

## Curs 7

# Proiectarea cu Microprocesoare

## 5.3. Generarea de întârzieri, temporizarea și numărarea de evenimente

### ■ Tipuri de aplicații:

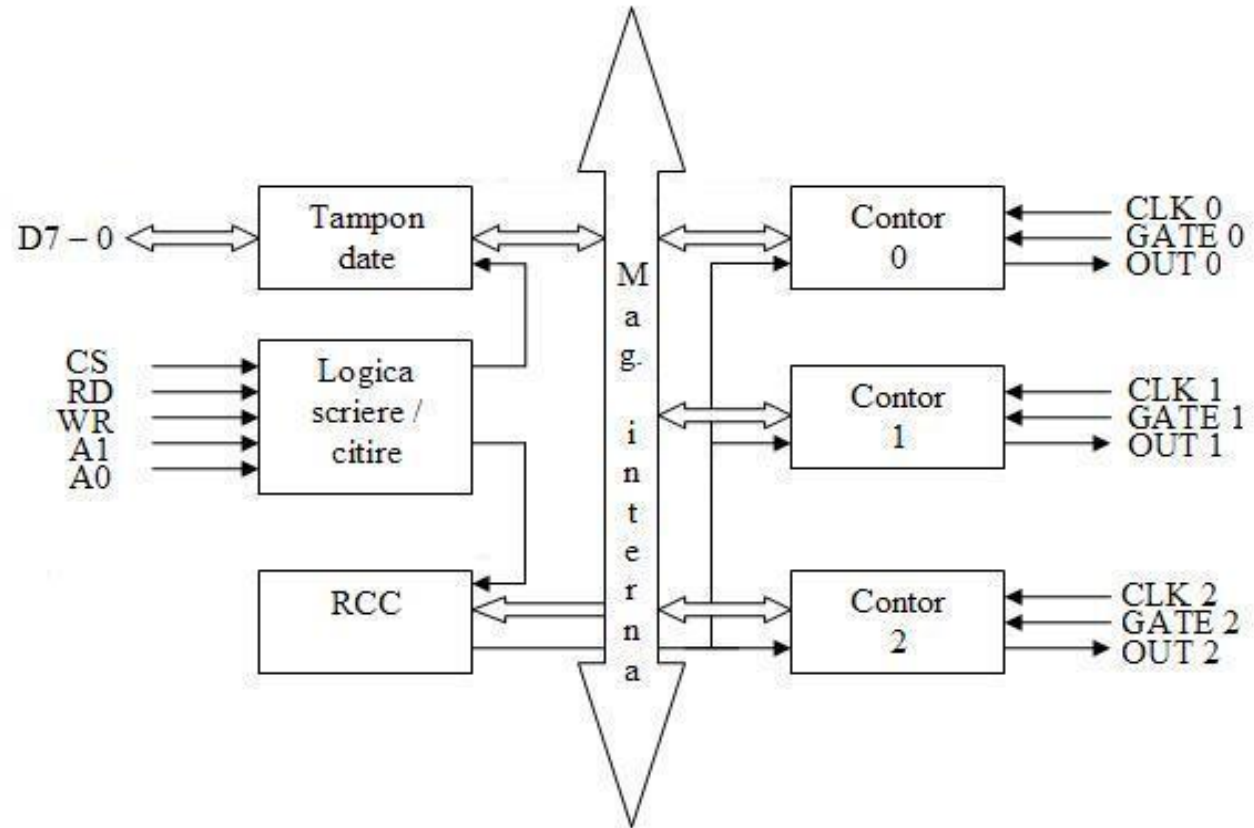
- generarea de întârzieri;
- generarea de impulsuri cu frecvență programabilă;
- generarea de impulsuri singulare;
- ceas de timp real;
- monostabil numeric;
- numărarea de evenimente externe.

### ■ Soluții:

- Prin program: timpul microprocesorului este folosit ineficient;
- Circuit specializat programabil: este inițial programat de microprocesor, efectuează operațiile cerute după care comunică microprocesorului încheierea acestora (de exemplu prin întreruperi).

# Proiectarea Microsistemelor Digitale

- Circuitul contor – temporizator 8253
- Structura internă:



