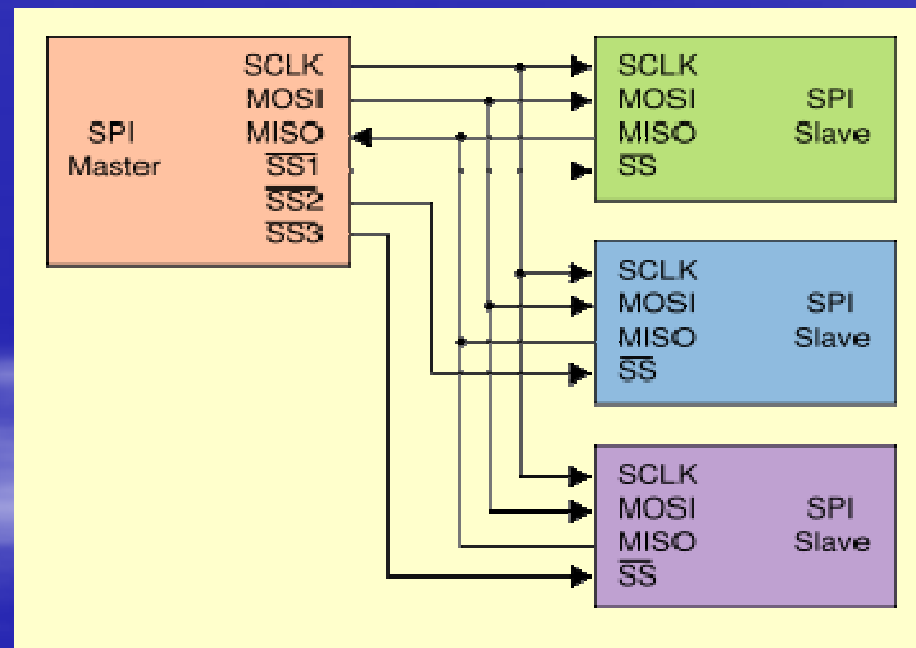
Semnalele interfeței (1)

- Patru semnale:
 - SCLK (*Serial Clock*)
 - MOSI (*Master Output, Slave Input*)
 - MISO (*Master Input, Slave Output*)
 - nSS (*Slave Select*)
- Configurație cu un singur dispozitiv *slave*



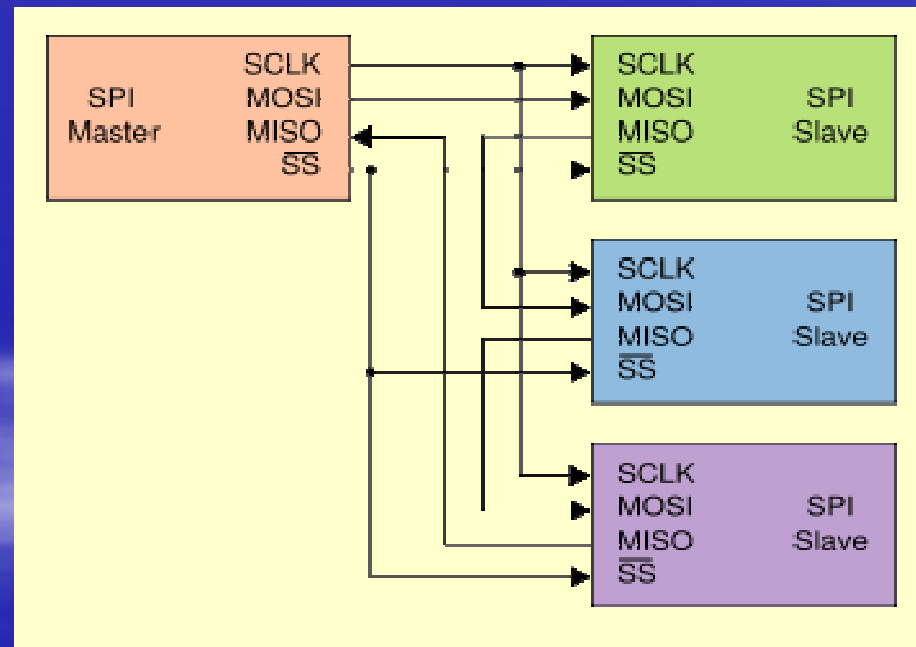
Semnalele interfeței (2)

- Configurație cu trei dispozitive *slave*



Semnalele interfeței (3)

- Configurație cu trei dispozitive *slave* conectate în lanț



Semnalele interfeței (4)

- Nume alternative pentru semnale:
 - SCLK → SCK
 - MOSI → SDI (*Serial Data In*), DI, SI
 - MISO → SDO (*Serial Data Out*), DO, SO
 - nSS → nCS, CS, STE (*Slave Transmit Enable*)
- SDI/SDO: SDO de la dispozitivul *master* conectat cu SDI de la dispozitivul *slave*

SPI

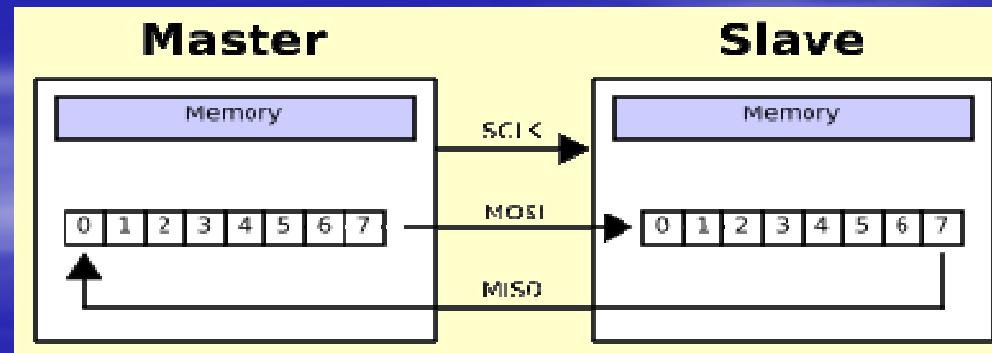
- Prezentare generală
- Semnalele interfeței
- Funcționarea
- Avantaje și dezavantaje
- Aplicații
- Comparație cu interfața I²C

