

## Arhitectura calculatoarelor 2. Laborator 6,7.

### Studiul și experimentarea circuitului numărător/temporizator Z80-CTC

#### 1. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv însușirea structurii și a modurilor de funcționare ale circuitului numărător/temporizator Z80-CTC. Se urmăresc atât aspecte hardware cât și software.

#### 2. Problematika lucrării

##### 2.1 Structura circuitului și conexiunile externe

Schema bloc a circuitului este prezentată în Figura 1, iar conexiunile externe în Figura 2.

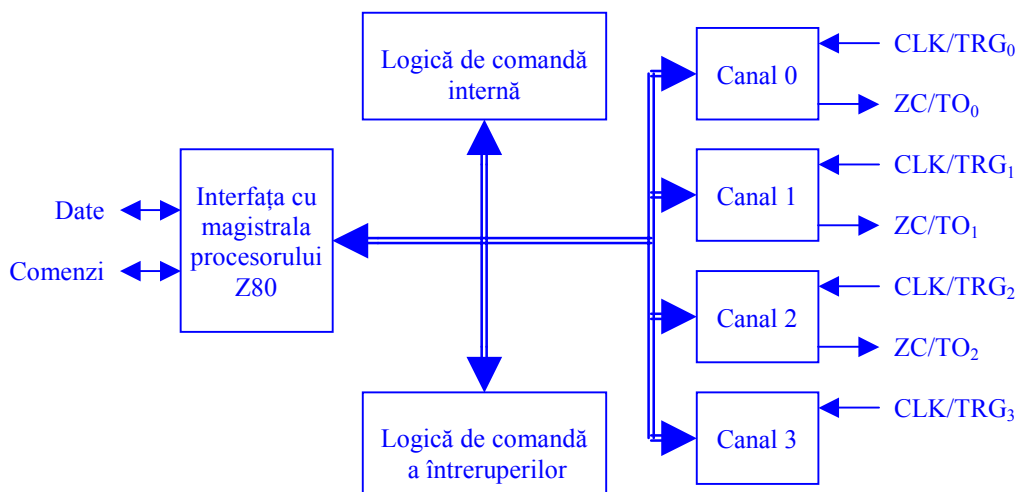


Fig. 1

Circuitul este destinat implementării funcțiilor de numărare a unor evenimente și de măsurare a intervalelor de timp. În acest scop circuitul dispune de patru canale (numărătoare) independente de câte 8 biți, care pot fi programate fiecare în mod *numărător* sau în mod *temporizator*. Semnificația semnalelor CLK/TRG și ZC/TO diferă în funcție de modul de lucru.

Interfața cu magistrala microprocesorului se face prin 8 linii de date și prin liniile de comandă M1/, RD/, IORQ/, RESET/, CE/, CS0, CS1. Semnalul CE/ este o validare globală a circuitului iar CS1 și CS0, care se leagă uzual la liniile de adrese A1 și A0, selectează unul din cele patru canale astfel :

CS1	CS0	Canal
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

Z80-CTC poate lucra în întreruperi în modul vectorizat al procesorului Z80 și poate fi integrat într-un sistem de priorități serial. Linia INT/ (Interrupt Request) este o cerere de întrerupere adresată procesorului atunci când numărătorul unui canal, care are validate întreruperile, trece prin zero.