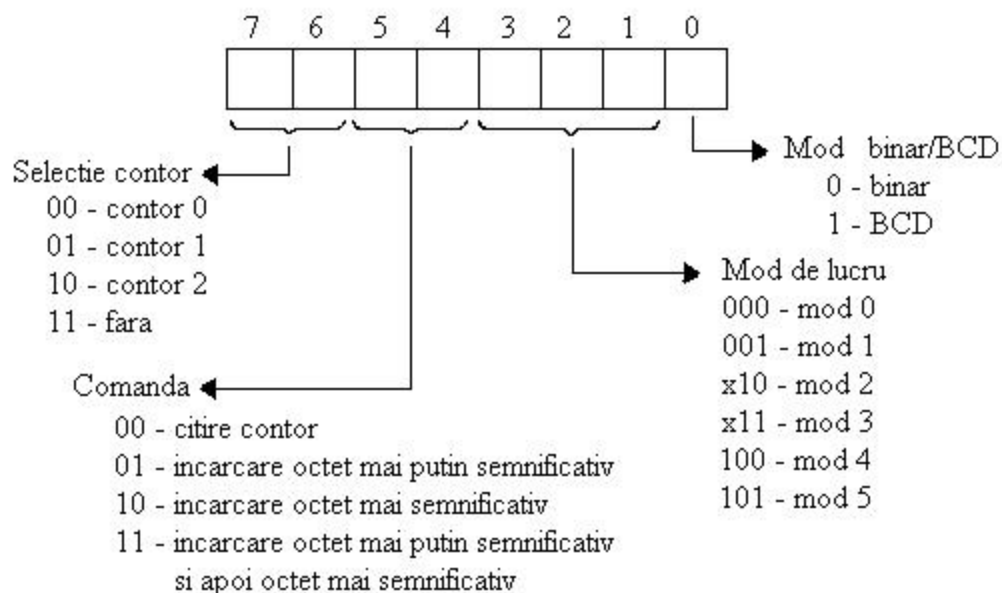
- A1 și A0 sunt intrări pentru selectarea unuia din cele 4 porturi interne ale circuitului: 00 pentru Contor 0, 01 pentru Contor 1, 10 pentru Contor 2 și 11 pentru RCC; se leagă linii din mag. de adrese (de obicei A2 și A1);

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Tamponul date asigură legătura între circuit și magistrala de date a sistemului; transferă cuvinte de comandă, constante de divizare precum și conținutul contoarelor, în cazul unei operații de citire a lor.
- Logica scriere/ citire conduce întregul transfer de date din interiorul circuitului; are ca intrări semnale de comandă din partea microprocesorului care îi comunică ce fel de operații se desfășoară.
- RCC, Registrul de comandă și control, va prelua cuvintele de comandă transmise de către microprocesor care arată contoarele implicate în operațiile curente și modurile de lucru ale acestora; nu poate fi citit.
- Contoarele 0, 1 și 2 sunt identice și independente în funcționare; fiecare este un numărător pe 16 ranguri, cu preîncărcare, care numără în jos, având ca intrare de tact linia CLKi; în faza de programare, contorul este preîncărcat cu o constantă iar cuvântul de comandă care îi corespunde îi va fixa modul de lucru; fiecare contor poate lucra în unul din 6 moduri; dacă se numără evenimente, impulsurile care le descriu vor fi preluate de contor la intrarea CLK proprie iar dacă se dorește generarea de întârzieri atunci la intrarea CLK a unui contor se va lega tactul sistemului; conținutul contoarelor poate fi citit de microprocesor; conținutul contoarelor poate fi citit.

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Programarea circuitului:
  - Fiecare contor al circuitului va fi programat individual, fiind privit, de către microprocesor, ca un port de intrare/ ieșire; ordinea poate fi oricare;
  - Fiecare contor va fi programat cu un cuvânt de comandă și cu o constantă de preîncărcare, pe 1 sau 2 octeți.
- Structura cuvântului de comandă:

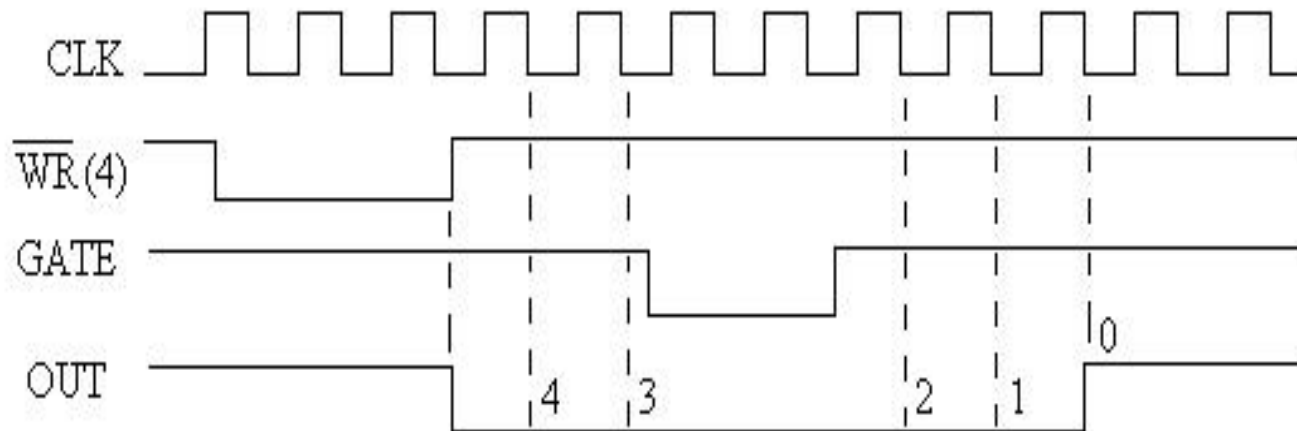


# Proiectarea Microsistemelor Digitale

- **Modul 0** sau generarea unei cereri de întrerupere la sfârșitul numărării:
  - După programarea contorului, ieșirea acestuia trece la nivel 0 logic;
  - Se menține la această valoare până când conținutul contorului va ajunge la valoarea 0, în urma numărării impulsurilor sosite pe linia CLK, când va trece la 1 logic;
  - Rămâne în această stare până la o nouă încărcare;
  - Numărarea poate fi inhibată prin activarea intrării GATE;
  - Fig. prezintă modificarea ieșirii unui contor programat să lucreze în modul 0:
    - Cifra din paranteză indică valoarea constantei;
    - Decrementarea începe după încărcarea constantei și după trecerea unui impuls la intrarea de tact.