Funcționarea (1)

- Transmisia datelor
 - Configurarea frecvenței semnalului de ceas (1 .. 70 MHz)
 - Selectarea dispozitivului *slave*
 - Opțional: timp de așteptare (de exemplu, pentru conversia analog-digitală)
 - Cicluri de ceas pentru transmisie duplex:
 - M → linia MOSI → S
 - S → linia MISO → M

Funcționarea (2)

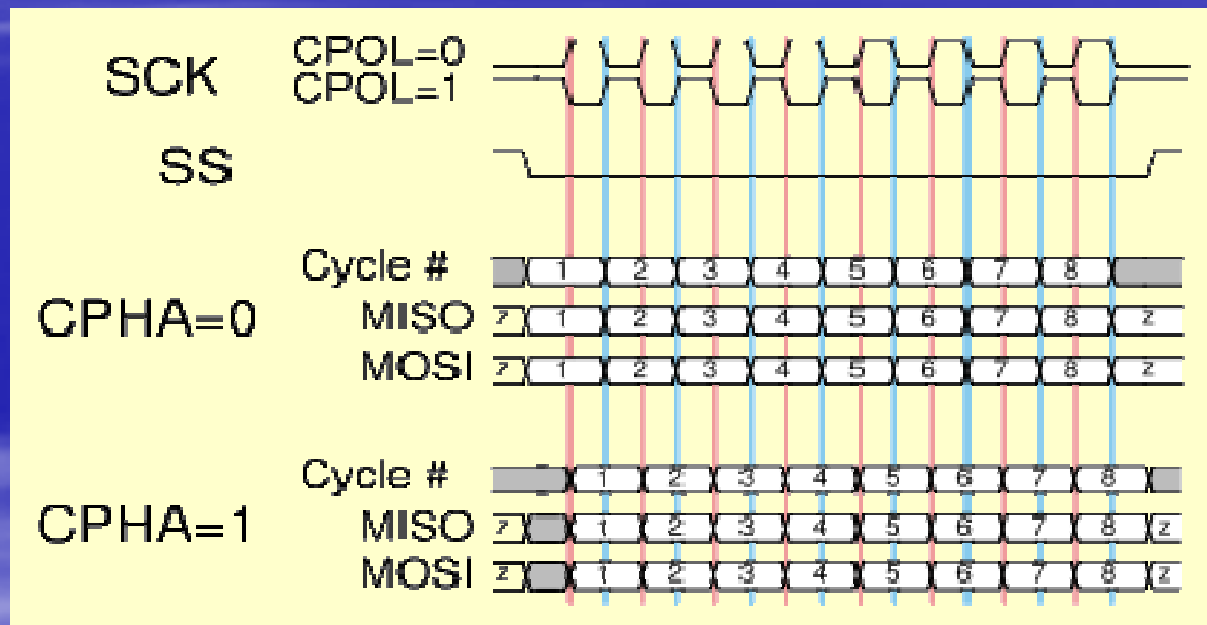
- Se utilizează două registre de deplasare
- De obicei, primul bit este c.m.s.
- Durata: orice număr de cicluri de ceas
- Dimensiunea cuvintelor depinde de aplicație



Funcționarea (3)

- Polaritatea și faza ceasului
 - Polaritatea (CPOL): determină valoarea de bază (inițială) a semnalului de ceas (0, 1)
 - Faza (CPHA): determină frontul pe care sunt citite și modificate datele
 - CPOL = 0
 - CPHA = 0: citirea pe frontul crescător, modificarea pe frontul descrescător
 - CPHA = 1: citirea pe frontul descrescător, modificarea pe frontul crescător

Funcționarea (4)



Funcționarea (5)

- Moduri

- Mod: combinația dintre polaritatea (CPOL) și faza (CPHA) ceasului
- Se utilizează convenția:

Mod	CPOL	CPHA
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

SPI

- Prezentare generală
- Semnalele interfeței
- Funcționarea
- Avantaje și dezavantaje
- Aplicații
- Comparație cu interfața I²C

Avantaje și dezavantaje

- Avantaje

- Comunicație duplex
- Viteză de transfer ridicată
- Interfață hardware simplă

- Dezavantaje

- Lipsa unui control al fluxului de date
- Lipsa confirmării de la dispozitivul *slave*
- Lipsa standardizării → diferite variante
- Dificultatea realizării sistemelor multi-master

SPI

- Prezentare generală
- Semnalele interfeței
- Funcționarea
- Avantaje și dezavantaje
- Aplicații
- Comparație cu interfața I²C

Aplicații

- Comunicația cu diferite periferice și controlere
 - Convertoare (CNA, CAN)
 - Memorii (EEPROM, flash)
 - Ceasuri de timp real
 - Afișaje cu cristale lichide
 - Cartele MMC sau SD
 - Senzori (temperatură, presiune)
 - Controlere UART, CAN, USB, DSP, audio

SPI

- Prezentare generală
- Semnalele interfeței
- Funcționarea
- Avantaje și dezavantaje
- Aplicații
- Comparatie cu interfața I²C

Comparație cu interfața I²C

- SPI este mai avantajos pentru transmiterea unor șiruri de date (DSP, convertoare)
- SPI are rate de transfer mai ridicate decât I²C
- SPI este mai eficient pentru aplicații care necesită comunicație duplex (codec ↔ DSP)
- SPI nu permite adresarea dispozitivelor
 - I²C este mai avantajos pentru sisteme cu mai multe dispozitive *slave*

