

## 6. Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel



### Cuprins modul

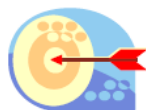
- 6.1. Selectarea unui dispozitiv pe magistrală
- 6.2. Exemple de conectare pe magistrală la microcontrollere
- 6.3. Conectarea la porturi paralele
- 6.4. Concluzii

### Cuprins



### Introducere

La finalul părții teoretice fundamentale, modul “Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel” răspunde întrebării puse în modulele anterioare referitor la variantele de conectare a unui echipament periferic cu interfață paralelă sau serială. Modulul analizează două posibilități de conectare, pe magistrală sau la un port paralel, comparând complexitatea și viteza de transfer. Este tratată problema selecției pe magistrală și sunt date câteva exemple de conectare pe magistrala externă la trei familii de microcontrollere. Sunt tratate apoi variante de conectare la un port paralel a echipamentelor periferice de 8 și 16 biți, unidirecțional și bidirecțional.



### Obiective

După parcurgerea acestui modul studenții vor avea cunoștințele necesare de a decide care mod de conectare este mai avantajos pentru o anumită aplicație. De asemenea vor putea proiecta o interfață simplă între un microcontroller și un echipament periferic simplu, alegând varianta care asigură viteza dorită de transfer și este cel mai simplu de implementat.

Obiective specifice:

1. Învățarea noțiunii de protocol cu aplicare la transferul de date prin interfețe;
2. Învățarea programării la nivel de bit a interfețelor seriale și paralele;
3. Introducere în domeniul transferului de date prin magistrale.



### Durata medie de studiu individual

Durata medie de studiu individual este de 2 ore.

### 6.1. Selectarea unui dispozitiv pe magistrală

La un moment dat pe o magistrală sunt active 2 subsisteme, dintre care unul este Masterul. Iar celălalt este subsistemul Slave selectat de Master, figura 6.1:

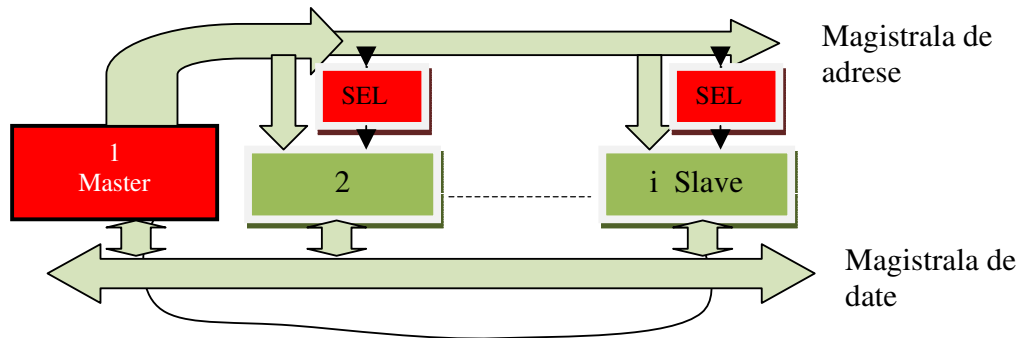


Figura 6.1. Selecția prin adrese

Transferul de date are loc între Master și subsistemul  $i$  pe magistrala de date. Liniile de adresă necesare pentru adresarea locațiilor sau registrelor interne ale subsistemelor sunt conectate direct la acestea. Cu liniile rămase libere se selectează subsistemul cu care Masterul transferă date. Subsistemul selectat devine activ, celelalte subsisteme intră în înaltă impedanță la interfața cu magistrala. Selecția poate fi:

1. Selecția liniară se poate realiza dacă numărul liniilor de adresă rămase disponibile este mai mare sau egal cu numărul circuitelor care trebuie selectate. Fiecare circuit este selectat cu o linie de adresă, avantajul soluției fiind simplitatea iar dezavantajul fiind faptul că se pierde din spațiul de adresare;
2. Selecția decodificată, în care liniile de adresă rămase libere sunt introduse într-un decodificator DCD, iar ieșirile DCD selectează fiecare un circuit. Se poate astfel folosi întregul spațiu de adresare;
3. Selecția mixtă, în care unele linii de adresă libere selectează direct câte un circuit în timp ce alte linii selectează prin intermediul unui DCD.

În primul exemplu se propune conectarea pe o magistrală de adrese de 16 biți a unor circuite de memorie de 16k. Selecția liniară și harta memoriei sunt date în figura 6.2.

Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

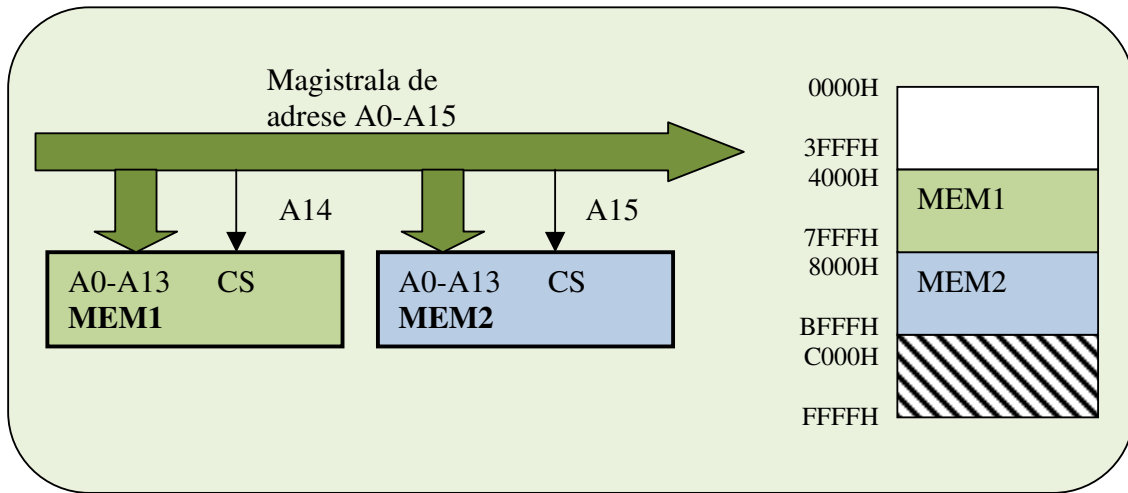


Figura 6.2. Selectarea liniară în cazul memoriilor (CS activ în 1)

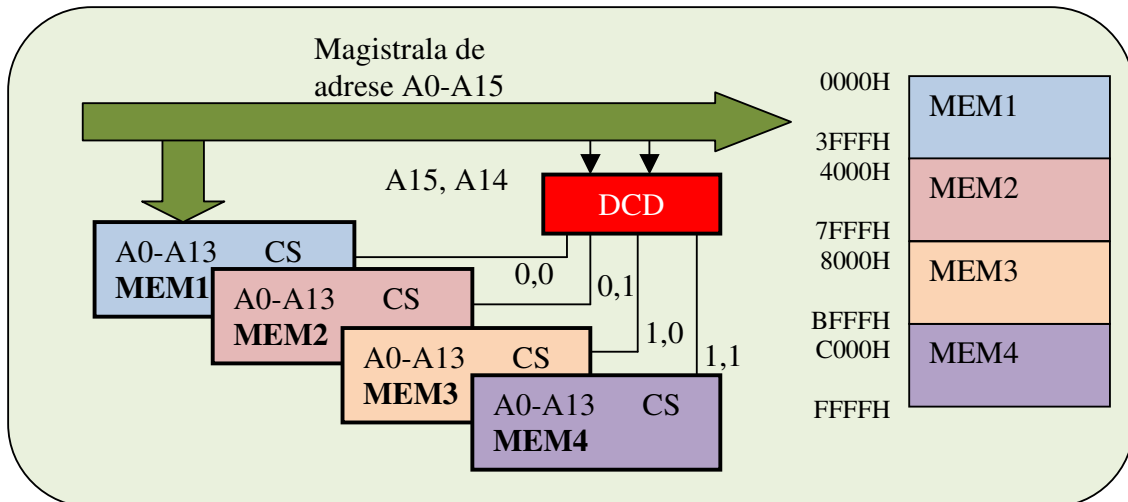


Figura 6.3. Selectarea decodificată în cazul memoriilor

Se poate observa că în cazul selectării decodificate (figura 6.3.) se folosește întreaga zonă de adresare. În cazul conectării unui dispozitiv de IO se aplică aceleași reguli, diferența fiind dată de faptul că dispozitivele de IO au mai puține linii de adresare pentru regiștrii interni, ca urmare rămân mai multe linii de adresă libere. În al doilea exemplu se conectează o interfață paralelă programabilă pe o magistrală de adrese de 16 biți. Interfața utilizează 2 linii de adresă pentru selectarea celor 3 regiștrii interni. Să presupunem că adresa de bază la care dorim conectarea circuitului este 0180H. În figura 6.4. este dată schema bloc de conectare și harta memoriei.

## Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

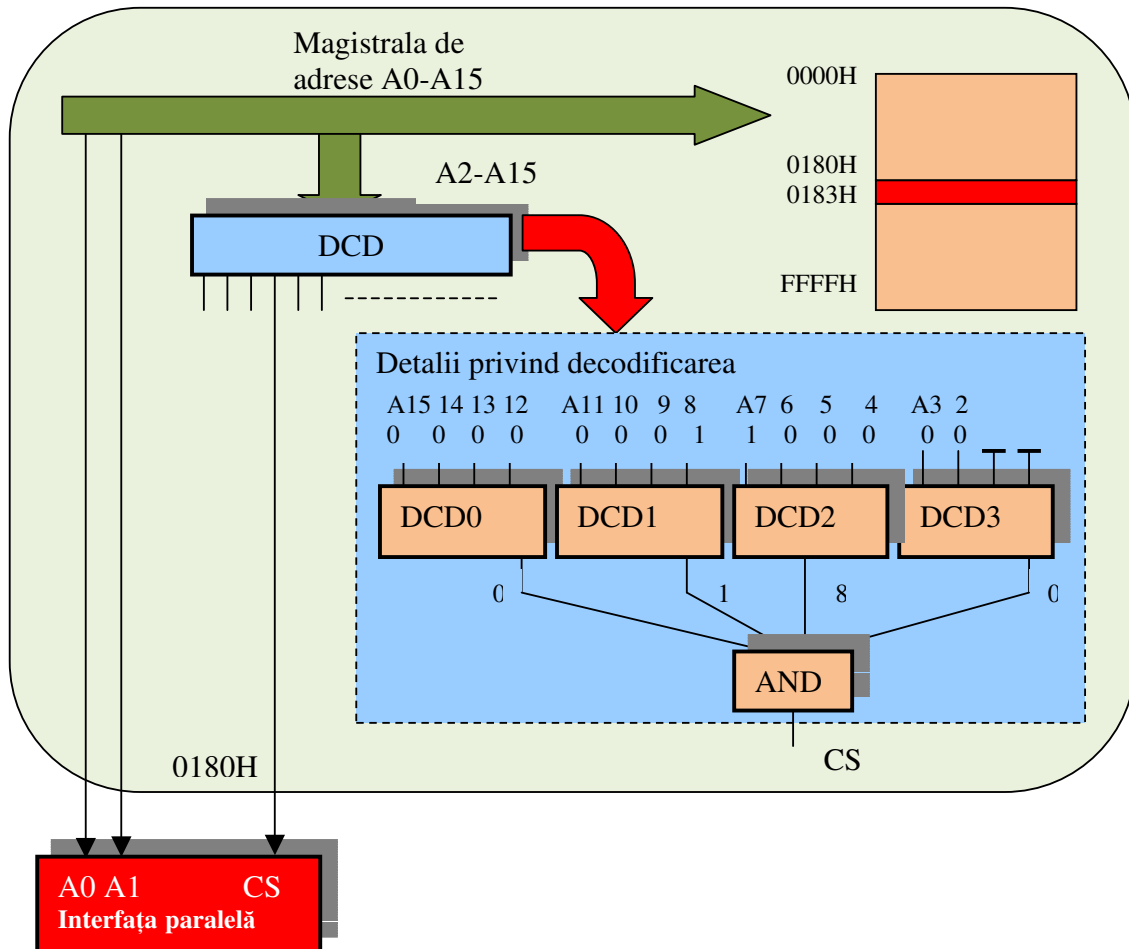


Figura 6.4. Conectarea unui circuit interfață paralelă pe magistrală

Selecția prin decodificare a fost realizată cu 4 DCD cu 4 intrări. Schema bloc este detaliată în partea de selecție. După programarea circuitului de interfață paralelă se pot trimite /recepționa date de un octet cu o singură instrucțiune sau două, dacă datele sunt extrase din memorie, ceea ce înseamnă, de exemplu la un microcontroller RISC cu instrucțiuni executate într-un singur tact o rată de transfer de ordinul de mărime a tactului. La MC complexe, așa cum sunt de exemplu MC pe 32 de biți de la Fujitsu se pun la dispoziția utilizatorului semnale de CS pentru diferite zone de memorie liberă pentru a ușura implementarea aplicațiilor care necesită lucrul pe o magistrală externă.

De exemplu, considerând circuitul de interfață paralelă conectat printr-o magistrală simplă ca și cea descrisă în modulul de magistrale, programul de citire din memorie și trimitere la un port de ieșire va fi:

## Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

```
MOV BX, [adresa inițială de memorie]
MOV DX, adresa portului de ieșire
Start: MOV AL, [BX]
      OUT AL,DX
      INC BX
      JMP start
```

În buclă sunt o instrucțiune de citire din memorie (4 tacte), una de scriere la un port (5 tacte), una de salt și una de incrementare a unui registru. Dacă presupunem că programul din buclă durează 20 de tacte și frecvența magistralei este de 10MHz atunci viteza maximă de transfer poate fi  $10\text{MHz}/20=500\text{kHz}$ . Dacă se transferă 8 biți la o parcurgere a buclei, atunci debitul maxim de informație va fi de 500Ko/s.

### 1.2.Exemple de conectare pe magistrală la microcontrollere

**Familia MCS 51 prevede magistrala externă** chiar și la modelele mai ieftine, așa cum este de exemplu MC Atmel AT89LS51. Pe magistrala externă poate fi conectată memoria de date și memoria de program, spațiile de adresare fiind separate. Portul 0 poate fi configurat ca port de adrese și date multiplexate pe 8 biți astfel: P0.0 – AD0... P0.7 – AD7. Portul 2 generează adresele superioare pentru adresarea pe 16 biți: P2.0 – A8.... P2.7 - A15. Semnalele de comandă generate sunt ALE, /RD, /WR și /PSEN (Program Store Enable) care este un strob pentru memoria externă de program. O diagramă de timp de acces la magistrală în cazul unui transfer de citire cu memoria de date (/PSEN inactiv), figura 6.5.

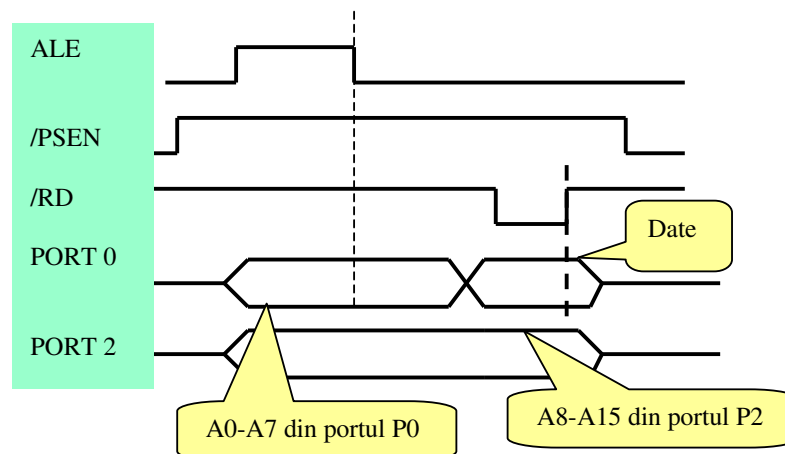


Figura 6.5. Diagrama de timp la un ciclu de citire dintr-o memorie externă de date

## Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

O aplicație de conectare la un MC din familia MCS 51 a unei memorii externe EPROM de 64kocțeți pe magistrală și a unui afișaj LCD pe un port paralel este dată în figura 6.6:

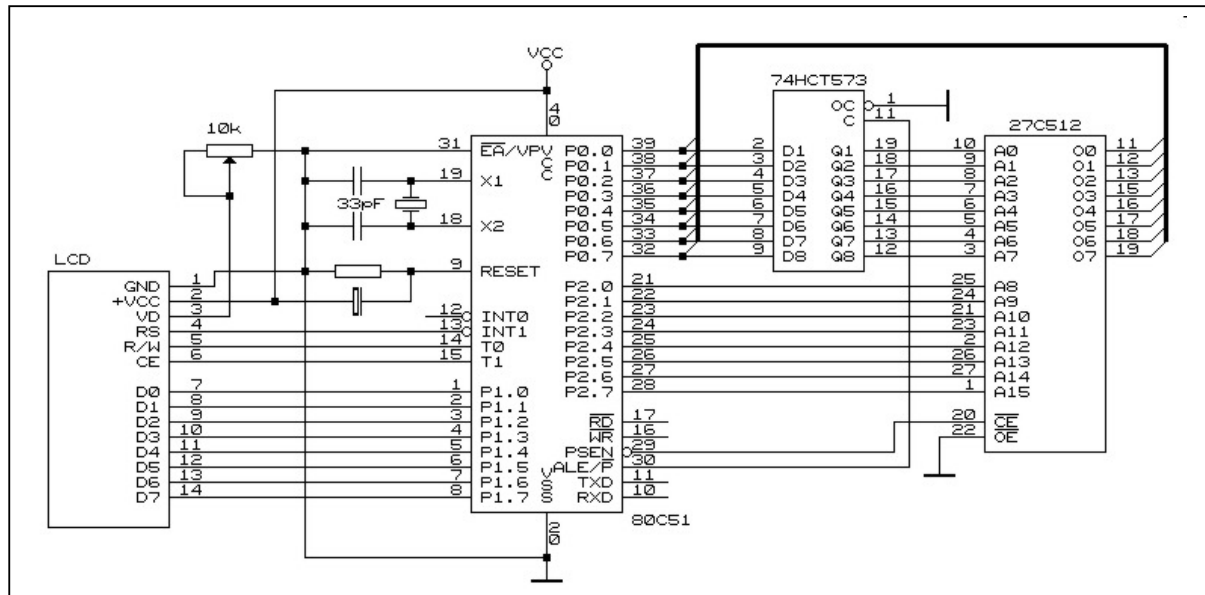


Figura 6.6. Conectarea unei memorii externe și a unui LCD la un MC 80C51 (sursa [www.ustr.net](http://www.ustr.net) )

Pentru a adresa memoria EPROM se folosesc 16 biți de adresă, cei mai puțin semnificativi la portul P0, cei mai semnificativi la portul P2. Un impuls pe linia ALE încarcă biții de adresă din portul P0 în latch-ul 74HC573. Se activează PSEN pentru că în EPROM sunt stocate instrucțiuni (memorie externă de program), datele fiind pe liniile de date din portul P0 putând fi citite (/RD activ) sau scrise (/WR activ). Afișajul LCD este conectat cu liniile de date la portul P1 și semnalele de comandă astfel: RS – datele transmise pot fi un caracter de afișat sau o comandă, RW – sensul de transfer al datelor, CE – comanda de afișare. Un exemplu de programare:

MOV P1,A	datele de afișat sunt trimise la portul P1
SETB RS	datele reprezintă un caracter de afișat
CLR RW	sensul este de scriere în afișaj
NOP	întârziere
SETB CE	comanda de afișare
NOP	întârziere

Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

NOP  
CLR CE                      linia de comanda de afișare este readusă la 0  
RET                            întoarcere în programul principal

Înainte de a se lucra cu afișajul LCD este nevoie de trimiterea unor date pentru inițializare, funcție de tipul afișajului.

**MC AVR pe 8 biți Atmega64** admite lucrul cu magistrală externă pentru cuplarea unei memorii externe printr-o interfață internă specială numită XMEM. Magistrala externă este pe 8 biți de date și 16 biți de adresă astfel: PA0- AD0... PA7-AD7, PC0-A8...PC7-A15, PG0-/WR, PG1-/RD, PG2-ALE. Datele sunt multiplexate cu adresele pe portul PA. O schemă bloc de conectare a unei memorii externe este dată în figura 6.7.

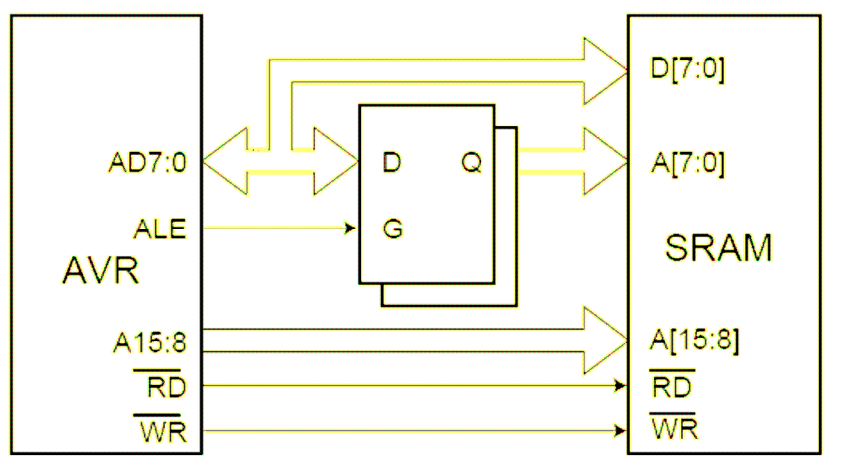


Figura 6.7. Schema bloc de conectare a unei memorii externe la un Atmega64

Interfața de magistrală XMEM va detecta un acces la memoria externă și nu va ține cont de setările de direcție ale porturilor PA și PC. Viteza de transfer a datelor este mare, de aceea se impun condiții de viteză pentru latch-ul de adrese. Pentru că memoriile au timpi diferiți de acces se pot defini 4 variante de lucru cu memoria externă prin inserarea a 0, 1 sau 2 stări de WAIT.