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Exemplu pentru modul 0:



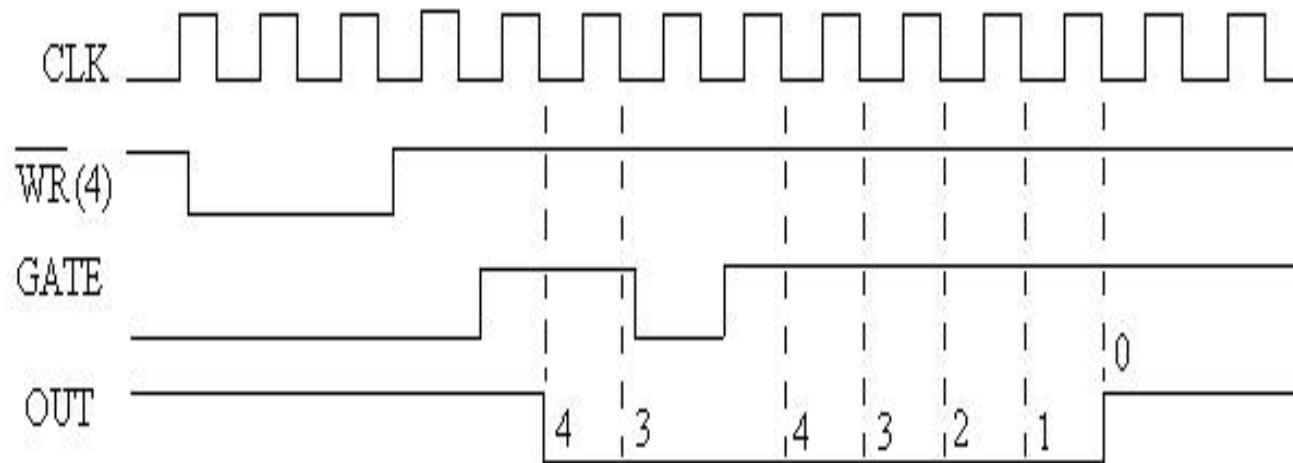
# Proiectarea cu Microprocesoare

## ■ **Modul 1** sau monostabil programabil:

- ieșirea trece în starea 0 logic:
  - după ce are loc încărcarea contorului,
  - după ce are loc o tranziție pozitivă pe linia GATE și
  - după ce trece un impuls pe linia CLK.
- ieșirea rămâne la 0 logic până când contorul ajunge la valoarea 0 după care aceasta revine la 1 logic;
- Dacă, în timpul numărării, este încărcată în contor o nouă valoare aceasta nu va fi luată în considerare dacă nu există tranziție pozitivă pe linia GATE; o astfel de tranziție va relua procesul de decrementare de la valoarea inițială chiar dacă numărarea nu s – a încheiat, iar dacă înaintea tranziției contorul a fost înscris cu o nouă constantă, decrementarea va avea loc în conformitate cu noua constantă.
- Modul 1 se mai numește și monostabil programabil întrucât numărarea este anclanșată de o tranziție pe un semnal întocmai ca la un monostabil la care anclanșarea este comandată tot de o tranziție pe un semnal.
- Fig. prezintă variația ieșirii unui contor în modul 1.

# Proiectarea cu Microprocesoare

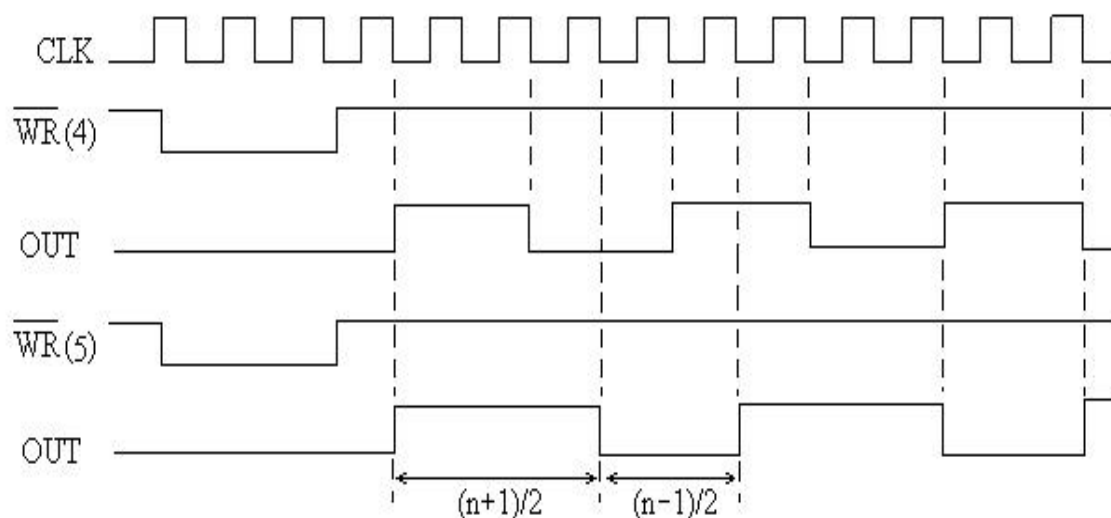
- Exemplu pentru modul 1:



# Proiectarea cu Microprocesoare

## ■ Modul 3 sau generator de semnale dreptunghiulare:

- Ieșirea contorului va genera semnal dreptunghiular cu perioada egală cu perioada tactului înmulțită cu valoarea constantei;
- Factorul de umplere al semnalului va fi  $1/2$  dacă constanta este pară iar dacă aceasta este impară, semnalul va avea 1 logic o durată egală cu  $(n + 1)T/2$  și 0 logic o durată  $(n - 1)T/2$ , unde  $n$  este valoarea constantei iar  $T$  este perioada tactului;
- Fig. prezintă variația ieșirii unui contor în modul 3:



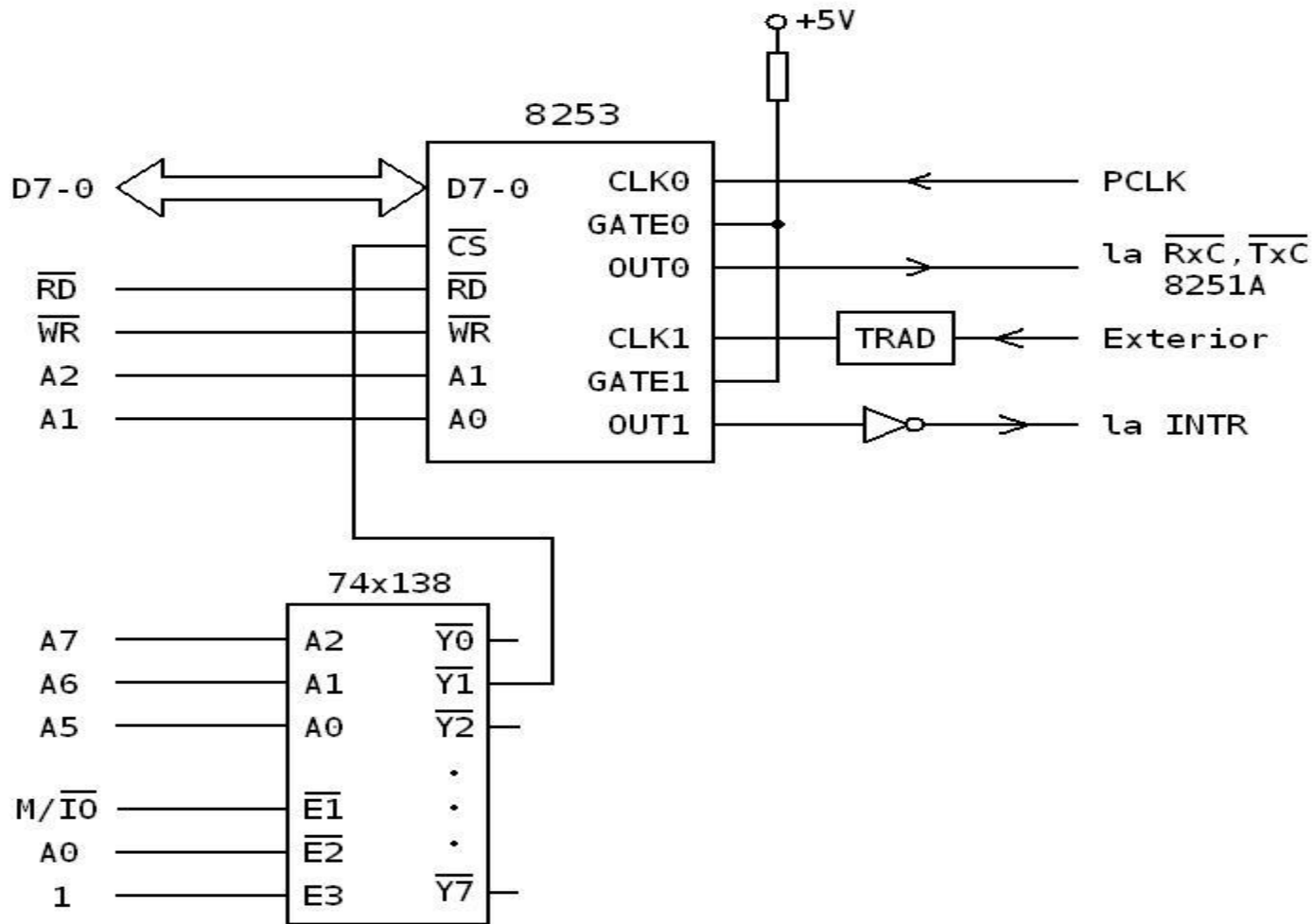
# Proiectarea cu Microprocesoare

## ■ Aplicații:

1. Să se proiecteze un modul, bazat pe circuitul 8253, la care contorul 0 să comande intrările /RXC și /TxC ale unui circuit 8251, trebuind să genereze un semnal cu frecvența de  $9600 \times 16 = 153600$  Hz iar contorul 1 să anunțe microprocesorul apariția de 50 ori a unui eveniment. Aparițiile evenimentului sunt aduse la cunoștința circuitului de un traductor care generează 100 impulsuri cu caracteristici TTL și perioadă de 400 ns pentru o apariție.