Interfețe seriale

- RS-232
- RS-422
- RS-485
- I²C
- SPI
- USB
- IEEE 1394
- CAN

USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Prezentare generală (1)

- USB (*Universal Serial Bus*)
- Dezvoltată în 1995 de un grup de firme: HP, Compaq, Intel, Lucent, Microsoft, NEC, Philips
- USB Implementers Forum (www.usb.org)
- Motivații:
 - Simplificarea conexiunilor cu perifericele
 - Asigurarea unor rate de transfer ridicate
 - Ușurința utilizării (“*Plug and Play*”)
 - Eliminarea restricțiilor datorate resurselor hardware insuficiente

Prezentare generală (2)

- Versiunea 1.0 (1995): max. 12 Mbiți/s
- Versiunea 1.1 (1998): max. 12 Mbiți/s
 - Canal cu viteză redusă (1,5 Mbiți/s)
- Versiunea 2.0 (2000)
 - Rata de transfer maximă a crescut de 40 de ori, la 480 Mbiți/s
 - Utilizează aceleași cabluri, conectori și interfețe software
 - Permite utilizarea a noi tipuri de periferice: camere video, scanere, imprimante

USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

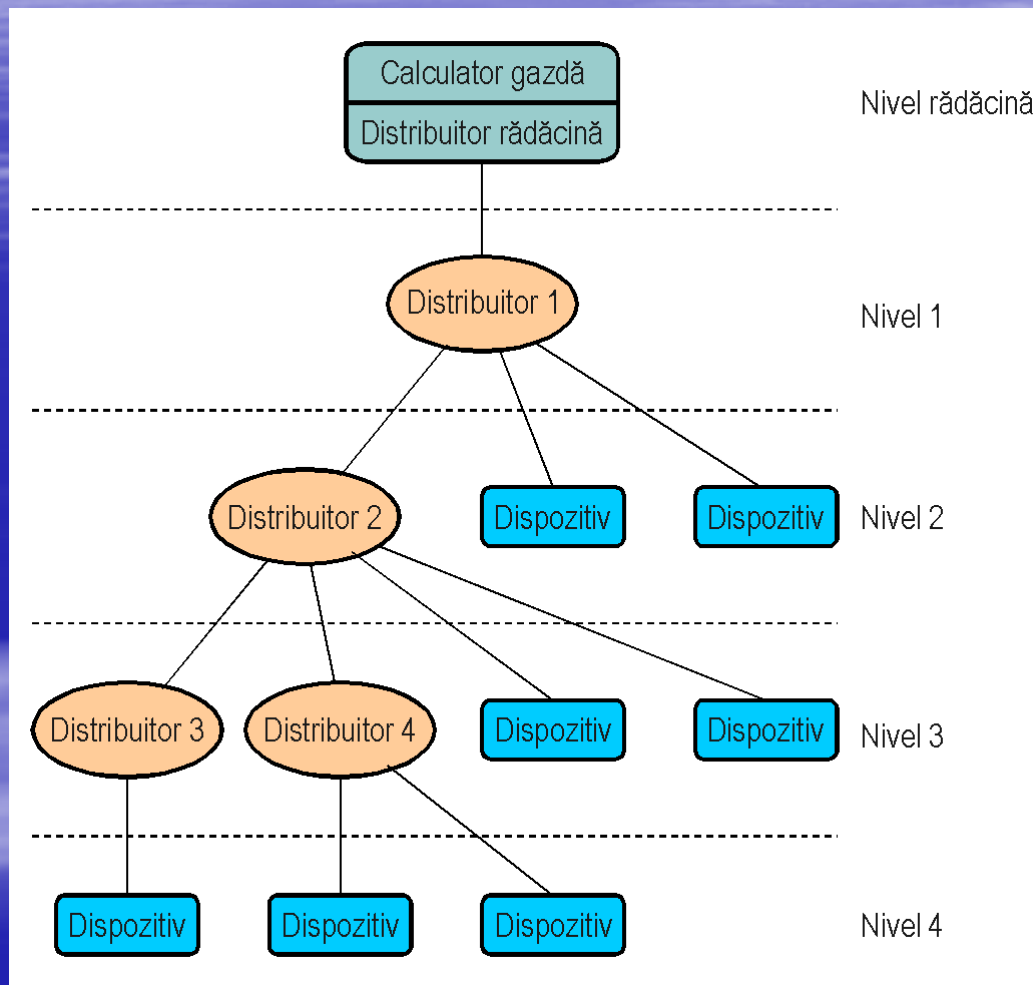
Caracteristici

- Se detectează adăugarea unui nou periferic
- Se determină resursele necesare acestuia
- Adăugarea și eliminarea unui periferic se pot realiza fără oprirea calculatorului
- Este posibilă o conexiune de tip arbore, cu până la 127 de periferice
- Perifericele se alimentează cu +5 V prin cablu
- Toate tipurile de periferice utilizează un conector standard

USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Topologia unui sistem USB



- Distribuitoare ("hub"-uri)
- Funcții (periferice)