O diagramă de timp pentru accesul la memoria externă pe 16 biți, la citire este dată în figura 6.8.

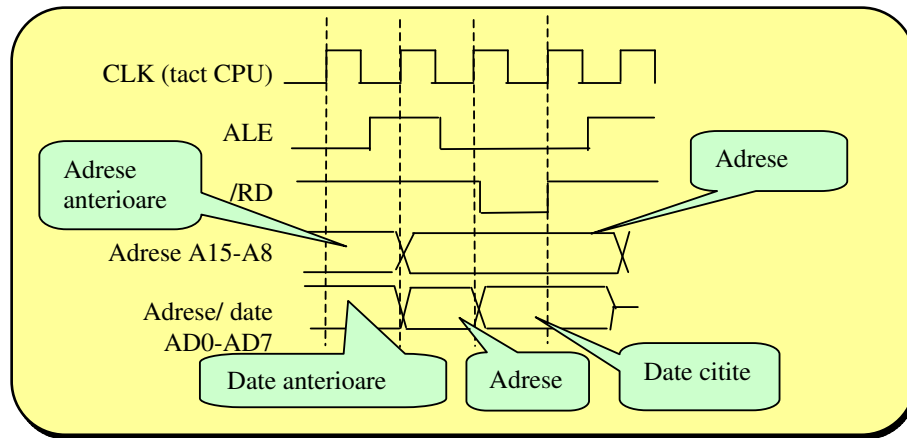


Figura 6.8. Diagrama de timp pentru un acces la citire

**În cazul microcontrollerelor cu putere de calcul mai mare, cum este de exemplu la microcontrollerele Fujitsu de 32 de biți** magistrala externă are mai multe linii. Lucrul cu magistrala externă este mai complicat, transferurile de date pot fi pe 8, 16 sau 32 de biți. În cazul MC din familia Fujitsu MB91F care sunt MC RISC, structura este complexă și magistralele sunt de mai multe tipuri. Între CPU și memorie magistrala este Harvard (magistrale diferite pentru date și instrucțiuni) pe 32 de biți, legătura cu dispozitivele de I/O fiind realizată cu o magistrală pe 16 biți, iar în exterior MC este prevăzut cu o magistrală externă Von Neuman (magistrală comună pentru date și instrucțiuni, aspecte care se vor detalia în modulul 7).

Caracteristicile magistralei externe sunt:

- Spațiul extern este adresabil cu 32 de biți fiind de 4GB.
- Se pot defini până la 8 bank-uri independente cu semnale de CS generate de MC. Bank-urile pot fi de minimum 64K și pot ocupa orice poziție logică în aria externă.
- Magistrala de date poate fi pe 32/16/8 biți, lățime care poate fi diferită pentru bank-uri diferite.
- Se pot transfera date prin DMA.

O schemă bloc a interfeței cu magistrala externă este dată în figura 6.9.



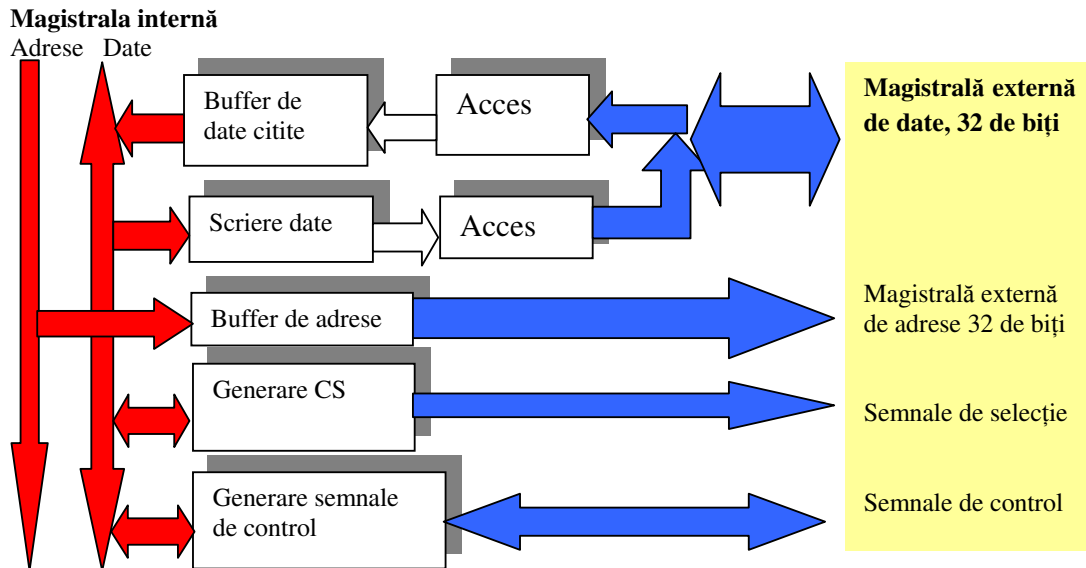


Figura 6.9. Interfața cu magistrala externă la microcontrolerul Fujitsu MB91F pe 32 biți