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Schema interfeței:



# Proiectarea cu Microprocesoare

- ❑ Adresele de port:
  - 20H pentru contorul 0,
  - 22H pentru contorul 1 și
  - 26H pentru RCC.
  
- ❑ Modurile de lucru:
  - 3 pentru contorul 0 și
  - 0 pentru contorul 1.
  
- ❑ Constantele:
  - $2\,457\,600 / 153\,600 = 16$  pentru contorul 0,
  - 1388H = 5000D pentru contorul 1.

# Proiectarea cu Microprocesoare

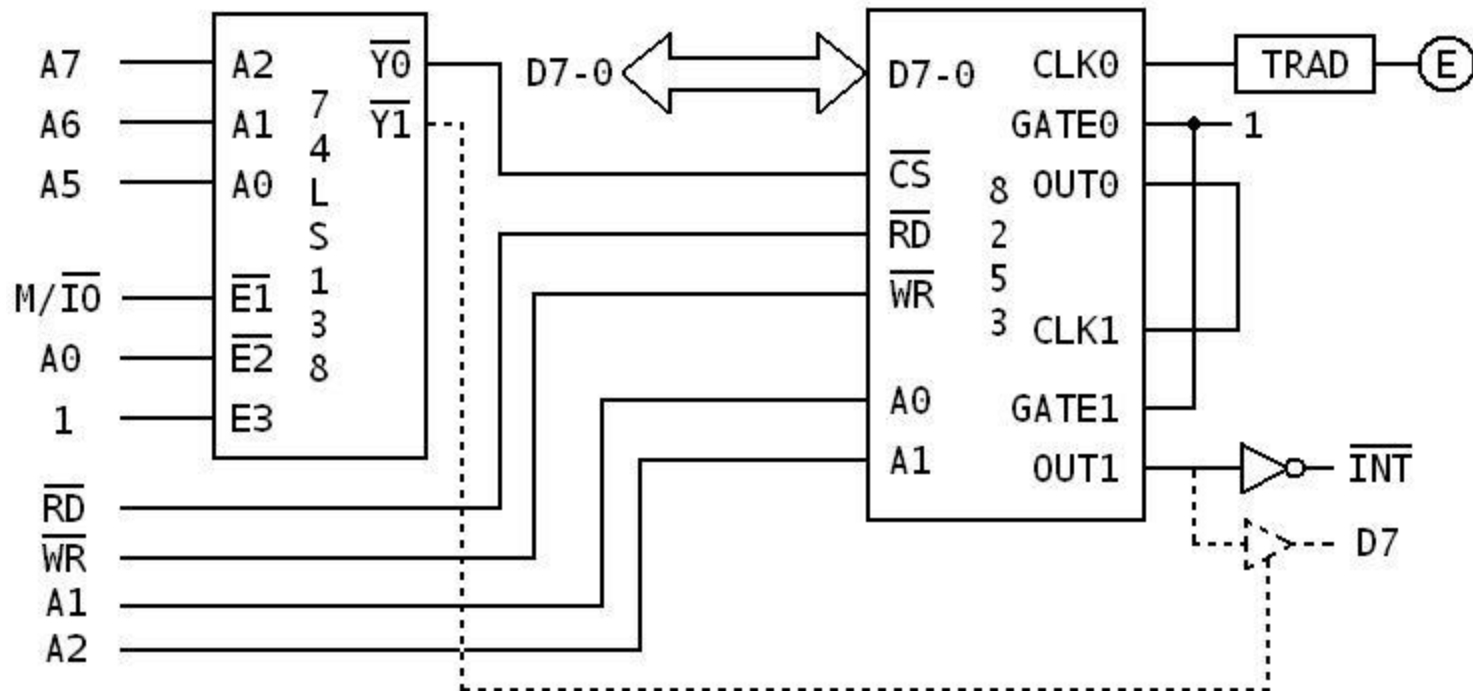
## □ Programarea celor 2 contoare:

```
MOV      AL,16H ; cuvântul de comandă pentru contorul 0
OUT      26H,AL
MOV      AL,10H ; constanta pentru contorul 0
OUT      20H,AL
MOV      AL,70H ; cuvântul de comandă pentru contorul 1
OUT      26H,AL
MOV      AL,88H ; octetul c.m.p.s. al constantei pentru contorul 1
OUT      22H,AL
MOV      AL,13H ; octetul c.m.s. al constantei pentru contorul 1
OUT      22H,AL
```

## Proiectarea cu Microprocesoare

2. Să se proiecteze un modul care anunță microprocesorul 8086 că un eveniment extern a apărut de 1000 ori. O apariție este anunțată microprocesorului prin un tren de 500 impulsuri cu caracteristici TTL. Se va utiliza un circuit 8253.

■ Schema modulului:



# Proiectarea cu Microprocesoare

- Se consideră că există un traductor între eveniment și circuitul 8253 care generează 500 impulsuri cu caracteristici TTL la o apariție a evenimentului.
- Constanta de programare este:  $1000 \times 500 = 500000$  și este prea mare și nu încapă în un contor al circuitului 8253.
- Se vor folosi contoarele 0 și 1, înseriate, iar constantele de divizare vor fi:
  - $1000D = 03E8H$  pentru contorul 0 și
  - $500D = 01F4H$  pentru contorul 1.
- Ieșirea contorului 0 va constitui intrare de tact pentru contorul 1.
- Ieșirea contorului 1 poate fi sursă pentru cerere de întrerupere sau poate fi citită, prin program, de către microprocesor.
- Se va folosi:
  - modul 3 pentru contorul 0 și
  - modul 0 pentru contorul 1.