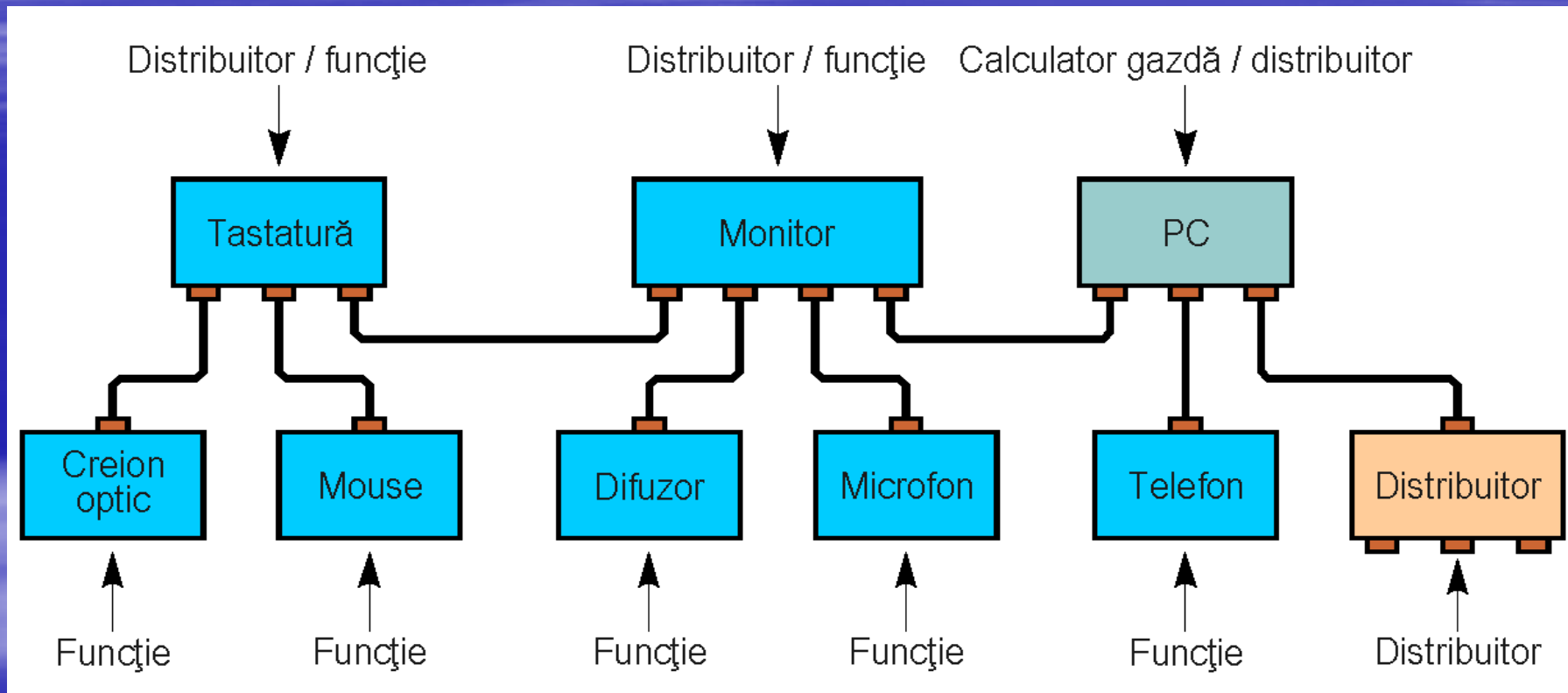
USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Distribuitoare USB (1)

- Recunosc conectarea dinamică a unui periferic
- Asigură o putere de cel puțin 0,5 W pentru fiecare periferic în timpul inițializării
- Pot asigura o putere de până la 2,5 W pentru funcționarea perifericelor
- Fiecare distribuitor constă din:
 - Repetor: comutator

Distribuitoare USB (2)



USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Funcții USB

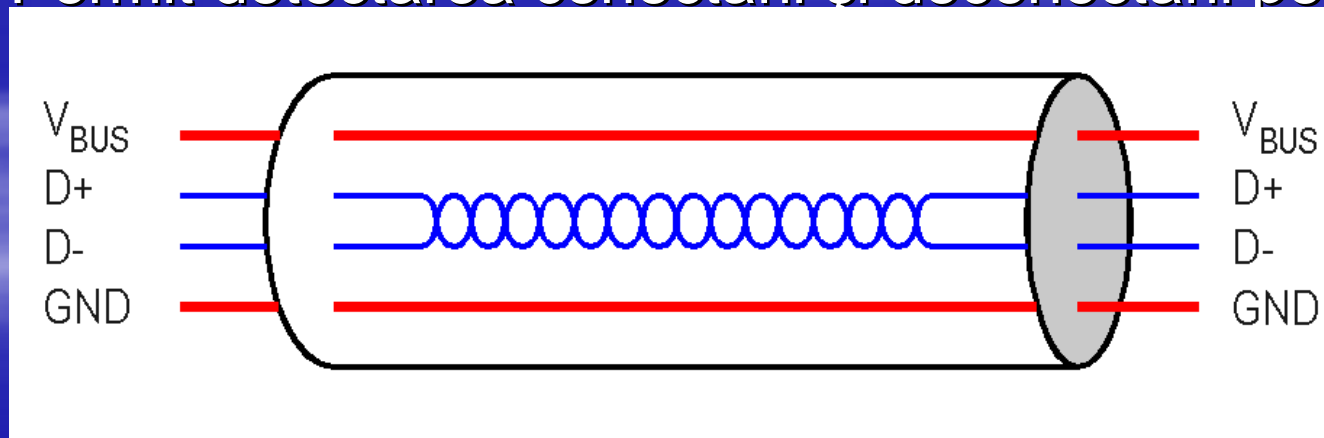
- Periferice USB care pot transmite sau recepționa date
 - Un periferic poate conține funcții multiple
- Trebuie să răspundă la cererile de tranzacție transmise de calculator
- Conțin informații de configurație care descriu posibilitățile lor și resursele necesare
- Configurarea funcției: alocarea unei lățimi de bandă și selectarea opțiunilor