### 6.3. Conectarea pe porturi paralele

Conectarea unui dispozitiv (Echipament periferic EP) la un port paralel este cea mai simplă soluție, mai ales la microcontrolere. De multe ori o aplicație simplă implementată cu microcontroller folosește microcontrolere ieftine care nu au magistrală externă. În cazul în care transferul de date este pe 8 biți și nu este un transfer cu protocol, atunci conectarea este banală, figura 6.10. stânga. Un exemplu este aplicația cu o felicitare care atunci când este deschisă cântă o melodie. Dacă este nevoie de un transfer cu protocol atunci se pot folosi liniile dintr-un al doilea port al microcontrollerului, figura 6.10 dreapta. În cazul reprezentat transferul este bidirecțional și pe liniile P1.0 și P1.1 se generează semnalele de RD și WR.

## Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

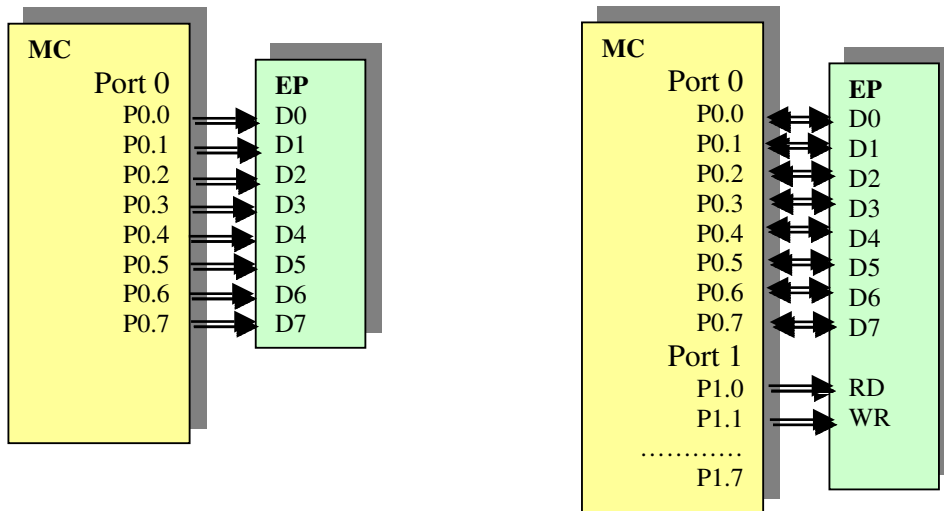


Figura 6.10. Conectarea la porturi paralele

La o conectare cu protocol se poate evalua viteza maximă de transfer prin scrierea unei secvențe de program (pentru a putea compara cu viteza de transfer pe magistrală secvența este scrisă în limbajul x86).

```

MOV BX, [adresa inițială de memorie]
Start: MOV DX, adresa portului de ieșire P0
        MOV AL, [BX]
        OUT AL,DX
        INC BX
        MOV DX, adresa portului de ieșire P1
        MOV AL, 02
        OUT AL,DX
        MOV AL,00
        OUT AL,DX
        JMP start
    
```

↑

↓

Se trimit date în portul P0

↑

↓

WR este trecut în High

↑

↓

WR este trecut în Low

Se poate vedea că secvența de program din buclă este de 2,5 ori mai lungă decât la trimiterea datelor pe magistrală deoarece semnalul WR trebuie activat soft. Acest lucru înseamnă că viteza maximă de transfer în acest caz este de 2,5 ori mai mică, deci 200Ko/s.

Dacă interfața echipamentului periferic este pe 16 biți și microcontrollerul are disponibile doar două porturi, dacă transferul are nevoie de linii de protocol și viteza de transfer necesară nu este mare se pot folosi metode de conectare care includ circuite suplimentare.

## Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

Astfel, dacă este nevoie de un transfer pe 16 biți de ieșire din microcontroller se pot folosi 2 circuite buffer (figura 6.11) iar dacă transferul este de intrare se pot folosi multiplexoare (figura 6.12).