# Proiectarea cu Microprocesoare

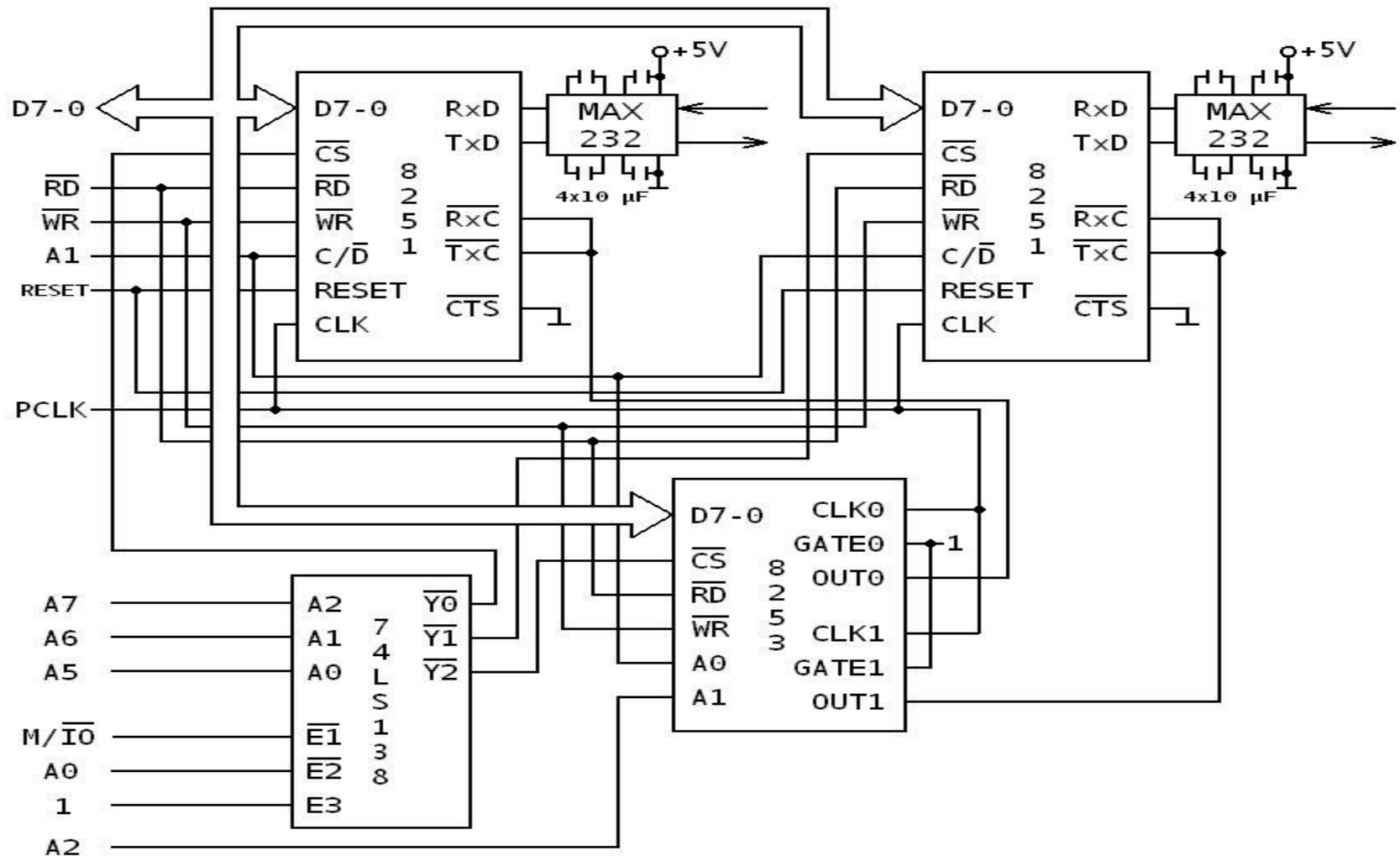
- Adresele de port:
  - 00H pentru contorul 0 al circuitului 8253;
  - 02H pentru contorul 1 al circuitului 8253;
  - 06H pentru Registrul Cuvântului de Comandă al circuitului 8253.
  
- Programarea:  
MOV AL,36H ;cuvântul de comandă pentru contorul 0  
OUT 06H,AL  
MOV AL,0E8H ; octetul c.m.p.s. al constantei pentru contorul 0  
OUT 00H,AL  
MOV AL,03H ; octetul c.m.s. al constantei pentru contorul 0  
OUT 00H,AL  
MOV AL,70H ;cuvântul de comandă pentru contorul 1  
OUT 06H,AL  
MOV AL,0F4H ; octetul c.m.p.s. al constantei pentru contorul 1  
OUT 02H,AL  
MOV AL,01H ; octetul c.m.s. al constantei pentru contorul 1  
OUT 02H,AL

# Proiectarea cu Microprocesoare

3. Să se proiecteze o interfață serială pe 2 canale, cu 2 circuite 8251, la o unitate centrală cu microprocesorul 8086, cu următoarele date inițiale: 8 biți de date, paritate impară, 2 biți de stop, factor 16, viteza de transfer 9600 bps pentru canalul 1 și 8 biți de date, paritate pară, 1 bit de stop, factor 16, viteza de transfer 2400 bps pentru canalul 2. Circuitele 8251 vor fi comandate de un circuit 8253. Se va desena schema și se vor scrie rutinele de programare și rutinele de bază de transfer.