USB

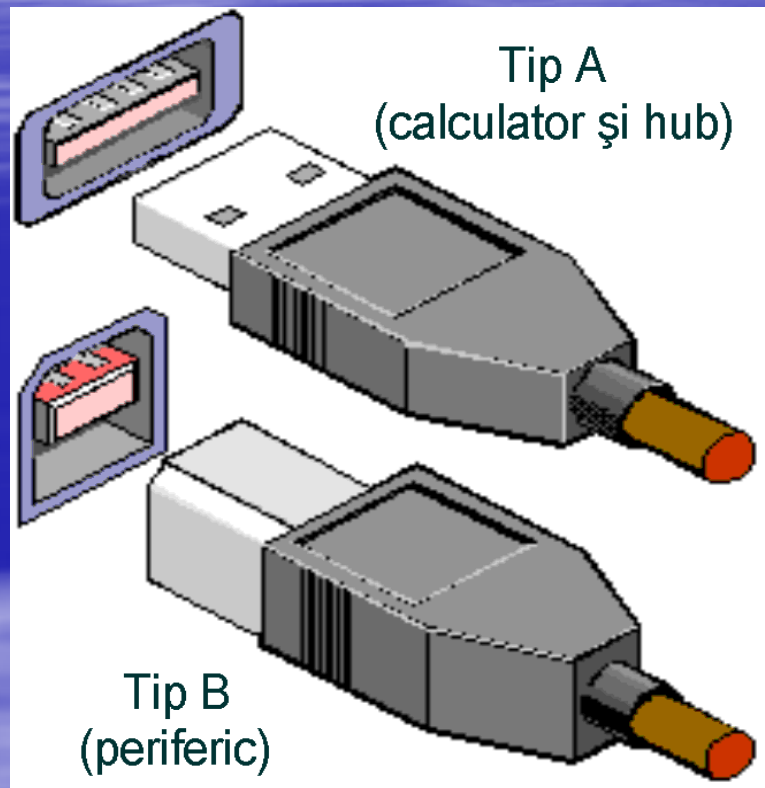
- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Interfața fizică (1)

- Semnale diferențiale pe liniile D+ și D-
- Tensiunea de alimentare pentru periferice pe linia V_{BUS}
- Terminatori la fiecare capăt al cablului
 - Asigură nivele de tensiune corecte pentru periferice
 - Permit detectarea conectării și deconectării perif.



Interfața fizică (2)



- Perifericele se conectează printr-o fișă de tip A
- Cablurile atașate permanent la periferice au o fișă de tip A
- Perifericele cu un cablu separat au o mufă pătrată de tip B

USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Interfața electrică

- Semnalul de ceas este codificat împreună cu datele
- Codificarea utilizată este NRZI (*Non Return to Zero Invert*)
 - Biții de 1 și 0 sunt reprezentați prin tensiuni opuse și alternante, fără revenire la tensiunea zero între biții codificați
- Biți suplimentari pentru a asigura tranziții suficiente ale semnalelor transmise

USB

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Topologia unui sistem USB
- Distribuitoare USB
- Funcții USB
- Interfața fizică
- Interfața electrică
- Tipuri de transfer

Tipuri de transfer (1)

- Transferuri de control
 - Se utilizează de driverele calculatorului pentru configurarea perifericelor
- Transferuri de date voluminoase
 - Se utilizează cu periferice ca imprimante sau scanere
 - Fiabilitatea asigurată prin: cod detector de erori; reluarea unui transfer cu erori
 - Rata de transfer poate varia

Tipuri de transfer (2)

- Transferuri de întrerupere
 - Se utilizează pentru date cu volum redus
 - Transferul datelor poate fi solicitat de un periferic în orice moment
 - Rata de transfer nu poate fi mai redusă decât cea specificată de periferic
 - Datele constau din notificarea unor evenimente, din caractere sau coordonate

Tipuri de transfer (3)

- Transferuri izocrone
 - *isos* – egal, *chronos* – timp
 - Izocron – cu durată egală; care apare la intervale egale
 - Se utilizează pentru datele generate în timp real, care trebuie furnizate cu rata cu care sunt recepționate
 - Trebuie respectată și întârzierea maximă cu care sunt furnizate datele

Tipuri de transfer (4)

- Furnizarea la timp a datelor este asigurată cu prețul unor pierderi potențiale în șirul de date
- Porțiune dedicată a lățimii de bandă
- Transferuri izocrone:
 - Furnizarea la timp a datelor
 - Lipsa retransmiterii datelor eronate
- Transferuri asincrone:
 - Furnizarea corectă a datelor
 - Retransmiterea datelor eronate

Interfețe seriale

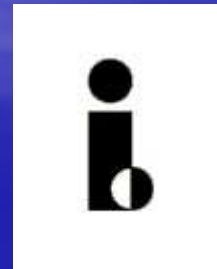
- RS-232
- RS-422
- RS-485
- I²C
- SPI
- USB
- IEEE 1394
- CAN

IEEE 1394

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Cabluri și conectori
- Topologia conexiunilor
- Protocolul magistralei

Prezentare generală (1)

- Necesitatea unei interfețe pentru echipamentele multimedia digitale
- Magistrala IEEE 1394 asigură rata de transfer necesară pentru aplicațiile multimedia
- Permite transferul datelor digitale între un calculator și produse ale electronicii de consum
- FireWire (Apple), i.Link (Sony)



Prezentare generală (2)

- Standarde elaborate de consorțiul *1394 Trade Association* (www.1394ta.org)
- Standardele definesc două variante:
 - O interconexiune internă
 - O conexiune externă punct la punct
- Legătura între cele două variante se poate realiza printr-o punte simplă
- Varianta internă:
 - Utilizată separat
 - Inclusă într-o magistrală paralelă



Prezentare generală (3)