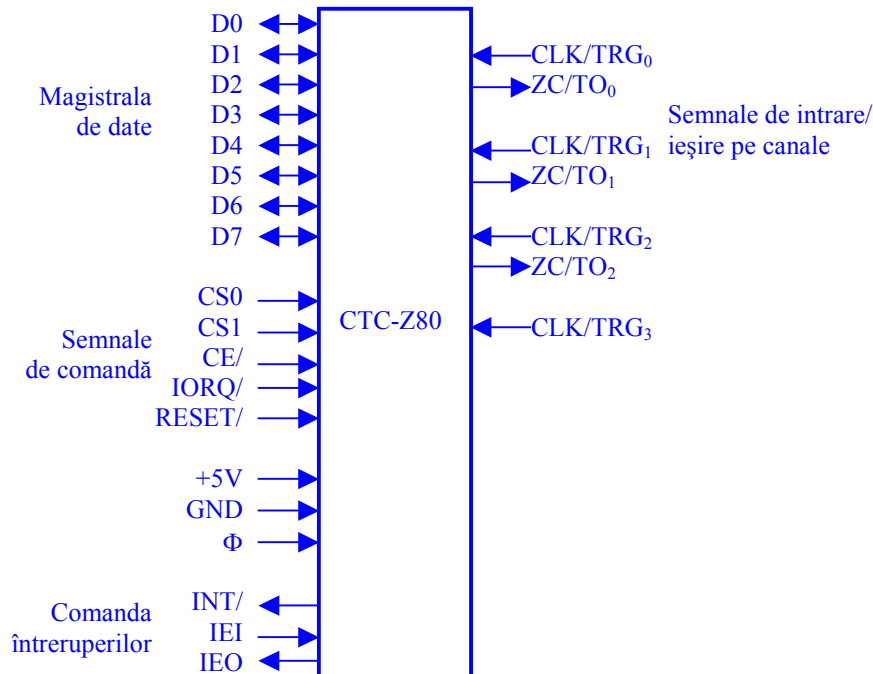


Fig.2

### 3. Modurile de lucru

#### 3.1 Modul numărător

În acest mod semnalul CLK/TRG are semnificația de “External Clock”. Fiecare front activ al acestui semnal produce decrementarea numărătorului, sincron cu ceasul  $\Phi$  (în figura 3. frontul activ este cel pozitiv). Rolul circuitului în acest mod este de a număra evenimente asincrone, produse în exterior și aduse la intrarea CLK a CTC sub forma unor impulsuri electrice. Impulsurile nu trebuie să fie periodice și nici să aibă un factor de umplere anume. Ceea ce se contorizează este numărul de fronturi crescătoare ale semnalului. Semnalul intern  $\Phi$  are în acest mod de funcționare rolul de a sincroniza semnalul CLK cu circuitele interne. Condiția pentru ca un impuls de la intrarea CLK să fie numărat este ca durata palierului său pozitiv să fie cel puțin egală cu perioada ceasului intern  $\Phi$ .

Numărătorul este încărcat cu o constantă la programarea canalului. În continuare, el este decrementat la fiecare impuls de pe intrarea CLK. În momentul în care valoarea sa ajunge la zero, este activată ieșirea ZC (cu semnificatia “Zero Count”) și numărătorul este reîncărcat cu aceeași constantă. De asemenea se generează o cerere de întrerupere către procesor, la ieșirea INT, dacă s-a făcut o programare în acest sens.

Constanta poate avea valori cuprinse între 1 și 256 (pentru 256 se va încărca valoarea 00H). Dacă în timpul funcționării se încarcă o nouă constantă, fără inițializare, numărarea curentă va continua pînă la zero, apoi se va lua în considerare noua constantă. Starea numărătorului poate fi citită în orice moment executînd o instrucție IN la adresa corespunzătoare canalului dorit.

### 3.2. Modul temporizator

În acest mod CTC funcționează în scopul de a măsura durata unor evenimente, de a genera temporizări, sau de a implementa un ceas de timp real. Semnalul ale cărui impulsuri sînt numărate este, de data aceasta,  $\Phi$ . Intrarea CLK/TRG are acum semnificația de “Trigger” (în lb. engleză: declanșare). Apariția unui front activ va declanșa numărarea impulsurilor de ceas  $\Phi$  pe durata palierului următor. Aceste impulsuri sînt trecute, în prealabil, printr-un numărător de prescalare, divizor cu 16 sau cu 256. Urmează o nouă divizare de frecvență cu o constantă programabilă între 1 și 256. Declanșarea temporizării se poate face și automat, în momentul programării, indiferent de starea intrării CLK/TRG.

În momentul trecerii prin zero a numărătorului decrementor se va genera un impuls pe ieșirea ZC/TO ( cu semnificatia “Time Out” ) și se va genera, eventual, o cerere de întrerupere.