# Proiectarea cu Microprocesoare

## ■ Schema interfeței:



# Proiectarea cu Microprocesoare

- Adresele de port:
  - 00H pentru portul de date al primului circuit 8251;
  - 02H pentru portul de comenzi/ stări al primului circuit 8251;
  - 20H pentru portul de date al celui de-al doilea circuit 8251;
  - 22H pentru portul de comenzi/ stări al celui de-al doilea circuit 8251;
  - 40H pentru contorul 0 al circuitului 8253;
  - 42H pentru contorul 1 al circuitului 8253;
  - 46H pentru Registrul Cuvântului de Comandă al circuitului 8253.
  
- Modul de lucru pentru contoarele circuitului 8253: 3
  
- Constantele:
  - $2\,457\,600 / 153\,600 = 16$  pentru contorul 0;
  - $2\,457\,600 / 38\,400 = 64$  pentru contorul 1.

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Rutina de programare a primului circuit 8251:  
MOV AL,0FEH ; cuvânt de mod  
OUT 02H,AL  
MOV AL,15H ; cuvânt de comandă  
OUT 02H,AL
- Rutina de programare a celui de-al doilea circuit 8251:  
MOV AL,5EH ; cuvânt de mod  
OUT 22H,AL  
MOV AL,15H ; cuvânt de comandă  
OUT 22H,AL

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Rutina de programare a circuitului 8253:

MOV AL,16H ; cuvântul de comandă pentru contorul 0

OUT 46H,AL

MOV AL,10H ; constanta pentru contorul 0

OUT 40H,AL

MOV AL,56H ; cuvântul de comandă pentru contorul 1

OUT 46H,AL

MOV AL,40H ; constanta pentru contorul 1

OUT 42H,AL

# Proiectarea Microsistemelor Digitalele

## ■ Rutina de transmisie caracter, primul circuit 8251:

```
TR: IN      AL,02H ; citire și testare rang TxRDY din cuvântul de stare
      RCR     AL,1
      JNC     TR
      MOV     AL,CL ; se preia data din registrul CL
      OUT     00H,AL
      RET
```

## ■ Rutina de recepție caracter, primul circuit 8251:

```
REC:IN      AL,02H ; citire și testare rang RxRDY din cuvântul de stare
      RCR     AL,2
      JNC     TR
      IN      AL,00H ; se preia data de la 8251
      MOV     CL,AL ; se depune data în registrul CL
      RET
```

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Rutina de transmisie caracter, al doilea circuit 8251:

```
TR: IN      AL,22H ; citire și testare rang TxRDY din cuvântul de stare
      RCR     AL,1
      JNC     TR
      MOV     AL,CL ; se preia data din registrul CL
      OUT     20H,AL
      RET
```