- Prima versiune: IEEE 1394-1995
- Versiunea a doua: IEEE 1394a-2000
 - Varianta pe placa de bază: 12,5 Mbiți/s; 25 Mbiți/s; 50 Mbiți/s
 - Varianta prin cablu: 98,3 Mbiți/s (S100);, 196,6 Mbiți/s (S200); 393,2 Mbiți/s (S400)
- Versiunea curentă: IEEE 1394b-2002
 - Extinde distanța de interconectare
 - Definește noi rate de transfer, de 800 Mbiți/s (S800) și 1600 Mbiți/s (S1600)

IEEE 1394

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Cabluri și conectori
- Topologia conexiunilor
- Protocolul magistralei

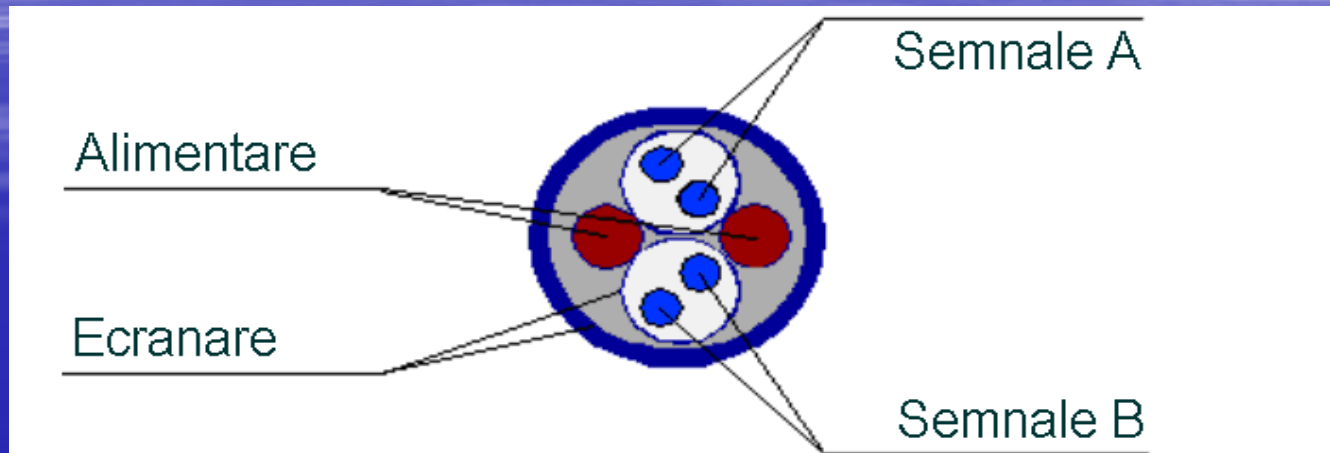
Caracteristici

- Interfață digitală
- Utilizare simplă; nu este necesară adăugarea unor terminatori
- Perifericele pot fi conectate și deconectate în timpul funcționării → reconfigurare dinamică
- Mod de transfer izocron
- Arhitectură scalabilă
- Topologie flexibilă: lanț, arbore
- **Comunicație directă între două echipamente de pe rețea, fără calculator**

IEEE 1394

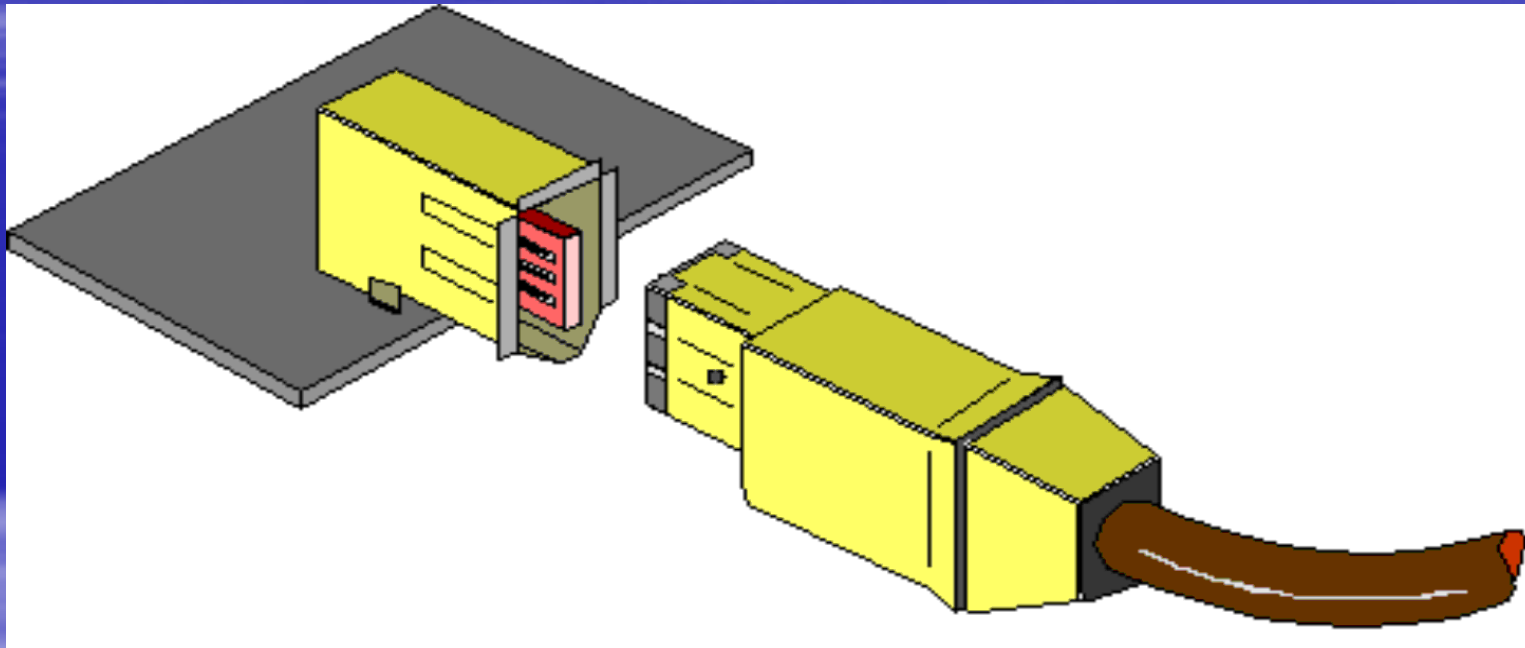
- Prezentare generală
- Caracteristici
- Cabluri și conectori
- Topologia conexiunilor
- Protocolul magistralei