### 4. Programarea circuitului

În funcție de modul de lucru selectat, cuvintele de comandă pentru programarea Z80-CTC sînt următoarele :

#### CC0

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CC0	V7	V6	V5	V4	V3	X	X	0

Cuvîntul CC0 programează biții V7 – V3 ai părții “low” a vectorului de întrerupere. Acest vector va fi plasat pe magistrala de date de către CTC în timpul ciclului de achitare a întreruperii, biții D2 și D1 fiind generați intern, în funcție de canalul care a generat cererea ( 00 pentru canalul 0, respectiv 01, 10, 11 pentru canalele 1, 2 și 3 ).

Programarea vectorului se face o singură dată pentru toate canalele, printr-o instrucție OUT pe adresa canalului zero.

#### CC1

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CC1	Validarea întrerup.	Mod de lucru	Factor de prescalare	Front activ	Mod de declanșare	Urmează constanta de timp	Inițializare	1

Semnificațiile biților din cuvîntul CC1 sînt următoarele :

**D7 – Validarea întreruperilor.** Dacă D7=1 canalul respectiv este validat să genereze o cerere de întrerupere la fiecare trecere prin zero a numărătorului.

**D6 – Modul de lucru.** D6=0 - mod temporizator, D6=1 – mod numărător.

**D5 – Factorul de prescalare.** Definit doar în modul temporizator, acest bit precizează dacă ceasul  $\Phi$  este divizat cu 16 (D =0) sau cu 256 (D =1).

**D4 – Frontul activ.** Acest bit precizează care din fronturile semnalului CLK/TRG produce decrementarea numărătorului (în modul numărător), respectiv declanșarea temporizării (în modul temporizator). Frontul activ poate fi cel negativ (D4=0) sau cel pozitiv (D4=1).

**D3 – Modul de declanșare.** Definit doar în modul temporizator, acest bit stabilește dacă declanșarea temporizării se face automat, după scrierea constantei de timp (D3=0) sau extern, prin semnalul CLK/TRG ( D3=1 ).

**D2 – Urmează constanta de timp.** Dacă D2=1, cuvîntul următor trimis canalului respectiv va fi constanta de timp. Programarea constantei de timp este obligatorie. Cuvîntul CC1 trimis cu D2=0 are semnificația reprogramării unui canal aflat deja în funcțiune (ex. pentru validarea/invalidarea întreruperilor).

**D1 – Inițializare.** Canalul se oprește din numărare și va relua funcționarea după programarea constantei de timp

Cuvântul **CC2** definește constanta de timp a canalului în mod temporizator, respectiv capacitatea de numărare în mod numărător, având ca valoare minimă 1 și ca valoare maximă 256.

## **5. Desfășurarea lucrării**

Pentru a experimenta posibilitățile de lucru ale Z80-CTC se va realiza cu ajutorul acestuia un ceas de timp real cu durata de 1 secundă. În acest scop, canalele 2 și 3 se vor conecta în cascadă. Canalul 2 se va programa ca temporizator, divizând ceasul sistemului, iar canalul 3 se va programa ca numărător, divizând în continuare semnalul obținut la ieșirea canalului 2. Printr-o programare corespunzătoare, la ieșirea ZC a canalului 3 se vor obține impulsuri cu perioada de 1 secundă. Aceste impulsuri pot fi vizualizate cu osciloscopul și pot fi folosite în diverse scopuri. Pentru ca procesorul să fie direct informat asupra evenimentului de scurgere a duratei de o secundă, este necesar ca ceasul de timp real să emită și cereri de întrerupere concomitent cu fiecare impuls de ieșire. În acest fel procesorul primește informații despre ”timpul real”.

Etapile execuției lucrării sînt următoarele:

- 5.1 Se face o schemă bloc a numărătoarelor divizoare prin care trece, succesiv, semnalul  $\Phi$ .
- 5.2 Se calculează constantele de divizare necesare, știind că frecvența  $\Phi$  este de 1.25MHz.
- 5.3 Se stabilesc cuvintele de comandă pentru fiecare canal.
- 5.4 Se scrie programul care inițializează sistemul de întreruperi și circuitul CTC. Deasemenea, programul va inițializa cu 0 un octet din RAM, care va avea funcția de contor de secunde.
- 5.5 Se scrie o subrutină de tratare a întreruperii care va incrementa contorul și va afișa valoarea sa pe display.
- 5.6 Se assemblează programul, se încarcă pe placa Z80, se lansează în execuție și se testează.