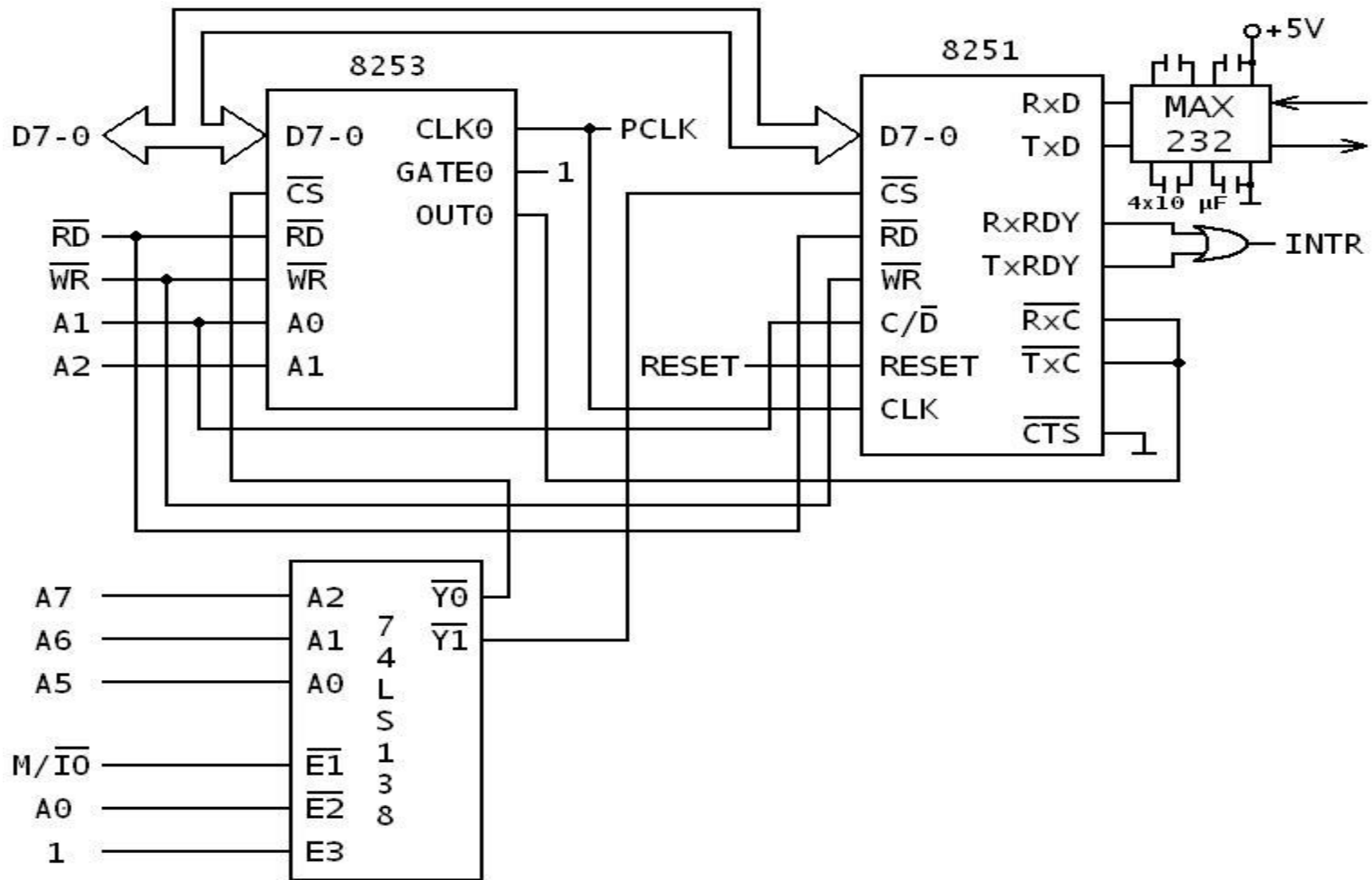
- Rutina de recepție caracter, al doilea circuit 8251:

```
REC:IN      AL,22H ; citire și testare rang RxRDY din cuvântul de stare
      RCR     AL,2
      JNC     TR
      IN      AL,20H ; se preia data de la 8251
      MOV     CL,AL ; se depune data în registrul CL
      RET
```

4. Să se proiecteze o interfață serială cu circuitul 8251, la o unitate centrală cu microprocesorul 8086, cu următoarele date inițiale: viteza perifericului 2400 bps, factor de multiplicare 16, 7 biți de date, fără paritate, 1 bit de STOP. Interfața va lucra prin întreruperi și va fi comandată de un circuit 8253. Se vor prezenta: schema, rutinele de programare, rutinele de transfer, soluția prin care microprocesorul ajunge la rutinele de tratare.

# Proiectarea cu Microprocesoare

## ■ Schema interfeței:



# Proiectarea Microsistemelor Digitale

- Adresele de port:
  - 20H pentru portul de date al circuitului 8251;
  - 22H pentru portul de comenzi/ stări al circuitului 8251;
  - 00H pentru contorul 0 al circuitului 8253;
  - 06H pentru Registrul Cuvântului de Comandă al circuitului 8253.
  
- Modul de lucru pentru contorul 0 al circuitului 8253: 3
  
- Constanta:
  - $2\,457\,600 / 38\,400 = 64$ .

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Rutina de programare a circuitului 8251:  
MOV AL,4AH ; cuvânt de mod  
OUT 22H,AL  
MOV AL,15H ; cuvânt de comandă  
OUT 22H,AL
- Rutina de programare a circuitului 8253:  
MOV AL,16H ; cuvântul de comandă pentru contorul 0  
OUT 06H,AL  
MOV AL,40H ; constanta pentru contorul 0  
OUT 00H,AL

## Proiectarea cu Microprocesoare

- Transferul unui caracter va avea loc în cadrul rutinei de tratare a cererii de întrerupere.
- Întrucât există 2 surse pentru cereri de întrerupere, microprocesorul va trebui să identifice sursa.
- Operația se va realiza la începutul rutinei de tratare a cererii prin citirea octetului de stare și prin verificarea rangului RXRDY.
- Dacă acesta are valoarea 1 înseamnă că sursa este recepția iar dacă are valoarea 0 atunci sursa este transmisia.
- Recepția și transmisia caracterului se vor face rapid fără ca microprocesorul să aștepte asamblarea unui caracter, respectiv golirea tamponului de ieșire.
- Accesul procesorului la rutina de tratare a cererii de întrerupere se va face prin intermediul unui vector generat de o logică de întrerupere (de obicei circuitul 8259A); vectorul va duce la o intrare în tabela vectorilor de întrerupere.

# Proiectarea cu Microprocesoare

- Rutina de tratare a cererii de întrerupere:

```
SER: IN      AL,22H ; citire și testare rang RxRDY din cuvântul de stare
      RCR     AL,2
      JC      REC
      ; transmisia
      MOV     AL,CL
      OUT     20H,AL ; se scrie data la 8251
      EI ; reactivare a sistemului de întreruperi
      RET
      ; recepția
REC: IN      AL,20H ; se preia data de la 8251
      MOV     CL,AL ; se depune data în registrul CL
      EI ; reactivare a sistemului de întreruperi
      RET
```