Cabluri și conectori (1)



- Două fire pentru datele transmise (diferențiale)
- Două fire pentru datele recepționate (diferențiale)
- Două fire pentru alimentare și masa electrică
- Tensiunea de alimentare: 8 .. 40 V
- Curentul maxim: 1,5 A

Cabluri și conectori (2)



IEEE 1394

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Cabluri și conectori
- Topologia conexiunilor
- Protocolul magistralei

Topologia conexiunilor (1)

- Utilizează adresarea bazată pe memorie
- Resursele: considerate ca locații de memorie care pot fi accesate prin tranzacții între procesor și memorie
- Nod: entitate a magistralei
- Adresare pe 64 de biți; 16 biți - identificatorul nodului
- Fiecare nod are și rolul de repetor
- Distanța între noduri: maxim 4,5 m
- Lungimea totală maximă: 72 m

Topologia conexiunilor (2)

- Versiunea 1394b permite creșterea distanței între două noduri la 100 m (100 Mbiți/s)
- Topologia fizică: rețea aciclică cu ramificații și extensii, fiind posibilă o structură sub forma unui arbore
- Topologie flexibilă, similară cu cea a magistralei USB
- Topologia permite legătura directă între două dispozitive conectate la magistrală

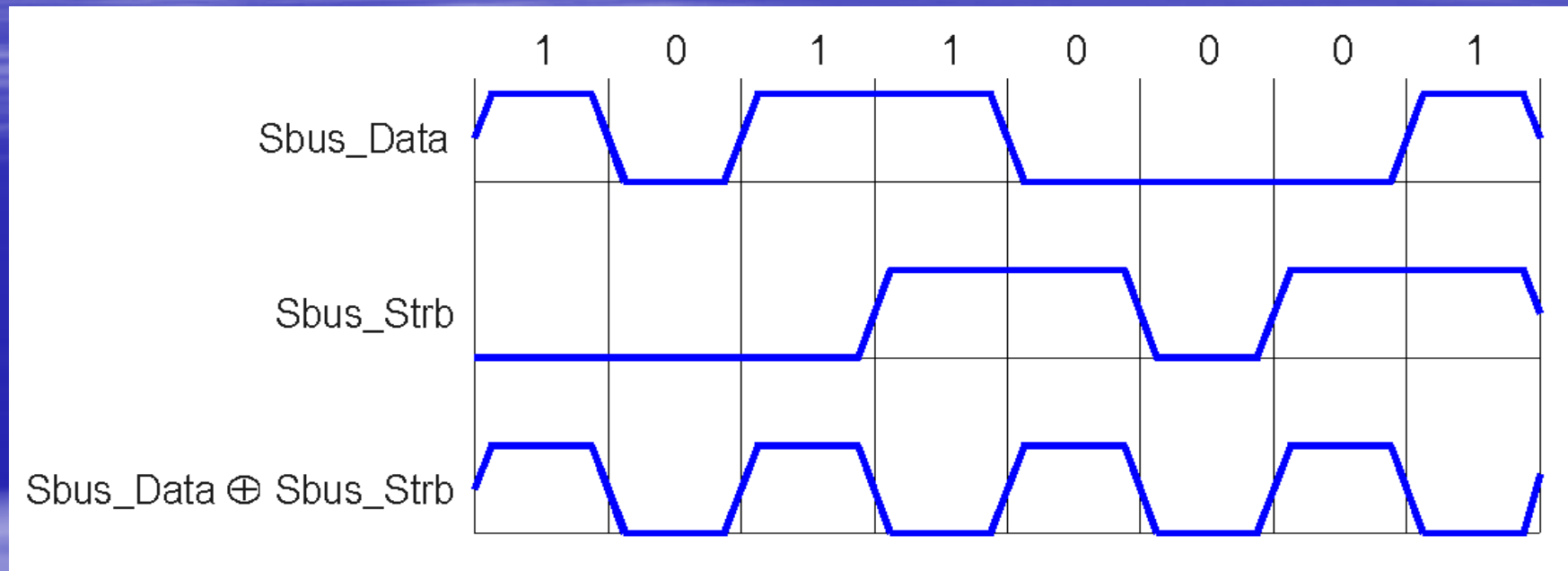
IEEE 1394

- Prezentare generală
- Caracteristici
- Cabluri și conectori
- Topologia conexiunilor
- Protocolul magistralei

Protocolul magistralei (1)

- Descris de un set de trei nivele: fizic, legătură de date, tranzacții
- Nivelul fizic:
 - Există un singur nod care transmite pe magistrală
 - Modul semiduplex, cu două semnale: date și strob
 - Semnalul de date este de tip NRZ
 - Strobul își modifică starea ori de câte ori doi biți consecutivi de date sunt identici

Protocolul magistralei (2)



Codificarea date – strob (DS)

Protocolul magistralei (3)

- Nivelul legăturii de date:
 - Furnizează pachetele de date pentru transferurile asincrone și izocrone
 - În modul izocron datele sunt transferate pe baza numărului canalului
- Nivelul tranzacțiilor:
 - Definește un protocol complet de cerere-răspuns
 - Datele sunt transferate între noduri