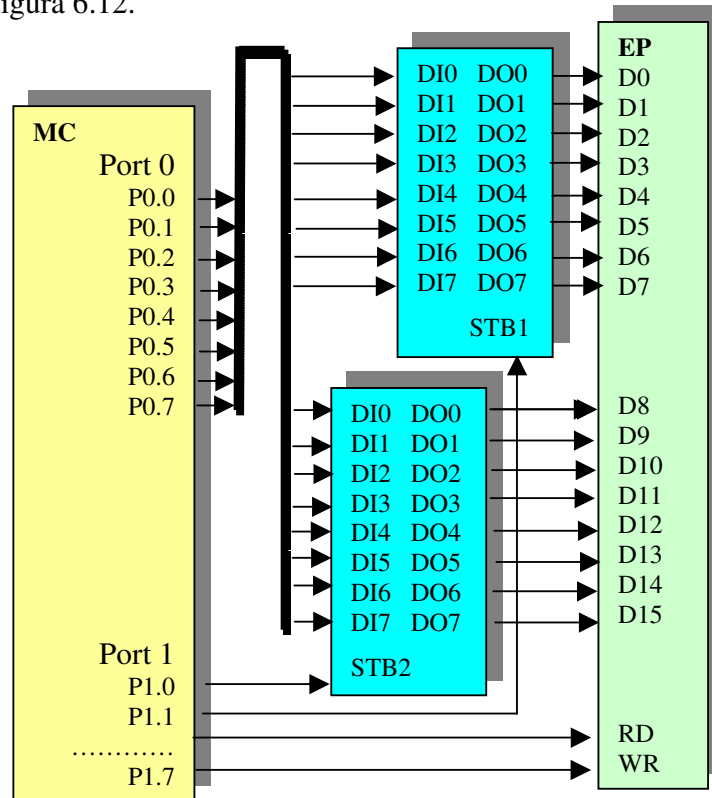


Figura 6.11. Conectarea unui EP de ieșire pe 16 biți la un port de date

În figura 6.11 se poate vedea conectarea a două circuite buffer de 8 biți care au la intrare aceleași linii de date de la portul P0 al microcontrollerului. În primul pas se încarcă primul buffer comandat cu un strob (STB1), la liniile de date fiind puși 8 biți din cei 16 ai cuvântului. În al doilea pas se încarcă al doilea buffer comandat cu STB2 și având la liniile de date ceilalți 8 biți. Cu un semnal de WR cei 16 biți sunt aplicați la EP.

În figura 6.12. câte 2 linii de date de la EP sunt aplicate unor multiplexoare 2 la 1. Cele 2 căi ale multiplexoarele sunt comandate de unul sau două linii auxiliare din portul P1. În primul pas se citesc 8 biți selectând una dintre căi și activând semnalul RD, apoi se citesc următorii 8 biți activând cealaltă cale și semnalul RD.

Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

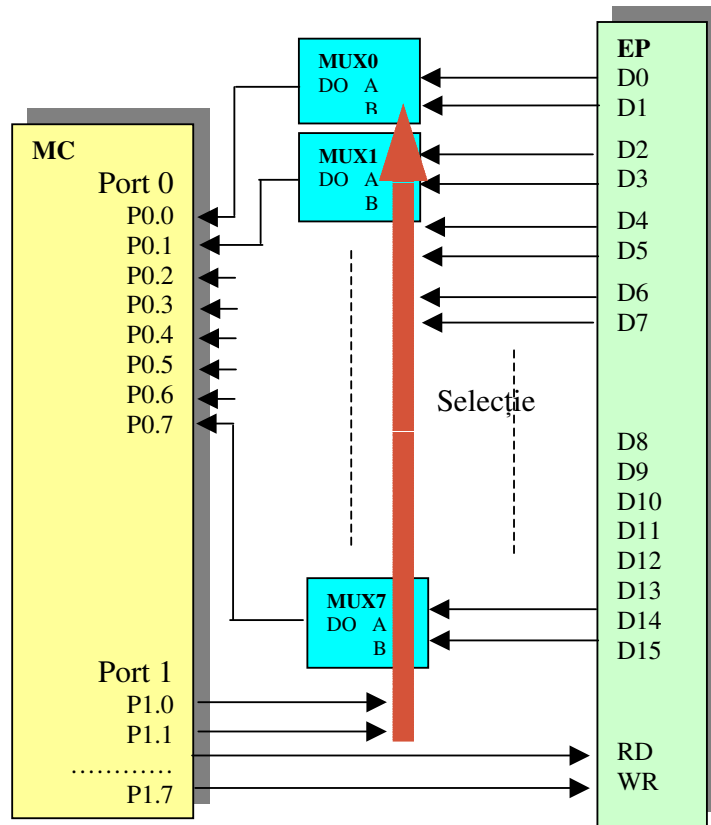


Figura 6.12. Conectarea unui EP de intrare pe 16 biți la un port de date

A treia extindere analizată este în cazul în care se dorește conectarea mai multor EP la același port de date. Această situație este analizată într-un exemplu de conectare a unui circuit de interfață paralelă la porturi paralele, schema bloc din figura 6.13:

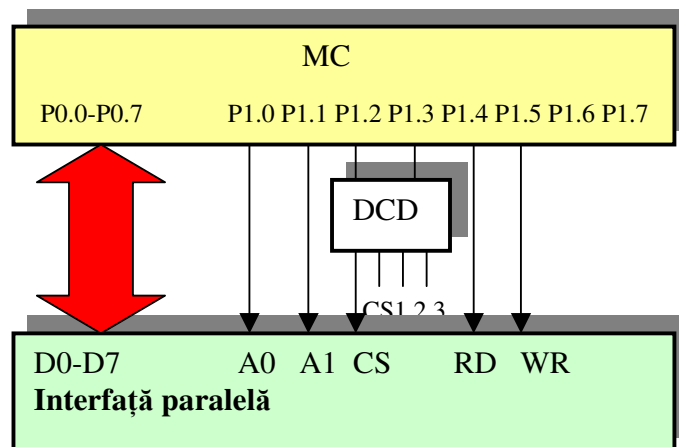


Figura 6.13. Conectarea unui circuit interfață paralelă la porturi paralele

## Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

Portul 0 al MC este folosit pentru transferul de date pe 8 biți, bidirecțional. Liniile 0 și 1 din portul P1 sunt folosite pentru selectarea registrelor interne ale interfeței paralele. Liniile 2 și 3 prin decodificare pot selecta unul din patru circuite conectate cu liniile de date la portul P0 al MC. Liniile 3 și 4 ale portului P1 stabilesc sensul transferului. Se poate observa din schema bloc faptul că o conectare la porturi paralele este mai simplă decât una pe magistrală, mai ales dacă numărul de circuite conectate este mic.