Interfețe seriale

- RS-232
- RS-422
- RS-485
- I²C
- SPI
- USB
- IEEE 1394
- CAN

CAN

- Prezentare generală
- Transmisia datelor
- Formatul mesajelor
- Aplicații

Prezentare generală (1)

- **CAN** (*Controller Area Network*)
 - Interfață serială pentru aplicații în timp real
 - Dezvoltată în anii 1980 de firma Robert Bosch pentru automobile
 - Robustețe ridicată în medii cu zgomote electromagnetice
 - Datele sunt transmise sub formă de mesaje scurte (maxim 8 octeți)
 - Se utilizează un cod CRC detector de erori

Prezentare generală (2)

- Sunt posibile viteze de până la 1 Mbit/s pentru lungimi sub 40 m
- Standardele ISO specifică o transmisie diferențială
- Standarde:
 - ISO 11898-1: protocolul legăturii de date
 - ISO 11898-2: CAN cu viteză ridicată
 - ISO 11898-3: CAN cu viteză redusă
 - ISO 11992-1: CAN tolerant la defecte

CAN

- Prezentare generală
- Transmisia datelor
- Formatul mesajelor
- Aplicații

Transmisia datelor (1)

- Mesajele de date sunt transmise între nodurile magistralei CAN
 - Mesajele nu conțin adrese explicite
 - Conținutul mesajelor este etichetat cu un identificator unic
 - Identificatorul determină și prioritatea mesajului
 - Mesajele sunt recepționate de toate nodurile
 - Nodurile determină dacă mesajul este relevant

Transmisia datelor (2)

- Arbitrajul de magistrală
 - Utilizat automat atunci când două sau mai multe noduri încearcă transmisia simultană
 - Tehnică de arbitraj nedistructivă → CSMA/BA (*Carrier Sense Multiple Access / Bitwise Arbitration*)
 - Conexiune ȘI cablat: starea dominantă 0
- Codificarea datelor: NRZ (*Non Return to Zero*)
 - Număr minim de tranziții
 - Imunitate la perturbații externe

CAN

- Prezentare generală
- Transmisia datelor
- Formatul mesajelor
- Aplicații

Formatul mesajelor (1)

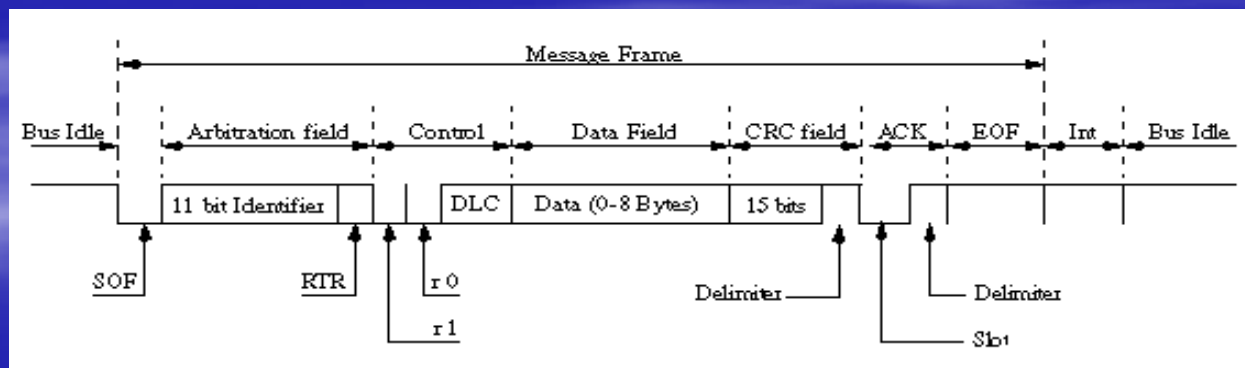
- Cadre: conțin mesajele transmise
- Formatul de bază
 - Protocol CAN standard (vers. 2.0A)
 - Identificatori de 11 biți
- Formatul extins
 - Protocol CAN extins (vers. 2.0B)
 - Identificatori de 29 biți
- Toate cadrele încep cu un bit SOF (*Start Of Frame*)

Formatul mesajelor (2)

- Patru tipuri de cadre:
 - *Data*: conține date ale nodului transmițător
 - *Remote*: solicită transmisia unui cadru de date cu un anumit identificator
 - *Error*: transmis de toate nodurile care detectează o eroare
 - *Overload*: transmis de un nod care este ocupat; permite o întârziere între cadrele de date

Formatul mesajelor (3)

- Formatul unui cadru 2.0A
 - Câmp SOF
 - Câmp de arbitrare
 - Identificator (11 biți)
 - Bit RTR (*Remote Transmission Request*)



Formatul mesajelor (4)

- Câmp de control
 - Doi biți rezervați (r0, r1)
 - Patru biți DLC (*Data Length Code*) numărul de octeți din câmpul de date
- Câmp de date
 - 0 .. 8 octeți
- Câmp CRC
 - 15 biți ai codului ciclic redundant
 - Delimitator (1 logic)

Formatul mesajelor (5)

- Câmp ACK (confirmare)
 - Slot: transmis ca 1 logic și modificat în 0 de nodurile care recepționează cu succes mesajul
 - Delimitator (1 logic)
- Câmp EOF (*End Of Frame*)
 - 7 biți de 1
- Formatul unui cadru 2.0B
 - Identificatorul din câmpul de arbitrare conține 11 + 18 biți
 - Distincția dintre formate: bitul IDE (*IDentifier Extension*)

CAN

- Prezentare generală
- Transmisia datelor
- Formatul mesajelor
- Aplicații

Aplicații

- Automobile
 - ABS, EBD, ESP, controlul injectiei, controlul tracțiunii, airbag, aer condiționat etc.
- Automatizări industriale
- Sisteme de control și navigație marină
- Controlul proceselor de producție
- Telescoape optice
- Echipamente de birou
- Sisteme medicale