Pentru un transfer de un octet se pune octetul pe magistrala de date apoi se selectează portul intern al interfeței paralele prin punerea unui cuvânt pe portul 1, apoi se trimite un RD sau WR, ceea ce înseamnă un cuvânt pe portul P1 care face RD sau WR 1, urmat de un cuvânt care face RD sau WR 0. Din această succesiune de cuvinte de comandă se poate deduce că transferul este de cel puțin 4 ori mai lent decât la conectarea pe magistrală.

### 6.4. Concluzii

La alegerea modului de conectare pe magistrală sau la un port paralel există cazuri simple, în care decizia este ușor de luat. De exemplu dacă EP este pe 8 biți, unidirecțional și transferul este fără protocol se va opta rapid pentru cuplarea la un port. Dacă aplicația solicită o viteză mare de transfer, cum este de exemplu un transfer de date video se va alege cuplarea pe magistrală. Sunt cazuri însă la care alegerea este mai dificilă, în cazul în care de exemplu EP este de 16 biți, bidirecțional și transferul cu protocol. În acest caz este nevoie de circuite suplimentare atât la cuplarea la magistrală cât și la un port paralel. Poate fi mai favorabilă găsirea unui microcontroller cu mai multe porturi paralele pentru a nu mai fi nevoie de multiplicarea liniilor unui port. Alegerea trebuie să aibă ca scop principal asigurarea funcționalității cu un număr de circuite suplimentare cât mai mic, ceea ce asigură simplitatea maximă cu consecințe favorabile la mărirea fiabilității și scăderea costurilor.



## Rezumat

Acest modul constituie finalul părții de teorie fundamentală. Modulul analizează posibilitățile de conectare a unui echipament periferic pe magistrală și la un port paralel, comparând complexitatea și viteza de transfer. Este tratată problema selecției pe magistrală și sunt date câteva exemple de conectare la familiile de microcontrollere MCS 51, Atmel AVR și Fujitsu pe 32 de biți. Exemplele încep cu structura magistralei externe și diagrame de timp pentru microcontrollerele simple și continuă cu o prezentare a magistralei externe la un microcontroller complex. Sunt tratate apoi variante de conectare la un port paralel a echipamentelor periferice de 8 și 16 biți, unidirecțional și bidirecțional. Concluziile arată deciziile care trebuie luate înainte de proiectarea unei asemenea conectări.



## Bibliografie

1. M. Romanca, P. Ogrutan, *Sisteme cu calculator incorporat. Aplicații cu microcontrollere*, Editura Universitatii Transilvania Brasov, 2011, pag. 1-4 online la: <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrollere2011/3-usb-ieee1394.pdf>
2. Wagner Lipnharski , 8051+LCD+EPROM, online: [www.ustr.net](http://www.ustr.net)
3. P.Ogrutan, *Microcontrollere si controllere grafice Fujitsu*, Ed. Universitatii Transilvania Brasov, 2006, 182 pag, ISBN 973-635-621-3
4. P. Borza, C. Gerigan, P. Ogruțan, Gh. Toacșe, *Microcontrollere. Aplicații*, Editura Tehnică București, 2001. ISBN973-31-1577-6

### Test de autoevaluare



1. Prin selectare liniară se pot cupla 2 memorii de 32K pe o magistrală de adrese de 16 biți

**R**

adevărat

fals

I.Fig. 6.2, 6.3, pag 2, pag. 3

2.Să se realizeze selecția unei interfețe seriale (8biți, cu o linie de selecție a registrelor interne) pe o magistrală de adrese de 10 biți la adresa 0A8H cu decodificatoare cu 3 intrări.

**R**

I. Vezi figura 6.4, pagina 4

Conectarea la un calculator pe magistrală și la un port paralel

**3. De la un port paralel de 8 biți se pot genera prin decodificare maximum  $2^4$  semnale de selecție**

**R**

adevărat

fals

**I. Vezi pagina 12**

**4. Să se conecteze o interfață serială (8biți, cu o linie de selecție a registrelor interne) pe un port paralel.**

**R**

**I. Vezi figura 6.13, pagina 12**



**5. Să se scrie un program care trimite un octet prin interfața serială cuplată pe magistrală și un program care trimite un octet prin interfața serială cuplată la un port paralel. Să se compare vitezele maxime care pot fi atinse de cele 2 programe dacă viteza magistralei este de 10MHz**

**R**



**I. Vezi pagina 5 și pagina 13**

**6. Conectarea pe magistrală are următoarele avantaje față de conectarea la un port paralel:**

- R**
- (a) debitul de informație transferată poate fi mai mare
  - (b) complexitatea conectării unei singure interfețe este mai mică
  - (c) asigură o fiabilitate mai mică
  - (d) se pot genera  $2n$  semnale de selecție, unde  $n$  este numărul de linii de adresă

**I. Vezi pagina 2 și pagina 13**

**R**

**Răspunsuri corecte:**

1. Fals, prin selectare liniară nu se poate acoperi toată zona de adresare, pag 2 și 3
2. Ca în figura 6.4, cu 3 decodificatoare cu 3 intrări. Să se particularizeze ieșirile active pentru adresa 0A8H
3. Fals, se pot obține  $2^8$  semnale de selecție
4. Ca în exemplul de la pag 12. La portul suplimentar se generează semnalele RD, WR, A0
5. Viteza atinsă de program în cazul conectării pe magistrală este mai mare de un număr de ori funcție de numărul de tacte alese de studenți pentru ciclurile de magistrală
6. a și d, pagina 2 și pagina 13